

Amours & stratégies

Paul Galand



amourette
monde

Editions Artis-Historia

Amours et stratégies

Paul Galand



extraordinaire
monde

Editions Artis-Historia

Sommaire

Avant-propos

4 Pour chacune des espèces qui nous entourent, la capacité de se reproduire fait partie de leur définition même et réussir cette épreuve témoigne assurément de l'adaptation d'une forme vivante. Mais pourquoi le sexe? Et que rapporte l'existence de deux sexes distincts à une espèce?

Chapitre 1 Ce que vous devez savoir sur le sexe

5 De la régénération des organes à la reproduction sexuée, en passant par la reproduction végétative et par Dolly, la brebis clonée. - De la différence entre l'éléphant et la fraise des bois. - Qu'est-ce que le sexe? - Le spermatozoïde contient-il un homme en modèle réduit, un "homonculus"? - Comment toute cette histoire de sexes a-t-elle commencé? - Les *Volvox*, des algues qui se comportent comme des bêtes. - Comment les cartes du grand jeu de la vie sont battues et distribuées ou l'art de varier les bagages génétiques - La Reine Rouge d'Alice au pays des merveilles et la "course aux armements" des espèces.

Chapitre 2 La "différence" en question

38 Des animaux hermaphrodites - La valse-hésitation des Poissons-clowns, Girelles et autres animaux qui changent de sexe avec l'âge ou selon les circonstances - Tortues et Alligators, lorsque le déterminisme du sexe est une question de température - X et Y ou W et Z: l'équation à deux inconnues du sexe génétique. Assaut contre le mâle?

Chapitre 3 Sex-appeal

54 Comment les animaux savent-ils que la saison des amours est arrivée? Qu'est-ce qui pousse les Crabs rouges des îles Christmas à quitter soudain, par dizaines de milliers, l'intérieur des terres? - Du Coq de Roche à la Grenouille, des Lucioles aux Anguilles électriques: le décodage de la communication sexuelle. - Le grand jeu des formes, des couleurs, du son, de la lumière, des parfums aphrodisiaques et même de l'électricité. - Fatales attractions! - Où l'on s'aperçoit que les comportements qui accompagnent la reproduction sexuée permettent de sélectionner le "bon" partenaire. - "Voir c'est croire" ou de l'art de juger sur la mine - Le goût de la symétrie chez les animaux. - La curieuse histoire des amours d'un Tétralyre et d'une Poule en peluche.



Parades et cérémonies **Chapitre 4**

Où il est question des gestes ritualisés constituant ce que l'on appelle les "parades amoureuses". - Des Frégates et des Albatros, aux Baleines, en passant par les superbes Paradisiers, le spectacle fabuleux de ballets et d'acrobaties, parfois drôle, souvent de toute beauté, où la vie exprime toute son exubérance - Quand la cérémonie s'accompagne d'un petit cadeau - Les "noces tragiques" de la Veuve noire et de la Mante religieuse. - La nature fait ses comptes... et s'y retrouve.

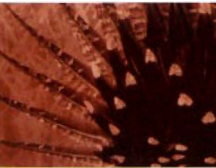
113



Artifices et jeux du cirque **Chapitre 5**

Recours à l'artifice : la logique des parades et le sens des signaux qui y sont employés - Oiseaux à berceaux... ou à garçonnières? Architectes-décorateurs, les mâles d'une quinzaine d'espèces de la même famille bâtissent des édifices de parade, les décorent et les utilisent comme signaux sexuels - Quel avantage apporte la parade compétitive en terrains de sports "communaux" ou "leks"? - L'observation des Chevaliers, des Paradisiers, des Coqs de bruyère apporte des éléments de réponse. - Les Manakins à longue queue la compliquent. - Où il est question de Crabs violonistes qui semblent vouloir constituer le plus grand orchestre tzigane du monde et de Lucioles qui jouent à "féerie lumineuse".

137



Sexe, stratégies et guerre secrète **Chapitre 6**

De la monogamie à la polygamie : de la Cigogne au Cerf, du Singe hurleur au Grand Dauphin : choix d'une stratégie. - Les secrets du harem - Compétition entre femelles et droits de reproduction limités - Hyènes, Lémurs et Jacana... ou lorsque la femelle domine. - Comment la femelle de l'Éléphant de mer et du Macaque se rend intéressante - Paternité douteuse, conflits entre les sexes et calculs d'intérêts... reproducteurs. - Le "mâle virtuel", ou des multiples fonctions de l'accouplement. -

165



La reine rouge, suite et fin **Epilogue**

La revanche du parasite qui semble connaître la théorie de la Reine Rouge - Retour à la question de départ : quel bénéfice apporte la reproduction sexuée par rapport à la reproduction végétative? - De la vie, "créatrice de formes" et de l'irréfutabilité de l'éléphant.

196

Index

198



PROPOS

Avant-propos

Note:

Afin de faciliter au lecteur le repérage des animaux cités pour illustrer nos propos, nous avons pris le parti de mettre une majuscule aux mots se référant au niveau systématique (classe, ordre, famille, genre, espèce) et en italiques les noms scientifiques correspondants. Par exemple, nous écrivons: «Une hirondelle ne fait pas le printemps», mais «Dès le printemps, l'*Hirundo rustica*, se met à bâtir son nid».

Pour chacune des espèces qui nous entourent, comme pour la vie en général, la capacité de se reproduire est plus qu'importante: elle fait partie de leur définition même.

Réussir cette épreuve est le critère absolu de l'adaptation réussie d'une forme de vie et la prodigieuse diversité du monde vivant reflète l'infinie variété des solutions fournies par la nature à cette équation dont chaque espèce est, en soi, une solution originale.

D'où l'étonnant spectacle, haut en couleurs, en sons et en lumière, auquel vous invite ce livre.

Il sera question de parades, de ballets, de rituels complexes, de séduction, d'amour, mais aussi de rivalités et de luttes, parfois mortelles. Et nous tenterons autant que possible d'en comprendre la logique. Nous parlerons aussi d'alliances, de leures, d'attachement, parfois même de fidélité et, souvent, de beauté.

C'est dire combien il sera difficile d'éviter les écueils de l'anthropomorphisme.

Même parmi les scientifiques les plus rigoureux l'usage de formules raccourcies se révèle une habitude installée. Ils parlent ainsi de "gènes égoïstes", tout en sachant bien que les gènes ne pensent pas. Ou alors ils évoquent "l'intérêt" que peut trouver un animal à manifester tel comportement, sans prétendre pour autant que, de cet intérêt, l'animal ait la moindre conscience. Le sujet qui nous occupe est, à cet égard, particulièrement dangereux car il se prête à toutes les projections de sentiments humains.



Le problème s'est posé dès le choix du titre de cet ouvrage. Rejoignant le langage courant, qui parle de "saison des amours", nous avons opté pour "*Amours et stratégies*", certes ambigu, mais bien évocateur des "parades amoureuses", cet ensemble d'actes plus ou moins ritualisés qui, chez tant d'animaux, préludent à l'accouplement. L'adjectif n'est d'ailleurs pas inexact, une des définitions de l'amour que donne le dictionnaire étant: "*l'élan physique ou sentimental qui porte un sexe vers l'autre*". Et c'est bien ce dont il s'agit.

Rappelons cependant que, se rapportant à un animal, le mot "stratégie" n'implique aucunement qu'on lui attribue une quelconque intention. Il désigne seulement un ensemble de démarches et de gestes qui ont été retenus par la sélection naturelle en vertu du fait que, pour l'espèce considérée et dans les conditions où elle a vécu jusqu'alors, ils se sont avérés bénéfiques en termes de succès reproducteur. Ce n'est donc qu'*a posteriori* qu'ils paraissent répondre à un plan préconçu.

D'autre part, il paraît désormais évident qu'interpréter ou juger le comportement animal en termes de morale ou de sentiments humains revient à commettre l'erreur de l'anthropomorphisme. Paradoxalement, nous ne devons pas expliquer l'ensemble du comportement humain à partir de l'analyse de celui du rat, de la mouche drosophile ou de tout autre animal.

Autrement dit, il ne faut pas tomber dans ce que, à propos de psychologie, Arthur Koestler nommait le "ratomorphisme".

Les comportements propres à chaque espèce résultent en effet de la rencontre d'un bagage génétique - le *génotype* - particulier avec des conditions et des contraintes du milieu non moins particulières. Ils font dès lors partie des caractères d'une espèce - de son "*phénotype*"

- au même titre que la taille, la couleur ou la forme, et, de même que ces attributs, ils ne peuvent se transposer simplement d'un animal à l'autre.

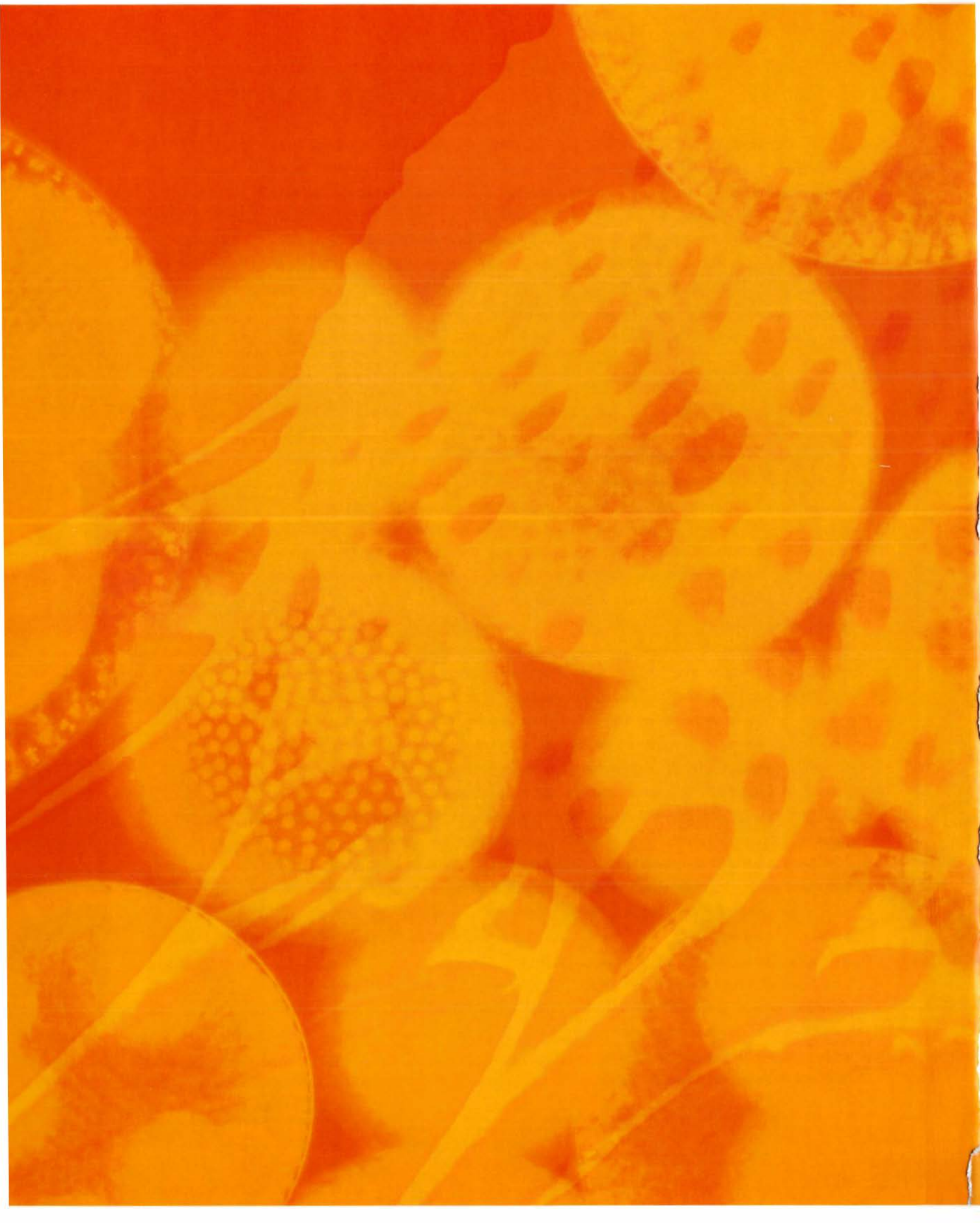
L'observation du monde animal peut néanmoins nous aider à découvrir les éléments logiques qui, dans chaque cas, ont conduit l'évolution à retenir un comportement chez une espèce et un autre chez une espèce différente.

C'est dans cet esprit que travaillent les biologistes lorsqu'ils tentent de comprendre la signification de certains caractères associés à la reproduction. Notamment lorsqu'ils s'interrogent sur le "pourquoi" du sexe ou, plus fondamentalement, sur le sens même de l'existence de sexes distincts, questions qui se ramènent à chercher ce que le caractère examiné "rapporte" à l'animal, à l'espèce, en termes de succès reproducteur.

C'est dans le même esprit que nous examinerons les faits rassemblés en observant la nature, et, à travers leur diversité, nous tenterons de dégager quelques constantes, quelques fils conducteurs qui permettront de mieux formuler les anciennes questions, voire d'en poser de nouvelles. Ce qui, pour le chercheur, est déjà un pas important.

En passant, nous pourrions admirer l'infinie variété des formes et des programmes comportementaux grâce auxquels le "grand jeu" de la sélection naturelle a résolu, pour chacune des espèces qui nous entourent, le problème majeur de la vie: se reproduire et durer.

Tant il est vrai que le monde animal est vraiment... extraordinaire.



Ce que vous devez savoir sur le **SEXE**

On a sans doute toujours su que l'accouplement est nécessaire à la reproduction, tant chez les animaux que chez l'homme. Cependant, on mit du temps à comprendre le rôle exact qu'il joue, cela même après que l'on eut découvert l'existence du spermatozoïde et de l'œuf.

Après l'invention des premiers microscopes, l'idée fut que le spermatozoïde humain contenait un homme en réduction – *l'homonculus* – qui, trouvant au sein de l'œuf le milieu idéal, n'avait plus qu'à grandir pour devenir bébé. Certains crurent même voir ce bonhomme en miniature, au point de le dessiner. Une variante de cette thèse plaçait l'*homonculus* dans l'œuf et proposait que c'était le spermatozoïde qui, en le réveillant, l'amenait à se déployer.

William Harvey, célèbre physiologiste anglais du XVII^e siècle, alla jusqu'à envisager que l'œuf n'existait pas avant la conception, mais qu'il naissait de l'action du spermatozoïde sur le sang rencontré dans l'utérus de la femelle. Ces idées naïves sont, on le voit, très proches de la fable de la "petite graine" que l'on racontait autrefois aux enfants.

Par ailleurs, ignorant tout des mécanismes de l'hérédité et de l'existence des gènes, nos ancêtres disposaient de peu d'éléments susceptibles d'expliquer valablement la transmission des caractères et les formes intermédiaires entre certains caractères maternels et paternels qu'ils observaient dans la progéniture. Ils y virent notamment l'effet d'un mélange, semblable à celui de l'eau et du vin, ainsi que le montrent des expressions conservées dans le langage courant, telles que "sang mêlé" ou "de mon sang".

Dans ces conditions, ils avaient peu de chance de comprendre la logique et l'intérêt d'un mode de reproduction si complexe qu'il semble contredire tout ce que nous savons aujourd'hui des lois de l'évolution.



☞ Certains vers Polychètes ["à plusieurs soies"] de la famille des Syllidés, peuvent se reproduire par simple bourgeonnement au départ d'un segment du corps. Chez l'espèce *Trypanosyllis*, il s'agit du dernier segment qui peut porter plusieurs organismes, comme illustré dans ce schéma.

Des animaux qui végètent

On peut vraiment parler de se reproduire soi-même, lorsque la descendance résulte d'une reproduction dite "végétative", laquelle implique qu'une partie d'un organisme, voire une seule de ses cellules, puisse reconstituer entièrement l'organisme dont elle est issue.

C'est une telle capacité qui permet, à partir d'une quelconque cellule de carotte ou de tomate, de produire une plante complète, génétiquement identique à la plante mère et donc, par définition, un *clone* de celle-ci.

Le bourgeonnement est un autre exemple de reproduction végétative et, si le mot évoque automatiquement une idée de printemps et de plantes, il n'empêche que certains animaux y recourent pour se reproduire.

Nous avons évoqué, dans le premier volume, le cas des Hydres d'eau douce qui se ramifient et bourgeonnent.

De même, si les Éponges sont capables de reproduction sexuée, plusieurs espèces, tant marines que d'eau douce, utilisent aussi la reproduction végétative pour engendrer de vastes colonies dont tous les individus sont autant de clones de l'éponge fondatrice. Elles le font, soit par bourgeonnement, aux dépens d'une partie de leur corps (comme chez les *Tethyas* et les *Mycales*), soit, comme la plupart d'entre elles, à partir de petites masses de cellules – les *gemmules* – qui se développent pour donner de nouvelles éponges après la mort de l'éponge mère.

Mais – direz-vous – les Éponges ne sont, après tout, que des animaux relativement rudimentaires, dépourvus notamment de système circulatoire et de cerveau central. Elles sont même

fixées, comme les végétaux auxquels, à tort, on les assimile souvent.

On ne peut cependant pas dire la même chose des vers, qui, tel le Polychète *Myrianidas pin-nigera*, se coupent eux-mêmes transversalement en deux moitiés dont chacune reconstitue ensuite la partie manquante pour refaire un ver complet.

Plus complexes encore, et plus proches des Vertébrés, les "Seringues de mer", organismes marins de l'ordre des Tuniciers, n'en sont pas moins capables de reproduction végétative.

Ces animaux ont généralement l'aspect de petites outres et la plupart vivent fixés sur le fond, si bien qu'on peut à première vue les prendre pour des éponges. Ils possèdent pourtant une ébauche de colonne vertébrale et, au stade larvaire, ressemblent à des poissons primitifs.

Comme les Éponges, les Ascidies (ou "Seringues de mer"), telles les Clavelines, ont le choix entre reproduction sexuée (certaines incubent même leurs œufs ou leurs larves à l'intérieur de leur corps) et reproduction végétative.

Pour réaliser celle-ci, elles émettent des prolongements – appelés stolons – sur lesquels, çà et là, bourgeonnent de nouveaux individus, génétiquement identiques à l'individu souche, un peu comme sur les *stolons* de muguet ou de fraise bourgeonnent de nouvelles pousses. On constate donc que, même chez des animaux sexués et complexes, certaines cellules spécialisées de l'adulte peuvent parfois donner naissance encore aux divers types cellulaires qui forment l'organisme achevé.

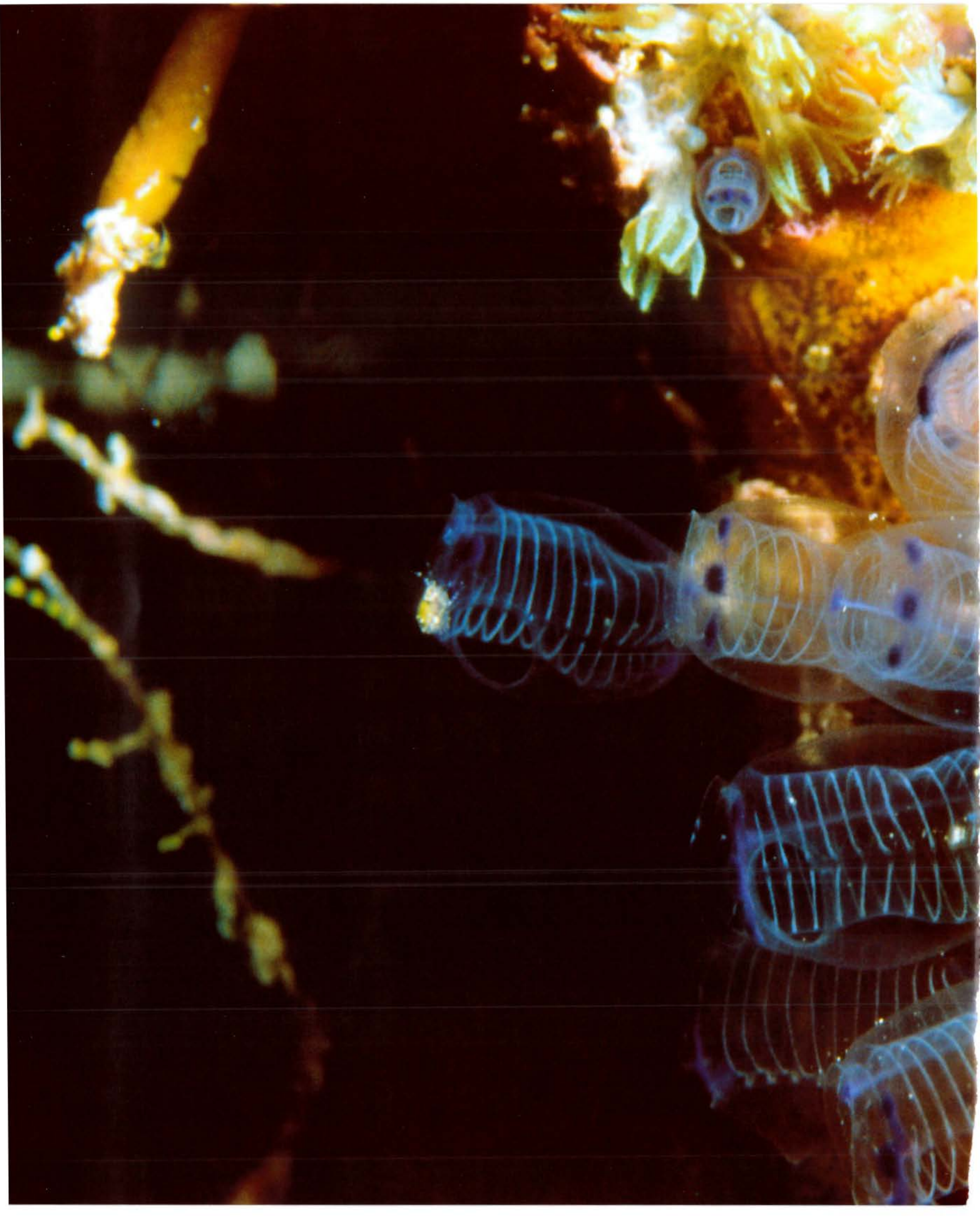
Autrement dit, ces cellules restent capables, à un certain degré, d'exprimer une part plus ou moins large des potentialités contenues initialement dans l'œuf fécondé dont elles sont issues.

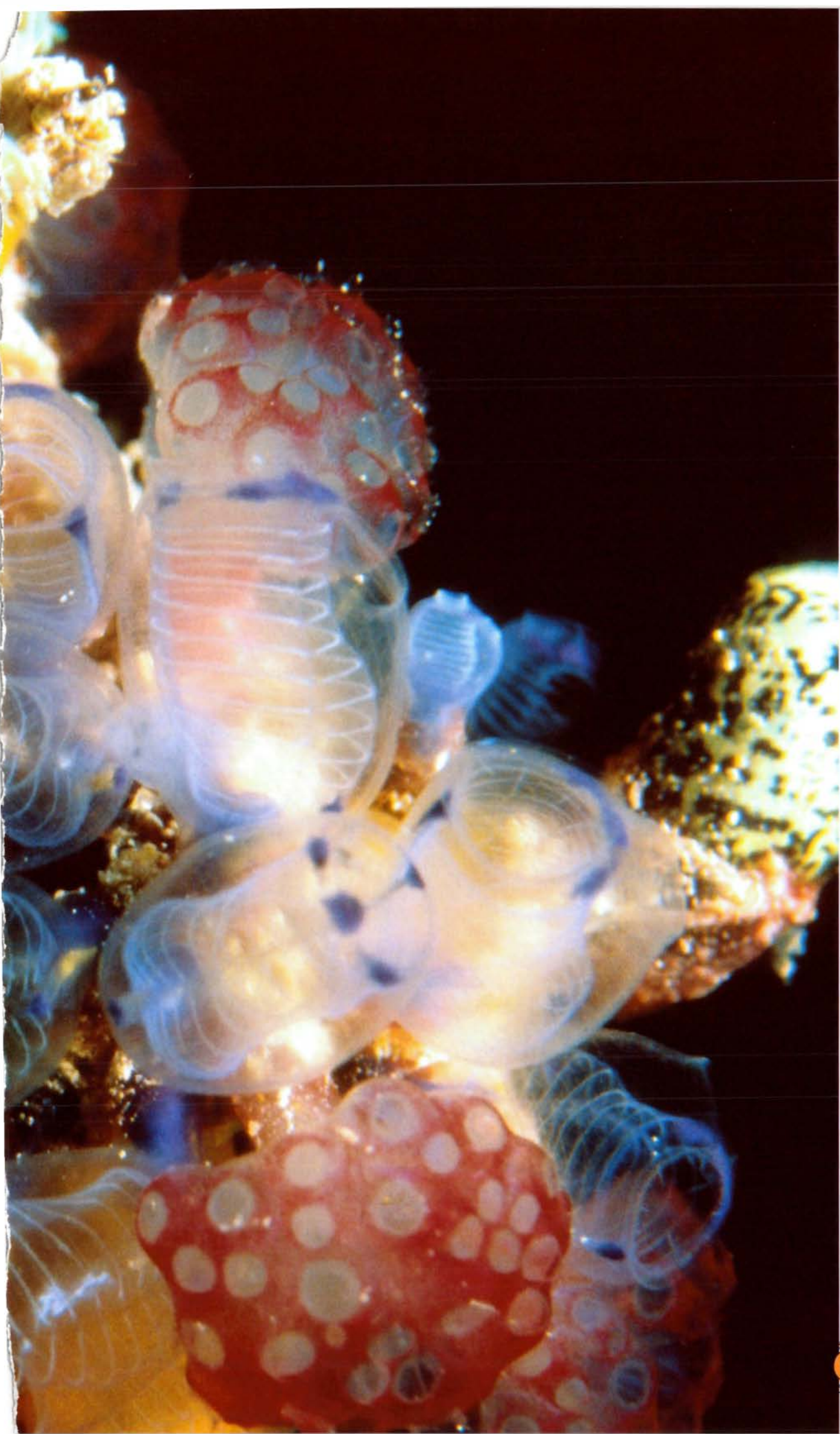


🔗 Chez certains vers Polychètes, la reproduction est sexuée et accomplie en surface par une forme rampante, appelée épitoque, parfois constituée seulement du segment portant les glandes sexuelles. Tel est le cas de diverses espèces apparentées au Nereis. D'autres cependant se reproduisent simplement par scissiparité, c'est-à-dire en se fragmentant pour produire plusieurs individus.

🔗 Ce groupe d'Éponges du genre *Clathrina* représente probablement un clone, formé d'individus nés du bourgeonnement d'une même éponge mère. Comme la plupart des Éponges, elles sont cependant capables aussi de se reproduire sexuellement.







L'aspect simple des Seringues de mer ou Ascidies (celles-ci du genre Clavelina) masque le fait qu'elles sont apparentées aux vertébrés, leur larve possédant déjà une ébauche de colonne vertébrale. Cela ne rend que plus remarquable le fait qu'elles combinent reproduction sexuée et reproduction végétative.



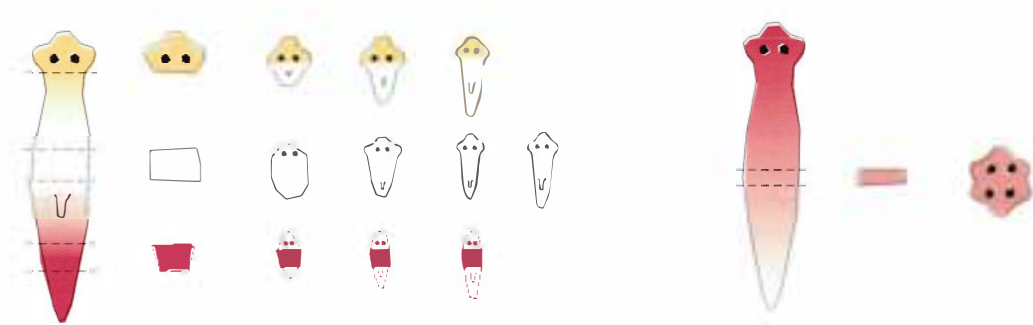
Générer et régénérer

☞ Certaines Étoiles de mer peuvent se reproduire de façon asexuée, soit en se coupant transversalement au cœur du disque central, soit comme cette Étoile de mer des îles Fidji, - *Linckia multiflora* - en se séparant de certains bras qui par la suite régénèrent un animal entier.

Il faut remarquer que ce mode de reproduction s'apparente à la capacité de régénération des tissus ou des organes qui diminue, elle aussi, avec le niveau d'évolution, pour se réduire progressivement au renouvellement des cellules et à la réparation des lésions. Dissociées expérimentalement en leurs cellules constitutives, certaines éponges à squelette mou peuvent, à partir de quelques-unes de ces cellules, reconstituer de nouvelles éponges parfaitement formées. De structure nettement plus complexe, l'Étoile de mer est incapable d'un tel exploit, mais elle peut régénérer le bras qu'elle aurait perdu lors

d'une rencontre avec un prédateur. Membres du même groupe animal – celui des Echinodermes –, certaines Holothuries peuvent même remplacer leur intestin après l'avoir expulsé pour se débarrasser du petit poisson qui le parasitait.

Coupé en deux transversalement, le Ver de terre – ou Lombric – reconstituera deux nouveaux vers complets, chaque moitié produisant à cet effet jusqu'à cinq segments de la partie manquante. De même, si on coupe transversalement une Planaire, une moitié refera une tête, l'autre une partie arrière. Et si on la coupe en longueur, de la tête à la queue, chaque fragment reconstituera la partie, soit gauche, soit droite, perdue dans l'opération.



Parmi les Insectes, plusieurs espèces peuvent compenser la perte d'une patte en produisant à sa place un membre plus ou moins rudimentaire, suffisant en tout cas pour restaurer la fonction perdue.

Chez les Vertébrés, cette capacité est généralement limitée au renouvellement continu des cellules des tissus qui, telles la peau ou la muqueuse intestinale, sont en continuel renouvellement. Certains de leurs organes peuvent cependant, sinon se régénérer, rétablir un niveau de fonction normal lorsqu'ils ont été sérieusement endommagés.

L'exemple le plus connu est celui des Lézards qui, menacés, éliminent le bout de leur queue et profitent de la surprise du prédateur pour disparaître. L'appendice perdu est ensuite remplacé par un moignon, moins élégant que l'original mais, d'un point de vue pratique, parfaitement fonctionnel.

Chez les Vertébrés – Homme compris –, lorsqu'une partie du foie a été détruite, les cellules du foie restant récupèrent la capacité de se diviser pour reconstituer, non pas un foie d'aspect normal, mais une masse de cellules hépatiques telle que la fonction hépatique est rétablie à son niveau normal.

Ces exemples montrent que les potentialités de reproduction végétative à partir des cellules somatiques tendent, avec l'évolution, à devenir très limitées chez l'animal adulte.

Mais pourquoi en est-il ainsi?

De la différence entre l'éléphant et la fraise des bois

Calquée sur une devinette humoristique bien connue (dont la réponse était que la couleur grise de l'éléphant le mettait à l'abri de toute confusion et, par là, du risque de se voir saupoudré de sucre et mangé), la question posée par ce titre possède une réponse plus sérieuse, qui mérite toute notre attention.

Une différence essentielle entre les deux organismes réside en effet dans l'incapacité totale pour l'éléphant de se reproduire de façon végétative, que ce soit par stolons bourgeonnants (ce que l'on conçoit assez aisément) ou, comme le font certaines Eponges, à partir de quelques cellules.

La plupart des animaux, des Insectes aux Vertébrés, sont d'ailleurs dans le même cas.

La question cruciale est de savoir *pourquoi* il en est ainsi.

Ce n'est pas une simple affaire de taille ou de masse, car des plantes énormes peuvent se reproduire de manière végétative, alors que des

Ce schéma montre la manière dont, selon sa position dans l'axe du corps, un fragment de Planaire - Ver de la famille des Plathelminthes - reconstituera la partie avant et arrière du corps ou, si le fragment est trop petit, deux parties antérieures.

(d'après R. Colin)

Comme nombre de lézards et de geckos, le Gecko verruqueux, *Hemidactylus turcicus*, peut se débarrasser de sa queue - c'est-à-dire procéder à son autotomie - et échapper ainsi à un prédateur. Une queue lui repoussera qui sans être identique à l'organe perdu en remplira parfaitement la fonction.





zoom zoom+
zoom+

mammifères ou des oiseaux minuscules en sont incapables. Pourtant, lors de la métamorphose de certains Insectes, la forme adulte se développe à partir de quelques cellules spéciales regroupées dans les “disques imaginaires” (l’adulte étant appelé *imago*), seules survivantes de l’autodestruction des tissus de la larve. Pourquoi le Papillon adulte ne pourrait-il en faire de même et reproduire des petits à partir de quelques cellules? Il n’y a pas de raison, a priori, pour que la complexité de l’organisme à reproduire exclue

que certaines de ses cellules se multiplient pour donner naissance à des clones du porteur. Que fait d’autre l’œuf fécondé – le *zygote* – qui n’est en somme qu’une cellule? Qu’a donc celle-ci de spécial par rapport aux banales cellules du corps, les cellules *somatiques*? D’être capable de se diviser? De détenir seul un bagage génétique complet? Assurément, ni l’un ni l’autre. Plusieurs types de cellules somatiques restent en effet parfaitement capables de division. De plus, contrairement à ce qu’on a pu longtemps envisager, les cellules somatiques de l’adulte possèdent encore la même information – à savoir les mêmes gènes, regroupés

sur les mêmes chromosomes – que celle contenue initialement dans le noyau de l'œuf dont elles sont issues.

Certes, elles ne les utilisent pas tous pour exécuter les fonctions qui leur sont propres. Mais elles n'éliminent pas les gènes qui ne leur sont pas nécessaires : elles se contentent de les réduire au silence. Et, comme la Belle au Bois dormant, ceux-ci peuvent parfois être réveillés...

Les clones entrent en scène . . .

Une précision s'impose ici quant à la signification du mot "clone".

Il est vrai qu'on ne peut obtenir de l'Éléphant – pas plus que de tout autre Vertébré d'ailleurs –, qu'il se reproduise naturellement de manière végétative pour donner un ou plusieurs clones de lui-même – c'est-à-dire des individus qui lui seraient génétiquement identiques.

Il existe pourtant des clones naturels de plusieurs Mammifères, Homme compris : ce sont les jumeaux vrais.

A l'opposé des faux jumeaux (conçus en même temps, mais résultant de la fécondation de deux ovules distincts), les vrais jumeaux sont en effet produits au départ d'un seul et même ovule fécondé qui s'est séparé en deux ou plusieurs fragments, en tout début de développement.

Identiques génétiquement, les vrais jumeaux sont donc des clones, non pas d'un de leurs parents, mais du zygote.

Relativement rare, ce phénomène est généralement considéré comme un accident du développement. Parmi les Mammifères, certains utilisent cependant naturellement et systématiquement ce procédé de polycopie d'embryons précoces.

Il s'agit des Tatous, ces petits animaux d'Amérique du Nord et du Sud, bien connus pour

leur faculté de se rouler en boule sous l'armure naturelle des plaques cornées qui garnissent leur corps.

Ce que l'on sait moins peut-être, c'est qu'à chacune de ses portées, la femelle du Tatou à neuf bandes, *Dasypus novemcinctus*, met au monde des quadrijumeaux. Elle est battue par sa cousine, *Dasypus hybrida*, qui peut produire de 6 à 9 petits à la fois.

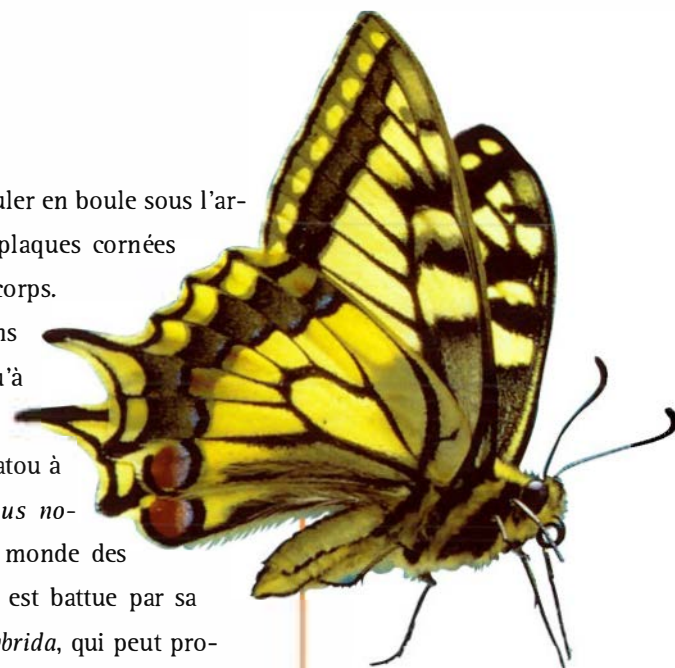
Dans l'un et l'autre cas, tous les jeunes de la portée proviennent d'un seul et même œuf fécondé qui s'est spontanément fractionné au tout début de son développement.

Ceci implique que, jusqu'à un certain stade, toutes les potentialités initialement contenues dans l'œuf fécondé sont maintenues dans chacune des cellules produites par ses divisions successives.

Cela implique aussi qu'en se spécialisant, celles-ci s'arrangent entre elles pour ne pas les exprimer toutes, chaque type cellulaire prenant en charge une partie du programme. Il résulte de cette division du travail, que, au fur et à mesure que progresse le développement, les potentialités des cellules de refaire un embryon complet se réduisent jusqu'à disparaître complètement.

Une possibilité théorique était qu'en se spécialisant – en se différenciant par exemple en cellules de peau, d'intestin, de foie ou de cerveau – les cellules auraient jeté, comme un poids inutile, l'information génétique dont elles n'ont pas besoin.

Cela aurait expliqué simplement pourquoi la reproduction végétative au départ d'une cellule de l'adulte est impossible. On a désormais la preuve – on peut même dire les preuves –



Au cours de son développement, le Grand porte-queue, *Papilio machaon gorganus*, comme tout papillon, subit une série de métamorphoses et passe par les stades de larve - la chenille - puis de chrysalide, sans ressemblance aucune avec l'insecte parfait ou imago. Cela implique que des cellules qui possèdent l'information génétique nécessaire traversent ces diverses étapes en conservant des propriétés de cellules embryonnaires.



☞ Les portées du Tatou à neuf bandes (adulte à droite), *Dasypus novemcinctus*, sont systématiquement constituées de quatre jumeaux vrais, issus d'un seul et même embryon qui s'est spontanément fragmenté au début de son développement. En revanche, c'est généralement de faux jumeaux qu'il s'agit pour les portées multiples des autres Mammifères, même lorsque la ressemblance est aussi grande entre les petits que chez ces Labradors retrievers. ☜



qu'il n'en est rien, en tout cas pas pour toutes les cellules somatiques.

Ces preuves, ce sont les clones artificiellement obtenus au départ de cellules *d'adulte*, qui sont ceux auxquels fait penser ce mot, tant ils ont défrayé la chronique.

Mais leur existence met en évidence une des propriétés que possède l'œuf et qui manque à la cellule somatique : la capacité de réveiller, dans le noyau de celle-ci, les gènes endormis qu'elle n'utilisait pas.

Hello Dolly !

D'anciennes expériences – elles datent des années '50 – avaient montré que si l'on intro-

duisait, dans un œuf de Grenouille débarrassé de son noyau, un noyau de cellule d'intestin de têtard, on avait quelques chances d'induire celui-ci à se développer en une grenouille complète.

Bien qu'à ma connaissance, le mot de "clone" n'ait pas été prononcé à l'époque, il est probable que c'est forts de cette évidence que certains ont envisagé comme possible le clonage d'un Mammifère adulte.

Le récent clonage d'une Brebis – et la naissance de la célèbre Dolly qui s'en est suivie –, résout pour les Mammifères la question du bagage génétique des cellules de l'adulte.

Cela se passait en 1997 et, depuis, Dolly a prouvé qu'elle était normale en donnant naissance à Bonnie, produite par la voie "classique".

Depuis, des clones ont été produits de manière similaire à partir de cellules de Souris, de Chèvre, de Vache et, plus récemment, de Porc.

Personne n'imagine même remplacer l'œuf receveur par une quelconque cellule différenciée pour voir celle-ci se développer en embryon.





Mais qu'est-ce qui a empêché la nature "d'inventer" un mode de reproduction de ce type, où certaines cellules somatiques de l'adulte auraient spontanément (et dès lors d'une "main" plus légère que celle d'un expérimentateur) réalisé une telle opération ? Tout tient à un détail important, à savoir les extraordinaires potentialités de l'ovule.

Ces expériences se basent en effet sur deux propriétés que possède le cytoplasme de l'ovule et qui font l'essentiel de sa spécificité.

La première est sa capacité de "reprogrammer" le noyau transplanté pour le rendre capable à nouveau d'exprimer la totalité de ses gènes. La seconde est sa capacité de répondre ensuite à ce programme, c'est-à-dire de se diviser et de réa-

liser le développement embryonnaire, comme il le fait après une fécondation normale.

On peut se demander pourquoi cette manière de produire des clones d'animal adulte – des "autoclones" en quelque sorte – semble avoir été rejetée par l'évolution.

La première idée qui vient à l'esprit, au vu de l'apparente opposition qui semble exister entre elles, est que c'est la complexité d'organisation qui exclut la reproduction végétative.

Mais ne serait-ce pas l'inverse ? Ne serait-ce pas plutôt la reproduction asexuée qui limite les possibilités de créer de la complexité ?

Autrement dit, la reproduction sexuée ne serait-elle pas seule capable d'engendrer des êtres aussi complexes que les Insectes, les

🔗 Produits de la biotechnologie, ces neuf vaches et vachettes constituent un clone obtenu à l'INRA de Jouy-en-Josas (France). Les trois animaux les plus âgés sont issus de clonage embryonnaire, les six autres de clonage à partir de cellules somatiques dont le noyau a été transféré dans un ovule préalablement débarrassé du sien.



Poissons, les Reptiles, les Oiseaux... et autres Éléphants ?

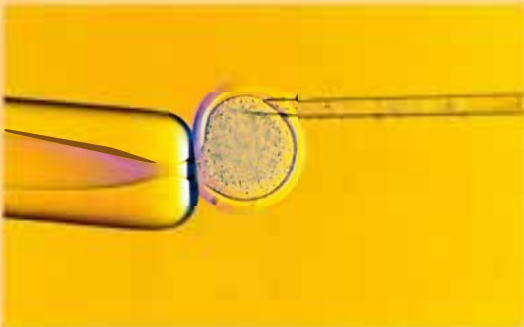
Et n'aurait-elle pas elle-même exclu tout retour en arrière par la séparation extrême des tâches des fonctions de simple survie et des fonctions reproductrices qui la caractérise ?

Nous verrons que telle semble effectivement la réponse à nos questions, mais il nous faut

Recette simple pour faire un clone

1. isoler des noyaux de cellules de glande mammaire (celles-ci ayant été préalablement prélevées chez une brebis adulte et cultivées "in vitro");
2. chez une autre brebis (de couleur différente de celle de la première, pour être sûr des conclusions éventuelles), prélever un ovule prêt à être fécondé;
3. éliminer le noyau de cet ovule;
4. introduire un noyau de cellule mammaire dans l'ovule et maintenir en culture l'œuf ainsi "fécondé" - du moins on l'espérait - pendant quelques divisions;
5. implanter cet œuf dans l'utérus d'une brebis porteuse;
6. ... attendre!

Dans 1 cas - soit à peu près 0,3 % des essais -, toutes ces opérations ont abouti à une naissance, celle de Dolly, ce qui est énorme si l'on considère le caractère traumatisant de ces manipulations pour les noyaux et cellules impliqués.



d'abord examiner ce qui rend si particulière la reproduction sexuée.

Qu'est-ce que le sexe ?

A première vue, la question peut paraître naïve. Pourtant, la plupart des ouvrages de biologie qui traitent de reproduction commencent précisément par la poser, sous une forme ou une autre.

Un premier élément de réponse consiste généralement à mettre en avant l'existence chez les animaux de deux sexes - ou *genres* - reconnaissables, l'un baptisé mâle, l'autre femelle.

Cela ne fait cependant que déplacer le problème puisqu'il faut se demander alors ce qui définit le mâle et la femelle.

Je dis bien ce qui les *définit* et non par quoi on les distingue l'un de l'autre. D'ailleurs, même s'il ne s'agissait que de cela, les distinguer sur la base de caractères visibles extérieurement - les "caractères sexuels secondaires" - n'est pas toujours chose aisée.

Lorsque l'on voit ensemble deux animaux de la même espèce, cela ne signifie pas nécessairement qu'ils forment un couple et d'ailleurs, même si l'on est sûr que c'est le cas, cela ne permet pas toujours de dire qui est qui.

Nombre d'oiseaux - parmi lesquels certaines espèces de Cigognes, les Hérons, les Fous, les Pélicans, les Geais, et bien d'autres encore - ne présentent aucune différence visible entre les deux sexes. Tel est le cas également de diverses espèces d'Amphibiens et de Poissons. Et même lorsqu'une différence morphologique apparaît quant au sexe, elle s'avère parfois des plus subtiles.

Je ne suis pas sûr que cela vous soit d'une grande aide de savoir que chez la Mouche

↳ Dolly, la célèbre Brebis obtenue par clonage au Roslin Institute d'Édimbourg, est photographiée ici avec sa fille Bonnie. Le premier agneau auquel elle a donné naissance par la "voie biologique" normale. Elle a depuis mis au monde trois autres agneaux, démontrant ainsi que, sur ce point au moins, elle est tout à fait normale.

↳ Extraction à la micropipette (sous microscope) du noyau d'un œuf de brebis en vue de son remplacement par celui d'une cellule de glande mammaire de brebis adulte.





domestique, *Musca domestica*, cette distinction porte sur la présence, dans l'œil composé du mâle, d'une zone dorsale dont les facettes sont plus larges qu'ailleurs. Appelée "love spot" ("tache d'amour") en anglais, elle est particulièrement adaptée à suivre les mouvements de la femelle lorsque le mâle entreprend la chasse d'une partenaire.

En outre, même lorsqu'elles sont marquées, les différences entre sexes s'estompent souvent en dehors de la saison de reproduction.

Tel n'est pas le cas pour la taille... Mais désigner le mâle comme étant celui qui est le plus grand ou le plus fort revient à appliquer une règle implicite dont la validité n'est pas générale (ce qui est vrai d'ailleurs de l'idée qu'il est nécessairement le plus décoré).

Chez les Autours, les Aigles et les Éperviers, la femelle est plus grande et plus lourde que le mâle. On appelle pour cette raison "tiercelet" le mâle du Faucon et de l'Épervier, d'un tiers plus petit que leur compagne.

Les organes intervenant lors de la libération des gamètes, dans la ponte ou dans l'accou-

plement – c'est-à-dire les *caractères sexuels primaires* –, sont en principe des critères plus fiables.

Mais ils ne sont pas toujours très visibles et les modalités de reproduction et de fécondation sont très différentes d'une classe animale à l'autre. Si bien que les identifier implique souvent de savoir déjà distinguer les deux sexes de l'espèce, les organes en question ne ressemblant pas nécessairement à ceux des Mammifères, qui nous sont plus familiers.

Encore faut-il savoir où chercher l'organe révélateur afin de poser le diagnostic du sexe. Or, chez certaines espèces, les organes sexuels peuvent se trouver à des endroits assez inattendus.

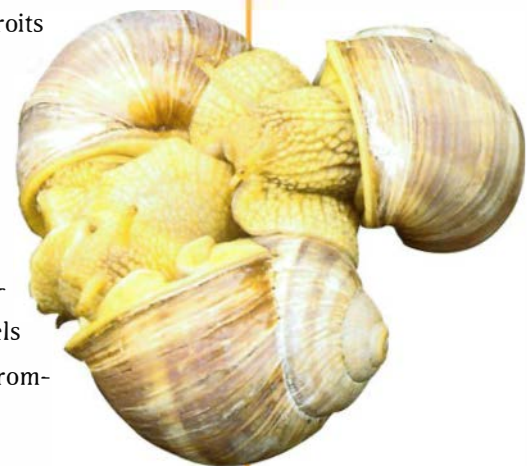
Chez les Escargots, c'est à l'arrière de la tête qu'il faut chercher les orifices sexuels.

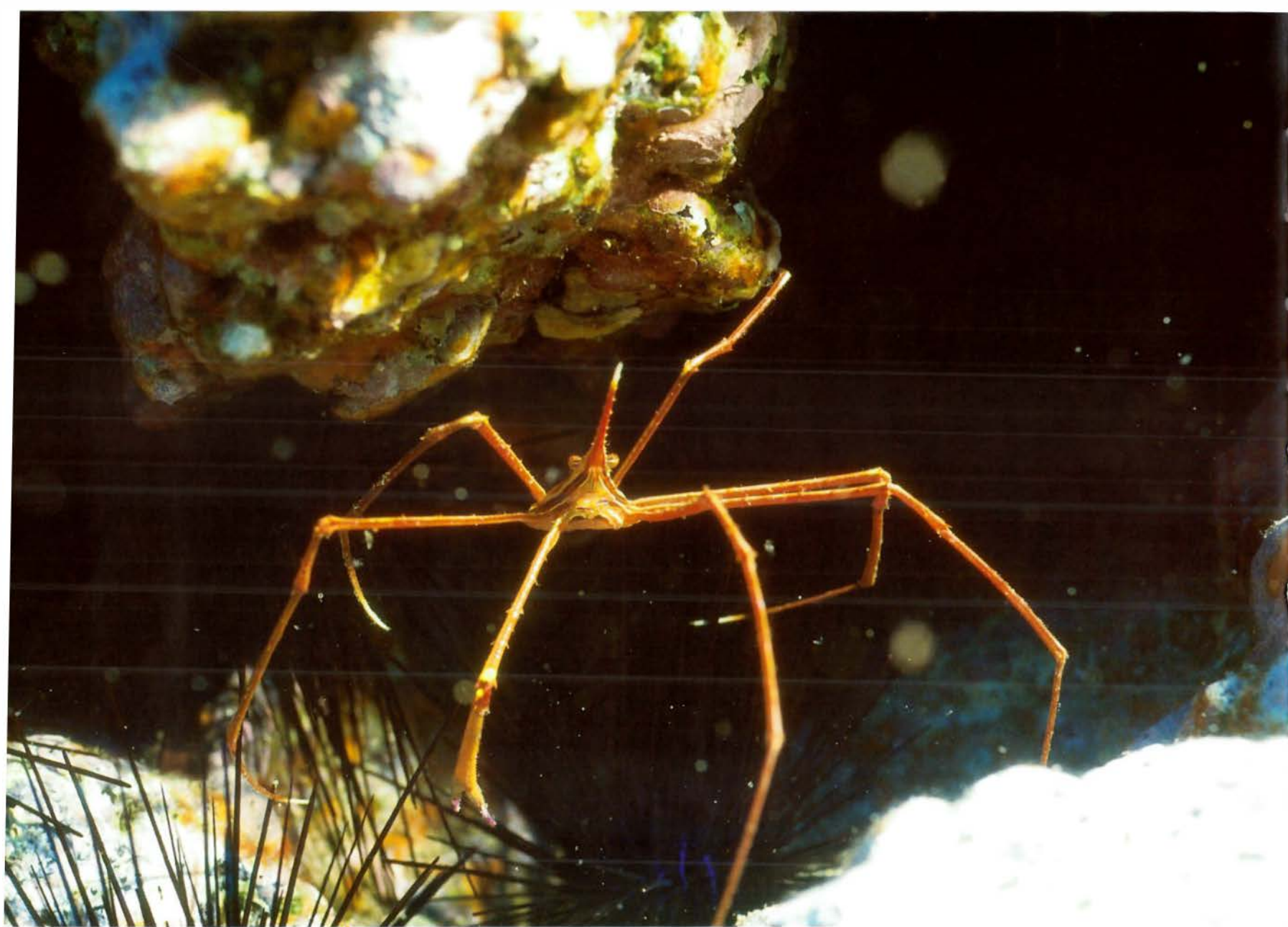
Par ailleurs, même visibles, les caractères sexuels primaires peuvent être trompeurs.

☞ [p.20] Comme pour de nombreuses espèces d'oiseau, rien ne distingue à première vue le mâle et la femelle du Fou de Bassan, *Sula bassana*.

☞ Chez l'Épervier d'Europe, *Accipiter nisus*, et chez d'autres Rapaces, le mâle est d'un tiers plus petit que la femelle mais si l'on voit deux individus de taille différente, il peut s'agir comme ici d'un adulte et d'un jeune.

Se fier au comportement peut dans certains cas être trompeur, comme l'illustre cet accouplement d'Escargots. *Helix pomatia*: en fait tous les individus impliqués sont hermaphrodites. ☞





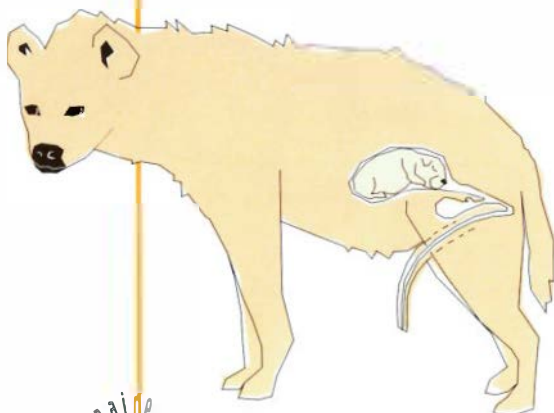
Chez les Pantopodes (“tout en pattes”) ou Pycnogonides – tels *Colossendeis colossea* ou *Macropodia longirostris*, appelés parfois “araignées de mer”, bien que ces Crustacés n’aient rien à voir avec les crabes de ce nom –, les orifices sexuels se trouvent au niveau du deuxième segment de leurs longues pattes.

Ainsi, chez les Hyènes tachetées, la femelle présente des organes sexuels externes qui ressemblent tellement aux organes mâles que certains les ont crues hermaphrodites, ce qu’on sait aujourd’hui être totalement inexact. Alors, à quoi se fier ? Au microscope !

Le sexe au microscope

Rassurez-vous, il n’est pas question de mettre un éléphant, ni même une mouche, sous le microscope.

Pour le biologiste, la définition du sexe se situe au niveau d’un type cellulaire : les cellules reproductrices elles-mêmes – les *gamètes* – et sur le fait qu’elles sont de deux sortes, l’une et



l'autre étant pourvues de la moitié seulement du patrimoine génétique de l'espèce.

L'une est incapable de se déplacer, mais peut se diviser: c'est, par définition, le gamète femelle, ou *ovule*. L'autre, généralement beaucoup plus petite, est mobile mais incapable de division: c'est le gamète mâle ou *spermatozoïde*.

Au niveau de l'organisme, la définition de "sexe" est dès lors simple: est femelle l'animal porteur des ovules, mâle le porteur des spermatozoïdes. Le jeu de la reproduction consiste, pour les animaux sexués, à réaliser la fécondation, c'est-à-dire à mettre ces deux cellules en présence afin de déclencher le développement de l'embryon. Cela implique la fusion des noyaux des deux gamètes et la mise en commun de leur bagage génétique.

Les caractères sexuels primaires et secondaires (en ce compris certains comportements) ne sont dès lors, à des degrés divers, que les moyens par lesquels ce programme est accompli.

Nous avons vu, dans le premier volume de cette série, l'impact que la spécialisation des cellules reproductrices pouvait avoir sur l'investissement parental des deux partenaires.

Nous allons voir qu'elle fait également partie des éléments du "calcul d'intérêt" qui, pour chacun des partenaires d'un couple animal, déterminera la stratégie reproductive la plus rentable.

Origine du sexe

La fusion de deux cellules n'implique pas à elle seule l'existence de sexes ainsi définis. Elle peut s'observer chez des bactéries, mais aussi chez les animaux unicellulaires ou Protozoaires – les Paramécies par exemple – sans que cela s'accompagne d'une nette différence d'aspect entre les deux cellules concernées.

D'une taille à la limite du visible, les Paramécies sont bordées de plusieurs rangées de cils dont le battement leur permet de nager dans les eaux croupissantes où on les trouve généralement (d'où le nom d'*Infusoires* donné au groupe animal auquel elles appartiennent).

Comme tout Protozoaire, elles se multiplient par simple division, pour donner deux cellules filles, qui se divisent à leur tour, et ainsi de suite de génération en génération, leur effectif croissant ainsi exponentiellement.

Dans certaines conditions, elles recourent aussi à un autre mode de reproduction, appelé *conjugaison*.

Dans ce cas, deux Paramécies répondent à des signaux chimiques complémentaires qui les incitent à se rapprocher, à s'accoler et à fusionner partiellement leurs membranes. Elles procèdent alors à un échange de matériel génétique.

Une Paramécie possède normalement deux types de noyaux, un grand – le *macronucleus* – et un plus petit, tiré à deux exemplaires, logiquement baptisé *micronucleus*.

Au moment de la fusion, chacun des partenaires en élimine deux pour ne conserver qu'un seul micronucleus dont, par divisions successives – la première ayant pour effet d'en réduire de moitié le bagage génétique – il produit plusieurs exemplaires.

Mais de ceux-ci, deux seulement sont conservés, le reste étant détruit et éliminé.

Chaque Paramécie envoie alors un de ces noyaux dans le cytoplasme de sa conjointe, et sitôt arrivé, celui-ci fusionne avec celui qui est resté en place.

Au terme de ce chassé-croisé, les deux cellules se trouvent donc pourvues d'un unique micronucleus, mais qui est pourvu à nouveau du bagage génétique complet.

