Miss Bombycina, conçu

Dans sa robe d'argent, cette fourmi du désert détient la médaille d'or de la résistance à la chaleur

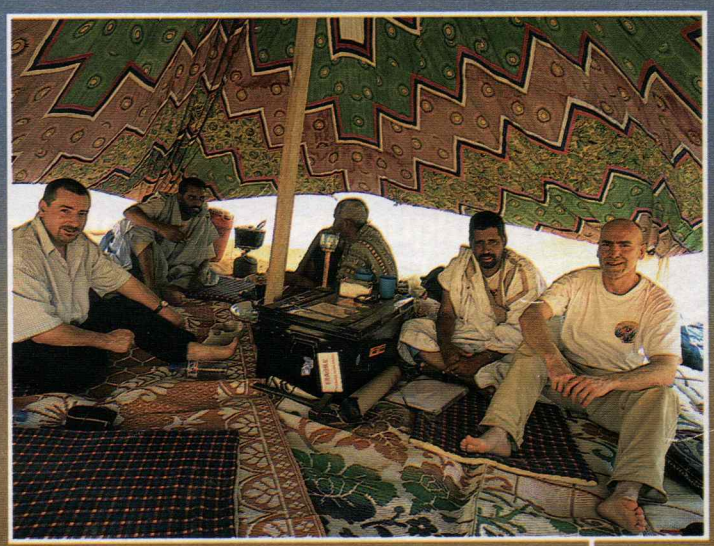
Bombycina, le petit nom de cette *Cataglyphis* vient du latin robe de soie. C'est à son fourreau qu'elle doit son aspect argenté et une partie de sa capacité à survivre dans la fournaise. Son autre secret : sa vélocité. Rapportées à l'échelle d'un homme, ses pointes atteindraient 300 mètres... à la seconde ! Une flèche d'argent rarement à l'arrêt.

REPORTAGE PHOTO REALISE PAR PATRICK LANDMANN

pour la survie en enfer...

Notre reporter a capturé dans le Sahara cet insecte dont les facultés d'adaptation et le système de navigation en trois dimensions fascinent scientifiques et roboticiens.

« C'est lors d'un reportage dans le désert mauritanien que j'ai soudain aperçu un éclair brillant filer sur le sable. Après une course poursuite, j'ai découvert dans mes mains une fourmi recouverte d'une véritable soie argentée... » Dès son retour en France, le photographe Patrick Landmann enquête : quel est cet insecte qui survit au cœur du Sahara ? Il lance des e-mails, rencontre des scientifiques... Finalement, un chercheur du CNRS lui répond. Sa trouvaille s'appelle *Cataglyphis bombycina* et c'est une vedette dans le monde des myrmécologues.



Patrick Landmann
A deux heures au nord du village mauritanien de Chinghetti, Patrick Landmann (à dr.) et son équipe ont bivouaqué pendant vingt jours sous des températures qui atteignaient quotidiennement 45 °C.

Son système de repérage intéresse la conquête spatiale

Grâce à une panoplie d'étonnantes adaptations, elle peut en effet résister à des chaleurs infernales, se procurer de la nourriture dans un milieu extrême et trouver son chemin dans une mer de sable dépourvue de tout repère. Une faculté qui a intéressé une équipe des universités de Zurich et de Berlin et qui aurait, dans le futur, des applications pour l'homme — en matière, par exemple, de déplacements sur d'autres planètes... Les travaux, publiés dans le magazine *Nature*, montrent que la fourmi calcule avec précision, et indépendamment du relief, la distance parcourue. En d'autres termes, elle projette « mentalement », sur un plan horizontal, les déplacements effectués sur la surface vallonnée du désert.

Fasciné par la *Cataglyphis bombycina*, Patrick Landmann est retourné dans le désert. Il a retrouvé deux fourmilières pour immortaliser la plus dure à cuire des fourmis.

