

sociaux en des temps difficiles, comme cela a été avancé pour les perles d'Enkapune Ya Muto.

En revanche, si la population était en déclin, on peut supposer que les individus dépositaires d'une tradition symbolique ne parvenaient plus à la transmettre. Les aborigènes de Tasmanie offrent une illustration de ce scénario. Quand les Européens sont arrivés sur cette île du Sud de l'Australie, au XVII^e siècle, ils ont découvert un peuple dont la culture matérielle était encore plus archaïque que celle du Paléolithique moyen. Pourtant, des données archéologiques montrent que, des milliers d'années auparavant, ces Tasmaniens disposaient d'outils bien plus complexes, comprenant des filets de pêche, des arcs et des flèches. Or, jusqu'à il y a 10 000 ans, le niveau de la mer était plus bas qu'aujourd'hui, et la Tasmanie était reliée à l'Australie. On peut donc imaginer que l'isolement géographique des Tasmaniens les a coupés de la population continentale, ce qui a entraîné la perte de certains savoir-faire. Un tel scénario expliquerait la rareté des traces de modernité sur les sites africains datant de 60 000 à 30 000 ans, d'autant que la population africaine semble s'être effondrée il y a environ 60 000 ans, en raison d'une baisse brutale de la température.

Notons qu'il est très difficile de déduire les capacités cognitives d'un individu à partir de ce qu'il produit. Qui plus est, les préhistoriens ne sont pas d'accord sur la définition de la modernité comportementale. Au sens strict, ce terme englobe tous les comportements culturels humains observés aujourd'hui, de l'agriculture jusqu'à l'*iPod*. Pour rendre cette définition plus opérationnelle, certains qualifient de modernes les comportements qui ont conduit à la culture du Paléolithique supérieur. En somme, le fait de savoir si tel ou tel vestige est ou non moderne dépend de la définition de la modernité. D'aucuns pensent que l'origine de la modernité est à rechercher dans ce qui est sans doute la plus importante caractéristique des sociétés humaines : un comportement symbolique organisé, dont fait partie le langage. La capacité de transmettre des symboles serait la clé de tout ce que nous faisons aujourd'hui, et la plupart des chercheurs admettent que la capacité à communiquer des symboles est un trait caractéristique de notre espèce.

Reste à déterminer à quelle période une culture symbolique est apparue dans l'histoire de l'humanité. Des éléments controversés provenant d'abris rocheux du Nord de l'Australie, les sites de Malakunanja II et Nauwalabila I, semblent indiquer que des hommes habitaient l'île-continent il y a 60 000 ans, peut-être avant. Or, pour atteindre l'Australie à partir du Sud-Est asiatique, les *Homo sapiens* ont dû construire de solides radeaux et naviguer au moins 80 kilomètres, selon l'époque à laquelle ils ont traversé. Aux yeux de tous les spécialistes, une telle entreprise nécessite une capacité très développée de communiquer.

Une autre découverte repousse encore plus loin dans le passé l'émergence d'une pensée symbolique. En Israël, dans la grotte de Qafzeh, Erella Hovers et ses collègues, de l'Université hébraïque de Jérusalem, ont découvert des dizaines de morceaux d'ocre rouge à proximité de tombes d'*Homo sapiens* vieilles de 92 000 ans. D'après ces préhistoriens, les morceaux de pigments ont été chauffés pour leur donner leur couleur rouge écarlate, une pratique peut-être liée à un rite funéraire.



3. Les fresques de la grotte Chauvet, en Ardèche, illustrent le développement des activités symboliques au Paléolithique supérieur [entre 35 000 et 10 000 ans]. La musique était déjà pratiquée ; en témoigne cette flûte datant de 32 000 ans mise au jour en France, à Isturitz.

D'autres découvertes indiquent que la maîtrise d'une pensée symbolique n'était pas le seul apanage de l'homme anatomiquement moderne. Ainsi, des sites néandertaliens ont livré de nombreux vestiges d'ocre traité. Et à la fin de leur règne, en Europe, au début du Paléolithique supérieur, les hommes de Neandertal avaient développé leur propre tradition culturelle, comme l'atteste notamment la découverte de dents percées, en France, à Quinçay et dans la grotte du renne à Arcy-sur-Cure. On a aussi montré que les Néandertaliens enterraient leurs morts. Néanmoins, l'absence d'objets spécifiques des sépultures pose la question de la dimension symbolique de ces enfouissements. Toutefois, Jill Cook, du *British Museum*, a montré sur des os provenant de l'abri de Krapina, en Croatie, que les Néandertaliens nettoyaient les restes des défunts.

La capacité de penser symboliquement a peut-être évolué indépendamment chez l'homme de Neandertal et chez l'homme moderne. À moins qu'elle ne soit apparue chez un ancêtre commun, avant que les deux lignées humaines ne se séparent et n'empruntent des chemins évolutifs différents. Nos bijoux ont certainement beaucoup changé depuis que des *Homo sapiens* ont percé les petites coquilles de Blombos, il y a 75 000 ans. Pourtant, ces perles véhiculaient peut-être les mêmes messages que les bijoux modernes.

Kate WONG est journaliste à la revue *Scientific American*.

F. d'ERRICO et al., *Nassarius kraussianus shell beads from Blombos cave : evidence from symbolic behaviour in the Middle Stone Age*, in *Journal of human evolution*, vol. 48, pp. 3-24, 2005.

F. d'ERRICO, *The invisible frontier : a multiple species model for the origin of behavioral modernity*, in *Evolutionary Anthropology*, vol. 12, n° 4, pp. 188-202, août 2003.

