

II . 3. Les sociétés animales

3. 2. 32.

Il y a peu de spectacles aussi fascinants que celui offert par une colonie d'insectes et particulièrement de fourmis, les plus faciles à observer. Peu d'animaux laissent moins indifférent que les fourmis¹. Elles représentent l'exemple le plus frappant sans doute d'une organisation non humaine.

En marche, cette multitude de petits automates a quelque chose d'une usine et d'une armée. Une impression de sérieux, de détermination résolue naît de les voir à la tâche et il est dès lors difficile de ne pas croire à leur intelligence. Aucune fourmis, cependant, ne paraît commander et, à y bien regarder, les mouvements ne sont pas tellement coordonnés. Chacune va son chemin... Ce qui impressionne dans ce spectacle c'est au fond de découvrir la vie comme volonté, résolution, animant dans le même sens des individus distincts.

Face à la fourmilière, la question de l'animal ne peut manquer de se poser : simple représentant d'une espèce ou sujet individué ? Cette question se pose à travers d'autres, inévitables : les fourmis forment-elles un seul individu ? Disposent-elles chacune de quelque autonomie ? Sont-elles guidées par une sorte d'âme collective ? Nous-mêmes qui nous croyons libres sommes-nous guidés par d'aveugles instincts ? Ce n'est pas par hasard si la sociobiologie, qui répond pratiquement par l'affirmative à cette dernière question, a été formulée par un entomologiste.

En fait, une spontanéité individuelle s'exprime bien dans la fourmilière et y joue même un rôle déterminant. Cela fut reconnu de manière relativement récente. Et cela nous oblige, face à un animal comme la fourmi, à reconnaître une subjectivité non consciente d'elle-même ; après que la notion d'instinct nous ait conduit à reconnaître une pensée non pensée.

¹ Voir encore récemment en France le succès populaire des romans de Bernard Werber *Les fourmis* (Paris, A. Michel, 1991) et *Le jour des fourmis* (Paris, A. Michel, 1993).

Une conscience et une pensée qui sont sans retour sur soi. Voilà, à ce stade, ce que nous devons au moins accorder à un animal comme la fourmi. Elles pensent et possèdent une individualité. Mais nous seuls le savons. En ce sens, elles existent à travers nous. Elles nous doivent la moitié de leur être ! De là notre fascination à les observer. Dès lors que nous retrouvons en elles des mobiles que nous pouvons comprendre, sinon partager, elles font de nous comme des dieux !

Ci-après, nous traiterons successivement de : A) l'eusocialité. C'est ici que nous observerons nos fourmis & B) la génétique et l'évolution : les insectes sociaux nous amenant à reposer encore une fois la question de l'évolution, notamment sous l'angle de la transmission génétique de comportements comme l'entraide.

A) L'eusocialité

3. 2. 33.

Diversité des formes de coexistence et de coopération animale.

Compte tenu du nombre de formes très diverses que la coopération est à même de prendre dans le règne animal, le concept de "société" est assez mal délimité chez les animaux.

Des corneilles peuvent se grouper pour attaquer un chat et d'autres oiseaux un hibou². Chez les mammifères, on rencontre des associations de chasse ou des groupes de femelles réunies pour assurer les soins et la défense des petits. Les lions de Namibie, par exemple, se sont spécialisés dans la chasse en bande d'une antilope très rapide, le Springbok. Et dans de nombreuses troupes de lions, par ailleurs, il n'est pas rare que les lionnes assurent solidairement l'allaitement et la protection de leur progéniture contre les mâles.

Le même phénomène de meute explique sans doute la fréquence, comme vestige, des grossesses nerveuses que développent les chiennes domestiques.

Il convient donc de distinguer les *sociétés* animales, fondées sur la coopération et l'association d'individus, des *communautés* au sein desquelles les individus n'ont de réalité propre qu'en regard du tout. C'est en ce dernier sens, néanmoins, qu'on parle en général de sociétés animales.

Dès lors qu'ils sont grégaires, les animaux sont susceptibles de se doter de règles sophistiquées soudant leur communauté. La complexité du système d'alliance chez les macaques est un bon exemple d'une telle coopération. Mais il s'agit alors d'une association entre individus particuliers. En regard, il existe des formes d'organisation animales dont les membres tendent à perdre, sinon leur individualité, au moins leur autonomie. Certaines colonies d'organismes simples, notamment, fonctionnent comme de véritables super-organismes. Leurs membres (nommés "zoïdes") peuvent évoluer séparément tout en étant rattachés à un même tronc, comme chez le polype marin colonial (*Campanularia flexuosa*). Ils communiquent simplement étroitement entre eux : si l'un reçoit un stimulus douloureux, toute la colonie se rétracte.

² d'après K. Lorenz *L'agressivité*, trad. fr. Paris, Champs Flammarion, 1969, p. 33.

La communication est attestée dès le stade des colonies de bactéries. Celles-ci échangent notamment un message chimique, nommé "auto-inducteur" qui déclenche l'expression des gènes codant diverses protéines responsables de la luminescence chez certaines bactéries marines³.

Un cran au-dessus, chez certaines espèces de bryozoaires, les membres des colonies ont des morphologies spécialisées et des fonctions différentes (défense, reproduction). On est alors très proche d'un organisme pluricellulaire. Sachant que les cellules de certains de ces organismes peuvent encore se dissocier à l'occasion. On peut faire ainsi traverser un tamis à une éponge. Ses cellules se séparent et se regroupent aussitôt. Cela a pu faire croire que tous les animaux sont en fait issus de colonies d'organismes, qu'Antoine-Louis Dugès nommait des « zoomites » (*Mémoire sur la conformité organique dans l'échelle animale*, 1832⁴). Les théories coloniales auront un certain succès à la fin du XIX^e siècle⁵.

Entre simple coopération et fusion dans un super-organisme, les formes les plus connues et sans doute les plus organisées de société animale se rencontrent parmi les Hyménoptères (abeilles, guêpes, fourmis) et les Isoptères (termites), ainsi que - ce qui a été découvert assez récemment - chez les Pucerons, les Coléoptères et les Thysanoptères. Il convient cependant de noter que chez guêpes et abeilles, seules certaines espèces sont sociales.

La notion d'eusociété.

On parle "d'eusociété" (du grec "eu" : "qui est bien") dès lors que les colonies sont organisées autour de trois principes :

- 1) les individus coopèrent ; notamment pour les soins apportés aux jeunes. La vulnérabilité des larves agit comme un ciment social ;
- 2) les générations se chevauchent : les individus assistent leurs parents pour élever les jeunes ;
- 3) quoique tous les individus descendent d'une seule et même reine-mère, la population se divise en castes spécialisées, morphologiquement distinctes.

³ Voir R. Losick & D. Kaiser « La communication des bactéries » *Pour la Science* Hors-série Les sociétés cellulaires, avril 1998, pp. 38-43.

⁴ Nous n'avons pu consulter cette référence.

⁵ Voir notamment E. Perrier *Les colonies animales et la formation des organismes*, Paris, Masson, 1881.

Différentes espèces animales satisfont à l'un ou l'autre de ces critères. La Mangouste pygmée (*Helogale paruvla*), ainsi, certains groupes de Geais à gorge blanche de Floride, plusieurs espèces de crevettes, etc., élèvent la progéniture d'une seule femelle. Chez les castors, l'une des rares espèces, avec l'homme, qui modèlent leur environnement, on connaît des cas de coopération, parfois sur des générations, pour la construction de barrages – ainsi celui de 850 mètres découvert en 2009 dans le Wood Buffalo National Park au Canada, construit en 35 ans.

Seules les espèces d'insectes citées, cependant, satisfont aux trois critères et l'on ne connaît qu'une seule espèce qui peut leur être comparée chez les vertébrés : les Rats-taupes glabres (*Heterocephalus glaber* ; Afrique du sud, Somalie, Kenya), qui vivent en colonies dans de vastes terriers⁶.