70 °C au sol : le soleil crucifie le lézard

Elle se met en chasse quand le mercure dépasse enfin 46 °C

Les fourmis *Cataglyphis* n'ont qu'un seul prédateur : le lézard *Acanthodactylus dumerili.* Mais, futées, elles jouent sur la chaleur pour s'en prémunir. En effet, le reptile ne résiste pas plus de trois minutes à une température supérieure à 46,5 °C. Or, c'est précisément à cette température qu'elles quittent leur nid en masse quand le lézard, lui, doit s'ensabler pour survivre. La fourmi, elle, bénéficie encore d'une dizaine de minutes pour fourrager. Leur limite abolue : 53,6 °C. Soit, quelques 70 °C au sol !

Ses sprints fulgurants lui servent à se refroidir

Juchée sur ses longues pattes, cette fourmi est l'un des insectes les plus rapides du monde. Plus il fait chaud, et plus elle court vite. A 1 m/s, elle produit un courant d'air qui évacue une partie de sa chaleur corporelle. Soulever l'avant de son corps lui permet de se déplacer dans une couche d'air un peu plus fraîche que celle régnant au sol. Mais cette quadrupédie pourrait la faire chuter : pour compenser, elle alterne ses appuis au sol selon une diagonale.

la fourmi, elle, passe à l'assaut...

Son fourreau de soie fait miroir

Le reflet argenté est dû à l'alternance de bandes où les poils colorés sont très densément implantés, et de bandes dépourvues de poils. Or, chez la majorité des autres espèces, la répartition des soies est uniforme. On suppose que cette étonnante pilosité reflète les rayons du soleil et permet à l'insecte de supporter la chaleur. Une adaptation génétique qui a nécessité des centaines de milliers, voire des millions d'années.

Une reine, plus de six cents individus

Des faucilles destinées à dépecer

Ce soldat aux mandibules en forme de faucille mesure 12 mm de long, soit le double d'une ouvrière. Si la plupart des fourmis possèdent logiquement une caste de soldats, à quoi ceux-ci peuvent-ils servir dans un désert où les prédateurs sont rares ? Selon le Pr Wehner, qui les a observés débiter des papillons morts lors de leur migration trans-saharienne, les soldats *Cataglyphis* pourraient jouer le rôle de... bouchers.

Au frais sous terre, les jeunes gardent leur peau nacrée

Au cœur de la fourmilière, à 50 cm de profondeur, là où la température est supportable (30 °C), une jeune ouvrière, reconnaissable à sa cuticule nacrée, nettoie un cocon pondu par l'unique reine. Après avoir été fécondée par des milliers de mâles lors d'un seul vol nuptial, la reine se pose, s'arrache les ailes et s'enterre pour fonder un nid. Durant sa vie entière, elle pond pour constituer une colonie de 600 membres. On n'y dénombre que 2 castes : les ouvrières et les soldats. La larve deviendra l'une ou l'autre selon l'alimentation et les phéromones reçues.

deux castes : ouvrières et soldats

Des esclaves castrés par la reine

Chimiquement castrées par les phéromones de la reine, les ouvrières ne pondent pas mais travaillent sans relâche. Outre le nettoyage de la fourmilière et l'élevage des jeunes, elles assurent la subsistance de la colonie. Ici, deux d'entre elles ont trouvé un phasme mort. Après l'avoir traîné sur la dune, elles le découpent en morceaux afin de l'introduire dans leur repaire. Essentiellement carnivore, l'espèce se nourrit d'insectes morts de chaud.

Les études faites sur la fourmi par l'équipe du Pr Wehner ont permis au laboratoire d'intelligence artificielle de l'université de Zurich de créer un robot capable de se diriger sans avoir en mémoire la topographie des lieux.

Entretien

"Pour se diriger, ces insectes ont réalisé un calcul trigonométrique"

Le professeur Rüdiger Wehner étudie les *Cataglyphis* du désert depuis plus de vingt-cinq ans. En combinant les études de comportement sur le terrain avec des analyses neurophysiologiques et des simulations sur ordinateur réalisées en laboratoire, il a démontré l'existence d'un compteur kilométrique chez ces fourmis…

D.R.

Pr Rüdiger Wehner
Laboratoire de zoologie de l'université de Zurich. A publié, dans Nature *(14 juin 2001), un article sur la navigation des* Cataglyphis.

Ça m'intéresse : Comment font-elles pour se diriger sans repères ?

