

LES RUSES DE LA NATURE

MARTIN STEVENS

LES RUSES
DE LA NATURE

*Traduit de l'anglais (Royaume-Uni)
par Cécile Leclère*

BUCHET • CHASTEL
LA VERTE

Titre original :
Cheats and Deceits :
How Animals and Plants Exploit and Mislead
© Martin Stevens 2016
Première édition : Oxford University Press

Cheats and Deceits: How Animals and Plants Exploit and Mislead was originally published in English in 2016. This translation is published by arrangement with Oxford University Press. Libella is solely responsible for this translation from the original work and Oxford University Press shall have no liability for any errors, omissions or inaccuracies or ambiguities in such translation or for any losses caused by reliance thereon.

© Libella, Paris, 2018.
ISSN : 2492-9107
ISBN : 978-2-283-03079-0

SOMMAIRE

Introduction.....	9
I. QUELQUES BASES.....	15

Pour Audrey et Samuel

INTRODUCTION

Nous avons tous croisé une forme ou une autre d'illusion créée par la nature. Comment y échapper ? L'illusion est partout. Ce peut être la découverte assez banale d'une chenille en mode camouflage sur un arbre, l'imitation subtile que donnent certaines orchidées de l'odeur et de l'apparence d'insectes femelles. Cependant, on imagine rarement toute l'étendue, la complexité et parfois la démesure des processus de camouflage et de manipulation mis en œuvre par certains animaux ou végétaux. Peut-être parce que l'illusion se produit souvent au sein d'habitats, nombreux, que nous connaissons mal (les profondeurs marines ou la forêt tropicale), et aussi parce qu'elle survient fréquemment selon des modalités sensorielles qui nous échappent largement (telles que les ultraviolets [UV] ou les ultrasons). Plus on se met en quête d'illusions, plus on en trouve. J'ai consacré une bonne partie de ma carrière à étudier différents aspects des tricheries imaginées par la nature, depuis le camouflage des crabes jusqu'au mimétisme des coucous, et j'ai toujours été ébahi de constater l'ampleur des stratagèmes développés par les organismes afin de se manipuler entre eux. D'une certaine manière, ce n'est pas étonnant : les biologistes ont toujours su que la réussite, en matière d'évolution, se mesurait à l'aune de la transmission des gènes à la génération suivante et, s'il fallait pour cela tricher et exploiter les autres, eh bien soit. Mais comment ne pas s'émerveiller de la sophistication des adaptations, de leur complexité, de leur diversité ?

Ce livre présente une synthèse de ce que nous savons aujourd'hui du mimétisme et de l'illusion dans la nature (et sur ce que nous ignorons encore). J'y évoque les différentes formes de tricheries, leur fonctionnement, ainsi que le contexte et la signification historiques qui ont permis, et permettent encore aujourd'hui, de mieux comprendre l'évolution et l'adaptation. J'aborde aussi le travail scientifique moderne, détaille les tactiques des chercheurs pour décrypter les tricheries mises en place par une grande variété d'organismes. Chaque chapitre évoque un ou deux types, ou fonctions, de tromperie recouvrant plus ou moins trois catégories principales : obtenir de la nourriture, éviter de devenir une proie, se reproduire. Sans trop en dévoiler, disons tout de même que le chapitre I s'appuie sur deux exemples précis (en particulier comment certaines chenilles parviennent à manipuler les fourmis afin que celles-ci s'occupent d'elles) pour présenter quelques idées et concepts clés dans l'étude des tromperies et illustrer toute leur sophistication. Dans le chapitre II, j'explique comment les animaux imitent les autres espèces, ou certains aspects de leur environnement, pour se voler de la nourriture entre eux et capturer leur proie. Ce thème se poursuit au chapitre III, particulièrement centré sur l'imitation des signaux de communication et des stimuli de la part de nombreuses espèces (surtout des araignées) pour attirer activement leurs proies. Ensuite, nous verrons comment les animaux dupent leurs prédateurs afin de leur échapper, grâce aux différents types de camouflage (chapitre IV), puis comment des espèces tout à fait inoffensives en imitent d'autres, dangereuses, pour que leurs prédateurs les laissent en paix (chapitre V) et comment certains ont recours à l'intimidation pour provoquer la fuite ou l'évitement des prédateurs (chapitre VI). Dans les chapitres VII et VIII, nous passerons en revue les manières dont les animaux, les plantes, les champignons

INTRODUCTION

trichent, manipulant des individus d'une même espèce, mais pas seulement, dans le but de se reproduire. Nous commencerons par les oiseaux et les insectes qui se dupent mutuellement pour élever leurs petits, avant de voir comment les partenaires se manipulent entre eux pour s'accoupler. Le chapitre IX prend la forme d'une conclusion revenant sur les passages clés et les concepts essentiels en matière de duperie ; nous anticiperons sur les découvertes à venir dans ce domaine.