Ch. HENSHILWOOD et al., *Emergence of modern human behavior : Middle Stone Age engravings from South Africa*, in *Science*, vol. 295, pp. 1278-1280, février 2002.

S. MCBREARTY et A. BROOKS, *The revolution that wasn't : a new interpretation of the origin of modern human behavior*, in *Journal of human evolution*, vol. 39, n° 5, pp. 453-563, novembre 2000.

À quoi sert la crinière du lion

*Ce n'est ni une marque de royauté ni un bouclier pour le combat.
De patientes observations et expériences de terrain montrent que la crinière
du lion est plutôt un signal de qualité adressé aux femelles et aux rivaux.*

Peyton West



Sauf mention contraire, les illustrations sont fournies par l'auteur

1. Le lion est le seul félin ayant une crinière. Cet élément du pelage véhicule une information sur l'état général du mâle, tant auprès de ses rivaux qu'auprès des femelles qu'il convoite. Le lion de la photographie, prise dans les plaines du Serengeti, en Tanzanie, monte la garde auprès de sa femelle.

Pourquoi les lions ont-ils une crinière ? Charles Darwin, pratiquement ignare en matière de lions, fut l'un des premiers à suggérer une réponse : « La crinière du lion constitue une bonne défense contre le seul danger auquel il est exposé, à savoir l'attaque de lions rivaux. » Cette hypothèse non fondée a prévalu jusqu'à ce que George Schaller, en 1972, suggère que la somptueuse crinière des mâles servait à signaler leur qualité à une éventuelle lionne, à l'instar des signes extérieurs présents chez la plupart des espèces polygames. Bien que ces deux hypothèses ne s'excluent pas, les scientifiques ont privilégié l'une ou l'autre. Mais jusqu'en 1995, année où j'ai entamé mes recherches sur le sujet, aucune des idées n'avait été testée systématiquement.

Trois faits fondamentaux sont à prendre en compte. Premièrement, la crinière est un signe de dimorphisme sexuel (seuls les mâles ont une crinière). Deuxièmement, la crinière se développe à la puberté. Troisièmement, l'aspect de la crinière varie considérablement, aussi bien d'un individu à l'autre qu'entre populations. Les crinières vont d'une couleur presque blanche jusqu'au noir profond, et en taille elles vont de la version la plus légère, avec des favoris, jusqu'au long et épais revêtement qui couvre les épaules et la poitrine. De plus, une crinière n'est pas de taille ou de couleur uniformes.

Ces caractéristiques sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle la crinière résulte de la sélection sexuelle. La plupart des caractères attachés au sexe sont en effet des signes de dimorphisme sexuel, leur développement commence à la puberté et ils présentent une grande variabilité. Selon la théorie de la sélection sexuelle, ces caractères évoluent sous l'effet de la compétition pour séduire le sexe opposé.

Les traits sexuellement sélectionnés peuvent accroître le succès reproducteur de deux façons. Ils peuvent fournir un avantage dans la compétition entre mâles pour conquérir des femelles. On peut penser à des armures, qui protègent les mâles de leurs adversaires, à des armes, qui neutralisent les opposants, ou à des signes de vaillance au combat, que les mâles utilisent pour évaluer leurs adversaires. En général, les mâles dont ces caractéristiques sont les plus développées sont de meilleurs concurrents. Parfois, les traits sexuellement sélectionnés – par exemple des coloris vifs, de longues plumes ou des vocalisations élaborées – portent sur l'attractivité du mâle aux yeux des femelles. Les femelles qui préfèrent des mâles mieux parés peuvent en tirer bénéfice, soit en ayant une descendance plus nombreuse, soit en transmettant de meilleurs gènes.

La crinière joue-t-elle un rôle dans la compétition entre mâles ou dans la séduction d'une femelle ? C'est ce que j'ai cherché à savoir. Pour ce faire, je me suis appuyée sur les recherches antérieures de Craig Packer, de l'Université du

Minnesota. Lui et d'autres ont étudié les lions du parc national du Serengeti, en Tanzanie, pendant près de 30 ans. Ces travaux ont abouti à la création d'une vaste base de données sur le comportement, la démographie ou la physiologie de ces animaux.

La connaissance de l'organisation sociale des lions nous a d'abord permis d'affiner nos hypothèses sur la sélection sexuelle. Les lionnes vivent en groupes formés de femelles apparentées et de leurs jeunes. Lorsque les lionceaux grandissent, les jeunes femelles restent généralement dans la troupe de leur mère, tandis que les jeunes mâles forment des « coalitions », puis se dispersent pour constituer leur propre troupe. Dans ce système, un petit groupe de mâles peut s'accaparer un grand nombre de femelles, ce qui conduit à une âpre concurrence pour la reproduction. Les mâles luttent entre eux pour conquérir des femelles. Au niveau du groupe, les coalitions de mâles sont de taille variable, et des coalitions plus importantes ont des descendance plus nombreuses que de petites coalitions. Mais les individus sont aussi en concurrence à l'intérieur d'une coalition : si un mâle découvre une femelle en chaleur, il va jalousement veiller sur elle et l'empêcher de s'accoupler avec les autres mâles. Comme C. Packer et ses collègues l'ont découvert, ce comportement modifie le taux de paternité d'un animal à l'autre dans les coalitions de mâles importantes.