On n'a pas manqué de rapprocher les colonies d'insectes sociaux de super-organismes⁷. N. Tinbergen identifie ainsi à un phénomène de régénération (voir 3. 1. 9.) le fait que lorsqu'on élimine les butineuses d'une ruche qui ont habituellement vingt jours ou plus, les abeilles de six jours qui normalement nourrissent les larves deviennent butineuses (*La vie sociale des animaux*, 1953⁸). Ce genre de rapprochement n'a cependant guère plus cours depuis les années 60.

*

Vie et mœurs des fourmis.

De toutes les espèces animales vivant en colonies, les fourmis sont peut-être les plus fascinantes. On en connaît de 12 000 à 15 000 espèces (on pense qu'elles ont évolué à partir de guêpes, il y a cent millions d'années). Leurs différentes formes de société n'ont, semble-t-il, que les sociétés humaines qui puissent leur être comparées en termes d'organisation et de regroupements.

En 1979, fut découverte dans la baie d'Ishikari, sur l'île d'Hokkaido au Japon, une supercolonie de 45 000 nids interconnectés de *Formica yessensis* rassemblant 306 millions d'ouvrières et un million de reines.

Certaines espèces de fourmis ont des esclaves. Elles organisent des raids en direction du nid d'une autre espèce dont, au prix de combats acharnés, elles pillent les

⁶ Voir S. Braude & E. Lacey « La vie sociale des rats-taupes » *La Recherche* n° 247, octobre 1992, pp. 1126-1133.

⁷ Voir notamment W. M. Wheeler *Les sociétés d'insectes* (1923, trad. fr. Paris, Doin, 1926).

⁸ trad. fr. Paris, Payot, 1967.

cocons pour les ramener avec elles⁹. Les fourmis qui en seront issues leur serviront d'esclaves, soignant et nourrissant adultes et couvains de l'espèce qui les a capturées. La reproduction de ces esclaves est inhibée, sans doute sous l'action d'une phéromone (voir ci-après).

Environ 200 espèces de fourmis vivent ainsi en relation symbiotique avec une autre espèce qu'elles exploitent. Certaines ne survivraient pas autrement, de sorte que l'esclavagisme peut être rapproché du parasitisme¹⁰.

D'autres espèces de fourmis, les Attines, cultivent des champignons. Elles ramènent en effet des fragments de feuilles au nid (lequel, soulignons-le, abrite souvent de 5 à 8 millions d'individus ; pour le réaliser, les fourmis doivent soulever vingt mètres de terre. A leur échelle, a-t-on dit, cela correspond à la construction de la muraille de Chine). Elles préparent le sol, se livrent à un repiquage régulier, secrètent des enzymes protéolytiques comme engrais et produisent une récolte régulière. *Philidris nagasau*, qui ne vit que sur les îles Fidji, sème des graines et cultive les plantules qui en émergent.

Les Fourmis rousses *Formica polyctena*, elles, recueillent le miellat de pucerons qui vivent avec elles et dont elles assurent la traite de manière régulière. Certaines humidifient leur nid en période de sécheresse, transportant l'eau de bouche en bouche.

Les fourmis n'ignorent pas non plus les outils. Elles se servent du sable pour faire rouler la nourriture qu'elles déplacent. Les fourmis tisserandes parviennent à coudre les bords des feuilles d'un nid en utilisant leurs larves comme navette. Lorsque *Conomyrna* attaque *Mymerocystus*, elle ne manque pas de jeter des petites pierres dans le cratère du nid souterrain. A l'occasion, les fourmis se font des chaussées de petits paquets de terre ou des ponts au moyen de morceaux de bois. Les *Solenopsis* peuvent assécher leur nid en remplissant leur jabot puis en recrachant l'eau¹¹. En cas d'inondations, elles se groupent pour former des radeaux.

Certaines fourmis, enfin, chassent en colonnes. Elles s'en prennent ainsi aux serpents, aux oisillons. *Anomma wilverthi* est même capable de provoquer la mort de poules, de lapins et de moutons¹².

⁹ Sur les guerres des fourmis, voir G-J. Romanes *L'intelligence des animaux*, 1881 trad. fr. Paris, 2 volumes Alcan, 1887, T. I, p. 63 et sq.

¹⁰ Voir H. Topoff « Les reines esclavagistes » *Pour la Science* n° 268, février 2000, pp. 74-79.

¹¹ Voir L. Passera *La véritable histoire des fourmis*, Paris, Fayard, 2007.

¹² Sur tout ceci, voir L. Passera *L'organisation sociale des fourmis*, Toulouse, Privat, 1984, ainsi que L.

Chez les fourmis Matebele d'Afrique du Sud, les blessées, lors de féroces batailles contre les termites, sont soignées par des « fourmis médecins », qui utilisent leur salive avec 90% de réussite (les fourmis qui ne bénéficient pas de ces soins meurent dans 80% des cas). On ignore si les soins, qui peuvent durer jusqu'à une heure, sont préventifs (pour empêcher une infection) ou directement curatifs. Les fourmis blessées sur le champ de bataille secrètent une substance chimique qui attire les « sauveteurs » - ce que ne font pas les fourmis les plus grièvement blessées, ayant peu de chances de survivre, qui semblent même rejeter l'aide éventuelle de leurs camarades en leur donnant des coups de pattes.

Les fourmis sont également réputées enterrer leurs morts. Mais c'est sans doute beaucoup dire. Il existe effectivement des décharges où les fourmis emmènent les individus morts. La conscience de la mort en l'occurrence semble purement chimique, liée à la présence d'acide oléique. Si on en applique sur le corps d'ouvrières vivantes, en effet, celles-ci sont saisies par les autres et emportées sur la décharge. Elles se relèvent alors, se nettoient et retournent au nid.

Des découvertes récentes tendent à montrer que beaucoup de comportements sociaux chez les fourmis sont gouvernés par un ensemble de gènes indissociables. Chez les fourmis de feu, par exemple, il s'agit d'un supergène en contenant 616 autres, logé sur un chromosome nommé « social », pour souligner que la recombinaison des 616 gènes lors de la fécondation est impossible, comme pour les chromosomes sexuels X et Y chez l'homme. Par ailleurs, les comportements sociaux s'appuient sur des vecteurs étoffés de communication. Chez les fourmis, il semble que les phéromones jouent principalement ce rôle.

Les phéromones.

Sécrétions des glandes exocrines, les phéromones sont comparables aux hormones, à ceci près qu'elles sont produites pour être expulsées hors du corps. Ce sont elles qui donnent le signal des différentes actions ; le fait, par exemple, que les soldats viennent boucher l'entrée de la fourmilière, ne laissant passer que les ouvrières. Mais elles peuvent également aller jusqu'à modifier la physiologie de ceux qui les perçoivent : les ouvrières ne sont stériles, ainsi, que dans la mesure où leur appareil de reproduction est bloqué en présence d'une phéromone émise par la reine.

Keller & E. Gordon *La vie des fourmis*, Paris, O. Jacob, 2006. Pour les abeilles, voir E. Tournet, S. De Saint-Pierre & J. Tautz *Le génie des abeilles*, Paris, Hozhoni, 2017, ainsi que T. D. Seeley *La démocratie chez les abeilles*, 2010 trad. fr. Paris, Quae, 2017.

Les phéromones ne sont évidemment pas sans utilité dans le reste du règne animal¹³ - y compris chez l'homme, où leurs effets sont encore mal connus, même si on leur attribue volontiers divers phénomènes, tel le fait que des femmes vivant ensemble, dans le cadre d'un dortoir de pensionnat par exemple, tendent à avoir leurs règles en même temps.