📍 Chez les "Araignées de mer" de la famille des Pycnogonides (ici *Macropodia colosseus*), les organes sexuels sont discrètement situés sur un segment de leurs pattes ce qui ne facilite guère la distinction des sexes.

📍 Illustration schématique de l'aspect masculinisé des organes sexuels de l'Huène femelle.

[d'après Christine Drea, in Sarah Blaffer Hrdy, 1999]

Les Paramécies, *Paramecium caudatum*, comme tous les Protozoaires, peuvent se reproduire par fission, c'est-à-dire par simple division et donner naissance ainsi à deux cellules identiques à la cellule mère. ↷

Elles se quittent aussitôt et chacune d'elles produit immédiatement quatre cellules filles nanties d'un nombre normal de noyaux – à savoir deux petits et un gros – nés de la division du noyau unique emporté par leur mère après la conjugaison.

Pourvues d'un bagage génétique tout frais et d'un modèle entièrement neuf, lesdites cellules filles se mettent alors à se diviser, diviser, et diviser, simplement comme le ferait tout bon protozoaire.

La fusion des noyaux et le fait qu'elle soit immédiatement suivie de plusieurs divisions cellulaires évoquent assez la reproduction sexuée où la conjugaison du spermatozoïde et de l'ovule est suivie de la fusion de leur noyau, ce qui déclenche aussitôt les divisions qui amorcent le développement de l'embryon.

Certains considèrent le petit noyau qui se déplace comme l'équivalent du gamète mâle, et celui qui reste en place et avec lequel il fusionne, comme l'analogie du gamète femelle. Mais on ne peut pas vraiment parler ici de sexe, puisque les deux Paramécies sont d'as-

pect identique et jouent un rôle équivalent dans les opérations de conjugaison.

Quoi qu'il en soit, il est logique de penser que si les Paramécies mettent en œuvre un processus aussi complexe pour réaliser la fusion d'une partie de leur matériel génétique, c'est que cela doit "rapporter" quelque chose, à elles-mêmes et à l'espèce. On suppose spontanément qu'il s'agit de la formation d'une nouvelle combinaison de gènes.

D'autre part, ce mode de reproduction apparaît comme une première tentative de séparer, en les spécialisant, les fonctions de reproduction et les fonctions de simple maintenance.

En effet, le gros noyau de la Paramécie ne préside qu'aux fonctions de survie de la cellule et joue donc un rôle assez analogue à celui des cellules somatiques – ou cellules du "corps" – qui, chez l'animal pluricellulaire, ont une fonction de simple "maintenance" de l'organisme.

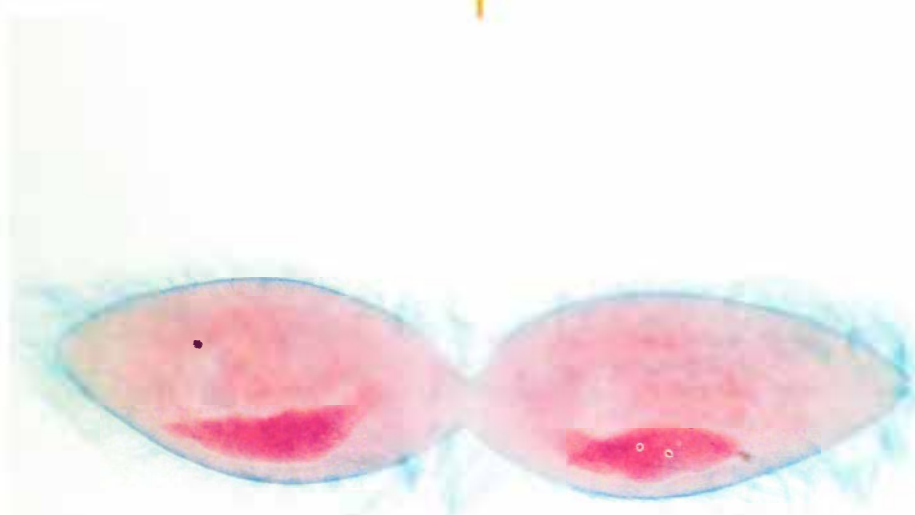
Le petit noyau serait alors le noyau "germinal", de fonction similaire à celle des cellules germinales qui, chez les animaux, produisent les gamètes.

Une voie évolutive serait ainsi amorcée qui tendrait à séparer de plus en plus nettement les fonctions vitales axées sur la survie de l'individu – son présent – des fonctions directement liées à la transmission de son patrimoine génétique – son futur et celui de l'espèce.

Spécialistes en reproduction

Un pas de plus vers la reproduction sexuée a probablement consisté en l'apparition d'organismes unicellulaires se comportant plus ou moins comme nos Paramécies, mais en se partageant le travail.

L'un des partenaires aurait alors – tel le spermatozoïde – fonctionné uniquement comme





Les Paramecies peuvent aussi se reproduire par conjugaison, un processus complexe d'échange de noyaux entre deux cellules qui fusionnent et réalisent ainsi un nouveau brassage de matériel génétique.



donneur de noyau, l'autre comme receveur, fournissant en plus – comme l'ovule – le cytoplasme nécessaire à la survie du produit de la fusion et à l'expression de ses nouvelles potentialités.

Au niveau supérieur d'organisation, le regroupement de plusieurs cellules en colonies a d'abord mené à la division du travail, certaines cellules de la colonie étant vouées aux tâches "ménagères" – nourrir, protéger, déplacer la colonie – d'autres uniquement à la reproduction.

Le stade suivant a consisté en un regroupement des cellules par "corps de métier", en tissus et en organes spécialisés, la spécialité de l'un de ceux-ci étant la production des gamètes.

Ainsi seraient nés les organismes pluricellulaires vrais, ancêtres de ceux, plus complexes, qui habitent aujourd'hui la planète.

Plus tard seulement seraient apparues enfin deux formes différentes, l'une chargée des fonctions mâles, l'autre des fonctions femelles. Faute de fossiles, on ne saura sans doute jamais exactement comment le passage s'est fait d'un stade à l'autre et, si l'évolution est un fait aussi établi qu'il est scientifiquement possible, on en est souvent réduit aux hypothèses quant aux mécanismes qu'elle met en jeu.

Cependant, on peut puiser un argument en faveur d'un schéma semblable à celui que je viens de tracer dans le fait que certains organismes semblent en reconstituer sous nos yeux les étapes cruciales.

Il s'agit d'algues vertes de la famille des Volvocales. Celle-ci comprend des êtres unicellulaires, comme les *Chlamydomonas*, mais également des formes coloniales, parmi lesquelles les *Volvox*.

On connaît une vingtaine d'espèces de *Volvox*, dont quatre sont européennes.

Toutes se présentent sous la forme de colonies dont le diamètre peut atteindre 1 millimètre et qui sont constituées, selon l'espèce, de 500 à 60 000 cellules, semblables à une cellule de *Chlamydomonas*. Comme celle-ci, elles sont pourvues de deux petits appendices en forme de fouet (les flagelles) qui, en battant l'eau, permettent à la colonie de se déplacer.

Disposées de manière à ce que leurs flagelles soient orientés vers l'extérieur de la colonie, les cellules, telles des nageuses de ballet aquatique, harmonisent leurs battements pour que l'ensemble navigue de façon coordonnée, comme le ferait un animal pluricellulaire.

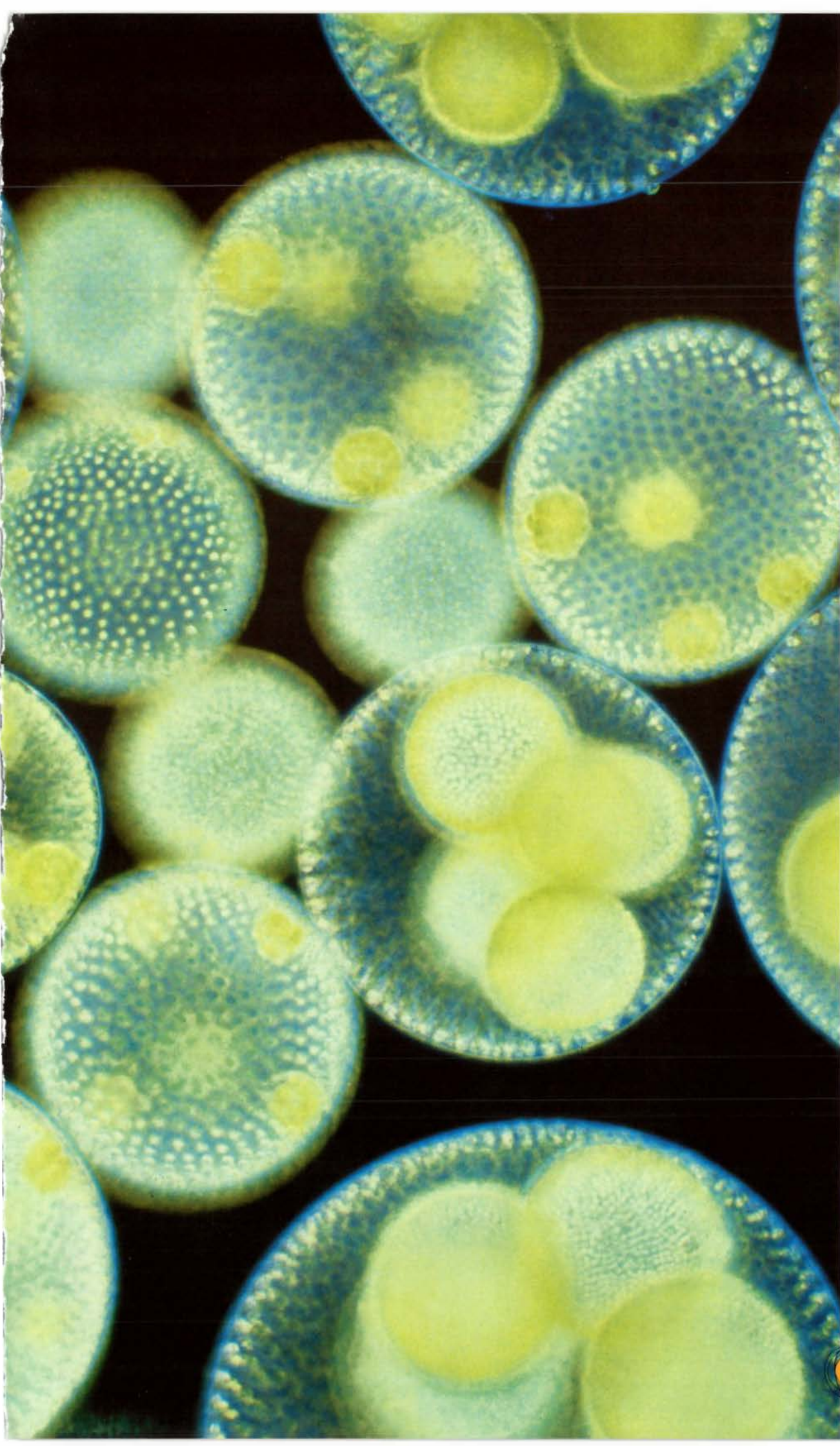
La ressemblance va plus loin, car en s'associant, la plupart de ces cellules ont renoncé à assurer leur propre descendance et délégué ce soin à quelques-unes seulement – 1% dans le cas de *Volvox carteri*.

Les colonies peuvent se reproduire de deux manières, asexuée et sexuée.

Dans le premier cas, certaines cellules donnent naissance par division à de petites colonies qui, installées au sein de la colonie mère, forment des masses bien visibles au microscope, attendant d'être libérées pour prendre leur autonomie.

La reproduction sexuée peut être réalisée, soit par des gamètes d'aspect semblable, soit, comme c'est le cas chez les *Volvox*, par des ovules et des spermatozoïdes bien distincts et elle peut ou non impliquer la séparation des sexes. Comme chez les Paramécies, elle est déclenchée par certaines conditions de milieu, un choc thermique par exemple chez *Volvox carteri*, où les sexes sont séparés.

La première colonie mâle qui – on ne sait comment – apparaît dans le milieu déclenche la production synchronisée de gamètes chez les autres, en libérant une petite protéine en



Les algues vertes de la famille des Volvocales se présentent sous la forme de colonies qui fonctionnent comme un seul organisme au sein duquel une spécialisation est déjà installée entre cellules somatiques et cellules reproductrices. Par simple division, ces dernières peuvent produire des colonies filles -comme on en voit ici à l'intérieur d'une colonie de l'espèce *Volvox aureus*-. Elles peuvent aussi se reproduire de façon sexuée, au départ de gamètes, avec ou sans séparation des sexes, préfigurant ainsi la séparation entre cellules somatiques et germinales qui caractérise les plantes et animaux supérieurs.





Chez le Tigre de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) comme chez la plupart des Félinés et chez d'autres Mammifères, l'accouplement déclenche l'ovulation. Parfois la seule présence d'un mâle suffit. Cela n'est pas sans évoquer les algues volvox, chez lesquelles la production d'ovules est déclenchée par la présence d'une colonie mâle au sein de la population.

quantités infimes mais suffisantes pour agir sur près d'un demi-million de colonies.

Ne voilà-t-il pas déjà qui annonce hormones, phéromones et autres signaux chimiques qui orchestrent la reproduction sexuée des animaux ?

La présence des colonies mâles est par ailleurs nécessaire pour déclencher la production des ovules par les colonies femelles, ce qui évoque le fait que, chez certains Mammifères – le Lapin ou l'Ours par exemple –, l'accouplement déclenche l'émission de l'ovule.

Chez *Volvox*, la cellule obtenue par fusion des gamètes – ou *zygote* – s'entoure d'une épaisse enveloppe et reste à l'intérieur de la colonie pour être libérée à la mort de celle-ci.

L'intérêt porté par les biologistes à ces algues (que d'aucuns considèrent d'ailleurs comme des animaux, malgré leur chlorophylle) repose sur l'espoir de comprendre par elles comment s'est effectuée et s'effectue encore la séparation des fonctions somatique et germinale et comment s'est réalisé le passage de la reproduction végétative à la reproduction sexuée.

Une autre question troublante également est celle du "pourquoi" d'un tel mécanisme de reproduction et de l'avantage que peut représenter l'existence de deux sexes.

Pourquoi le sexe ?

Confier à des cellules germinales la mission de reproduction n'implique pas nécessairement la séparation des sexes. Au contraire, on peut, comme certains, estimer que, pour une espèce, le coût de la reproduction sexuée dépasse excessivement celui de la reproduction asexuée, ne serait-ce que par la nécessité de produire les mâles. Le mâle doit en effet passer par la femelle pour contribuer à la reproduction de

l'espèce, alors que celle-ci pourrait, comme c'est d'ailleurs le cas chez certaines espèces, assurer seule le développement des œufs, par le mécanisme de la parthénogenèse.

A quoi il faut ajouter le coût biologique lié au comportement parfois très compliqué que la séparation des sexes nécessite pour assurer les retrouvailles entre gamètes.

Si bien que les biologistes en sont arrivés à se demander : "Pourquoi le sexe ?"

Après tout, la vie s'est déroulée sans elle pendant des millénaires et nombre d'espèces continuent à s'en passer. Pourquoi donc la reproduction sexuée est-elle apparue et a-t-elle réussi à se maintenir et à devenir même le mode de reproduction dominant dans la plupart des classes animales ?

Quel avantage présente un dispositif compliqué consistant à produire deux types de cellules au bagage génétique réduit de moitié, puis à mélanger les deux demi-bagages de deux d'entre elles, tout cela impliquant des structures et des comportements complexes et donc biologiquement coûteux ?

Où sont les dividendes d'un tel investissement ? Un élément de réponse est peut-être fourni par les Paramécies et les *Volvox*, chez lesquels l'expression de la sexualité est facultative et semble conditionnée par des conditions adverses du milieu. Cela suggère en effet que la reproduction sexuée pourrait être une réponse adaptative plus efficace que la reproduction végétative aux changements des conditions extérieures, au stress physique ou chimique, aux situations de crises écologiques.

Or, les organismes ne *s'adaptent pas*, ils sont ou non adaptés et de là dépend qu'ils traversent ou non les mailles du filtre de la sélection naturelle. D'où l'idée que la reproduction sexuée serait capable de mettre plus rapidement au



banc d'essai de l'évolution un nombre suffisant de formes nouvelles pour qu'au moins l'une ou l'autre traverse avec succès cette épreuve sans cesse renouvelée.

La Reine Rouge et le sexe

Une théorie veut que l'avantage sélectif offert par la reproduction sexuée repose précisément sur la grande vitesse de diversification que le brassage de gènes favorise au sein d'une espèce. On a appelé ce concept "théorie de la Reine Rouge", par référence à la Reine Rouge qui, dans *Alice au Pays des Merveilles*, déclarait que dans son monde agité il fallait courir sans cesse pour parvenir seulement à se maintenir sur place.

L'idée est que la diversité de formes engendrée grâce à la reproduction sexuée rend plus difficile l'adaptation des parasites ou des prédateurs à leurs hôtes ou à leurs proies spécifiques.

Parasites et hôtes, tout comme les prédateurs et les proies, se livrent en effet à une sorte de course, analogue à la "course aux armements"

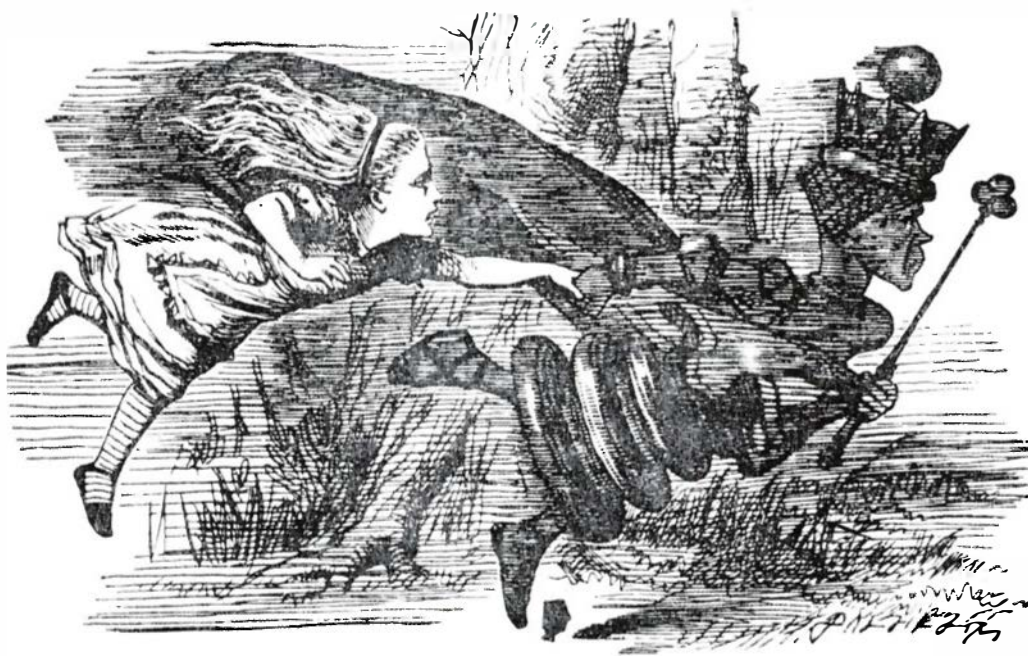
entre nations et telle que chaque progrès évolutif dans les défenses des uns est suivi d'un progrès dans les moyens de l'autre pour les circonvenir.

Cela se manifeste par l'apparition de formes de parasites ou de prédateurs ayant développé une résistance vis-à-vis des substances toxiques apparues précédemment chez leurs hôtes ou leurs proies. D'où le fait, par exemple, que la vitesse de course du Lion est proche de celle du Zèbre, une de ses proies favorites.

La théorie de la Reine Rouge implique notamment qu'une espèce qui se reproduit de façon asexuée devrait, toutes choses égales par ailleurs, offrir un terrain moins changeant et donc plus favorable à l'infestation par des parasites qu'une espèce voisine sexuée.

C'est effectivement ce qui semble se passer ainsi que le montrent par exemple des observations réalisées sur un Escargot d'eau douce qui, ainsi que l'indique son nom de *Potamopyrgus antipodarum*, vit aux antipodes.

Vivant dans les lacs de montagne de Nouvelle-Zélande, cette espèce est fréquemment parasi-



Ici, vois-tu, on est obligé de courir tant qu'on peut pour rester au même endroit". Ainsi s'exprime la Reine Rouge dans "De l'autre côté du miroir" de Lewis Carroll. C'est par référence à ce personnage [dessiné ici par John Tenniel] qu'on a baptisé "Théorie de la Reine Rouge" le concept qui veut que la reproduction sexuée donne aux espèces un avantage sélectif dans la course incessante qu'elles mènent face aux changements du milieu et à leurs prédateurs et parasites.



tée par un ver Trématode qui dévore ses glandes génitales et de ce fait rend stériles les sujets infestés.

Des chercheurs américains ont montré qu'une forme asexuée

de *Potamopyrgus* prédomine dans les eaux à faible densité en parasites, alors qu'en revanche, c'est la forme sexuée qu'on trouve majoritairement dans les eaux riches en parasites.

La même équipe a comparé deux espèces de Guppys qui cohabitent dans les flaques des bords du rio Fuerte, au Mexique, et montré que la forme sexuée, *Poeciliopsis monacha*,

est beaucoup moins infestée par les larves du ver Trématode *Uvex sp*, que la forme hybride, *Poecilia2monacha-lucida*, dont l'œuf se développe sans fécondation et dont les descendants sont donc identiques génétiquement.

Le sexe, outil d'évolution

Ces deux cas illustrent bien l'idée que la forme sexuée bénéficie d'un avantage sélectif par rapport à la forme asexuée dont les descendants, tous identiques génétiquement et plus longtemps, offrent un terrain plus favorable à l'adaptation des parasites.

En effet, même si ces derniers varient de semblable façon, ils ne peuvent choisir d'orienter

zoom zoom+

leur variation dans le sens où, par hasard, s'est engagée l'espèce parasitée. Leur variabilité propre mettra dès lors un certain temps à produire la forme qui, par chance, répond au changement survenu chez l'hôte. Dans cette course à la survie, les deux camps tiennent le rôle de la Reine Rouge, s'essouffant à essayer de conserver leur position dans un monde qui, littéralement, est en constante... mutation.

Par ailleurs, cette hypothèse de la Reine Rouge fournit, me semble-t-il, une manière d'interpréter l'évolution qui donnerait un rôle de premier plan à l'évolution des systèmes de reproduction. La reproduction sexuée apparaît en effet comme un incomparable moyen pour la vie de répondre, non seulement aux *changements* des propriétés du milieu, mais également à la diversité existante des milieux originels.

Il est dès lors logique de penser que c'est elle qui, en créant une énorme diversité de formes, aurait permis que se trouvent parmi elles des variétés compatibles avec des milieux nouveaux, différents de ceux, relativement stables, où la vie s'était développée et maintenue pendant des millions d'années de façon végétative. L'apparition des formes ancestrales des grands embranchements actuels s'est, on le sait aujourd'hui, faite de manière explosive, à l'aube du Cambrien, il y a quelque 600 millions d'années. Une hypothèse séduisante est que cette "explosion" aurait résulté de "l'invention" de la reproduction sexuée – effectivement au moins aussi ancienne – qui, en quelque sorte, aurait mis le feu aux poudres.

Cartes sur table

Effectivement, la reproduction sexuée, par le brassage des gènes parentaux lors de la formation des gamètes et leur regroupement en

mélanges originaux dans l'œuf fécondé, est un outil incomparable pour la création de la diversité nécessaire.

Pour comprendre de quoi il s'agit, il nous faut entrer dans quelques détails et présenter les acteurs principaux de ce ballet génétique. J'ai nommé les chromosomes, corpuscules en forme de bâtonnets présents dans le noyau et porteurs des gènes qui déterminent les caractères d'un individu.

Sauf quelques exceptions, chez tous les animaux pluricellulaires, le noyau des cellules somatiques des tissus et organes est *diploïde*. Cela signifie qu'il contient un nombre $2n$ de chromosomes, ainsi indiqué pour marquer le fait capital que lesdits chromosomes sont répartis en n paires différentes, dont le nombre total est caractéristique de l'espèce. D'où l'adjectif *diploïde* – du grec *diplos*, "double" – par référence au double jeu de n chromosomes.

La valeur n correspond donc au nombre de chromosomes constituant le "demi-bagage génétique" évoqué plus haut, c'est-à-dire au nombre *haploïde* – du grec *haplos*, "simple" – présent dans le gamète.

La valeur de $2n$ varie considérablement d'une espèce à l'autre. Égale à 2 chez *Parascaris*, un ver rond du groupe des Trématodes, et à 4 chez son cousin l'*Ascaris* du Cheval, *Ascaris megalcephala bivalens*, elle est de 24 chez les Salamandres et de 46 chez l'Homme, ces espèces possédant donc, respectivement, 1, 2, 12 et 23 paires de chromosomes.

Notons que ce nombre est sans rapport avec une quelconque supériorité évolutive : chez le Chimpanzé $2n$ est égal à 48 et chez un Bernard-l'Ermite du genre *Eupagurus*, il est égal à 254 !

La plus grande valeur $2n$ connue – qui est de 1660 – est la signature génétique d'un orga-

Il n'y a pas de rapport simple entre le niveau d'évolution et le nombre de chromosomes d'une espèce. Ainsi le Bernard l'Ermite, *Eupagurus bernardhu*, possède 254 chromosomes, contre 46 seulement chez l'Homme. En fait, l'évolution tend plutôt à regrouper les gènes qui participent aux mêmes fonctions et, en les fusionnant, à réduire le nombre de chromosomes.

Pour comprendre comment s'opère la répartition des chromosomes lorsque, lors de la formation des gamètes, les paires qu'ils forment sont dissociées, imaginons qu'il s'agit de paires de cartes "cœurs" et "piques" à partager équitablement entre deux joueurs.

Une manière de procéder serait de donner les cœurs à l'un, les piques à l'autre. Cela ouvrirait deux possibilités de jeux - l'un pique, l'autre cœur - cela, que l'on joue avec l'as seul ou avec les treize cartes de chaque couleur.

Une autre manière d'organiser le partage serait, au contraire, de battre les cartes avant de les distribuer, puis de veiller à ce que chacun reçoive bien un as, un roi, etc., mais sans se soucier de la couleur de la carte. Cela ouvre évidemment le champ à bien plus de combinaisons - de jeux- possibles: avec seulement l'as et le roi, cela en ferait déjà 4 au lieu de 2 (à savoir, en plus des deux mêmes jeux que ci-dessus, un jeu as de pique-roi de cœur et un jeu as de cœur-roi de pique). En ajoutant la dame, cela en ferait 8, et 16 en mettant en plus le valet en jeu... et ainsi de suite. En fait, le nombre de combinaisons est égal à 2^n - c'est-à-dire 2 multiplié n fois par lui-même - n étant le nombre de cartes... ou, dans la réalité qui nous occupe, le nombre haploïde de chromosomes.

Or, dans cette réalité, c'est de la deuxième manière que les chromosomes sont distribués. Si bien que toutes les possibilités sont effectivement réalisées dans les gamètes, par le fait que l'opération "séparation des paires et distribution au hasard" des chromosomes se répète dans un nombre très élevé de lignées de cellules germinales.

Pour *Parascaris*, nanti seulement de deux cartes... c'est-à-dire d'une unique paire de chromosomes (soit $n=1$), deux types de gamètes seulement peuvent être produits par chacun des parents. Déjà, dans le cas usuel où ceux-ci sont génétiquement différents, il en résulte que 4 combinaisons diploïdes différentes peuvent naître de leur croisement.

Pour une espèce chez qui $n=2$, les gamètes seront de 4 types et, lors de la fécondation, deux animaux seront donc susceptibles d'engendrer 16 combinaisons différentes.

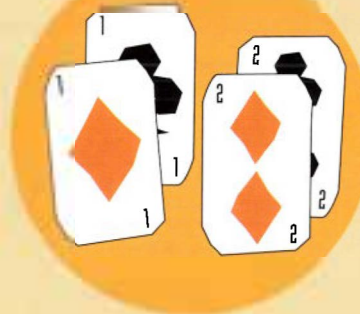
Pour $n=3$, on aura 8 types de gamètes et donc 64 combinaisons dans l'œuf fécondé pour un couple donné, et pour $n=4$, 16 types de gamètes et 256 combinaisons, et ainsi de suite...

Je vous laisse le soin de calculer ce qu'il en est pour l'*Eupagurus*, avec son extraordinaire jeu de 2×127 chromosomes ! Disons seulement pour vous aider que, pour les types de gamètes, c'est 2127 qu'il faut afficher sur votre calculette et 2127×2127 pour leurs combinaisons !

Pour *Homo sapiens* et ses 2×23 chromosomes, cela fait, pour un individu donné, plus de 8 millions de types de gamètes, capables de former, lors de la fécondation, l'une quelconque parmi les quelque 70 mille milliards de leurs combinaisons théoriquement possibles.



ovules

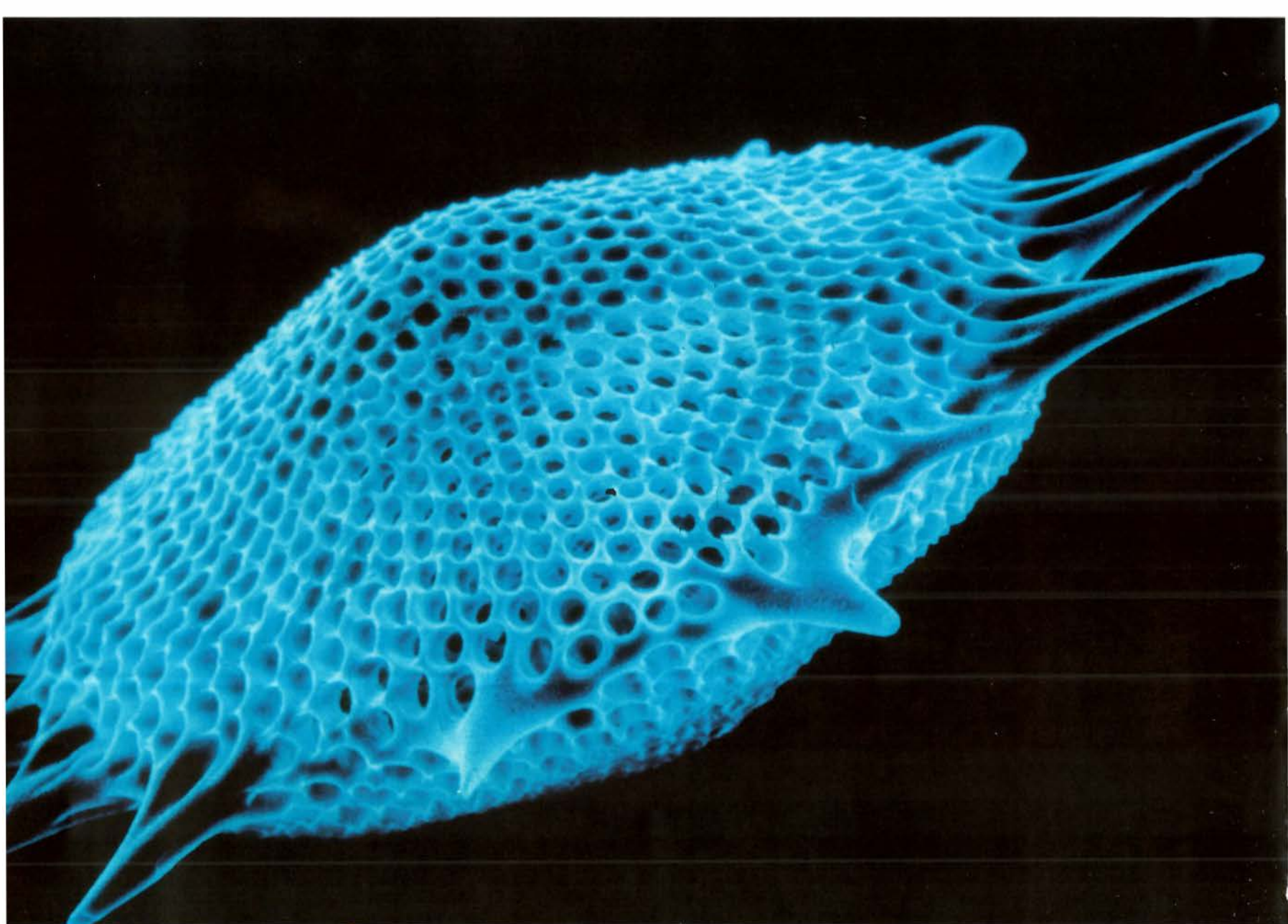


spermatozoïdes



descendance





🔍 Cette jolie sculpture est en réalité le squelette - vu au microscope électronique - d'un Protozoaire marin de la sous-classe des Radiolaires.

Le genre *Rulacantha*, qui appartient à ce groupe, détient le record du nombre diploïde avec un bagage de 1660 chromosomes.

nisme marin, un Radiolaire, très joli au demeurant, mais guère complexe puisqu'il s'agit d'un unicellulaire.

Mais revenons aux cellules somatiques et à leurs $2n$ chromosomes.

Lorsqu'elles se préparent à se diviser – ce que nombre d'entre elles font sans cesse pour compenser l'usure des tissus –, la première chose que font ces cellules est de dédoubler chaque paire de chromosomes pour que chaque cellule fille résultant de la division puisse recevoir le trousseau diploïde caractéristique de l'espèce.

Les premières divisions des cellules mères des gamètes – les cellules *germinales*, regroupées au sein des glandes sexuelles, ovaires ou testicules – se passent de la même manière.

Cependant, une des dernières divisions qui précèdent leur formation complète s'effectue sans dédoublement préalable des chromosomes. Grâce à quoi, l'ovule ou le spermatozoïde finalement produit ne contiendra que n chromosomes et sera donc haploïde, comme il convient à son état.

Faites vos jeux !

Tout l'intérêt de la chose provient du fait qu'au moment de la fécondation, lorsque les paires sont reconstituées, l'œuf fécondé récupère le nombre $2n$ de chromosomes – c'est-à-dire la diploïdie caractéristique de l'espèce –, mais dans un mélange original.

C'est qu'il faut savoir que, tout semblables qu'ils soient, les chromosomes qui forment chacun de ces n couples ne sont généralement pas absolument identiques l'un à l'autre. Les gènes qu'ils portent sont certes homologues – *allèles* – deux à deux, et ils contrôlent bien le ou les mêmes caractères de l'espèce. Mais ils diffèrent le plus souvent l'un de l'autre par le résultat de cette action, l'un d'eux, ou les deux, étant une forme mutante du gène originel – appelé l'*allèle sauvage*.

Or, lors de la préparation des gamètes, la distribution des chromosomes des différentes paires s'opère suivant toutes les combinaisons possibles.

Mais ce n'est pas tout : à la diversité née du mélange des chromosomes s'en ajoute une autre, liée au fait que, lors de la division qui, dans les cellules souches des gamètes, sépare les couples de chromosomes paternels et maternels, ceux-ci ne se quittent pas sans emporter un souvenir de leur vie commune. Bien au contraire : aux points de contacts entre eux s'opère un échange de matériel génétique, si bien que certains chromosomes deviennent un mélange mixte de gènes maternels et paternels – un peu comme si, dans les cartes de notre exemple, un tour de passe-passe faisait apparaître des cartes panachées, partie cœur, partie pique. D'où le fait que – hormis les jumeaux vrais – il n'y a pas sur terre deux êtres humains génétiquement identiques.

Tout cela explique pourquoi la reproduction sexuée est infiniment plus efficace à produire de la diversité que la reproduction asexuée, même s'il est plus que probable que toutes les possibilités qu'elle offre ne sont pas viables. Et cette explication se vérifie également par le fait que les croisements se réalisent entre individus non immédiatement apparentés. La situation inverse – "l'inbreeding" ou croisement consanguin – s'accompagne souvent d'anomalies du développement, comme on a pu l'observer notamment dans une population raréfiée de Guépards.

L'autoreproduction fidèle d'individus isolés qui caractérise la reproduction asexuée – dont la parthénogenèse est un cas particulier, sorte de retour en arrière vers la reproduction végétative mais à partir de l'ovule – ne peut guère compter que sur le hasard des mutations pour introduire quelque fantaisie dans le programme. La reproduction sexuée, au contraire, brasse et mélange sans cesse les changements qui naissent et existent au sein d'une population.

Battant les cartes et les redistribuant, elle change continuellement la donne du grand jeu de l'évolution.

Parmi les descendants ainsi produits, la sélection naturelle peut alors effectuer le tri et trouver, à l'occasion, l'une ou l'autre combinaison qui s'avère la "main" gagnante. D'où la réussite et le maintien de ce processus complexe, malgré les coûts biologiques qu'il entraîne.

Le mélange des patrimoines génétiques est une source de diversité bénéfique aux espèces, notamment en contrebalançant, voire en supprimant, l'impact négatif de certaines mutations. La réduction de certaines populations animales augmente le taux de croisements consanguins et fait perdre en partie ce bénéfice. Comme on a pu l'observer par exemple chez des Guépards, *Acinonyx jubatus*, de l'Est africain, cela peut entraîner l'apparition d'anomalies génétiques parfois graves. ↷





La "différence" en question

Un animal sexué se présente un peu comme une construction vivante dont la fonction essentielle serait d'héberger les glandes et cellules productrices de gamètes et d'organiser la rencontre d'un certain nombre de ces derniers avec leur complémentaire.

Sans prendre les choses aussi littéralement, on pourrait dire que l'animal n'est qu'un moyen, pour le bagage génétique, de produire un bagage aussi semblable que possible.

Le bénéfice principal de la reproduction sexuée réside dans le mélange de patrimoines génétiques constamment brassés et, par là, renouvelés, ce qui implique nécessairement l'échange de gamètes entre deux partenaires. Lorsque l'accouplement de deux individus est devenu nécessaire, la spécialisation de deux types de cellules sexuelles est susceptible de mener à une sorte de conflit d'intérêt entre elles, et, de là, entre leurs porteurs. Cela nous ramène au concept de "gène égoïste", lequel veut que chaque bagage génétique ait été sélectionné sur son efficacité à engendrer un organisme dont le but essentiel, voire unique, serait de le reproduire aussi fidèlement que possible, but qu'il poursuivrait aussi aveuglément qu'une fusée à tête chercheuse poursuit le sien... quitte à en périr.

A première vue, le meilleur moyen d'éviter tout conflit serait que les deux partenaires aient des intérêts exactement identiques et que, disposant des mêmes cartes, chacun doive faire dès lors un calcul semblable à celui de son complémentaire.

Dans cette logique, la séparation des sexes n'apparaît pas comme la solution la plus évidente car elle oblige les protagonistes à trouver une solution de meilleur compromis.

C'est pourquoi, sans doute, l'évolution n'a pas commencé par là.

Le sexe femelle semble absent chez le Cyprinodon marbré, *Rivulus marmoratus*, un poisson des côtes atlantiques des deux Amériques et des Caraïbes. Seuls des mâles et des hermaphrodites -en proportions qui dépendent de la température- existent chez cette espèce, seul Vertébré capable d'autofécondation connu actuellement. 🐟

Des animaux mercurovénusites ?

Le sexe étant défini par le gamète, sera donc mâle l'individu qui possède les glandes productrices des spermatozoïdes (les testicules) et femelle celui dont les glandes génitales – les ovaires – produisent des ovules.

Or – même chez les Vertébrés –, il existe des animaux qui développent des glandes fonctionnelles des deux types, mixtes ou séparées, et qui, dès lors, peuvent être des deux sexes : ce sont les animaux "hermaphrodites".

Ce nom savant est forgé tout simplement par la fusion de deux noms : celui du dieu grec Hermès et celui de la déesse Aphrodite, auxquels les Romains avaient, selon leur habitude, trouvé des équivalents dans leur propre mythologie, l'un étant Mercure, l'autre Vénus, déesse de l'amour.

Les animaux en question auraient donc aussi bien pu être qualifiés de "mercurovénusites"... et il est heureux pour l'oreille que le grec l'ait emporté lors de leur baptême.

Comme les planètes Mercure et Vénus sont représentées, respectivement, par les signes ♂ et ♀, l'usage est de désigner par les mêmes signes le sexe mâle et le sexe femelle et de noter le caractère hermaphrodite par la combinaison des deux.

Plusieurs types d'hermaphrodisme s'observent dans la nature.

Chez certaines espèces, tous les individus adultes sont naturellement à la fois mâles et femelles. Tel est le cas de toutes les espèces de certains groupes animaux, parmi lesquels diverses classes de Vers, les Sangsues ainsi que de nombreux Gastéropodes.

Il peut alors y avoir autofécondation, chaque individu bisexué produisant en même temps les deux types de gamètes et fécondant lui-même ses ovules.

Un poisson des eaux saumâtres portant le joli nom créole de Toumblouc, le Cyprinodon marbré, *Rivulus marmoratus*, est le seul Poisson – et d'ailleurs le seul Vertébré – connu présentant ce type d'hermaphrodisme vrai, avec autofécondation.





Bien que moins efficace que la reproduction sexuée à cet égard, cette forme de reproduction permet malgré tout de créer plus de diversité de formes que la reproduction végétative ou parthénogénétique. Cela tient au fait que les ovules et, plus encore sans doute, les spermatozoïdes, sont produits par plusieurs divisions des cellules germinales. Cela implique de nombreuses répliques du bagage génétique, d'où un risque élevé de mutations, provoquées notamment par des erreurs dans la copie des gènes.

En règle générale, les animaux hermaphrodites réalisent cependant un échange de gamètes mâles, en se fécondant mutuellement. C'est ce qu'on appelle la "fécondation croisée".

Au même titre que la séparation des sexes, l'hermaphrodisme peut alors nécessiter l'existence d'organes de copulation, c'est-à-dire d'organes permettant d'introduire les spermatozoïdes dans le corps du partenaire.

Tel est le cas des Balanes et Anatifes, ces organismes qui vivent accrochés à d'autres animaux – mollusques, gros poissons et même baleines – ou sur la partie immergée de la coque des bateaux et dans lesquels seul l'aspect de la larve, typique de ce groupe animal, permet de reconnaître des Crustacés.

Comme ils ne peuvent se mouvoir, le problème du contact a été résolu par l'allongement d'un appendice qui sert à transférer les spermatozoïdes à un animal voisin, toujours bon

Comme la plupart des animaux hermaphrodites,

☞ les Balanes,

Balanus crenatus, et

☞ les Anatifes, Lepas

anatifa, effectuent une fécondation croisée.

Chez ces Crustacés fixés,

l'allongement d'un des appendices permet d'aller déposer les spermatozoïdes à l'intérieur de la carapace

en forme de coque

de l'animal voisin,

lequel rendra le même service au donneur.



Les Grandes Limaces, *Limax maximus*, possèdent une glande sexuelle qui produit les deux types de gamètes mais réalisent cependant une fécondation croisée au cours de laquelle les pénis des deux partenaires s'enroulent en une spirale double.

partenaire puisque tous les membres de la colonie sont hermaphrodites.

Appartiennent à cette catégorie d'hermaphrodites de nombreux Mollusques, tels l'Escargot, *Helix pomatia*, et la Grande Limace, *Limax maximus*, chez qui une glande sexuelle unique produit les deux types de gamètes.

La difficulté pour de tels "hermaphrodites simultanés" est de renseigner leur partenaire sur leur intention honnête d'effectuer un échange de spermatozoïdes et sur leur propre état de réceptivité.

Chez les Escargots du genre *Helix*, l'accouplement commence par une parade, au cours de laquelle l'un des deux perce le corps de l'autre à l'aide d'un dard calcaire.

Selon certains auteurs, cette action servirait de caractère d'identité, le dard présentant des barbillons différents selon l'espèce. D'autres pensent qu'il sert à déclencher la réceptivité et la ponte. Au terme de la parade les deux partenaires se mettent en tête-bêche, pour se féconder mutuellement, l'orifice génital se trouvant sur le côté de la tête, derrière le tentacule oculaire, la "corne" de l'escargot.

Tout cela est bien compliqué, et l'on comprend que la sélection ait préféré des solutions impliquant une plus grande spécialisation des rôles. "Spécialisation" semble en effet le mot clef qui définit l'axe évolutif suivi depuis que des organismes unicellulaires ont "inventé" la diploïdie et depuis "l'invention" de la conjugaison et d'un noyau spécialisé dans l'échange de matériel génétique entre unicellulaires.

La spécialisation des rôles de receveur ou d'accepteur dans un tel échange devait conduire à l'apparition de cellules sexuées, d'aspect identique d'abord, puis morphologiquement distinctes. Chez les animaux pluricellulaires, une première étape consista en l'apparition de glan-

des spécialisées dans la production des gamètes, d'abord une glande pour les deux sortes de gamètes, puis, dans la même logique évolutive, une pour chaque sorte. Le passage à deux formes d'individus, porteurs chacun d'un seul type de glande, paraît la suite logique.

On admet généralement qu'à l'origine l'auto-fécondation était la règle et que l'hermaphroditisme avec fécondation croisée correspond à un stade plus évolué.

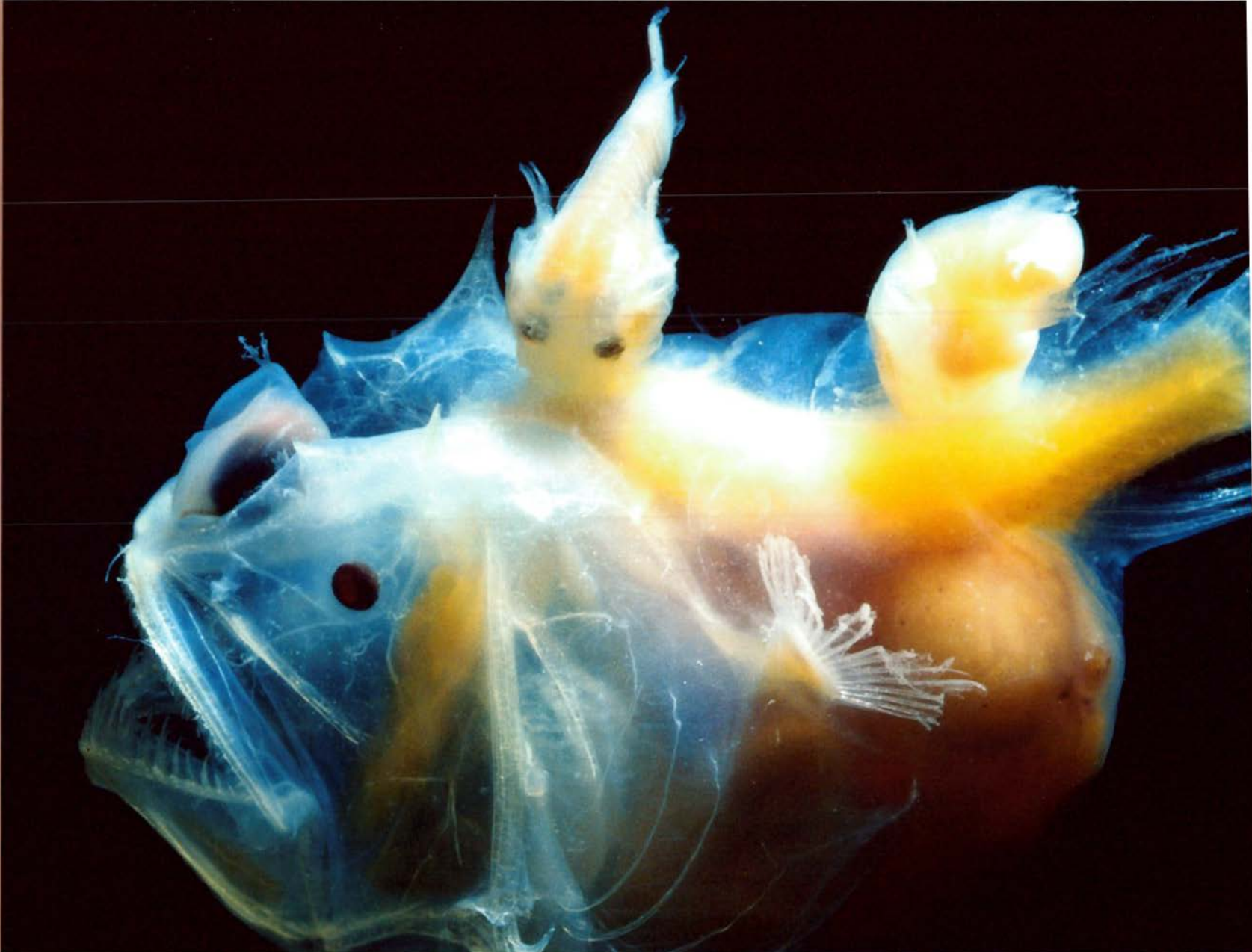
Valse hésitation

Les étapes suivantes sont dès lors toutes tracées et il ne restait qu'à suivre la même tendance évolutive pour passer de l'hermaphroditisme avec fécondation croisée à la séparation des sexes, d'abord temporelle – les deux sexes étant successivement exprimés chez le même individu – puis, comme c'est le cas de la majorité des animaux, totale, les deux sexes étant portés par des formes distinctes de l'espèce considérée.

Une trace de cette évolution se marque par le fait qu'à la naissance, chaque individu porte généralement l'ébauche des deux types d'organes sexuels, des facteurs – génétiques ou non – déterminant en finale laquelle se développera et laquelle régressera.

Vu sous cet angle, ce que l'on appelle "hermaphroditisme successif" pourrait aussi bien être considéré comme un cas particulier de reproduction avec séparation des sexes, chaque individu n'étant que l'un des deux à la fois, selon un ordre qui varie d'une espèce à l'autre. L'exemple classique en est un Gastéropode marin, la Crépidule, *Crepidula fornicata*, qui vit sur les rochers à la limite des marées.

D'abord de sexe mâle, les individus s'empilent les uns sur les autres en une masse assez informe, dont la base est formée essentiellement de



sujets âgés, anciens mâles ayant acquis le sexe femelle. Le sommet est formé uniquement de mâles. Entre les deux on trouve des sujets dont l'examen révèle qu'ils sont en train de se transformer en femelles.

Cela pose la question de la manière dont se détermine l'orientation vers l'un ou l'autre sexe et, notamment, dans quelle mesure celle-ci est contrôlée par le bagage génétique.

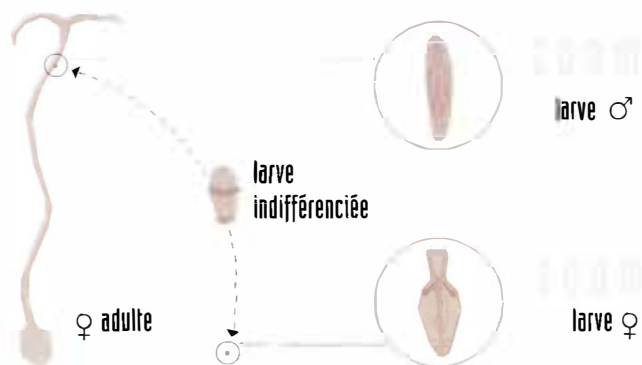
Il semble que, chez la Crépide, les femelles, qui constituent la base de l'empilement, inhibent chez les autres individus, plus jeunes, la transformation en femelle qui sinon se ferait spontanément.

Si les gènes interviennent dans tout cela – ce qui est plus que certain –, ils ne jouissent

donc apparemment pas d'une toute-puissance. La Bonellie, *Bonellia viridis*, illustre un mode de "différenciation sexuelle variable" plus étonnant encore. Chez cette espèce de ver marin de la Méditerranée, l'œuf fécondé produit une petite larve nageuse qui a devant elle deux carrières possibles. Elle peut soit évoluer en ce mâle de quelques millimètres dont nous avons parlé, soit, au contraire, devenir une gigantesque femelle, longue de 80 cm.

Tout dépend de l'endroit où elle ira se fixer : si c'est sur le substrat inerte du fond marin, c'est femelle qu'elle deviendra, mais si elle se loge sur la trompe d'une Bonellie femelle, elle sera mâle. Le programme femelle apparaît donc ici comme le "programme par défaut", celui vers

Une forme de spécialisation extrême des fonctions sexuelles est représentée par ce poisson abyssal, parent des Baudroies, *Edryolichnus schmidti*, dont le mâle vit en parasite externe de la femelle, ce parasitisme étant nécessaire à la fertilité des deux partenaires.



lequel la larve s'orientera en l'absence d'instructions contraires, en l'occurrence des hormones masculinisantes produites par la trompe du ver femelle.

De sexe indéterminé

Chez les Vertébrés, au départ en tout cas, les choses ne sont pas fondamentalement différentes. Nous avons dit qu'au début de son existence, l'embryon possède encore les ébauches des deux types d'organes de la reproduction et ce n'est qu'au cours du développement que sa sexualité s'oriente dans l'une ou l'autre direction.

Plusieurs facteurs interviennent dans cette orientation, essentiellement des facteurs hormonaux.

C'est ce qu'illustre le cas des free-martins, qui n'est pas sans évoquer celui des Bonellies.

Il s'agit de veaux ou de chevreaux qui, génétiquement femelles, développent certains caractères masculins et restent stériles sous l'effet des hormones libérées par un faux jumeau de sexe mâle avec lequel ils partagent l'utérus maternel. C'est ce que l'on appelle "l'effet de position" du fœtus.

Ce phénomène n'est d'ailleurs pas isolé, même si l'influence "parasite" des hormones mâles n'a pas toujours des effets aussi catastrophiques.

C'est ainsi que des Souris femelles formées au départ d'embryons qui, dans l'utérus, se trouvaient implantés entre deux fœtus mâles, présentent des caractères extérieurs mâles et montrent un comportement plus agressif qu'il n'est de coutume chez leur sexe. Par ailleurs, elles se reproduisent moins efficacement et sont moins attirantes pour les mâles que les femelles qui, au stade embryonnaire, n'avaient aucun mâle comme voisin immédiat dans l'utérus.

Des observations similaires ont été faites chez des Rats, ainsi que chez des Gerbilles et cela effectivement chaque fois en rapport avec la présence d'un titre anormalement élevé d'hormones mâles dans les tissus d'embryons, sinon génétiquement femelles.

Notons que l'acquisition par les Hyènes femelles de caractéristiques physiques – taille, poids, aspect des organes génitaux externes –, qui les font ressembler davantage à des mâles alors qu'elles possèdent des organes sexuels internes parfaitement normaux et conformes à leur sexe génétique, relève d'un tout autre mécanisme.

Dans ce cas, cela résulte du fait que les femelles gravides produisent des quantités élevées de composés stéroïdiens qui, dans le placenta, se transforment en hormones mâles, mais sans modifier en rien le sexe génétique.

Mâle ou femelle... une question de degrés

Chez les Reptiles, les embryons sont génétiquement capables d'évoluer aussi bien dans le sens mâle que dans le sens femelle et ce sont des facteurs de l'environnement qui fixent l'orientation du sexe.

Chez certains, c'est la température d'incubation de l'œuf pendant une phase critique du développement qui décidera de l'orientation de l'embryon vers le sexe mâle ou femelle.

Ce phénomène a été découvert il y a une trentaine d'années chez la Tortue d'eau douce, par le Français Claude Pieau, et chez le Lézard arcanien par Madeline Charlier de l'université de Dakar.