Moteur : la sélection sexuelle

A contrario, les femelles ont un comportement égalitaire. À la différence d'autres carnivores sociaux, tels les loups et les hyènes, toutes les femelles adultes d'un groupe contribuent à la reproduction. En outre, les femelles procréent de façon synchronisée, ce qui signifie qu'à certains moments, il y a souvent plus de femelles en chaleur qu'il n'y a de mâles. Les mâles ne peuvent en général défendre plus d'une femelle à la fois, mais ils s'accouplent volontiers avec d'autres femelles. Ainsi, lorsque les femelles en chaleur sont plus nombreuses que les mâles, les femelles surnuméraires – qui ne sont pas surveillées – choisissent librement parmi les mâles de la coalition. Ce système social permet ainsi à la sélection sexuelle de s'exercer sur la base à la fois d'une compétition entre mâles et d'un choix des femelles.

Quelles sont les caractéristiques les plus utiles aux lions ? Avec leurs griffes et leurs dents meurtrières, la lutte est coûteuse, même pour le vainqueur. Pour cette raison, comme le suggérait Darwin, les mâles pourraient tirer profit d'une crinière protectrice. Éviter complètement le combat serait néanmoins la solution la plus avantageuse. Les mâles tireraient donc parti d'un signallement dissuasif de leur aptitude au combat.

Pour les femelles, les choses sont plus compliquées. Contrairement à beaucoup d'autres mammifères, les lions

mâles jouent un rôle important dans l'élevage de la progéniture, mais ils sont également très attentifs à leur propre aptitude reproductrice. Quand une nouvelle coalition de mâles se joint à une troupe, ils tuent ou évincent immédiatement la progéniture des mâles précédents. Ce comportement est responsable de plus de 25 pour cent des décès de lionceaux et est une variable majeure dans le succès reproductif des femelles. À court terme, un groupe de femelles peut se défendre contre de nouveaux venus infanticides, mais ce sont plutôt les mâles de la troupe qui protègent les jeunes lions. Le départ ou la perte d'une coalition de mâles entraîne généralement la mort de tous les lionceaux non sevrés. Pour les femelles, un signal de l'aptitude d'un mâle à résister à des usurpateurs serait ainsi utile.

Les lions mâles aident aussi la troupe à se nourrir. On les décrit souvent comme des parasites qui se prélassent pendant que les femelles font tout le travail, mais ils sont de très bons chasseurs d'une proie clef : le buffle d'Afrique. La chasse de ces buffles grands et lents repose moins sur la vitesse et l'agilité propres aux femelles que sur la masse et la force, apanage des mâles. Un buffle rassasiera un grand groupe et, dans toute la gamme des proies du lion, cette espèce est la plus importante. Pour les femelles, une telle contribution est essentielle, car le manque de nourriture est une autre cause courante de décès chez les lionceaux. Toute caractéristique signalant l'aptitude d'un mâle à la chasse est ainsi précieuse aux yeux des lionnes.

Nous avons donc supposé que la crinière joue un rôle dans l'une ou l'autre de ces trois voies : comme bouclier contre les blessures, comme signe de l'aptitude d'un mâle à combattre et à protéger ses lionceaux, ou comme signe d'aptitude à se procurer de la nourriture. La physiologie des poils laisse penser que la crinière peut véhiculer une telle information. La croissance du poil dépend d'un ensemble de facteurs, notamment les hormones, la santé et l'alimentation. En termes de sélection sexuelle, l'aspect du poil dépend de l'état général de l'animal. Sa croissance et sa pigmentation dépendent de la testostérone, hormone liée à l'agressivité. Par ailleurs, les mammifères sous-alimentés ou souffrants développent souvent un poil dur et d'aspect maladif, tandis qu'une alimentation pauvre, par exemple déficiente en cuivre et en zinc, perturbe la croissance du poil et sa pigmentation.

La crinière constitue-t-elle un bouclier ? Cela impliquerait qu'elle soit une protection efficace contre les dents des lions rivaux, et que les mâles à la crinière plus longue ou plus foncée soient blessés moins fréquemment ou moins gravement. Malheureusement, il est impossible de valider ces deux hypothèses. Les combats entre lions se déroulent rarement devant témoins, et les individus ne sont pas observés avec une régularité suffisante pour qu'on puisse évaluer la fréquence de leurs blessures. Nous avons donc émis deux hypothèses que l'on peut tester. Si la fonction première de la crinière était la protection, la zone couverte par la crinière devrait constituer une cible particulière pendant les combats, et la plupart des blessures infligées par des lions se situeraient dans cette zone. Par ailleurs, ces blessures devraient être plus graves et plus souvent mortelles.

Le rôle de bouclier est écarté

Les données issues des observations n'ont pas confirmé l'hypothèse que la crinière joue un rôle de bouclier. Les blessures dans la zone de la crinière ne sont ni plus fréquentes ni plus meurtrières que celles sur d'autres parties du corps, et cela non seulement chez les mâles adultes, mais aussi chez les femelles et les lions non adultes, dépourvus de crinière.

Nous nous sommes alors tournés vers l'idée que la crinière a pour fonction première d'être un signal. Nous nous sommes demandé quelles sont les variables écologiques qui déterminent la longueur et la teinte de la crinière. Une première étape consiste à quantifier ces traits. Pour cela, nous avons examiné les archives photographiques qui contenaient des vues de presque chaque lion mâle apparu dans la région depuis 1966. Sur le terrain, nous avons photographié les mâles tous les six mois pour enregistrer les nouveaux animaux et toute modification de leurs crinières. Des étudiants, qui ne connaissaient pas les animaux pris individuellement, ont classé les photographies selon la longueur et la teinte de la crinière. Ces mesures ont constitué l'ossature de notre étude.