Certains soutiennent que les arbres eux-mêmes « communiquent » par ce moyen : dans le cas de l'acacia africain, ainsi, il s'agirait du gaz éthylène. Lorsque des arbres, à la lisière d'une plantation, sont attaqués par des insectes ou des micro-organismes, ils émettent ces messages chimiques prévenant de l'attaque en cours les autres acacias dans un rayon de 50 m, lesquels fabriquent alors un poison protecteur et le diffusent dans leurs feuilles¹⁴. Les cuscutes, des plantes parasites, choisiraient leurs hôtes, les plants de tomates notamment, attirés par les composés volatils qu'ils émettent¹⁵.

Toutefois, ce sont les insectes qui semblent avoir choisi ce moyen de communication de manière privilégiée. La Fourmi tisserande, ainsi, dispose de 52 composés phéromonaux abdominaux et de 33 substances mandibulaires ; soit au total, des centaines de combinaisons possibles, démultipliées par la possibilité de concentrer plus ou moins ces produits.

Comment la colonie réussit-elle à fabriquer un signal chimique de reconnaissance qui n'est propre qu'à elle ? L'odeur coloniale est produite par une glande postpharyngienne dont les sécrétions sont harmonisées, semble-t-il, à travers des échanges de bouche à bouche (trophallaxies).

Avec les phéromones, nous avons donc l'idée d'une communication chimique poussée qui n'a pas besoin de passer par une conscience pour être interprétée et qui peut donc directement agir sur le comportement ou le métabolisme – comme dans le cas des arbres, si le phénomène est avéré. *Une communication sans conscience* donc, qui n'en est pas moins problématique s'il s'agit d'expliquer l'origine de sa mise en place et ses ajustements souvent extrêmement précis – sachant qu'on ne sait pas davantage expliquer, après tout, comment les langues humaines se forment.

La danse des abeilles.

D'autres vecteurs de communication sont également utilisés : signaux vibratoires (stridulations), tactiles (attouchements antennaires), visuels (dances). Chez les abeilles,

¹³ Voir R. Brossut *Phéromones. La communication chimique chez les animaux*, Paris, CNRS/Belin, 1996.

¹⁴ D'après D. Attenborough *The Private Life of Plants*, London, BBC Books, 1995, p. 70. Certaines plantes, en tous cas, libèrent des substances qui attirent les prédateurs de leurs ennemis. Ainsi, les racines de maïs dévorées par les larves de la chrysomèle (*Diabrotica virgifera*) attirent des vers nématodes en libérant une molécule de caryophyllène. Cela ne se constate néanmoins qu'en Europe et non en Amérique. A partir de là, certains, comme Peter Wohlleben, soutiennent que, sans système nerveux, les plantes sont néanmoins douées de sensibilité (*La vie secrète des arbres*, 2015, trad. fr. Paris ? Les Arènes, 2017).

¹⁵ Voir Q. Herniaux & B. Timmermans (Ed) *Philosophie du végétal*, Paris, Vrin, 2018.

Karl von Frisch a montré qu'une danse particulière sert à indiquer où se trouve une source de nourriture par rapport au soleil (*Vie et mœurs des abeilles*, 1927¹⁶).

La particularité des mouvements et leur vitesse renseignent en l'occurrence sur la distance de la source (des rondes signifient qu'elle est proche ; des frétilllements, qu'elle est loin). Cela suppose l'existence d'une carte mentale chez les abeilles. Si la direction est contre le vent, l'abeille indique une distance plus grande ; ce qui témoigne d'une certaine conscience du temps. Des sons de basse fréquence semblent également être émis, comme autant d'autres informations.

Au cours des années 60, la théorie de von Frisch fut délaissée au profit d'une explication impliquant des agents phéromonaux. Le débat portait sur l'utilisation ou non par les abeilles d'un langage abstrait, ce qui était une sorte d'avatar du débat concernant l'animal-machine : l'impulsion mécanique guidée par des agents chimiques contre la reconnaissance de signes abstraits supposant quelque conscience¹⁷. Il pouvait paraître incroyable, en effet, qu'un insecte puisse mesurer l'angle entre la direction de la source de nectar et celle du soleil puis l'indique par l'axe de sa danse en huit et le transpose avec l'angle formé avec la verticale. Et ceci n'est pas tout, puisque l'abeille donne également la distance par la fréquence de frétilllement de son abdomen et, si la danse dure longtemps, corrige l'angle en tenant compte du déplacement du soleil.

Von Frisch a émis l'hypothèse que l'œil des abeilles est capable d'analyser la lumière polarisée et d'apprécier ainsi la direction du soleil, même au fond du nid et par temps couvert. Ce point a été confirmé par la suite. On a pu démontrer également que les abeilles sont capables de catégoriser les objets (distinguer différents types de fleurs ainsi) et d'utiliser des concepts relationnels liant les objets entre eux (nombre, configuration spatiale, ...).

Sans nier que la danse existe, les critiques de von Frisch voulaient donc montrer que les abeilles suivaient en fait essentiellement une piste olfactive, un déterminisme univoque et simple. Par la suite, néanmoins, la théorie de von Frisch a été confirmée, notamment à travers l'utilisation d'un petit robot capable de simuler la danse et de guider ainsi les abeilles sans leur délivrer aucun autre indice¹⁸. Il fallait donc bien reconnaître l'existence d'un langage des abeilles puisque la danse utilise, à l'instar de mots, des

¹⁶ trad. fr. Paris, A. Michel, 1989. La danse des abeilles avait déjà été observée en 1823 par N. Unhoch.

¹⁷ Voir A. M. Wenner *The Bee Language Controversy*, Colorado, Educational Products Improvement Corp, 1971.

¹⁸ Voir A. Michelsen « Danse techno chez les abeilles » *La Recherche* n° 310, juin 1998, pp. 52-56.

signaux indépendants du contenu désigné. A partir de là, la danse invite à se demander si des dialogues sont possibles entre les abeilles¹⁹.

Emilio Benveniste a néanmoins discuté le caractère arbitraire des paramètres de la danse et, compte tenu de leur faible nombre de possibilités de combinaison entre eux, souligné leur impossibilité à transmettre d'autres informations – ce qui est le propre d'un langage de mots (*Communication animale et langage humain*, 1952²⁰). S'il s'agit là d'un langage, il paraît sans créativité. On ne sait néanmoins guère se prononcer sur le caractère inné ou acquis de ces comportements, c'est-à-dire sur la part qu'y prend l'apprentissage et donc sur la possibilité qu'il puisse exister des sortes de "dialectes" locaux qui témoigneraient d'une certaine inventivité. On a pu noter cependant qu'un frétillement semble indiquer une distance de 45 mètres chez *Apis mellifera carnica*, de 20 mètres chez *Apis mellifera ligustica* et de 12 mètres chez *Apis mellifera lamarckii*.

Au-delà, c'est le phénomène de telles sociétés lui-même qui reste à expliquer et en regard duquel deux points de vue, organiciste ou individualiste, semblent devoir s'affronter, selon que l'on considère que l'organisation sociale est première et détermine le comportement de ses membres ou, au contraire, qu'elle n'est que l'effet de l'agrégation d'une multitude de comportements individuels.

*

Communautés (point de vue organiciste) ou sociétés (point de vue individualiste) animales ?

Longtemps, la ruche passa pour être le modèle de la monarchie parfaite. En plein XVIII^e siècle, encore, Réaumur prenait la peine de réfuter la croyance selon laquelle les sociétés de fourmis et d'abeilles ont des lois, pour soutenir que seul l'amour de leur reine meut ces insectes (*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, 1740²¹).

