

dites intelligentes ne suffit pas, car les exemples abondent, dans le règne animal, de tels comportements qui ne correspondent probablement souvent qu'à une conduite génétiquement codée (ou acquise dans la phase juvénile au contact de la mère ou du groupe par influence, non des gènes, mais de l'environnement).

Ce qui anime le présent débat est de rechercher derrière certains comportements des démarches qui pourraient être l'amorce d'opérations «supérieures», signes d'une conscience réflexive, avec, au-delà des seules représentations mentales, des anticipations, des transferts, des abstractions, des généralisations, et surtout des intentions prêtées à l'autre. Ces dernières peuvent jouer sur les rapports sociaux, sous forme de manipulations d'informations, de tromperies, de jeux de «moi je sais que tu sais», «moi je veux te faire croire que», autant d'attitudes qui font partie de cet inventaire un peu hétéroclite des opérations cognitives. Ces démarches présentent-elles un risque d'interprétation anthropomorphique? Oui, bien sûr, mais pourquoi ne pas dépasser une certaine frilosité et ne pas rejeter une fois pour toutes les pruden- ces prônées par le béhaviorisme?

Au dossier de l'intelligence animale, on cite d'abord inévitablement l'utilisation d'outils, objets destinés à des fins les plus diverses. Les discussions sont allées bon train quant aux mécanismes de ces apprentissages, soit que l'animal ait fortuitement découvert l'outil par essais et erreurs, soit qu'il ait imité ses congénères, soit enfin qu'il ait eu une intuition, une représentation mentale lui permettant d'imaginer l'outil. L'outil prouve peut-être une certaine intelligence, mais que dire de l'opération intuitive qui lui a peut-être donné naissance? Cette idée d'un apprentissage spontané (sans essais ni erreurs, et sans imitation) n'est pas récente car, en 1925, le psychologue allemand Wolfgang Köhler avait déjà constaté que certains singes n'étaient parvenus à la solution d'un problème qu'après une période de non-réponse et de repos. Cette observation d'une com-

préhension soudaine (après une période de non-réponse), qui n'a guère de rapport avec l'apprentissage classique par essais et erreurs, est peut-être à mettre au compte d'une de ces opérations «supérieures» que nous recherchons, pour illustrer un début de conscience réflexive. La question se pose notamment pour les animaux qui recherchent un outil dans un endroit, se dirigent ensuite vers un autre endroit pour y utiliser leur outil : ces étapes nécessitent plusieurs opérations abstraites.

Communication et intentionnalité

Un autre volet de l'intelligence animale est celui de la communication, où peut jouer par excellence la faculté d'abstraction et de manipulation de l'information, soit à l'intérieur de l'espèce, soit dans ses relations avec l'homme. Ici le bilan des opérations «supérieures» est bien meilleur. C'est ainsi que Sarah, une femelle chimpanzé, entraînée par deux psychologues américains, D. Premack et G. Woodruff, sait résoudre des problèmes qui lui sont posés, mais également des problèmes qu'elle voit posés à l'interlocuteur humain présent à côté d'elle : on lui présente des films de 30 secondes montrant un acteur humain aux prises avec diverses classes de problèmes, par exemple saisir une banane ne se trouvant pas à sa portée, sortir d'une cage où il est enfermé... Puis on donne à l'animal une série de photographies dont l'une représente une solution à la situation-problème. Sarah sait sélectionner la représentation de la solution. Ce test de compréhension montre à quel point les chimpanzés sont capables d'utiliser ce qui est probablement une représentation mentale de la situation pour en déduire des solutions.

Troisième constatation à mettre au compte d'une démarche mentale complexe, l'intentionnalité dans les échanges entre individus. Le chimpanzé est-il non seulement constructeur d'outils, mais aussi psychologue? A-t-il des intentions et surtout prête-t-il des intentions et des états mentaux aux autres? A-t-il une «théorie de l'esprit?», se sont interrogés D. Premack et G. Woodruff. Ainsi, les chimpanzés distinguent l'opérateur humain «qui sait» où se trouve de la nourriture que l'on a cachée de celui qui ne peut pas savoir, parce qu'il n'était pas présent lors de la mise en place de la nourriture, comme les animaux l'ont bien noté. Les chimpanzés comprennent que l'homme qui a assisté à un événement en possède une compréhension différente de celle de l'homme qui n'a rien vu. Ils seraient capables d'attribuer certains états mentaux aux opérateurs humains et de savoir ce qu'ils savent et ne savent pas.