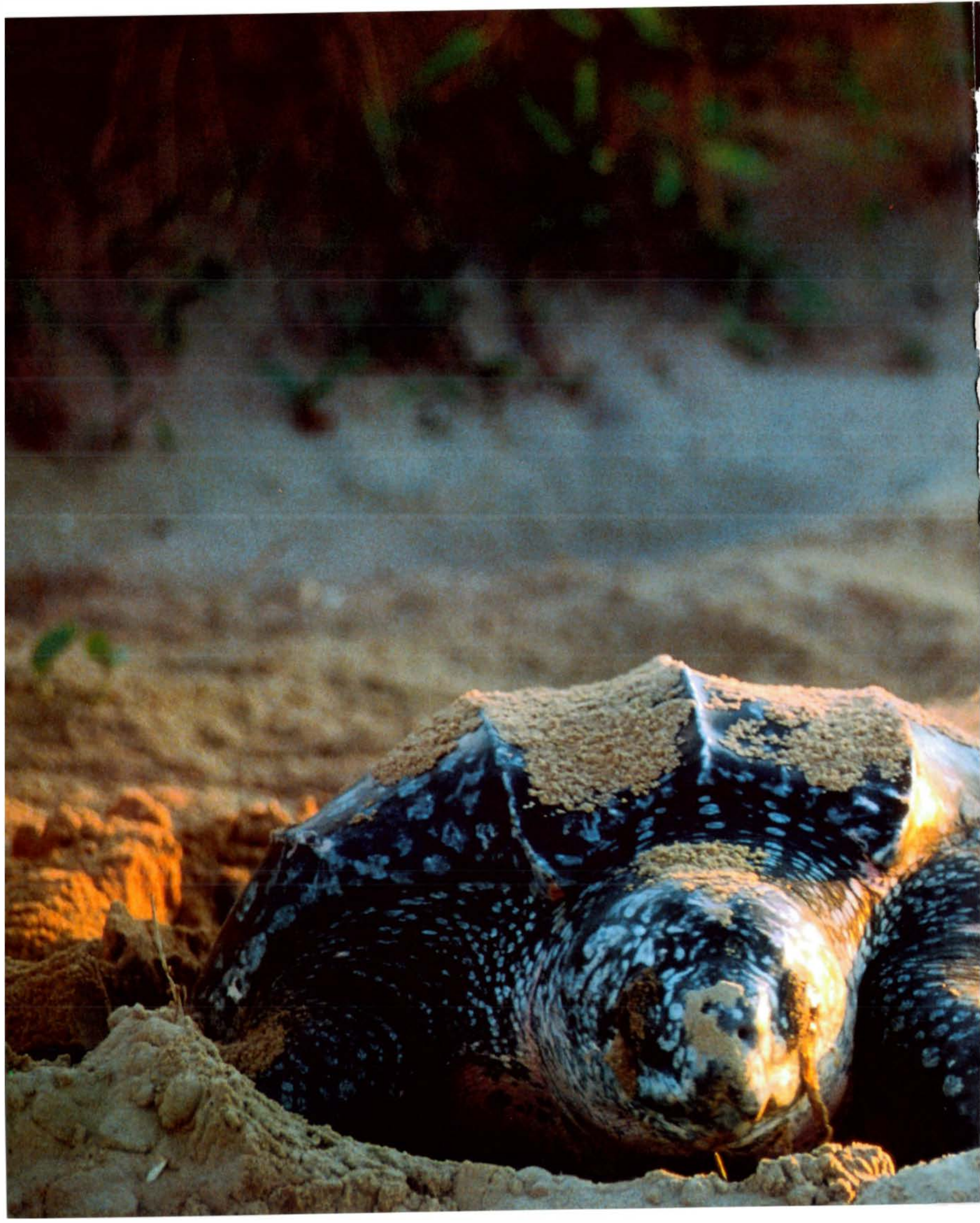
On sait maintenant qu'il s'étend à d'autres espèces de Tortues, à diverses espèces de Lézards

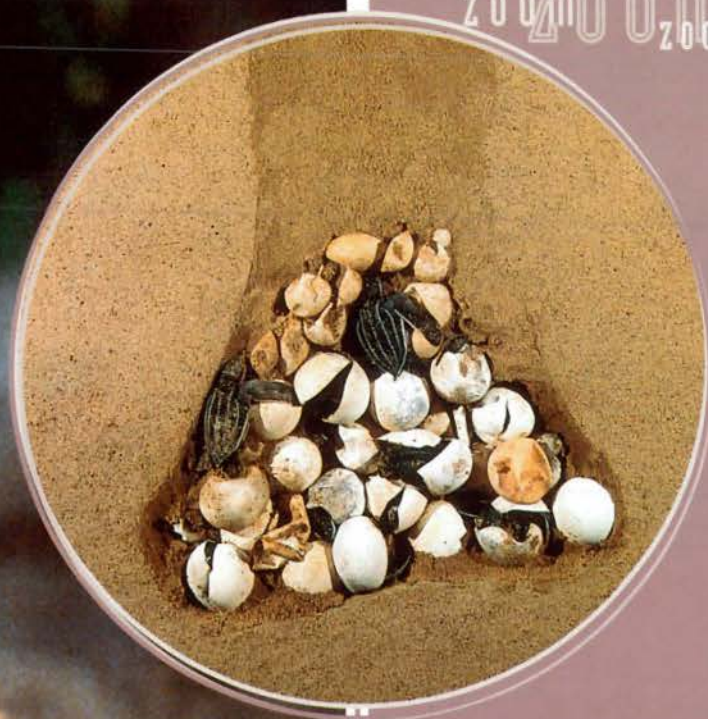


La base de cet empilement d'escargots marins de l'espèce *Crepidula fornicata*, est constituée d'individus de grande taille, tous femelles.

Les mâles, plus petits, occupent le sommet. Leur transformation en femelles dépendra de conditions telles que température ou concentration en iode mais est retardée par des hormones masculinisantes émises par les femelles.

Le mâle de la Bonellie, *Bonellia viridis*, atteint une taille de 3 mm à peine et vit en parasite, d'abord dans l'intestin, puis dans l'utérus de la femelle, laquelle peut mesurer jusque 80 cm. Selon que la larve nageuse se fixera sur la trompe d'une femelle ou sur un substrat inerte du fond, elle évoluera, respectivement, en mâle ou en femelle.





Comme chez nombre de Reptiles, le sexe de la Tortue luth, *Dermochelys coriacea*, est déterminé par la température qui règne autour de l'œuf. On tire parti de cette particularité dans les élevages d'espèces menacées pour produire sur commande les individus femelles nécessaires pour assurer le repeuplement d'une zone de conservation.



↳ *Eublepharis macularius*, communément appelé "Gecko léopard", est un parent proche des geckos mais ne possède pas de lamelles adhésives aux pattes. Chez ce saurien d'Asie, les œufs incubés à des températures élevées ou basses produiront des femelles, tandis que des températures intermédiaires induisent le développement de mâles.

et à tous les Alligators, Crocodiles et Crocodiliens en général.

Dans le cas de la Tortue Luth, *Dermochelys coriacea*, les œufs donneront des mâles si la température dépasse 29,75 °C et des femelles si elle reste sous les 28,75 °C centigrades. Dans les conditions naturelles, en Guyane, à l'endroit où la femelle enfouit les œufs, la température oscille entre 29 °C et 30 °C. Résultat : il naît 10 % de mâles, 20 % de femelles et 70 % d'animaux aux glandes sexuelles de forme intermédiaire, sans doute susceptibles de s'orienter plus précisément en fonction d'autres conditions de l'environnement.

Chez la Tortue verte, *Chelonia mydas*, c'est au contraire sous 28 °C que des mâles seront pro-

duits, et au-dessus de 29,5 °C des femelles, peut-être plus frileuses chez cette espèce.

Une fois établi, le sexe ne change plus, sans doute parce qu'une fois formées, les glandes sexuelles maintiennent le programme dans la direction fixée.

C'est ce qui explique que l'on peut encore, en agissant à temps, modifier le cours des choses telles que fixées par la température.

Par exemple, si l'on soumet des œufs de Geckos léopards, *Eublepharis macularius*, à une température supérieure à 32,5 °C, ils produiront normalement des femelles.

Cependant, si on leur injecte ensuite des œstrogènes, cela réorientera leur développement vers le sexe femelle.

Comme la plume au vent

Sur la base de ce que nous venons de voir, la notion de “sexe” devient de plus en plus complexe, et de ce fait, plus subtile.

Pour arriver à l'adulte sexuellement mature et doté du comportement reproducteur adéquat, tout un chemin reste à faire. C'est ce qui fait toute la différence entre sexe et sexualité.

L'Américain David Crews, expert mondial en la matière, résume cela en disant : “Le sexe est un concept divisible en composants génétiques, glandulaires (il parle ici des gonades, les glandes productrices des gamètes et des hormones sexuelles), morphologiques, physiologiques et comportementales”.

La sexualité d'un animal exprime la manière dont tous ces éléments sont intégrés et harmonieusement développés. En fonction du contexte et de l'état physiologique, mais aussi en fonction de l'histoire passée de l'individu, elle sera donc plus ou moins fixée, plus ou moins modulable et plus ou moins efficace.

On observe d'ailleurs souvent une plus grande variabilité de formes entre individus d'un même sexe, qu'entre individus présentant le type moyen de l'un et l'autre sexes.

C'est ce qui rend parfois peu utiles certaines indications qu'on trouve dans les guides, disant par exemple que le mâle est plus grand ou plus coloré que la femelle.

Il semble que diverses espèces jouent avec toutes les possibilités ainsi offertes. Cela est connu depuis longtemps pour les poissons hermaphrodites et comme nous le verrons, le sexe femelle n'est pas le seul à varier ainsi “comme la plume au vent”.

On sait depuis longtemps que chez plusieurs espèces de diverses classes animales – particu-

lièrement celle des Poissons –, les individus changent systématiquement de sexe avec l'âge. C'est ainsi, notamment, que des Poissons de la famille des Serranidés – comme le Mérou camouflage *Epinephelus polyphkadion* et *Epinephelus fulvus*, que l'on appelle Tanche grise en Guadeloupe – ou de la famille des Labridés, comme le Labre nettoyeur commun, *Labroides dimidiatus*, commencent leur vie comme femelles et la poursuivent en tant que mâles. Notons que cela fait bénéficier l'individu des avantages associés à la stratégie de chacun des sexes.

Chez les hermaphrodites vrais, les deux sexes sont fonctionnels en même temps et, comme chez le Petit Nègre, *Hypoplectrus unicolor*, un poisson de la famille des Serranidés, que les Anglais appellent “butter hamlet” – une glande peut produire des spermatozoïdes aussi bien que des ovules. Mais chaque individu s'accouple avec un autre et joue alternativement le rôle de mâle et de femelle. Cela indique bien qu'au niveau du cerveau, le comportement sexuel lui-même n'est pas entièrement dicté par le sexe génétique.

Le Mérou camouflage –ou Roche marbrée-, *Epinephelus polyphkadion*, des récifs coralliens de l'Indo-Pacifique et de la mer Rouge est un hermaphrodite protogone, ce qui signifie simplement qu'il est d'abord femelle avant de devenir mâle. ♀♂





Parmi les Labridés on peut rencontrer des espèces comme le Labre jaune, *Halichoeres chrysus* où les deux sexes sont représentés et d'autres où existe l'hermaphrodisme successif. Ainsi, indiscutablement mâle comme l'indique sa tête bleue, cette Girelle bleue, *Thalassoma bifasciatum*, a pourtant commencé son existence comme femelle au sein du harem dirigé par le mâle, aujourd'hui mort, dont elle a pris la succession.

Où cela se complique, c'est lorsqu'on constate que l'inverse existe également, un individu pouvant changer de sexe sous l'influence de facteurs sociaux.

Les Girelles bleues, *Thalassoma bifasciatum*, – appelées Doctor fishes aux Barbades – autres habitants du récif corallien, naissent femelles. Cependant, après avoir vécu sous la direction d'un mâle – reconnaissable à sa tête bleue –, l'une d'elles peut, en 3 à 4 semaines, devenir mâle lorsque le seigneur de la petite colonie disparaît.

Même scénario chez le Labre nettoyeur commun dont le mâle se constitue un harem de plusieurs femelles : s'il meurt, sa succession est aussitôt assurée par une femelle qui, en un peu plus d'un jour, aura changé de sexe.

Mais si cela semble donner raison à l'antienne, la femelle n'est pas seule à varier "comme la plume au vent".

Chez les Poissons-clowns, tel le Poisson-clown des Maldives, *Amphiprion nigripes*, il n'y a pas de harem et les couples vivent dispersés, chacun dans son Anémone de mer favorite.

Mais des juvéniles – c'est-à-dire des individus encore sexuellement indifférenciés – gravitent autour de chaque couple, attendant leur heure. Que survienne la mort de la femelle locale et aussitôt son mâle se changera en femelle, transformant en ovaires des testicules jusqu'alors parfaitement fonctionnels. Dans le même temps pratiquement, l'un des juvéniles acquiert le sexe mâle. Si bien que par cet étrange jeu de chaise musicale, un couple tout neuf est rapidement constitué.

Plus compliqué encore est le cas du *Xiphophorus montezumae*, espèce de Porte-épée – ainsi que le dit en grec le nom scientifique du genre – qui vit au Mexique, comme l'indique son nom d'espèce.

Connu des aquariophiles sous le nom de Porte-épée tacheté, ce poisson d'eau douce forme dans la nature des communautés de mâles dont la taille varie selon leur position dans la hiérarchie, les plus gros occupant logiquement le sommet de celle-ci.

Or, il se fait que les femelles sont nettement plus grosses que les mâles et qu'elles peuvent changer de sexe. Et elles ne se privent pas de cette opportunité que leur offre leur nature, non sans avoir d'abord produit une descendance à partir de leurs œufs. En devenant mâle, une femelle profite de l'avantage que lui confère sa grande taille, si bien qu'elle se hisse automatiquement à la position de dominant et obtient ainsi priorité sur les autres mâles pour s'accoupler aux "Xiphos" femelles.

"Assaut contre le mâle"

On entrevoit la possibilité que des interférences – internes ou externes – puissent encore influencer un destin sexuel qui paraissait pourtant tout tracé. Et c'est bien ce qui s'observe,



🐠 Chez le Poisson-clown des Maldives, *Amphiprion nigripes*, le mâle qui perd sa femelle change de sexe, tandis qu'un juvénile encore indifférencié qui gravitait par là devient mâle pour reformer un couple avec lui... devenu elle!

Le sexe : une équation à deux inconnues

Un aspect particulier du déterminisme du sexe, apparu avec l'évolution chez les Invertébrés et chez les Vertébrés, est l'existence de chromosomes sexuels par lesquels les deux sexes se distinguent et qui sont spécialisés dans la formation et le fonctionnement des organes sexuels.

On les désigne du nom d'hétérochromosomes, par opposition à ceux qui gèrent les fonctions physiologiques de la vie courante, telles que la nutrition, la respiration, l'activité motrice ou nerveuse, etc., et que l'on appelle autosomes.

Leur existence correspond donc à un degré de plus dans la spécialisation vers laquelle semble tendre l'évolution de la fonction sexuelle.

Le cas typique est celui de deux grands chromosomes - baptisés "X" - chez la femelle et d'un seul chez le mâle, lequel, à la place de l'X manquant, possède un chromosome plus petit. Ce dernier a

été baptisé "Y", bien que, pas davantage que l'autre il ne prenne la forme de la lettre correspondante, apparaissant plutôt comme un X rabougri, ce qu'il est d'ailleurs.

Il se présente chez des animaux aussi divers que la Drosophile, le Gorille, le Chimpanzé et l'Homme, dont la formule chromosomique femelle est par conséquent XX et la formule mâle XY.

Chez les Oiseaux et certaines espèces d'Insectes, les Papillons notamment, c'est le sexe femelle qui possède un chromosome particulier. On désigne alors par W ce chromosome femelle et par Z son partenaire. La formule chromosomique sera donc ZW pour la femelle et ZZ pour le mâle.

Pratiquement absents chez les Amphibiens et les Poissons, les chromosomes sexuels aisément identifiables ne s'observent parmi les Reptiles que chez quelques espèces seulement, la situation pouvant dans ce cas être du type XY ou du type ZW.



Dans les autres cas, cela n'exclut évidemment pas que, dispersés dans le génome, des gènes règlent la différenciation sexuelle mais leur regroupement sur certains chromosomes représente un degré supérieur d'organisation.

Insistons toutefois encore sur le fait que la formule chromosomique n'est pas une formule magique toute-puissante et que le déterminisme du sexe par cette voie est sujet à d'autres influences, même lorsque, comme c'est le cas chez les Mammifères, le bagage chromosomique joue un rôle dominant.

C'est en agissant sur plusieurs gènes, dispersés dans les autres chromosomes, qu'un gène, présent sur Y et baptisé SRY, détermine la formation chez le mâle d'Homo sapiens, la formation des testicules, c'est-à-dire des glandes sexuelles mâles.

On pense que ce gène est apparu il y a plus de 300 millions d'années, sur l'un des chromosomes X chez les ancêtres reptiliens des Mammifères.



Cette légère différence aurait suffi avec le temps - mais quel temps ! - pour conduire à isoler et à différencier de plus en plus l'un de l'autre les deux X. Ainsi serait né le chromosome Y, spécialisé dans la programmation de l'embryon en mâle. C'est-à-dire en un individu pourvu des glandes sexuelles - les testicules.

Or, one fois formés, ceux-ci produiront à leur tour les hormones mâles, lesquelles, si tout se passe bien, induiront le développement des organes sexuels mâles. Ils produiront en même temps une autre hormone qui empêchera au contraire la formation des organes femelles, l'autre option qui, au départ, s'offrait à l'embryon.

ainsi que le montrent les exemples "d'effets de position" du fœtus que nous avons mentionnés plus haut.

C'est aussi ce qui explique les bizarres anomalies dans la différenciation des organes sexuels de diverses espèces d'animaux sauvages que l'on observe depuis quelques années et auquel fait allusion le titre de ce paragraphe, repris d'un ouvrage célèbre de Teo Colborn.

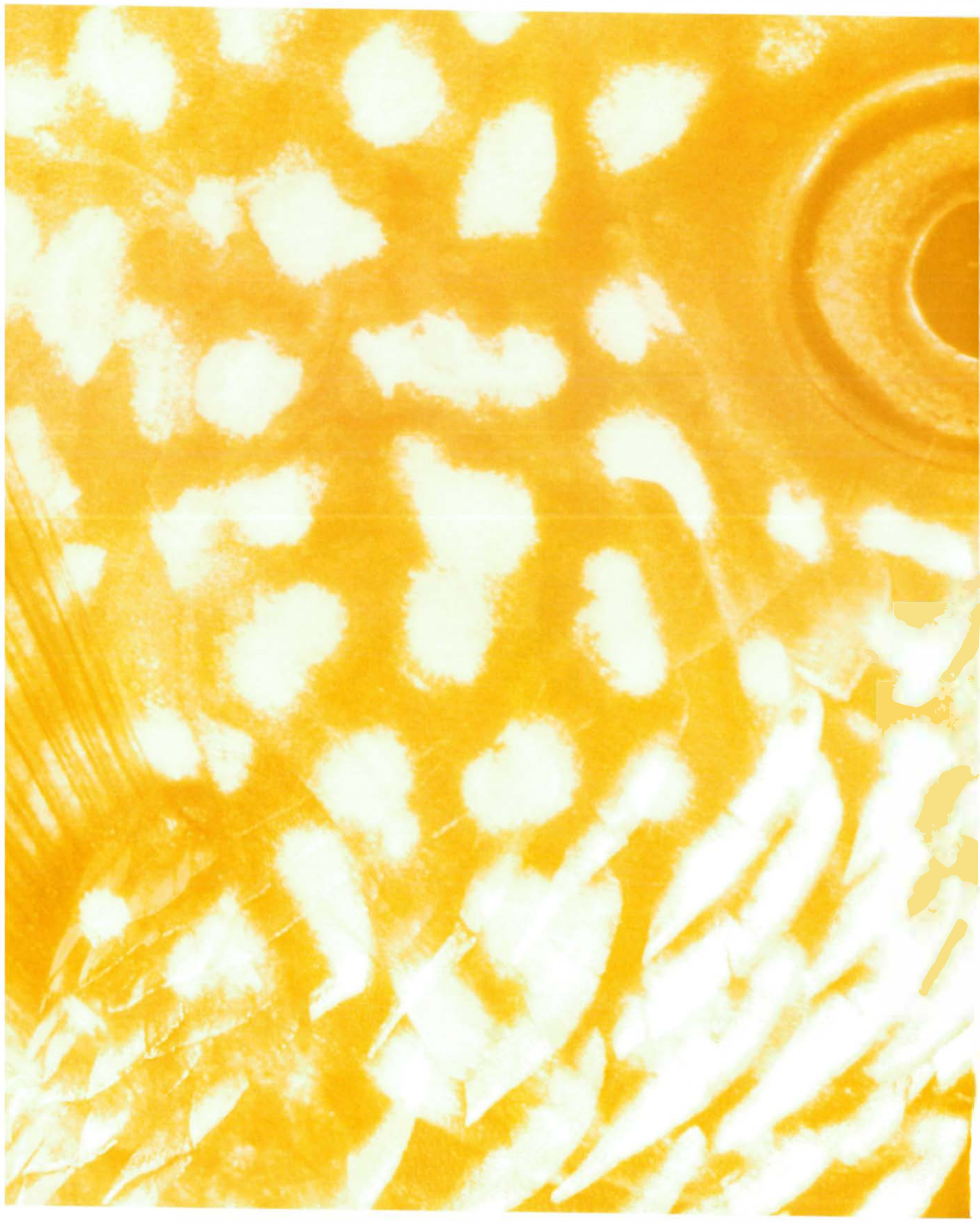
Ces anomalies ont pu être mises en relation avec la présence, dans l'environnement, de quantités importantes de substances chimiques produites par les activités humaines. Parmi elles se trouvent des substances diverses, groupées sous l'étiquette commune de "perturbateurs (ou "disrupteurs") endocriniens", car elles détruisent le bel équilibre que les hormones sexuelles sont censées maintenir.

Plusieurs de ces substances polluantes - herbicides, pesticides, dérivés de matières plastiques - possèdent en effet des propriétés analogues à celles des œstrogènes, l'une des hormones femelles sécrétées par les ovaires.

On se retrouverait donc dans des conditions analogues à celle des œufs de Gecko féminisés expérimentalement par un traitement aux œstrogènes ou des free martins, exposés dans l'utérus aux hormones d'un faux jumeau.

Cela suffirait sans doute pour expliquer la féminisation des mâles observée par exemple chez les Alligators, *Alligator mississippiensis*, du lac Apopka en Floride ou chez des Poissons des Grands Lacs canadiens, suite à la pollution des eaux par divers pesticides.

Les chromosomes d'une cellule humaine (un lymphocyte) en division que l'on a fait éclater sur une lame de microscopie ont été colorés pour faire apparaître des bandes caractéristiques puis photographiés (p. 53). À l'aide d'un ordinateur, l'image ainsi obtenue est traitée de manière à reconstituer les 23 paires de chromosomes selon leur forme, leur longueur et l'aspect des bandes colorées. On obtient ainsi la "carte chromosomique" - ou cariotype - du donneur. Cela permet de vérifier s'il s'agit - comme ici - d'un sujet normal, du moins quant au nombre et à l'intégrité de ses chromosomes - et, selon que l'on observe deux chromosomes X ou un X et un Y, s'il est de sexe génétique féminin ou masculin.



Sex-appeal

La séparation des activités liées au simple maintien en vie et à la croissance de l'animal de celles qui assurent la survie de l'espèce se marque généralement par l'existence d'un délai entre la naissance et le moment où l'animal devient capable de se reproduire. On dit alors qu'il a atteint la "maturité sexuelle".

Celle-ci comporte des aspects physiologiques mais aussi des aspects comportementaux. La capacité pour un animal de manifester spontanément l'ensemble des comportements qui aboutiront à mettre en contact les deux types de gamètes de l'espèce fait en effet partie de la définition complète de la maturité sexuelle.

Le bon déroulement de ce programme reproducteur implique une mise en phase des individus concernés, mais aussi la prise en compte des conditions du milieu, déterminantes pour les chances de survie de la progéniture.

Une des façons de réaliser cette mise en phase tient précisément aux changements des conditions ambiantes associés à la "saison des amours". Un ajustement plus fin est réalisé par le fait que l'un des deux – le mâle généralement – s'offre la dépense d'une parure spéciale et d'un comportement qui la met en valeur.

Ce serait un bon argument pour la théorie de la Reine Rouge si l'on pouvait montrer en outre qu'il signale en même temps des qualités qui permettent à l'espèce d'opérer une forme de sélection analogue à celle que réalise un éleveur lorsqu'il effectue la sélection artificielle d'un caractère choisi par lui.

Ce coup de pouce donné à la chance constituerait dès lors un avantage dans la course qui, selon cette théorie, est menée par toute espèce contre les parasites et les prédateurs dont elle est la proie.

Nous verrons effectivement que tel est bien le cas et que, au jeu de la Reine Rouge, on emploie des cartes biseautées ou – au sens propre – *marquées*.

Des chercheurs allemands ont montré que le rythme saisonnier des cycles reproducteurs des Fauvettes à tête noire, *Sylvia atricapilla*, varie selon la partie du monde où elles vivent et est, en partie au moins, sous le contrôle des gènes. ☞

Tiens, voilà le printemps !

Il est plus qu'évident que le déclenchement du comportement de reproduction est régi par les hormones sexuelles, mais cela n'explique pas comment celles-ci sont, elles-mêmes, mises en jeu à certains moments et pas à d'autres.

Dans les régions tempérées, l'approche et l'installation du printemps, avec le changement d'ensoleillement qui les accompagne, se marquent par une augmentation nette, non seulement de la température, mais aussi de l'éclairage. Il est logique de penser que les animaux qui entament à ce moment tout le processus de la reproduction tirent parti de l'une ou l'autre de ces informations.

On constate que la lumière a effectivement pour effet de stimuler l'activité sexuelle de diverses espèces d'Oiseaux et de Mammifères. Une expérience faite sur des Canards colvert a d'ailleurs montré que le simple fait d'éclairer artificiellement le sommet de leur crâne accélérerait leur développement sexuel, ainsi qu'en témoignait le développement de leurs glandes sexuelles et les modifications de leur comportement vis-à-vis des femelles.

D'où la conclusion que les yeux ne sont pas les seuls instruments permettant aux oiseaux de percevoir les écarts de luminosité. De fait, leur peau et leur squelette très fenêtré laissent passer suffisamment de lumière pour exciter une glande – l'hypophyse – et la stimuler à sécréter les hormones *gonadotropes* qui, à leur tour, stimulent l'activité des glandes sexuelles.

Celles-ci produisent alors des gamètes, mais aussi les hormones sexuelles qui, à ce stade de préparation globale, induiront le comportement reproducteur propre à l'espèce.

“Et voilà pourquoi l'oiseau mâle n'est pas muet”, aurait pu dire Molière.

Mais, pour que la rencontre entre deux animaux de sexes opposés aboutisse à la production d'une descendance ayant quelque chance de se reproduire à son tour, il faut que le développement de celle-ci, avant et après la naissance, se réalise dans les meilleures conditions possible.

Un ajustement grossier s'est généralement établi au cours de l'évolution entre les rythmes internes – l'horloge biologique –, qui, chez une espèce donnée, décident du moment où elle entamera le processus de la reproduction, et le rythme des saisons.

Dans certains cas au moins, on a pu démontrer que cet ajustement s'est inscrit dans leurs gènes.

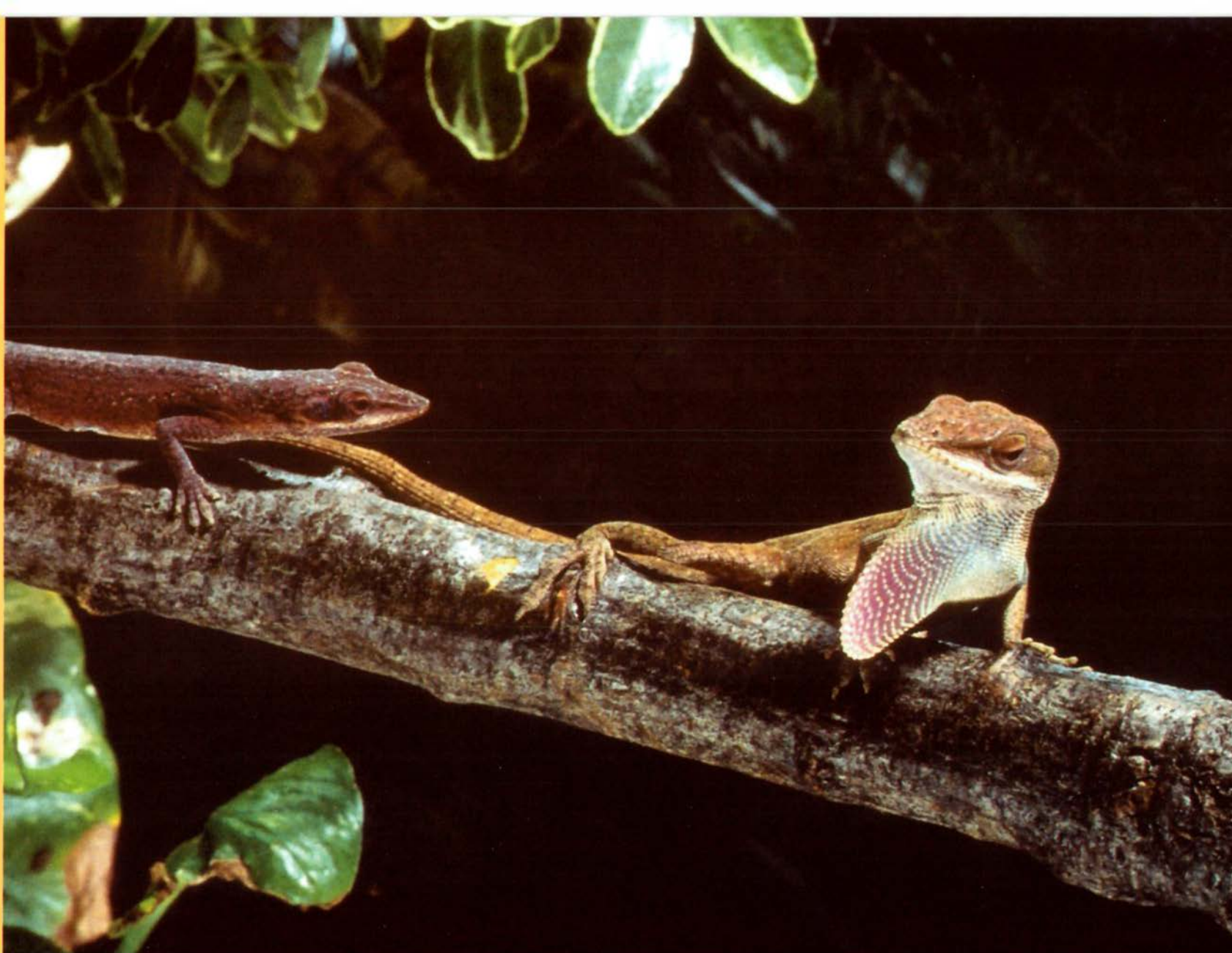
C'est ce qu'indique la différence entre les cycles reproducteurs de deux populations de Fauvettes à tête noire, *Sylvia atricapilla*, l'une vivant en Europe, l'autre dans les îles du Cap-Vert, au large de l'Afrique tropicale.

Les mâles des premières – comme d'ailleurs ceux des espèces de l'Afrique du Nord et de l'Asie – ne manifestent le développement des glandes sexuelles, préparatoire à la reproduction, qu'une fois au cours de l'année, en moyenne en juin, alors que les espèces tropicales ont deux cycles annuels, l'un culminant en avril, l'autre en octobre.

Deux chercheurs du Max-Planck Institute de Radolfzelle, en Allemagne, ont apporté des arguments qui plaident en faveur d'une composante génétique dans le contrôle de ces cycles.

Ils ont montré en effet que les cycles restent inchangés lorsque les oiseaux sont déplacés dans la région opposée à la leur ou lorsqu'ils sont soumis artificiellement à des changements





d'éclairage - ou photopériode - propres à cette région qui leur est étrangère.

Plus démonstratif encore est le fait que les hybrides que nos chercheurs ont obtenus en croisant des fauveltes du Cap-Vert et des fauveltes d'Allemagne présentaient trois cycles annuels : un petit cycle se glissant, en juin, entre les deux pics normaux des oiseaux africains.

Une telle "mémoire" de l'espèce n'exclut cependant pas l'utilité d'un réglage plus fin, basé sur une information immédiatement perceptible, qui permet de corriger le tir en cas d'erreur d'ajustement lorsque la saison est en avance ou en retard.

L'information complémentaire pourrait être, par exemple, la température, l'humidité ou encore

la disponibilité de nourriture. Elle pourrait aussi consister en messages sociaux, qui éviteraient un déclenchement du programme amoureux trop mécaniquement contrôlé par de simples facteurs locaux et orchestreraient harmonieusement les choses.

Chez les lézards, par exemple, c'est la température qui, stimulant l'hypophyse, déclenche la production de l'hormone gonadotrope, unique chez eux. Il a été montré que chez l'Anole vert, *Anolis carolinensis*, un Léopard d'Amérique du Nord (où il est vendu sous le faux nom de "caméléon"), la température déclenche d'abord la fonction des glandes sexuelles chez le mâle. C'est son comportement, modifié par ses hormones mâles, qui, en retour, provoque le

Le mâle de l'Anole vert, *Anolis carolinensis*, porte sous la gorge un repli de peau colorée qu'il brandit en hochant la tête, selon un rythme propre à chaque individu. Ce signal est utilisé tant pour marquer le territoire que pour appeler la femelle.



zo 07n0 0,00m+



Quel est le signal magique auquel répondent les quelque 120 millions de Crabes rouges, *Gecarcoidea natalis*, de l'île Christmas au sud de Java, quand, à la saison des pluies d'octobre-novembre, mâles en tête au début, ils quittent l'intérieur des terres et la forêt pluviale où ils vivent à l'âge adulte. Ils traversent alors forêts, rails, routes et jardins pour aller se reproduire au bord de la mer, puis, au terme d'un périple de 6 semaines -pour ceux qui survivent-, ils regagnent leur pénates. Plus tard, après un passage de 25 jours en mer à l'état larvaire, la nouvelle génération de Crabes rouges jeunes, fera le chemin inverse.

La vivacité des couleurs de frai dépend naturellement de l'état physiologique du sujet et on a même montré chez des Cichlidés qu'elle diminue chez un individu mâle sorti vaincu d'une confrontation avec un autre mâle. 𐄂

même effet chez la femelle. Celle-ci voit alors ses ovaires se développer, produire les hormones femelles, ce qui stimule son activité sexuelle et, par retour, augmente la stimulation de celle du mâle.

Tout un éventail d'éléments du milieu et de facteurs physiologiques interagissent donc pour orienter le comportement dans la direction conforme aux "intérêts" des gènes, de l'individu et, au bout du compte, de l'espèce.

Juger sur la mine

Chez la plupart des espèces, l'acquisition progressive de la maturité sexuelle se marque par des changements dans l'apparence, grâce auxquels les autres membres de l'espèce peuvent découvrir, d'un simple coup d'œil – fût-il à facettes – à quel sexe appartient l'animal qui les arbore.

De tels caractères sont appelés caractères sexuels "secondaires", bien que, sans eux, les gamètes n'auraient que peu de chances de ne jamais être mis en présence.

Même quand la différence entre les sexes – le *dimorphisme* sexuel – est nette dès l'âge adulte et permet entre autres de distinguer ceux-ci des juvéniles, des modifications s'y ajoutent fréquemment au moment de la reproduction. Ces modifications constituent déjà en elles-mêmes des signaux d'appel et le simple fait de les exhiber peut être interprété comme une forme rudimentaire de parade.

Le fait que la parure ainsi acquise puisse être supprimée sous l'effet de facteurs comportementaux montre qu'elle n'est pas fixée inexorablement, ni par les gènes, ni par les seules hormones.

Ainsi, on a pu observer chez plusieurs espèces de Poissons de la famille des Cichlidés qu'un mâle pouvait, presque instantanément, perdre ses couleurs de frai, du simple fait d'avoir perdu un combat de frontière avec un autre mâle !

Cette métamorphose a pour résultat de le faire passer aussitôt pour une femelle aux yeux de son rival et de pousser celui-ci à semer son frai en pure perte et à transformer ainsi sa victoire en défaite.

Non content de "porter haut" ses couleurs, le mâle fait généralement tout ce qu'il peut pour les mettre en valeur lorsque les circonstances l'imposent. C'est qu'il s'agit souvent, à la fois d'attirer les femelles et d'éloigner les autres mâles.

Chez de nombreuses espèces de lézards, tant dans la famille des Iguanes et des Agames que dans celle des Lacertidés, les mâles non contents de porter des ornements colorés en jouent avec ostentation, comme s'ils étaient parfaitement conscients de leur parure et de sa signification. Cela se marque dans la manière dont ils choisissent l'endroit où la lumière ambiante et le contexte les font apparaître au maximum de leur avantage.





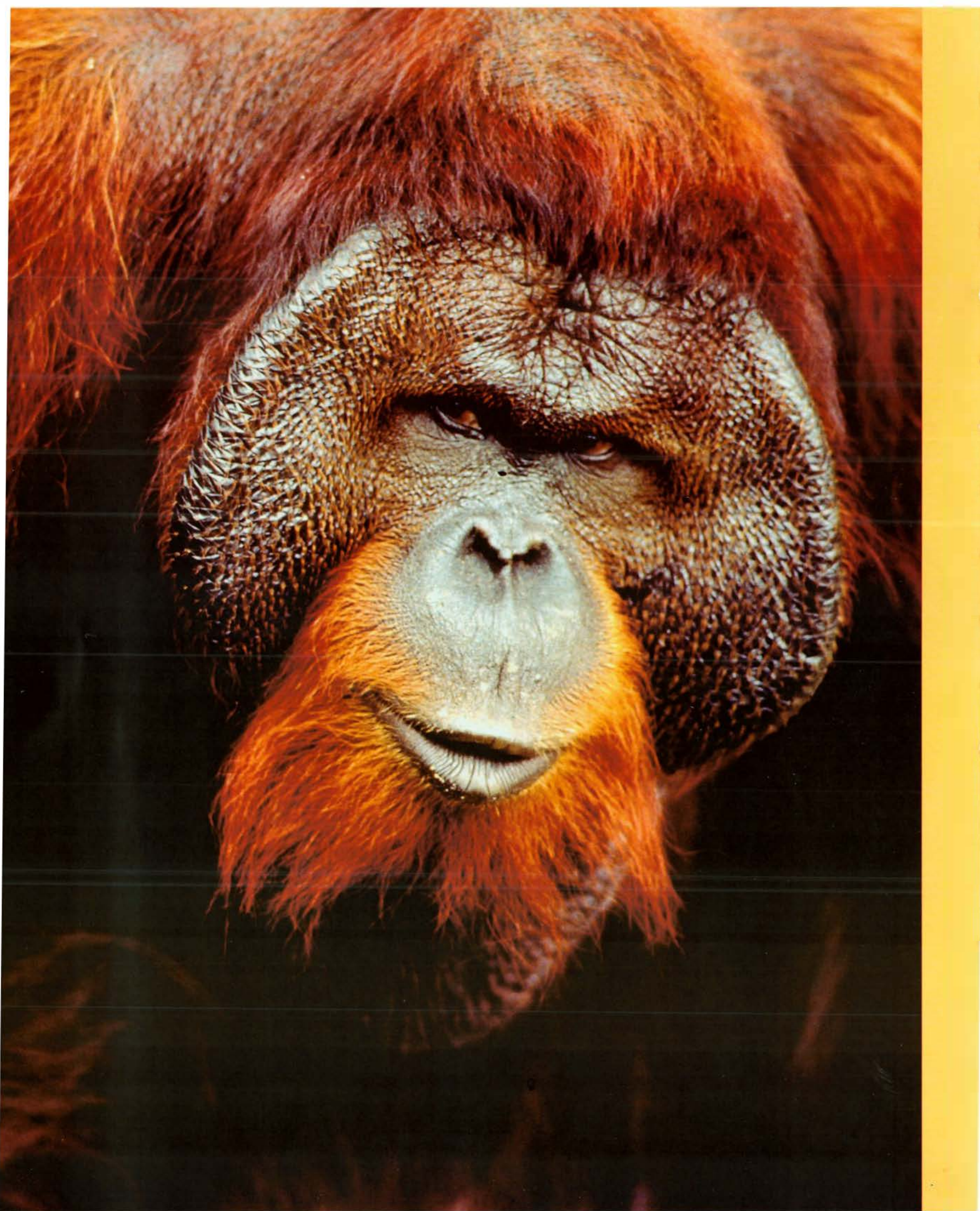
Le développement des excroissances et les couleurs qui caractérisent le mâle de nombreux oiseaux dépendent de facteurs hormonaux. L'exemple du Dindon sauvage, *Meleagris gallopavo*, (chez qui ces excroissances rougissent pendant la parade) montre que cela ne mène pas nécessairement à lui conférer une beauté plus grande... du moins pour des yeux humains. Ils permettent en tout cas aisément de distinguer les sexes.





Le Lémur macaco, *Eulemur macaco macaco*, des forêts de Madagascar et des Comores, présente un très grand dimorphisme sexuel, le pelage de la femelle étant d'un brun-roux clair, le mâle d'un noir intense.







Ces photos d'un mâle d'Orang-outan, *Pongo pygmaeus*, et d'une femelle avec son petit, illustrent bien le fait qu'en plus de sa plus grande stature, le mâle dominant se reconnaît à la présence des excroissances graisseuses en demi-lune qui entourent sa face. Curieusement, il suffit que le mâle dominant disparaisse pour qu'un mâle "inférieur" le remplace et acquière rapidement ces signes extérieurs de dominance.

Mais s'exhiber ainsi comporte quelque risque. Aussi certains animaux intègrent-ils l'élément sécurité dans leur parade, par exemple en utilisant l'éclairage ambiant pour être plus ou moins visibles selon les circonstances.

Le Français Marc Théry et l'Américain John Endler ont fait à cet égard une observation surprenante qui semble bien démontrer que certains oiseaux de la forêt tropicale de Guyane française sont parfaitement à même de concilier les deux nécessités.

Ils ont en effet observé que le mâle Coq de roche, *Rupicola rupicola*, choisit avec soin l'endroit et le moment pour exécuter sa parade. L'endroit : une branche dégagée et plus ou moins dénudée, au besoin effeuillée par ses soins. L'heure : choisie de manière à ce que les taches de lumière créées par les rayons du soleil qui traversent le feuillage éclairent au maximum les plumes jaune vif de ses flancs, mais que la plus grande partie orange du reste de son plumage reste dans l'ombre. L'impression qui en résulte – et les mesures avec des instruments de physique le confirment – est celle d'un contraste de luminosité maximum entre les différentes parties du corps de l'oiseau ainsi qu'avec le fond sur lequel il se détache d'autant mieux.

Mais lorsque la parade a atteint son but, l'accouplement aura lieu à l'ombre, là où les contrastes sont faibles et les deux partenaires visibles au minimum, là aussi où le mâle est en



sécurité en dehors du moment de la parade. Nos deux chercheurs ont observé une stratégie semblable, adaptée à leurs couleurs propres, chez deux espèces de Manakins de la région, le Manakin à gorge blanche et le Manakin à front blanc. Ce dernier, dont la parure joue avec le noir, le turquoise et l'orange, préfère, pour parader, l'ombre qui fait mieux ressortir le turquoise de sa croupe.

C'est là une sorte de réponse de la nature à ce que l'on pourrait appeler "le problème du Paon mâle", qui est celui des risques liés à une parure sexuelle trop évidente.

Je persiste d'ailleurs à penser qu'on s'apercevra un jour que celui-ci a également été convenablement traité par la nature pour d'autres que les Manakins, et pour le Paon lui-même.

Le monde de l'annonce amoureuse est par ailleurs probablement plus riche que les yeux humains ne permettent d'en juger, vu le champ limité des longueurs d'onde auxquelles ils sont sensibles. Peut-être les prédateurs usuels sont-ils, eux aussi, aveugles à ces signaux, ce qui serait alors un moyen d'être vu de qui l'on veut, sans être repéré par l'ennemi.

La femelle de l'Agame d'Australie, *Ctenophorus ornatus*, par exemple, possède sur la gorge une zone qui apparaît plus contrastée que chez le mâle, du moins dans la gamme des rayons UV de longueur d'onde 300 à 400 nm, invisibles à l'homme, mais détectables par un appareillage approprié – un spectroradiomètre – et sans doute par l'œil d'un autre lézard, comme cela a été établi pour les Iguanidés.

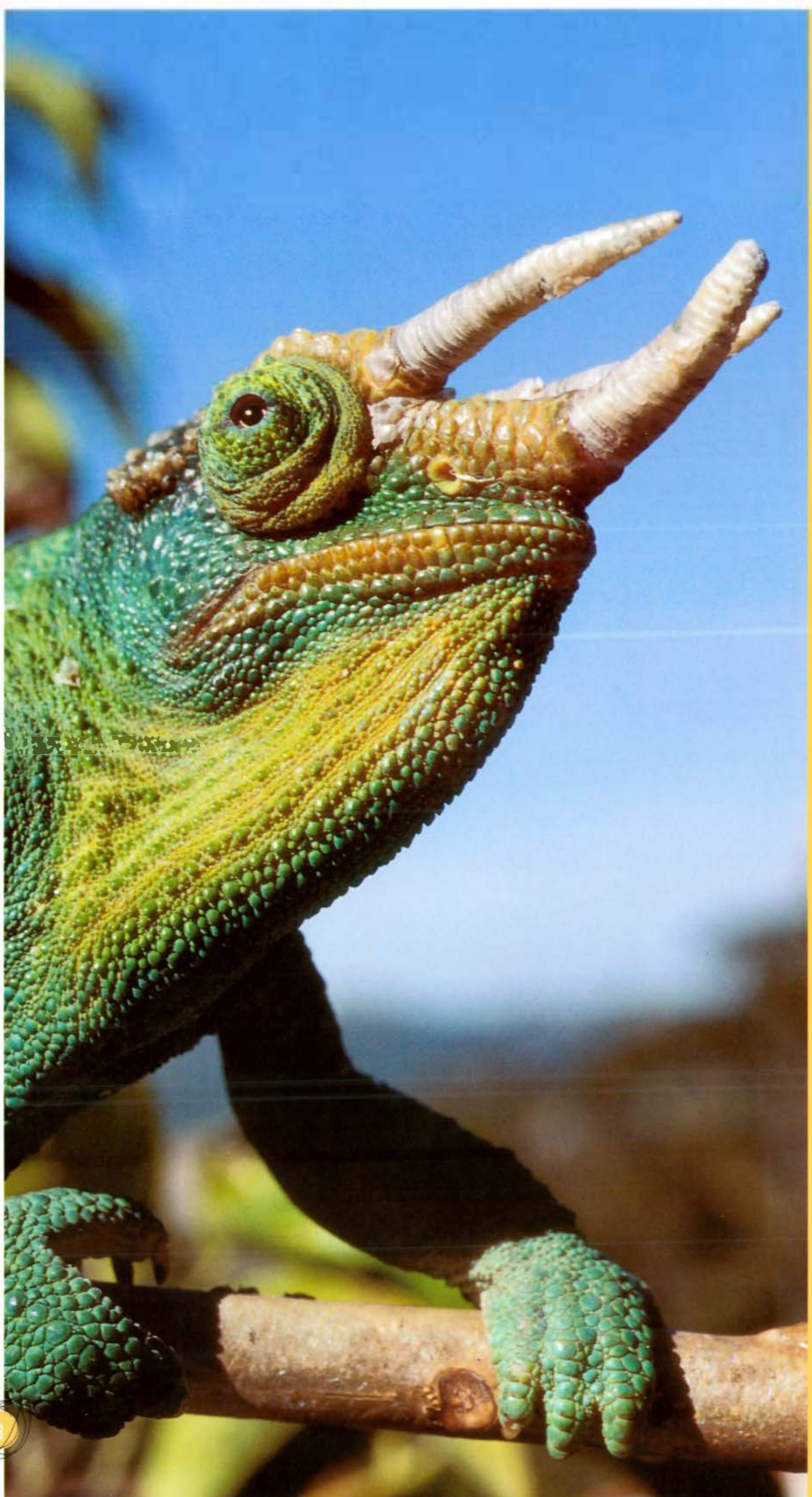
Par des hochements de tête semblables à ceux qu'un Agame mâle exécute pour mettre en valeur les couleurs de sa poitrine, la femelle exhibe cette zone et ses chances de s'accoupler seront d'autant plus grandes que la zone en question présente un contraste sous éclairage UV.

Ce n'est pas tout de présenter des couleurs qui indiquent l'appartenance au sexe mâle, encore faut-il les mettre en valeur par des gestes plus ou moins ritualisés -ou parades- comme le font par exemple les Agames en hochant énergiquement la tête. ↵



Se faire remarquer des femelles par des couleurs vives n'est pas sans risque. Aussi les Coqs de Roche, *Rupicola rupicola*, mâles ont-ils développé une technique d'utilisation de l'éclairage ambiant qui, selon les circonstances -et en quelque sorte selon le "but" à atteindre- mettent au maximum en valeur les contrastes de couleur de leur plumage, ou au contraire les fondent dans le décor.

Les caractères secondaires du sexe mâle d'animaux aussi différents que le Caméléon de Jackson, *Chameleo jacksoni*, le Lucane cerf-volant, *Lucanus cervus* et le Grand Houdou, *Tragelaphus strepsiceros*, ou l'Élan du Canada, *Alces alces*, [p. 70-71] sont constitués par des appendices et excroissances qui, au-delà de la ressemblance de forme, ont une signification biologique semblable. On peut y voir un signal fiable de valeur reproductrice car le développement de ces extensions du squelette -interne ou externe, selon le cas- est généralement sous le contrôle des hormones mâles. En outre, elles exigent pour être produites que l'animal dispose d'une alimentation particulièrement riche en éléments minéraux, et donc d'un territoire de bonne qualité.



“De l’allure !”

Très souvent, c’est la taille de certains ornements physiques qui distingue le mâle de la femelle et qui détermine son taux de succès reproducteur.

Ce succès s’explique en partie par l’avantage que cela lui confère dans les confrontations avec les mâles rivaux, mais il résulte aussi de la préférence marquée par les femelles pour le développement maximum de tels attributs physiques.

Mais se reproduire impose d’atteindre d’abord l’âge de la maturité sexuelle. Dès lors, en assurant de meilleures chances dans les confrontations avec les prédateurs, ces caractères pourraient leur conférer un avantage reproducteur indirect. L’exemple classique est celui des Cervidés, dont le mâle arbore des bois, renouvelés à chaque saison des amours et à chaque fois embellis et compliqués, ce qui le distingue du premier coup d’œil des femelles.

Chez d’autres Mammifères, ce seront les cornes, absentes ou plus courtes chez la femelle, qui marqueront la différence. L’image altière du mâle de l’Impala illustre le premier de ces deux cas ; celle, non moins imposante, du Grand Koudou, *Tragelaphus strepsiceros*, le second. Curieusement, on retrouve le même type d’ornement, non seulement chez des Reptiles – ce qui, étant donné leur parenté relative avec



les Mammifères, n’est pas plus étonnant que cela –, mais aussi chez des Insectes.

Parmi les Reptiles, Caméléons et Lézards fournissent quelques beaux exemples de mâles plus cornus et plus crêtés que leur femelle.

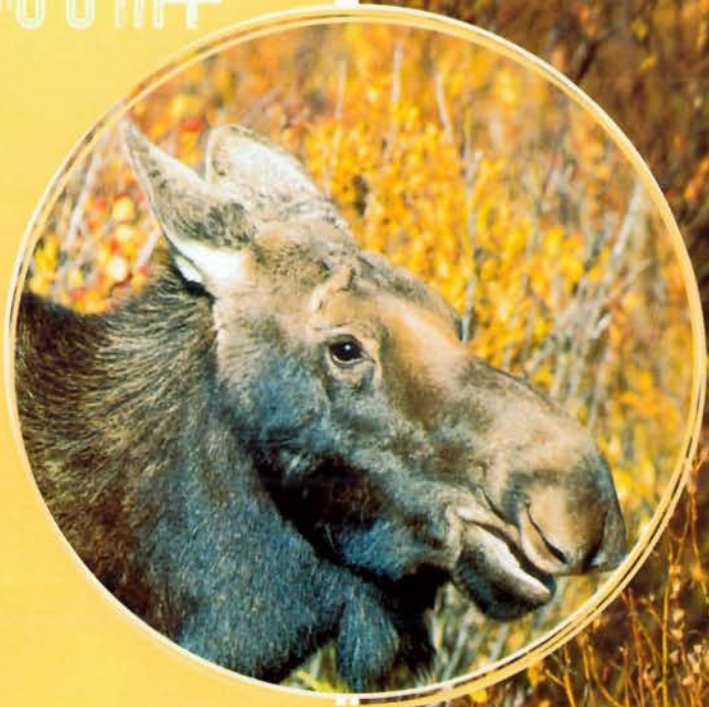
Chez les Insectes, l’existence de tels accessoires fait tant penser aux Mammifères, que cela s’est marqué dans des noms vernaculaires tels que Lucane Cerf-volant, *Lucanus cervus*, ou le Rhinocéros brésilien, *Enema pan*.

La sagesse populaire, si souvent dans l’erreur, a souligné par de tels noms des ressemblances dont, peut-être, elle a perçu que, au-delà du simple aspect extérieur, elles s’étendent à la fonction et à la signification du signal représenté par ces appendices.

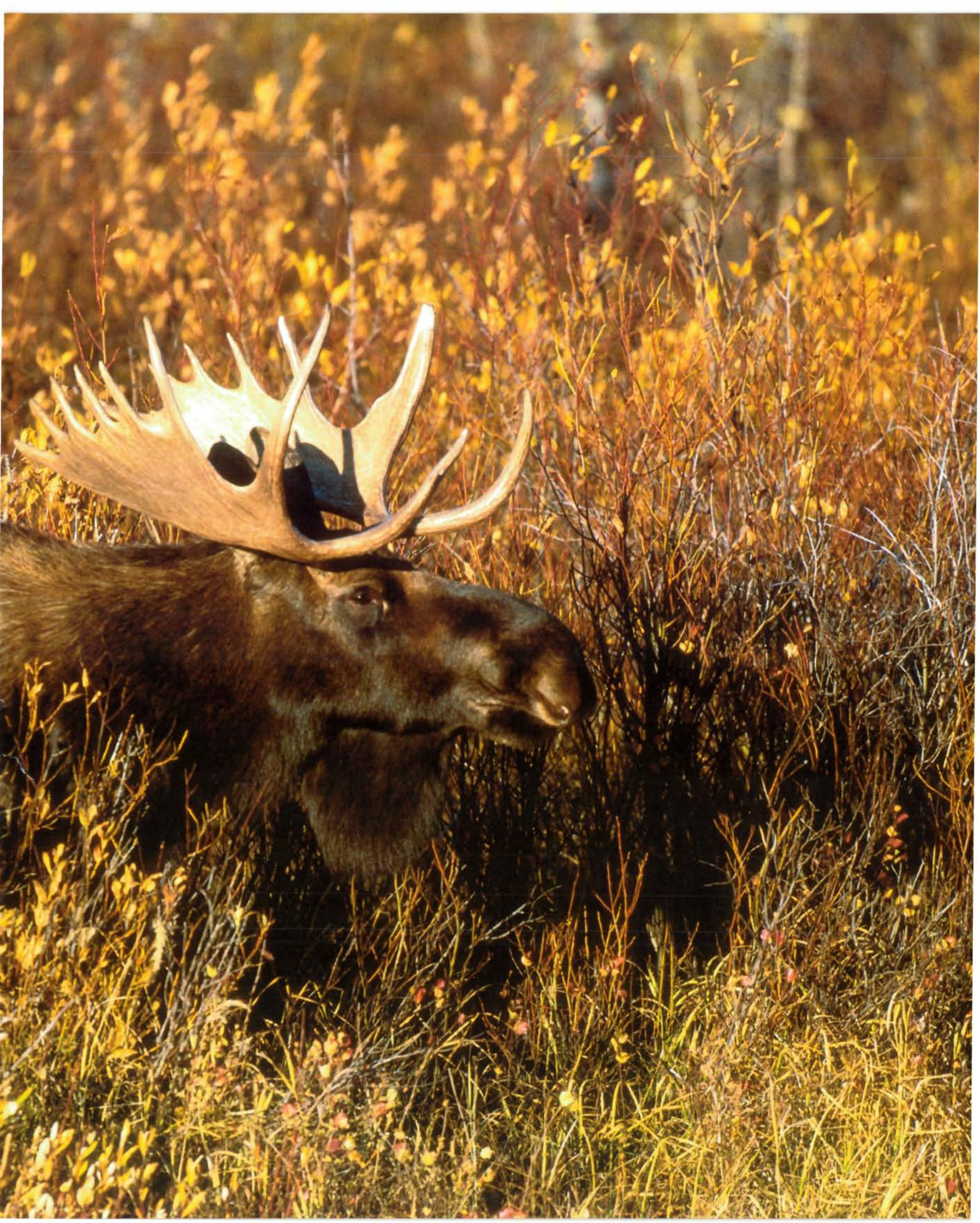
Ces diverses façons analogues de signaler le sexe par des excroissances et surproductions tissulaires suggèrent l’idée séduisante que, si bois, cornes, collerettes, fanons et autres crêtes ont des fonctions semblables, c’est parce qu’ils sont des signaux “honnêtes” et fiables des qualités reproductrices de leur porteur. Il s’agit en effet, soit d’extensions du squelette externe



zoo 000 m+



Élan du Canada, Alces alces:
♀ femelle et mâle ♂.



L'appel du mâle des mouches *Drosophiles*, *Drosophila*, est produit par la vibration d'une aile selon une fréquence et un rythme propres à chaque espèce et contrôlé par le même gène -baptisé *period*- que celui qui commande la veille et le sommeil de l'insecte. ➤

— chez les Invertébrés — soit de productions exagérées des tissus de recouvrement du corps, soutenues par des extensions, ou des extensions du squelette interne — comme c'est le cas des bois du Cerf, du Wapiti et des autres Cervidés. Et dans chaque cas, elles sont recouvertes ou entièrement formées par une protéine particulière, associée à divers sels minéraux. Chez les Vertébrés, cette protéine est la kératine, substance de base des écailles des Poissons et Reptiles, des plumes des Oiseaux et des ongles, sabots et poils chez les Mammifères. Elle s'accumule également dans les cellules qui forment la couche supérieure de la peau.

Chez les Invertébrés, c'est la chitine qui entre dans la composition de leur carapace et de l'enveloppe de leurs œufs.

D'où l'idée qui a été proposée que ces excroissances ont pour rôle d'éliminer l'excédent de minéraux — calcium, phosphore surtout — et de composants azotés accumulés au cours de l'alimentation. Ces attributs, parfois un rien excentriques à nos yeux, constitueraient en quelque sorte la récupération, sous forme de

signal sexuel, d'une fonction d'élimination. Il semble logique, dans ce cas, de voir, dans la surabondance ou l'exagération de telles structures chez le mâle, un "signe extérieur de richesse".

Autrement dit, de l'interpréter comme la démonstration — et la mesure — de la capacité du sujet de se nourrir assez pour produire l'excédent de minéraux nécessaire pour les construire.

La femelle qui se laisse séduire par ces attributs se baserait, sans le savoir, sur un critère honnête et fiable, inimitable par simple bluff, car nécessairement associé au fait que le porteur possède le territoire, l'expérience, la santé et la force qu'il faut pour assurer le plein succès de sa descendance.