Une chose ne cadrerait pas cependant avec l'image d'une monarchie parfaite : le fait que la ruche soit gouvernée par une reine ! De fait, depuis Pline l'ancien, on faisait d'elle un roi (*Histoire naturelle*, 1^{er} siècle ap. JC, II, 5²²). Il faudra attendre Jean Swammerdam pour qu'il soit définitivement démontré que la reine en

¹⁹ Voir C. F. Hockett "The origin of speech" *Scientific American*, September 1960, 203 n°3, pp. 86-96.

²⁰ *Diogène* I, 1952.

²¹ Le VII^e volume, consacré aux fourmis et contenant de riches observations, n'a été publié qu'en 1928.

²² trad. fr. Paris, Les Belles Lettres, 1950-1985.

est bien une (*Histoire générale des insectes*, 1669²³). Mais comment pouvait-elle être fécondée ? Depuis Aristote, on croyait les œufs d'abeille fécondés extérieurement, comme chez les poissons (*De la génération des animaux*, 330-322 av. JC, III, 10²⁴). François Huber sera le premier à observer - si l'on peut dire, puisqu'il était aveugle ; son domestique lui prêtant ses yeux - le mode véritable de la fécondation (*Nouvelles observations sur les abeilles*, 1792²⁵). Celle-ci, chez les abeilles comme chez les fourmis, a généralement lieu lors d'un vol nuptial à l'issue duquel les reines fécondées partent fonder de nouvelles colonies (elles sont souvent exécutées si elles se risquent à revenir au nid). Il convient de noter que l'on connaît des espèces sans reine, comme la fourmi brésilienne *Dinoponera quadriceps*. Une ouvrière, choisie après d'âpres affrontements ritualisés, assure alors seule la fonction reproductrice selon les mêmes modalités. Les *Diacamma* d'Australie n'ont pas non plus de reines et toutes les femelles ont des ailes vestigiales. L'ouvrière qui occupe le sommet de la hiérarchie coupe les ailes de ses sœurs dès leur éclosion.

Par la suite, le modèle organiciste s'imposera assez largement jusqu'au début du XX^e siècle. Trois ouvrages de Maurice Maeterlinck en fournissent un bon exemple (*La vie des abeilles*, 1901 ; *La vie des termites*, 1926 ; *La vie des fourmis*, 1930²⁶).

Maeterlinck souligne cependant les capacités individuelles d'apprentissage des abeilles. Ne serait-ce que dans le passage de l'essaim suspendu à la branche, que construisent encore certaines espèces, au nid protégé. Maeterlinck veut montrer que les sociétés d'insectes sont en mouvement ; jusque dans leur mode d'organisation. Certaines races ont encore 120 reines, note-t-il. Et l'on assiste quelquefois à des révoltes d'esclaves chez les fourmis *Strongylognatus alpini*.

Ces capacités d'apprentissage des insectes sociaux semblent incontestables : des fourmis peuvent apprendre à se repérer dans un labyrinthe.

Au total, une tentation constante de la pensée organiciste aura été de comparer l'homme à l'insecte, comme si tous deux représentaient des aboutissements distincts de la Nature. Par là-même, cette approche, commune à la fin du siècle dernier, ne pouvait qu'incliner à verser dans un fort anthropomorphisme²⁷.

Alfred Espinas trouvait de la bonté, de la pitié chez les fourmis, capables de porter jusqu'au nid leurs compagnes blessées (*Des sociétés animales*, 1878²⁸). L'abeille est

²³ Utrecht, J. Ribbius, 1685.

²⁴ trad. fr. Paris, Les Belles Lettres, 1966.

²⁵ Genève, Barde & Manget, 1792.

²⁶ Genève, Edito-Service, 1972.

²⁷ Voir par exemple P. J. Van Beneden (*Les commensaux et les parasites dans le règne animal*, Paris, Germer Baillière, 1875) et surtout J-H. Fabre *op. cit.*

²⁸ Paris, Baillière, 1878.

heureuse, écrit Maeterlinck. Elle vit en tous les membres de la ruche et tous vivent en elle. Elle fait partie d'un tout que rien ne peut anéantir ; que la grande religion primitive - le totémisme - imprègne, n'hésite-t-il pas à affirmer.

Certes, reconnaît Maeterlinck, les insectes ne se disent pas ces choses. Mais nos premiers ancêtres ne se le disaient sans doute pas davantage. A la différence des insectes, nous avons préféré l'immortalité individuelle à l'immortalité collective. Nous commençons cependant à douter que la première soit possible, tandis que nous avons définitivement perdu l'idée de la dernière, selon laquelle, lorsque les individus meurent, leur âme retourne se fondre dans l'âme collective de la tribu.

L'oppression caractérise en revanche le monde ténébreux des termitières, pour Maeterlinck. Loin du monde harmonieux de la ruche, fondé sur l'abnégation et la discipline des ouvrières, sur leur affection pour la reine, les termites de Maeterlinck vivent dans un bagne. Elles sont néanmoins capables d'un sacrifice total pour édifier des œuvres - les termitières - qui, en proportion, dépassent les Pyramides.

Pour l'entomologiste Karl Escherich, l'un des premiers compagnons de Hitler, les sociétés d'insectes étaient en avance par rapport aux nôtres, encore immatures (*Termitenwahn*, 1934)²⁹.

Le point de vue organiciste reposait sur le postulat d'une mystérieuse conscience collective. En regard, certains auteurs, comme Etienne Rabaud, soutiendront que les colonies d'insectes ne réunissent que des individus solitaires vivant ensemble (*Phénomène social et sociétés animales*, 1937³⁰). Plusieurs faits peuvent être avancés à cet égard et d'abord que nombre d'espèces d'abeilles et de guêpes – deux familles sur trois chez ces dernières - ne vivent pas en communauté. Or, leur comportement n'est pas différent de celui des membres de colonies : les femelles solitaires construisent des alvéoles pour leur progéniture, etc. De plus, la solidarité n'est certainement pas aussi forte qu'on veut le croire entre les membres des colonies - qui se dérobent volontiers la nourriture les uns aux autres par exemple, à l'instar de ce qui a lieu dans les bandes d'animaux moins organisées.

Les mouettes à tête noire nichent en grandes colonies. Lorsqu'à leur naissance les poussins brisent leur coquille, il est courant qu'une mouette profite de ce que sa voisine a le dos tourné pour gober l'un des poussins de sa couvée.

²⁹ Cité par P-P. Grassé *L'homme en accusation*, Paris, A. Michel, 1980, p. 45 et sq.

³⁰ Paris, Alcan, 1937.

Le comportement des insectes sociaux, quoique précisément ajusté, peut être largement inutile et non-intentionnel.

Les actes des insectes sociaux n'ont sans doute pas l'intentionnalité qu'on est tenté de leur prêter. Ainsi des provisions que constituent les fourmis. Ces amas de nourriture sont largement inutiles : engourdies par l'hiver, les fourmis n'ont guère besoin de provisions (de même que beaucoup d'autres espèces amassant des provisions d'ailleurs, comme l'écureuil). De plus, elles amassent souvent n'importe quoi (chez certaines espèces, il existe ainsi des fourmis "trieuses"). Amasser, emporter, semble être un geste qui se suffit à lui-même, sans autre utilité ni intentionnalité précise liée à une prévision ; comme la pie qui vole un diamant.

Peut-on de même parler d'un "élevage" de pucerons ou bien les fourmis qui les exploitent profitent-elles simplement de leur présence, parmi d'autres insectes, dans la fourmilière ? Les pucerons, en tous cas, ne reçoivent aucun soin. Et quant aux cultures de champignons, certains auteurs ne voient là qu'une série de réflexes individuels.

Du point de vue individualiste, ainsi, il n'est guère besoin de postuler un pouvoir centré, une organisation délibérée des colonies. Les insectes n'ont pas conscience d'appartenir à un groupe et agissent sans doute essentiellement par mimétisme. La dimension individuelle y demeure importante et on est loin de n'y rencontrer que des individus parfaitement interchangeables. Chez *Mesoponera caffraria*, certaines ouvrières se spécialisent dans la récolte d'aliments sucrés. Cela semble relever d'un choix individuel.