Plusieurs processus sont à l'œuvre en matière de duperie dans la nature. Sur un tel sujet, il est important de définir des concepts clés si nous souhaitons être clairs. Cependant, les définitions strictes peuvent sembler rébarbatives et je n'avais pas envie d'interrompre le fil du récit en introduisant de la sémantique. J'ai donc essayé de trouver un équilibre entre l'évocation des différents processus et les exemples de leur fonctionnement en restant assez informel, mais sans oublier de souligner les concepts essentiels. Pour éviter d'asséner un ensemble de définitions formelles dès le premier chapitre, j'introduis en général les termes clés à leur première mention dans le livre, tout en précisant leur occurrence potentielle dans la nature. Toutefois, voici un bref aperçu des différents concepts que nous rencontrerons au fil des pages. L'illusion la plus répandue est peut-être le *mimétisme*. Un individu ressemble par certains aspects à une autre espèce, de sorte qu'il parvient à persuader d'autres individus qu'il est bel et bien cet autre. Par exemple, certaines espèces de serpents inoffensifs arborent les mêmes couleurs que d'autres, venimeuses, pour écarter les prédateurs : c'est le *mimétisme batésien*. À l'inverse, le *mimétisme agressif* est utilisé de façon hostile : par exemple, certains insectes ressemblent aux fleurs par leurs couleurs et par leur forme pour mieux piéger leurs proies potentielles qui visitent fréquemment les véritables fleurs. Le *camouflage* est largement compris

de façon intuitive bien que, en réalité, le processus soit plus complexe et plus intrigant qu'on ne pourrait le croire. Il consiste souvent à adopter l'apparence de l'environnement ou d'un détail bien précis, une feuille morte, par exemple, pour ne pas être repéré ou reconnu par un prédateur (ou une proie). Autre concept clé qui mérite d'être mis en avant dès à présent : *l'exploitation sensorielle*. Un individu émet un signal de communication extrêmement efficace pour stimuler le système sensoriel d'un autre animal, qu'il soit ou non de la même espèce. Ce signal permet à l'émetteur de susciter une réaction comportementale plus importante chez sa cible. Par exemple, l'appel de certaines grenouilles mâles a des propriétés sonores spécifiques qui stimulent la sensibilité auditive des femelles, donc augmentent, par ricochet, leurs chances de se reproduire. L'exploitation sensorielle apparaît comme une ruse assez répandue.

En théorie, ce livre aurait pu s'organiser autour d'idées et de sujets différents, et il ne faut pas imaginer les chapitres comme indépendants les uns des autres. Au contraire, j'ai essayé tout du long d'indiquer les théories et les concepts communs et de les lier entre eux. Néanmoins les thèmes principaux des chapitres m'ont paru la manière la plus logique d'organiser les choses ; autrement dit, une typologie générale des ruses, et ce qu'elles finissent par obtenir. Je dois également préciser que la longueur variable d'un chapitre à l'autre ne signifie pas que certaines idées sont plus importantes que d'autres. Il s'agit plutôt d'un reflet de la relative popularité (passée et présente) des travaux dans ces domaines et, probablement aussi, de quelques lacunes de ma part. Il en va de même pour l'étendue taxonomique des exemples présentés, même s'il serait intéressant de voir si la ruse est plus fréquente dans certains groupes d'organismes (nous le discuterons d'ailleurs au chapitre IX). Pour finir, je préfère souligner qu'un livre tel que celui-ci ne vise pas

INTRODUCTION

à énumérer la totalité des occurrences de ruses répertoriées. Il s'attache surtout à décrire notre connaissance fondamentale du sujet et les expériences scientifiques conçues pour tester ces idées. Les exemples sont ceux qui m'ont paru les plus judicieux, les plus révélateurs des concepts clés et du travail mis en œuvre pour les tester. Dans certains cas, j'aurais pu en choisir d'autres.

CHAPITRE I

QUELQUES BASES

Au cœur des prairies européennes et asiatiques vit une magnifique espèce de papillon en danger, l'azuré des mouillères (*Maculinea alcon*). Les femelles pondent leurs petits œufs blancs sur des plantes, puis des chenilles naissent, qui se nourrissent de fleurs. Devenues suffisamment grosses, elles se laissent tomber sur le sol et, là, croisent le chemin d'une espèce de fourmi du genre *Myrmica*. La plupart des petits insectes seraient immédiatement considérés comme des proies, pourtant, de manière assez remarquable, les ouvrières, au contraire, emmènent consciencieusement la chenille dans leur nid, sans lui faire de mal. Une fois à l'intérieur, la chenille prend ses quartiers et se laisse nourrir par les ouvrières, qui la traitent comme si elle était l'une d'entre elles. Elle profite des ressources des fourmis pour grandir et développer les 98 % de la masse qu'il lui reste à constituer pour sa métamorphose. Le processus dans son ensemble peut prendre une, voire deux années complètes puis, un mois après sa transformation en chrysalide, le papillon émerge et abandonne le nid, prêt à répéter le cycle de la vie.

Selon certaines études, 90 % des chenilles d'azuré des mouillères qui parviennent à quitter leur plante hôte terminent dans une fourmilière. Pourquoi cette réussite

impressionnante ? Pour résumer, tout est affaire de ruse et de supercherie. Chaque chenille dupe et exploite les fourmis à son avantage en imitant l'odeur et le bruit de ses hôtes, pour que ceux-ci la traitent comme un de leurs petits. L'azuré des mouillères n'est pas le seul à suivre un tel cycle de vie, d'autres espèces d'azurés partagent des modes de reproduction similaires (bien que la taxonomie de ce groupe soit complexe et controversée¹).