Une question de vibrations

Deux facteurs peuvent limiter l'efficacité des signaux visuels : la visibilité régnante — liée à l'éclairement ou à l'existence d'obstacles — et la distance. A quoi s'ajoute le risque que, pour être vu du partenaire convoité, on se rend nécessairement plus visible aussi par les prédateurs.

Dans ce cas, le signal sonore représente un substitut presque parfait, ainsi que vous le dira tout guetteur expérimenté.

Un tel signal peut même informer celui qui les reçoit quant aux qualités de reproducteur de l'individu qui l'émet. Sur sa force notamment, qui détermine la puissance mais aussi la durée des émissions sonores, ce qui est une information dont, en passant, tout rival peut éventuellement prendre bonne note.

Le signal sonore renseigne aussi — parce que sa force en dépend par exemple — sur la qualité du terrain de chasse ou de cueillette défendu et marqué par l'animal qui l'émet.





☞ Si la Cigale mâle chante tout l'été, c'est loin d'être le signe du caractère léger que lui attribue le fabuliste mais cela sert soit à rassembler les populations, soit -comme c'est le cas chez *Cicadetta montana* représentée ici- d'appel nuptial. La puissance des stridulations, produites par deux plaques rigides -les cymbales- présentes sur les côtés de l'abdomen, renseigne notamment la femelle sur l'énergie de l'appelant.





Chez les Grenouilles,
le chant d'appel du mâle est
produit par la vibration
de deux sacs vocaux,
comme on le voit ici chez
la Grenouille verte,
Rana esculenta,
ou d'un sac unique, plus gros
que la tête -comme chez
la Rainette méridionale,
Hyla meridionalis.
La puissance et la portée
des sons émis sont telles
parfois qu'on a peine
à croire qu'ils émanent d'un
animal aussi petit.

Le mâle de la Gélinothe huppée d'Amérique, *Bonasa umbellus*, émet en battant des ailes un son en roulement de tambour -certains disent "un crépitement de mitrailleuse"- qui porte à plusieurs centaines de mètres. ↘



↙ L'appel du mâle du Colibri à queue large -ou tricolore-, *Selasphorus platycercus*, résulte d'une transformation de la première rémige primaire telle que, lors du vol acrobatique qui constitue la parade et au cours duquel le mâle bat des ailes à raison de 200 battements à la seconde, l'air passe entre elle et la deuxième rémige en produisant un sifflement sonore.

Mais, principalement, ce que celui-ci annonce à qui veut – et peut – l'entendre, c'est sa disponibilité à l'accouplement.

D'où les nuits d'insomnie dues aux Grenouilles, Crapauds et Moustiques divers et les siestes troublées par les stridulations lancinantes des Cigales. D'où aussi les chants d'oiseaux et les cris de mammifères en chaleur qui marquent le rythme des saisons.

Les dispositifs utilisés pour produire ces sons de si grande importance varient à l'infini.

Le mâle de la petite Mouche des fruits ou Drosophile, *Drosophila sp.*, fait vibrer une de ses ailes pour produire, à quelques millimètres de la femelle, une vibration qui est son chant amoureux. Celui-ci varie d'une espèce de Drosophiles à l'autre par l'intervalle entre deux pulses sonores et par le rythme – la période d'oscillation – selon lequel cet intervalle varie au cours du temps.

Sachant que les intervalles en question sont de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes, et les périodes de l'ordre de la fraction de minute, il est remarquable que la femelle Dro-

sophile soit capable de distinguer lequel de deux mâles est de son espèce, uniquement grâce aux différences présentées par leur chant à chacun de ces niveaux.

Le plus étonnant est que ce chant est contrôlé par un gène appelé *period*, gène à fonctions multiples qui contrôle également le rythme de veille et de sommeil de notre petite mouche. Une seule mutation de ce gène peut entraîner la production d'un chant trop lent qui, dès lors, perd tout attrait auprès de la femelle.

Le Moustique mâle se signale de même à la femelle par la simple vibration de ses ailes et chaque espèce possède aussi sa musique propre. Le mâle du Colibri à large queue fait vibrer les plumes de ses ailes en laissant passer l'air entre ses rémiges primaires, tandis que, de son vol bourdonnant, il exécute les acrobaties aériennes qui constituent sa parade.

Chez la Bécassine des marais, *Gallinago gallinago*, c'est le passage de l'air entre les plumes rectrices qui, tandis que le mâle effectue un vol en piqué, produit le bêlement typique par lequel il signe sa parade. Chez la Gélinothe



✎ Fait assez exceptionnel; chez Polypedates leucomystax, une rainette de Malaisie, c'est la femelle qui appelle le mâle en tambourinant des pattes sur la tige d'un roseau.



Chaque espèce de Grenouille possède son coassement spécifique. Parfaitement identifié par la femelle dans le charivari des appels amoureux il est souvent rendu assez bien par le nom qu'on leur donne parfois, tel celui d'Ouaouarou qui au Canada désigne familièrement la Grenouille-taureau, *Rana catesbiana*, ou celui de Coqui pour *Eleutherodactylus coqui* des Caraïbes.

huppée, *Bonasa umbellus*, c'est en battant des ailes que le mâle produit un bruit de roulement de tambour qui porte à plusieurs centaines de mètres.

Les Pics recourent eux à l'artifice et font résonner la forêt du tambourinement de leur bec sur le tronc d'un arbre, chaque espèce ayant son rythme et son style caractéristiques. D'autres d'animaux jouent d'un instrument qui fait partie de leur corps et qu'ils font vibrer par frottement d'une aile ou d'une patte, utilisée comme un archet.

Si la Cigale de montagne, *Cicadetta montana*, chante tout l'été, c'est pour lancer son message nuptial. Le mâle de l'Araignée-loup, *Lycosa sp.*, quant à lui, accompagne son rituel d'approche par une stridulation qui contribue à apaiser l'agressivité territoriale de la femelle.

La plupart de ces annonceurs bruyants ont, par ailleurs, appris à compenser par une prudence accrue les risques que leur fait courir leur besoin d'être remarqués.

Le Grillon des champs, *Gryllus integer*, émet un chant qui plaît d'autant plus à la femelle qu'il est long. Mais s'il a repéré un prédateur, il se tait plus longtemps entre deux "émissions" qu'un compère au chant court. De plus, placé dans un terrain inconnu, il met plus de temps aussi à sortir de son abri.

Musique . . .

Par les dessins animés, qui en ont exploité à fond le caractère comique, autant que par les émissions "nature" de la télévision, chacun connaît le sac vocal que Grenouilles et Crapauds gonflent à volonté pour amplifier leurs coassements et réaliser les concerts baroques dont ils ont le secret.

Ils interviennent surtout chez les espèces dont les mâles et les femelles ne migrent pas ensemble vers les frayères, car chez les autres – comme le Crapaud commun, *Bufo bufo*, par exemple –, le mâle n'émet généralement son coassement qu'afin de faire entendre à un mâle en quête de partenaire qu'il y a erreur sur la personne.

Comme d'autres signaux d'appel sexuel, ces messages sonores ont également pour fonction de délimiter le territoire du mâle, qui, dès qu'il entend un coassement rival, lui répond aussitôt en coassant aussi fort que possible pour le couvrir.

D'où le concert nocturne qui, en renseignant les femelles sur le lieu où les attendent un certain nombre de mâles, augmente pour chacun des sexes les chances de rencontre. Quitte ensuite, pour chaque mâle, à donner plus de voix afin d'être élu par préférence.

Bien que ce soit le cas le plus fréquent, ce n'est pas toujours le mâle – ou le mâle seul – qui lance ainsi à tous azimuts l'annonce sonore de ses états d'âme.

Chez le Racophore, *Polypedates leucomystax*, une rainette de Malaisie, la femelle appelle les mâles en battant de ses orteils la tige d'un roseau, accompagnant parfois ce signal vibratoire de quelques coassements. Chaque espèce possède son chant – car pour l'oreille de l'am-





phibien concerné, c'est, ne vous en déplaise, de cela qu'il s'agit – et chacune ne répond qu'au sien propre.

Une expérience a ainsi montré que, sur 34 coassements d'espèces diverses qu'on lui soumettait, la Grenouille-taureau, *Rana catesbeiana*, ne réagissait qu'à celui de son espèce, à savoir au "ouaouarou" qui, au Canada, lui a valu son nom populaire.

Lorsque plusieurs espèces cohabitent, ce qui est le cas dans la plupart des régions tropicales, un partage de fréquence et de temps s'est fait entre elles au cours de l'évolution, à la manière dont, chez nous se fait le partage des ondes radio. Grâce à quoi, chaque espèce parvient à reconnaître les siens là où nous

percevons, au mieux un chorus, au pire une gigantesque cacophonie.

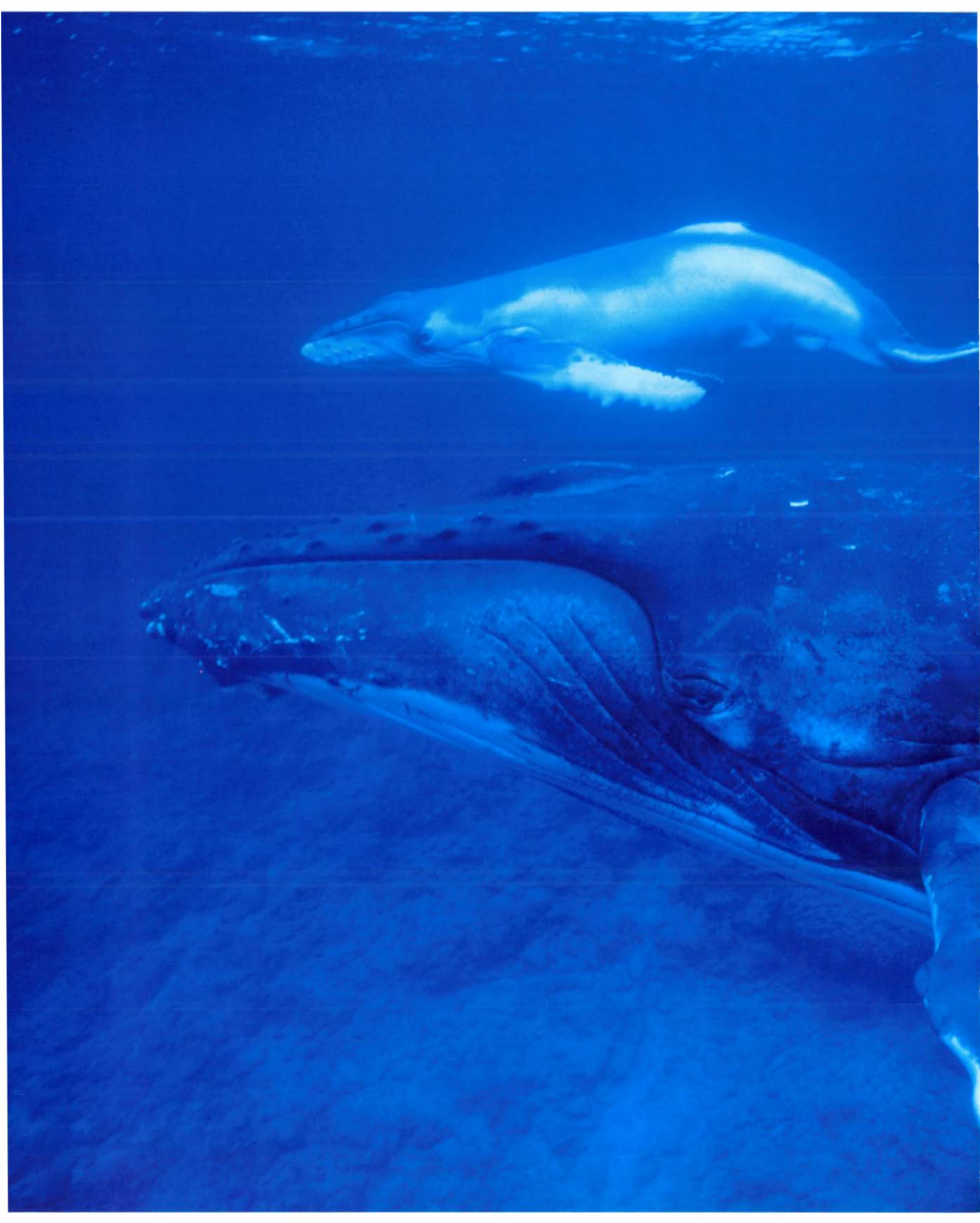
... et paroles

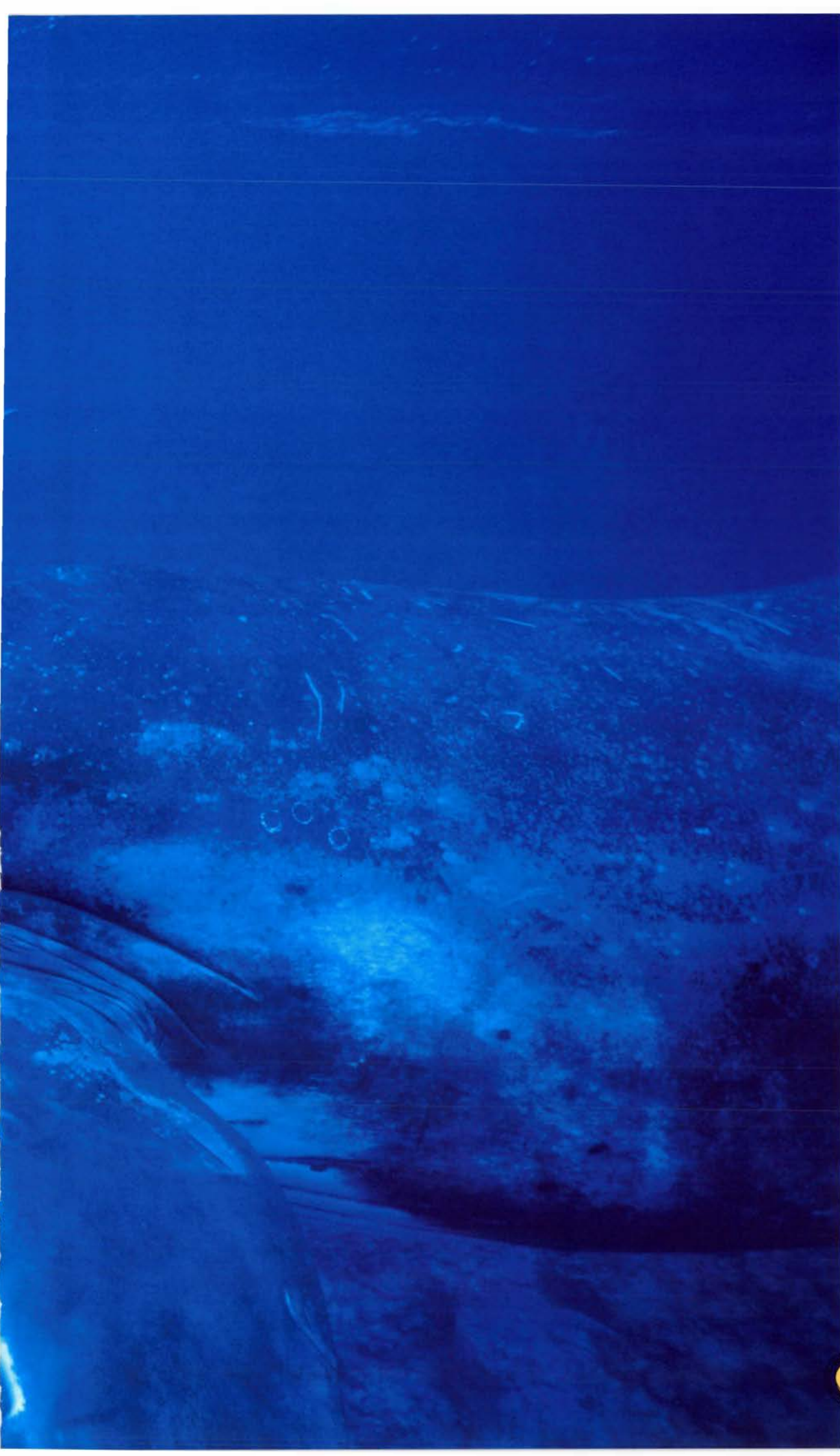
Le mot coassement n'a pas été choisi au hasard, mais dérive du "co-a", onomatopée par laquelle, dans nos régions, on rend plus ou moins grossièrement le son réellement émis par les Batraciens que nous connaissons.

Il semble en fait important pour la plupart des espèces que le coassement comprenne deux syllabes, en tout cas deux dominantes.

C'est ce qu'indiquent les observations faites notamment à propos du Coqui, *Eleutherodactylus coqui*. Chez cette rainette des régions

☞ La Chauve-souris mangeuse de grenouilles, *Trachops cirrhosus* repère ses proies grâce à leur appel amoureux, aussi les grenouilles des forêts du Panama disposent-elles de deux chants et utilisent le plus discret lorsqu'elles ont repéré leur ennemie.





Toutes les Baleines à bosse,
Megaptera novae angliae,
d'une région donnée
produisent le même chant,
lequel diffère d'une région
à l'autre et évolue lentement
d'année en année.
De sorte qu'il est possible
en comparant le chant
d'une baleine à
des enregistrements de
déterminer de quelle partie
du monde elle est originaire.





☞ Chez l'Accenteur alpin, *Prunella collaris*, le mâle émet son chant nuptial au cours d'un vol nuptial assez bref. Selon certains auteurs, la femelle, de son côté, signifierait par un chant le moment où elle est fertile. C'est également le cas de la femelle d'un Lémurien de Madagascar, le Microcèbe murin, *Microcebus murinus*, qui augmente ainsi ses chances d'être fécondée. ☜

caraiïbes, les deux syllabes sont – quelle surprise ! – co-qui. L'Américain Peter Narins a montré que le “co” marque la protection territoriale et est seul émis par le mâle si on lui fait entendre l'appel complet d'un autre mâle.

En revanche, le son “qui” est la partie du message adressé à la femelle. Celle-ci possède d'ailleurs une zone auditive particulièrement sensible à la fréquence sonore correspondante et y répond effectivement en se rapprochant de la source d'émission... que celle-ci soit un Coqui ou un enregistreur.

Comme toujours, se faire remarquer comporte quelque risque. Aussi les grenouilles en tiennent-elles compte. Les Grenouilles des forêts panaméennes, par exemple, ont développé un chant à deux thèmes, l'un doux et discret, l'autre plus sonore et elles n'utilisent que le premier lorsque les Chauves-souris mangeuses de grenouilles, *Trachops cirrhosus*, – qui les repèrent à leur voix – rôdent aux alentours.

Rossignol de mes amours

Une chose qui, plus que toute autre, évoque le printemps et la saison des amours, est bien le chant des oiseaux, intarissable source d'inspiration des poètes et des musiciens.

Commandé par l'état hormonal du chanteur, il constitue de ce fait un message fiable et honnête qui, par son intensité et sa durée, reflète dans une certaine mesure ses qualités reproductrices.

Chez quelques espèces, comme le Rouge-gorge ou le Cardinal, la femelle chante comme le mâle. C'est la femelle de l'Accenteur alpin, *Prunella collaris*, qui adresse aux mâles un chant d'appel, et ce uniquement pendant la période où elle est fertile.

Mais le plus généralement, c'est le mâle qui se signale par son chant, à la fois marquage territorial et appel sexuel.

Surtout au stade d'élaboration finale, ce chant est soumis à l'influence de la testostérone, (l'hormone mâle produite par les testicules). Il peut donc être considéré comme un caractère sexuel secondaire.

L'injection de cette hormone à des sujets femelles les induit d'ailleurs à produire le chant du mâle. Cela implique les mêmes actions modificatrices de l'hormone sur la structure du syrinx – le “tuyau” sonore des oiseaux qui dérive du pharynx – et sur la multiplication de cellules dans certains centres cérébraux spécifiques.

Meredith West, une biologiste de l'Université de Caroline du Nord, a par ailleurs montré que l'attitude de la femelle intervient dans le développement du chant de certains oiseaux.

Chez le Vacher noir, *Molothrus ater ater*, le mâle, mis en présence d'une femelle, commence par produire divers sons, un peu au hasard. Mais par la suite, il tend à retenir et répéter ceux que préfère la femelle, ce dont il peut juger par le fait qu'elle le gratifie alors par une vibration des ailes, qui est une ébauche de la posture d'accouplement et donc déjà une promesse.

Plusieurs espèces d'oiseaux incorporent à leur chant des phrases empruntées à d'autres oiseaux, plagiant parfois, comme l'Etourneau ou la Rousserolle verderolle, plusieurs dizaines d'autres espèces. Toute une famille d'oiseaux d'Amérique du Nord et des Antilles a reçu, précisément à cause de ce talent particulier, le nom de “Mimidés” et comprend notamment le Moqueur polyglotte, au nom suffisamment évocateur.





Un hymne à la fertilité

Il arrive que le mâle perçoive l'état de fertilité de la femelle et adapte son chant en conséquence. C'est ce qu'illustre le cas de la Mésange, *Parus major*.

Chez cette espèce, le mâle accueille de son chant les premières lueurs de l'aube et la durée de son concert augmente au fur et à mesure que se rapproche le moment où la femelle pondra son premier œuf.

Ensuite, lorsque la ponte est presque achevée, le chant dure de moins en moins longtemps et, dès que le dernier œuf est pondu, le mâle cesse pratiquement de saluer le jour de son chant matinal. Or, l'accouplement a lieu chaque jour, après la ponte, et la femelle est fertile jusque 2 heures après avoir pondu son avant-dernier œuf. Cela tendrait donc à signifier que, plutôt que d'appel vers la femelle, le chant de la Mésange mâle sert à tenir à l'écart les autres mâles tout le temps où elle est fertile.

Chez d'autres espèces, la femelle émet un chant ou un appel sonore particulier, en rapport avec sa fertilité.

Chez un Lémurien, le Microcèbe, *Microcebus murinus*, par exemple, la femelle ne produit les trilles caractéristiques de son appel amoureux que le jour où elle est fertile.

On n'a pas encore pu établir si ce chant influençait ou non l'attitude du mâle, ce qui paraît clair pour le Macaque de Barbarie ou Magot, *Macaca sylvana*.

Les femelles et les mâles de cette espèce vivent en petits groupes où chacun s'accouple successivement et indifféremment avec n'importe quel membre de l'autre sexe, ce pendant une période qui s'étend principalement de novembre à février.

Or, les femelles sont fertiles à certains moments seulement, soit une à cinq fois durant cette période. Elles acceptent cependant de s'accoupler entre-temps mais accompagnent alors l'accouplement de cris modulés – des "vocalisations" – qui attirent les autres mâles du groupe.

Deux chercheurs anglais ont récemment montré que ce chant variait selon le moment du cycle de la femelle. En utilisant des enregistrements réalisés à divers moments de l'accouplement, ils ont constaté que les mâles répondaient de préférence aux appels émis par la femelle juste avant l'ovulation, soit au moment optimal de sa fertilité.

Cette stratégie est, concluent-ils, triplement profitable à la femelle.

En premier lieu, elle augmente ainsi ses chances d'être fécondée. De plus, les mâles du groupe ayant répondu à son appel seront de ce fait dans l'incertitude quant à leur effective paternité, ce qui les inciterait – comme souvent en pareille circonstance – à manifester moins d'agressivité à l'égard des futurs jeunes.

Enfin, un troisième avantage résiderait dans la probabilité plus grande que le père des petits à naître soit en réalité le dominant, lequel attendrait le chant sélectif annonçant la fertilité pour faire valoir ses droits, par conséquent au moment le plus opportun.

Rayons parfums : les phéromones

La communication chimique est probablement, de toutes, la forme de communication animale la plus ancienne et, dans le domaine de la reproduction, peut-être même la première manifestation d'une séparation des sexes.

🏹 Chez le Cardinal rouge, *Cardinalis cardinalis*, comme chez nombre d'oiseaux, le chant varie d'une région à l'autre - on parle alors de dialecte - et l'on observe que les mâles se livrent à un véritable duel musical, d'autant plus énergique que le chant entendu est proche du dialecte local.

Le chant du mâle de la Mésange charbonnière, *Parus major*, semble surtout avoir pour fonction de tenir éloigné de la femelle qu'il convoite, les mâles qui, comme lui, cherchent à s'accoupler avec elle pendant sa période de fertilité optimale. 🏹





Les femelles de la Souris grise, *Mus musculus domesticus*, reconnaissent à l'odeur les mâles qui leur sont étroitement apparentés génétiquement et évitent de se croiser avec eux.

Déjà, chez les Protozoaires ciliés qui procèdent à la conjugaison décrite à propos des Paramécies, la conjugaison de noyaux évoquée plus haut implique en effet deux partenaires qui émettent des substances attractives – des *phéromones* – différentes.

Que ce système se soit conservé à travers l'évolution – ce qui est une possibilité – ou qu'il se soit réinstallé, il est utilisé aussi chez les Vertébrés.

C'est ainsi, par exemple, qu'au moment du cycle où elle devient fertile, la femelle du Hamster doré, *Mesocricetus auratus*, produit une substance, appelée "*aphrodisine*", qui déclenche le comportement d'accouplement du mâle.

Chez le Mouton domestique, l'odeur de la laine du bélier – ou d'un extrait de celle-ci – déclenche chez la brebis la production de l'hormone lutéinisante – la "LH", qui contrôle le cycle ovarien –, ce qui provoque chez elle une ovulation. Le même résultat est obtenu si on présente à la brebis un extrait d'une glande que le mâle possède à l'avant des yeux, la glande ante-orbitale.

Mais il faut souligner que, même privés d'odorat, les Moutons des deux sexes continuent à répondre à la présence de leur partenaire.

L'odorat n'est évidemment pas tout et des systèmes de sécurité existent, comme on pouvait s'y attendre pour des fonctions vitales aussi complexes.

La reconnaissance olfactive peut d'ailleurs faire mieux qu'aider à reconnaître l'espèce et le sexe : elle peut aller jusqu'à identifier le degré de parenté.

Selon certains auteurs, ce serait le premier moyen inventé par la nature afin d'éviter ce que l'on appelle la consanguinité ("l'inbreeding"), c'est-à-dire la fécondation entre individus trop proches génétiquement. Celle-ci ferait en effet perdre l'un des avantages majeurs de la reproduction sexuée, à savoir son efficacité unique à créer de la diversité.

On savait que les femelles de la Souris domestique, *Mus musculus domesticus*, se basent sur leur odorat pour choisir leurs partenaires d'accouplement.

Une équipe de chercheurs américains a fait en 1974 la découverte surprenante que, sur ce critère, elles écartaient les individus consanguins avec autant de sûreté que si elles avaient pu réaliser – comme l'ont fait ces chercheurs – une analyse de leur système de compatibilité tissulaire, c'est-à-dire du système des antigènes qui intervient dans le rejet des greffes de tissus. Lorsqu'on cherche un donneur de tissus pour une greffe, de globules blancs ou de rein, par exemple, ce système – baptisé HLA chez l'Homme et H-2 chez la Souris – doit être semblable chez le receveur et le donneur pour que la greffe soit acceptée. Cela dépend de quelques gènes au niveau d'un chromosome, le numéro 17 chez la Souris.

Les observations montrent donc que les Souris – et ce fait a depuis été vérifié chez le Rat – rejettent, rien qu'à l'odorat, les partenaires sexuels dont, au contraire, elles ne rejetteraient pas une greffe !

Et nos chercheurs de conclure fort justement que, vu les parentés évolutives de toutes les espèces de la classe des Mammifères, il serait

étonnant que l'odorat ne puisse pas contribuer à opérer la même sélectivité chez d'autres espèces de cette classe.

La reconnaissance olfactive de la parenté remplit probablement chez la Souris la même fonction que le comportement social élaboré par lequel chez d'autres espèces – les Singes Rhésus, *Macaca mulatta*, les Chimpanzés, *Pan troglodytes*, et les Gorilles, *Gorilla gorilla*, par exemple – les adultes écartent les jeunes du groupe où ils sont nés.

Une controverse persiste actuellement à propos de la question de savoir si l'Homme possède ou non, comme la Souris et le Hamster, un organe voméronasal fonctionnel qu'il pourrait, comme eux, utiliser pour détecter et analyser des phéromones propres à son espèce.

Mais il semble en tout cas que de tels signaux chimiques existent et jouent effectivement un rôle dans le comportement de l'espèce humaine. On a montré notamment que la sensibilité olfactive de la femme au 3-a-androstenol (une substance musquée présente dans la sueur et produite par l'homme seulement) augmente

Les animaux sociaux -et notamment les Chimpanzés, Pan troglodytes - évitent généralement de s'accoupler avec les individus -enfants, frères ou sœurs- avec lesquels ils ont des liens de parenté, sans que l'on sache vraiment quels critères déterminent les partenaires à éviter. Peut-être des signaux olfactifs interviennent-ils, comme c'est le cas chez la Souris. ➤



au moment de l'ovulation. D'autres signaux olfactifs, émis à ce même moment, semblent même lui permettre de distinguer, sans les voir, les mâles dont les caractéristiques corporelles sont le plus symétriques, ce qui, dans le monde animal, est en général signe d'un développement ayant subi un minimum d'agressions environnementales et parasitaires. Il y a là tout un domaine de recherches plein de perspectives.

N'est-il pas troublant, dans ce contexte, de penser que l'on dit, indifféremment : "Je ne peux pas sentir cette personne" et "Je suis allergique à cette personne", pour signifier qu'on ne l'aime guère ?

A vue de nez

Le rôle des messages olfactifs ne se limite pas à reconnaître son espèce et à mesurer le degré de parenté.

Entre autres fonctions, ils peuvent renseigner la femelle sur les dispositions du mâle et informer ce dernier sur la réceptivité, voire la fertilité, de sa partenaire.

En aspirant l'air pour humer les phéromones émises par une femelle, ce mâle Impala, *Repçeros melampus*, vérifie si celle-ci est réceptive. ➔



C'est en partie à ce titre qu'ils sont associés au marquage plus ou moins territorial que réalisent plusieurs espèces grâce à des substances messagères présentes dans leur urine ou dans la sécrétion de glandes particulières – glandes à musc des Civettes asiatiques, du genre *Viverra*, glandes lacrymales des Antilopes ou glande prépucciale du chevrotain Porte-musc, *Moschus moschiferus*, par exemple.

Ces cartes de visite indiquent l'identité du passant ou du propriétaire des lieux et, constamment examinées par les visiteurs, annoncent le moment venu que l'heure est propice au rapprochement des sexes.

Messages à double lecture, ces substances odorantes écarteront du lieu tout mâle qui ne se sent pas de taille à rivaliser avec celui qui les a déposées mais, au contraire, elles attireront les femelles.

Une fois le contact établi, il reste alors au mâle à vérifier le sexe et la réceptivité de la femelle, ce qu'il fait en la flairant, réalisant ainsi, grâce au seul odorat, l'équivalent d'une analyse de laboratoire de l'état hormonal de sa partenaire potentielle.

Récemment, on a découvert le premier – et peut-être unique – cas de production d'une phéromone d'appel par un Amphibien Anouère (le groupe animal qui comprend Grenouilles et Crapauds), à savoir le mâle de la Grenouille arboricole, *Litoria splendida*.

Pendant la saison de la reproduction, celui-ci produit une substance, baptisée "*splendiphérine*", qui, libérée dans l'eau, même à des concentrations infinitésimales, exerce sur les femelles une puissante attraction.

Un comportement analogue existe chez certaines Mouches Tsé-tsé, *Glossina morsitans* et *Glossina pallipides*, mais c'est la femelle ici qui produit la phéromone.



Celle-ci n'est cependant pas très volatile, aussi agit-elle uniquement pour retenir le mâle et provoquer l'accouplement lorsque, au hasard de ses excursions à la recherche d'une partenaire, il s'est posé près de la femelle émettrice. Certaines phéromones ont l'effet exactement opposé : véritables anti-aphrodisiaques, elles inhibent chez le candidat partenaire toute velléité d'accouplement et sont alors généralement produites par la femelle lorsqu'elle vient d'être fécondée, comme c'est le cas chez la *Drosophile*.

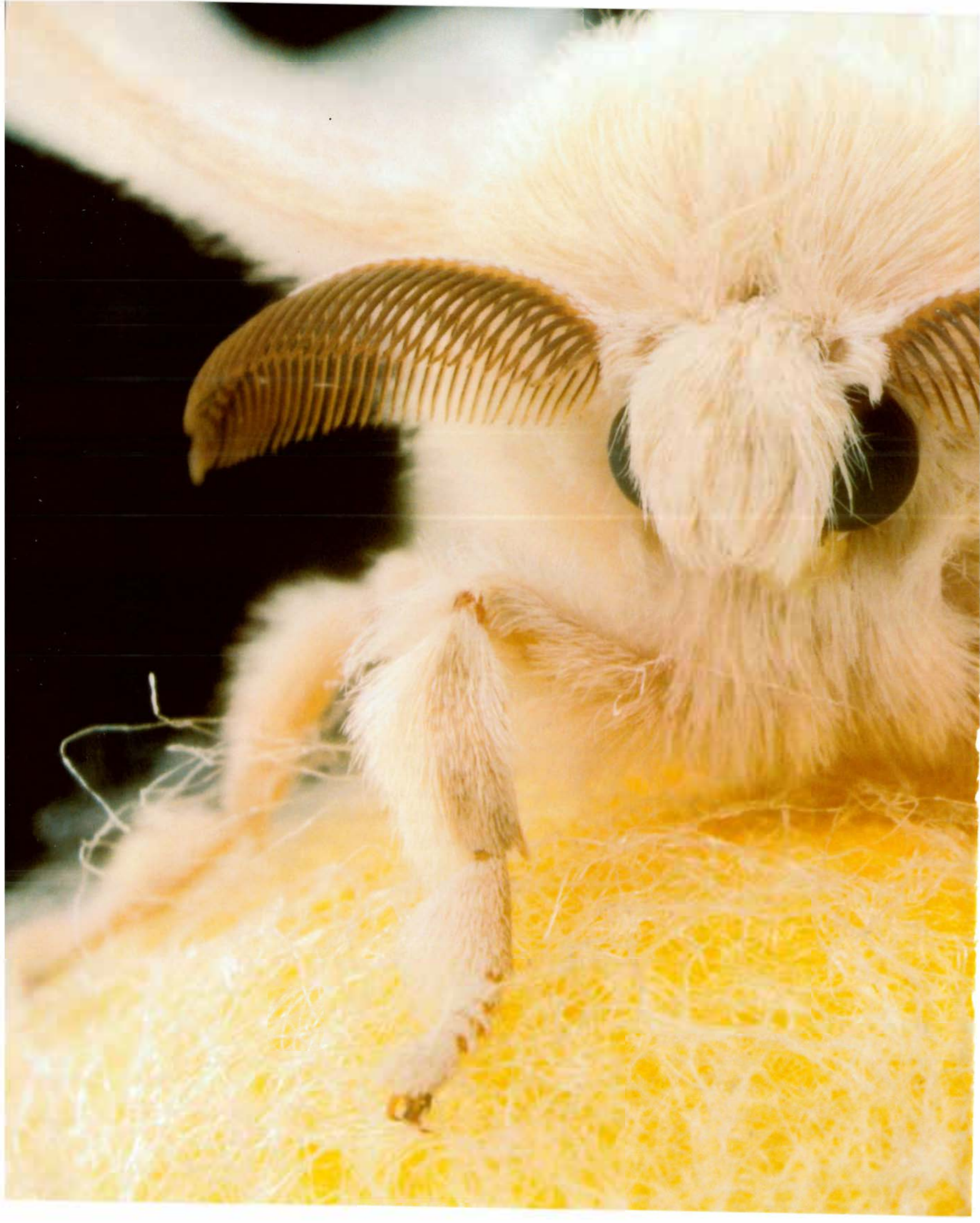
Ou bien il s'agit, comme c'est le cas chez la même espèce, d'une substance émise par le mâle et dont le double effet est d'attirer les femelles et d'écarter les mâles.

Appels olfactifs "longues distances" et "d'urgence"

Tout ce que nous avons vu jusqu'ici concerne des substances qui, pour jouer leur rôle, nécessitent un certain rapprochement préliminaire. Les messages odorants peuvent cependant également aider à combler le fossé de la distance. C'est d'ailleurs surtout par leur pouvoir d'attraction à distance que l'on tend souvent à définir les phéromones. La plus célèbre de ce point de vue est celle émise par la femelle du Bombyx du mûrier – plus connu par le Ver à soie, sa chenille, que par le Papillon lui-même – et qui est perçue par le mâle à près de dix kilomètres de son point d'émission.

Cette efficacité du signal odorant résulte de deux facteurs : la pureté de la phéromone – le

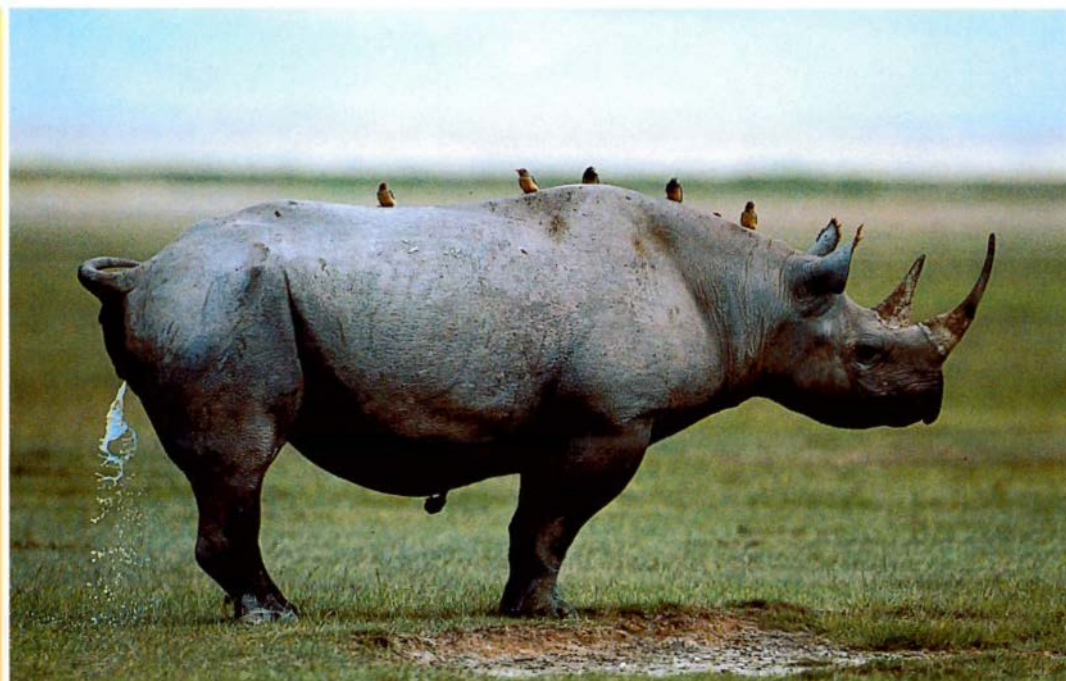
☞ Cas unique jusqu'ici, le mâle de la Grenouille arboricole, *Litoria splendida*, émet un message odorant – une phéromone – qui, libérée dans l'eau en quantités très faibles, attire puissamment les femelles de son espèce.





Les larges antennes plumeuses qui distinguent le sexe mâle chez le Papillon du ver-à-soie (ou Bombyx du mûrier), *Bombyx mori*, portent des milliers de cellules olfactives très sensibles, dotées de récepteurs spécialisés dans la reconnaissance de la phéromone émise par la femelle de l'espèce.

Comme beaucoup d'animaux, le Rhinocéros noir, *Diceros bicornis*, marque son territoire en urinant ou déféquant à des endroits remarquables, toujours les mêmes, laissant ainsi une carte de visite qui rappelle à qui de droit que le territoire est occupé et indique aux femelles quand il est "d'humeur reproductrice". ↵



"bombykol", produit par une glande spéciale que la femelle contracte à volonté – et le fait que l'odorat du mâle y soit hautement et très spécifiquement sensible.

Le "nez" de celui-ci est constitué par ses énormes antennes plumeuses, pourvues de milliers de cellules olfactives, hautement et spécifiquement sensibles à la molécule de phéromone de l'espèce. On a calculé que la glande contenait entre 1 et 2 millièmes de grammes de la substance, ce qui suffirait pour attirer un milliard de papillons mâles environ !

La détection de la phéromone permet au mâle de localiser et rejoindre la source du signal amoureux sans trop gaspiller ses réserves d'énergie, ce qui est urgent car il est totalement incapable de se nourrir et qu'il vit donc sur ses réserves.

Le temps de réponse à l'émission du signal – indiqué par un changement de son allure de vol – est de l'ordre de quelques dixièmes de seconde à peine, le record étant détenu par la Teigne des fruits orientale, *Grapholita molesta*, avec un temps de réponse de 15 centièmes de seconde.

Une fois apparue une molécule agissant comme phéromone, l'évolution a largement brodé sur le même thème plutôt que d'en inventer d'originaux.

La structure chimique de la phéromone qui téléguidait le Bombyx est en effet très semblable, non seulement à plus de 500 000 phéromones différentes produites dans le monde des Insectes, mais à la phéromone produite par la glande anale de la Civette ou la glande prépucciale du Chevrotain porte-musc.

Chacune des espèces de Drosophiles en possède une espèce propre et une phéromone chimiquement similaire fait partie du bagage de Coléoptères, de Blattes, de Bourdons aussi bien que de celui de nombreux Papillons, principalement de la famille des Tortricidés, des Noctuidés et des Pyralidés. Cela souligne clairement l'importance d'une très grande spécificité, et dans la structure de chaque signal chimique, et dans la sensibilité des récepteurs olfactifs impliqués. Mais les phéromones ne sont pas tout. Elles font partie du jeu, certes, mais parmi d'autres éléments.

Deux précautions valent mieux qu'une...

La fleur de plusieurs espèces d'orchidées du genre *Ophrys* nous donne la preuve que les phéromones ne sont pas les seuls éléments à faire partie du jeu des messages amoureux.

Non contente de ressembler à un insecte, un Bourdon pour *Ophrys apifera*, une Mouche pour *Ophrys insectifera* (anciennement appelée *muscifera*), la fleur de ces espèces pousse le mimétisme jusqu'à émettre le même parfum que la femelle imitée. Ainsi totalement leurré, le mâle tente de s'accoupler avec la fleur et assure la pollinisation, "but" de tout ce trucage.

Cela montre à la fois l'ancienneté - nécessaire pour que l'évolution de la fleur en ait tiré profit - de ce type de messages. Mais cela montre aussi que leur efficacité n'est pas absolue, sinon la fleur n'aurait eu aucun intérêt à développer deux systèmes d'attraction, l'un visuel, l'autre olfactif.

Il est donc probable que l'insecte, dans sa vie normale, ne se fie pas non plus à ce seul signal odorant, mais qu'il complète par d'autres critères son analyse d'identité avant de s'engager dans une "relation sérieuse".



Fatale attraction

"Dans le parc du consulat, des vers brillèrent d'amour bleu" écrit Albert Cohen dans "Solar".

Il résume ainsi fort joliment, de façon poétique, le sens profond des éclairs de lumière (verte d'ailleurs et non bleue, mais la poésie a ses droits et "bleu" sonne indiscutablement plus juste) émis par certains insectes.

Les grands spécialistes parmi les lanceurs de ces mini-coups de foudre sont des Coléoptères, de la famille des Lampyridés, famille à laquelle appartiennent les "vers luisants" ou lucioles.

Chaque espèce possède un code lumineux qui lui est propre et qui est caractérisé par la durée des "flashes" - laquelle varie de quelques millisecondes à 5 secondes - , leur fréquence et l'intervalle qui les sépare, mais aussi la manière dont évolue leur intensité pendant chaque émission.

C'est généralement le mâle qui, tout en volant, amorce la communication, mais la femelle y répond en émettant à son tour des éclairs lumineux, après un délai et selon un code eux aussi caractéristiques de l'espèce.

Tout cela permet à plusieurs espèces de lucioles de cohabiter sans créer d'interférences graves. La femelle de *Photinus ignitus* par exemple attend de 3 à 9 secondes, selon la température ambiante, avant d'accuser réception du message et, du même coup, signaler au mâle en chasse l'endroit où elle se trouve.

Du point de vue du mâle, le système n'est pas d'une efficacité aussi grande qu'on pourrait l'imaginer et il n'aboutit que relativement rarement à un accouplement. Cela tient-il, entre autres, au fait qu'il y a généralement beaucoup plus de mâles que de femelles ? Une autre raison en est que les femelles d'autres

🏠 Le langage des odeurs semble plus universel qu'on pourrait le croire de prime abord à en juger par l'utilisation faite en parfumerie de substances telles que le musc ou la civette, produites respectivement par le Porte-musc sibérien, *Moschus moschus sibericus* (dessus) et la Civette africaine, *Viverra civetta* (dessous), et agissant comme phéromones chez ces espèces.



Le Ver luisant commun, *Lampyris noctiluca*, est l'une des 1900 espèces de Coléoptères de la famille Lampyridés. Chez cette espèce, la femelle dépourvue d'ailes et d'aspect larvaire émet un signal lumineux qui attire le mâle, plus petit mais ailé. Reconnaisant le signal lumineux -deux traits et deux points- émis par elle à l'extrémité de son abdomen, le mâle ailé viendra la rejoindre pour s'accoupler. ➤



espèces de Lucioles brouillent le jeu en imitant la réponse de la femelle attendue.

Ce qui nous ramène au “problème de la queue du Paon”, c'est-à-dire celui des inconvénients liés au fait de se signaler aux prédateurs par une parure trop repérable.

Plusieurs espèces de Lucioles, et particulièrement les femelles, sont en effet carnivores.

Tel est le cas des quelque 60 espèces du genre *Photuris* qui, non contentes d'attaquer en vol les mâles d'autres espèces qui se sont trahis par leurs éclairs, les attirent en imitant le signal de leur femelle, puis, avec un succès variable, les capturent et les dévorent.

C'est pourquoi les Américains utilisent l'expression française de “femmes fatales”, pour qualifier ces espèces de lucioles.

En plus d'un bon repas, cette manœuvre permet aux carnassières d'accumuler dans leur corps une substance – la *lucibufagine* – produites par leurs victimes de l'espèce *Photinus* et qui a la propriété de repousser les Phidippus, sortes d'araignées sauteuses, grandes prédatrices de Lucioles.

Selon James Floyd qui, au cours des 20 dernières années, a étudié en profondeur les mœurs étonnantes de ces insectes, la femelle de *Photuris versicolor*, une Luciole de Floride, peut ainsi imiter l'appel lumineux des femelles de 5 autres espèces. Elle reproduit fidèlement, non seulement la fréquence et l'intensité des éclairs lumineux, mais le délai de réponse



propre à chaque espèce. Quand je vous disais que le monde animal est extraordinaire !

Bref, même s'il sort indemne de l'aventure, le mâle en mal de partenaire perd un temps considérable à identifier et à fuir les faussaires.

Il faut tenir compte aussi du temps qu'il peut perdre en compétitions avec les mâles qui ont repéré la même femelle que lui. Le duel qui s'engage est alors fait lui aussi de signaux, mélange d'appel authentiques et d'éclairs que chaque mâle intercale, pour le brouiller, au milieu du message codé du rival.

Tous ces jeux de lumière font certes penser à l'électricité, mais c'est d'une simple réaction chimique qu'ils résultent. Il s'agit de ce que l'on appelle de la “lumière froide”, produite par l'action d'une enzyme – la luciférase – sur une substance appelée luciférine, réaction qui ne dégage qu'un minimum de chaleur.

Les Vers luisants brillent donc, mais ils ne brûlent pas d'amour.

Le coup de foudre

Un autre système de communication amoureuse consistant en un réel phénomène électrique pourrait intervenir. Il s'agit des décharges produites par les organes spécialisés de certains Poissons, qui vivent souvent dans des eaux troubles où la communication visuelle n'est guère efficace.

Chez un Mormyridé du Gabon, de l'espèce *Brienomyrus brachyistius* “longue biphasique” (par référence à l'allure de ses impulsions électriques), le mâle, lorsqu'il a atteint la maturité sexuelle, produit des impulsions électriques qui, par leur forme et leur durée, diffèrent de celles émises par les individus immatures et par les femelles. Il a été démontré que l'administration d'une hormone mâle, telle que la testostérone,



à des individus immatures ou à des femelles, induit chez ceux-ci la production du long signal électrique typique du mâle reproducteur. Une semblable différence entre les signaux électriques des deux sexes s'observe chez des Gymnotidés ou Anguilles électriques, des eaux douces d'Amérique centrale et du Sud, tel *Brachyopomus pinnicaudatus*.

Il semblerait logique de supposer dès lors que l'existence d'une telle différence liée au sexe – c'est-à-dire un tel dimorphisme sexuel – correspond à l'utilisation du signal dans les rapports entre mâles et femelles. Qu'il serait un chant autant qu'un *champ* électrique, en somme.

Un argument indirect en faveur de cette hypothèse est que le signal électrique émis par cette

espèce est biphasique, ce qui le rend plus difficile à détecter par les poissons carnivores qui sont surtout sensibles aux signaux monophasiques. Mais cela reste une hypothèse.

Big is beautiful

Il ne viendrait à l'idée de personne d'acheter un oiseau chanteur au plumage terne ni davantage un chien dont le poil ne serait pas naturellement bien lustré. Le rapport entre l'état de santé ou la vigueur et l'apparence extérieure paraît évident. Mais ce qui est logique n'est pas nécessairement vrai et, même dans ce cas, cela ne prouverait pas que les animaux choisissent leur partenaire d'après de tels critères.

🔗 Certains auteurs ont émis l'hypothèse que les impulsions électriques émises par diverses espèces de poissons de la famille des Gymnotidés, ici l'Anguille-tremblante, *Electrophorus electricus* du Bassin de l'Orénoque, pourraient servir dans la communication amoureuse.

Comme chez tout papillon, la beauté de ce splendide Malachite, *Siproeta stelenes*, un Nymphalidé d'Amérique, dépend de l'intégrité du motif et donc de celle de la couverture d'écailles de ses ailes. Des expériences ont montré que la perte d'écailles avec l'âge entraînait une réduction de la séduction exercée par le papillon mâle sur les femelles. ↵

Dans les cas où la différence entre les sexes – ce que nous appelons le dimorphisme sexuel – porte sur la taille, le bénéfique reproducteur paraît logique.

Si la femelle utilise effectivement cet aspect quantitatif comme critère, elle choisira automatiquement le mâle le plus vigoureux et en meilleure santé, ce qui reflète la qualité de ses gènes, notamment du point de vue de la résistance aux maladies et aux parasites.

Les descendants issus de la rencontre hériteront vraisemblablement de lui une vigueur semblable.

Le rapport entre la taille d'un trait particulier et le succès reproducteur est souvent réel, même s'il est parfois indirect.

Par exemple, on a pu vérifier chez le Serpent jarretière, *Thamnophis sirtalis parietalis*, que le succès du mâle dans les combats pour les femelles était fonction directe de la longueur de sa queue – celle-ci étant plus grande chez les mâles.

Cela s'explique aisément, car posséder une queue plus grande confère le double avantage d'être mieux armé dans les bagarres entre mâles – lesquels se font à coup de queue – et de pouvoir abriter un plus grand organe de copulation, ce qui facilite l'accouplement.

De même, choisir le mâle selon sa taille est payant pour le "Papillon de nuit" Arctidé, *Utetheisa ornatrix*. En effet, plus le mâle de l'espèce est gros, plus grand sera le spermatophore qu'il délivre, celui-ci représentant toujours 10 % du poids de l'insecte environ.

Or, en l'absorbant après la fécondation, la femelle récupère non seulement de la nourriture utile à la production des œufs, mais aussi une substance alcaloïde que le mâle a accu-

mulée dans ses tissus alors que, chenille, il se nourrissait sur une *Crotalaria*, une plante de la famille des Fabacées.

Cela est tout bénéfique pour les œufs et les larves à naître, qui à leur tour les contiendront, ce qui les protégera des coccinelles et fourmis qui, sinon, les mangeraient.

Il semble cependant que la femelle *Utetheisa* n'évalue pas visuellement la taille des candidats, mais qu'elle se base sur la quantité de phéromones émises par les mâles, quantité qui, elle aussi, est proportionnelle à leur corpulence.

L'art de juger sur la mine

Un facteur décisif en matière d'aptitudes reproductrices est l'âge du sujet, lequel intervient, successivement, comme un élément positif et, avec le déclin physique, comme un élément négatif.

Or, l'âge peut parfaitement se répercuter au niveau des signaux utilisés dans la communication sexuelle.

Un groupe de chercheurs de l'Université d'Arizona a montré chez un Papillon, le Soufré orange, *Colias eurytheme*, que le mâle, en perdant progressivement des écailles de ses ailes, au fur et à mesure qu'il avance en âge, perdait graduellement de son attirance auprès des femelles.

Le signe visuel utilisé par celles-ci pour faire leur choix est en effet constitué par des zones du dessus de l'aile qui forment un motif réfléchissant la lumière ultraviolette – et donc invisible pour nous, mais parfaitement visible pour un papillon. Or, avec l'âge, la perte des écailles entraîne la réduction de ce motif, et l'on constate effectivement que les Soufrés orange femelles marquent une préférence nette pour les mâles aux ailes intactes.





☞ Chez le mâle de cette Demoiselle -ou Caloptéryx- *Calopteryx splendens xanthostoma*, le noir qui marque les ailes est signe d'une bonne résistance aux parasites, ce qui fait de ce trait un signal auquel la femelle peut se fier lors du choix d'un partenaire.

De même, chez l'Étourneau, *Sturnus vulgaris*, la femelle classe les candidats sur la base de couleurs – dans la gamme de l'ultraviolet – présentes sur la gorge du mâle, ainsi que sur une coloration vert métallique de son plumage, et ces caractères diminuent d'éclat avec l'âge. Les Rainettes à poison, *Dendrobates pumilio*, de l'archipel Bocas del Toro, au Panama, ne se contentent pas du signal d'appel du mâle pour prendre leur décision. Une fois mises en présence des prétendants, elles donneront leur préférence à un mâle de la même variété qu'elles, ce qu'elles reconnaîtront au fait qu'il arbore la même couleur que celle de la majorité des grenouilles de leur île d'origine : verte pour Pope Island, orange pour Nancy Key.

Cela met en relief un autre aspect du système des signaux sexuels, à savoir le fait que les animaux, qui manifestent une préférence pour le type de caractères le plus fréquemment représenté dans leur espèce, sélectionnent de ce fait ceux qui, dans les conditions où ils vivent, sont associés à la réussite.

D'autre part, pour que l'aptitude à préférer un signal à un autre soit sélectionnée par l'évolution, il faut qu'elle soit héréditaire et soit donc inscrite dans les gènes de la femelle.

Une expérience plaidant dans ce sens a montré que, si l'on croisait entre elles des variants d'une Coccinelle du genre *Adalia*, préférant les mâles de la forme foncée (mélanique), *Adalia quadrimaculata*, à ceux de la forme pâle, *A.*

typica, on pouvait effectivement sélectionner des individus exprimant la même préférence de façon de plus en plus marquée.

Or, le mélanisme semble effectivement associé à la qualité physique. Le rapport entre le signal et le sens profond et honnête du message est même direct chez la “Demoiselle”, *Calopteryx splendens xanthostoma*.

Certains mâles de cette espèce ont, dès la naissance, des taches noires sur les ailes. Ces taches sont dues à l'accumulation de la mélanine produite par une cascade de réactions contrôlée par une enzyme, la phénoloxydase. Or, cette même enzyme intervient dans les réactions de défense de l'insecte contre un parasite intestinal, un protozoaire qui est tué – et en même temps noirci – sous l'action de l'enzyme. Choisir un mâle sur la base de ses taches revient donc, pour le *Calopteryx*, à le sélectionner d'après sa résistance au parasite.

Dans le cas d'un signal coloré, une information peut être liée à l'intensité autant qu'à la longueur d'onde ou au motif dessiné par la substance colorée.

C'est sur l'intensité que se base la femelle de L'Épinoche trident, *Gasterosteus aculeatus*, lorsqu'elle montre une réelle préférence pour les mâles dont la gorge est du rouge le plus vif. Le prix attaché par elle à ce signal est tel que, pour établir son classement, elle parcourt pour cela plusieurs territoires. Ce faisant, elle établit une sorte de fichier mental, ce qui lui permet de rejeter d'emblée tout mâle qui serait plus terne que n'importe lequel de ceux qu'elle a déjà mis en mémoire.

Son attirance pour le rouge est d'ailleurs tellement grande que Tinbergen a vu, dans son aquarium, une femelle nager dans la direction d'un camion postal qui passait sur la route ! Or, deux ordres de facteurs font de ce signal

un signal effectivement fiable – du moins dans les conditions naturelles.

Le fait, d'abord, que la couleur du mâle sert aussi de signal de dissuasion vis-à-vis des autres mâles pour fixer les préséances territoriales, et que tant la grandeur que l'intensité de la tache rouge sont en rapport avec le rang occupé.

On observe d'ailleurs que la différence entre deux mâles au niveau de la taille de cette tache est amplifiée à l'issue d'un combat, la tache augmentant de taille chez celui qui, avant la rencontre, possédait déjà la plus grande, et se réduisant au contraire chez son challenger.

D'autre part, les carotènes qui sont à la base de la coloration interviennent aussi dans les défenses immunitaires et, par là, dans la résistance aux parasites.

On a constaté qu'après une infection parasitaire, des Épinoches mâles avaient perdu la vivacité du rouge de leur gorge et, du même coup, une partie de l'attrait qu'ils exerçaient auparavant sur les femelles. Ils conservent par la suite, une vigueur diminuée, ainsi qu'une apparence plus terne, de même d'ailleurs qu'un taux réduit de succès amoureux.