Nous avons établi que les crinières commencent à se développer peu avant un an et continuent de croître jusqu'à quatre ans et demi. La crinière acquiert rapidement sa pigmentation pendant cette époque. La couleur se stabilise environ un an après l'arrêt de la croissance, mais continue à s'assombrir lentement tout au long de la vie. Nous avons



2. Les crinières peuvent être courtes ou longues, pratiquement noires ou presque blanches. Leur longueur et leur couleur varient beaucoup à l'intérieur d'un groupe, et plus encore entre populations vivant sous différents climats. La crinière peut présenter plusieurs teintes à

la fois (à gauche) ou être au contraire uniforme (au centre). Sa longueur est également variable : les mâles adultes du Parc national de Tsavo, au Kenya, ont une crinière très courte, dont il ne subsiste souvent que des favoris et une touffe au sommet de la tête (à droite).

aussi montré que les augmentations de longueur et de coloration liées à l'âge reflètent une augmentation de la concentration sanguine en testostérone pendant l'adolescence.

Malgré le caractère systématique de cette évolution, la crinière de certains mâles s'est révélée variable dans le temps : elle peut par exemple redevenir plus claire ou plus courte. Ces résultats étaient encourageants, car ils confortaient l'idée que la crinière est liée à la condition générale de l'animal.

Plus généralement, notre analyse a montré que la longueur et la teinte de la crinière sont en corrélation avec plusieurs facteurs écologiques. Chez les mâles de plus de cinq ans, la longueur de la crinière est étroitement corrélée aux blessures. Nous savions déjà que la crinière des mâles blessés est souvent plus petite et qu'elle peut même tomber complètement, mais nous avons découvert que, chez les mâles blessés, la longueur de la crinière subit des réductions plus subtiles. La longueur de la crinière pourrait ainsi indiquer l'aptitude du mâle à se battre, les mâles blessés étant des combattants moins habiles ou moins agressifs. La couleur de la crinière s'est révélée encore plus intéressante : outre l'effet de l'âge, nous avons trouvé que les mâles ayant une crinière plus foncée ont plus de testostérone – ils seraient alors plus agressifs – et se nourrissent en moyenne mieux tout au long de l'année, ce qui suggère une domination générale ou une aptitude supérieure à la chasse. À la fois la longueur et la couleur de la crinière fournissent donc une information potentiellement utile à d'autres lions, mâles ou femelles.

Des leurres à la rescousse

L'hypothèse du signallement prédit que si la crinière véhicule une information, les lions en tirent parti. Le démontrer est cependant problématique, particulièrement pour les mâles. Nous savions que des relations de domination existent dans les coalitions de mâles – en général, dans les coalitions de trois mâles ou plus, la paternité de la progéniture revient à deux mâles seulement – mais, par manque de données photographiques suffisantes, nous ne pouvions pas associer ces relations aux caractéristiques de la crinière.

C'est pourquoi nous avons recouru à des enregistrements de bruits naturels d'animaux, pour reproduire des situations dont, autrement, nous serions rarement témoins. Nous avons diffusé les rugissements de femelles, non connues des mâles de la coalition, afin de provoquer chez eux une rivalité. Comme le premier mâle à atteindre une femelle en chaleur finit généralement par en assurer la garde et par s'accoupler avec elle, c'est vraisemblablement lui le mâle dominant. Si la couleur ou la longueur de la crinière sont des indicateurs de dominance, le premier mâle à arriver au haut-parleur doit être celui dont la crinière est la plus foncée ou la plus longue. Des expériences réalisées avec 13 coalitions de mâles ont abouti à un résultat surprenant : la longueur de la crinière a peu de rapport avec la dominance mesurée par nos tests, mais les mâles ayant une crinière plus foncée sont plus enclins à l'emporter dans la course à la femelle. Ainsi, une crinière foncée semble indiquer la dominance d'un mâle.

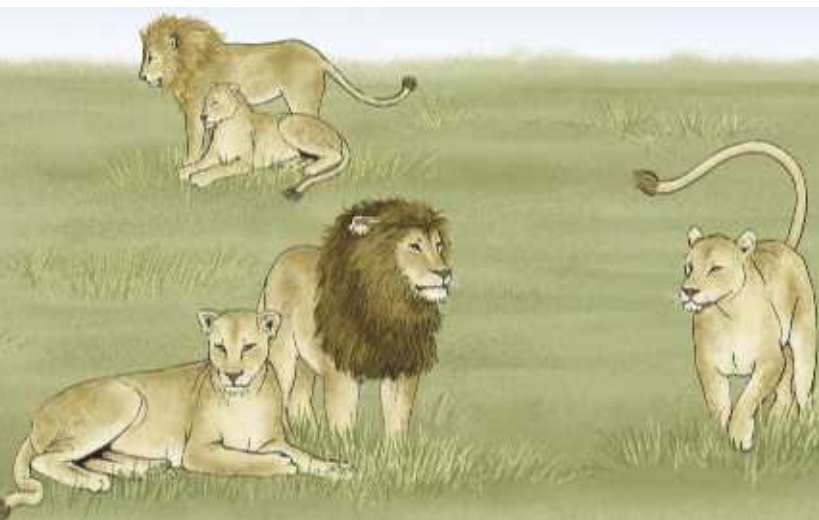
Concernant les femelles, les données existantes se sont révélées plus utiles. Puisque les femelles en chaleur surnuméraires choisissent leur partenaire, nous avons recherché



3. La crinière raccourcit considérablement et peut même disparaître quand un animal est blessé. Ces deux photographies montrent le même lion à moins de six mois d'intervalle, avant (*en haut*) et après (*en bas*) avoir été blessé lors d'un combat avec un autre lion.