L'azuré des mouillères est l'une des innombrables espèces qui trompent les autres dans leur propre intérêt. Parmi les premiers naturalistes, dont Charles Darwin et ses contemporains, nombreux sont ceux qui surent percevoir que le monde naturel n'était pas un lieu où régnait l'harmonie. Si l'on constate souvent des exemples de coopération apparente, égoïsme et exploitation sont en réalité la norme. Les organismes sont confrontés à une lutte permanente pour survivre et se reproduire, et n'importe quel avantage permettant d'obtenir un partenaire, de la nourriture ou d'éviter les prédateurs se révèle précieux. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que de nombreux animaux ou végétaux (y compris quelques champignons) trichent, truquent et se trompent les uns les autres pour en tirer certains bénéfices, exactement comme le fait l'azuré

1. On estime souvent que la majeure partie des travaux sur la duperie des papillons *Maculinea* aurait concerné l'azuré de la croisette (*M. rebeli*). Cependant, d'après David Nash, expert en *Maculinea* de l'université de Copenhague, ce serait, en réalité, plutôt sur l'azuré des mouillères *M.alcon*. Les véritables azurés des mouillères des montagnes se limitent à quelques zones à 1 000 m ou davantage au-dessus du niveau de la mer (voir : Tartally A., Koschuh A. & Varga Z., 2014). Pour accroître encore la confusion, certains scientifiques ont proposé que les espèces du genre *Maculinea* soient renommées d'après le genre frère *Phengaris* (par exemple *P.alcon*). Tous ne sont pas d'accord et, à l'heure où j'écris, l'affaire est entre les mains de la Commission internationale de nomenclature zoologique et reste non résolue.

des mouillères logé et nourri par les fourmis qu'il leurre. La ruse est largement répandue dans la nature, depuis les insectes cachés dans les branches des arbres imitant brindilles ou feuilles mortes pour ne pas être repérés par les prédateurs jusqu'aux poissons cherchant à attirer leur proie grâce à des appâts bioluminescents dans les sombres profondeurs de l'océan.

Les êtres vivants communiquent beaucoup, les individus s'envoient des messages, ou des signaux. Par exemple, un paon mâle peut essayer d'impressionner une femelle en faisant valoir ses grandes qualités de géniteur grâce à l'étalage de ses plumes bariolées, c'est un signal. Les scientifiques expliquent que la ruse consiste, pour un individu, à exploiter le système de communication d'un autre, souvent d'une espèce différente, afin de créer des informations fausses, exagérées ou trompeuses. La tromperie doit bénéficier à ceux qui la pratiquent, mais elle coûte souvent très cher à ceux qui la subissent : perte de ressources, qu'il s'agisse de temps ou de nourriture, et risque de mort très accru. Ce livre explique le fonctionnement de la ruse dans la nature et son évolution. Nous verrons comment et pourquoi certaines araignées imitent des fourmis, de nombreuses orchidées reproduisent le parfum et l'apparence d'insectes, divers oiseaux pondent leurs œufs dans le nid d'autres espèces, et bien d'autres réalités encore. Nous évoquerons ces questions grâce aux merveilleux exemples que la nature nous donne à voir et aux expériences scientifiques qui nous ont permis d'en savoir plus à leur sujet. En fin de compte, il s'agit d'un ouvrage sur ce que peut nous apprendre la ruse sur les interactions entre espèces, ainsi que les processus d'évolution et d'adaptation.

Revenons à notre exemple des azurés. Les fourmis comptent parmi les organismes les plus abondants sur la planète, elles jouent un rôle majeur partout dans le monde,

en raison de leurs relations variées avec beaucoup d'autres espèces, dont elles peuvent être prédatrices ou protectrices. Leur importance au sein d'innombrables écosystèmes est soulignée par ce fait : il est probable que près de dix mille espèces d'insectes, voire plus, vivant au côté des fourmis, les exploitent. Beaucoup de ces usurpateurs ont développé des adaptations pour réduire le risque d'être attaqués et tués par les fourmis, par exemple en reproduisant le signal chimique qu'elles utilisent pour se reconnaître entre elles. Ces espèces sont souvent appelées des « parasites sociaux » à cause de la façon dont chaque parasite exploite non pas une unique fourmi, mais toute une colonie (nous l'évoquerons en détail au chapitre VII). La famille *Lycaenidae* constitue l'un des plus gros groupes de papillons existants, elle comprend des espèces telles que les lycènes ou les azurés. Sur ces cinq mille espèces environ, nombreuses sont celles dont les chenilles s'associent aux fourmis d'une manière ou d'une autre et souvent pour des bénéfices mutuels¹. Par exemple, certaines produisent des sécrétions sucrées dont se nourrissent les fourmis et celles-ci, en échange, les défendent contre les agressions de prédateurs potentiels. D'autres exploitent les fourmis directement pour leurs ressources, une stratégie qui serait pratiquée par au moins deux cents espèces. Les cas les plus remarquables impliquent les azurés que l'on trouve un peu partout en Europe et en Asie, dont l'azuré des mouillères (*M. alcon*).