En se fiant à l'intensité du rouge de la parure, la femelle repère donc bien le mâle qui non seulement est bien nourri et jouit d'une excellente condition physique, mais aussi celui qui offre une bonne résistance aux parasites.

Couleurs de guerre

Le parasitisme n'est cependant pas le seul élément qui intervient dans la “course aux armements”; les prédateurs en sont un autre.

Il serait dès lors utile que l'intensité des couleurs de parade reflète l'aptitude du



Le fait pour le mâle de l'Épinoche, *Gasterosteus aculeatus*, d'arborer une gorge d'un rouge vif reflète à la fois ses qualités de défenseur de territoire et sa résistance aux parasites. Plus vive et plus large sera cette marque, plus attirant sera le mâle qui la porte.

La femelle de l'Étourneau, *Sturnus vulgaris*, classe ses partenaires potentiels en fonction de couleurs contenues dans son plumage qui échappent à notre regard, car elles se situent dans la gamme de l'ultraviolet.



La femelle du Guppy sauvage, *Poecilia reticulata*, opère son choix du mâle en fonction de l'intensité des marques colorées qu'il porte. Celui-ci opère aussi un choix, mais il ne peut se baser que sur la taille des femelles, d'autant plus grandes qu'elles sont plus fécondes et en défaveur de celles qui lui sont familières [ce qui limite le risque de se croiser deux fois avec la même]. ↵

porteur à faire face à cet autre problème vital. Apparemment tel est le cas chez le Guppy, *Poecilia reticulata*, dont la femelle établit aussi son échelle de valeur mâle sur l'intensité des taches oranges des candidats qu'elle examine. Or les mâles les plus vivement colorés sont également ceux qui, face à un prédateur, font montre de l'attitude la plus déterminée, faisant front vers l'ennemi, comme pour le défier, attitude souvent payante dans le monde animal. On observe qu'une femelle Guppy choisira un tel mâle sur ce simple critère, même si elle ne peut en voir les couleurs, celles-ci étant par exemple masquées par un éclairage particulier. En choisissant un mâle vivement coloré, elle saute en somme d'habitude une étape d'observation, son espèce ayant enregistré l'association "couleur intense = courage". S'ajoutant à la formule "couleur intense = vigueur et résistance aux parasites", ce signal assure donc triplement le bon choix. Et cela paraît logique, car les trois caractères sont probablement liés, tous trois dépendant d'un bon état physiologique.

Mais les jeux de la sélection, s'ils ne sont pas impénétrables, peuvent parfois prendre des détours compliqués.

Il n'est pas exclu que, dans certaines conditions, le fait pour un mâle d'être à la fois vivant et très coloré signifie tout simplement qu'il possède un territoire peu fréquenté par les prédateurs, qui sinon l'auraient mangé. Cela



n'en fait pas moins de lui un bon candidat, d'une part parce qu'il a probablement dû lutter pour gagner et conserver un tel terrain, d'autre part parce que, de toutes les façons, un terrain sûr est en soi une bonne chose.

Les bons signes

Concluons ce volet par une note de prudence : juger requiert la connaissance du code et les apparences peuvent être trompeuses.

Ainsi, chez le Quelea ou Travailleur à bec rouge, *Quelea quelea*, l'extrême diversité des taches ornementales jaunes et noires du plumage qui font de chaque mâle un individu distinct ne sert pas de critère de sélection pour la femelle.

Pourtant, comme chez d'autres tisserins d'Afrique, ces taches distinguent bien les sexes et elles se marquent aussi en saison de reproduction, comme le font les signaux sexuels. Mais leur rôle est ici de servir de carte d'identité au mâle qui, reconnu aisément par ses voisins de territoire, est plus vite accepté lorsqu'il rentre chez lui, au nid qu'il a construit. De ce fait, ayant déjà réglé les questions de mitoyenneté, il perd moins de temps en conflits inutiles.

Il semblerait que c'est un caractère moins évident, le rouge du bec, et l'intensité de cette couleur, qui guident la femelle Quelea dans son choix... et elle connaît le code.

Signalons le cas des nombreuses espèces qui ont adopté l'apparence "unisexe".

Une telle ambiguïté se rencontre chez des poissons, comme *Lepomis macrochirus*, mais surtout parmi les oiseaux, tels le Pigeon sauvage, *Columba livia*, le Tétraz à collerette, *Bonasa umbellus*, le Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis*, la Poule d'eau, *Porphyrio porphyrio*, ou le Manchot d'Adélie, *Pygoscelis adeliae*, pour n'en citer que quelques-uns.



On pense actuellement que c'est l'économie des efforts, perdus sinon en rivalités intestines, qui explique cette stratégie. Cela réduit en effet fortement la compétition entre mâles, lesquels ne se fient plus qu'au comportement pour décider, en dernier ressort seulement, si l'individu approché est un mâle ou une femelle. Les mâles du Diamant à longue queue, *Poephila acuticauda*, s'engageront dans un accouplement aussi bien avec un mâle qu'avec une femelle avant d'avoir pu trancher la question. C'est sans doute pour éviter cet écueil qu'ils apprennent très vite à reconnaître leurs voisins et qu'en revanche, ils se hâtent d'annoncer leur identité à l'approche d'un pinson qui ne leur est pas familier.

Consentement mutuel

Notons encore, pour éviter toute généralisation excessive, que, même si la femelle opère la sélection, le mâle n'est pas nécessairement sans avis sur l'assortiment du couple.

C'est ainsi que le mâle Guppy choisit devant qui il va parader et il ira de préférence faire étalage de ses attraits auprès d'une femelle plus grande que les autres.

En outre, il apprend à reconnaître rapidement les femelles avec lesquelles il s'est déjà accouplé, ce qui, en trouvant d'autres partenaires, lui permet de mettre en jeu d'autres combinaisons de bagages génétiques et d'accroître ainsi ses chances de succès reproductif.

☞ Fréquente dans le monde des oiseaux, l'absence de signe extérieur distinctif du sexe -illustrée ici par le Manchot d'Adélie, *Pygoscelis adeliae*- va généralement de pair avec une relative absence d'agressivité entre les mâles.

Le fait que chez l'Alque huppé, *Aethia cristatella*, le mâle et la femelle portent tous deux une huppe reste dans la logique de la sélection des signaux sexuels puisque, dans cette espèce monogame, les partenaires se fondent tous deux leur préférence sur ce critère. ↪



Le mâle de *Rhamphomyia longicauda*, vulgairement appelé “Mouche danseuse”, préfère nettement les femelles dont l’abdomen distendu indique normalement qu’elle est près de pondre et que les efforts qu’il consacre à la poursuivre et à la féconder ne seront donc pas dépensés en pure perte.

Je dis “normalement”, car il faut compter avec l’astuce des femelles – qui paradent en “leks” et rivalisent pour gonfler d’air leur abdomen –, les meilleures à ce petit jeu obtenant du mâle leurré un cadeau nuptial, complément alimentaire fort utile pour achever la maturation, en réalité encore incomplète, de leurs œufs !

Chez l’Alque huppé, *Aethia cristatella*, parent du Pingouin torda, le choix est mutuel. Les deux sexes portent une huppe noire, recourbée vers l’avant, et les deux répondent plus positivement aux avances d’un partenaire potentiel qui possède la crête la plus longue. On ignore cependant si, en cas de doute, les préférences de l’un l’emportent ou non sur celles de l’autre.

Concours de chant

Pour qui s’intéresse un tant soit peu au *bel canto*, il semblera assez raisonnable de penser qu’un rapport doit exister entre les qualités d’un chant et les qualités physiques du chanteur.

On peut donc logiquement s’attendre à voir certains aspects du chant figurer dans les critères sur lesquels une femelle se base pour choisir un partenaire.

Au sein d’une même espèce on constate, comme on pouvait s’y attendre, que la sonorité du chant est en rapport direct avec la taille du chanteur.

Ainsi, chez la Grenouille Tungara, *Physalaemus pustulosus*, l’attrait exercé sur la femelle par le doux coassement du mâle augmente avec la sonorité de l’appel, laquelle croît en fonction

de la taille du mâle, que la belle peut ainsi évaluer sans même voir le chanteur.

Le message est d’ailleurs double: adressé aux mâles il signifie “tenez-vous à distance”, tandis qu’aux femelles il dit “je suis ici, venez !”, et son efficacité dans les deux significations dépend directement de sa puissance.

Par puissance, on peut entendre aussi bien l’intensité que la durée ou le nombre de sons par trille musicale.

C’est le dernier élément qui intervient surtout chez le Grillon domestique, *Achetus domesticus*. Plus l’insecte est gros, plus en effet chaque trille contiendra de sons isolés.

Que cela détermine bien l’attirance auprès des femelles – ou au contraire la combativité des autres mâles – a été démontré par l’utilisation d’enregistrements, ce qui permet d’écarter tout autre facteur.

Il semble que le chant reflète vraiment les qualités de reproducteur de l’oiseau et notamment sa résistance aux parasites.

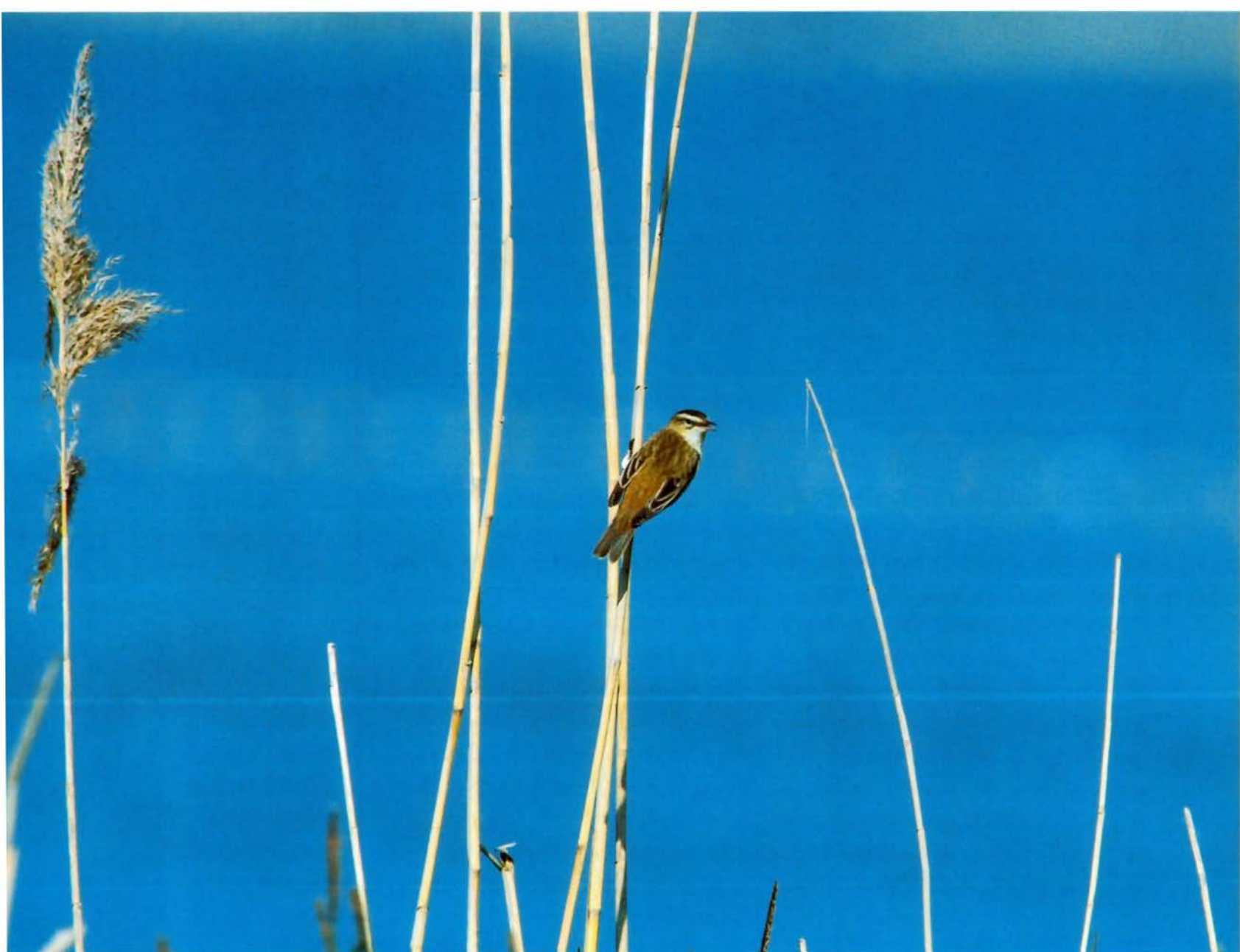
L’infection parasitaire affecte en effet négativement l’apprentissage et la qualité du chant. C’est ce qu’illustre le fait que chez l’Hirondelle de cheminée, *Hirundo rustica*, les mâles infestés de parasites chantent moins que les autres et “plaisent” moins aux femelles. (Notons en passant que cela est vrai aussi des mâles dont les plumes de la queue sont peu allongées, qui sont aussi plus parasités que les mâles à queue très allongée).

De même, les Phragmites des joncs, *Acrocephalus schoenobaenus*, ont un répertoire plus réduit lorsqu’ils sont parasités par l’agent de la malaria.

Où cela devient plus subtil, c’est lorsque la différence entre deux chants d’amour porte sur l’étendue du répertoire, c’est-à-dire sur le

Reflet de l’énergie et de la taille du mâle, la puissance du chant du Grillon, comme celui d’autres animaux d’ailleurs, constitue donc pour la femelle un critère fiable pour choisir son partenaire. ➤





La femelle du Gobe-mouche noir, *Ficedula hypoleuca*.

base son choix d'un partenaire sur la richesse et la variété de son répertoire.

Cela n'est peut-être pas sans rapport avec la relation observée entre la richesse du chant et la taille du cerveau de l'oiseau. ↗

nombre de mélodies ou de sons différents que le chanteur utilise dans son programme de séduction. Tel est le cas notamment chez le Pinson chanteur, *Melospiza melodia*, et chez le Gobe-mouches pie, *Ficedula hypoleuca*, dont la femelle entame la construction du nid avec le mâle choisi selon ce critère en quelque sorte culturel.

Certains pensent que c'est là aussi un signal sur lequel la femelle peut tabler utilement pour choisir le meilleur partenaire, en raison du fait que plus le chant est complexe, plus grande sera la place occupée par le centre du chant – ou *centre vocal* – dans le cerveau du mâle.

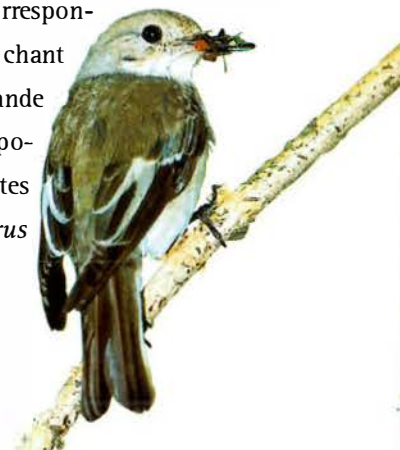
On sait que chez les oiseaux chanteurs, à la saison des amours et sous l'effet des hormones

mâles, des cellules nerveuses se divisent dans certaines régions du cerveau du mâle. Le même phénomène s'observe d'ailleurs si l'on injecte de telles hormones à la femelle.

Or, si l'on compare plusieurs espèces d'oiseaux, on observe qu'il existe une nette relation entre le degré de développement de ces régions et la complexité de leur chant respectif.

Et cela reste d'ailleurs vrai lorsqu'on compare des individus de la même espèce.

La zone cérébrale correspondant au "centre" du chant est 30 à 40% plus grande chez les mâles d'une population de Troglodytes des marais, *Cistothorus*



palustris, ayant acquis 150 chants différents, que chez ceux d'une autre population dont le répertoire moyen n'en contient qu'une cinquantaine.

On conçoit que produire les cellules nécessaires et leur apporter aliment et oxygène, au départ de son activité métabolique et de sa circulation sanguine, représente en soi un coût énergétique important et donc exige, pour être réalisé, que le mâle soit en parfaite condition physique.

Le lien entre le chant et le succès reproducteur potentiel qu'il annonce est illustré par le cas de la Rousserolle turdoïde, *Acrocephalus arundinaceus*.

Chez cette espèce, les mâles dont le répertoire est le plus large sont préférés par les femelles et ils ont aussi un plus grand nombre de petits viables, cela indépendamment de leur âge.

Ceci reflète plutôt les qualités génétiques que les qualités paternelles du chanteur car l'avantage reproducteur persiste même lorsque l'oiseau qui a séduit la femelle par son répertoire n'est pas celui qui, finalement, l'aide effectivement à élever les petits.

Un groupe de biologistes français a par ailleurs comparé chez 38 espèces d'oiseaux la complexité du chant, évaluée à l'aide d'enregistre-

ments – ou *sonagrammes* – et la taille de leur rate, organe qui joue un rôle essentiel dans les systèmes de défense immunitaires de l'organisme.

Les résultats montrent une très nette corrélation entre les deux caractères.

“Beau chant” signifierait donc bien “bonne résistance aux infections” et peut donc aider à sélectionner ce caractère au sein d'une espèce. Mais pour se prêter à la sélection, il faut que la forme du chant et les préférences des femelles à cet égard soient toutes deux contrôlées par des facteurs génétiques.

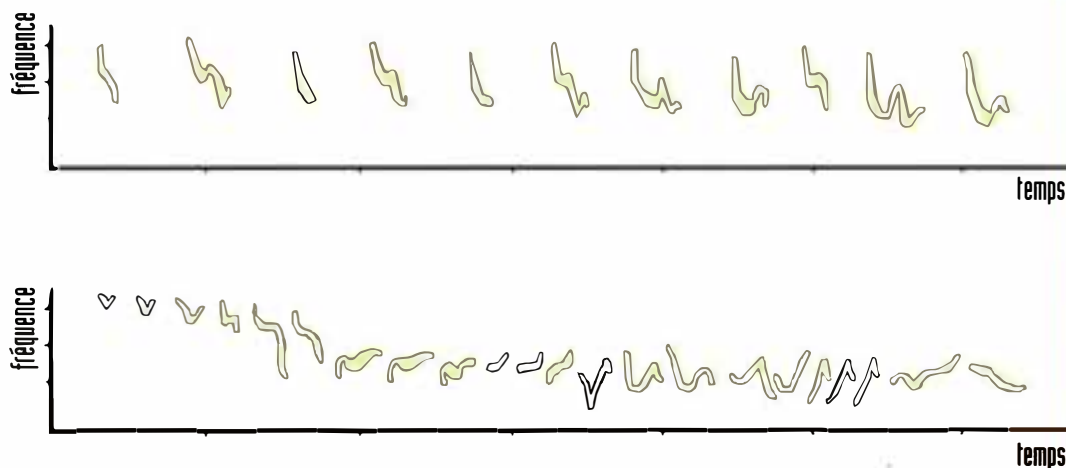
On a pu démontrer que tel est le cas chez l'Ephippigère des vignes, *Ephippigera ephippiger*, du sud de la France. En effet, en croisant deux sous-espèces différant par le chant d'appel du mâle et par les goûts musicaux de la femelle, on a obtenu des hybrides dont, soit le chant, soit les préférences en cette matière, étaient intermédiaires entre ceux des formes parentales.

Le goût de la symétrie

L'un des aspects les plus étonnants de la communication entre les sexes et de la manière dont elle détermine la formation des couples,

↳ L'étendue du répertoire du Phragmite des joncs, *Acrocephalus schoenobaenus* semble constituer un bon indicateur de sa capacité de résistance aux infections parasitaires.

Le Guide des Oiseaux de Peterson dit à propos du Pouillot fitis, *Phylloscopus trochilus* “Risément confondu avec le P. véloce, *Phylloscopus collybita*, sans le secours du chant”. La représentation schématisée de l'enregistrement –ou sonagramme– du chant des deux espèces montre bien cette différence.



La symétrie des dessins des ailes chez le mâle des Mouches-scorpions (ici *Panorpa meridionalis*, du sud de l'Europe) semble intervenir dans le choix d'un partenaire par les femelles. ↪

est le rôle important joué par la symétrie de certains traits physiques n'ayant, par eux-mêmes, aucun rapport direct avec le sexe ni avec la sexualité.

Hormis les cas évidents où un défaut physique constitue en soi un handicap, sans d'ailleurs correspondre nécessairement à un défaut génétiquement transmissible – comme l'absence d'une corne ou d'une défense –, le lien entre la symétrie des formes et le succès reproducteur ne s'impose pas de lui-même.

Remarquons que lorsque certains chasseurs recherchent le trophée parfaitement symétrique, ils expriment par là, dans une certaine mesure en tout cas, un jugement esthétique, ce qui pose la question de la raison profonde du lien que, comme tout un chacun, ils établissent inconsciemment entre beauté et symétrie.

Or, il semble qu'une relation semblable préside à certaines préférences qui s'expriment à travers tout le monde animal et qu'un sens esthétique fondé sur elle joue notamment un rôle dans la communication sexuelle.

Une explication proposée à cela est que cette préférence débouche sur des critères de choix réellement fiables.

Le développement tend en effet généralement à se faire selon des lois de symétrie, variables selon les groupes d'animaux : symétrie rayonnée chez les uns, dorso-ventrale ou gauche-droite chez les autres. Cela s'expliquerait, selon certains, par le fait que, du point de vue de l'ingénieur, la symétrie est la solution optimale pour les problèmes de construction du vivant.

Particulièrement pour les organes pairs, tout écart significatif à ce qui semble la règle est susceptible de révéler quelque chose d'anormal qui s'est passé au cours du développement pré- et postnatal. Or, parmi les facteurs qui

peuvent provoquer des anomalies du développement, figurent, entre autres, les mutations, le rayonnement et les substances toxiques ainsi que les parasites et diverses maladies.

Il est dès lors raisonnable de penser que, à condition d'être décelée, une dissymétrie, en révélant un développement anormal, pourrait constituer un critère au moins aussi fiable que les couleurs pour orienter le choix du partenaire, et signer, notamment, un bagage génétique altéré.

Percevoir les écarts à la symétrie pourrait donc utilement servir à une forme de sélection sexuelle et une telle capacité faire elle-même l'objet de la sélection naturelle.

Reste à établir la validité d'un tel raisonnement en montrant qu'un tel type d'information organise bien la communication sexuelle et que cela procure un réel avantage reproductif aux adeptes de cette méthode de sélection du partenaire.

Le premier point semble démontré, notamment en ce qui concerne le comportement de la femelle de la Mouche-scorpion, *Panorpa japonica*. Lorsqu'elle est attirée par la phéromone que lui envoient les mâles, celle-ci, une fois qu'elle s'en est approchée, choisit celui dont les ailes antérieures montrent la plus parfaite symétrie.

Or, comme on peut le supposer, la dissymétrie des ailes affecte la qualité du vol. Effectivement, les mouches aux ailes inégales – comme d'ailleurs, sans doute pour la même raison, les hirondelles dont la queue n'est pas géométriquement parfaite – tombent plus facilement dans le bec ou les griffes de leurs prédateurs respectifs. Hériter d'un tel trait ne constitue certes pas un avantage.

Un autre exemple de choix de partenaire basé sur un goût prononcé de la symétrie est celui



Rompant avec la règle de symétrie, la pince agrandie du Crabe violoniste, *Ocypode* sp. mâle lui sert à la fois de signal d'appel vers les femelles et d'arme -surtout dissuasive- dans la compétition territoriale avec les autres mâles. ↗

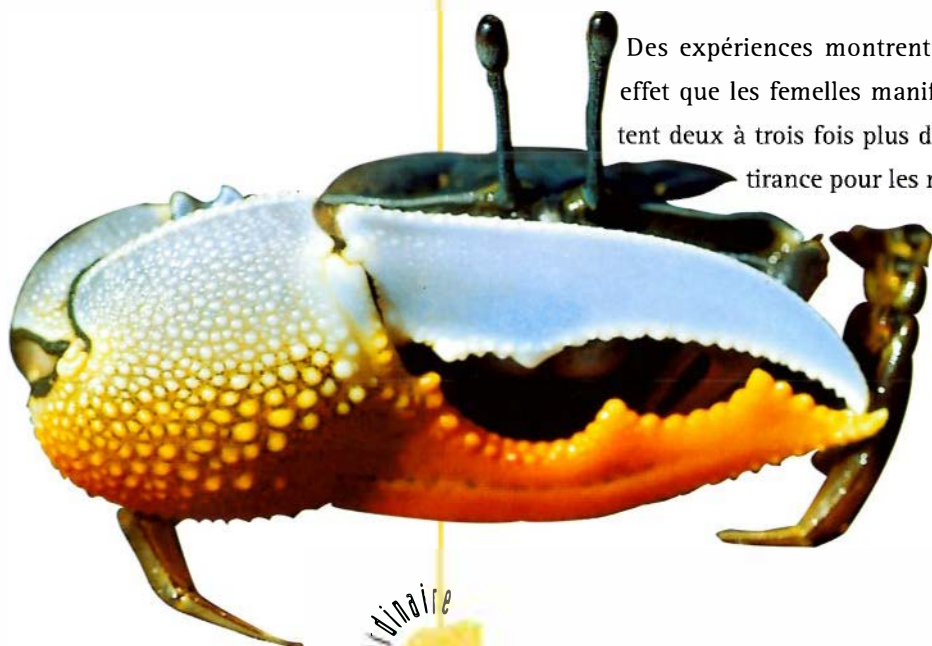
du Porte-épée mexicain, *Xiphophorus cortezi*, dont la femelle utilise une sorte de "code-barres" pour sélectionner le mâle qui aura ses faveurs !

Le mâle présente sur les flancs des traits verticaux noirs dont le nombre tourne autour de 6 à 8. Lors de la parade, il exécute devant la femelle une danse en huit qui permet à celle-ci d'admirer ses galons mais aussi de comparer les deux côtés.

Or, le nombre de barres n'est pas toujours identique à gauche et à droite et l'on observe que la préférence des femelles ne dépend pas de leur nombre total mais se porte sur les sujets qui, à cet égard, sont les plus symétriques.

On peut même accentuer artificiellement la sélectivité de la femelle en enlevant artificiellement des barres sur l'un des flancs du mâle afin d'accroître le déséquilibre... esthétique.

Le Diamant tacheté, *Taeniopygia guttata* – petit oiseau très étudié et abondamment élevé en captivité –, pousse la préférence pour la symétrie jusqu'à l'exprimer vis-à-vis de caractères artificiels, en l'occurrence des bandes orange et vertes, collées par un expérimentateur sur les pattes du mâle !



Des expériences montrent en effet que les femelles manifestent deux à trois fois plus d'attraction pour les mâ-

les dont les deux pattes portent le même arrangement de bandes colorées que pour ceux rendus – tout aussi artificiellement – dissymétriques à cet égard.

Sans doute l'efficacité de la roue du Paon en tant que signal sexuel tient-elle en grande partie à la symétrie des motifs et notamment des ocelles. Dans ce cas, le nombre d'ocelles joue également un rôle. En effet, un Paon auquel on avait enlevé une vingtaine de ces taches en forme d'œil a vu son nombre de rencontres réussies se réduire de 2 par rapport à la saison précédant l'expérience.

La symétrie peut d'ailleurs s'évaluer autrement que par le sens visuel.

Ainsi, la symétrie des sons produits par le Grillon des champs, *Gryllus campestris*, dépend de celle de ses organes de stridulation. Les femelles repèrent et choisissent de préférence le mâle qui produit le chant le plus équilibré, percevant et goûtant une différence, là où vous n'entendrez sans doute que deux grésillements pareillement monocordes et énervants.

Notons que lorsqu'un caractère s'écarte radicalement du schéma de symétrie – comme pour la pince exagérément grande du Crabe violoniste –, cela pourrait correspondre, non à une entorse à la règle, mais à un aspect particulièrement raffiné de son application.

De même qu'en musique le contretemps "fonctionne" sur nous par opposition, et donc par référence, au temps attendu, un manquement systématique à la symétrie, poussé jusqu'à la caricature, implique un contrôle parfait de ses règles. Il prendrait, par là, toute sa valeur de signal fiable : la dissymétrie sera ici d'autant plus prononcée – et donc réussie – que le développement aura été correctement contrôlé.



Statut social et Poules en peluche

Dans certains cas, la femelle se base sur l'attitude de ses consœurs pour fixer son propre choix, le succès menant en quelque sorte au succès. Le cas du Tétralyre ou Petit Coq de bruyère, *Tetrao tetrix*, illustre bien comment un mâle peut gagner un brevet de qualité, du simple fait d'avoir accompli un ou plusieurs accouplements. On savait que la femelle de ce bel oiseau de nos régions s'accouple de préférence avec les mâles qui, paradant sur le même lek, y ont déjà rencontré quelque succès, mais il restait à expliquer le mécanisme d'un tel comportement.

Il semble que cela soit désormais chose faite. Une expérience récente – et assez originale, il faut le reconnaître – a montré que les poules du Tétralyre manifestaient la même prédilection pour des mâles “à succès” même lorsque celui-ci n'était qu'apparent... Et pour cause, puisque l'on avait seulement mimé leur accouplement en utilisant des leurres, à savoir des Tétralyres femelles en peluche agitées comme des marionnettes!

Il se peut qu'en les imitant généralement les femelles fassent en sorte confiance à l'expérience de leurs consœurs, apparemment plus grande que la leur, puisqu'elles sont passées plus rapidement aux actes. Elles s'épargneraient ainsi les aléas du choix fondé sur les

☞ L'importance de la symétrie en tant que signal sexuel devient évidente lorsque, comme c'est le cas des cornes des Oryx (ou Gemsboks), *Oryx gazella beisa*, elle concerne des organes en rapport immédiat avec la capacité de défense ou d'attaque.



Lorsque le mâle du **Tétràs lyre** ou **Petit coq de bruquère**, **Tetrao -ou Lyrurus-tetrix** exécute sa parade, la séduction qu'il exerce sur la femelle ne dépend pas uniquement de l'énergie qu'il met à démontrer la beauté de ses atours, mais semble-t-il aussi de son passé de séducteur. Les femelles marquent en effet une nette préférence pour un mâle qu'elles ont vu s'accoupler à l'une de leurs consœurs... et rivales.

signaux usuels. Un autre critère "social" pourrait aussi jouer un rôle, par le fait que posséder un territoire est en général l'aboutissement pour le mâle d'une longue histoire. Faite de l'accumulation d'efforts et de combats pour acquérir et conserver son apanage, cette histoire, tant qu'il parviendra à le conserver, le classe parmi l'élite locale.

Mais cela n'expliquerait pas l'expérience des Poules en peluche... à moins d'admettre que le fait qu'un accouplement s'y déroule signe définitivement l'excellence d'un territoire aux yeux des observatrices.

Évolutivement liés

Il est difficile d'imaginer que c'est par pur hasard que, chez tant d'espèces, les traits portés par le mâle soient justement ceux que préfère la femelle.

Force est d'envisager que cela résulte d'une sorte de coévolution telle que les préférences marquées par les femelles exercent une pression sélective tendant à exagérer le trait préféré chez les mâles, ce qui, en retour, pousserait l'évolution des femelles dans le sens d'une sensibilité de plus en plus élective vis-à-vis de ce caractère.

Ce raisonnement implique que les mâles choisis en fonction de la couleur rouge de leur plumage se reproduisent plus efficacement que les autres et que leurs descendants porteront –

et transmettront – les gènes "couleur rouge" à leurs fils, et les gènes "j'aime le rouge" à leurs filles.

Tout cela présuppose que, dès l'origine, la préférence des femelles a dû apporter à elles aussi un avantage reproductif et donc que le caractère en cause reflétait déjà les qualités du mâle à cet égard: le nombre d'œufs qu'il pourrait féconder par exemple ou la qualité de ses gènes ou encore son efficacité de père nourricier et protecteur.

Le problème se complique du fait que la préférence de la femelle pour un caractère donné paraît dans certains cas avoir précédé l'apparition de ce caractère chez le mâle.

C'est ce que semblent indiquer les expériences où l'on a collé à des *Xiphophores* mâles de l'espèce *X. maculatus* – qui en sont dépourvus – un appendice en plastique imitant l'épée de leur proche parent le Porte-épée, *Xiphophorus hellerii*. Cela a suffi, en effet, pour les rendre aussitôt plus attrayants aux yeux de leurs femelles qui voyaient pour la première fois un tel ornement, forcément dénué de toute valeur indicative quant aux vertus génétiques de leur partenaire !

Dans cette optique – au propre et au figuré –, ce seraient les mâles qui auraient exploité un caractère préexistant des femelles – un certain goût pour la nouveauté ? – et sélectionné celles qui avaient le plus fort indice de préférence pour le moindre début d'épée.

D'autres expériences allant dans le même sens ont été réalisées avec des Grenouilles mâles au chant desquelles on avait ajouté – sur enregistrements, rassurez-vous – des notes supplémentaires prises dans le chant d'appel d'espèces voisines, ce qui, du coup, les a rendus plus séduisants aux yeux – ou plutôt aux oreilles des femelles !



Il semble qu'on peut admettre qu'une fois enclenché, un tel couple stimulus-réponse peut évoluer crescendo, l'un poussant l'autre à se marquer de plus en plus, et voir les deux éléments du système – le signal et le détecteur – “coévoluer” sous la pression même du succès.

Une autre course de la Reine Rouge en somme, menée cette fois entre l'annonceur et le client – le plus souvent ici, la cliente –, l'annonceur étant poussé à amplifier son signal, la cliente à devenir plus exigeante mais aussi plus experte à détecter les moindres nuances.

Une limite doit nécessairement être fixée automatiquement à un tel processus.

Elle pourrait correspondre au point à partir duquel pousser plus loin le jeu mènerait à rendre le mâle trop vulnérable (car mentir sur

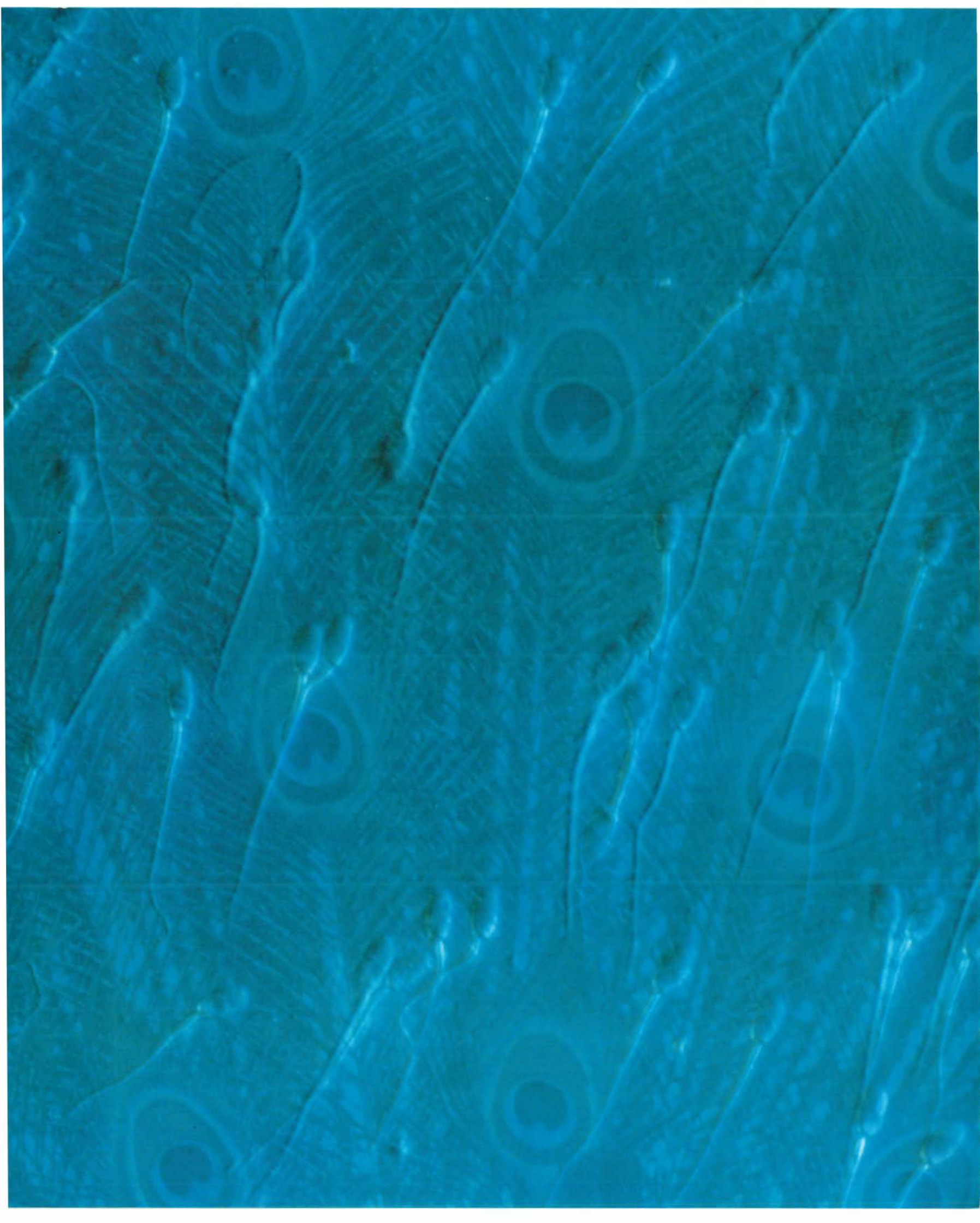
ses qualités génétiques en utilisant de faux signaux ne serait pas payant à long terme, la sélection décelant le mensonge avec assez d'efficacité).

Pour la femelle, les bornes seraient franchies dès lors qu'un goût trop prononcé pour l'exagération la conduirait à sélectionner des caractères peu avantageux pour la descendance mâle à qui elle les transmettrait.

Dans les deux cas, cela se retournerait inmanquablement contre l'intérêt des deux parties en cause, car l'amende à payer, en termes de nombre de petits survivants, serait assez lourde pour éliminer ce genre de perfectionnistes de l'annonce publicitaire.

D'où mon avis que le Paon ne pose pas – ou pas encore – le problème que l'on prétend volontiers.

Une question que se posent les biologistes à propos de certains ornements mâles (tels la nageoire anale allongée des Porte-épée, *Xiphophorus helleri*) est celle du rôle joué par les préférences des femelles dans la sélection et l'exagération de ces caractères.



Parades et Cérémonies

Tout semble se passer comme si la spécialisation existant au niveau des cellules reproductrices se répercutait au niveau des organismes. L'un des protagonistes – le plus souvent le mâle – se voit en effet chargé, comme le spermatozoïde, des manœuvres actives de rapprochement.

La femelle, elle, semble finalement se cantonner dans une attente relativement passive, à la manière de l'ovule.

En réalité, c'est le plus souvent la femelle qui décide de l'issue de la rencontre.

Certains vont jusqu'à dire que c'est elle qui, par son choix, fixe les critères de sélection sur lesquels l'évolution travaille pour définir la forme mâle optimale, ajoutant à la sélection naturelle une sélection sexuelle orchestrée par elle.

A propos des différences, morphologiques ou autres, qui, chez la plupart des animaux, permettent de distinguer le mâle de la femelle, on peut se demander si les animaux eux-mêmes les perçoivent et s'ils utilisent l'information qu'elles représentent éventuellement.

Une autre question est de savoir si, cela étant, ces différences leur permettent de choisir le meilleur partenaire. La différence est grande en effet, et subtile, entre montrer que l'on est un partenaire convenable et démontrer qu'on est en fait le *plus* convenable du secteur.

Répondre à ces deux questions est important, car de là dépend toute la logique qui pourrait justifier biologiquement le succès évolutif de la reproduction sexuée, malgré son coût élevé.

Un élément de réponse pourrait être fourni par les observations indiquant que certains animaux, non contents d'arborer ou d'émettre des signaux quelconques, se donnent un mal parfois considérable pour les mettre en évidence – en un mot, “paradent”.

Il est difficile en effet d'échapper à la conclusion qu'ils se comportent comme s'ils cherchaient consciemment à atteindre le but immédiat de s'accoupler et celui, plus lointain, inconnu d'eux, de se reproduire.

Parades simples

Pour mieux faire passer leur message vital, les individus de certaines espèces – les mâles généralement –, non contents d'être revêtus des caractères qui marquent la maturité sexuelle – couleurs, décors, armes, taille, que sais-je encore –, exécutent des gestes ritualisés qui mettent ceux-ci en évidence.

Ces gestes ritualisés constituent ce que l'on appelle les "parades amoureuses".

Selon ce critère, c'est très clairement une parade amoureuse qu'effectue l'Épinoche trident mâle lorsque, par sa danse fébrile, il cherche à convaincre une femelle de le choisir comme partenaire et de venir pondre dans le nid qu'il a préparé.

Les poissons combattants du Siam paraded vraiment eux aussi, tant pour écarter un rival que pour attirer la femelle, et ce double langage de la parade est d'ailleurs courant.

Bien qu'il s'agisse toujours d'une sorte de compétition entre mâles, la parade est généralement

menée en solitaire par le mâle, sans tenir compte vraiment de ses rivaux éventuels.

Cela reste vrai, même lorsque plusieurs parades se déroulent en même temps et dans un même lieu, comme c'est le cas pour l'Outarde Kori, *Ardeotis kori*, des savanes africaines.

La parade consiste, pour le mâle de cette espèce, à tourner en rond, à se dandiner en gonflant les sacs pneumatiques qui ornent son cou – si l'on peut dire – tout en rabattant vers l'avant le plumet blanc de sa queue.

Plusieurs mâles effectuent, en même temps et sur le même terrain, une semblable danse mais cela sans plus s'occuper de lui qu'il ne le fait d'eux. Tout au plus le regroupement a-t-il sur tous un effet de stimulation par contagion, sans qu'on puisse proprement parler de compétition.

La situation est la même chez les Frégates superbes, *Fregata magnificens*, dont, à la saison de la reproduction, les mâles se perchent, isolés ou en groupe, et attendent le passage des femelles. Dès que l'un d'entre eux repère une femelle de son espèce, reconnaissable à sa gorge noire qui la distingue de l'espèce plus

"Parader" comme le fait cet Albatros hurleur, *Diomedea exulans* consiste à exécuter une série de gestes rituels mettant en valeur des attributs qui signalent le sexe et à harmoniser la disponibilité à l'accouplement des deux partenaires. ↪





👉 Chez les Outardes kori, *Ardeotis kori*, malgré le fait qu'elles sont souvent nombreuses à partager la même zone de savane, la parade reste plus une affaire individuelle qu'une réelle compétition entre mâles, chacun paradant sans quère s'occuper des autres.



zoom zoom+

petite, il gonfle à le faire éclater son jabot devenu écarlate et pousse des cris sonores. Si cela la convainc, la femelle rejoint le mâle qui pose un moment son aile sur elle. Tous deux alors agitent la tête, puis ils se mettent ensemble à bâtir leur nid.

Un autre exemple classique de ballet nuptial, mené parfois par plusieurs couples en même temps mais indépendamment les uns des autres, est celui du Grèbe huppé, *Podiceps cristatus*. Le mâle et la femelle exécutent une sorte de danse qui, par la manière dont chacun imite les

attitudes de son partenaire, semble mimer et préparer l'accord qu'ils cherchent à établir.

Paraissant littéralement oublier le reste du monde, ils se dressent sur l'eau, face à face, cou tendu, secouant la tête de gauche à droite, tandis qu'en battant des pattes ils avancent sur l'eau, comme poussés par un moteur hors-bord. Chacun des partenaires hérissé les plumes de la face et, tenant comme un cadeau symbolique, un brin de plante dans son bec, ne lâche pas l'autre du regard.

Un autre exemple de parade ritualisée accomplie par plusieurs couples en même temps est fourni par les Grues couronnées.

Certaines danses traditionnelles des Tutsi du Rwanda sont inspirées de leur rituel. Leur exé-

cution par plusieurs couples, et l'accompagnement par des chants qui imitent les cris de l'oiseau, ne laissent d'ailleurs aucun doute sur le fait que les exécutants ont parfaitement décrypté la signification profonde de la parade et qu'ils l'utilisent dans le même sens que les grues elles-mêmes.

Chez les Albatros de l'hémisphère sud, *Diomedea epomophora* – l'Albatros royal – et *Diomedea exulans* – l'Albatros hurleur –, la parade est exécutée en chœur par le mâle et la femelle, plusieurs couples s'y livrant en parallèle.

Elle consiste, pour les deux protagonistes, à se dandiner en dressant le cou vers le ciel, en étalant de temps en temps les ailes. Les deux partenaires font, en même temps, claquer leurs becs qu'ils frottent l'un sur l'autre comme pour les aiguïser, le tout accompagné d'un cri évoquant plus le mugissement d'un bovidé que le chant d'un oiseau.

Autour d'eux, gagnés par cette agitation, d'autres couples font de même. La cérémonie peut durer plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Les couples ainsi assortis ne s'accouplent que s'ils se connaissent déjà depuis quelques années. Les individus plus jeunes, qui auront rejoint le lieu de leur naissance après une absence de quelques années, exécutent le même rituel mais ne s'accoupleront qu'après l'avoir reproduit une deuxième, voire une troisième année.

La logique de ce comportement apparaîtra si l'on réalise l'importance qu'il y a, pour chacun des candidats à l'accouplement, à s'assurer du sérieux des intentions du partenaire. Lorsqu'il s'agira de couvrir, celui des deux parents qui restera au nid doit être sûr de voir revenir l'autre, parti pêcher pendant plusieurs semaines à des centaines de kilomètres du nid. C'est sans doute aussi ce qui

explique que chez cette espèce le couple reste souvent uni toute la vie.

Maîtres de ballets

Parader n'est pas le seul fait des oiseaux. L'épompophore, *Epomophorus gambianus*, une grande chauve-souris africaine, mangeuse de fruits et de nectar, exécute aussi une petite danse, qui, semble-t-il, a pour objet de mettre en évidence les houppes de poils blancs et roses qui ornent ses épaules et qu'elle fait alors sortir de la poche où, sinon, elles sont dissimulées.

Il s'agit probablement de parade également lorsque la Baleine à bosse, *Megaptera novaeangliae*, aussi appelée Mégaptère ou Jubarte, exécute une forme particulière de saut.

Il est déjà assez impressionnant de voir un de ces énormes mammifères surgir verticalement de l'eau comme une fusée mer-air, puis se laisser redescendre selon la même trajectoire inversée.

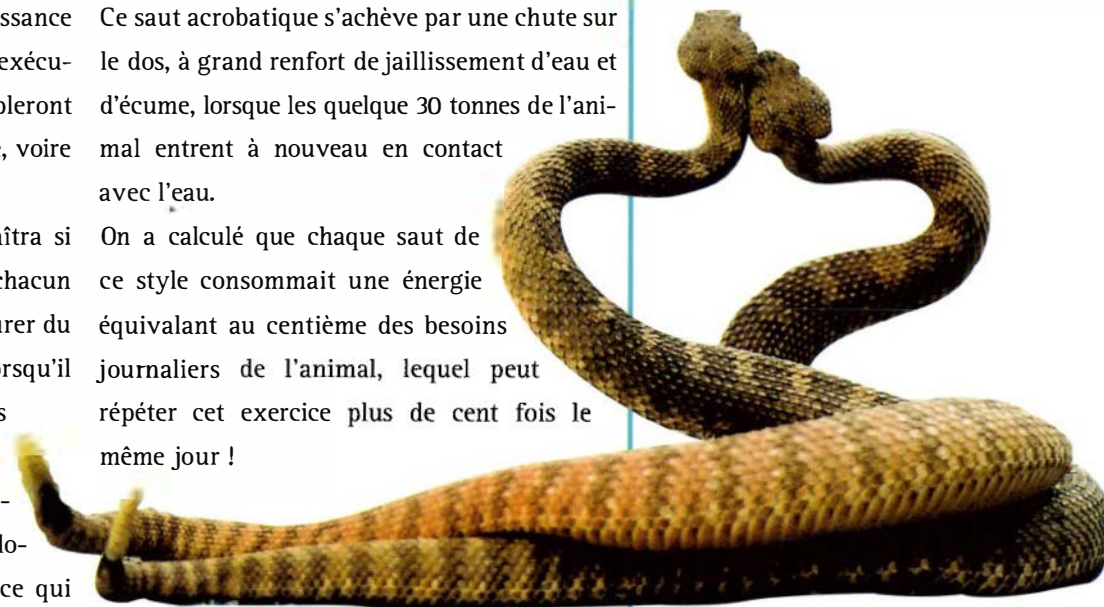
Cela n'a cependant rien de comparable avec le saut en arrière, exécuté obliquement par rapport à la surface, ventre en l'air, nageoires pectorales largement étalées.

Ce saut acrobatique s'achève par une chute sur le dos, à grand renfort de jaillissement d'eau et d'écume, lorsque les quelque 30 tonnes de l'animal entrent à nouveau en contact avec l'eau.

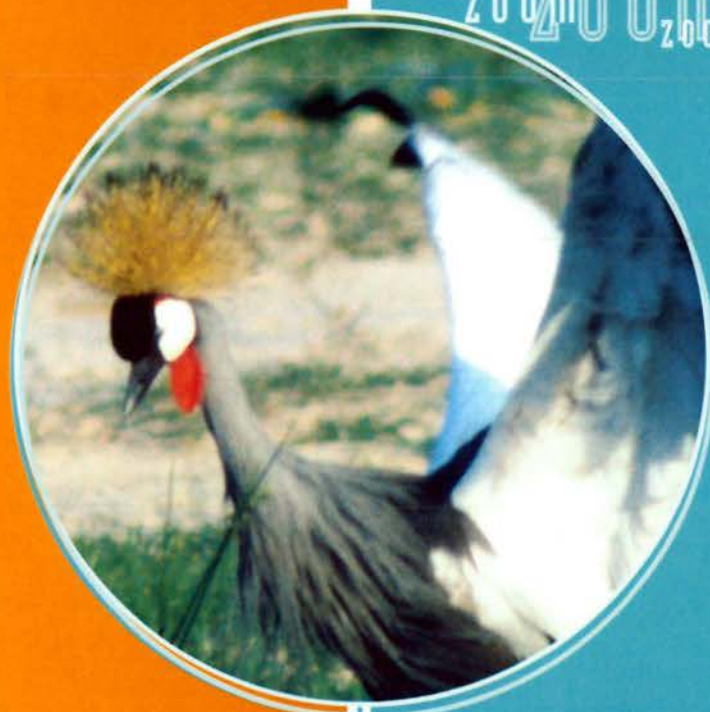
On a calculé que chaque saut de ce style consommait une énergie équivalant au centième des besoins journaliers de l'animal, lequel peut répéter cet exercice plus de cent fois le même jour !

🦋 Se rassembler pour se livrer à la parade -comme le font les Frégates superbes, *Fregata magnificens*- présente peut-être l'avantage d'attirer plus efficacement les femelles... quitte à se disputer ensuite leurs faveurs.

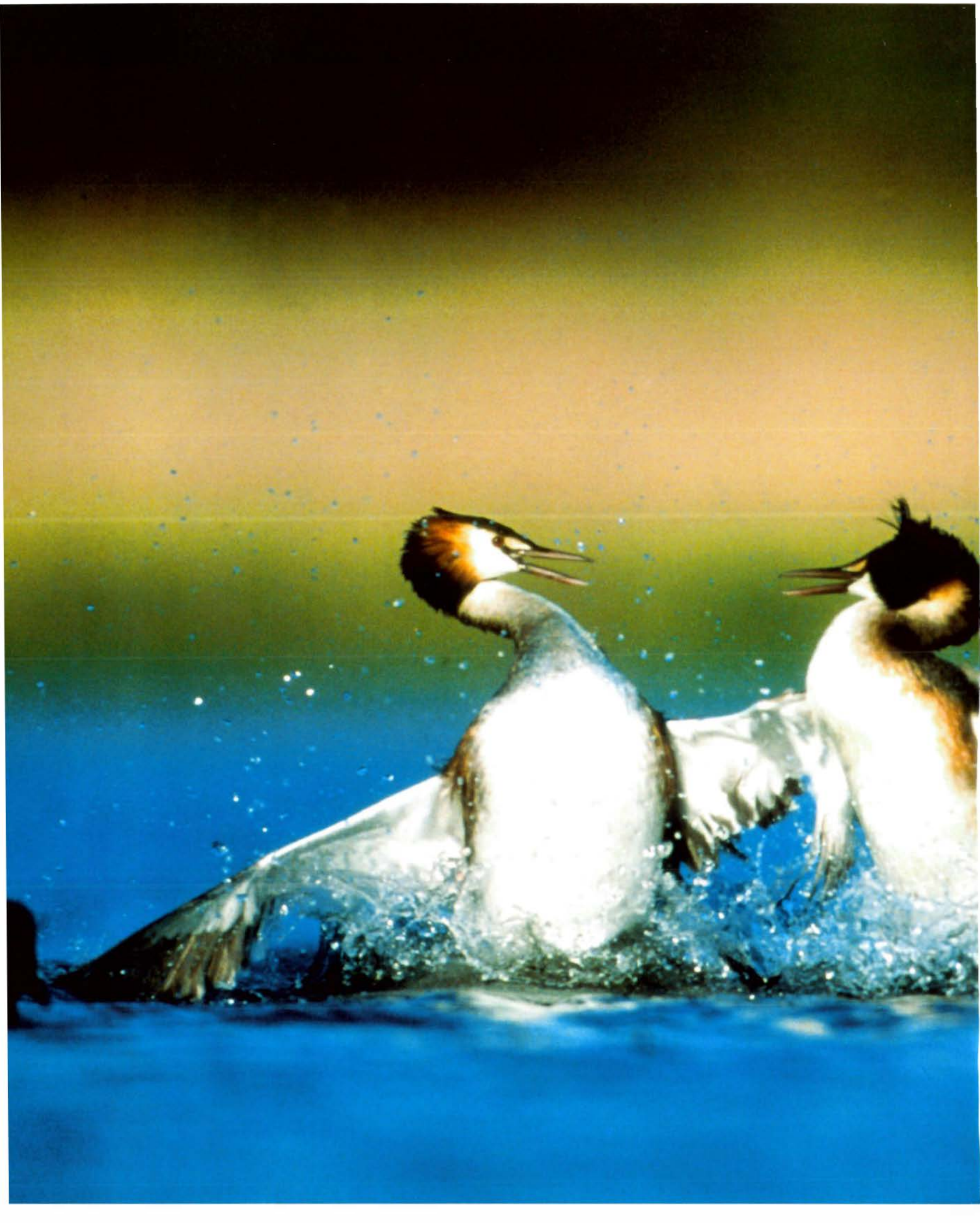
La course-poursuite, suivie de contact, à laquelle se livrent certains serpents -comme par exemple ces Serpents à sonnette, *Crotalus mitchelli stephensi*- est une forme de parade amoureuse déclenchée lorsque la femelle émet une odeur particulière révélant qu'elle est réceptive. Elle se termine par une sorte de danse, qui précède de peu la mise en contact des cloaques des deux partenaires. 🐍







On n'a pas attendu que les biologistes en réalisent l'étude approfondie pour comprendre le sens des parades auxquelles se livrent les oiseaux, surtout quand elles sont aussi éloquentes que chez les Grues couronnées, *Balearica regulorum* dont la danse a été reprise quasi littéralement -gestes et musique- dans les danses watusi traditionnelles.





Chez les Grèbes huppés, *Podiceps cristatus*, la parade rassemble pratiquement tous les ingrédients utilisés dans les parades par les oiseaux à l'exclusion du chant mais semble davantage consacrer un accord établi que chercher à l'installer. Les deux partenaires y prenant une part égale.

A la manière de la chauve-souris de la fable s'écriant "Je suis oiseau, voyez mes ailes", cette Chauve-souris Epomophore, *Epomophorus gambianus*, semble clairement vouloir dire: "Je suis mâle: voyez mes épaulettes!" et, dans ce cas, à juste titre. ↪

Ce type de saut s'exécute surtout en hiver, lors de la période de reproduction et alors que les baleines sont en groupe. D'autre part, le saut d'une des Baleines déclenche aussitôt celui de ses voisins. Ces deux éléments plaident en faveur de l'hypothèse qu'il s'agit bien là d'une forme de communication et, pour les mâles, d'une parade nuptiale.

Si tel est le cas, c'est sans doute la plus spectaculaire de toutes.

Mais les maîtres du genre se trouvent parmi la gent à plumes, certains oiseaux mâles se livrant à de véritables clowneries et à d'incroyables acrobaties pour se rendre intéressants.

Parent du Faisan, le Tragopan de Temminck, *Tragopan temminckii*, surgit brusquement devant la femelle, comme fait un enfant qui veut vous surprendre. En même temps, il dresse les deux excroissances en accent circonflexe qu'il porte au-dessus des yeux et gonfle le fanon qui garnit sa poitrine, ce qui met bien en évidence le motif chamarré de bleu et de rouge qui le décore et qui, sinon, reste prudemment dissimulé.

L'Oiseau-lyre (ou Ménure superbe), *Menura novaehollandiae*, oiseau terrestre des forêts du sud-est de l'Australie, commence par dégager, sur le sol, un monticule d'humus d'un diamètre de dix à vingt mètres. Puis, placé au milieu de cette piste, il dresse ses rectrices blanches et les laisse retomber au-dessus de sa tête à la façon d'un dais argenté. En même temps, il étale les deux longues plumes rectrices externes, courbées en forme de lyre qui lui ont valu son nom. Il exécute alors une sorte de danse du scalp, accompagnée de chants et cris divers où il exprime tous ses talents d'imitateur. Il incorpore même à sa partition des sons imitant les bruits des activités humaines des alentours –moteur et klaxon de voiture, locomotive, tronçonneuse... – marquant ainsi incidemment les pressions auxquelles est soumise l'espèce.