4. Charles Darwin a suggéré que la crinière des lions mâles sert à protéger leur tête et leur cou des dents et des griffes des autres lions. Si la crinière avait évolué pour protéger ces zones du corps, cela signifierait que les attaques devraient y être plus fréquentes pendant les combats. Les observations ont cependant montré que les blessures dans la zone de la crinière ne sont ni plus fréquentes ni plus meurtrières que celles touchant d'autres parties du corps.



5. L'unité sociale de base chez les lions est constituée d'un groupe de femelles apparentées, dominé et protégé par un petit nombre de mâles alliés. Les femelles d'un même groupe entrent en chaleur en même temps, mais, pendant cette période, chaque mâle ne peut s'approprier qu'une seule femelle. Les femelles « en surnombre » peuvent alors choisir le mâle qu'elles veulent approcher. Dans 13 des 14 cas étudiés, les femelles se sont accouplées avec le mâle qui avait la crinière la plus foncée de la coalition.

les situations où un mâle s'était accouplé avec plus d'une femelle en une heure, en supposant qu'au moins l'une des femelles était là par choix et manifestait donc une préférence. Nous avons trouvé 14 cas de ce type pour lesquels nous disposions de données satisfaisantes sur les crinières des mâles de la coalition. Les résultats ont été de nouveau surprenants. À l'instar des mâles, les femelles semblent attacher peu d'importance à la longueur de la crinière; dans seulement la moitié des exemples, le mâle concerné avait la plus longue crinière de la coalition. En revanche, la couleur est de nouveau un critère essentiel. Dans 13 des 14 cas, les femelles s'accouplaient avec le mâle dont la crinière était la plus foncée.

La teinte sombre de la crinière semble ainsi jouer un rôle dans la sélection sexuelle, mais certaines questions restent sans réponse. Pourquoi les lions ne tiennent-ils pas compte de la longueur de la crinière lorsqu'elle peut révéler une blessure récente? Comment réagissent-ils à l'arrivée de lions étrangers, qui peut avoir des conséquences désastreuses? De telles rencontres étant rares, souvent nocturnes et imprévisibles, nous avons de nouveau réalisé des expériences actives, en présentant aux lions de faux congénères – deux lions en peluche de grandeur nature, qui ne différaient que par leur crinière – pour voir si les caractéristiques de la crinière influent sur leur comportement.

Des leurres sont couramment utilisés pour étudier la sélection sexuelle chez d'autres espèces, et un faux lion réalisé par un taxidermiste avait déjà été utilisé avec succès dans une expérience antérieure. Nous ne trouvions pas de fournisseur de grands lions naturalisés réalistes, et des peluches réalisées sur commande auraient été d'un prix prohibitif. C. Packer a heureusement été contacté par un réalisateur de films documentaires, Brian Leith. Il était captivé par les expériences que nous projetions, et a démarché une société néerlandaise qui a consenti à nous prêter des lions en peluche réalisés pour nos besoins. Quelques

mois plus tard, quatre beaux lions mâles en peluche, grandeur nature, arrivaient dans le Serengeti. Nous les avons baptisés Roméo (crinière courte et foncée), Lothario (crinière courte et claire), Julio (crinière longue et foncée) et Fabio (crinière longue et claire).

Dans chaque expérience, nous avons offert le choix entre deux faux lions à des groupes de lions adultes d'un même sexe. Lothario et Fabio servaient à tester l'importance de la longueur de la crinière, Julio et Fabio celui de sa teinte. Les crinières étaient amovibles, ce qui a permis d'éliminer le biais lié aux autres différences entre les peluches. Après avoir déniché un groupe de lions, nous attendions le crépuscule – leur pic d'activité –, nous installions les leurres sous le vent pour éliminer l'influence des odeurs, et nous diffusions des enregistrements de hyènes achevant un animal. Les lions arrivaient alors rapidement pour profiter du repas imaginaire, mais, lorsqu'ils approchaient, remarquaient très vite les deux «étrangers». À ce moment, nous éteignions l'enregistrement sonore et observions.

Le stratagème fonctionnait. Les lions devenaient très prudents lorsqu'ils découvraient leurs congénères factices, s'arrêtant tous les quelques mètres pour les examiner attentivement. Lorsqu'ils atteignaient un leurre, leur premier geste était souvent de renifler sous sa queue. Pour éliminer l'effet de l'odeur des peluches sur le comportement, nous notions de quel côté – celui de l'un ou l'autre lion factice – les lions s'approchaient, ce qu'ils décidaient au moins 100 mètres en amont. Ainsi, l'approche d'une femelle du côté de la peluche à crinière foncée était comptée comme une préférence pour la crinière plus foncée.

Un handicap sur le plan thermique

Il a fallu trois ans pour recueillir suffisamment de données. Les lions s'habituèrent vite aux animaux factices. Ceux qui les avaient déjà vus, même des années auparavant, n'étaient plus dupés. Ils manifestaient moins de prudence et, souvent, ne s'approchaient même pas. Or les groupes de lions sont fluctuants, et même si trois lionnes parmi un groupe de quatre étaient néophytes vis-à-vis des peluches, nous ne pouvions pas tester le groupe: il fallait qu'aucune d'elles n'ait vu les peluches. Par ailleurs, comme le test des mâles implique des coalitions fixées sur un territoire (des mâles nomades fuient plutôt que de s'approcher des mâles résidents), nous avons dû étendre notre zone d'étude pour recueillir assez de données.