D'autres papillons du genre *Maculinea* commencent leur vie à peu près de la même manière que *M. alcon*, la chenille se nourrissant d'abord des bourgeons d'une plante hôte avant de se laisser tomber par terre puis d'être emmenée

1. Autour de 75 % de l'ensemble des espèces de lycaenidés semblent associées aux fourmis. Il s'agit, pour la plupart, de relations mutuelles, mais environ 200 espèces de ces papillons (4 %) sont considérées comme parasites (voir : Als T.D., Vila R., Kandul N.P. *et al.*, 2004).

au nid des fourmis *Myrmica*. La suite dépend de l'espèce du papillon, il y a généralement deux possibilités. Soit la chenille devient prédatrice et s'alimente des larves des fourmis, soit elle adopte un comportement de coucou. Dans cette dernière hypothèse, tout comme son équivalent oiseau (vous en saurez plus à ce sujet au chapitre VII), la chenille s'intègre au nid et les fourmis la bichonnent et la nourrissent directement. Dans certains cas, ses hôtes s'affairent tellement autour d'elle qu'elles négligent même leurs propres larves. D'ailleurs, en cas de disette, les fourmis « nourrices » vont parfois jusqu'à tuer leurs sœurs pour les offrir en repas à la chenille. Ces modes de vie, coucou ou prédateur, sont présents dans deux groupes séparés de *Maculinea*, dont nous pouvons estimer, grâce aux analyses génétiques, que leur lignée s'est divisée il y a environ cinq millions d'années¹.

Le moment est venu de nous demander pourquoi les fourmis agissent ainsi : qu'est-ce qui les pousse à emmener les chenilles dans leur nid et à les nourrir, fût-ce au prix de leurs propres larves ? En clair, qu'est-ce qui les trompe à ce point ? On soupçonne depuis longtemps que de nombreux parasites sociaux utilisent le mimétisme chimique pour se frayer un chemin à l'intérieur des fourmilières en toute sécurité et c'est bien ce que fait la chenille de l'azuré des mouillères : elle imite les profils chimiques de ses hôtes. Mais il a fallu attendre la fin des années 1990 pour en avoir la preuve scientifique. Une étude de Toshiharu Akino et de ses collègues², à l'université de Southampton et à l'Institut d'écologie terrestre au Royaume-Uni, a mis en lumière un certain nombre d'aspects essentiels du mimétisme de *M. alcon*. Les chercheurs ont d'abord montré que, à la surface de leur corps, les chenilles secrètent des

1. Als T.D., Vila R., Kandul N.P. *et al.*, 2004.

2. Akino T., Knapp J.J., Thomas J.A. & Elmes G.W., 1999.

substances chimiques appelées « hydrocarbures cuticulaires » qui ressemblent fort à celles que fabriquent les fourmis pour reconnaître leurs congénères, ouvrières et larves. D'autres expériences ont mis en scène de fausses chenilles en verre que les fourmis ramènent dans leur fourmilière dès lors que lesdits doubles factices sont aspergés d'extraits chimiques, qu'il s'agisse de celui des fourmis elles-mêmes ou de celui des chenilles. Mieux, les substances produites par les chenilles sont plus proches de celles des fourmis ciblées par *M. alcon* que de celles d'autres espèces de *Myrmica* de la région. Akino et son équipe ont démontré l'existence de deux étapes. La chenille commence par produire un composé qui imite le profil olfactif des fourmis pour obtenir un accès au nid et, dans un second temps, une fois à l'intérieur de la fourmilière, elle acquiert d'autres composés pour peaufiner son mimétisme : soit en imprégnant son corps par contact physique avec les fourmis et leur environnement, soit en synthétisant elle-même des substances chimiques complémentaires. Il est important d'accentuer le mimétisme ; en effet, à l'intérieur, les chenilles courent davantage le risque d'être découvertes, particulièrement lors des premiers jours d'intégration, une protection additionnelle est donc nécessaire pour tromper leurs hôtes et assurer leur survie à long terme. Ce processus en deux temps pourrait aussi permettre aux chenilles d'imiter les substances chimiques d'autres espèces, avant d'affiner leur imitation pour la concentrer sur une en particulier, voire une colonie bien précise, dès qu'elles ont été adoptées. En fin de compte, chez les chenilles, comme chez beaucoup d'autres espèces, le mimétisme ne se heurte qu'à l'amélioration du discernement des parties trompées – dans ce cas, les fourmis qui ont tout intérêt à identifier les usurpateurs. Cela commence probablement comme une défense générale contre les intrus qui n'auraient pas le profil olfactif de la

colonie de fourmis. Tandis que l'odeur des chenilles, au fil des générations, se rapproche de plus en plus de celle des fourmis, ces dernières, de leur côté, doivent faire évoluer leurs mécanismes de reconnaissance, les raffiner. C'est essentiel dans les petites colonies où la perte d'œufs, à cause de la prédation, ou des ressources, à cause des chenilles coucous, sont particulièrement coûteuses.

La concomitance de l'amélioration du mimétisme chez les chenilles et du perfectionnement des défenses chez les fourmis est un processus appelé « coévolution », où les changements d'une partie (amélioration du mimétisme) déclenchent des modifications réciproques dans l'évolution de l'autre partie (perfectionnement des défenses). Nous rencontrerons ce processus à plusieurs reprises au fil de cet ouvrage, surtout lorsque nous évoquerons les parasites de couvée, tels que les coucous, au chapitre VII. Parfois la coévolution mène à une spécialisation accrue chez les parasites qui, pour vaincre les défenses de leurs hôtes, doivent leur ressembler avec plus de précision. De ce fait, ils deviennent alors moins efficaces pour cibler d'autres espèces, ou même d'autres colonies au profil olfactif différent, établies ailleurs. Dans des régions où les parasites sont présents, la sélection naturelle peut favoriser des colonies de fourmis qui développent de nouveaux profils olfactifs. Cela leur permet d'échapper aux parasites, car les chenilles ne parviennent plus à reproduire l'odeur de leurs hôtes et deviennent ainsi plus faciles à détecter. Cette course aux armements de l'évolution se produit fréquemment lors des interactions entre espèces, le dupeur tentant en permanence de triompher des cibles toujours plus malignes. Les azurés en sont une parfaite illustration, la course aux armements ayant créé une mosaïque d'interactions, différentes populations de papillons et de fourmis faisant tout pour prendre le dessus et évoluant différemment