Dès qu'il aura réussi à convaincre une femelle de l'accepter pour père de sa progéniture, il ira répéter le même scénario sur une autre des pistes préparées par ses soins, laissant à chacune de ses partenaires le soin de s'occuper de la descendance issue de la rencontre.





Les Paradisiens mâles de toute espèce sont parmi les meilleurs spécialistes de la parade. Leur plumage est si beau que lorsque, au ^{xvi}^e siècle, les premières dépouilles furent apportées en Europe par l'expédition de Magellan, la légende se répandit qu'elles provenaient d'oiseaux célestes... d'où leur nom.

Le Paradisier de Victoria, *Ptiloris victoriae*, dresse la tête et ouvre brusquement les ailes, ce qui, du coup, le transforme en éventail rutilant d'une parfaite symétrie.

Le Paradisier bleu, *Paradisaea rodolphi*, combine acrobatie et étalage de couleurs. Suspendu la tête en bas, il plastronne littéralement en gonflant les plumes pour mieux faire valoir le camail bleu de son plumage. Du fait de sa

position, deux longues rectrices s'agitent au-dessus de lui et se recourbent comme pour encadrer l'oiseau, lequel ponctue ses exercices à grand renfort de cris sonores.

La Parotie six-filets, *Parotia lawesii*, agite les six plumes filiformes qui constituent sa maigre houppe, fait gonfler les plumes bleu métal de sa poitrine et dresse ses rémiges en une sorte de pagne du plus bel effet. D'autres mâles paradent aux alentours, chacun sur sa propre piste de danse. On peut supposer que par sa seule réalisation, une exhibition de ce genre renseigne amplement la femelle sur les qualités physiques de son porteur et, notamment, sur sa vigueur, les ornements ainsi mis en évidence complétant et renforçant ce message.

Les circonstances et le contexte de son exécution suggèrent que le saut renversé des Baleines à bosse, *Megaptera novaeangliae*, fait partie du répertoire des signaux amoureux.





Le mâle de l'Oiseau-lyre -ou Mènure superbe-, *Menura novaehollandiae*, accomplit sa parade sur une sorte de scène préparée par ses soins. Il commence par émettre un chant auquel se mêlent diverses imitations: chant d'autres animaux mais aussi bruit de moteurs et sons de klaxons. Dès qu'une femelle s'approche, il commence alors la danse qui met en valeur les plumes en forme de lyre qui lui ont valu son nom.

De même taille que la femelle, le mâle du Paradisier magnifique, *Cicinnurus magnificus*, s'en distingue par ses couleurs vives et par les deux plumes caudales allongées qu'il fait vibrer lors de la parade. Bénéficiant d'une nourriture enrichie d'insectes, la femelle peut se passer de l'aide du mâle pour élever les petits... ce qui permet à ce dernier d'être polygame. ↵



Cadeaux de noces

Un aspect des plus curieux de certaines parades est le fait que le mâle accompagne son exhibition d'une sorte de cadeau dont le sens se prête à plusieurs interprétations par le biologiste... comme peut-être par la femelle concernée.

Dans certains cas, il s'agit d'un élément habituellement utilisé par l'espèce dans la construction du nid ou tout au moins qui l'évoque.

Certains y voient un signe par lequel le mâle indiquerait le sérieux de ses intentions paternelles et, par l'évocation de la construction du nid, exprimerait une forme de promesse de collaboration.

Il pourrait aussi bien s'agir chez lui d'une sorte de confusion née de la fièvre de l'excitation saisonnière et de sa propre agitation, et qui le conduirait à aborder à contretemps le programme de l'étape suivante des relations entamées. Cela pourrait d'ailleurs n'avoir aucun rapport avec tout cela et n'être que la "récupération" d'une attitude qui, en d'autres temps, prend valeur de signal positif et qu'il utilise pour apaiser l'agressivité provoquée par son intrusion dans le domaine privé de la femelle.

Ce type de double utilisation d'un signal est fréquent dans le monde animal (comme d'ailleurs, dans le langage humain, où des expressions telles que "mon bébé" ou "mon petit poussin" sont utilisées dans des situations très différentes). C'est ainsi par exemple que, pour apaiser le mâle lors des approches, la femelle du Goéland heurte du bec la tache rouge présente sur sa mandibule inférieure, reproduisant ainsi le signe employé par le jeune pour obtenir sa nourriture. Le même type de question se pose lorsque le présent est de la nourriture, l'autre forme de cadeau nuptial.



Pour les mâles de plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques, Sternes caugek et autres Martins-pêcheurs, le rituel de la parade n'est pas complet sans l'offrande d'un poisson. Cela semble d'ailleurs être l'avis de leurs femelles, dont le choix est effectivement guidé par la qualité du présent.

Selon la même stratégie, le Guêpier, *Merops apiaster*, apportera à sa belle un gros insecte fraîchement capturé. Le Busard des roseaux, *Circus aeruginosus*, exécute, lui, une véritable exhibition de vol acrobatique, couronnée du lâcher d'une proie que la femelle attrape au vol. L'Araignée-loup, *Pisaura mirabilis*, offre à la femelle un insecte enveloppé dans de la soie et profite du moment où sa partenaire est occupée à manger pour la féconder aussi vite que possible.

Certains insectes Diptères, de la famille des Empididés, poussent la duplicité jusqu'à remporter leur cadeau une fois l'accouplement réalisé, pour aller tenter ailleurs une nouvelle chance. Le mâle de la Mouche-scorpion, *Hylobittacus apicalis*, offre, lui aussi, une proie dont la taille

Est-ce pour faire valoir ses qualités paternelles qu'au cours de la parade le mâle du Guêpier, *Merops apiaster*, offre un insecte à la femelle? Ou bien est-ce simplement pour apaiser son agressivité?



☞ Baptisé "cadeau nuptial", le don de nourriture fait partie des manœuvres d'approche de la Sterne naine, *Sterna albifrons*, et de diverses autres espèces d'oiseaux pêcheurs.

détermine ses chances de succès auprès des femelles en même temps que les chances de succès de sa reproduction.

En effet, plus grosse sera la proie offerte, plus longtemps la femelle maintiendra l'accouplement et donc plus le mâle pourra transférer de spermatozoïdes.

Une stratégie chez cette espèce consiste pour certains individus mâles à imiter, auprès d'un prétendant, l'attitude d'une femelle accueillant favorablement l'offrande, puis à s'enfuir avec la proie que le naïf leur a donnée. D'autres s'emparent de la proie pendant que le couple s'affaire et vont présenter à une femelle une prise qui ne leur a coûté qu'un peu d'astuce...

Le don de soi

Le cadeau nuptial consiste parfois en une production du mâle lui-même, qui paie ainsi de sa personne pour favoriser ses projets.

Chez *Stilbocoris natalensis*, une sorte de Punaise africaine, c'est d'une graine de figue que le mâle fait présent, non sans y avoir préalablement injecté un peu de sa salive. Celle-ci agite sur la femelle par des phéromones ou bien est-ce une simple "carte d'identité" ? Mystère. Chez la Panorpe ou Mouche-Scorpion, insecte de l'ordre des Mécoptères, le mâle s'approche de la femelle en vibrant des ailes. Arrivé auprès d'elle, il dépose une goutte d'aspect saliveux,

qui coagule rapidement. La femelle s'en saisit et se met à la manger, cependant que le mâle en profite pour la féconder. Pendant tout l'accouplement, qui dure plusieurs minutes, il continuera à régurgiter des gouttelettes de la même substance, que la femelle consommera au fur et à mesure.

Souvent, le cadeau fait partie intégrante du matériel transféré pendant l'accouplement.

L'exemple le plus fréquent en est le *spermatophore* utilisé par plusieurs espèces d'insectes notamment. Il s'agit d'une sorte de sac en forme d'ampoule – d'où son nom d'*ampulla* – qui contient les spermatozoïdes, pourvu d'un dispositif qui, seul, sera inséré à l'intérieur de la femelle et qui sert de passage aux spermatozoïdes. L'ensemble fonctionne donc un peu comme une seringue et une aiguille.

Ce type de stratégie évoque par plus d'un aspect le cadeau nuptial qui a donc sans doute la même base logique.

En plus de favoriser un accouplement efficace, un effet positif supplémentaire d'une telle stratégie peut s'exercer sur le développement des œufs, par le biais des réserves que la femelle peut y déposer grâce à ce petit "en-cas".

Cela est illustré par un Papillon, la Piéride du Navet, *Pieris napi*, dont le mâle produit un spermatophore énorme – il peut représenter un sixième de son poids corporel – dépassant nettement ce qui est nécessaire à la protection des spermatozoïdes.

Des expériences de marquage radioactif montrent que l'on retrouve effectivement des substances du spermatophore incluses dans les matières de réserves des œufs de la Piéride.

Cependant, dans des conditions de parfaite alimentation, les femelles ne se laissent pas influencer par l'importance du don alimentaire... et les mâles, s'ils le peuvent, se gardent de faire la

dépense. Ceci confirme le sens qu'il faut donner à cette forme de cadeau de noces.

Cannibalisme ou don suprême ?

Le cannibalisme du mâle par la femelle après – voire pendant – l'accouplement pourrait correspondre à la stratégie du don de soi, poussée à l'extrême de sa logique.

Un tel comportement est surtout connu par l'exemple de la Mante religieuse. Il ne semble pourtant pas constituer la règle chez cette espèce et, à supposer qu'il existe dans les conditions naturelles, il relèverait plutôt de l'accident de parcours, la femelle mangeant simplement ce qui est à portée de ses mandibules, "l'état de grâce" de l'accouplement passé.

Il est cependant fréquent chez les Araignées et chez les Insectes.

Cette forme de cannibalisme existe chez *Latrodectus mactans*, d'où son nom commun de Veuve noire. Mais il ne s'agit pas dans ce cas d'un sacrifice spontané du mâle, lequel fait ce qu'il peut pour éviter cette funeste issue.

En revanche – et cela suggère une évolution possible –, le mâle d'une Veuve d'Australie, *Latrodectus hasselti*, semble se sacrifier délibérément. En plein accouplement, il se place de lui-même dans les chélicères de sa compagne, laquelle commence aussitôt à lui injecter des sucs digestifs. Comme il est environ 50 fois plus petit que la femelle, ce n'est certes pas la nourriture qu'il représente qui justifie cette attitude suicidaire.

D'où l'idée que le "calcul" retenu par la sélection est ici aussi d'occuper la femelle suffisamment longtemps pour que le mâle lui transfère un maximum de ses spermatozoïdes, un peu comme il ne représentait que l'équivalent énorme du spermatophore nourricier des Grillons.



Un couple de Martin-pêcheurs, *Alcedo atthis*, scelle son alliance grâce au don d'un petit poisson par le mâle.



Un cadeau bien calculé

Chez le Grillon décoré, *Gryllodes supplicans*, dès que le mâle a transféré le spermatophore, la femelle n'a rien de plus pressé que de manger la masse gélatineuse qui y est attachée et qui n'a d'ailleurs pas d'autre raison d'être. Cela étant fait, elle s'attaque au reste et entreprend de le manger aussi, détruisant du même coup les spermatozoïdes qui y seraient restés, ce qui n'est pas du tout de l'intérêt du mâle.

Or, on a observé que chez cet insecte, le transfert complet des gamètes prend en moyenne 50 minutes. D'autre part, un total de 52 minutes s'écoule avant que la femelle ait terminé de croquer le petit supplément alimentaire fourni avec le spermatophore. Cela laisse donc - en moyenne toujours - un battement, une marge de sécurité, de 2 minutes à peine à la fécondation pour s'accomplir entièrement.



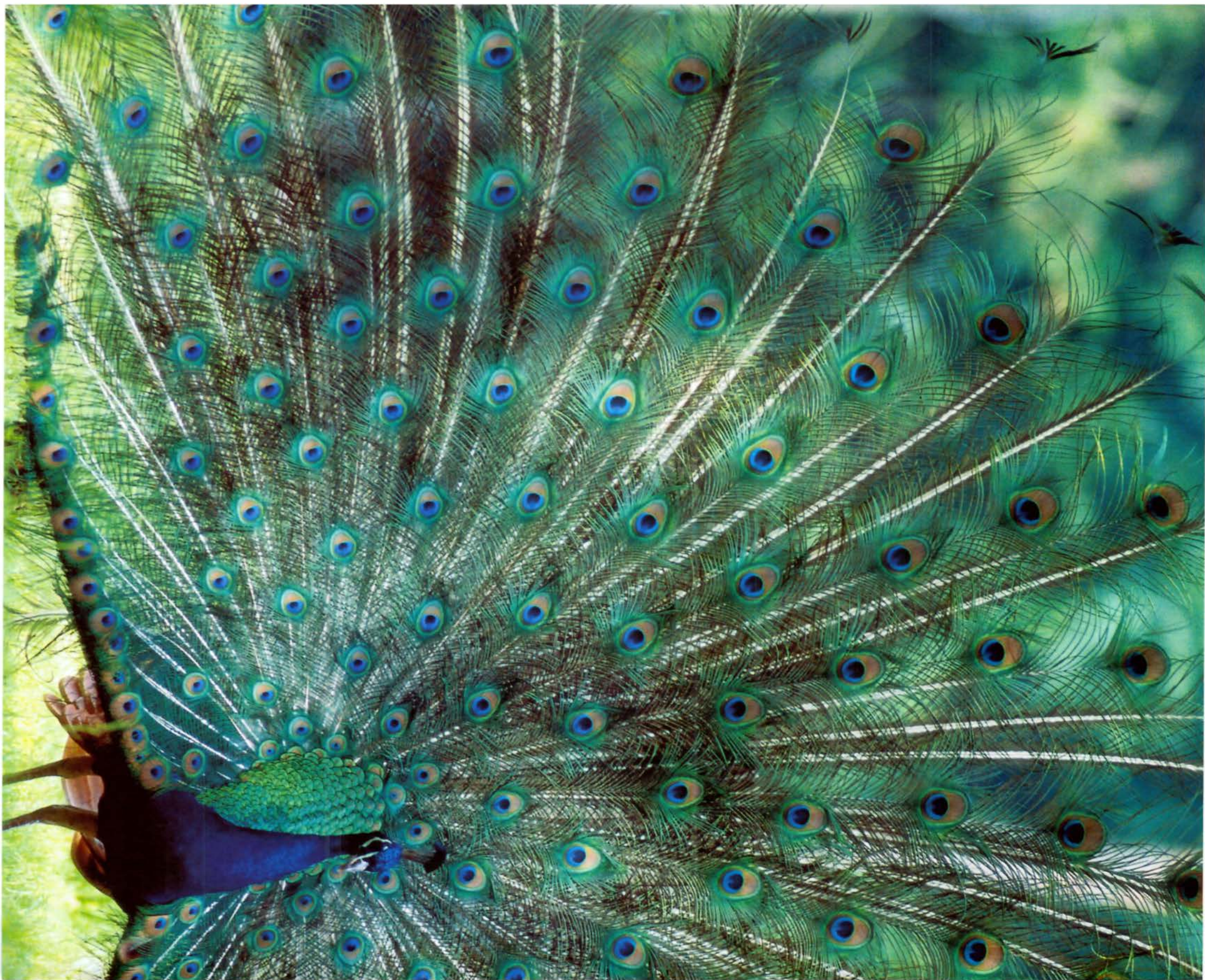
L'auteur canadien de ces observations chronométriques en conclut que la raison d'être de ce don nuptial de nourriture est d'empêcher que la femelle élimine l'ampulla avant d'avoir reçu et stocké tous les spermatozoïdes. Tout se passe en effet comme si le mâle effectuait un cadeau calculé au plus juste pour assurer un transfert complet de ses spermatozoïdes sans frais inutiles.

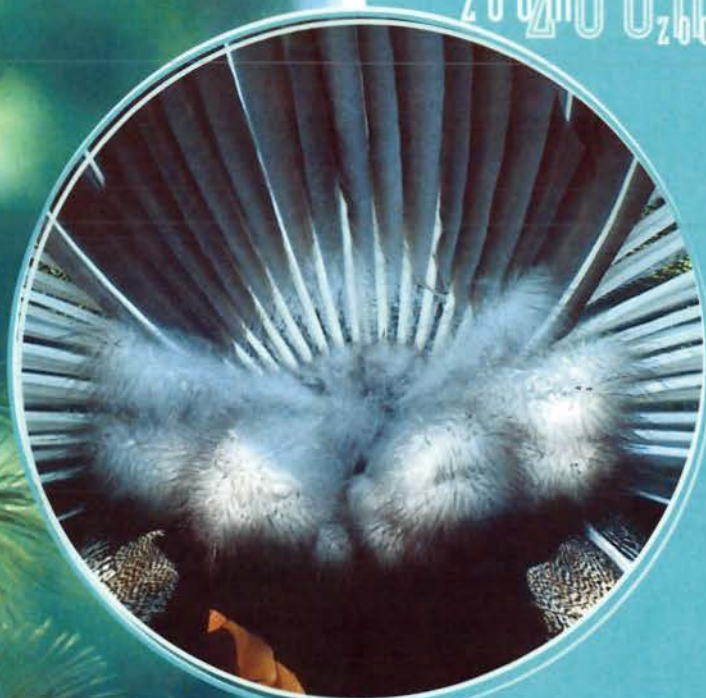
On observe par ailleurs chez plusieurs espèces d'insectes que la femelle enlève le spermatophore avant qu'il ait rempli son office. Cela explique, par exemple, le fait que chez certains Grillons, notamment le Grillon arboricole, *Oecanthus latipennis*, le mâle distrait la femelle tout le temps nécessaire, en lui offrant à lécher le produit d'une glande, présente juste sous le point d'attache des ailes.

L'astuce suprême semble être de distribuer les cadeaux - je veux dire ici l'enveloppe nutritive du spermatophore - petit à petit, au fur et à mesure du progrès de la fécondation.

Ainsi, un autre Grillon, *Orocharis saltator*, répartit ses spermatozoïdes dans une vingtaine de spermatophores qu'il distribue à la chaîne, chacun étant libéré et transféré pendant que la femelle achève de manger le précédent.

📌 Chez certaines espèces d'araignées de la famille des Lycosidés, le mâle ne parvient à s'accoupler sans trop de risques qu'en offrant une petite proie à la femelle. A voir l'allure de cette femelle de Lycose - ou Araignée-loup- de Floride, on comprend une telle prudence.





Lorsqu'il veut éblouir une femelle, le Paon bleu, *Pavo cristatus*, se comporte comme s'il était conscient du fait qu'il est préférable pour lui de présenter de face sa fameuse "roue". On pense généralement que ce plumage encombrant réduit les chances du mâle d'échapper aux prédateurs, mais il n'a pas été démontré que ce risque est proportionnel à la longueur de la traîne.





✧ Malgré les apparences, la "danse nuptiale" des Scorpions -ici Buthus occitanus- n'a rien d'un combat et ne fait courir aucun risque réel au mâle. Il n'en est pas de même chez la Veuve noire ✧, Latrodectus mactans, dont le mâle, nettement plus petit que la femelle, ne parvient pas toujours à échapper aux instincts cannibales de celle-ci, qui fait de lui son repas de noce.

Le bénéfice est d'ailleurs réel et double : les mâles "cannibalisés" fécondent effectivement plus d'œufs que ceux qui ne le sont pas et, de plus, la femelle se montre moins encline à accepter d'autres partenaires lorsqu'elle a ainsi consommé son mariage... dans le double sens du terme. Cette priorité absolue donnée à la fonction reproductrice n'est pas sans rappeler le risque associé aux signaux sexuels et à la parade, risque si bien illustré par le Paon et la roue somptueuse dont bénéficie – ou est victime – le mâle de l'espèce. On suppose en effet qu'en dehors des séances de parade, les longues sous-caudales qui forment cet accessoire d'apparat sont plus encombrantes qu'utiles et réduisent les chances du porteur d'échapper à ses prédateurs. A supposer même – ce qui demande vérification – que cela soit exact, certains

estiment que c'est précisément ce risque qui donne tout son sens à cet attirail, car en faisant la roue, le mâle prouverait à la femelle qu'il est vraiment robuste, pour avoir survécu malgré ce handicap.

Mais, quoi qu'il en soit, l'important est qu'avant de tomber victime de ses attributs encombrants, le Paon en ait recueilli le bénéfice et que, comme celui de la Veuve d'Australie, il ait eu le temps d'assurer sa descendance. Car c'est la seule chose dont tient compte la sélection naturelle. Le fait qu'il subsiste toujours, et des Veuves et des Paons, indique à suffisance que tel est bien le cas. A trop vouloir calculer, on risque de tomber dans une erreur pareille à celle de cet ingénieur amateur qui avait conclu de ses calculs que l'abeille n'est pas construite pour voler.



✧ Ce mâle de Mante religieuse du genre Sphodromantis a perdu la tête (au sens littéral: la femelle la lui a mangée!)... Cela ne l'empêche aucunement de poursuivre l'accouplement.



Artifices et jeux du cirque

Chez de nombreuses espèces, les parades des mâles atteignent un degré d'organisation et de ritualisation qui justifie qu'on les examine à part. Elles jettent en effet une lumière particulièrement instructive sur certains aspects de la logique de la communication sexuelle et de l'évolution de stratégies amoureuses.

Deux types de parades entrent dans cette catégorie: l'utilisation de signaux artificiels et les parades communales, deux stratégies amoureuses où tout semble se passer comme si les animaux connaissaient et appliquaient – jusqu'à la caricature parfois – les théories que l'on a déduites de l'analyse du comportement des autres espèces.

Paradoxalement, c'est le caractère artificiel des moyens mis en œuvre qui permet de mettre en évidence la manière dont les signaux et parades utilisés par les autres espèces sont organisés "pour" disposer la femelle à accepter l'accouplement tout en négociant les risques qui leur sont associés.

Bien sûr, cela ne signifie pas que l'animal soit conscient d'un but que les comportements en cause auraient été organisés *pour* atteindre mais, tout simplement, *qu'ils* ont été retenus par la sélection naturelle parce qu'ils l'atteignaient.

Leur observation débouche sur d'étranges questions, portant notamment sur le fonctionnement du cerveau et sur la subtile frontière qui séparerait l'instinct de l'intelligence.

Certains auteurs en viennent même à se poser des questions aussi dangereusement anthropomorphiques que celle de l'origine du sens esthétique ou du mécanisme de la créativité et de la différence qu'il pourrait y avoir à cet égard entre l'animal et l'homme.

Les Oiseaux à garçonnière

Considérons tout d'abord l'utilisation de signaux artificiels qui est le fait d'une famille d'oiseaux qui auraient pu s'appeler "Oiseaux à garçonnière".

Bien que vous ne trouverez mention d'un tel nom dans aucun dictionnaire ni traité de zoologie, de tels oiseaux existent pourtant, mais ils sont connus sous d'autres noms.

Habitants de la région de la plate-forme Australie-Papouasie, on les nomme parfois "Oiseaux-jardiniers", ce qu'ils ne sont en aucun cas, ne semant ni ne plantant rien, ni n'entretenant aucune vraie forme de jardin. D'autres – ou parfois les mêmes – ont reçu le nom courant d'"Oiseaux à berceau", lequel est plus exact, mais ambigu en français, car le mot "berceau" fait penser à un nid, chose dont se soucie comme d'une guigne le mâle qui construit le "berceau" en question.

Celui-ci est en effet une construction qui correspond plus ou moins au sens que prend ici le mot berceau, à savoir celui d'un arceau de verdure, d'une charmille ou d'une tonnelle, ce que signifie "Bower" dans "Bowerbirds", le nom anglais de ces oiseaux.

En fait, si l'on tient compte de sa fonction exacte, c'est plutôt d'une *garçonnière* qu'il s'agit, car elle ne sert que de lieu de rencontre pour le mâle qui fait mille efforts pour la rendre aussi attirante que possible.

"Voici des fruits, des fleurs, des feuilles et des branches"

Mis à part le mythique Phénix, aucun oiseau sans doute n'a autant frappé l'imagination que ceux-ci. Depuis la première fois où, en 1872, l'un d'eux a été aperçu et ses mœurs observées

par un Européen, Odoardo Beccari, l'étonnement n'a cessé de grandir.

Il s'agissait en l'occurrence de l'Oiseau-jardinier brun, *Amblyornis inornatus*, dont le nom anglais "Vogelkop bowerbird" fait référence aux monts Vogelkop de Nouvelle-Guinée, où fut découvert cet oiseau remarquable, non par son plumage – qui est d'un brun terne – mais par la construction qui lui sert de lieu de parade.

Il s'agit d'une sorte de hutte, faite de branches tressées, arrimés au tronc de quelques jeunes arbres qui lui servent de pilier. Une sorte de parvis de mousse la précède, sur lequel une centaine d'objets de sept couleurs différentes sont disposés en petits tas, un par couleur.

Tout fait farine au moulin pour cet artiste : plumes, fruits, fleurs, coquillages, champignons, carapaces d'insectes... figurent déjà dans l'inventaire réalisé par Beccari.

Depuis, la présence de l'homme moderne aidant – si l'on peut dire –, le catalogue s'est enrichi de brosses à dents, de douilles de cartouches ou d'emballages colorés et capsules de bouteille de limonade, la couleur restant toutefois l'élément décisif !

Dans la même zone, distantes l'une de l'autre de plusieurs centaines de mètres, voire de quelques kilomètres, plusieurs constructions semblables sont dispersées.

On sait maintenant que d'autres oiseaux de la même zone géographique ont un comportement semblable. Ils sont d'ailleurs tous apparentés, étant tous membres de la même famille, celle des *Ptilonorhynchidés*. Riche de plusieurs genres, celle-ci rassemble 18 espèces d'oiseaux différant par le plumage et, pour les 14 qui en construisent, par les détails du berceau, toujours l'œuvre du seul mâle.

C'est d'ailleurs de la comparaison entre ces deux caractères, corporels et "architecturaux", qu'a



émergé peu à peu la logique qui semble présider au comportement extraordinaire de ces oiseaux au goût d'artiste.

Architectes-décorateurs . . .

Selon l'espèce, la forme du "berceau" varie considérablement. Chez certaines, c'est un simple espace décoré de feuilles ou un mât. Chez d'autres, c'est la sorte de hutte complexe que nous avons décrite. Chez d'autres encore, il s'agit seulement d'une allée, simple ou double, bordée d'un mur de verdure. Le tout est plus ou moins décoré, selon l'espèce.

Quatre espèces d'Oiseaux à berceau orientent systématiquement leur édifice de manière à éviter que, lorsqu'ils s'y réunissent, le mâle et

la femelle soient éblouis par le soleil, mais à assurer en revanche que, lorsqu'il y parade, les décorations et le plumage du mâle soient sous le meilleur éclairage.

Chez six espèces, les mâles utilisent une sorte de pinceau, un morceau d'écorce par exemple, pour peindre les montants de leur berceau à l'aide de charbon de bois ou du jus de fruits écrasés dans leur bec.

Mais le plus étonnant est que le degré d'élaboration et la richesse de décoration du berceau varient en fonction inverse de l'éclat et de la beauté du plumage de l'oiseau mâle de l'espèce concernée.

En effet, si l'on classe les quatre espèces du genre *Amblyornis*, par ordre décroissant d'éclat

✎ L'Oiseau-jardinier doré, *Prionodura newtoniana*, est le plus petit des Oiseaux à berceau, mais c'est lui qui peut édifier le plus grand berceau. Ce dernier, du type berceau-tonnelle, est constitué de deux tours de végétaux, réunis par un perchoir de parade et décoré de fleurs, fruits et lichens de couleur blanche ou vert pâle.





L'Oiseau à berceau brun, *Amblyornis inornatus*, des montagnes d'Irian Jaya, est, parmi les Oiseaux-jardiniers, l'espèce dont le mâle est le plus terne. Il compense cela par la complexité extrême de la structure de son berceau du type "tonnelle" et par la diversité de couleur des objets qu'il dispose en petits tas pour en décorer les abords.







Le Grand oiseau à berceau
(ou Oiseau à berceau
à nuque rose),
Chlamydera nuchalis,
construit un berceau de type
"allée" et, comme pour
compenser l'aspect sombre
de son plumage, le décore
abondamment d'objets
divers: fleurs, coquillages,
os, et même, à proximité
des habitations humaines,
capsules de bouteilles.





Le mâle de l'oiseau satin, *Ptilonorhynchus violaceus*, passe du vert au bleu-vert profond lorsqu'il devient mature. Il semble logique de supposer que la décoration bleue de son berceau-allée joue le rôle d'amplificateur de signal auprès de la femelle. Comme d'autres espèces apparentées, il n'hésite pas à incorporer dans sa décoration des objets fabriqués par l'homme.



☞ Une femelle d'Oiseau-jardinier prince-régent, *Sericulus chrysocephalus*, inspecte le berceau-allée construit par le mâle, lequel aussitôt se met à parader auprès de son ouvrage. Si l'ensemble lui paraît convaincant, la femelle acceptera l'accouplement qui aura lieu dans un arbre voisin.

de la parure du mâle, l'Oiseau-jardinier de Mac Gregor, *Amblyornis macgregoriae*, très coloré et doté d'une longue crête orange, se classera premier.

Viendra ensuite, quasi ex æquo, l'Oiseau-jardinier à front jaune, *A. flavifrons*, dont la crête jaune est plus simple. Le troisième sera *A. subalaris*, l'Oiseau-jardinier à huppe orange, lequel doit à sa huppe assez courte d'être classé avant l'Oiseau-jardinier brun, que son nom latin *A. inornatus* "le non-orné" décrit assez justement.

Or, on constate que cet ordre est exactement inverse de celui auquel on aboutirait en classant ces oiseaux selon le degré de complexité de la structure et de la décoration de leur berceau.

Chez les deux premiers, c'est une sorte de tour faite de brindilles de bois, haute de 50 à 120 cm et dressée autour du tronc d'un arbre ou d'une fougère arborescente (nous sommes en Nouvelle-Guinée, rappelons-le).

Une différence cependant : peu ou pas décorée chez le magnifique *A. macgregoriae*, la plateforme encerclant la tour de son challenger à front jaune est garnie de trois empilements de fruits de couleurs différentes – bleu, jaune et vert – soigneusement disposés en triangle autour du mât central, pour le numéro deux.

Quant au petit dernier, le "non-orné", sa construction prend l'aspect élaboré que nous avons décrit plus haut, avec les sept couleurs de ses décorations et elle est à peine moins complexe

que celle du numéro trois de ce concours de Mister Oiseau à berceau.

Si on ajoute à ce classement un autre genre d'Oiseaux à berceau, l'opposition plumage-berceau paraît plus nette encore. L'Oiseau-jardinier doré, *Prionodura newtoniana*, n'a, pour attirer l'attention, qu'une crête très courte.

En revanche – en quelque sorte littéralement –, il édifie une double tour, haute de 2 m 50, supportant un perchoir et décorée de mousse, de lichens, ce qui le place juste en dessous d'*A. inornatus* dans le classement des "architectes-décorateurs".

Tout se passe donc comme si certaines de ces espèces voulaient compenser le relatif manque d'éclat de leur parure.

Mais ce pourrait aussi bien résulter d'une évolution inverse. Un degré croissant d'intelligence aurait en effet pu permettre à certains de ces oiseaux de se passer progressivement d'une parure aussi dangereuse qu'éclatante en lui substituant une construction qui en fasse fonction.

Signaux supranormaux ou ruse de guerre?

L'observation montre clairement en tout cas que, dans une certaine mesure, le berceau remplace les couleurs de l'oiseau en assumant l'essentiel du risque lié à la communication sexuelle, laquelle peut se dérouler "comme si" la substitution n'avait pas eu lieu.

Cela est parfaitement illustré par le Grand Oiseau à berceau, *Chlamydera cerviniventris*, dont le mâle construit un berceau en forme d'avenue. Lors de sa parade, il exécute une série de mouvements de tête semblables à ceux qu'exécutent des espèces voisines. Or, si cela a un sens chez son cousin *Chlamydera nuchalis*, – car cela met en valeur la jolie crête rosâtre dont il est pourvu –, cela n'en a plus aucun pour notre *cerviniventris* dont les ancêtres ont

perdu toute crête depuis des millénaires. En revanche, et comme pour compenser ce manque, le mâle tient dans son bec une baie verte qu'il brandit tout le temps que dure la parade. La logique qui préside au choix des couleurs de la décoration n'est pas toujours évidente, peut-être en raison du fait que nous ne regardons pas les choses sous le bon éclairage, ni avec les mêmes yeux que l'oiseau.

Dans certains cas, le choix dépend des couleurs portées par le mâle, soit pour les rappeler, soit pour en augmenter le contraste avec l'environnement où il parade. Cela s'accorde alors avec l'idée d'une réduction du risque, aussi bien qu'avec celle, non exclusive, d'un moyen particulier d'amplifier son propre signal.

L'Oiseau à berceau tacheté, *Chlamydera maculata*, dont le plumage brun contraste mal avec le sol sec qui l'entoure, décorera son "avenue" d'objets de couleur claire, mais peindra de brun les piliers de son berceau.

L'Oiseau-jardinier doré préfère les fleurs blanches et jaunes, sur fond de feuilles vertes.

Chez l'Oiseau-satin, *Ptylinorhynchus violaceus*, les mâles sont verts tant qu'ils sont immatures, tout comme les femelles, mais ils deviennent d'un bleu-vert métallique dès leur maturité, et les objets qu'ils accumulent pour garnir la plateforme de leur berceau-allée sont du même bleu. Le soin accordé à ce choix est grand car les oiseaux rejettent tout objet d'une autre couleur que l'on placerait sur leur ouvrage et se battent entre eux pour s'arracher les pièces bleu-vert, quelles qu'elles soient, écorces, bouchons, fruits, fleurs... ou verroterie.

Au cours d'une expérience, une centaine de jets de verre de la couleur adéquate avaient été dispersés sur une série de berceaux mal fichus, construits par des mâles encore inexpérimentés. Moins de 24 heures plus tard, plus de 75 % de

ces objets se retrouvaient sur les plates-formes de quelques mâles dominants du coin !

On a vu un mâle occuper pendant plus de 15 ans le même berceau, celui-ci étant fortement convoité par les autres qui profitaient du moindre fléchissement de vigueur du propriétaire pour venir détruire son bien.

Mais dans ce cas au moins, il n'y a pas mort d'homme... pardon d'oiseau, et tant qu'il en a l'énergie, le maître des lieux pourra toujours rebâtir son ouvrage et en restaurer la décoration.

Pourquoi tant d'efforts?

Si nous en venons maintenant à la fonction de ces divers types de berceau, nous voyons qu'effectivement c'est le nom de garçonnière qui leur conviendrait le mieux.

Lorsqu'il aperçoit une femelle, le mâle se tient sur la partie plate de son berceau et se place de manière à souligner éventuellement la ressemblance de couleur entre le décor qu'il a installé et la plage colorée de son plumage d'apparat. Le berceau agirait donc à ce moment comme un "signal supranormal", tel l'œuf gigantesque pour l'Huîtrier pie ou le Goéland évoqué dans le premier volume de cette série. Sinon, l'oiseau se tient à l'écart, attendant l'arrivée de l'une ou l'autre femelle et le berceau fonctionne alors comme substitut du plumage coloré et prend à la place du mâle les risques liés à la communication sexuelle.

Lorsque, attirée par la beauté de l'ouvrage, une femelle s'en approche, le mâle entame alors sa parade et essaie de la convaincre de s'avancer sur la plate-forme ou, selon le modèle du berceau, sur le parvis ou entre les parois de son allée. S'il y parvient et alors seulement, il tente de s'accoupler avec elle... Et c'est ainsi que le berceau devient garçonnière.

La meilleure preuve que les parures de parade arborées par les mâles ont bien le sens que nous leur attribuons et qu'elles servent bien de critère de sélection aux femelles, est fournie par l'existence d'une forme de tricherie consistant à emprunter les signaux sexuels d'une autre espèce.

Il en est ici comme des faux répandus sur le marché, lesquels concernent toujours des marques dont la valeur ou le caractère prestigieux est reconnu et accepté: on n'emprunte pour briller que ce qui a déjà acquis une valeur de statut, en l'occurrence de statut sexuel.

Les oiseaux qui, tel le geai de la fable qui se parait des plumes du Paon, se livrent à cette forme d'emprunt, sont des mâles d'Oiseau à berceau papou, *Archboldia papuensis*. Les plumes empruntées sont les plumes bleues, longues de 50 cm, dont les mâles du Paradisier du Prince Albert, *Pteridophora alberti*, portent deux exemplaires sur la tête au moment de la reproduction et qu'ils éliminent ensuite en muant.

Sur vingt mâles *Archboldia* observés, six ont été vus qui récupéraient ces plumes de parade et en disposaient ensuite méticuleusement trois à six bien au centre de la construction végétale qui leur servait de berceau.

Ce qui permet de dire qu'il n'y a pas réellement signal mensonger, c'est que chacune des plumes pèse à peu près la moitié du poids de l'emprunteur. Or, le Paradisier du Prince Albert est rare et discret, ce qui oblige *Archboldia* à exécuter de longs voyages à l'intérieur de la forêt pour en recueillir et transporter le nombre voulu.

Si bien que la femelle, séduite par cette décoration spéciale, ne sera pas réellement trompée car, même s'il ne les porte pas sur lui, ces plumes témoignent tout autant de ses qualités physiques qu'elles le faisaient pour leur propriétaire d'origine.



Dire que chaque mâle parvient souvent à ses fins serait exagéré.

Ainsi, alors qu'un même mâle d'Oiseau satin avait réussi à féconder 33 femelles – bilan enregistré par un biologiste –, certains de ses rivaux sont, pendant la même période, restés complètement bredouilles.

Il semble en fait qu'attirer ne soit pas tout et qu'il faille en outre que le mâle plaise à la femelle, qu'il ait la couleur et l'attitude qui lui conviennent. Le dernier point n'est pas acquis d'office car le mâle envoie souvent des signaux confus, partagé, entre la séduction et l'agressivité normalement ressentie vis-à-vis d'un intrus. La qualité du berceau joue un rôle certain dans le succès de cette stratégie.

L'expérience montre en effet que le nombre d'accouplements effectués sur un berceau donné diminue nettement lorsqu'on en retire les décorations pour les placer sur des berceaux voisins, jusqu'alors moins bien lotis, lesquels voient aussitôt le taux de succès de leur propriétaire augmenter significativement. Aussitôt l'accouplement réalisé, la femelle est expulsée, à grands coups de becs si nécessaire. Tandis que le mâle reprend son petit manège de séduction, elle se retire alors vers le nid construit par elle seule, à quelques centaines de mètres de là, et où, seule toujours, elle couvera les œufs et élèvera les petits.

Car, pour les Ptilonorhynchidés mâles, comme pour le dictionnaire, il y a berceau et... berceau.

Les objets choisis par l'Oiseau à berceau tacheté, *Chlamydera maculata*, pour décorer son berceau rappellent par leurs couleurs les taches de son plumage et fonctionnent sans doute comme une sorte de signal supra-normal.

Chez la plupart des 42 espèces de la famille des Paradisidés, le mâle se distingue aisément de la femelle par un plumage vivement coloré et, comme le Paradisier petit-émeraude, *Paradisea minor*, il est alors polygame. Neuf espèces sont monogames et, chez elles, les deux sexes se ressemblent. ↵



Arènes, leks et parades en groupe

Le deuxième type de parades qui recourt à un degré plus ou moins élaboré d'artifice et, par là, met en lumière certains aspects significatifs de la communication sexuelle est la parade que l'on pourrait qualifier de "communale". Chez plusieurs espèces en effet, la parade est exécutée par plusieurs mâles ensemble, sur un terrain commun et sous l'œil scrutateur des femelles assemblées spécialement pour la circonstance, et en principe dans le seul souci d'assurer la reproduction.

Le terrain de ces exhibitions en groupe est appelé "arène commune" – ce qui souligne qu'il est bien question d'une compétition – ou "lek", mot d'origine scandinave qui désigne un terrain de jeux, avec la même connotation à la fois sportive et sérieuse.

Car le sens donné ici à ce mot n'a rien de ludique mais est le même que lorsque l'on parle du "jeu de l'offre et de la demande" en économie ou du "jeu des pièces entre elles" en mécanique.

En éthologie – science qui étudie le comportement animal dans les conditions naturelles –, il désigne le comportement par lequel un individu donné résout un problème vital, et atteint un "objectif" particulier, compte tenu de certaines actions qui, produites par d'autres individus de la population, influencent ce comportement.

Il ne s'agit donc pas de jouer mais de choses sérieuses. Très sérieuses même en l'occurrence, puisque l'arène ou le lek sera aussi, par définition, le lieu où se fera l'accouplement, chaque femelle venant pour y choisir, dans la mesure de ses moyens à elle, celui des athlètes qui lui paraîtra le plus persuasif.

Le "jeu" se présente à première vue comme correspondant à un large esprit de coopération.

Il en est peut-être ainsi d'ailleurs, au moins dans une certaine mesure mais, comme nous allons le voir, c'est souvent une collaboration où chacun des participants espère bien "tirer la couverture à soi".

En chœur ou en solo ?

Parmi les Paradisiers, l'étude d'une espèce particulière, le Paradisier de Raggi, *Paradisaea raggiana*, a permis de comprendre un peu mieux la logique qui a présidé au développement de la stratégie de parade sur arène commune.

Les mâles de cette espèce se rassemblent à l'aube – comme il convient pour les duels qui souvent marquent la cérémonie – et, perchés sur un arbre, ils entament ensemble leur parade.

Celle-ci ressemble à celle que le Paradisier bleu exécute en solitaire, et s'achève lorsque, en poussant des cris pareils à des aboiements, tous les mâles participants se laissent, l'un après l'autre, pendre immobiles, tels les fruits mûrs qu'évoque assez leur plumage orange vif. Les femelles défilent alors devant ce bel

Chez le Paradisier de Raggi, *Paradisaea raggiana*, les mâles sont polygames, comme le sont les Paradisiers magnifiques mais, à l'inverse de ces derniers, ils paradedent en groupes sur des lieux de parade collective ou "leks". Cette stratégie semble en rapport avec le fait qu'ils choisissent une région riche en arbres à fruits recherchés par les femelles et bénéficient de ce fait du regroupement de celles-ci sur leurs aires de nourrissage. 🐦





☞ La compétition entre mâles de Chevaliers combattants, *Philomachus pugnax*, est telle que, pour se faire distinguer, chacun arbore des plumages de parade particuliers. Si bien qu'on a parfois peine à reconnaître en eux des animaux de la même espèce.

étalage et, chacune, son choix fait, s'accroupit auprès du mâle qu'elle a distingué.

Tandis que chacun des mâles aura l'occasion de répéter son exhibition et de s'accoupler plusieurs fois, la femelle, une fois fécondée, se retirera vers le nid qu'elle a édifié et sera seule à couvrir et à prendre soin du poussin qui naîtra. La sélection de l'ensemble de ce comportement, que ne présentent pas les autres Paradisiens, semble tenir au fait que cette espèce se nourrit de fruits complexes, c'est-à-dire difficiles à consommer, des noix d'acajou notamment. Or, les arbres riches en ces fruits sont assez dispersés et, pour en trouver, les femelles sont obligées d'effectuer de grands déplacements. Il suffit dès lors pour les mâles de se grouper

sur un tel arbre et d'attendre leur passage pour tenter d'attirer l'attention de femelles en cours d'exploration alimentaire et profiter de leur escale pour réaliser l'accouplement. Après quoi, bien nourries, les femelles disposeraient d'une réserve d'énergie suffisante pour pouvoir s'occuper seules de la progéniture.

Toutes ces données ne sont pas rassemblées pour les autres Paradisiens qui, tel le Manucode de Keraudren, *Manucodia keraudrenii*, ont une alimentation plus pauvre qui ne permet pas aux femelles d'accumuler suffisamment de réserves. Il est de ce fait indispensable que le mâle assiste la femelle dans les soins parentaux, ce qui, généralement, entraîne automatiquement parade en solitaire et monogamie.

Chevaliers et baladins

C'est parmi les Oiseaux que l'on trouve les plus grands spécialistes de la parade en assemblées, ce comportement n'étant toutefois présenté que par une minorité d'espèces de la gent emplumée, soit près d'une centaine environ, toutes polygames.

Le principe de cette stratégie est que le mâle s'accouple autant de fois qu'il peut, tandis que la femelle, une fois fécondée, prend en charge les conséquences, c'est-à-dire les soucis parentaux.

Le Chevalier combattant, *Philomachus pugnax*, est le prototype de ces paradeurs d'arènes communes. La compétition entre mâles, chez cette espèce, est extrêmement rude et cela se reflète dans la diversité des plumages d'apparat – double crête, collier et plumes de couleurs diverses – qui fait de chacun d'eux un exemplaire pratiquement unique. Cela indique bien que, si coopération il y a – le rassemblement des mâles étant plus facilement repéré par les femelles que la parade en solitaire –, la tendance reste néanmoins de "jouer personnel".

Deux catégories se distinguent cependant parmi les mâles adultes. Les dominants, *alpha* ou *résidents*, détenteurs d'une parcelle, ont un collier noir. Les autres, les mâles *bêta* – ou *satellites* – sont reconnaissables à leur collier clair et, comme leur nom l'indique, ils gravitent autour des premiers, qui les tolèrent. Il semble qu'ils apportent à la parcelle qu'ils squattent l'attrait supplémentaire du nombre, auquel sont sensibles les femelles.

Aussi, sans jamais combattre, ils saisiront la moindre occasion pour "voler" un accouplement. Quelques combats préliminaires fixent, dès le début de la saison de reproduction, la répartition des aires de parade qui forment l'ensemble du lek, à savoir un tertre dénudé dont,

peut-être pour des raisons de sécurité, le centre est particulièrement prisé.

Le jeu consiste alors à attendre le passage des femelles, ce qui déclenche chez les mâles l'attitude de séduction – crête et plumes gonflées, ailes pendantes – qui fera au mieux valoir les particularités de leur plumage.

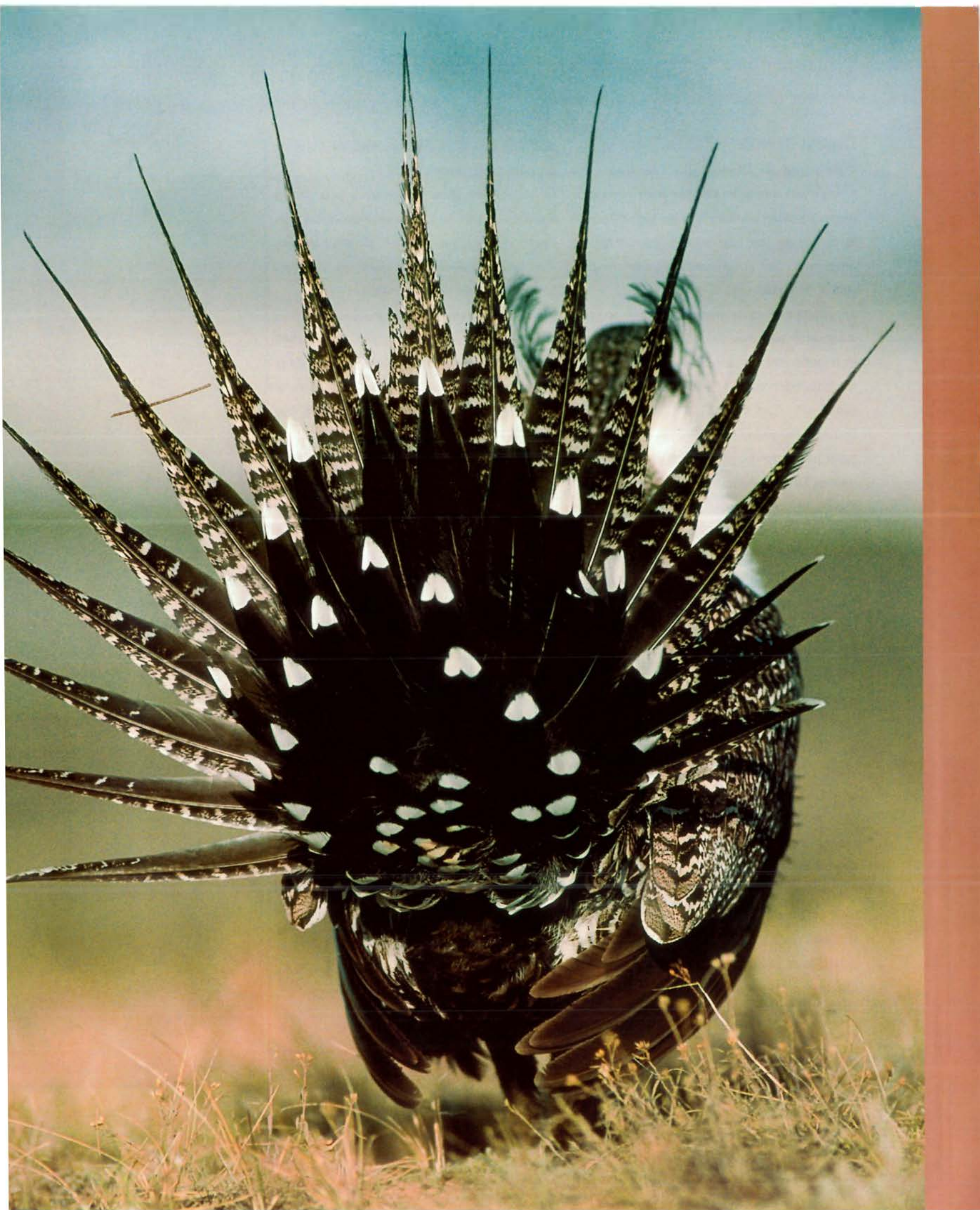
Les choses se passent plus paisiblement chez l'Ignicole de Jackson, *Euplectes jacksoni*, aussi appelé "Veuve de Jackson" à cause de la noirceur de son plumage et de la traîne de la queue en voile, longue de 20 centimètres, que porte le mâle à la saison des amours.

La saison venue, ce cousin des Veuves parasites exécute sa parade à proximité d'autres mâles avec lesquels il organise une sorte de joute.

Chaque participant commence par dégager au sol un espace circulaire, sorte de piste de danse qu'il décore en laissant intacte au milieu une colonne d'herbes. C'est sur de telles arènes, distantes l'une de l'autre de 50 à 100 mètres, que les mâles font leurs exhibitions. En émettant sifflements et bourdonnements, ils exécutent une série de bonds du plus haut effet

Le mâle de l'Ignicole de Jackson, *Euplectes jacksoni*, se distingue aisément des femelles par sa longue queue en traîne. Tout l'art, pour se distinguer des autres mâles lors des parades en groupe, sera de mettre celle-ci en valeur à grand renfort de gymnastique. ➤





comique, queue relevée, sauf deux plumes qui restent tendues vers le bas. On les voit surgir entre les herbes, comme des diables à ressort de leur boîte, s'élever jusqu'à une hauteur de 50 à 60 centimètres, disparaître et rebondir à nouveau, de façon répétée. Cela peut durer plusieurs heures, jusqu'à épuisement sans doute ou jusqu'au moment où, éblouie par sa force, une femelle accepte de s'accoupler avec l'un des acrobates.

Chez la Veuve Dominicaine, *Vidua macroura*, aussi appelée Veuve à longue queue, les plumes caudales du mâle peuvent, en période de reproduction, atteindre deux fois la longueur de son corps. Tout l'art pour les mâles qui parodent consiste à mettre cet accessoire en valeur et ceux dont l'exhibition sera la plus convaincante pourront s'accoupler avec une demi-douzaine de femelles au cours d'une même saison.

Plusieurs espèces de Tétrionidés pratiquent aussi les parades nuptiales sur lek. Les mâles du Tétrin-lyre ou Petit Coq de bruyère, *Tetrao* ou *Lyrurus tetrix*, se rassemblent sur une prairie et parodent sous l'œil des poules. En chuintant et en roucoulant, ils courent en rond et sautent en l'air, étalant largement l'éventail blanc de leurs plumes sous-caudales.

La rencontre de deux mâles à ce moment provoque inévitablement une bataille violente, qui se poursuit jusqu'à ce que l'un des deux cède la place. Quant aux Tétrins des armoises d'Amérique du Nord, *Centrocercus urophasianus*, c'est par congrégations de 3 à 4 centaines qu'ils rivalisent sur des arènes de quelque 880 m de long et 400 m de large, divisées en sous-territoires distants l'un de l'autre de 8 à 12 m. Comme chez le Combattant – et sans doute pour les mêmes raisons –, chaque mâle cherche à occuper les plus centraux de ceux-ci et,



s'ils y parviennent, cela semble leur conférer un plus grand crédit auprès des femelles.

La parade est très énergique et la rivalité extrême, sans doute à cause du fait que la victoire en est très payante. En effet, 1 pourcent des mâles seulement parviendront à s'accoupler, et ils monopoliseront ensemble la quasi-totalité des femelles venues assister au spectacle.

Nous avons évoqué le Coq de Roche de Guyane, *Rupicola rupicola* – ou *crocea* – et son art subtil d'éclairagiste. La parade chez ce magnifique oiseau s'exécute aussi en commun et rassemble cinq à vingt-cinq, voire une cinquantaine de mâles dans une même clairière.

L'exhibition consiste ici en une série de gestes vifs, accompagnés de cris. Elle s'achève au sol, par une posture d'attente immobile qui laisse, après toute cette agitation, le temps nécessaire aux femelles de se remettre de leur émotion – ou de réfléchir – et de faire choix d'un partenaire.

Les couples ainsi formés se retirent dans l'ombre pour s'accoupler à l'abri des prédateurs, puis chacun partira de son côté, la femelle vers

☞ La parade du Tétrin-lyre ou Petit coq de bruyère, *Tetrao tetrix*, comme celle d'autres Tétrionidés, rassemble plusieurs mâles sur un lek, où chacun tente d'occuper un espace aussi central que possible, espace qu'il essaie d'ailleurs de garder toute sa vie.

☞ De fin février à avril, les mâles du Tétrin des armoises, *Centrocercus urophasianus*, se rassemblent pour parader sur le lek habituel, à peine est-il dégagé de la neige. Des quelques centaines d'individus ainsi groupés, un à trois seulement obtiendront les faveurs des femelles.

Les Iguanes marins, *Amblyrhynchus cristatus*, mâles ne se contentent pas de parader en groupe mais, ce faisant, ils défendent un territoire qu'ils protégeront pendant les trois mois que dure la saison de reproduction et où auront lieu les accouplements. ↪

son avenir de mère célibataire, le mâle vers d'autres accouplements.

Comme chez le Coq de roche, les leks du Manakin moine, *Manacus manacus*, peuvent rassembler une cinquantaine de mâles dont chacun possède une zone à lui dans l'arène commune. Moins grégaires, les Manakins à longue queue, *Chiroxiphea linearis*, paradent en duo, plus rarement en trio. La parade se déroule sur une branche bien éclairée et dépouillée en partie de ses feuilles, peut-être simplement à cause du fait qu'elle sert plusieurs fois.

Deux mâles s'y placent côte à côte et émettent une vocalisation musicale qui sonne un peu comme "toledo", qui est le nom qu'on leur donne au Costa Rica. Ils entament en même temps une série de cabrioles consistant à jouer à saute-mouton, chacun à son tour.

Le tout est répété une vingtaine de fois par minute, et jusque 5 000 fois dans la journée.

Il est intéressant de souligner que la femelle ne consentira pas à accorder ses faveurs à un mâle qui parade en solitaire mais ne répond qu'aux sollicitations présentées par deux mâles au moins. C'est d'autant plus curieux qu'un seul des deux mâles présents se verra gratifié d'un accouplement. L' élu est en fait celui des deux qui joue le rôle d'instructeur auprès d'un apprenti, lequel attendra plusieurs années – parfois 12 – avant de passer maître et de bénéficier à son tour d'un droit de reproduction prioritaire. Le plus souvent, il lui faudra pour cela attendre la maladie ou la mort de l'autre. Devenus familiers du concept de "gène égoïste", vous seriez en droit de supposer qu'il s'agit de deux parents proches. Dès lors, ce qui apparaît comme de l'altruisme de la part du pupille correspondrait à une stratégie de compromis consistant, faute de mieux, à agir en faveur d'un patrimoine génétique proche du sien.

Il n'en est rien dans le cas présent, car les deux mâles ne sont aucunement apparentés.

Il s'agit plutôt d'une association d'intérêt mutuel. Le duo, exigé par la femelle, est indispensable au succès du Manakin dominant – ou *alpha* – et l'arène, très convoitée, tombera quasi inévitablement dans l'héritage du mâle "inférieur", ou *bêta*. D'autre part, celui-ci saisit de temps en temps l'occasion d'un accouplement furtif avec l'une ou l'autre femelle, à la faveur d'un instant de distraction de son instructeur. Il tire ainsi indirectement parti de l'attrait exercé par le lek de parade commune. Les femelles sont en effet nombreuses qui, attirées par le chant des mâles, viennent assister à l'exhibition qui se déroule sur un lek, par ailleurs parfaitement connu d'elles.

Compétition ou collaboration ?

Les oiseaux ne sont pas seuls à pratiquer cette forme de parade communale.

On la rencontre notamment parmi des insectes de la même famille que la Sauterelle, les Tettigoniidés mais appartenant à une sous-famille distincte, celle des Pseudophyllinés (pseudo-feuilles), nom qui fait référence à leur capacité à prendre l'aspect de feuilles, couleur, taches et nervures comprises. En Amérique du Nord, on les nomme "Katydids", nom qui ne doit rien au grec, malgré les apparences, mais dérive de l'onomatopée censée rendre leur cri répétitif: "Katy did, Katy didn't", sans que l'on sache ce que Katy a bien pu faire ou ne pas faire.