Celles-ci montrent, comme précédemment, que les femelles préfèrent nettement les crinières foncées, puisqu'elles s'approchent du côté de la peluche à crinière noire neuf fois sur dix. Une légère préférence, peu significative, a été notée envers les crinières longues. De façon similaire, les mâles étaient sensibles à la teinte foncée de la crinière: ils ont évité la peluche à crinière foncée cinq fois sur cinq. Cependant, à la différence de l'étude à l'aide d'enregistrements, les tests effectués avec Lothario (crinière courte et claire) et Fabio (crinière longue et claire) ont montré que les mâles sont très sensibles à la longueur de la crinière; dans neuf tests sur dix, ils ont préféré la peluche à poil court. Ce désaccord tient au fait que l'étude précédente testait la domination à l'intérieur d'une coalition, alors que les

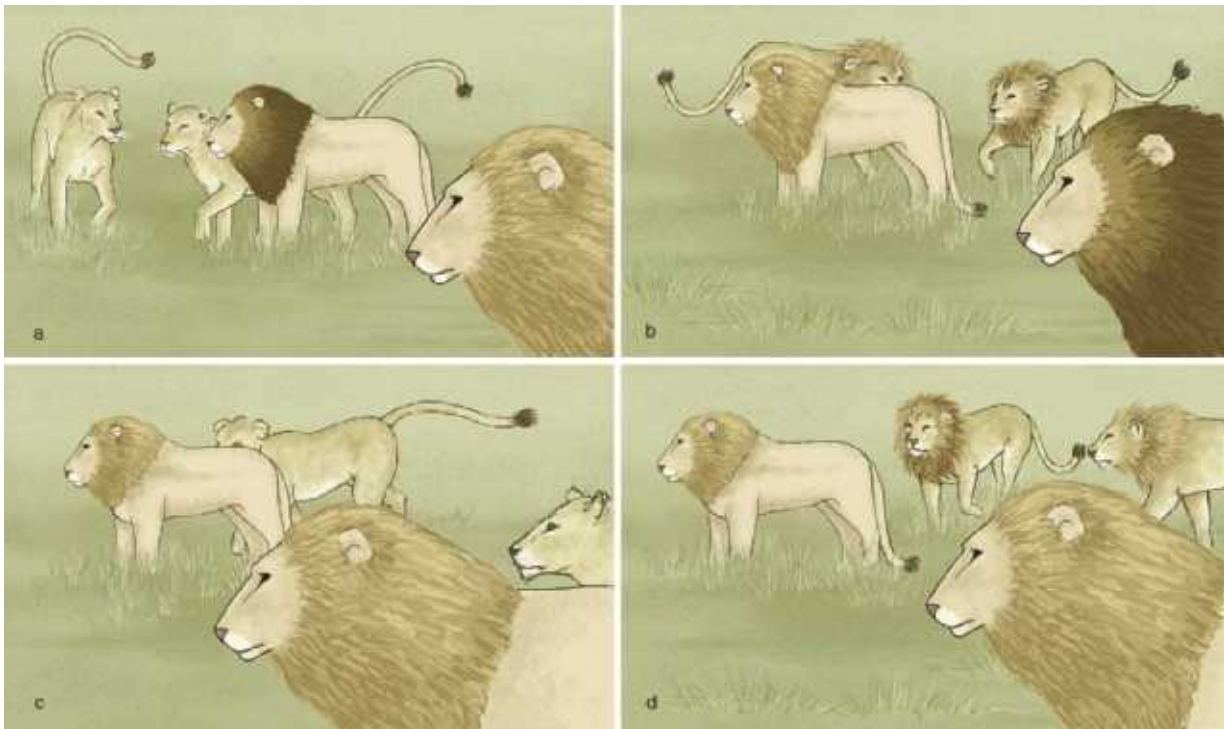
expériences avec les peluches simulent des interactions entre mâles ne se connaissant pas. La longueur de la crinière pouvant être un signe de succès récents au combat, cet indicateur peut être plus pertinent lorsqu'il faut décider d'affronter ou non un adversaire inconnu.

Nous avons établi que la crinière constitue un signal pour les congénères, mais quels sont les avantages réels d'avoir ou de préférer une crinière foncée ou longue ? Un nouvel examen des données disponibles a permis de le préciser. Alors que la longueur de la crinière n'a pas de lien apparent avec la condition physique générale, la teinte sombre est un facteur significatif. Les mâles dotés d'une crinière plus foncée passent une part plus importante de leur vie dans une troupe et ont de meilleures chances de survie en cas de blessures. De surcroît, leur progéniture a plus de chances d'atteindre son deuxième anniversaire et moins de propension à être blessée, ce qui suggère que les mâles à crinière foncée offrent une meilleure protection contre les autres lions, principaux responsables des blessures.

Ces analyses ont mis en évidence plusieurs avantages à être doté d'une crinière foncée. Alors pourquoi tous les mâles n'en ont-ils pas ? En d'autres termes, qu'est-ce qui empêche la triche chez les mâles en quête d'une femelle ? Il s'agit d'une question classique en écologie. On répond en général que la production ou le maintien d'un tel caractère visible doit être si coûteux que seuls des mâles supérieurs peuvent se le permettre. Or quel serait le coût associé à une crinière foncée ? Réponse : la chaleur.

On sait depuis longtemps que les crinières des lions diffèrent selon la région considérée et, en particulier, la température qui y règne. Les mâles des habitats froids et d'altitude élevée ont des crinières plus fournie et plus foncées que ceux des zones chaudes et humides. Or tous les lions sont très sensibles à la chaleur. Les grands animaux ont plus de difficulté à supporter des températures élevées, car leur rapport surface/volume est plus faible, et le comportement des lions est souvent destiné à minimiser le stress thermique. Par exemple, ils dorment le jour et ne sont actifs que la nuit, se couchent sur le dos pour exposer le ventre – dont la peau, plus mince, évacue plus aisément la chaleur –, se reposent sur des rochers surélevés pour capter la brise, ou halètent après le moindre effort. Contrairement aux chiens, les lions n'ont pas de museau froid et humide, et, contrairement aux hommes, ils ne transpirent pas. Leurs seuls moyens de régulation thermique sont la respiration (en haletant) et le rayonnement de la chaleur par la peau. Dans ce contexte, la crinière est un handicap puisqu'elle empêche une dissipation efficace de la chaleur. Qui plus est, les poils foncés sont plus épais que les poils clairs, ce qui améliore l'isolation, et les surfaces foncées absorbent davantage l'énergie solaire que les surfaces claires.