en se dispersant géographiquement¹. Résultat, les colonies de fourmis d'une même espèce peuvent varier dans leurs signatures chimiques selon le lieu où elles sont établies et il en va de même avec les parasites locaux, forcés de s'adapter. Cependant, à mesure que le parasite se spécialise dans l'imitation de ses hôtes locaux, il devient moins efficace pour copier d'autres colonies hôtes ailleurs. En tant que telle, la spécialisation dans le mimétisme est à double tranchant, car elle est susceptible de réduire les occasions.

Le mimétisme chimique n'est pas l'unique atout des chenilles. On sait depuis quelque temps qu'elles émettent aussi des bruits et des vibrations ressemblant à ceux des fourmis. Ce processus est toutefois considéré comme secondaire par rapport à la chimie. Ce qui serait logique sachant à quel point le profil chimique des fourmis joue un rôle clé dans l'identification des congénères et des intrus. Mais les bruits produits par les chenilles semblent avoir un autre rôle dans la fourmilière, ainsi que l'a récemment prouvé une étude de Francesca Barbero, de l'université de Turin, et ses collègues britanniques². La fourmi *Myrmica schencki* est parasitée par *M. alcon*. La reine, dotée d'un statut à part, bénéficie de la protection et de tous les soins des ouvrières – notamment grâce aux sons et aux vibrations distinctifs qu'elle émet. La chenille fait de même et les bruits qu'elle produit ressemblent davantage à ceux de la reine qu'à ceux des ouvrières, ce qui lui permettrait d'élever son statut au sein du nid et lui vaudrait d'être traitée non comme un rejeton quelconque, ni même comme une ouvrière, mais plutôt comme une reine. Ces sons intimement aux fourmis de veiller, d'être prêtes à défendre leur reine... ou la chenille.

1. Nash D.R., Als T.D., Maile R. *et al.*, 2008.

2. Barbero F., Bonelli S., Thomas J.A. *et al.*, 2009 ; Barbero F., Thomas J.A., Bonelli S. *et al.*, 2009.

Si le statut ainsi signifié est particulier, cela expliquerait également pourquoi certaines ouvrières donnent la priorité aux chenilles de papillon plutôt qu'à leurs propres larves. Cette forme de duperie nous montre un autre aspect : non seulement de nombreux animaux possèdent les moyens de se défendre contre les mécanismes de détection et de reconnaissance de ceux qu'ils exploitent, mais, lorsqu'ils y parviennent, ils développent de surcroît des techniques pour leur soutirer autant de protections et de soins que possible. Lorsque la pupaison vers le papillon adulte est accomplie, l'ultime épreuve consiste à sortir du nid. Le plus souvent, le papillon opte pour une fuite rapide. L'azuré des mouillères, par exemple, est parfois repéré comme intrus au moment où il quitte la fourmilière, mais il est recouvert d'écailles si mal fixées qu'il est impossible aux fourmis de s'y agripper pour l'attaquer efficacement.

L'utilisation de sons par les chenilles pour solliciter des soins nous permet aussi de considérer pour la première fois la distinction entre deux processus essentiels impliqués dans la duperie, deux processus que nous retrouverons tout au long de cet ouvrage : le mimétisme et l'exploitation sensorielle. Le terme de mimétisme est souvent utilisé au sens large, même par les scientifiques, pour décrire une situation dans laquelle deux espèces, ou deux individus, se ressemblent sous un certain aspect, par exemple leur coloration ou leur odeur. Mais cette idée générale n'est pas exacte, car le mimétisme véritable se produit lorsqu'une espèce réussit, grâce à la sélection naturelle, à ressembler suffisamment à une autre au point de duper un observateur qui croirait à un objet complètement différent. La ressemblance ne fait pas tout. Par exemple, un oiseau prédateur peut voir un insecte volant à rayures noires et jaunes, le prendre pour une guêpe, quand en réalité il s'agit d'un syrphé inoffensif. Il s'agit du mimétisme batésien, nous y reviendrons au chapitre V. Dans

notre exemple sur les fourmis, une ouvrière voit par erreur, dans la chenille, une congénère, et plus précisément une reine, cette erreur d'identification caractérise le mimétisme.