Cette dimension individuelle, synonyme d'indétermination sociale, est si peu absente, d'ailleurs, qu'au sein des colonies, les conflits d'intérêt ne sont nullement évités. Chez les rats-taupes, certaines femelles tentent de prendre la place de la reine, suscitant des combats à mort. Chez les fourmis, une reine sur cinq cents, estime-t-on, parvient à fonder une véritable communauté³¹. Les reines s'affrontent entre elles, divisant les colonies en clans. Parfois, certaines ouvrières entrent en compétition avec elles, insérant leurs œufs dans le couvain commun.

La plasticité des comportements, ainsi, est assez grande. Les membres des colonies sont loin d'obéir à un pur instinct aveugle et, tout au contraire, ce qui peut frapper l'observateur, c'est la déperdition des efforts individuels ; leur direction vague et variable. Les insectes oublient volontiers les tâches qui les occupent. Ils ne suivent pas d'ordre et

³¹ Voir B. Hölldobler & E. O. Wilson *Voyage chez les fourmis* (1996, trad. fr. Paris, Seuil, 1996). Un des meilleurs ouvrages de synthèse, avec une riche iconographie.

n'atteignent aucun optimum. Sans doute cette imprécision est-elle d'ailleurs pour ces sociétés un gage d'adaptabilité³².

En somme, comme s'est attaché à le montrer Pierre-Paul Grassé, l'automaticité des réactions peut fort bien aller de pair avec l'indécision des comportements (*Reconstruction et stigmergie*, 1959³³).

La stigmergie.

S'il n'y a ni âme collective, ni programme d'ensemble, qu'est-ce qui peut bien guider l'activité coordonnée des fourmis ? On peut placer un petit robot dans une enceinte circulaire où des jetons sont disséminés. Le robot se déplace et est capable de ramasser chaque jeton qu'il rencontre pour le déposer sur sa gauche. Au bout d'un certain temps, on constate que tous les jetons sont rassemblés au même endroit dans l'enceinte. Qu'on mette ensemble, dans un espace circonscrit, dix-mille automates faisant chacun la même chose, il en résultera un ouvrage régulier, écrivait déjà Buffon (*Discours sur la nature des animaux Histoire naturelle*, 1753).

Buffon ne croyait guère aux merveilles des colonies d'insectes. Il se moquait de l'abeille architecte de Réaumur. Avec le plus petit degré de sentiment, celui qui est seulement nécessaire pour sentir son existence et vouloir sa propre conservation, soutenait Buffon, on obtient un ouvrage solide, car chacun a cherché à s'en arranger de la manière la plus commode pour lui et, en même temps, a été obligé d'agir de la manière la moins incommode pour les autres.

P-P. Grassé décrit, lui, des ouvriers termites en train de rebâtir un nid et note que les tâches de chacun sont tout d'abord non coordonnées. Beaucoup d'individus sont inactifs. Mais dès que quelques-uns ont commencé à bâtir le premier pilier, tous les ouvriers répondent de manière automatique aux mêmes stimuli olfactifs, dus sans doute à la salive dont les matériaux sont très vite imbibés et leurs actions finissent ainsi par être parfaitement coordonnées.

Il n'y a par ailleurs ni prévision, ni plan mais un processus auto-catalytique, une "stigmergie" (du grec *stigma* : piqûre et *ergon* : travail), c'est-à-dire une stimulation par le travail accompli lui-même ; au point que si un courant d'air altère la dissémination des phéromones, la construction peut subir une déformation. Les ouvriers ne dirigent pas leur

³² Voir R. Chauvin *Sociétés animales et sociétés humaines*, Paris, QSJ PUF, 1984.

³³ *Bulletin de l'Union Internationale pour l'étude des insectes sociaux* T. IV, 1959, pp. 41-84.

travail mais sont guidés par lui. La coordination des tâches dépend de la construction elle-même qui, dès qu'elle a atteint une certaine hauteur, entraîne l'arrêt de la stimulation. Le problème de l'organisation des sociétés animales ne serait pas celui d'un plan qui leur préexisterait - les individus ne possèdent pas un plan de l'édifice à construire, comme on l'a longtemps cru³⁴ - mais bien celui de l'ajustement individuel entre les réponses fournies aux différents stimuli.

Vraiment ? Alors que la notion de stigmergie a rapidement fait croire que les signaux olfactifs suffisent à produire des configurations appropriées, telles qu'arches et piliers, il est à craindre qu'on confonde le mode de communication et de stimulation des ouvriers, avec le but qu'ils poursuivent, qui est, qu'on le veuille ou non, la construction d'un ouvrage finalisé (il contient des chambres, auxquelles des couloirs mènent, etc.). Les termites *Macrotermes*, ainsi, construisent la chambre royale selon une logique dite "de gabarit" : en se réglant sur des phéromones émises par la reine, dont la concentration se situe entre deux seuils critiques particuliers, ce qui permet l'ajustement de la chambre aux contours de la reine. Mais parce qu'un indice olfactif règle ainsi l'activité, il paraît assez abusif de croire qu'il la conditionne.

On parvient à simuler sur ordinateur un travail stigmergique : chaque agent se déplaçant dans un espace tridimensionnel virtuel de manière aléatoire et en fonction des signaux qu'il reçoit des autres agents, participe ou non à la construction d'une structure³⁵. On peut ainsi assister à la formation d'une douzaine de formes stables, dont certaines caractéristiques des nids de différentes espèces de guêpes - à la condition, toutefois, que les stimulus varient continûment au fur et à mesure de la construction. On n'évacue donc la notion de plan que pour introduire celle de programme comportemental ("algorithme stigmergique coordonné"), permettant un ajustement varié et précis à diverses stimulations. Sachant que l'initiative de certains individus aura créé un phénomène moteur - ce qu'il s'agirait en l'occurrence d'expliquer, car *si tous les individus avaient eu un comportement identique, rien ne serait créé*.

Ainsi, reconnaît le lamarckien Grassé, malgré l'absence de plan d'ensemble, on ne peut pourtant reporter sur la programmation comportementale des individus l'explication de leurs activités. C'est en ceci que les principes darwiniens peuvent paraître difficiles à

³⁴ Voir par exemple P. Huber *Recherches sur les mœurs des fourmis indigènes*, Paris, Paschoud, 1810 & L. Büchner *La vie psychique des bêtes*, 1880, trad. fr. Paris, Reinwald, 1881.

³⁵ Voir G. Théraulaz & F. Spitz *Auto-organisation et comportement*, Paris, Hermès, 1997.

appliquer dans le cas des insectes sociaux. De fait, *ceux-ci pourraient bien représenter l'objection majeure aux principes darwiniens.*

* *

B) La génétique contre l'évolution

3. 2. 34.

Le problème de l'altruisme.

Le problème, en effet, est le suivant : dans les colonies d'insectes, la coopération sociale repose largement sur le dévouement de membres spécialisés (ouvriers, soldats, etc.). On parle d'altruisme à ce propos, puisque ces individus consacrent leur vie à en soigner d'autres et à assister la reine, jusqu'à se sacrifier parfois. L'altruisme est donc différent de la coopération, dont chaque individu qui y participe est à même de bénéficier. Ainsi, quand un prédateur apparaît à l'entrée d'une termitière, certains termites se précipitent sur lui et projettent un liquide toxique contenu dans leur abdomen, qui coagule au contact de l'air, tuant l'intrus en même temps que ces termites kamikazes.