Le stress lié à la chaleur constituerait ainsi le coût le plus notable d'une crinière, et les lions dotés d'une crinière longue et foncée seraient les plus désavantagés. Pour tester cette hypothèse, nous avons utilisé des caméras thermographiques portables, qui permettent de mesurer à distance la



6. Des lions en peluche aussi grands que nature, utilisés par paires, ont permis d'observer la réaction de chaque sexe face à des mâles inconnus en fonction de la longueur ou de la couleur de leur crinière. Les femelles se sont approchées dans 90 pour cent des cas des leurres à crinière foncée (a). Au contraire, les lions mâles ont évité l'étranger à crinière foncée dans 80 pour cent des essais (b). Les femelles ont manifesté une préférence moins marquée pour les cri-

nières longues (c) (70 pour cent des cas seulement, ce qui n'est pas significatif). Les mâles, en revanche, étaient méfiants vis-à-vis du leurre à long poil, approchant prudemment du côté du lion factice à courte crinière dans 90 pour cent des essais (d). Cette expérience montre que les mâles d'une coalition prêtent bien attention à la longueur de la crinière lorsqu'ils évaluent la vaillance au combat d'un rival inconnu, même s'ils ne le font pas entre eux.

7. La sensibilité du lion à la température le pousse à des comportements qui augmentent la dissipation de chaleur. Un tel comportement consiste à se reposer sur le haut d'affleurements rocheux pour profiter de la brise.



température de surface d'un objet. Nous avons pris pendant trois mois des clichés infrarouges de tous les mâles adultes de la région, ainsi que de nombreuses femelles et de jeunes, et avons d'abord testé l'hypothèse suivante : si la crinière est coûteuse sur le plan de la thermorégulation, les mâles devraient être plus chauds que les femelles.

La comparaison de la température chez les deux sexes semble confirmer cette supposition, à ceci près que les mâles seraient plus chauds simplement parce qu'ils sont 50 pour cent plus gros, d'où un rapport surface/volume plus petit. Nous nous sommes rendus dans le Parc national de Tsavo, au Kenya, où les lions mâles ont très peu de crinière. Nous avons recherché des mâles sans crinière ou en ayant très peu, mais plus gros que les femelles. Si les mâles et les femelles de Tsavo montraient des températures différentes, la température serait liée à la taille de l'animal. Dans le cas contraire, les différences de température observées chez les lions du Serengeti seraient dues aux crinières.

À l'appui de notre hypothèse du stress lié à la chaleur, Tsavo est notablement plus chaud et plus humide que le Serengeti, et les lions semblent y être plus éprouvés par le climat. Nous avons par exemple observé un nouveau comportement qui consiste à gratter le sol avant de s'y allonger, probablement pour mettre à nu la terre plus fraîche située sous la surface. Cependant, hormis les crinières et cette adaptation à la chaleur, les lions de Tsavo sont presque identiques à ceux du Serengeti par leur apparence, leur comportement, et la taille des groupes et des coalitions. Nous avons effectué plusieurs tests avec les peluches et avons constaté que les mâles semblent intimidés par les crinières longues et foncées, exactement comme ceux du Serengeti. Et les images thermiques ont révélé que les mâles de Tsavo n'étaient pas plus chauds que les femelles. Conclusion : la différence de température entre les mâles et les femelles du Serengeti est liée à la crinière plutôt qu'à la différence de taille.

De retour au Serengeti, nous avons comparé les températures corporelles des mâles aux caractéristiques de leur crinière pour déterminer les facteurs influents. La longueur de la crinière importe peu. En revanche, les mâles à crinière foncée sont plus chauds que ceux à crinière claire, ce qui confirme que les mâles à crinière plus foncée paient un prix plus élevé sur le plan thermique. En outre, nous avons vérifié

que les mâles à crinière foncée ont proportionnellement davantage de sperme anormal, un effet bien connu de la surchauffe des testicules. Par ailleurs, les mâles à crinière foncée réduisent leur absorption de nourriture par temps plus chaud, contrairement aux mâles à crinière claire. Or les lions ayant fait un repas copieux halètent davantage et ont des températures de surface supérieures, ce qui suggère qu'être rassasié est aussi une cause de stress thermique. Les mâles à crinière foncée, déjà désavantagés par la chaleur, doivent donc en plus modérer leurs repas lorsque la température est élevée.

Existe-t-il des effets similaires au niveau de la population ? La réponse est affirmative. Les mâles nés dans les régions boisées du Serengeti, l'habitat le plus chaud de notre zone d'étude, ont une crinière plus courte tout au long de leur vie, indépendamment du climat où ils vivent à l'âge adulte. De même, les mâles qui entrent dans l'adolescence au cours d'années plus chaudes que la moyenne conservent toute leur vie une crinière plus courte. Enfin, les mâles du cratère de Ngorongoro, la zone la plus froide de notre région d'étude, ont une crinière notablement plus foncée. Ces résultats soulignent l'importance de la chaleur dans la détermination des caractéristiques de la crinière, et pour l'espèce en général.