Cependant, les ressemblances entre deux espèces, ou entre deux comportements, peuvent avoir d'autres explications. La plus évidente est la convergence évolutive. Les requins et les dauphins, par exemple, sont également dotés de formes hydrodynamiques leur permettant de se déplacer avec fluidité dans l'eau, pourtant ils ne s'imitent pas : partageant le même environnement, ils ont subi les mêmes pressions évolutives. L'exploitation sensorielle est un processus souvent associé à la ruse et qui, dans certains cas, peut mener des espèces différentes à présenter des ressemblances avec un observateur commun, un prédateur, par exemple. Le concept n'est pas évident de prime abord, mais il est très certainement essentiel en matière d'illusion. Dans le cas des azurés, la chenille émet des sons qui lui attirent les faveurs des fourmis. Il pourrait s'agir de mimétisme, ou alors d'une exploitation des préférences, des penchants inscrits dans le système sensoriel et le comportement des fourmis qui, naturellement, réagissent plus à certains stimuli. Par exemple, peut-être leur système sensoriel est-il particulièrement apte à détecter des sons d'amplitudes et de fréquences spécifiques, ce que les reines exploitent en produisant des sons correspondant à ces préférences, une manière de bénéficier de tous leurs égards, en mettant leur statut en avant. En théorie, d'autres sons pourraient également fonctionner, mais les plus efficaces sont ceux qui exploitent le pic de sensibilité dans la capacité des fourmis à les détecter. Il en va de même avec de nombreux oisillons au nid suppliant leurs parents de leur apporter davantage de nourriture : la couleur vive de leur gosier et l'intensité de leurs vocalises incitent les parents à s'exécuter. La démonstration intensive des poussins stimule les parents, qui redoublent d'efforts.

QUELQUES BASES

Dans la fourmilière, c'est grâce à la production de sons similaires à ceux émis par la reine que la chenille obtiendrait de meilleurs soins. Des sons différents se révéleraient moins efficaces pour motiver les ouvrières, qui se montreraient alors moins empressées. Dans ce cas, la reine et la chenille émettraient des sons similaires non parce que l'une bénéficierait du fait d'être prise pour l'autre, mais plutôt parce que toutes deux auraient, au fil du temps, et indépendamment l'une de l'autre, adopté un son particulier qui leur vaudrait une réponse zélée des ouvrières. Les fourmis ne feraient aucune différence entre les deux objets dans ce cas, elles ne décideraient pas si le son évoque la reine ou la chenille, elles répondraient simplement à un stimulus qu'elles apprécient, ce qui entraînerait un traitement de faveur. Si cela est bien le cas, alors la chenille n'aurait pas évolué pour imiter la reine et provoquer des erreurs d'identification.

Cette affirmation peut paraître tirée par les cheveux, mais de nombreuses études montrent que le système sensoriel des animaux est doté de préférences, cachées ou latentes, à l'égard de certains stimuli (couleurs, sons, odeurs) qui ont évolué avant l'existence d'un système de communication susceptible de les exploiter. Ils surviennent simplement comme des produits secondaires de la manière dont les cellules nerveuses formant le système sensoriel sont liées entre elles, ou bien ils pourraient avoir évolué sous la pression de la sélection dans un contexte totalement différent. Par exemple, certains primates (humains compris) ont une excellente vision des couleurs qui leur permet de repérer les objets rouges et de les discerner sur un fond vert. Cette capacité s'est très certainement développée à la faveur de la pression de sélection favorisant la détection des fruits rouges et jaunes, donc mûrs, au milieu des feuilles vertes des habitats forestiers. Depuis, profitant probablement des préférences à l'égard de la couleur rouge préexistant dans

le système sensoriel, le rouge est apparu sur le visage de nombreuses espèces de ces primates lors de la reproduction et des interactions de domination. Parce qu'il est essentiel de trouver de la nourriture et parce que, pour eux, les aliments les plus importants, fruits mûrs et jeunes pousses, sont souvent jaunes ou rouges, l'évolution a rendu les yeux et les cerveaux de la plupart des primates experts dans le repérage de ces couleurs. En conséquence, pour attirer l'attention d'un partenaire potentiel ou d'un rival, il est logique de tirer profit de cette caractéristique et d'émettre un signal rouge : c'est apparemment le résultat atteint par l'évolution des signaux sociaux des primates. L'évolution a favorisé des signaux similaires, chez les plantes et les autres animaux, qui sont efficaces pour exploiter partenaires potentiels, proies, pollinisateurs ou prédateurs grâce à des stimulations fortes de leur système sensoriel et de leurs préférences de comportement. Nous rencontrerons de nombreux exemples et évoquerons ces processus en détail plus loin.

Chez les fourmis, la ressemblance pourrait donc être liée soit au fait que chenilles et reines exploitent le système sensoriel des ouvrières et leur préférence comportementale pour certains stimuli (exploitation sensorielle), soit à l'erreur des ouvrières qui classent la chenille dans la catégorie des reines (mimétisme). Cette dernière hypothèse est peut-être plus probable, car les ouvrières redoublent de soins tant envers la chenille qu'envers la reine en réaction à leurs bruits, ce qui suggère qu'elles placent l'une et l'autre dans la même catégorie des « objets nécessitant une protection ». Le fait que les ouvrières montent la garde n'est apparemment pas simplement une réaction haut de gamme à un stimulus apprécié, mais plutôt un type de réaction particulier impliquant qu'elles considèrent la chenille comme une reine. Si elles s'étaient contentées de la nourrir davantage, on aurait tendance à croire à de l'exploitation sensorielle. Les

chenilles prédatrices émettent, elles aussi, des sons évoquant les reines, sons qui, étonnamment, se révèlent également proches de ceux émis par les chenilles coucous¹. Cela suggère, là encore, que le mimétisme acoustique est plus probable que l'exploitation sensorielle, car la chenille prédatrice ne sollicite pas de nourriture de la part des ouvrières, puisqu'elle se rue à intervalles réguliers sur leurs larves. Durant ces moments précis, elle est sûrement plus vulnérable aux attaques, le fait de se faire passer pour une reine est alors un bon stratagème pour obtenir une protection. Néanmoins, l'exploitation sensorielle est souvent une explication plus réductrice que le mimétisme pour la similitude d'apparence entre espèces. En fait, certains scientifiques suggèrent même que l'exploitation sensorielle pourrait être un préalable avant l'évolution du véritable mimétisme². Par exemple, la ressemblance pourrait être survenue initialement *via* l'exploitation sensorielle par la chenille, lui permettant ainsi un traitement de faveur de la part des fourmis, avant de se transformer en authentique mimétisme quand les fourmis, sous la pression de la sélection, avaient fini par apprendre à différencier chenilles et reines.