Et le langage? Nous entrons ici sur un terrain contesté, très médiatique, décrié des linguistes, des anthropologues et de bon nombre de psychologues. Et pourtant, ces animaux savent apprendre un langage. Les expérimentateurs ont mis en évidence plusieurs types de communication : verbale de l'homme à l'animal ; par signes entre l'homme et l'animal ; communications entre singes en l'absence de l'homme, mais après un apprentissage auprès de l'homme ; communications entre animaux en milieu naturel. C'est principalement des expériences de communication entre l'homme et l'animal dont il sera question ici ; ces expériences ont été réalisées avec des chimpanzés (*Pan troglodytes*) et plus récemment des bonobos ou chimpanzés «pygmées» (*Pan paniscus*). Nous ne décrirons pas les nombreuses études de performances de chimpanzés, soumis à des tâches cognitives langagières plus ou moins complexes, mais nous ne retiendrons



Donna Bierschwale

2. LA RECONNAISSANCE DE SOI existe chez les chimpanzés : on peint sur leur visage une tache rouge et on les place face à un miroir. Ou bien, ils n'ont pas conscience que l'animal dans le miroir est eux-mêmes et ils explorent la tache sur le miroir comme ils le feraient sur un autre chimpanzé ; ou bien, ils ont conscience, d'une part, que le miroir leur renvoie leur image et, d'autre part, que cette tache est anormale, et ils essaient de l'enlever en frottant leur front. Cette expérience est considérée comme une preuve de la conscience de soi.

que celles illustrant notre propos. Bien entendu, un chimpanzé ne saura jamais parler, son larynx n'ayant pas la structure appropriée. En revanche, il peut apprendre à communiquer par signes avec les humains en utilisant, après un entraînement intensif, le langage américain des sourds-muets ; il apprend des mots certes, mais pas de règles syntaxiques, même élémentaires. De plus, D. Premack est parvenu à enseigner à Sarah des symboles en matière plastique qui représentent des objets, des noms propres, des qualificatifs, des actions, des classes d'objet (des fruits, des bonbons et des gâteaux), ceux qui permettent d'établir des classes de couleurs, de formes et de dimensions, ceux qui signifient «identique» ou «différent», «oui» ou «non», «est» et «n'est pas», «tout» et «aucun», «un» et «plusieurs», «si...», alors...». Petit à petit, l'animal est devenu capable d'établir des séquences de plus en plus longues de communication avec l'opérateur, de questions et de réponses de plus en plus complexes à partir d'abstractions consistant à désigner des objets à l'aide de symboles qui n'avaient avec ces objets aucune communauté de forme ou de caractéristique.

Nous citerons un autre exemple, celui de la primatologue américaine Sue Savage-Rumbaugh qui a, de son côté, adopté un système de «lexigrammes», symboles représentant chacun un mot, visualisés sur écran en appuyant sur les touches d'un clavier ou représentés sur un grand «livre» (voir la figure 3). Le singe apprenait à associer un lexigramme à l'objet correspondant, par exemple «pomme». On présentait ensuite à l'animal un certain aliment, et il devait répondre à la question «Qu'est ce que c'est?» (sans le consommer). C'est à partir d'un tel dressage, où intervenaient deux fonctions distinctes, sémantique (le sens) et pragmatique (l'action de consommer), que les animaux ont procédé à un transfert : ils ont utilisé ces symboles comme des étiquettes représentatives pour classer, dans l'une ou l'autre des deux catégories, d'autres objets qu'on leur présentait. Deux animaux dressés ont même réussi à établir un dialogue par symboles entre eux. Ainsi, les chimpanzés semblaient transmettre un signal de l'un vers l'autre en utilisant des symboles appris (se désigner des aliments) et spontanément demander des aliments spécifiques à l'autre en les désignant par ces symboles. Cette observation était, à l'époque, le premier exemple d'une communication symbolique entre primates non humains.