Une stratégie similaire pourrait avoir été développée par de nombreuses espèces de bactéries. Chez elles, un système toxine-antitoxine est susceptible de déclencher la destruction de la membrane cellulaire : lorsqu'un stress (oxydation, acidification) diminue la concentration de l'antitoxine, la toxine est libérée et provoque la mort cellulaire. Cette fonction pourrait faciliter la colonisation des organismes infectés. La toxine détruirait les membranes des cellules hôtes, permettant à d'autres bactéries semblables d'échapper aux compartiments qui, dans la cellule hôte, anéantissent les agents pathogènes.

Cependant, comment la sélection naturelle aurait-elle pu favoriser de tels comportements, puisque les ouvriers ne se reproduisent pas ? Une théorie a été avancée à ce propos par le biologiste William D. Hamilton (1963), qui consiste à poser pour principe, qu'à défaut de transmettre ses propres gènes, il peut être avantageux, dans certains cas, de favoriser la survie de ses frères, sœurs ou cousins. On parle de "sélection de parentèle" (*Kin Selection*). De là, la "règle d'Hamilton" tente de déterminer dans quelles conditions un comportement altruiste pourrait être favorisé par la sélection naturelle³⁶.

La règle d'Hamilton.

³⁶ Voir également les travaux de George Price in O. Hara *The price of altruism*, Norton & Co., 2010.

Tout dépend du degré de parenté (r) des individus bénéficiant de l'acte altruiste par rapport à celui qui le réalise, du bénéfice (b) pour celui qui en profite, ainsi que du coût (c) pour celui qui le produit ; bénéfice et coût étant appréhendés en termes de nombre de descendants possibles. Il faut que $b.r > c > 0$, c'est-à-dire que davantage d'individus porteurs des mêmes gènes soient produits par un comportement altruiste que par la descendance directe de l'individu altruiste si elle avait lieu. Or certains insectes sociaux semblent bien correspondre à ce cas de figure. Chez les abeilles et les fourmis, en effet, la reine s'accouple une unique fois dans sa vie ; parfois avec plusieurs mâles. Elle conserve le sperme et fertilise elle-même par la suite ses ovules. Elle engendre ainsi uniquement des femelles, car les mâles, eux, sont issus par parthénogenèse d'ovules non fécondées (ovules arrhénotoques)³⁷. On ne sait trop comment la reine parvient à réaliser ceci mais quoi qu'il en soit les mâles, n'ayant pas de pères, sont haploïdes : ils ne disposent que d'un seul lot de chromosomes.

Rappel : quant aux termes techniques, se référer à 3. 1. II.

Normalement, la reproduction sexuée associe en un même génome la moitié des gènes de chaque parent. On admet par ailleurs que chacun d'entre eux transmet le quart de son patrimoine génétique à l'identique. Frères et sœurs sont ainsi à demi identiques. Des mâles haploïdes, toutefois, ne peuvent transmettre que la totalité de leurs gènes et, puisqu'ils n'ont jamais de fils, leurs filles sont parentes aux trois quarts. Cela expliquerait le dévouement des ouvrières pour leurs plus jeunes sœurs.

La théorie d'Hamilton invite donc à considérer que l'eusocialité se développe dans des populations haplodiploïdiques. Or, bien qu'elle soit aujourd'hui assez largement reprise et commentée, cette théorie n'est cependant guère validée dans les faits : les termites ne sont pas haplodiploïdiques et d'autres espèces animales le sont qui ne sont pas sociales. De plus, le fait que la reine s'accouple avec plusieurs mâles brouille les degrés de parenté. Le monde animal, enfin, connaît des formes d'altruisme qui ignorent les degrés de parenté. Certaines chauve-souris d'Amérique du Sud, notamment le vampire d'Azara (*Desmodus rotundus*), partagent ainsi leur nourriture avec des congénères moins chanceux³⁸. Les

³⁷ Chez certaines espèces, comme *Cataglyphis cursor* ou *Wasmannia auropunctata*, les fourmis qui deviendront des reines sont engendrées comme les mâles.

³⁸ Pour certains, cet altruisme vérifierait cependant la théorie de la sélection de parentèle. Voir P. Jaisson *La fourmi et le sociobiologiste*, Paris O. Jacob, 1993, p. 241 et sq.

dauphins maintiennent hors de l'eau un congénère blessé ou malade pour qu'il puisse respirer – c'est ainsi qu'ils ont sauvé des hommes à l'occasion, etc.

Soulignons enfin que certains refusent même de parler d'altruisme et, dans le comportement des termites kamikazes, voient non un sacrifice mais une réaction de défense imparfaite³⁹.

L'entraide chez les animaux.

La sociabilité animale réfute la sélection naturelle : la guerre de tous contre tous pour la survie n'est nullement une loi générale de la nature. Ceux qui s'entraident sont les mieux adaptés, affirme Piotr Kropotkine dans un ouvrage qui rencontra un vif succès en son temps (*L'Entr'aide. Un facteur de l'évolution*, 1902⁴⁰). Pour l'anarchiste Kropotkine, si l'entraide est naturelle, cela signifie que, sans gouvernement, les hommes coopéreraient mieux.

D'un point de vue darwinien, la tendance fut dès lors de dénoncer comme illusoire les phénomènes de coopération animale. A priori jugé incapable du moindre sens moral, l'animal ne pouvait qu'ignorer l'altruisme. En fait, l'empathie ne lui semble pas moins naturelle que l'agression. Son aide, en effet, est ciblée : l'animal est capable de se mettre à la place d'un individu dans le besoin et de lui apporter une aide adéquate, comme cela est bien connu des dauphins⁴¹.

Quoi qu'il en soit, serait-elle en accord avec ce que l'on observe des sociétés d'insectes que cette théorie n'en serait pas moins très délicate. Retenons seulement l'idée selon laquelle le moteur de l'évolution est la concurrence que se livrent les gènes pour leur propagation. Le projet de tout vivant est de transmettre ses gènes, c'est-à-dire ce qui est matériellement à même de le reproduire – la reproduction sexuée ne représentant qu'une modalité de cette transmission. C'est là une idée qui a été reprise par la sociobiologie.

*

La sociobiologie.

Cette dernière discipline, selon son principal promoteur, l'entomologiste Edward O. Wilson, entend se livrer à l'étude systématique de la base biologique des comportements

³⁹ Voir P-P. Grassé *L'homme en accusation*, 1980, p. 258 et sq.

⁴⁰ trad. fr. Paris, Hachette, 1906.

⁴¹ On trouvera bien d'autres exemples chez J. Roughgarden *Le gène généreux*, Paris, Seuil, 2012.

sociaux (*Sociobiology: the New Synthesis*, 1975⁴²). Il s'agit, en d'autres termes, de traiter de façon naturaliste des questions éthiques selon une perspective évolutionniste. C'est-à-dire de considérer les comportements en fonction de leur valeur sélective, y compris pour ce qui regarde l'homme (E. O. Wilson *L'humaine nature*, 1978⁴³).

Dans les faits, on retrouve dans la sociobiologie l'essentiel du conservatisme élitiste qui inspirait déjà le darwinisme social ; quoique Wilson se défende de prôner le statu quo social. En France, dans les années 70 et 80, la Nouvelle droite a cru y trouver la justification biologique d'une inégalité des races humaines. A ce titre, la sociobiologie a suscité des critiques soulignant son réductionnisme stérile, incapable de rendre compte de phénomènes culturels et sociaux irréductibles aux seuls mécanismes biologiques et la ramenant à une simple idéologie⁴⁴.

Tout n'est-il qu'affaire de survie des gènes ?