Pour en revenir aux chenilles, celles des azurés prédateurs imitent également les odeurs de la colonie assez finement pour ne pas être prises pour cibles. Cependant, elles sont beaucoup plus discrètes, n'étalant pas leur ruse, préférant au contraire trouver un endroit bien à l'abri dans le nid où elles restent tapies, ne sortant que de temps à autre pour se nourrir de larves de fourmis. À l'opposé, les espèces coucous vivent beaucoup plus ouvertement, étant capables de soustraire à leurs hôtes des quantités significatives de nourriture

1. Barbero F., Bonelli S., Thomas J.A. *et al.*, 2009 ; Barbero F., Thomas J.A., Bonelli S. *et al.*, 2009.

2. Schaefer H.M. & Ruxton G.D., 2009.

et de soins. Une unique fourmilière peut accueillir six fois plus de chenilles coucou que de prédatrices¹. La stratégie du coucou est aussi plus spécialisée et semble s'être développée indépendamment à deux reprises durant l'évolution des grands azurés et de leurs proches parents². Être un spécialiste assure d'excellents résultats pourvu que l'hôte soit le bon. Par exemple, les chenilles de *M. alcon* ont une chance de réussir trente fois supérieure lorsqu'elles se trouvent dans le nid de leur espèce hôte primaire plutôt que dans celui d'une autre espèce de fourmi. Le coût de la spécialisation chez les espèces coucou, déjà évoqué quelques pages plus haut, fait qu'une telle exploitation à découvert impose un excellent niveau de mimétisme ; ainsi les fourmis ouvrières, qui se trouvent en contact proche avec elles, ne se doutent de rien. Cela peut forcer les espèces coucou à exploiter des fourmis bien précises, limitant du même coup leurs options pour l'utilisation d'autres hôtes. Les prédatrices se spécialisent aussi, cependant le résultat semble être moins précis, de sorte qu'elles peuvent se tourner vers davantage d'espèces de fourmis. Lorsqu'ils font usage de la ruse, les animaux peuvent emprunter un certain nombre de voies, opter pour l'extrême spécialisation sur une ou quelques espèces ou bien jouer la carte du généraliste susceptible d'exploiter différentes espèces sans toutefois être parfaitement adapté à aucune.

Ce mode de vie très sophistiqué et spécialisé que mènent les azurés pose malheureusement un problème de survie. De nos jours, de nombreuses espèces d'azurés sont menacées, la raison étant en partie liée à la perte d'habitat et d'hôtes adaptés. Leur haut degré de spécialisation a probablement précipité leur chute. De même, les oiseaux qui pondent

1. Thomas J.A. & Settele J., 2004.

2. Als T.D., Vila R., Kandul N.P. *et al.*, 2004.

leurs œufs dans les nids d'autres espèces, comme certains coucous, courent un plus grand risque d'extinction que les oiseaux qui tiennent leur rôle de parents auprès de leur progéniture. La ruse et l'exploitation peuvent rapporter gros, pourtant la spécialisation peut mener à une impasse, surtout si les espèces exploitées apprennent à se défendre et qu'aucun hôte alternatif ne peut être trouvé.

J'ai choisi de commencer ce livre par l'exemple des papillons azurés en partie à cause de l'histoire de leur vie assez incroyable, mais aussi parce qu'ils illustrent quelques thèmes communs que nous rencontrerons fréquemment dans nos investigations. Cet exemple souligne un autre aspect important : les perceptions subjectives des humains sont souvent inadéquates pour étudier les modes de communication des animaux et la façon dont ils se dupent. Les sons et les vibrations produits par les fourmis et les chenilles sont subtils, ils ne sont pas perçus au-delà de quelques centimètres autour d'eux à l'intérieur du nid. Nos oreilles ne sont pas capables de les déceler, nous avons donc besoin d'équipements spécialisés. De la même manière, notre odorat est bien trop rudimentaire pour capter le profil olfactif des fourmis ou des papillons. Il nous serait tout simplement impossible de le détecter et de l'analyser pour en tirer une conclusion valable quant au niveau de mimétisme des chenilles, encore moins pour déterminer les différences entre colonies de fourmis. Équipées de récepteurs sur leurs antennes et de mécanismes de décryptage dans leur minuscule cerveau, les fourmis sont capables d'analyser dans leurs moindres détails les hydrocarbures cuticulaires présents sur leurs congénères au sein du nid, sur leurs rivales ou sur les menaces potentielles. Leur système sensoriel a été peaufiné au cours de l'évolution par les interactions et leur mode de vie, en particulier la nécessité de détecter les variations subtiles entre profils chimiques. La course aux armements

entre chenille et fourmi se situe à un niveau que nous ne pouvons percevoir. Nous devons envisager le fonctionnement de la ruse non pas d'après nos sens, mais d'après ceux des animaux victimes de la duperie.