Rüdiger Wehner : A la différence de la majorité des autres espèces de fourmis, nous savons que les *Cataglyphis* ne peuvent compter sur les pistes de phéromones (les odeurs qu'elles produisent pour communiquer) pour retrouver leur chemin, puisque celles-ci ne tiennent pas sur le sable, du fait, notamment, de la chaleur et du vent. Aussi, quand elles décident de rentrer chez elles, un trou minuscule situé à 100 ou 200 mètres quelque part à la surface du désert, elles doivent pouvoir déterminer à coup sûr dans quelle direction et à quelle distance se trouve leur nid. Pour la direction, nous avions établi qu'elles utilisent la lumière polarisée dans le ciel comme un compas. La façon, en revanche, dont elles mesurent les distances demeurait pour nous une énigme. Elles auraient pu, bien sûr, simplement compter le nombre de pas qu'elles font. Le problème, c'est que si cette stratégie fonctionne parfaitement sur terrain plat, elle se révèle inefficace sur la surface irrégulière et mouvante du désert. En fait, nous venons de mettre en évidence que les fourmis n'enregistrent pas la distance réelle parcourue dans leur monde en trois dimensions, mais la projection de ce trajet tridimensionnel sur un plan horizontal.

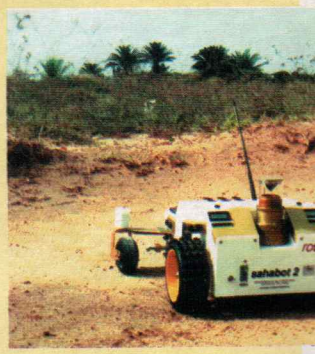
Ç.M. : Comment avez-vous réussi à montrer que les fourmis se livrent à une telle opération ?

R.W. : Nous en avons entraîné à chercher leur pitance le long d'un couloir au relief vallonné. La nourriture se trouvait toujours à la même distance, et les fourmis se sont habituées à chercher après avoir accompli le trajet correspondant. Dans un second temps, nous avons transféré les insectes dans un autre couloir, parallèle au premier, mais cette fois totalement plat. Les fourmis commençaient leur exploration après avoir parcouru une distance non pas équivalente à celle réalisée au total dans le premier couloir, mais égale à la projection de celle-ci sur un plan horizontal, c'est-à-dire beaucoup moins longue. Elles ont donc mesuré chaque segment effectué sur les plans inclinés en même temps que les angles d'inclinaison, déterminés, eux, à partir des variations de la gravité. Elles ont ensuite réalisé une sorte de calcul trigonométrique qui leur a permis d'obtenir la «distance horizontale». Exactement comme Pythagore l'aurait fait. Rappelons au passage que le cerveau de cet insecte ne pèse qu'un dixième de milligramme.

Ç.M. : Travailler sur d'aussi petits animaux doit être complexe. Comment, par exemple, différenciez-vous vos cobayes les uns des autres ?

R.W. : Nous marquons chaque individu grâce à un code de trois couleurs peint sur les différentes parties du corps. Chaque point de couleur représente un numéro : le blanc veut dire 1, le bleu, 2, etc. Ainsi, par exemple, une fourmi avec un point rouge sur la tête, un bleu sur le thorax et un blanc sur l'abdomen serait l'individu numéro 231. Mais vous savez, nous pratiquons toutes sortes de manipulations : nous sommes même capables de poser des lentilles sur les yeux des fourmis afin de modifier la couleur du ciel ou la quantité de lumière qu'elles perçoivent !

Jean-Pierre Vrignaud ■



Le robot cousin de la *Cataglyphis*

Ce robot, Sahabot 2, imite la capacité de la fourmi à s'orienter grâce à la lumière polarisée. Dans le ciel, la lumière est dispersée par les molécules de l'atmosphère : les ondes lumineuses s'orientent selon un modèle précis par rapport au méridien solaire (la ligne imaginaire qui coupe le soleil à son zénith). Les yeux de la fourmi, dotés de récepteurs sensibles aux orientations de la lumière polarisée, «lisent» ces lignes de lumière invisibles pour l'œil humain. Equipé de capteurs identiques, Sahabot 2 peut se repérer dans n'importe quel milieu.

http://www.ifi.unizh.ch/groups/ailab/projects/sahabot/