E. O. Wilson, finalement, ramène tout aux gènes. Il reprend ainsi la théorie d'Hamilton. Les gènes, à le suivre, tiennent tout en laisse ; y compris les éléments culturels, des plus massifs aux plus insignifiants : comme croire en Dieu ou porter une jupe courte (Wilson parle de "culturgènes" à ce propos). Tout se laisse ramener à une valeur de survie, c'est-à-dire de propagation pour les gènes (*Le feu de Prométhée. Réflexions sur l'origine de l'esprit*, 1983⁴⁵). Et la sociobiologie de témoigner de la même incapacité à penser en termes d'évolution que le darwinisme social avant elle : les gènes qui l'emportent ne sont pas ceux qu'une conjoncture particulière un moment favorise mais les gènes les plus aptes de tous, les meilleurs. Toutes les inégalités sociales peuvent dès lors être justifiées de manière naturelle : ceux qui dirigent étaient prédestinés à ce rôle, etc.

Cette démarche a conduit à vouloir étudier les systèmes culturels et les représentations mentales selon une approche évolutionniste, ce qui revient à dire que les énoncés culturels – désignés sous forme d'unités de base, à l'instar des gènes, comme "mèmes" (mélodies, slogans, modes vestimentaires, types de fabrication – on n'ose ajouter "etc." à une liste aussi hétéroclite !) – les mèmes, donc, nos idées, passent de cerveaux en cerveaux selon un type de sélection évolutif. En quoi consistent-ils ? La science qui prétend les étudier paraît passablement décharnée. Mais une telle question ne préoccupe guère de brillants esprits séduits par la modernité d'une théorie qui nous oblige à nous reconnaître le siège de décisions et d'idées qui ne sont pas vraiment les nôtres, en nous ramenant à peu près... aux archées de Van Helmont (voir 3. 1. 15.). Mais

⁴² Cambridge Mass., Harvard University Press, 1975. Trad. fr. en abrégé *La sociobiologie*, Paris, Ed. du Rocher, 1987.

⁴³ trad. fr. Paris, Stock, 1980.

⁴⁴ Voir M. Sahlins *Critique de la sociobiologie? Aspects anthropologiques*, 1976 (trad. fr. Paris, Gallimard, 1980) & P. Tort *Misère de la sociobiologie*, Paris, PUF, 1985.

⁴⁵ trad. fr. Paris, Mazarine, 1984.

c'est là une remarque de grincheux sans doute. Les mêmes font chic ! Ils participent d'une déconstruction du sujet connaissant⁴⁶.

*

Ces idées ont surtout été répandues par l'un des vulgarisateurs les plus en vogue de la biologie contemporaine, Richard Dawkins qui, même s'il n'aboutit pas aux conclusions d'un Wilson, n'en reprend pas moins toutes ses idées de base (*Le gène égoïste*, 1976⁴⁷). Nous sommes des machines à survie pour nos gènes, écrit en effet Dawkins. Et tout se ramène, en dernière analyse, à l'égoïsme primordial de ceux-ci.

Ainsi l'altruisme, comme l'explique Hamilton, ne vise pas tant à secourir l'autre qu'à défendre un porteur de gènes identiques aux siens. Les gènes ne déterminent pas mécaniquement et rigidement le comportement - ils ne le conduisent que de manière statistique, écrit Dawkins. Mais ils sont à la fois son origine et sa fin. L'évolution n'est qu'un processus par lequel la fréquence des différents gènes change dans un pool génétique, par suite de leur concurrence.

Cette théorie est désormais largement présentée et même défendue, dès lors qu'on traite de l'évolution. Comme si elle en représentait un aboutissement logique⁴⁸. *Peu semblent réaliser que, anti-darwinienne au possible, une telle théorie n'est pas évolutionniste ni même transformiste. Des théories darwinienne et néo-darwinienne, elle n'a en fait gardé que la mythologie un peu facile et pessimiste - celle-là même qui assure le succès de ce genre de littérature volontiers édifiante, que nous avons rencontré chez Stephen Jay Gould et qu'au siècle dernier, un Thomas Huxley ou un Ernst Haeckel ne dédaignaient pas eux non plus : un monde livré à la contingence et à la lutte des intérêts égoïstes de survie.*

Ce n'est pas qu'une place ne soit laissée à l'évolution mais celle-ci dérange plutôt le vivant qu'elle ne le détermine. Comme l'explique R. Dawkins, en effet, survivent non les plus aptes en regard d'une sélection naturelle mais les plus stables génétiquement. Un corps n'est jamais qu'un moyen trouvé par les gènes pour demeurer inchangés. Dès lors, peu importe que les corps changent ou se transforment, si les gènes ne meurent pas. Au fond, déclare Dawkins, la forme individuelle est une unité trop grande, génétiquement,

⁴⁶ Voir P. Jouxte *Comment les systèmes pondent*, Paris, Le Pommier, 2005.

⁴⁷ trad. fr. Paris, A. Colin, 1990.

⁴⁸ Voir par exemple P-H. Gouyon, J-P. Henry & J. Arnould *Les avatars du gène : la théorie néodarwinienne de l'évolution*, Paris, Belin, 1997.

pour être significative au regard de la sélection naturelle. La sexualité perturbe sa stabilité chromosomique. Elle fait le jeu de l'évolution par les erreurs de copies, les mutations qu'elle entraîne.

Alors que les théories de l'évolution, nous l'avons vu, n'ont eu de cesse que de réduire la part de la sélection naturelle, nous avons là, en quelque sorte, une théorie du vivant appuyée sur une sélection naturelle sans évolution.

*

3. 2. 35.

Le darwinisme : retour et fin.

Peu de théories auront ainsi régné avec aussi peu de partage tout en ayant eu des promoteurs aussi infidèles que le darwinisme. A peine celui-ci fut-il constitué qu'il fut tourné en tous sens par ceux-là même qui s'en réclamaient. En même temps, de nos jours encore, les principes de Darwin, malgré leurs limites, n'ont pas été véritablement détrônés. Ils indiquent toujours une direction d'ensemble dans l'explication du vivant que partagent la plupart des biologistes.

Mais parlez-en à des biologistes. Ils vous diront que tout ceci est dépassé. Qu'il s'agit là de vieux débats ou, pire, de questions philosophiques. Ils auront raison. Nous voyons, nous, l'intelligence du vivant tourner proprement en rond depuis deux cents ans. Les biologistes vous parleront eux des progrès colossaux de leur discipline. C'est que la science n'attend pas de résoudre les questions philosophiques qu'elle soulève pour progresser. Les scientifiques travaillent et peuvent à bon droit estimer dépassé ce qui ne les empêche pas d'avancer. Et de ce point de vue, la force de Darwin est sûrement d'avoir posé une théorie pleine de lacunes mais dont les principes permettaient un questionnement fécond des phénomènes du vivant. Comme l'écrit un auteur, le génie de Darwin fut dans la construction visionnaire d'une théorie, c'est-à-dire dans la compréhension des implications d'un principe, la sélection naturelle, dont l'ambition était de repenser la structure et l'unité de l'histoire naturelle⁴⁹.

Cette direction de pensée, comme le souligne Karl Popper, revient à poser pour principe qu'il est possible de réduire la finalité qui d'emblée caractérise le vivant - à travers son adaptation et ses fonctions - à une causalité purement physique et adaptative (*La*

⁴⁹ Voir J. Gayon *Darwin et l'après-Darwin*, Paris, Kimé, 1992, p. 412.

connaissance objective, 1979, VII). Et de fait, l'intention de faire justice de tout vitalisme, c'est-à-dire d'écartier comme inutile toute idée d'un dessein ou d'une fin extérieurs à l'organisation du vivant elle-même, cette intention anime encore volontiers nombre de biologistes. C'est en ce sens que l'on souligne volontiers le hasard présidant à la formation des structures vivantes ; la contingence affectant les mutations de la matière organique. Pourtant, *il reste difficile d'évacuer un évident problème : peut-on mettre sur le compte d'une simple accumulation d'événements aléatoires l'élaboration progressive de structures hautement complexes, c'est-à-dire tout à fait improbables a priori ?* On en discutera sans doute encore longtemps.