Une telle sensibilité des lions suggère qu'ils vivent à la limite de leur tolérance à la chaleur, ce qui soulève un problème de conservation intéressant. Dans un contexte de réchauffement global, l'augmentation des températures moyennes dans l'Afrique de l'Est conduira probablement à la raréfaction des lions à crinière longue et foncée. Cela pourrait même entraîner des adaptations physiologiques ou comportementales des lions, avec d'éventuelles conséquences sur des écosystèmes entiers.

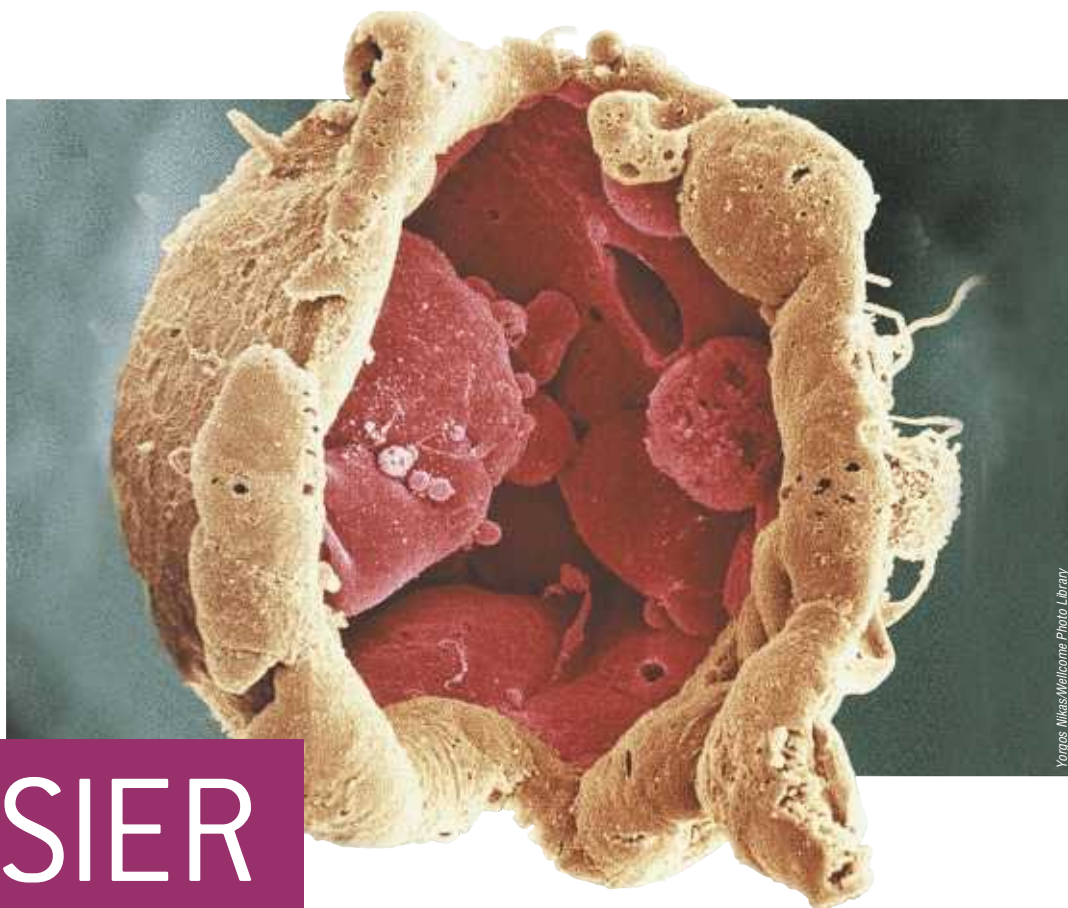
Nous remercions la revue *American Scientist* de nous avoir autorisés à publier cet article.

Peyton WEST est biologiste au Département des mammifères du zoo du Bronx.

P. M. WEST et C. PACKER, *Sexual selection, temperature and the lion's mane*, in *Science*, n° 297, pp. 1139-1343, 2002.

C. PACKER et A. PUSEY, *La coopération chez les lions*, in *Pour la Science*, n° 237, juillet 1997.

L'ingénierie tissulaire



DOSSIER

Soigner, traiter, soulager sont les objectifs des médecins et des biologistes. Lorsqu'un organe est endommagé – la peau par une brûlure grave, le cœur par un infarctus, l'os par une fracture qui ne se consolide pas –, il faut pratiquer une greffe, ou disposer d'un tissu qui répare la lésion. Parce que les organes disponibles pour une greffe sont trop rares, les biologistes se sont engagés dans la voie de l'ingénierie tissulaire : ils tentent de reconstruire des tissus qui remplaceraient le tissu lésé et qui en stimuleraient la réparation. Ils sont confrontés à deux difficultés majeures : l'identification des cellules ayant le pouvoir réparateur recherché et la mise au point du support idéal pour que ces cellules acquièrent la bonne fonction au bon endroit quand elles seront réimplantées chez le patient. Pour ce faire, les biologistes explorent l'immense potentiel des cellules souches qui persistent chez l'adulte (voir Des cellules souches aux tissus de remplacement, page 64). Aujourd'hui, on sait reconstruire la peau (voir La peau reconstruite, page 70), obtenir des cellules cardiaques qui battent (voir La reconstruction des cœurs endommagés, page 76) et accélérer le comblement d'une lésion osseuse (voir La réparation de l'os et du cartilage, page 82). Il faudra des années pour « fabriquer » des tissus de réparation, mais ce n'est plus, aujourd'hui, une utopie.