Non seulement nos systèmes sensoriels sont limités, mais, parfois, nos perceptions sont tout bonnement trompeuses : les araignées-crabes sont des prédatrices adeptes de la chasse à l'affût qui s'installent souvent sur les fleurs et attendent, pour frapper, que s'approche un pollinisateur insouciant, une abeille par exemple. Pour les humains, ces araignées sont magnifiquement camouflées sur le fond bariolé des fleurs sur lesquelles elles s'établissent (d'autant plus qu'elles ont la capacité de changer de couleurs au fil des jours). C'est certainement le cas de nombreuses araignées-crabes européennes qui, grâce au camouflage, parviennent à se dissimuler. Cependant, il n'en va pas de même avec celles qui vivent en Australie. À l'instar de leurs cousines d'Europe, elles paraissent très bien cachées sur les fleurs, aux yeux des humains. C'est pourtant trompeur. D'abord, il convient de noter que les insectes ne voient pas le monde de la même manière que nous. Le système visuel de nombreux pollinisateurs est, par exemple, capable de détecter les UV. Un don précieux quand on sait que les signaux floraux sont souvent riches en motifs UV, qui servent de guides, indiquant au pollinisateur comment atteindre le cœur de la fleur, donc le nectar. Contrairement aux araignées-crabes européennes, les espèces australiennes sont le plus souvent visibles en lumière UV et se détachent donc, comme une balise, sur les fleurs. De prime abord, le phénomène semble étonnant. Pourquoi donc un prédateur à l'affût se signalerait-il ainsi à ses éventuelles proies ? En réalité, l'araignée cherche par tous les moyens à attirer ses victimes, et non à s'en cacher.

Astrid Heiling, de l'université Macquarie en Australie, et ses collègues, ont mené des expériences sur les abeilles et les araignées-crabes *Thomisus spectabilis*¹. Ils ont d'abord prouvé que les araignées sont bel et bien repérables grâce aux UV, et tout à fait visibles aux yeux des abeilles. Puis ils ont donné à choisir, à ces dernières, entre deux marguerites, l'une avec une araignée-crabe, l'autre sans. Ils ont constaté que les abeilles montraient une nette préférence pour celles avec l'araignée. Mieux, lorsque les chercheurs ont appliqué une substance anti-UV sur les araignées pour masquer leurs signaux, les abeilles ont alors évité les fleurs où étaient installées les prédatrices. L'autre découverte intéressante est la suivante : les abeilles non indigènes se sont révélées les plus sensibles aux appâts de l'araignée. Confrontées au même choix, des fleurs avec ou sans araignée, les abeilles d'Australie, malgré leur attrait initial pour les signaux des prédatrices, sont moins susceptibles que les non indigènes de se poser sur une fleur occupée par une araignée et préférèrent celles qui sont totalement vides². Ce qui suggère que les abeilles autochtones ont développé une résistance à l'attrait des signaux des araignées-crabes, démontrant une fois encore comment les victimes de ruse apprennent à se défendre, au fil de l'évolution.

Heiling et son équipe suggèrent que les abeilles ont une attirance préexistante (innée), ou une préférence, pour les signaux floraux à fort contraste parce que ces derniers sont fréquents dans la nature et que la coloration des araignées a tiré parti de cette spécificité pour attirer plus particulièrement les pollinisateurs. Cela semble donc être un cas assez évident d'exploitation sensorielle. Comme nous l'avons

1. Heiling A.M., Cheng K., Chittka L. *et al.*, 2005 ; Heiling A.M., Herberstein M.E. & Chittka L., 2003.

2. Heiling A.M. & Herberstein M.E., 2004.

précédemment relevé, cela ne signifie pas que l'abeille prend l'araignée pour une fleur, mais simplement que le signal auquel elle réagit est calibré pour stimuler son système sensoriel et exploiter un certain type de comportement fondé sur ses préférences. L'araignée n'imité pas directement une fleur spécifique, elle a juste développé un signal coloré auquel les abeilles réagissent fortement en général. Ainsi nos perceptions et la manière dont nous interprétons les faits dans le monde qui nous entoure sont le produit de notre système sensoriel et de sa sensibilité à certains stimuli spécifiques. Bien que les humains soient des animaux essentiellement visuels, nous sommes en réalité aveugles à beaucoup de choses, dont les UV. De plus, la ruse dans la nature touche aussi d'autres sens, l'acoustique, les vibrations, les substances chimiques, domaines dans lesquels notre sensibilité est très inférieure à celle des autres espèces. En bref, notre système sensoriel ne capte qu'une fraction minuscule des informations disponibles ; il est important de garder cela à l'esprit, car l'illusion repose sur le fonctionnement spécifique des systèmes sensoriels et cognitifs des animaux.

La science moderne a réalisé des progrès considérables dans la compréhension des ruses et des tromperies, de leur évolution, en partie grâce à l'utilisation d'équipements sophistiqués et à une meilleure appréciation des sens des animaux, auxquels il faut ajouter une série d'expériences finement menées. Cependant, nous devons beaucoup à certains pionniers de la pensée sur l'évolution et l'histoire naturelle. Darwin est fréquemment cité, il n'est pourtant qu'un figurant parmi les autres, car ce sont avant tout ses contemporains qui ont posé les fondations de ce qui devait nous permettre de comprendre les illusions créées par la nature. Et tout particulièrement Alfred Russel Wallace. En effet, non seulement il est l'un des plus grands naturalistes et explorateurs de l'ère victorienne, ayant consacré