Les mâles de certains de ces Katydids organisent des concerts de stridulations en jouant d'une aile antérieure comme archet pour faire vibrer l'aile voisine. Et ces concerts attirent les femelles qui viennent y choisir le meilleur exécutant. Les mâles de l'Iguane marin, *Amblyrhynchus*



cristatus, se groupent aussi pour parader et leur succès est d'autant plus grand que leur taille est grande. Comme une femelle ne s'accouple qu'une fois par saison, la compétition est très sévère et se marque par des combats violents. Cela n'empêche pas que 5 % des accouplements soient le fait de mâles de petite taille qui profitent d'un moment de distraction des maîtres de harems pour féconder une des femelles.

C'est aussi d'associations de parade qu'il s'agit chez le Crabe violoniste, *Uca annulipes*, qui vit en colonies dans la zone des marées, où chaque individu possède son terrier.

Le crabe agite circulairement la plus grande de ses pinces en un signe tellement clair que l'un

des noms communs de l'espèce est "Crabe appelant".

Or, ce geste des mâles, ainsi que l'ont montré deux chercheurs sud-africains, est adressé dans 97 % des cas à des femelles, ce qui indique bien sa fonction d'appel sexuel. Celle-ci, au moment de pondre, se promène de terrier en terrier à la recherche du mâle qui lui paraîtra digne de féconder ses œufs et que, dans ce but, elle rejoindra dans son terrier. Chacune limite ses investigations aux terriers d'un groupe de mâles et ceux-ci l'entourent en agitant leur grande pince de façon synchrone.

ZOOM ZOOM+ ZOOM+



🔗 Chez certaines espèces de Crabes violonistes, les mâles tendent peu à peu à synchroniser leurs appels - à savoir le mouvement caractéristique de leur grande pince-. Il semble cependant que la femelle attirée par ce remue-ménage repère celui qui a amorcé le jeu en faisant signe en premier lieu.

Le Dugong -ou Vache marine-, *Dugong dugong*, figure parmi les quelques espèces de mammifères chez qui les mâles paraden en groupe. 🐾

Nos chercheurs ont alors essayé de comprendre comment ce synchronisme s'orchestre. A leur grande surprise, ils ont constaté qu'il résultait en réalité de la tentative de chaque crabe d'être le premier à faire signe. Dès que l'un d'eux amorce un mouvement de la pince, les autres, à la manière des cow-boys qui dégainent leur arme dans les "westerns", l'imitent aussitôt en essayant d'attraper son rythme, comme pour se faire passer pour aussi rapides que lui.

Si bien que, très vite, cette compétition s'achève automatiquement en gestes exécutés de concert. Malgré quoi, celui qui est le plus souvent premier à lancer la batterie d'appel conserve un léger avantage, car il est souvent choisi de préférence par la femelle qui assiste à ce ballet. La synchronisation des éclairs lumineux de certaines Lucioles correspond probablement à un schéma semblable.

Chez *Photinus pallens*, une Luciole de la Jamaïque, les insectes se rassemblent par milliers dans les arbres et émettent au même moment,

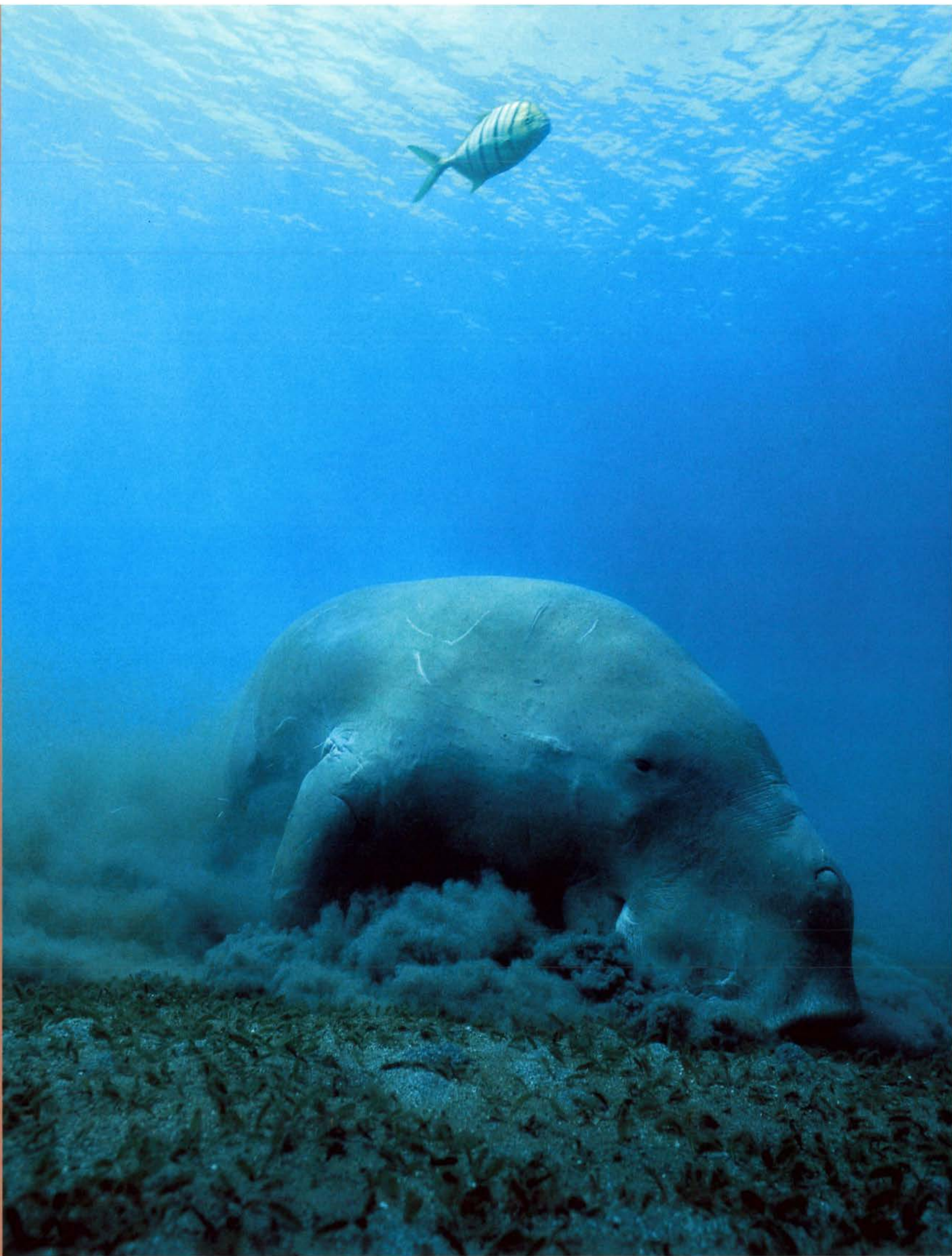
mais en pagaille, chacun pour soi, à la cadence de deux pulsations lumineuses par seconde, mâles et femelles s'appelant et se répondant à l'envi.

Il en va tout autrement chez *Colophotia*, une espèce du Sud-Est de l'Asie, dont les mâles se groupent par dizaines de milliers dans les arbres qui bordent un fleuve, d'où ils émettent leurs signaux tous ensemble, d'une manière absolument synchrone.

Attirées de loin par la lumière qui se reflète à des centaines de mètres dans les eaux voisines, les femelles rejoignent les auteurs de cette féerie lumineuse et, comme pour les Crabes violonistes, choisiront sans doute celui qu'elles verront le plus souvent émettre en premier.

Il est possible aussi que la femelle distingue, une fois posée, le mâle dont le signal est un tant soit peu plus intense que celui des autres. La parade en lek est assez rare parmi les Mammifères. On l'observe chez diverses Antilopes - les Gnous, les gazelles de Grant et de Thomson notamment - ainsi que chez le Dugong ou "Vache marine", *Dugong dugong*, (un Sirénien de la mer Rouge et de l'océan Indien, parent du Lamantin).

Chez la Chauve-souris frugivore, *Hypsignathus monstrosus*, les mâles diffèrent fortement des femelles par leur museau en forme de groin aplati à cause du développement de leur larynx. A la nuit tombée, ils se rassemblent dans la canopée où chaque mâle s'installe dans un petit territoire conquis de haute lutte. Ils entament alors une sorte de chœur, émettant une note métallique, signal aigu répété de 80 à 120 fois par minute, tout en battant des ailes à une cadence double de celle-là, sous l'œil - et l'oreille - intéressé des femelles assemblées autour du lek.





zoom zoom+



Certaines espèces de Lucioles se regroupent pour émettre ensemble leur appel lumineux. C'est le cas notamment de la Luciole japonaise, *Luciola cruciata* (dont le zoom montre les individus mâle et femelle). Cela peut présenter l'avantage de regrouper aisément les partenaires potentiels... quitte à ce qu'il y ait plus d'appelants que d'élus.



🦌 Dressé sur une butte un mâle de Damalisque topi, *Damaliscus korrigum*, surveille la parcelle de territoire qu'il a conquise de haute lutte. Une position centrale dans la mosaïque des sous-territoires du lek, rend une telle parcelle plus attirante pour les femelles qui s'en disputent le possesseur. Posséder une telle parcelle équivaut donc pour lui à un signal de parade.

Les mâles des Damalisques Topi, *Damaliscus korrigum*, organisent dans certaines circonstances des parades sur des leks constitués de plusieurs sous-territoires, parmi lesquels les femelles cherchent alors à atteindre les plus centraux et, de ce fait, les plus sûrs.

Chez deux autres espèces d'antilopes, le Cob d'Ouganda, *Kobus kob thomasi*, et le Cob lechwe, *Kobus leche kafuensis*, les mâles se regroupent également sur un lek formé de plusieurs territoires.

Si les femelles semblent effectivement attirées par le groupe qu'ils forment ainsi, on remarque qu'elles circulent à travers la mosaïque de ces territoires et marquent une préférence pour certains d'entre eux.

Cela restant vrai, même en l'absence de tout occupant, des chercheurs en ont conclu que c'était ces lopins de territoire eux-mêmes qui présentaient quelque chose de particulier et ils ont émis l'hypothèse qu'une odeur spéciale y était attachée.

L'expérience a confirmé cette supposition. Elle montre en effet qu'il suffit de transférer le sol de surface d'un territoire hautement prisé, vers un territoire dédaigné, pour multiplier par dix le nombre d'accouplements effectués sur ce dernier.

Quant à la nature de la marque odorante en cause, on en est réduit aux hypothèses. Il s'agit en tout cas d'une trace laissée par les animaux et non d'une propriété propre au terrain lui-

même ou à la végétation qui le recouvre, des terrains très voisins et d'aspect identique étant dédaignés.

On note par ailleurs que les terrains de choix font l'objet d'une rotation de leurs occupants, ceux-ci se succédant à un ou deux jours d'intervalle, ce qui tend à indiquer que les mâles sont, eux aussi, sensibles à l'attraction exercée par le "terrain à succès".

L'hypothèse la plus simple est que, lorsqu'il est utilisé par un couple, un terrain est chimiquement marqué – ainsi que l'indique d'ailleurs la couleur qu'il a prise – et s'annonce ainsi comme terrain à succès. Dès lors, repéré et convoité, il servira à un autre couple, puis à un autre, étant de plus en plus marqué et, de ce fait, de plus en plus convoité en tant que terrain à succès.

C'est peut-être là sa raison d'être principale, si l'on considère que la compétition entre mâles et femelles pour de telles zones, à l'intérieur d'un même lek, les transforme en quelque sorte en signaux sexuels. En effet, tout mâle qui s'y trouve a dû préalablement l'emporter sur d'autres et représente donc, en principe, un partenaire de choix.

Le lek représenterait dans ce cas, comme le berceau, un substitut de signal de communication sexuelle qui n'implique guère de risque pour celui qui l'utilise.





Il offre plusieurs autres avantages.

Le premier est que les dominants des deux sexes peuvent, sans gaspiller leur énergie en vaines errances, y trouver un large échantillon de partenaires à la mesure de leurs qualités. Cela n'exclut cependant pas totalement l'accouplement furtif de mâles de rang inférieur avec une femelle de haut rang, ni le croisement entre animaux moins compétitifs. Or, de tels croisements réalisent des assortiments qui, pour moins "élitistes", n'en sont pas moins utiles à la survie du groupe et de l'espèce.

Un autre avantage majeur de cette parade groupée est peut-être de jouer sur la protection du nombre vis-à-vis des prédateurs.

Attirer pour attirer, autant se donner quelque chance de voir un autre se faire manger. De plus, chaque prédateur ayant en général son territoire, le titulaire des lieux ne pourra de toute façon attraper et manger toutes les proies qui s'y trouvent rassemblées, alors que dispersées, celles-ci tomberaient probablement dans le domaine d'autres chasseurs potentiels.



Chez diverses espèces d'antilopes, telles les  Gazelles de Thomson, *Gazella thomsoni*, et les Gnous,  *Connochaetes taurinus*, les mâles ne se battent pas directement pour les femelles mais pour conquérir et défendre un bout de territoire, une "aire nuptiale", où ils tentent ensuite seulement d'attirer les femelles. Cela transforme la savane en une mosaïque de territoires aux limites invisibles, mais que les femelles semblent reconnaître.



Am, stram, gram, monogames et polygames

Quelle est la formule magique qui détermine le choix du nombre de partenaires pour une espèce donnée ?

Certaines espèces pratiquent ce que l'on appelle la "promiscuité".

Les Singes hurleurs, *Alouatta seniculus*, par exemple, vivent en groupes dont les femelles, plus nombreuses que les mâles, s'accouplent indifféremment avec n'importe lequel de ceux-ci, sans chercher aucunement à établir une quelconque forme d'association stable.

L'intérêt d'une telle stratégie – dont nous avons parlé dans le premier volume de cette série – est de protéger la progéniture de l'agressivité des mâles, ceux-ci pouvant toujours être convaincus d'en être le géniteur.

D'autres espèces, les plus nombreuses, pratiquent l'une ou l'autre forme de polygamie, le mâle ou – plus rarement – la femelle ayant plusieurs partenaires privilégiés.

La troisième possibilité, en fait la plus rare, est le comportement monogame.

Éliminons d'abord un sens fréquemment attribué à la monogamie, celui d'une fidélité des partenaires l'un à l'autre. Le plus souvent il ne s'agit que d'un simple attachement, soit au terrain de la rencontre – souvent confondu avec le terrain d'alimentation – soit au nid ou à l'endroit de leur naissance.

Cela a été clairement établi pour la Cigogne et le Cygne, modèles jusqu'alors de cette vision anthropomorphique. C'est sans doute vrai pour les Amphibiens ou les Reptiles chez qui l'on a observé une certaine constance dans la reformation d'un même couple, d'année en année. Si l'on tente de dégager des règles générales de

ce que l'on peut observer, on constatera que la plupart des Mammifères (97 à 98 %, selon un récent recensement) sont polygames.

En revanche, les Oiseaux sont en majorité monogames, dans le sens qu'ils forment un seul couple à chaque saison, car cela n'implique pas nécessairement maintien du couple à travers les années.

On pourra également prédire qu'une espèce dont les deux sexes sont très différents d'aspect pratiquera la polygamie, stratégie qui va généralement de pair avec une totale absence de participation du mâle dans les soins parentaux et dans la construction du nid.

Et cela est assez facile à comprendre, si l'on considère que, n'ayant pas à courir le risque, ni d'être repérés au nid, ni de faire repérer celui-ci par leur présence ostentatoire, les mâles peuvent dès lors développer des caractères sexuels secondaires ostentatoires.

Inversement, le même raisonnement permet de parier sur la monogamie et la participation effective du mâle aux soins parentaux dans le cas d'une espèce dont les deux sexes diffèrent peu extérieurement, les deux partenaires ayant le même intérêt à passer inaperçus.

Harems et territoires

Une bonne part de l'énergie dépensée par les mâles en luttes territoriales vise souvent autant à s'assurer un meilleur pâturage ou un terrain de chasse plus riche, qu'à protéger l'espace où ils attirent les femelles qu'ils entendent se réserver. Un moyen d'accroître l'efficacité d'une telle stratégie est de former et protéger un harem. Le fait, pour un mâle, de posséder un territoire où les rencontres auront lieu avec plusieurs femelles de passage représente peut-être un premier pas dans cette direction.

Sexe, stratégies et guerre secrète

La débauche de couleurs, d'ornements et d'énergie mise en œuvre pour rapprocher les partenaires des deux sexes aboutit, tôt ou tard, à sa fin ultime: l'accouplement, grâce auquel la fécondation va être assurée et une descendance produite. C'est d'ailleurs la réussite de cette épreuve finale qui a servi de crible à l'évolution pour retenir les comportements actuellement en vigueur chez une espèce.

Dans les grandes lignes, les stratégies impliquées se ressemblent.

Nous avons vu qu'en l'occurrence, les intérêts respectifs du mâle et de la femelle ne sont pas exactement identiques, même s'ils sont liés par le même objectif ultime.

N'apportant qu'une moitié de bagage génétique, chacun doit choisir le ou la partenaire qui apportera le complément de gènes de la meilleure qualité possible. Chacun doit en outre assurer, au-delà de la fécondation, un maximum de chances de succès aux petits, depuis leur développement jusqu'au-delà de la naissance. Le tout, si possible, à moindres frais. Le mâle, jouant sur la production – peu coûteuse – d'un grand nombre de gamètes, a tout à gagner, en principe, à multiplier les partenaires et, de là, les combinaisons génétiques, car cela augmente les chances d'en réaliser qui soient gagnantes au jeu de la sélection.

La femelle, productrice d'un nombre limité d'ovules, a tout intérêt, au contraire, à observer une grande sélectivité quant au choix du matériel génétique qu'elle acceptera d'associer au sien propre.

Ce conflit d'intérêts entre les deux parents a des conséquences qui – ainsi que nous l'avons vu dans le volume précédent – s'étendent jusque dans leur contribution respective aux soins parentaux. C'est important à rappeler ici, car la stratégie parentale détermine la stratégie amoureuse, qui, en quelque sorte, en tient compte de manière anticipée.

Enfin, cette relative divergence d'intérêts explique que, alors que tout semble joué, l'un ou l'autre des partenaires peut encore revoir les termes d'un arrangement que l'accouplement paraissait pourtant avoir sanctionné de façon formelle et définitive.



🦢 Cygne chanteur, *Cygnus cygnus*. La légendaire fidélité des couples de Cygnes semble refléter surtout leur attachement à un territoire commun, celui où a eu lieu la rencontre et où ils protègent un terrain de nourrissage de leurs petits.

Ce combat entre mâles
de Wangourou géant,
Macropus giganteus,
est clairement ritualisé,
car chez ces animaux,
les combats vraiment
meurtriers se font à coups
de pattes arrière. ↪



Comment est née l'idée de harem...

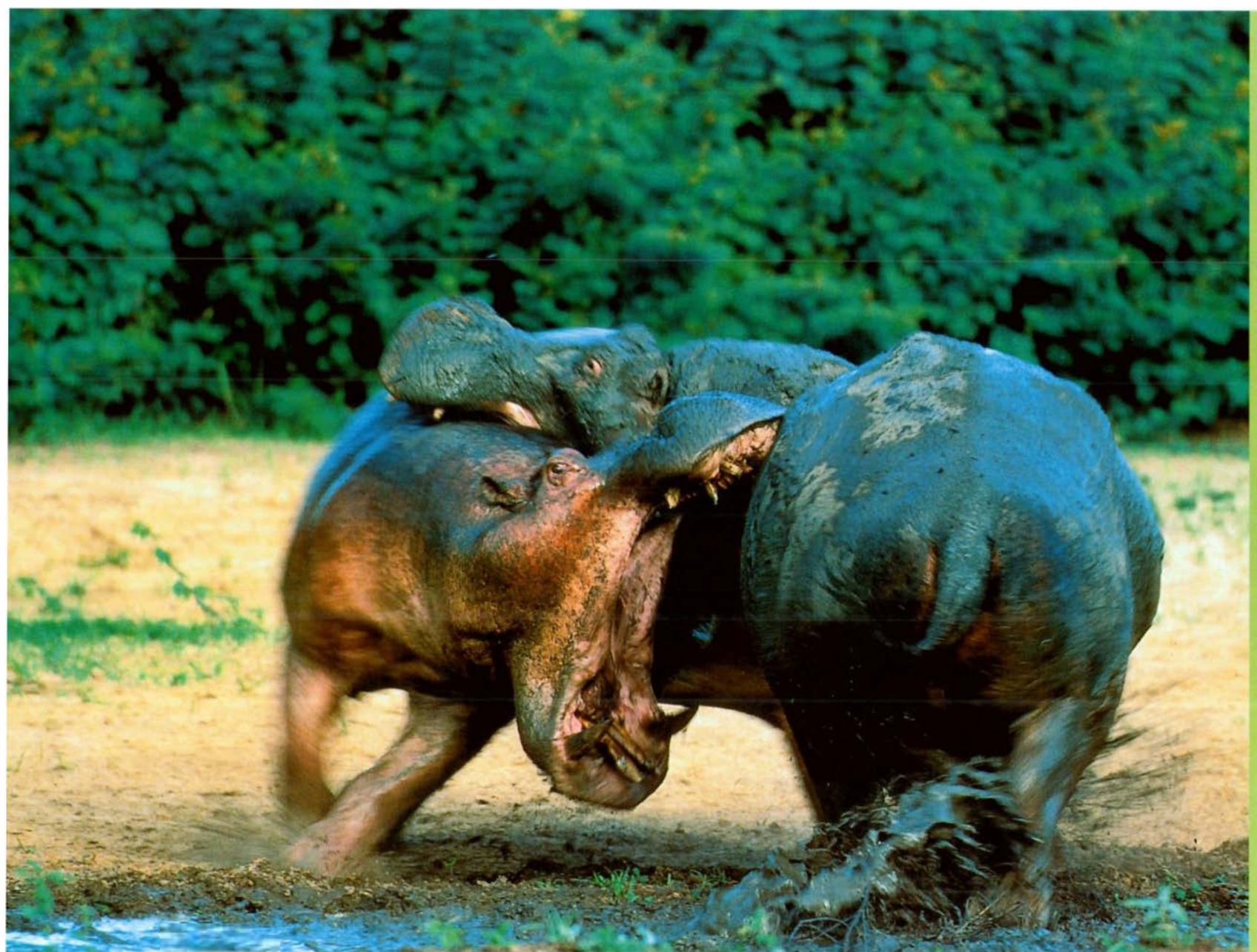


Certaines espèces sont "opportunistes", les conditions de l'environnement déterminant le choix de leur stratégie de reproduction.

C'est le cas notamment du Mouflon du Canada ou Bighorn, *Ovis canadensis canadensis*, du National Bison Range, dans le Nord-Ouest du Montana, dont les mâles disposent de trois stratégies différentes: la "garde", le "blocage" et la "courre". Chez cette espèce, les brebis fertiles se rassemblent de leur propre initiative en des endroits choisis par elles. C'est ce qui permet aux mâles d'user de la stratégie dite de "la garde". Apanage des plus dominants parmi les dominants, celle-ci consiste pour le bélier à se joindre à l'un des groupes de brebis réceptives et à s'accoupler avec chacune d'elles, tout en empêchant d'autres mâles de les approcher. Des mâles de rang inférieur viennent périodiquement chercher querelle aux premiers. A la faveur d'un "round" qui tourne un moment à leur avantage, ils se précipitent pour arriver auprès des femelles avant que le possesseur des lieux n'ait repris ses esprits et, sans préambule courtois, s'accouplent avec l'une

d'elles avant de s'enfuir. D'où le nom de "courre" pour cette chasse particulière.

Cette tactique est d'autant plus payante pour le chasseur à courre en question, qu'il choisit préférentiellement les femelles sur le point d'ovuler. La contre-mesure du "garde" dominant est de s'accoupler aussitôt après, ce qui ramène la compétition au niveau des spermatozoïdes eux-mêmes. La troisième tactique, celle du "blocage", revient simplement à empêcher les femelles de circuler librement et, particulièrement, d'aller dans la direction d'un site de garde quelconque. Les béliers qui se livrent à cette manœuvre commencent par simplement s'interposer, mais ils n'hésitent pas à attaquer la femelle qui s'engagerait dans une direction interdite. On peut supposer que les deux dernières tactiques ne sont pas des précurseurs mais des sous-produits de la garde. Effectivement la plus fréquente au sein de la population considérée ici, cette dernière apparaît comme l'ébauche de l'organisation d'un harem, la différence étant que dans ce cas les femelles sont rassemblées activement par le mâle lui-même.



☞ Chez les Hippopotames, *Hippopotamus amphibius*, les mâles se livrent à des combats violents utilisant leurs énormes dents en défense surtout comme arme de dissuasion. Le but n'est pas de se constituer un harem mais d'occuper une zone aussi proche que possible de l'endroit où les femelles se regroupent pour avoir quelque chance d'être choisi par l'une d'elles.

Un tel comportement s'observe chez certaines espèces de Philanthes apivores, sortes de guêpes parentes du Sphex de nos régions, que les Américains appellent "beewolf" – "loup des abeilles" – car ce sont de redoutables prédateurs d'Abeilles, tant domestiques que sauvages.

Le mâle de *Philanthus psyche* et *P. bicinctus*, et d'autres espèces d'Amérique du Nord, marque littéralement un territoire en déposant sur des tiges une substance produite par des glandes qu'il possède sur les mandibules et l'abdomen et qui semble attirer les femelles.

Cela explique pourquoi les mâles se disputent les territoires ainsi marqués, car cela leur offre une plus grande chance d'y faire les rencontres voulues.

Les fonctions de gisement de nourriture et "d'espace-rencontre" se rassemblent souvent sur un même territoire. De ce fait, les qualités du territoire entrent souvent parmi les éléments qui, directement ou indirectement, guident le choix du mâle par les femelles.

Chez les Mammifères, plus encore que chez les autres groupes d'animaux, le coût de la reproduction est nettement plus élevé pour la femelle que pour le mâle, par le fait que c'est elle qui assure la gestation et l'allaitement.

D'où le fait que plus de 90 % des mâles de cette classe de Vertébrés ont plusieurs partenaires – sont *polygyne*s –, la monogamie étant limitée aux rares espèces dont le mâle participe de façon significative aux soins



↳ Les Narvals, Monodon monoceros, possèdent, à la mâchoire supérieure, deux dents dont l'une, -plus rarement les deux- s'allonge considérablement chez les mâles dès l'âge d'un an pour finir par atteindre une longueur de 2 à 3 mètres. Ils ne semblent pas l'utiliser comme arme -sinon peut-être psychologique-, ce qui est compréhensible car, étant creuse, elle est extrêmement fragile.

accordés à la progéniture ou chez lesquelles les femelles sont fortement dispersées.

Tel est le cas notamment d'une Chauve-souris, *Phyllostomus hastatus*, dont le mâle rassemble et surveille un harem de plusieurs femelles.

À quoi sert-il de bramer?

Le Cerf, *Cervus elaphus*, exemple classique du possesseur de harem, a fait l'objet de nombreuses études. Elles ont notamment confirmé - mais cela doit toujours être fait - la notion intuitive que la taille du harem dépend des qualités de lutteur du mâle, de sa vigueur et de la taille de ses bois.

Ces études ont en outre montré qu'il existe un rapport direct entre l'importance du harem et le succès reproducteur du mâle.

Clutton-Brock, le célèbre éthologue anglais, a observé qu'un cerf, qui avait été l'heureux titulaire d'un harem de 4 à 5 biches pendant 5 années consécutives, s'était trouvé à la tête d'une descendance de 13 faons au total. En revanche, un autre, qui pendant la même période n'avait régné - si l'on peut dire - que



sur 0 à 3 biches, n'avait été père qu'une fois et d'un faon seulement.

Comme un harem peut comprendre 10 à 20 femelles et qu'il naît des proportions égales des deux sexes, la compétition pour les femelles est rude.

Le véritable show auquel se livre le Cerf au moment du brame a d'ailleurs d'autres effets favorables à ses projets que de régler cette question avec les autres mâles.

On a montré par exemple que, pour les biches d'un élevage de Nouvelle-Zélande, le simple fait d'entendre des enregistrements de brames avançait de plusieurs jours - jusqu'à 6 - le moment de leur ovulation. Cela accroît les chances qu'un accouplement aboutisse à une féconda-



↳ Les girafes mâles utilisent leur cou pour en frapper le cou de l'adversaire, ou pour tenter de le faire basculer en lui soulevant une patte.

Chez les Zèbres de Grant, chaque étalon essaie de mordre son rival ou de lui infliger des coups de sabot qui, s'ils atteignaient leur cible, risqueraient de le castrer. Des signaux de reddition permettent d'éviter le pire. ↪





Comme chez d'autres Cervidés, chaque Cerf élaphe mâle possède une voix propre qui permet aux femelles de l'identifier lors des joutes vocales au cours desquelles s'établit le classement des mâles en fonction de leurs qualités physiques. Les femelles d'un harem donné reconnaissent la voix du cerf qui en est le détenteur et l'on a montré que le brame -comme d'ailleurs le raire chez les Daims- accélèrerait l'ovulation des femelles.



☞ Si l'Entelle ou Langur commun, *Presbytis entellus*, pratique la stratégie du harem, c'est dans une interprétation relativement adoucie par rapport à ce que l'on peut observer chez d'autres espèces. Peu autoritaire, le dominant tolère que les jeunes mâles s'accouplent de temps à autre avec ses femelles.

tion effective, ce qui est intéressant pour le mâle, mais aussi pour la femelle elle-même et explique pourquoi celle-ci réagit de la sorte à cet appel.

D'autre part, le succès reproducteur des femelles dépend, non pas, comme pour les mâles, du nombre de fois qu'elles s'accouplent, mais du nombre de faons qu'elles pourront engendrer et qui survivront jusqu'à l'âge de la maturité sexuelle. Il dépend donc surtout de la qualité de la nourriture qu'elles pourront leur prodiguer en les allaitant et donc de celle de leur propre alimentation. Comme celle-ci est assez abondante pour ne pas nécessiter de grands combats, elles n'ont donc nul besoin, ni d'être aussi grandes que les mâles, ni de disposer de

l'attrait guerrier qui les caractérise. Cependant, comme la corpulence est héréditaire, les descendants mâles d'une femelle dominante, et donc de taille relativement grande, ont toutes les chances d'être eux-mêmes dominants.

Or, les mâles dominants ont un plus grand succès reproducteur que les autres. Un "calcul" logique voudrait qu'une femelle de grande taille joue cette carte favorable au succès de ses propres gènes en favorisant dans sa descendance les mâles plutôt que les femelles.

Et elle dispose pour cela d'un moyen simple : il lui suffit de les favoriser dans la distribution de son lait, ce qui est d'autant plus décisif que les jeunes mâles sont particulièrement sensibles aux carences alimentaires.

C'est le "calcul d'intérêt" que semblent effectuer les dominantes de la population de Cerfs de l'île de Rhum, en Ecosse. Au contraire des dominantes, la condition physique des biches de rang subordonné ne leur permet pas à la fois d'élever un faon mâle et de se reproduire normalement la saison d'après. Selon leur rang – et de là, selon leur intérêt reproducteur –, les biches mettent bas des proportions différentes de mâles : 47 pour cent pour les subordonnées, 61 pour cent pour les dominantes. En outre, elles règlent aussi le taux de mortalité de leurs jeunes après la naissance, selon le sexe de ceux-ci, probablement en jouant sur la ration de lait qu'elles leur allouent. Le bilan est net : les *petits-enfants* des dominantes comprennent 70 pour cent de mâles, contre 30 pour les femelles de rang minimal.

Le brame, les combats ritualisés des mâles, le bruit des bois qui s'entrechoquent, ne doivent donc pas faire oublier que, spectatrices en apparence passive de ces exhibitions, les femelles jouent, dans le succès reproducteur du groupe et de l'espèce, un rôle qui, plus discret, n'en est pas moins important.

Les secrets du harem

Le cas du Phoque gris, *Halichoerus grypus*, semble démontrer que l'existence de harems n'empêche pas nécessairement une certaine "fidélité" à un ou plusieurs partenaires.

Les femelles viennent à terre en automne et y restent 18 jours environ, pour mettre bas et allaiter un unique petit, puis, cela fait, s'accoupler. Comme elles sont, en moyenne, sept fois plus nombreuses que les mâles adultes –, ceux-ci se livrent à une rude compétition pour s'adjuger un maximum de partenaires.

Or, une étude réalisée au sein d'une colonie de Phoques gris de l'île de North Rosa, au nord-

ouest de l'Ecosse et portant sur le degré de parenté existant entre les jeunes d'une même mère, montre que ceux-ci sont plus souvent frères ou sœurs à part entière que le hasard seul ne permettrait de prédire.

En fait, les données recueillies établissent que la paternité de 60 à 100 % des petits d'une même femelle était attribuable, soit à un seul et même mâle, soit à deux ou trois seulement des mâles de la colonie. Cela plaide en faveur d'une relative solidité des couples à travers les années.

Alliances

Il arrive que certains mâles, au lieu de se combattre, coopèrent pour tenir à l'écart les mâles qui ne font pas partie de leur alliance. Cela s'observe notamment chez les Lions, où l'on peut fréquemment voir deux mâles apparentés s'unir pour prendre, par force, possession d'une harde de lionnes.

Chez le Grand Dauphin, *Tursiops aduncus*, de l'océan Indien, cela prend des formes très élaborées. Un groupe de Dauphins étudié à Shark Bay, en Australie, forme un réseau social de plus de

Reconnaisable à sa silhouette massive -il peut peser trois fois le poids d'une femelle- et à son front bombé, un mâle d'Otarie (ou "Lion de mer") de Californie, *Zalophus californianus*, a choisi une position stratégique pour mieux surveiller son petit harem. 🐾



400 individus, parmi lequel on peut distinguer différents niveaux d'alliance entre mâles.

L'*alliance stable* (elle peut durer plus de 14 ans) est formée par un trio ou, plus rarement, par une paire de mâles qui défendent contre les entreprises d'autres trios quelques femelles dont ils se réservent les faveurs. Une telle alliance peut, à l'occasion, faire équipe avec une autre alliance, choisie parmi celles avec lesquelles elle semble avoir signé un traité d'affiliation privilégiée et d'assistance mutuelle.

Le niveau supérieur d'organisation est celui de la *super-alliance*, sorte de ligue d'une quinzaine d'individus qui coopèrent en bloc pour repousser d'autres super-alliances mais qui, à l'intérieur de leur super-alliance, forment des paires et des trios, plus ou moins lâches et sans cesse remaniés.

Un tel jeu d'alliances mobiles à l'intérieur d'un groupe social plus large, selon une stratégie qui défend l'intérêt du groupe sans empêcher la compétition entre les individus qui le constituent, est généralement considéré comme propre aux Primates, Homme compris.

Les mâles de certains groupes de Grands dauphins, *Tursiops aduncus* (appelés "Dauphins à nez en bouteille" par les Américains) forment occasionnellement une alliance "d'intérêt mutuel" ayant pour résultat d'assurer aux associés une certaine primauté d'accès aux femelles du groupe. ↗

Son existence définirait donc un trait de ressemblance – un de plus – entre les Dauphins et nous.

Compétition entre femelles et droits de reproduction limités

Chez certaines populations de Babouins olives, *Papio cynocephalus anubis*, des femelles dominantes s'adjugent la priorité d'accès à la nourriture et, par la force si nécessaire, maintiennent un rang élevé pendant une majeure partie de leur existence.

Observé par Jane Goodall et son équipe au Parc National de Gombe, en Tanzanie, ce comportement semble de prime abord leur apporter de multiples avantages sur le plan du succès reproducteur. Leurs jeunes ont un taux de survie supérieur à celui des jeunes des autres femelles. Elles ont aussi plus de descendants, car leurs filles mettent bas plutôt que celles des autres mères du groupe.

A cela s'oppose le fait que le nombre de portées avortées est d'autant plus grand que le rang de la femelle est élevé.

Si bien que le bilan de cette tactique de dominance femelle n'est pas globalement positif, n'étant pas payante à long terme dans les conditions où vit cette population de Babouins.

Une explication possible de ce bilan reproductif déficitaire est que les facteurs hormonaux qui règlent le niveau d'agressivité sont précisément ceux-là mêmes qui, agissant chez des femelles, contrecarrent le succès des portées. C'est ce type de contrainte qui, selon Jane Goodall, explique la rareté de cette stratégie chez les Mammifères, l'Hyène restant un cas exceptionnel où la dominance des femelles, fondée sur la taille et sur l'agressivité, a réus-





si à constituer une stratégie stable sur le plan de l'évolution.

La dominance des femelles s'observe chez d'autres espèces sans pour autant mener à la masculinisation relative de l'aspect des organes sexuels observée chez l'Hyène tachetée.

Chez le Maki ou Lémur à queue annelée, *Lemur catta*, toute femelle domine tout mâle, mais cela ne se marque pas extérieurement, pas même par une différence de taille entre les sexes.

Cependant, si les taux d'hormones mâles – ou androgènes – restent, comme c'est la règle, inférieurs chez les femelles à ce qu'ils sont chez les mâles, la différence entre les sexes à cet égard est nettement moins prononcée que

chez les espèces dont les femelles n'occupent pas un rang supérieur.

La dominance des femelles ne peut donc pas s'expliquer par le fait qu'elles auraient plus d'androgènes que les mâles. On peut cependant supposer que le titre élevé en androgènes, encore augmenté en période de reproduction et donc de compétition sexuelle, pourrait y contribuer en s'additionnant à d'autres facteurs psychiques ou physiologiques qui, isolément, n'y suffisent pas. Cependant, cette stratégie paraît stable dans cette espèce. Il serait dès lors intéressant de rechercher ce qu'il en est des androgènes chez les Babouins étudiés par Jane Goodall et à quoi tient chez eux le déficit.

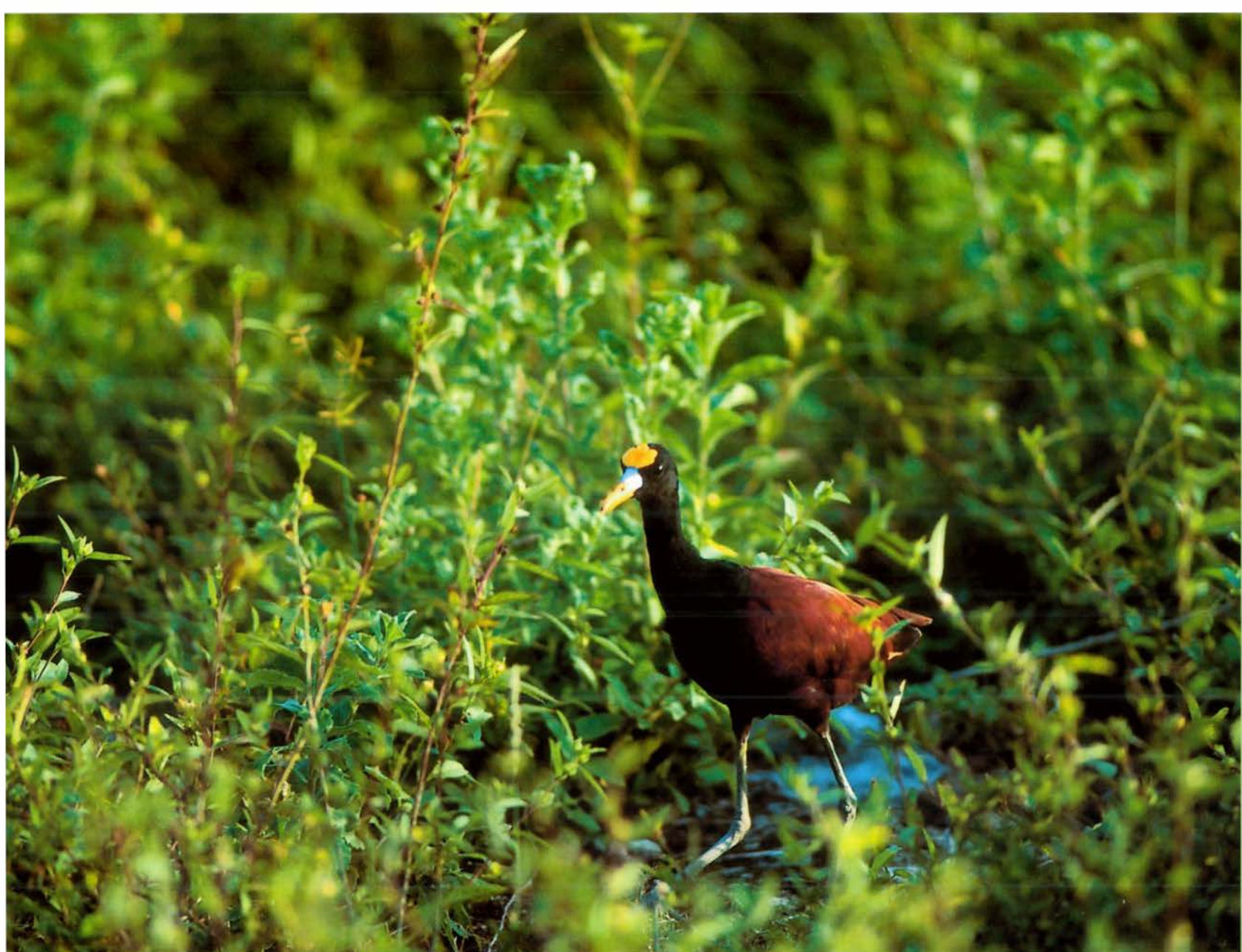
✎ Lors des combats en vue de la possession d'un harem, un mâle d'Éléphant de mer austral, *Mirounga leonina*, peut mettre en jeu un poids de quelque 3 tonnes et demi. Cela représente près de quatre fois le poids d'une femelle de l'espèce, ce qui explique que celle-ci ne peut guère s'opposer aux volontés du vainqueur.



zoo zoom+



Les Poissons-flûtes, tels que le Poisson-flûte alligator, *Syngnathoides biaculeatus*, et le Syngnathe à bandes, *Corithoichthys flavofasciatus* (zoom), appartiennent à la même famille que les Hippocampes et ont un comportement reproducteur similaire. Les mâles incubent les œufs et les femelles paradent et rivalisent pour gagner leurs faveurs.



Rivaliser sans combattre

Il y a pour les femelles d'autres stratégies possibles, à la fois plus subtiles, moins coûteuses et moins dangereuses, pour favoriser leurs entreprises reproductrices personnelles aux dépens de celles de leurs consœurs.

L'un des moyens utilisés est d'attirer l'attention d'un mâle dominant pour mettre fin à un accouplement non désiré.

C'est ce que fait la femelle du Tétrax-lyre, *Tetrao tetrax*, qui, dès qu'elle est serrée de près par un mâle, se rapproche aussitôt des autres mâles, ce qui ne manque pas de déclencher une bagarre dont le vainqueur aura ses faveurs.

Retournée à l'état sauvage, la poule de notre Coq domestique, *Gallus gallus domesticus* (deux

fois plus *gallus*, pour signaler qu'il n'a pas tout perdu de ses origines sauvages ?), utilise une "ruse" similaire.

Lorsqu'elle répond enfin aux entreprises d'un mâle – car elle préfère de beaucoup solliciter elle-même le partenaire de son choix –, elle pousse un cri semblable au cri de détresse qui a pour effet d'attirer sur elle l'intérêt d'un mâle de rang supérieur. Celui-ci accourt aussitôt pour interrompre l'action en cours et se substituer au mâle inférieur, qui est un parti moins "intéressant" pour notre poule.

La femelle de l'Eléphant de mer de l'Hémisphère Nord, *Mirounga angustirostris*, provoque de la même façon, par des cris sonores, une compétition entre mâles qui tourne doublement à son

avantage en attirant vers elle l'intérêt d'un mâle dominant et la débarrassant de celui qui ne répondait pas à ses préférences.

La femelle peut aussi appeler le mâle dominant par un cri particulier annonçant la fertilité optimale.

Les cris poussés pendant l'accouplement par les femelles du Macaque, *Macacus sylvanus*, remplissent apparemment cette fonction. Une modulation particulière du cri de copulation signale au mâle dominant le moment où il est plus que temps pour lui de faire valoir ses droits de... reproduction.

Le cas extrême de compétition entre femelles pour les meilleurs mâles se présente lorsque, comme c'est le cas chez certains Poissons, c'est le mâle qui assure la gestation. Cela fait de lui un partenaire pas toujours accessible et, dès lors, très convoité.

Ainsi, chez l'Aiguille de mer, *Syngnathus typhle*, parent de l'Hippocampe, ce sont les femelles qui présentent les ornements sexuels et qui, prenant l'initiative de l'accouplement, rivalisent entre elles pour obtenir les faveurs du partenaire de leur choix. Les mâles, de leur côté, ont aussi leurs préférences et ils les expriment. Cloués par la charge de la gestation (en quelque sorte par les... "travaux d'aiguille"), ils occupent chez de telles espèces la position stratégique occupée ailleurs par les femelles, qui, les rôles étant renversés, peuvent réaliser plusieurs appariements pendant que le mâle prend soin de la progéniture.



De même, ce sont les mâles de la Poule d'eau, *Gallinula chloropus*, comme ceux du Jacana américain, *Jacana spinosa*, qui réalisent l'essentiel de l'incubation des œufs et prennent pratiquement seuls toute la charge des soins alloués aux petits. Cela fait d'eux des objets très convoités des femelles, qui, en jouant de



leur taille, essaient, au détriment l'une de l'autre, de s'accoupler au plus grand nombre mais aussi aux meilleurs d'entre eux. La Poule d'eau reconnaît ces bons éléments, grâce au fait qu'ils sont, non plus grands, mais plus gras que les autres. Ce qui est pour elle un bon calcul, du point de vue reproduction, car plus le mâle possède de réserves de graisse, plus longtemps il pourra couvrir.

Ce doute, ce doute... ou de l'importance d'être le père

L'interaction entre le mâle et la femelle ne s'arrête pas avec la réalisation de l'accouplement. Le mâle a souvent intérêt à s'assurer que rien – et surtout que "personne" – ne viendra ensuite compromettre le résultat ultime de la rencontre. Seule la femelle est certaine que l'œuf fécondé porte bien sa part de patrimoine génétique. Elle seule peut encore revenir sur le choix qu'elle a fait d'un premier prétendant et trouver un meilleur parti, à savoir trouver un meilleur géniteur.

On observe chez certaines espèces une inversion des rôles et stratégies habituelles. Ainsi, chez le  Jacana d'Amérique, *Jacana spinosa*, comme chez la Poule d'eau , *Gallinula chloropus*, c'est le mâle qui couve les œufs et veille sur les poussins. Les femelles, qui sont polygames, se livrent à une féroce compétition pour s'accoupler aux meilleurs pères potentiels. Encore faut-il qu'elles les distinguent des autres...

Le fluide séminal des Crabes fantômes, du genre *Ocypode*, a la propriété de bloquer la mobilité des spermatozoïdes autres que les leurs, mettant ainsi un point final à la compétition entre mâles pour la femelle qu'ils viennent de féconder. ➔

La compétition peut éventuellement se poursuivre à l'intérieur de la femelle, entre les gamètes mâles d'origine différente.

La stratégie de la Vipère commune, *Vipera berus*, semble reposer sur cette possibilité d'agir en secret, tout en laissant les mâles à leurs illusions de victoire.

Elle s'accouple en effet jusqu'à 8 fois, rarement deux fois avec le même mâle, et l'on a observé que plus elle avait réalisé d'accouplements, moins elle mettait au monde de petits mort-nés. Cela suggère qu'en s'accouplant plusieurs fois, la Vipère se donne une plus grande chance de trouver un mâle de "meilleure qualité", soit qu'un tel mâle produit des spermatozoïdes de meilleure qualité, soit, plus simplement, qu'il en produit davantage.

Il arrive d'ailleurs que la femelle se débarrasse elle-même, après coup, des spermatozoïdes laissés par un premier partenaire. Face à ce type de risques, les mâles disposent d'une panoplie de mesures et de contre-mesures.

L'une d'elles, fréquemment employée chez des espèces où, comme chez le Manchot d'Adélie,

Pygoscelis adeliae, la femelle accepte des partenaires hors du couple établi, consiste pour le mâle à répéter plusieurs fois l'accouplement avec la même partenaire. Cela augmente statistiquement ses chances d'être vraiment le père des jeunes dont il s'occupera plus tard.

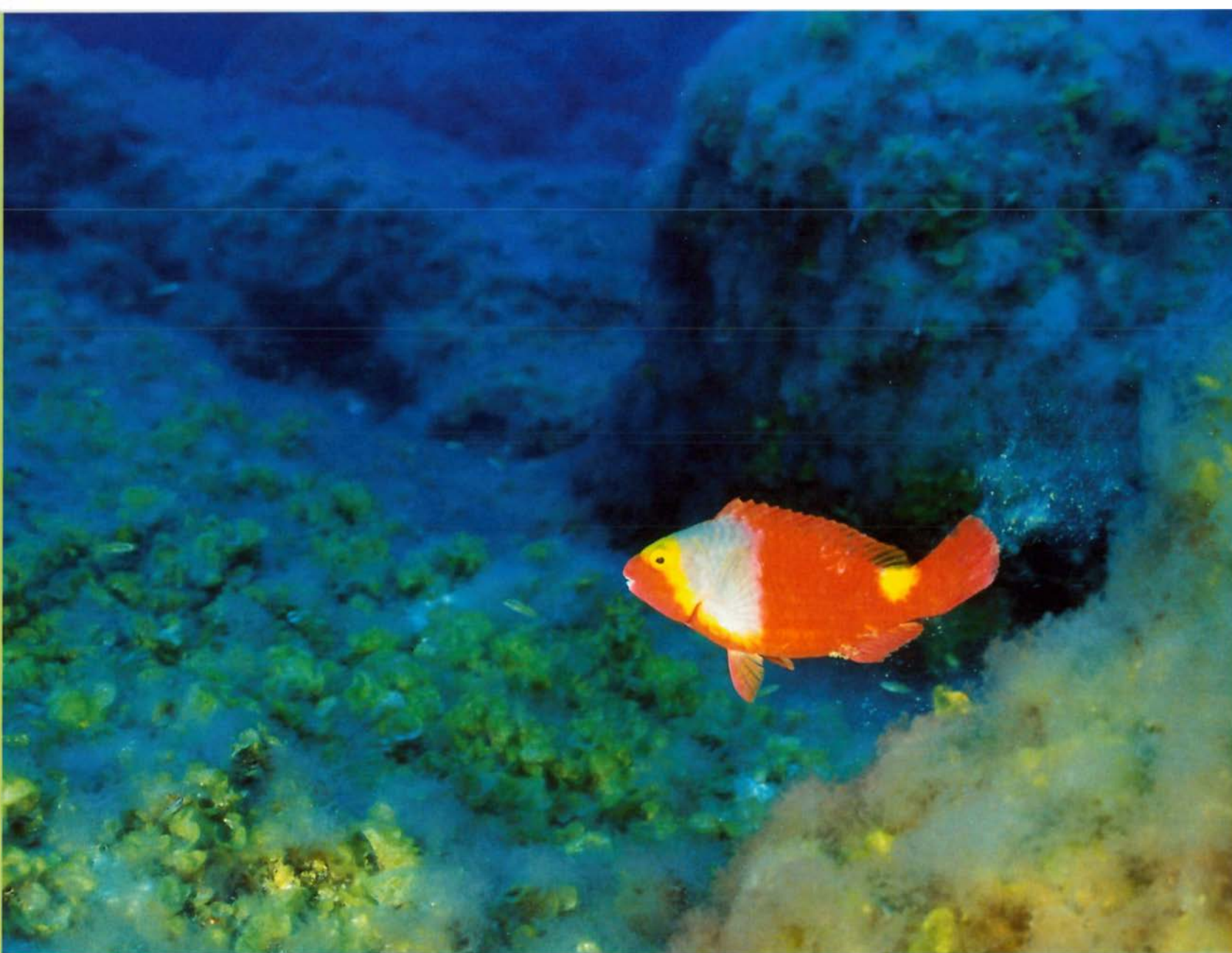
Pour protéger ses intérêts reproducteurs, le mâle peut également mettre en place, au moment de l'accouplement, un dispositif qui éloigne, dissuade ou repousse les compétiteurs potentiels. Un moyen plus simple encore d'empêcher l'interférence des autres mâles est de rendre leur intervention impossible, laissant, après la copulation, une barrière physique qui empêche toute fécondation.

En fécondant la femelle, le mâle du Crabe fantôme, du genre *Ocypode*, laisse en place une sorte de colle, contenue dans son fluide séminal. Isolant et immobilisant les spermatozoïdes du mâle qui l'aurait précédé, cette substance empêche ainsi qu'ils fécondent les ovules.

Ce procédé est poussé à l'extrême par les Moustiques qui, à titre d'obstacle pour les suivants, abandonnent leurs organes de copulation. Ce n'est pas un aussi grand sacrifice que l'on pourrait penser, car le mâle est de toute façon destiné à une vie brève puisqu'il ne se nourrit pas, son intestin n'étant même pas "raccordé". C'est sans doute en partie à la même logique que le "sacrifice" du mâle qui se laisse cannibaliser doit d'avoir été retenu par la sélection chez certaines espèces. L'animal servirait alors autant d'empêchement d'autres fécondations que de supplément d'énergie pour les œufs qu'il a pu féconder.

Face à ce problème, certains mâles "calculent" leur investissement, adaptant la quantité de spermatozoïdes qu'ils délivrent à la densité en mâles, compétiteurs potentiels présents autour d'eux au moment de l'accouplement.





Nombre d'insectes, du Ténébrion, *Tenebrio molitor*, au Criquet, *Grylloides sigillatus*, en passant par la Mouche des fruits, *Ceratitis capitata*, procèdent ainsi.

D'autres, comme le Poisson-perroquet, *Sparisoma radians*, ou la Girelle, *Thalassoma bifasciatum*, ajustent leurs dépenses en gamètes à la taille de la femelle et en délivrent d'autant moins qu'elle est plus maigre – et donc, en principe, moins féconde –, ce qui leur permet d'en réserver pour une meilleure occasion.

Tout cela n'empêche pas que, même après la fertilisation, la femelle reste souvent maîtresse du jeu.

Chez de nombreux insectes, et notamment chez les Hyménoptères, comme l'Abeille, il dépend

d'elle – c'est-à-dire de son état physique, des conditions extérieures ou de l'état de la colonie, et non de son caprice – que l'œuf soit fécondé ou non. En l'occurrence, cela décidera du sexe de la larve qui sera femelle si l'œuf est fécondé et qui, sinon, sera mâle.

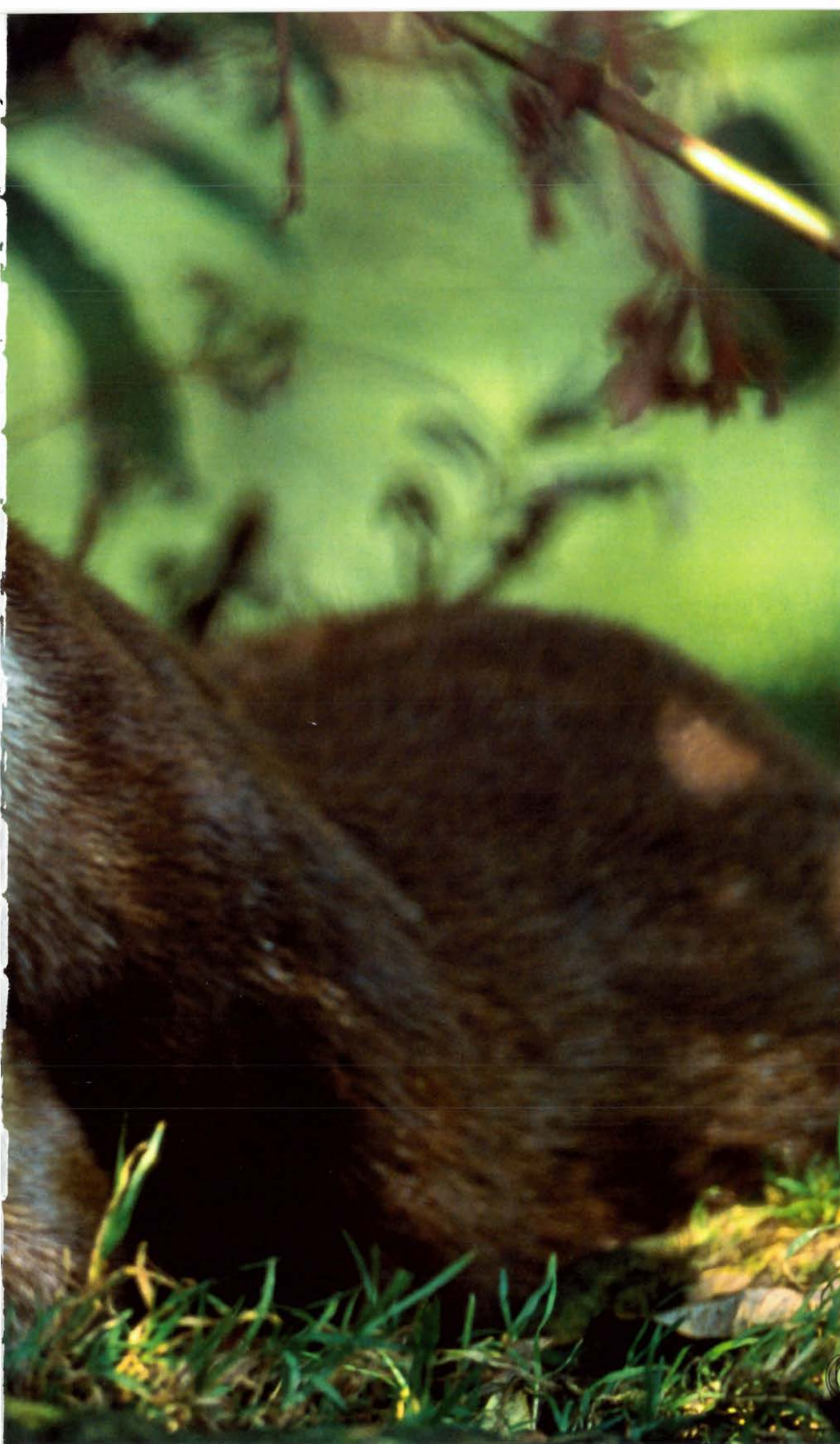
Un contrôle peut encore être exercé au-delà de la fécondation chez les Mammifères qui disposent de moyens de déterminer le début du développement en suspendant l'implantation de l'œuf fécondé.