La dernière classe d'informations sur cette quête de l'intuition consciente chez le singe vient d'observations sur le comportement de l'animal devant un miroir : la plupart des singes (macaques, babouins) font comme s'ils avaient en face d'eux un ennemi. En revanche, les anthropoïdes (chimpanzé, orang-outang) utilisent vite le miroir pour examiner leur corps, et ils font des grimaces. Ainsi, lors de l'expérience «de la tache», on dépose, sous anesthésie, une touche de peinture inodore et non irritante au-dessus des sourcils de l'animal (déjà habitué au miroir). Après son réveil, celui-ci, placé devant le miroir, commence à explorer intensément cette tache sur son propre front, ce qui renforce l'idée qu'il s'agit d'une autoreconnaissance (et non de la reconnaissance d'un autre). Chez l'enfant, cette réaction dite spéculaire n'est évidente qu'après deux ans ; auparavant, et comme chez certaines autres espèces, l'animal marque de la perplexité ou même une réaction d'évitement, comme face à un ennemi potentiel. On est tenté de voir dans cette réaction un pas nouveau dans l'évolution phylogénique vers une conscience réflexive, vers la capacité pour l'individu



3. PAMBANISHA, une adolescente bonobo, apprend des symboles, nommés «lexigrammes» avec son «professeur». L'étude de la conscience animale exige que l'on distingue intelligence et conscience.

de devenir l'objet de sa propre attention sur des parties de son corps qu'il ne peut normalement pas voir.

Force est donc de conclure à la possibilité d'opérations mentales qui vont des processus associatifs complexes à des représentations sémantiques et symboliques. Ces aptitudes à l'abstraction, à la symbolisation, à la généralisation et au transfert, quelque limitées soient-elles, renforcent l'idée d'une évolution phylogénique des processus cognitifs, où les anthropoïdes représenteraient un chaînon remarquable dans la marche vers notre conscience réflexive.

Toutefois, la critique est aisée à propos de la seule observation de ces primates : les résultats sont assez modestes et limités, les systèmes sémantiques appris n'ont pas grand rapport, sans doute, avec les modalités, probablement beaucoup plus riches, de la communication intraspécifique dans la nature (gestes ou mimiques). Nous les connaissons encore très mal, car à chercher à répertorier, on risque d'interférer. Quels sont les systèmes porteurs d'intentionnalité? L'émetteur a-t-il conscience du contenu de son message? Connaît-il l'action qu'il aura sur le récepteur? Questions auxquelles nulle réponse définitive ne peut être donnée, mais qui cachent ce qui nous préoccupe : comment déceler le passage à l'action consciente manipulatrice de symboles et, le cas échéant, d'abstraction? Grâce à de nouvelles méthodes et à beaucoup de patience, peut-être découvrira-t-on des signes encore insoupçonnés d'une conscience réflexive chez ces espèces, mystérieuses charnières avec notre genre humain.

Pierre BUSER, membre de l'Institut, est professeur émérite de neurosciences à l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris.

D. HEBB, *The Organization of Behavior. A neuropsychological theory*, Wiley, New York, 1954.

D. PREMACK et G. WOODRUFF, *Does the chimpanzee have a theory of mind?* in *Behavioral and brain sciences*, 1, pp. 515-526 et 615-636, 1978.

S. SAVAGE-RUMBAUGH, *Ape languages : From conditioned response to symbol*, Columbia University Press, New York, 1986.

J. VAUCLAIR, *L'intelligence de l'animal*, Seuil, Paris, 1992.

Perception visuelle et conscience

MICHEL IMBERT

L'étude des performances visuelles de personnes atteintes de lésions cérébrales démontre que certaines caractéristiques d'un objet peuvent être présentes dans le cerveau sans que l'on ait conscience de voir l'objet.

Les capacités visuelles humaines sont stupéfiantes. Il faut moins d'une demi-seconde pour reconnaître un visage familier perdu au milieu d'une foule, même si ce visage a changé, bronzé ou vieilli, porte des lunettes qu'on ne lui connaissait pas, s'est fait teindre les cheveux. Quand nous travaillons à notre bureau, nous pouvons saisir, sans la moindre hésitation et avec une précision étonnante, un objet posé quelque part sur la table, un crayon, une gomme, sans y prêter particulièrement attention, sans même le regarder, après l'avoir simplement repéré d'un coup d'œil distrait. Lorsque nous traversons une rue, nous n'avons guère besoin de faire de savants calculs pour adapter la longueur de nos pas de telle sorte que le dernier, élevé de la hauteur requise, permette de poser son pied sur le rebord du trottoir d'en face. On pourrait multiplier les exemples, admirer la précocité de ces capacités chez le tout petit bébé qui reconnaît sa maman, dès les premiers mois de sa vie, qui saisit des jouets en mouvement, évite les obstacles dès qu'il commence à se déplacer. On mesure le caractère exceptionnel de ces performances lorsque l'on s'efforce de développer des systèmes artificiels de vision, visant à les imiter. Il n'existe pas encore de robot visuel mobile susceptible de faire ce qu'un bébé de neuf mois fait sans peine, avec rapidité et assurance.

Dès lors il n'est pas étonnant que l'étude de la perception visuelle ait mobilisé des cohortes impressionnantes de chercheurs. Des observations et des expériences, relativement faciles à mettre en œuvre dans le domaine de la vision, ont permis d'aborder, en termes neurobiologiques, ce que signifie voir et ce que signifie avoir conscience de ce que l'on voit. C'est le terrain privilégié sur lequel les philosophes, les psychologues ou les biologistes puisent des exemples pour discuter leurs théories préférées de la «conscience», quelle que soit la conception précise qu'ils épousent concernant sa nature, ou les distinctions qu'ils sont obligés d'établir pour clarifier un concept aussi large, servant à décrire bien des phénomènes hétérogènes.

Ces dernières années, de très nombreuses données expérimentales ont été accumulées sur les processus visuels. Elles confirment l'idée selon laquelle le système visuel du singe macaque, modèle animal le plus utilisé, et celui de l'homme sont très proches, tant sur le plan général de leur architecture fonctionnelle que sur celui des performances visuelles qu'ils peuvent réaliser, en termes d'acuité, de vision des couleurs, de détection du mouvement, d'appréciation de la profondeur et de reconnaissance des formes. Cette ressemblance a rendu possibles des recherches difficiles à concevoir chez l'homme, même si, grâce

à des techniques récentes d'imagerie cérébrale puissantes et prometteuses, on examine un cerveau humain pendant qu'il traite les informations visuelles.

Sans entreprendre une description détaillée du système visuel des primates, résumons l'essentiel de ce qui nous semble indispensable pour aborder les rapports entre perception visuelle et conscience.

Le système visuel des primates

La voie visuelle primaire des primates part de la rétine, sur laquelle une image des objets extérieurs est formée par l'optique oculaire, pour atteindre, après un relais dans un noyau diencephalique nommé corps genouillé latéral, le cortex visuel primaire situé dans le lobe occipital (voir la figure 1). La moitié des fibres de chaque nerf optique croise le chiasma optique pour aller innervier l'hémisphère cérébral situé de l'autre côté : les fibres ayant pour origine la demi-rétine nasale (proche du nez) rejoignent ainsi les fibres issues de la demi-rétine temporale de l'autre œil, de sorte que le cortex visuel primaire de l'hémisphère droit, par exemple, reçoit les fibres dressant une carte visuelle de la moitié gauche du champ visuel et réciproquement. Cette particularité anatomique est importante, car elle permet de comprendre qu'une lésion limitée au cortex visuel primaire produise des lacunes que les neurologues appellent des scotomes, dans la perception de la moitié du champ visuel située du côté opposé à l'hémisphère lésé. Lorsque la lésion est étendue à la quasi-totalité du cortex visuel primaire de l'hémisphère droit, par exemple, le sujet est aveugle pour la moitié de l'espace situé sur sa gauche. Nous verrons qu'en dépit de cette cécité grave, le sujet est encore capable de réaliser certaines tâches «visuelles».

Le rôle de la rétine est de transmettre au cortex visuel primaire, non pas l'image oculaire point par point, telle qu'elle est enregistrée par les quelque 140 millions de cellules photoréceptrices, mais sa copie neurale «filtrée» et «compressée» par un premier traitement réalisé au niveau rétinien lui-même, afin qu'elle puisse être véhiculée par guère plus d'un million de fibres optiques. Pour ce faire, l'image oculaire est découpée en zones grossièrement circulaires, les champs récepteurs dont la taille varie en fonction de leur position sur la rétine et dont les informations visuelles, codées sous forme d'influx nerveux, sont projetées *via* les fibres du nerf optique sur le cortex visuel primaire en respectant la topographie rétinienne : le cortex visuel primaire, découpé en modules qui correspondent chacun à un champ récepteur, réalise ainsi une sorte de carte précise du demi-champ visuel situé du côté opposé (voir la figure 3).