De nombreuses espèces utilisent cette implantation suspendue, ce qui ajuste la naissance des petits au rythme des saisons et permet qu'ils voient le jour au moment le plus favorable, du point de vue nourriture ou climat.

☞ On a observé parmi les Scaridés ou Poissons-perroquets du genre *Sparisoma* que certains mâles calculaient en quelque sorte les dépenses en spermatozoïdes consenties au cours d'un accouplement de manière à en distribuer moins aux femelles se signalant comme moins fertiles que les autres.







Une des stratégies assurant un maximum de chance qu'un accouplement aboutisse effectivement à la fécondation est celle des diverses espèces de mammifères chez lesquels, comme pour la Loutre, *Lutra lutra*, l'ovulation est déclenchée par l'accouplement.

Au sortir de leur léthargie hivernale, les mâles Serpents jarretières, *Thamnophis sirtalis*, attirés par la phéromone émise par une femelle se regroupent autour d'elle pour former une "balle d'accouplement" au sein de laquelle chacun tente de s'accoupler. Certains mâles leurrent leurs rivaux en émettant la phéromone femelle et, après les avoir entraînés à l'écart, profitent du trouble ainsi créé pour rejoindre une vraie femelle. ➔

Tel est le cas notamment de la Loutre ou de l'Eléphant de mer.

Cela permet éventuellement à la femelle de renoncer à poursuivre les opérations si les circonstances ou son état physique ne sont pas favorables, et d'attendre, en survivant, une meilleure occasion de transmettre son bagage... tout cela à l'insu du mâle concerné.

Surveiller ses intérêts

Une des mesures utilisées par les mâles pour éviter qu'un rival vienne mettre ses gamètes en compétition avec les leurs, consiste à ne pas lâcher d'une patte la femelle avec laquelle ils viennent de s'accoupler.

Cela explique l'apparent attachement manifesté par le mâle de certaines espèces à l'égard de sa partenaire alors qu'il ne s'agit pour lui que de surveiller ses intérêts génétiques !

Par exemple, ce n'est plus vraiment une cour que poursuit le mâle de la Fauvette des Seychelles, *Acrocephalus sechellensis*, auprès de la femelle qu'il vient de féconder et l'observation montre que cette vigilance le gratifie d'un taux de succès reproducteur plus élevé.

La ruse suprême consiste à faire croire à un rival que le moment est venu pour lui d'assurer la fécondation. C'est la tactique utilisée par certains mâles du Tilapia, *Tilapia macrochir*, qui s'engagent dans une parade avec un autre mâle en prenant le rôle normalement joué par la femelle. Tant et si bien qu'ils réussissent à l'induire à libérer ses spermatozoïdes, évidemment en pure perte, puisque aucune ponte n'aura lieu.

Un autre poisson, *Lepomis marginatus*, complique encore le schéma. Il existe chez cette espèce trois types de mâle. Les plus grands, très colorés et territoriaux, règnent sur quel-

ques femelles. Des mâles plus jeunes et plus petits, mais déjà matures, leur "volent" de temps à autre un accouplement à la faveur d'un moment de distraction.

Une troisième catégorie est représentée par des tricheurs qui prennent l'aspect plus terne des femelles et imitent leur comportement. Grâce à quoi, ils réussissent à s'approcher d'une femelle et à la féconder, sans être repoussés par le dominant local, qu'ils parviennent ainsi à "dribbler".

Chez le Serpent jarretière, *Thamnophis sirtalis parietalis*, la "ruse" – tout inconsciente – prend une allure plus retorse encore. A chaque saison printanière, ces serpents sortent par milliers de leur léthargie d'hiver et forment çà et là des masses de quelques dizaines à quelques centaines d'individus – appelées "mating balls", "balles d'accouplement". Comme, dans cette espèce, on trouve une seule femelle pour quelque mille mâles, la compétition entre ceux-ci sera rude.

Ainsi que démontée par David Crews et son équipe, une "ruse" consiste, pour environ 14 à 16% des mâles – car si tous faisaient de même cela ne marcherait évidemment plus –, à produire une substance, la vitellogénine, synthétisée normalement au niveau du foie par les femelles et appelée à se transformer en vitellus, matière réserve de l'œuf. Or, à la saison de la reproduction, de la vitellogénine s'accumule dans la région dorsale des femelles et fonctionne alors également comme phéromone d'appel des mâles.

Se faisant ainsi passer pour femelles, ces mâles sont à l'origine d'une fausse "balle d'accouplement"; une balle perdue en quelque sorte. Mais pas perdue pour tout le monde : en déroutant les autres mâles dans leurs recherches, tout en restant parfaitement fixées sur leur



propre sexe, ces “fausses femelles” parviennent plus souvent à leurs fins et s’assurent ainsi un plus grand succès reproducteur que leurs rivaux.

D’autant que, comme tout autre mâle de l’espèce, ils laissent, après l’accouplement, une phéromone négative qui annihile toute attirance pour la femelle ainsi marquée.

A quoi sert l’accouplement ?

Même lorsque la fécondation est externe, il peut y avoir un réel accouplement, si l’on entend par là un contact étroit entre le mâle et la femelle. C’est que l’intérêt du mâle, critère sur lequel son comportement a été sélectionné, (sans qu’il le

sache) est le même dans tous les cas. Il faut absolument qu’il transmette ses gènes et, si d’autres mâles lui disputent ce privilège, il doit tout faire pour être le vainqueur de la compétition. C’est pourquoi le Crapaud mâle s’accroche comme un désespéré à la femelle pour être sûr d’être là au bon moment, c’est-à-dire quand elle libérera ses œufs, et cet embrassement sert d’ailleurs à stimuler la ponte attendue.

Il dispose à cet effet d’aspérités aux pouces, un caractère propre à son sexe, qui lui permettent de mieux étreindre sa partenaire. L’instinct est si fort qu’on peut voir parfois plusieurs mâles serrer une femelle, littéralement à l’étouffer.

Le cas d’un Papillon du genre *Heliconius* est particulier, car les mâles fixent déjà leur inté-

Même quand la fécondation interne est directement réalisée par le mâle au cours d'un accouplement, celui-ci doit s'assurer de ne pas gaspiller ses gamètes. D'où le fait que l'Éléphant -par exemple- attend de recevoir les messages chimiques lui indiquant la réceptivité de la femelle. ➤



Chez d'autres animaux -notamment la plupart des Félins, sinon tous-, les chances de fécondation sont augmentées du fait que l'ovulation est déclenchée par l'accouplement lui-même. ➤

rêt sur une femelle qui n'est pas encore née et il arrive qu'elle soit fécondée à travers l'enveloppe de la chrysalide avant même qu'elle ait achevé de se métamorphoser.

Évidemment, lorsqu'il y a fécondation interne, la fonction principale de l'accouplement est de mettre ovules et spermatozoïdes en contact. Ce contact peut être soit immédiat – comme chez les Mammifères par exemple –, soit plus ou moins retardé, comme c'est le cas chez divers Insectes, Mollusques et Reptiles, dont la femelle stocke les spermatozoïdes et reporte à plus tard leur utilisation effective.

Parler de fécondation interne prend un sens particulier lorsque, comme c'est le cas chez la Bonellie, quelques mâles attendent en parasites internes du canal à la fois rénal et génital de la femelle, la sortie des œufs pour les féconder au passage.

Plus étrange encore est le système utilisé par une sangsue du genre *Herpobella*, dont le mâle se contente de déposer son spermatophore sur le corps de sa partenaire. C'est le spermatophore lui-même qui, en libérant des subs-

tances – sans doute des enzymes –, crée à travers la peau et les muscles de la femelle le passage par où les spermatozoïdes pourront pénétrer à l'intérieur de son corps et, pour une partie d'entre eux, féconder les œufs.

Les animaux terrestres ont dû nécessairement recourir à la fécondation interne pour éviter que leurs gamètes ne meurent.

Le même problème peut cependant se présenter en milieu aquatique, par exemple pour éviter que le courant disperse les gamètes avant qu'ils se soient rencontrés ou, plus simplement, pour réaliser quelques économies sur leur production.

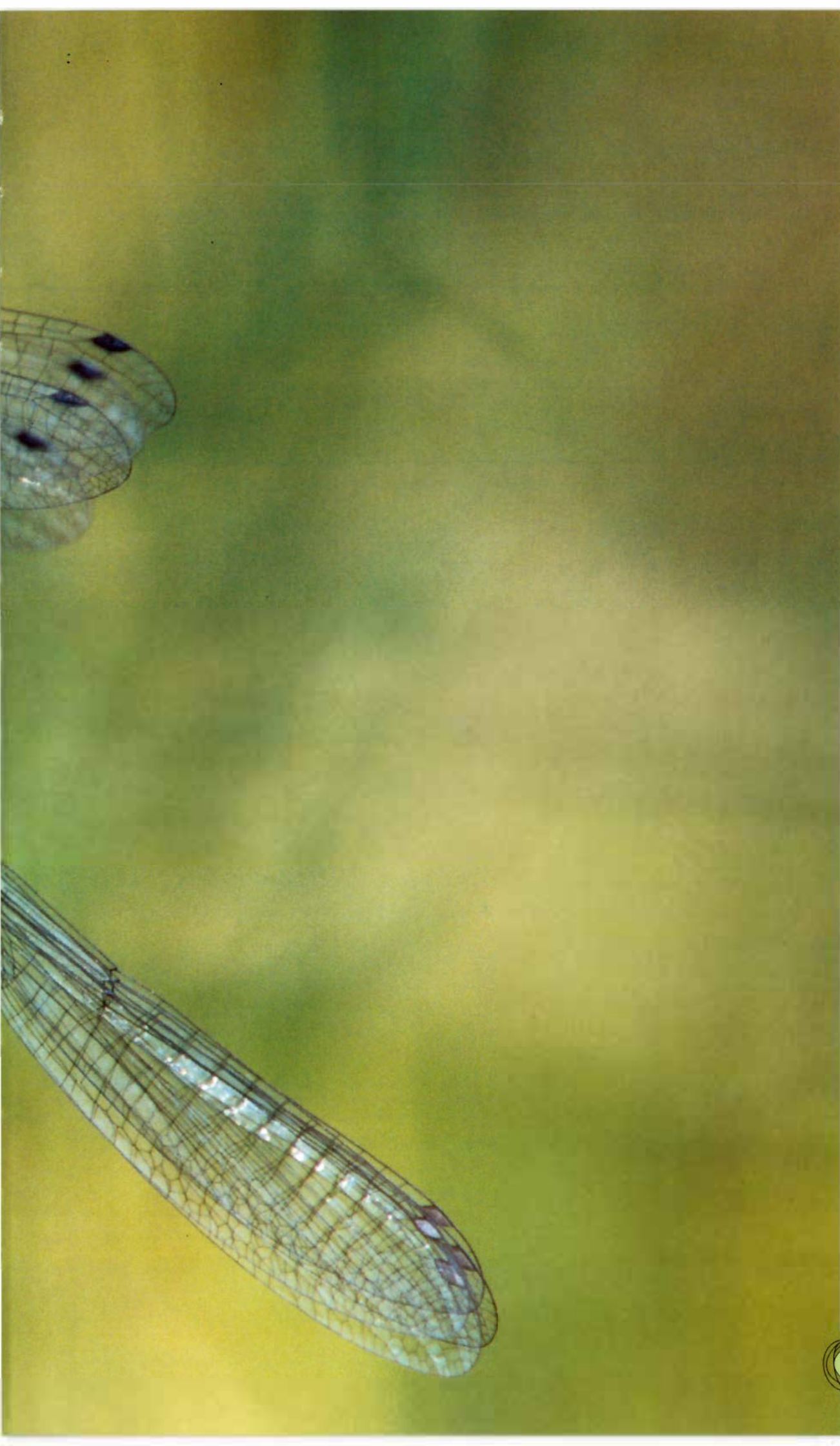
C'est pourquoi il y a fécondation interne chez les Requins, où elle est assurée grâce à une nageoire pelvienne transformée.

Chez les Calmars ainsi que chez les Pieuvres d'espèces diverses, un des tentacules – appelé *bras hectocotyle* – est pourvu d'une gouttière et sert au mâle pour transférer à l'intérieur de la cavité palléale de la femelle une série de spermatophores aussitôt mis en contact avec l'oviducte.

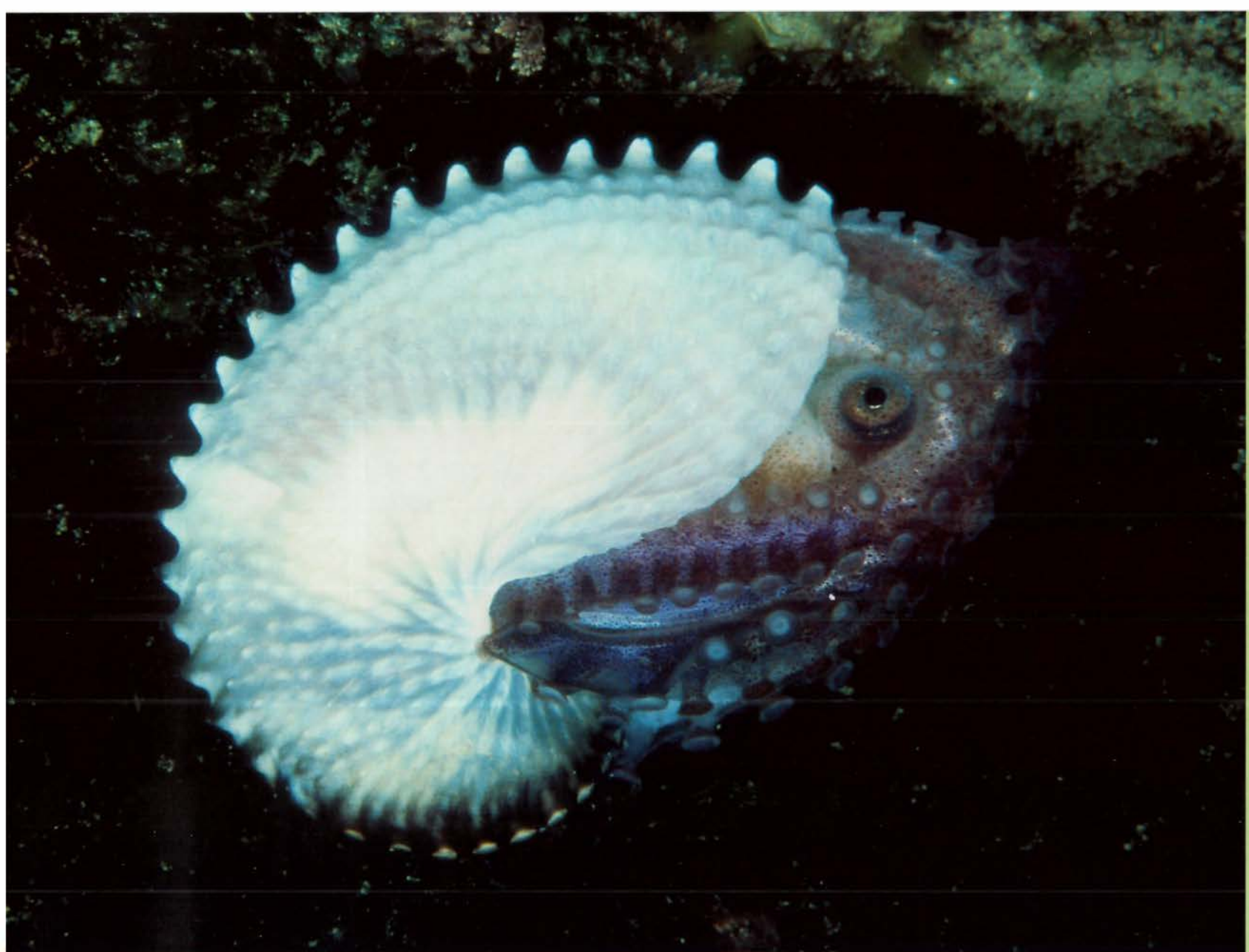


↳ Accouplement de
Manchots à jugulaire,
Pygoscelis antarctica.
Sauf chez certaines espèces
qui s'accouplent dans l'eau
et chez les oiseaux coureurs
(tels l'Autruche), le mâle
chez les oiseaux ne possède
pas d'appendice copulateur
et la fécondation s'accomplit
par simple mise en contact
des cloaques.





Chez de nombreuses espèces d'insectes -tel l'Agrion porte-coupe, *Enallagma cyathigerum*- le mâle reste accouplé à la femelle bien après avoir délivré ses spermatozoïdes. Cela évite tout risque qu'un autre mâle lui succède en temps utile, c'est-à-dire avant que la fécondation ne soit effectivement réalisée, ce qui mettrait ses gamètes en compétition avec ceux de ce rival.



♂ Le mâle des Nautilus possède un tentacule plus long que les autres -le spadice- grâce auquel il dépose directement sa semence dans la cavité palléale de la femelle.

Chez l'Argonaute, *Argonauta argo*, leur parent, ce tentacule permet au mâle, 10 à 15 fois plus petit que la femelle, de féconder celle-ci à relative distance et l'hectocotyle se détache après l'accouplement (et non avant, contrairement à ce que l'on a cru longtemps).

Parent de ces Céphalopodes, le Nautilus, *Nautilus macromphalus*, est un véritable fossile vivant qui possède, non huit tentacules comme les précédents, mais plus de 90, et ceux-ci ne sont pas munis de ventouses. Chez le mâle, plus grand que la

femelle, un seul d'entre eux – appelé le spadice – sert à la fécondation.

Parfois, un organe spécialement dévolu à la fécondation interne n'existe pas dans la panoplie sexuelle du mâle.

Si tel n'est pas le cas, il lui faut alors développer toute une stratégie pour obtenir de la femelle qu'elle le réalise elle-même.

C'est le sens de la parade de certains animaux qui déposent le sac contenant leurs gamètes – le sac spermatique ou spermatophore – sur le sol, puis s'arrangent pour forcer la femelle à passer au-dessus de lui pour qu'elle l'absorbe au passage.

C'est la méthode utilisée, entre autres, par une sorte de salamandre, le Pleurodèle de Poiret,



Pleurodeles poiretti. Cela donne lieu à un long ballet aquatique, au terme duquel le mâle parvient à déposer son spermatophore sur le fond, juste au moment où la femelle est placée comme il faut au-dessus de cette précieuse réserve de spermatozoïdes.

Le mâle des Scorpions possède un spermatophore pourvu d'un dispositif à gâchette qui se déclenche et projette les spermatozoïdes au passage de la femelle, savamment guidée par son partenaire à l'endroit voulu. D'où le "quadrille" – qui en l'occurrence n'a rien d'une danse – rendu célèbre par le film "Désert vivant" de Walt Disney.

Le mâle virtuel

L'accouplement remplit des fonctions annexes à la fécondation proprement dite.

L'une d'elles est, parfois, de donner le petit coup de pouce nécessaire pour compenser un défaut d'ajustement du rythme biologique sur celui des saisons et d'harmoniser la maturité des partenaires. Ainsi, le simple fait de s'accoupler peut déclencher l'ovulation, comme c'est le cas chez les félins, le Lapin ou l'Ours brun par exemple. Cette fonction de l'accouplement explique l'apparent paradoxe représenté, par son maintien, chez des espèces où n'existe plus que le sexe femelle.

Cela ne paraît pas relever du simple accident rare, car cette situation est plus fréquente chez les Vertébrés qu'on pourrait le penser : depuis sa première observation chez une sorte de Guppy, la Poecilie de l'Amazone, *Poecilia formosa*, une cinquantaine de cas sont venus s'ajouter à la liste, parmi lesquels des Poissons, des Salamandres et des Reptiles.

Chez la Poecilie de l'Amazone (appelée "Black lyre" en anglais), ceci prend un tour assez éton-

nant. Bien que cette espèce ne comprenne que des femelles parthénogénétiques, non seulement celles-ci s'accouplent avec des mâles (ceux d'une espèce voisine, sexuée), mais la rencontre de l'œuf avec un spermatozoïde reste nécessaire pour en stimuler les divisions et le développement. Cependant, cela n'implique pas la moindre intégration du patrimoine du gamète mâle, car le noyau du spermatozoïde est éliminé aussitôt arrivé !

Dans le Nord-Est des États-Unis vit une espèce de Salamandre du genre *Ambystoma*, qui se présente sous la forme de 18 sous-espèces hybrides, possédant de 3 à 5 fois le nombre haploïde de chromosomes de l'espèce d'origine et dont certaines sont uniquement femelles.

De ces dernières, toutes doivent, pour se reproduire, s'accoupler avec le mâle d'une sous-espèce restée bisexuée, mais certaines d'entre elles n'utilisent aucunement le patrimoine génétique du spermatozoïde qui apparemment ne sert qu'à activer la parthénogenèse.

Un cas inverse a même été découvert il y a quelques années par une équipe de chercheurs italiens chez une espèce de Phasme, *Bacillus rossi-us-grandii benazzii* (lequel porte ce nom à tiroir pour marquer le fait qu'il est l'hybride des deux espèces dont le "prénom" figure de part et d'autre du trait d'union).

Le croisement d'une femelle de ce Phasme avec un mâle de l'espèce *B. rossi-us* produit des jeunes qui, dans 20 % des cas, ne contiennent que les gènes paternels, ce qui implique donc qu'ici c'est le bagage génétique de la mère qui a été complètement éliminé.

Ce qui n'empêche pas les mâles et les femelles ainsi produits d'être parfaitement fertiles.

Une autre forme d'accouplement, pratiquée par des espèces où seules existent les femelles,

☞ Femelle de l'Argonaute, *Argonauta nodosa*, dans la nacelle qu'elle a secrétée pour y déposer sa ponte après la fécondation.

Le mâle - beaucoup plus petit que la femelle chez cette espèce - possède, comme les autres Mollusques Céphalopodes, un tentacule spécialisé dans la fécondation.



☞ Fécondation interne ne signifie pas nécessairement présence d'un organe mâle spécialisé dans la transmission des gamètes. Un autre procédé consiste à faire absorber à la partenaire un sac contenant les spermatozoïdes. C'est là le sens de la "danse" des Scorpions, qui a pour but d'amener la femelle à se placer à l'endroit où le mâle a déposé le précieux colis.



met en évidence d'autres fonctions annexes de l'accouplement usuel, sans rapport direct avec la fécondation de l'œuf.

C'est ce qu'a montré l'Américain David Crews dans le cas d'une sous-espèce de Lézard à queue-en-fouet, *Cnemidophorus uniparens*, du Sud-Ouest des Etats-Unis, l'une des 15 espèces parmi les 45 du genre, chez lesquelles seul subsiste le sexe femelle.

Il a en effet observé que lors de la saison de la reproduction, deux femelles exécutaient le même rituel d'accouplement que celui réalisé par le mâle et la femelle de l'espèce *Cnemidophorus inornatus* (dont dérive *C. uniparens*), l'une des deux

se comportant comme mâle, l'autre comme femelle.

Tout dans cet accouplement – sauf bien sûr la copulation proprement dite – ressemble à l'accouplement des espèces sexuées. Même approche, même contact de la langue du pseudo-mâle sur la peau de sa partenaire, même prise des mâchoires sur son cou, et même position de copulation que chez le mâle des espèces sexuées. Même attitude de réceptivité chez celle qui tient le rôle de la femelle dans ce simulacre.

L'une des fonctions accessoires de l'accouplement normal est ici parfaitement illustrée par le fait que la présence d'autres femelles et ce simulacre de fécondation sont aussi nécessaires à la production



extraordinaire
animal





optimale des œufs chez l'espèce unisexuée, que la présence des mâles et l'accouplement l'est chez l'ancêtre bisexué !

Le simulacre est donc resté nécessaire pour activer une reproduction qui, dans ce cas, se fait sans fécondation, par simple parthénogenèse.

On constate en effet que la production d'œufs d'une femelle de *C. uniparens* isolée se résume à moins d'une ponte par saison, alors qu'en présence d'autres femelles elle passe à 2,5 pontes en moyenne, comme chez l'espèce sexuée.

Toutes ces formes de comportement, somme toute aberrantes, sont trop rares pour qu'on puisse y voir autre chose qu'un retour secon-

daire de la reproduction sexuée vers une forme simplifiée permettant d'occuper une "niche écologique" qui sinon serait vide, comme c'est le cas pour les mammifères retournés secondairement au milieu marin, mais sans pour autant perdre leurs poumons.

Ce n'est probablement pas un aspect d'une quelconque "lutte des sexes" ayant conduit l'évolution à faire un retour en arrière.

Notons cependant que s'il lui en prenait la fantaisie, cela ne menerait qu'à un type de victoire totale – à supposer que cela en soit une –, celle du gamète femelle, seul capable de se diviser.

👉 Chez le Lézard à queue-en-fouet, et une quinzaine d'autres sous-espèces du genre, il n'existe que des femelles se reproduisant par parthénogenèse. Ces femelles miment un accouplement où elles tiennent alternativement les rôles mâle et femelle, ce qui stimule la production des œufs chez les deux partenaires.

👉 Les deux sexes existent chez la plupart des salamandres du genre *Ambystoma*. C'est le cas par exemple de la Salamandre tachetée, *A. maculatum*, de la Salamandre tigrée, *A. tigrinum*, et de la Salamandre à flanc lisse, *A. barbouri*. Certaines sous-espèces américaines sont cependant constituées uniquement de femelles. Pour se reproduire, celles-ci doivent toujours s'accoupler avec un mâle d'une sous-espèce restée bisexuée. . . . quitte à n'utiliser le spermatozoïde que comme agent stimulateur de la parthénogénèse de l'ovule.

La Reine Rouge, suite et fin

Retour à la case départ ?

Mis récemment en évidence, un aspect inattendu de la course aux armements à laquelle se livrent hôtes et parasites apporte de l'eau au moulin de la théorie de la Reine Rouge. Tout semble en effet se passer comme si certains parasites avaient compris comme nous l'intérêt stratégique de la reproduction sexuée pour leur hôte et tentaient sciemment de la rendre caduque.

Ainsi, l'œuf de la Coccinelle, *Adalia bipunctata*, contient un cytoplasme toxique pour les œufs destinés à donner des mâles, lesquels meurent et servent essentiellement de nourriture à leurs sœurs. On a découvert que cette toxicité "anti-mâle" est liée à l'infection des femelles par une bactérie du genre *Wolbachia* qui, transmise de mère en filles, provoque progressivement l'élimination des mâles de l'espèce infectée.

Une étude récente montre que *Wolbachia* est présente dans les tissus d'au moins 20 % des insectes analysés, tant aux USA qu'en Grande-Bretagne ou au Panama. Elle infecte de même plusieurs espèces d'Invertébrés, des araignées, des mouches, des crevettes et même certains vers parasites mais, semble-t-il, aucun Vertébré à ce jour.

Tout ne se passe-t-il pas comme si le parasite avait compris le jeu de l'adversaire et tentait de le priver de son atout principal, à savoir la reproduction sexuée ?

Parfois la bactérie se livre à une véritable manipulation de la proportion de femelles et de

mâles de l'espèce, dans le sens qui lui est le plus profitable, c'est-à-dire en faveur des femelles. Même infecté, un mâle pourrait en effet féconder une femelle saine sans lui transmettre l'infection, les spermatozoïdes ne possédant pas assez de cytoplasme pour abriter des bactéries. Une manière pour *Wolbachia* de contourner cet obstacle à son expansion consiste à introduire dans les spermatozoïdes des mâles qu'elle infecte une toxine qui tue les œufs des femelles saines mais qui n'affecte pas ceux des femelles infectées.

Chez un Crustacé, parent du Cloporte, l'infection par *Wolbachia* transforme même les mâles en femelles après leur naissance.

Comme s'il savait tout de la théorie de la Reine Rouge et cherchait systématiquement à ramener les pions à la "case départ" – celle du "bon vieux temps" de la reproduction végétative –, le parasite réduit ainsi l'espèce parasitée à la reproduction par parthénogenèse et s'assure ainsi une stabilité idéale du terrain d'infection.

Conclusions, réflexions, perspectives . . .

Dans la course aux armements entre parasites ou prédateurs comme dans la course contre la montre pour résister aux perpétuels changements des conditions du milieu, la reproduction sexuée, par sa capacité de créer des variations, apparaît comme une sorte d'assurance vie.

Au sens littéral, car de cette compétition, plus que les espèces – qui naissent, disparaissent ou changent –, c'est la vie elle-même qui sort ou non victorieuse.



Quant à la production de mâles, jugée par certains exagérément coûteuse, je pense avoir illustré comment, au contraire, la reproduction sexuée permet de favoriser les hasards heureux et de compenser ainsi le coût biologique qu'elle représente.

Les signaux et parades par lesquels un individu signale à ses partenaires la qualité de son jeu de chromosomes et le fait que, de leur côté, ceux-ci aient appris à les interpréter, tout cela permet aux espèces sexuées de procéder à une sorte de sélection orientée des combinaisons génétiques favorables.

C'est là tout le sens des stratégies amoureuses. L'histoire de la vie semble avoir suivi deux voies parallèles.

L'une consiste à reproduire à l'infini un nombre limité de structures, sans réussir complètement à éviter la variation, — ce qui est heureux — mais sans l'organiser non plus.

L'autre au contraire, semble tendre vers une complexité sans cesse croissante des structures et des formes.

Les deux stratégies, parfois combinées, ont réussi jusqu'ici à maintenir la vie sur la planète Terre. Toutes deux en sont une expression et, à ce titre, elles se valent. Comme disait Paul Brien, le grand biologiste belge : "L'éléphant n'est pas plus vivant que l'amibe".

Il est par ailleurs possible que certains caractères que nous observons dans le monde vivant, ne soient que des fantaisies que la vie peut se "payer" car peu coûteuses et sans conséquences négatives sur l'efficacité reproductrice des espèces en cause.

Et au jeu des fantaisies, la reproduction sexuée est une artiste imbattable.

Que l'éléphant soit un moyen pour ses gènes de se reproduire ou ses gènes un moyen pour lui d'exister, est une question que je ne tenterai pas de trancher.

Il reste que, sans l'éléphant, le volume de la biosphère qu'il occupe ne saurait être occupé par rien d'aussi complexe, si ce n'est par un autre organisme vivant produit lui aussi par reproduction sexuée.

Comme toute espèce vivante, il est un assemblage particulier de cellules vivantes qui offre à la vie une chance de plus de se perpétuer.

Preuve certaine que, pendant des générations une solution convenable a été apportée à la reproduction d'organismes semblables à lui, il est une réussite.

Mais la réussite d'une histoire passée, non la garantie définitive d'être "la" réussite absolue. Il est peut-être un luxe de la vie et un aspect de l'une de ses propriétés les plus caractéristiques: celle d'être, pour citer Auguste Brachet, "créatrice de formes".

Et, comme dit Vialatte : "L'éléphant est irréfutable".

J'aime d'ailleurs assez l'idée que lui, vous et moi, soyons, sinon un luxe, un peu de l'expression même de cette vie dont la diversité ne cesse de nous émerveiller.

index

Index

- Accenteur alpin, *Prunella collaris* 82
Agame d'Australie, *Ctenophorus ornatus* 66
Agrion porte-coupe, *Enallagma cyathigerum* 191
Aiguille de mer, *Syngnathus typhle* 181
Albatros hurleur, *Diomedea exulans* 114, 117
Albatros royal, *Diomedea epomophora* 117
Alligator, *Alligator mississippiensis* 53
Alque huppé, *Aethia cristatella* 102, 103
Anguille-tremblante, *Electrophorus electricus* 95
Anole vert, *Anolis carolinensis* 57
Araignée-loup, *Lycosa sp.* 78
Araignée-loup, *Pisaura mirabilis* 127
Argonaute, *Argonauta argo* 192
Argonaute, *Argonauta nodosa* 193
Ascaris du Cheval, *Ascaris megaloccephala bivalens* 33
Babouin olive, *Papio cynocephalus anubis* 176
Balanus crenatus 41
Baleine à bosse, *Megaptera novaeangliae* 81, 117, 123
Baudroie, *Edryolichnus schmidti* 43
Bécassine des marais, *Gallinago gallinago* 76
Bernard l'Ermite, *Eupagurus bernardhu* 33
Bonellie, *Bonellia viridis* 43
Brachypopomus pinnicaudatus 95
Busard des roseaux, *Circus aeruginosus* 127
Caméléon de Jackson, *Chameleo jacksoni* 68
Cardinal rouge, *Cardinalis cardinalis* 82
Cerf, *Cervus elaphus* 171
Chauve-souris Epomophore, *Epomophorus gambianus* 122
Chauve-souris frugivore, *Hypsignathus monstrosus* 158
Chauve-souris mangeuse de grenouilles, *Trachops cirrhosus* 79, 82
Chauve-souris, *Phyllostomus hastatus* 171
Chevalier combattant, *Philomachus pugnax* 152, 153
Chevrotain Porte-musc, *Moschus moschiferus* 88
Chimpanzé, *Pan troglodytes* 87
Chlamydera nuchalis 147
Chlamydomonas 26
Cigale de montagne, *Cicadetta montana* 73, 78
Civetite africaine, *Viverra civetta* 93
Cnemidophorus inornatus 194
Cob d'Ouganda, *Kobus kob thomasi* 162
Cob lechwe, *Kobus lechwe kafuensis* 162
Coccinelle, *Adalia* 98
Coccinelle, *Adalia bipunctata* 196
Colibri à queue large - ou tricolore -, *Selaphorus platycercus* 76
Colophotia 158
Colossendeis colosse 22
Coq de Roche de Guyane, *Rupicola rupicola*, 66, 67, 155
Coq domestique, *Gallus gallus domesticus* 180
Coqui, *Eleutherodactylus coqui* 78, 79
Crabe fantôme, *Ocypode* 182
Crabe rouge, *Gecarcoida natalis* 59
Crabe violoniste, *Ocypode sp.* 108
Crabe violoniste, *Uca annulipes* 157
Crapaud commun, *Bufo bufo* 78
Crépidule, *Crepidula fornicata* 42, 45
Criquet, *Grylloides sigillatus* 183
Cygne chanteur, *Cygnus cygnus* 167
Cyprinodon marbré, *Rivulus marmoratus* 40
Damalisque Topi, *Damaliscus korrigum* 162
Dasyus hybridus 15
Demoiselle, *Calopteryx splendens xanthostoma* 98, 99
Diamant à longue queue, *Poephila acuticauda* 101
Diamant tacheté, *Taeniopygia guttata* 108
Dindon sauvage, *Meleagris gallopavo* 61
Dugong ou "Vache marine", *Dugong dugong* 158
Elan du Canada, *Alces alces* 68
Elephant de mer austral, *Mirounga leonina* 177
Eléphant de mer de l'Hémisphère Nord, *Mirounga angustirostris* 180
Entelle ou Langur commun, *Presbytis entellus* 174
Epervier d'Europe, *Accipiter nisus* 21
Ephippigère des vignes, *Ephippigera ephippiger* 105
Epinocle trident, *Gasterosteus aculeatus* 99
Epomophore, *Epomophorus gambianus* 117
Escargot, *Helix pomatia* 21, 42
Etoile de mer des Fidji, *Linckia multiflora* 12
Etourneau, *Sturnus vulgaris* 98, 99
Fauvette à tête noire, *Sylvia atricapilla* 56
Fauvette des Seychelles, *Acrocephalus sechellensis* 186
Fou de Bessan, *Sula bassana* 20
Frégate superbe, *Fregata magnificens* 114, 117
Gallinule pourpre, *Porphyrio porphyrio* 100
Gazelle de Thomson, *Gazella thomsoni* 163
Gecko léopard, *Eublepharis macularius* 48
Gecko verruqueux, *Hemidactylus turcicus* 13
Gélinotte huppée d'Amérique, *Bonasa umbellus* 76
Girafe, *Giraffa camelopardalis* 171
Girelle bleue, *Thalassoma bifasciatum* 50, 183
Gnou, *Connochaetes taurinus* 163
Gobe-mouches pie, *Ficedula hypoleuca* 104
Gorille, *Gorilla gorilla* 87
Grand Dauphin, *Tursiops aduncus* 175, 176
Grand Koudou, *Tragelaphus strepsiceros* 68, 69
Grand Oiseau à berceau, *Chlamydera cerviniiventris* 147
Grand oiseau à berceau, ou Oiseau à berceau à nuque rose, *Chlamydera nuchalis* 140, 143
Grand porte-queue, *Papilio machaon gorganus* 15
Grande Limace, *Limax maximus* 42
Grèbe huppé, *Podiceps cristatus* 116, 121
Grenouille arboricole, *Litoria splendida* 88, 89
Grenouille Tungara, *Physalaemus pustulosus* 103
Grenouille-taureau, *Rana catesbeiana* 78, 79
Grillon arboricole, *Ecanthus latipennis* 131
Grillon champêtre, *Gryllus campestris* 108
Grillon décoré, *Grylloides supplicans* 131
Grillon des champs nord-américain, *Gryllus integer* 78
Grillon domestique, *Achetus domesticus* 103
Grue couronnée, *Balearica regulorum* 119
Guépard, *Acinonyx jubatus* 37
Guépier, *Merops apiaster* 127
Guppy, *Poecilia reticulata* 100
Hamster doré, *Mesocricetus auratus* 86
Heliconius 187
Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis* 100
Herpodbella 188
Hippopotame, *Hippopotamus amphibius* 170
Hirondelle de cheminée, *Hirundo rustica* 4, 103
Ignicolore de Jackson, *Euplectes jacksoni* 153
Iguane marin, *Amblyrhynchus cristatus* 156
Impala, *Repyceros melampus* 88
Jacana américain, *Jacana spinosa* 181
Kangourou géant, *Macropus giganteus* 168
Labre nettoyeur commun, *Labroides dimidiatus* 49
Lémur macaco, *Eulemur macaco macaco* 63
Lepas anatifera 41
Lepomis macrochirus 100
Lepomis marginatus 186
Lézard à queue-en-fouet, *Cnemidophorus uniparens* 194, 195
Loutre, *Lutra lutra* 185
Lucane Cerf-volant, *Lucanus cervus* 68, 69

Luciole de Floride, *Photuris versicolor* 94
 Luciole de la Jamaïque, *Photinus pallens* 158
 Luciole japonaise, *Luciola cruciata* 161
 Macaque de Barbarie ou Magot, *Macaca sylvana* 85
 Macaque, *Macacus sylvanus* 181
 Macropodia colosseus 23
 Macropodia longirostris 22
 Maki ou Lémur à queue annelée, *Lemur catta* 177
 Manakin à longue queue, *Chiroxiphea linearis* 156
 Manakin moine, *Manacus manacus* 156
 Manchot à jugulaire, *Pygoscelis antarctica* 189
 Manchot d'Adélie, *Pygoscelis adeliae* 100, 101, 182
 Mante religieuse, *Sphodromantis* 135
 Manucode de Keraudren, *Manucodia keraudrenii* 152
 Martin-pêcheur, *Alcedo atthis* 129
 Mérrou camouflage ou Loche marbrée, *Epinephelus polyphkadion* 49
 Mésange charbonnière, *Parus major* 85
 Mésange, *Parus major* 85
 Microcèbe murin, *Microcebus murinus* 82, 85
 Mormyridé du Gabon, *Brienomyrus brachyistius* 94
 Mouche danseuse, *Rhamphomyia longicauda* 103
 Mouche des fruits ou Drosophile, *Drosophila sp.* 72, 76
 Mouche des fruits, *Ceratitis capitata* 183
 Mouche domestique, *Musca domestica* 19
 Mouche Tsé-tsé, *Glossina morsitans* et *Glossina pallipides* 88
 Mouche-scorpion, *Panorpa japonica* 106 - *Hylobittacus apicalis*, 127
 Mouflon du Canada ou Bighorn, *Ovis canadensis canadensis* 169
 Narval, *Monodon monoceros* 171
 Nautilus, *Nautilus macromphalus* 192
 Oiseau à berceau papou, *Archboldia Papuensis* 148
 Oiseau à berceau tacheté, *Chlamydera maculata* 147, 149
 Oiseau-jardinier brun, *Amblyornis inornatus* 138, 141, 146
 Oiseau jardinier prince-régent, *Sericulus chrysocephalus* 146
 Oiseau satin, *Philonorhynchus violaceus* 145
 Oiseau-jardinier à front jaune, *A. flavifrons* 146
 Oiseau-jardinier à huppe orange, *A. subalaris* 146
 Oiseau-jardinier de MacGregor, *Amblyornis macgregoriae* 146
 Oiseau-jardinier doré, *Prionodura newtoniana* 147
 Oiseau-lyre (ou Ménure) superbe, *Menura novaehollandiae* 122, 125
 Oiseau-satin, *Ptylinorhynchus violaceus* 147
 Orang-outan, *Pongo pygmaeus* 65
 Orocharis saltator 131
 Oryx, *gazella beisa* 109
 Otarie (ou "Lion de mer") de Californie, *Zalophus californianus* 175
 Outarde Kori, *Ardeotis kori* 114, 115
 Paon bleu, *Pavo cristatus* 133
 Papillon de nuit Arctidé, *Utetheisa ornatrix* 96
 Papillon du ver-à-soie (ou Bombyx du mûrier), *Bombyx mori* 91
 Paradisier bleu, *Paradisaea rodolphi* 123
 Paradisier de Raggi, *Paradisaea raggiana* 151
 Paradisier de Victoria, *Ptiloris victoriae* 123
 Paradisier du Prince Albert, *Pteridophora alberti*, 148
 Paradisier magnifique, *Cicinnurus magnificus* 126
 Paradisier petit-émeraude, *Paradisea minor* 150
 Paramécie, *Paramecium caudatum* 25
 Parascaris 33
 Parotie six-filets, *Parotia lawesii* 123
 Petit Nègre, *Hypoplectrus unicolor* 49
 Phasme, *Bacillus rossius-grandii benazzii* 193
 Philanthus psyche et *P. bicinctus* 170
 Phoque gris, *Halichoerus grypus* 175
 Photinus ignitus 93
 Phragmite des joncs, *Acrocephalus schoenobaenus* 103, 105
 Piéride du Navet, *Pieris napi* 129
 Pigeon sauvage, *Columba livia* 100
 Pinson chanteur, *Melospiza melodia* 104
 Pleurodèle de Poirét, *Pleurodeles poiretti* 192
Poecilia2monacha-lucida 32
 Poecilie de l'Amazone, *Poecilia formosa* 193
Poeciliopsis monacha 32
 Poisson-clown des Maldives, *Amphiprion nigripes* 50
 Poisson-flûte alligator, *Syngnathoides* 179
 Poisson-perroquet, *Sparisoma radians* 183
 Polychète, *Myrianidas pinnigera* 8
 Porte-épée mexicain, *Xiphophorus cortezi* 108
 Porte-épée tacheté, *Xiphophorus montezumae* 50
 Porte-épée, *Xiphophorus hellerii* 110, 111
 Porte-musc sibérien, *Moschus moschus sibericus* 93
Potamopyrgus antipodarum 31
 Pouillot fitis, *Phylloscopus trochilus* 105
 Pouillot vélocé, *Phylloscopus collybita* 105
 Poule d'eau commune, *Gallinula chloropus* 181
 Quelea ou Travailleur à bec rouge, *Quelea quelea* 100
 Racophore, *Polypedates leucomystax* 78
 Rainette à poison, *Dendrobates pumilio* 98
 Rainette de Malaisie, *Polypedates leucomystax* 77
 Rainette méridionale, *Hyla meridionalis* 75
 Rhinocéros brésilien, *Enema pan* 69
 Rhinocéros noir, *Diceros bicornis* 92
 Rousserolle turdoïde, *Acrocephalus arundinaceus* 105
 Salamandre à flanc lisse, *A. barbouri* 195
 Salamandre tachetée, *Ambystoma maculatum* 195
 Salamandre tigrée, *Ambystoma. tigrinum* 195
 Scorpion, *Butus occitanus* 135
 Seringue de mer, *Ascidies* 11
 Serpent à sonnette, *Crotatus michelli stephensi* 117
 Serpent jarretière, *Thamnophis sirtalis parietalis* 96, 186
 Singe hurleur, *Alouatta semiculus* 166
 Singe Rhésus, *Macaca mulatta* 87
 Souffrè orange, *Colias eurhytheme* 96
 Souris domestique, *Mus musculus domesticus* 86, 87
 Sterne naine, *Sterna albifrons* 128
Stilbocoris natalensis 128
 Syngnathe à bandes, *Corithoichtys flavofasciatus* 179
 Tanche grise, *Epinephelus fulvus* 49
 Tatou à neuf bandes, *Dasypus novemcinctus* 15, 16
 Teigne des fruits orientale, *Grapholita molesta* 92
 Ténébrion, *Tenebrio molitor* 183
 Tétras à collerette, *Bonasa umbellus* 100
 Tétras des armoises d'Amérique du Nord, *Centrocercus urophasianus* 155
 Tétras lyre ou Petit Coq de bruyère, *Tetrao* (ou *Lyrurus*) *tetrix*, 109, 110, 155, 180
 Tigre de Sumatra, *Panthera tigris sumatrae* 29
 Tilapia, *Tilapia macrochir* 186
 Tortue luth, *Dermochelys coriacea* 47, 48
 Tortue verte, *Chelonia mydas* 48
 Tragopan de Temminck, *Tragopan temminckii* 122
 Troglodyte des marais, *Cistothorus palustris* 104
 Vacher noir, *Molothrus ater ater* 82
 Ver de terre, *Lombric* 12
 Ver luisant commun, *Lampyrus noctiluca* 94
 Ver Trématode, *Ulvex sp* 32
 Veuve d'Australie, *Latrodectus hasselti* 129
 Veuve dominicaine, *Vidua macroura* 155
 Veuve noire, *Latrodectus mactans* 129, 135
 Vipère commune, *Vipera berus* 182
Volvox aureus 27
Volvox carteri 26
Wolbachia 196
 Zèbre de Grant, *Hippotigris quagga granti* 171

Pour en savoir plus

COPYRIGHTS

Toutes les photos ont été fournies
par l'agence "Wildlife Pictures" sauf
p. 17 © Bertrand Nicolas - INRA Jouy-en-
Josas; p. 18 © Roslin Institute;
p. 40 © David M. Schleser - Nature's
Images; p. 50 © Adrian Marsden; p. 52-
53 © Laboratoire de Cytogénétique-
Hôpital Erasme Bruxelles;
p. 57 © D. Crews; p. 79, 122 © Bat
Conservation International-Merlin D.
Tuttle; p. 157 (Zoom) © Nicole
Vandenbosch; p. 171 © Narvals - Roy
Tanami - Ursus Photography; p. 195 ©
Lézard à queue-en-fouet - David Crews

COLOPHON

Direction générale:
Christian Hremer
Publishing & Marketing consultant:
Claude Verstraete
Responsable éditoriale:
Michelle Poskin
Conception graphique:
Lisa Boxus-IMAGE de MARC
Prepress:
IMAGE de MARC
Printed in E.U.
Copyright 2002 by
Editions Artis-Historia.
a member of the Vicindo group
Tous droits réservés.
0/2002/0832/13
ISBN 2-87391-332-0

Ouvrages généraux

Alcock, J., Animal behavior, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, 1998
Aron, S. et Passera, L., Les Sociétés animales, DeBoeck Université, Bruxelles, 2000
Collectif, Grande Encyclopédie Alpha des Sciences et des Techniques, partie Zoologie (3 volumes), Grange Batelière, Paris, 1974
Eisner, T. et Wilson, O.E. (directeurs), Animal Behaviour, readings from Scientific American, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1975
Encyclopædia Britannica, William Benton Publisher, Chicago, 1966
Fishbase.org (Internet) Noms communs et scientifiques des Poissons
Mills, D., Les Poissons d'aquarium, Bordas, Paris, 1994.
Morris, D., Animal watching, editor, Liz Smith, Desmond Morris-Calman-Lévy, Paris, 1990
Perrins, C.M. (sous la direction de), Encyclopédie mondiale des oiseaux, Bordas, Paris, 1991.
Petter, J.-J. (sous la direction de), Le génie animal, Editions Nathan, Paris, 1992.

Chapitre 1

Kerzberg, M., The survival of the slow reproducer, J. theor. Biol., 206, 81-89, 2000.
Leroy, F., Les jumeaux dans tous leurs états, DeBoeck Université, Bruxelles, 1995.
Lively, C.M., Craddock, C., Vrijenhoek, R.C., Red Queen Hypothesis supported by parasitism in sexual and clonal fish, Nature, 344, 864-866, 1990.
Renard, J.-P., Vignon X. Le clonage: état de l'art, Pour la Science, 279, 40-45, 2001
Rennie, J., Parasites et évolution, Pour la Science, 174, 68-777, 1992.
Stearns, S.C., The evolutionary significance of sex, Experientia, 41, 1231-1235, 1985.
Wilson, O.E., Sociobiology, the new synthesis, The Belknap Press of Harvard Press, Cambridge, USA, 2000

Chapitre 2

Crews, D., La sexualité animale, Pour la Science, 197, 60-67, 1994.
Langaney, A., Pellegrini, B., Poloni, E., L'homme descend du sexe, La Recherche, 213, 994-1005, 1989.

Chapitre 3

Anonyme, Le suicide d'une araignée assure son succès reproducteur, Pour la Science, 216, 40, 1995.
Baker, T., Sex pheromone communication in the Lepidoptera: new research progress, Experientia, 45, 248-260, 1989.
Beauchamp, G., Yamazaki, K., Boyse, E., La reconnaissance olfactive de l'identité génétique, Pour la Science, 79-86, septembre 1985.
Eisner, T. et al., Firefly "femmes fatales" acquire defensive steroids (lucibufagins) from their firefly prey Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 94, 9723-9728, 1997.
Hedrick, A.V., Crickets with extravagant matin songs compensate for predation risk with extra caution, Proc. R. Soc. Lond. B, 267, 671-675, 2000.
Lloyd, J., Le mimétisme des signaux sexuels chez les lucioles, Pour la Science, juillet 1981.
Narins, P., La communication chez les batraciens, Pour la Science, 216, 78-85, 1995.
Ryan, M.J., Behavioural ecology: Electrifying diversity, Nature, 400, 211-212, 1999.
Thornhill, R. La sélection sexuelle chez une Mouche-scorpion, Pour la Science, 34, 60-69, 1980.
Whitehead, H., Les sauts de baleines, Pour la Science, 50-55, mai 1985.

Chapitre 4

Beehler, B., Les oiseaux de paradis, Pour la Science, 148, 38-45, 1990.
Borgia, G., La sélection sexuelle chez les oiseaux à berceau, Pour la Science, 88-96, août 1986.
Diamond, J.M., Evolution of bowerbirds' bowers: animal origin of the aesthetic sense, Nature, 297, 99-102, 1982.

Chapitre 5

Dugatkin, L.A., Godin, J.-G., Comment les femelles choisissent leur partenaire, Pour la Science, 248, 100-107, 1998.
Gilliard, E.T., The evolution of bowerbirds, Scientific American, 209, 38-46, 1963.
Millinski, M., Bakker, T. Female sticklebacks use male coloration in mate choice and hence avoid paratized males, Nature, 344, 330-332, 1990.
Møller, A.P., Henry, P.-Y., Erritzøe, The evolution of song repertoires and immune defence in birds, J., Proc. R. Soc. Lond. B, 267, 165-169, 2000.
Morris, M.R., Female preference for trait symmetry in addition to trait size in swordtail fish, Proc. R. Soc. Lond. B, 265, 907-911, 1998.
Reichholf, J.H., L'émancipation de la vie, Flammarion, Paris, 1993 (coll. "Champs" 1996)
Rikowski, A., Grammer, K. Proc. Human body odour, symmetry and attractiveness, Proc. R. Soc. Lond. B, 266, 869-874, 1999. Proc.
Rutowski, R.L., Mating strategies in butterflies, Scientific American, 64-69, July, 1998,

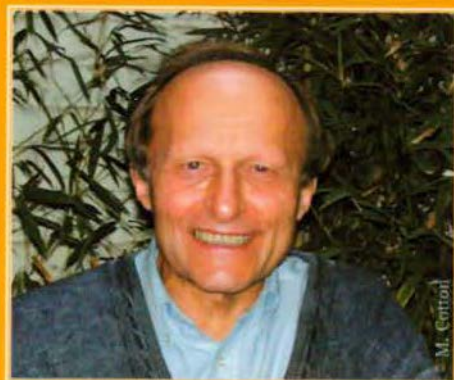
Chapitre 6

Clutton-Brock, T. La lutte pour la reproduction chez les cerfs, Pour la Science, 40-47, avril 1985.
Mason, T., Crews, D., Gartska, W., Female mimicry in garter snakes, Nature, 316, 59-60, 1981.
Giorgi, P.P., Sex and the male stick insect, Nature, 357, 444-445, 1992.
McComb, K., Roaring deer stags advances the date of oestrus in hinds, Nature, 330, 648-69, 1987.
Semple, S., McComb, K., Perception of female reproductive state from vocal cues in a mammal species, Proc. R. Soc. Lond. B, 267, 707-712, 2000.

Épilogue

Zimmer, C., Wolbachia, a tale of survival, Science, 292, 1093-1095, 2001.





PAUL GALAND

Ex-Doctorat en Sciences Biologiques et Agrégé en Biologie Cellulaire de la Faculté des Sciences de l'Université Ulm de Bielefeld où il poursuit, à la Faculté de Médecine, une carrière de chercheur en cancérologie. Il est également Distinguished Visiting Professor auprès du Center for Biomedical Research, Tulane-Louisiana Universities, New Orleans, USA.

Parallèlement à ses activités académiques, il joue depuis toujours une passion pour la vulgarisation scientifique. Au titre de conseiller scientifique et présentateur, il participe aux programmes hebdomadaires consacrés par la RTBF - télévision à la nature et à l'environnement, d'abord dans le cadre de l'émission "Le Monde des Animaux", puis - et ce depuis plus de trente ans - dans le cadre de l'émission "Bête de la chaîne, "Le Jardin Extraordinaire".

Il est l'auteur de plus de 150 publications scientifiques, ainsi que de plusieurs messages de vulgarisation, parmi lesquels "L'énergie et l'Homme" (IFI, éditions), "Dernières nouvelles du chaton moniqueur" (L'Espresso, 1998) et chez Actes-Éditions, "L'âme d'Adèle, Le monde sous-marin, Sites Sauvages d'Europe et Nature à grande".

Ces activités lui ont valu d'être retenu parmi les trois lauréats du Prix Jean Trigue de Vulgarisation Scientifique 1997. Ses multiples fonctions l'ont amené à découvrir maintes régions du monde, nourrissant ainsi sa passion pour la nature et pour l'archéologie. (Un de ses "hobbies" avec le dessin et la peinture).

Membre de plusieurs sociétés scientifiques internationales, parmi lesquelles l'American Association for the Advancement of Sciences, la Cell Kinetics Society et l'European Cancer Association, il est aussi expert auprès de l'Agence Spatiale Européenne pour les programmes de recherches spatiales dans le domaine des sciences de la vie.

Il est également Administrateur de la Fondation Jacques Herli, Président du WWF - Communauté Francophone et Président du Bureau du Conseil du WWF - Belgique.

Avec la reproduction sexuée, le "grand jeu" de l'évolution a mis au point une façon d'engendrer une descendance où chaque individu-parent ne "se" reproduit au mieux qu'à moitié.

*Et les biologistes de s'interroger: "Le sexe, est-ce bien raisonnable? Et séparer deux sexes?" Chez nombre d'espèces, chaque individu possède les deux sexes, alternativement ou successivement. Chez d'autres, c'est parfois une simple question de température. Quant aux Salamandres *Ambystoma*, elles se sont débarrassées du mâle... mais continuent à devoir s'accoupler.*

Et puis, à quoi riment ces parades parfumées, lumineuses, électriques, musicales ou chorégraphiques, des Bombyx, Lucioles, Oiseaux-lyres, Baleines ou Manakins? Car enfin,

"cela doit coûter" tout ça! Une théorie, dite "de la Reine Rouge" y voit une stratégie axée sur le succès reproducteur et permettant de créer toujours plus de diversité en trichant – mais tout naturellement – au jeu de la sélection naturelle.

Et elle rend compte de tout – ou presque: de la jantaise créatrice des Oiseaux à berceau jusqu'à la course aux armements entre prédateurs ou parasites et leurs victimes, en passant par les combats des Eléphants de mer et les noces tragiques du mâle de la Veuve noire. Elle rend compte, en un mot, de ce que "rapporte" la reproduction sexuée, à savoir l'incroyable diversité des formes et des comportements amoureux de l'extraordinaire monde animal qui nous entoure.



Suite de la grande aventure animale dans le tome

traitant de la lutte pour la vie