C'est que le hasard n'est efficace qu'à pouvoir intervenir dans une durée immense - chez Epicure et Lucrèce, ainsi, le hasard n'allait pas sans l'éternité - et sans doute l'une des principales difficultés de la théorie darwinienne est-elle là en effet, définissant les systèmes vivants par leur histoire et ramenant par là-même la constitution de leurs structures et fonctions à une dimension temporelle qui les dépasse *inimaginablement* en tant qu'individus. Cependant, nous ne pouvons guère en juger parce que nous ne pouvons pratiquement pas nous représenter la réalité d'une action à l'échelle de millions ou de milliers d'années. De telles durées nous échappent et nous savons seulement que les facteurs qu'elles font intervenir peuvent ne pas être les mêmes que ceux que l'on rencontre dans des temps plus brefs. C'est ainsi que les masses géologiques ont des comportements que nous ne pouvons détecter à notre échelle de temps. Bien qu'au fil de l'histoire de la Terre, par exemple, les roches cassantes puissent se comporter comme des fluides⁵⁰ – le soleil voit l'horreur du mouvement des pierres, écrit Paul Valéry (*Orphée*).

Cependant, cette difficulté incontestable n'est pas tout. Il reste le problème de la finalité du vivant. Comme si tout se résumait à la question de savoir s'il faut faire intervenir un dessein - transcendant ou non - dans la formation des organismes vivants ou bien laisser celle-ci au hasard, au temps. Au-delà, il reste en effet à penser le vivant comme *source* de finalité, auteur d'une action intelligente quoique non consciente, comme nous le rappelle la thématique de l'instinct. La question de la finalité du vivant ne va pas particulièrement à l'encontre des principes darwiniens car elle se pose en fait précisément dès lors que la formation de ce dernier n'est pas imputée à quelque principe transcendant. Il reste alors à expliquer, en effet, comment l'esprit peut être *de* la nature et se déployer en

⁵⁰ Voir F. Meyer *Situation épistémologique de la biologie* in J. Piaget (dir.) *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Pléiade Gallimard, 1967, p. 814.

elle, sous une forme qui n'est pas majoritairement individuelle. Point que, nous l'avons vu, Darwin a touché mais n'a pas véritablement traité et la biologie contemporaine à sa suite, qui se cantonne finalement de nos jours à une approche technicienne consistant à référer à un pool génétique les divers comportements et caractères des vivants – jusqu'à se résumer, nous venons de le voir, à une mystique de l'ADN (voir également 3. 1. II.).

Quand on nous explique par la sélection de parentèle le fait que chez les primates les plus âgés d'enfants issus de mêmes parents prennent souvent soin des plus jeunes, auxquels les autres individus n'apportent aucune aide, on peut se demander si, plus que d'expliquer un comportement par un déterminisme génétique, on n'en vient pas à prêter une sorte de surconscience au génome !

Prenons maintenant la formation d'un banc de poissons. C'est là un phénomène encore assez mal connu qui concerne des espèces de petits poissons⁵¹. Chez les harengs, qui en quelques heures peuvent former des bancs de 250 millions d'individus, le facteur déclenchant semble être une baisse de luminosité au crépuscule, associée à un seuil de densité de 0,2 individu par mètre carré. La formation d'un banc semble correspondre à une stratégie de défense. En ce sens, on peut très exactement la rapprocher du comportement qu'adoptèrent les convois de ravitaillement anglais au cours des deux guerres mondiales dans l'Atlantique.

L'idée est qu'un prédateur a moins de chance de rencontrer des individus massés qui, s'ils sont malgré tout découverts, enregistrent alors également moins de pertes car la multiplication des proies fait perdre de son acuité au chasseur. De plus, cette stratégie permet plus volontiers de changer de cap ou de se disperser en empêchant le prédateur de prévoir la future position de ses proies. Les bancs de poissons obéissent exactement à ces principes - auxquels ils ajoutent le fait de paraître être un seul gros poisson. Principes qui, par réaction, contraignirent les sous-marins allemands à attaquer en meutes, comme semblent le faire thons et barracudas (quoique ce point soit discuté). Nous sommes ainsi renvoyés à un comportement finalisé dont la mise en place et la détermination - au niveau individuel et supra-individuel – reste presque entièrement à penser. En l'occurrence, à quelle intelligence faut-il rapporter le développement de tels comportements intelligents ? La question se pose aussi bien pour nombre d'éléments culturels humains : comment ont été élaborés les premières grammaires, les complexes règles de parenté (voir 1. 8. 8.), les

⁵¹ Voir J. K. Parrish & W.M. Hammer (ed) *Animal Groups in Three Dimensions*, Cambridge University Press, 1997, Part 3.

mythes ? Certainement pas après étude et délibération... Et il est tout aussi difficile de croire que cela soit par approximations successives, par un jeu d'essais et d'erreur – ce qui est une autre version de la problématique de l'apparition du vol chez les oiseaux : s'il n'est pas rapidement formé, le phénomène n'a guère d'utilité et l'on voit mal pourquoi il serait sélectionné.

Ici, comme dans la fourmilière, comme dans une bande d'oiseaux, il n'existe aucune direction centralisée et aucune pression hiérarchique. Chaque individu ne dispose que de très peu d'informations sur son environnement et ignore la structure qu'il contribue à former dans sa dimension générale⁵².

Il pourrait ne s'agir là que d'un phénomène de "feedback" positif : les individus sont d'autant plus attirés par le banc que celui-ci est plus important. Nombre de troupeaux en migration semblent relever d'un tel phénomène, n'apportant aucun avantage particulier aux individus qui participent à sa formation. Au contraire, certains rassemblements d'oiseaux provoquent un épuisement accéléré des ressources et se terminent parfois par la sous-alimentation dramatique de nombreux individus.

Le banc apporte bien un avantage de sécurité, néanmoins. Il répond de plus à un phénomène d'organisation et non de simple agrégation. Les poissons nagent tous à une certaine distance et selon un angle particulier. Chacun ajuste sa direction et sa vitesse à celles des autres et, quand le banc se rompt, il n'y a jamais de collision. On dirait que chacun sait où il doit aller et où vont les autres⁵³. Il n'y a pas de direction d'ensemble cependant, pas davantage que chez les fourmis qui montent à la guerre en colonnes. Et il faut reconnaître que les comportements individuels sont déterminants - surtout pour la formation des bancs. On enlève à un vairon la partie antérieure du cerveau. Il nage comme les autres poissons du banc mais il lui est indifférent de perdre l'essaim. Il paraît dès lors plus déterminé, comme s'il savait où il veut aller et du coup tout le monde le suit⁵⁴. A la guerre, de semblables comportements peuvent être observés : un individu plus téméraire ou plus inconscient monte à l'assaut et entraîne les autres, etc. Mais ce principe joue aussi bien chez les bactéries. *Disctyostelium discoïdum* est une amibe solitaire dont l'épuisement du milieu nutritif, néanmoins, stimule son regroupement en un pseudo-

⁵² Voir E. Bonabeau, M. Dorigo & G. Theraulaz *Swarm Intelligence: from Natural to Artificial Systems*, Oxford University Press, 1999.

⁵³ Voir B. Partridge « La structure et le rôle social des bancs de poissons » *Pour la Science* n° 52, 1982, pp. 92-103.

⁵⁴ D'après K. Lorenz *L'agression*, chap. VIII.

organisme différencié. Le passage à la forme sociale s'amorce par stimulation réciproque des individus à travers la sécrétion d'une substance particulière. Une fois un premier centre apparu, une organisation sociale se tisse, qui distingue des fonctions spécialisées⁵⁵. Tout aura ainsi dépendu des premières bactéries formant la nucléation, dont le comportement tient à des différences minimales d'individualité par rapport aux autres, comme une sensibilité plus forte à la substance morphogène.

A partir de là, on peut être tenté de parler d'un phénomène d'émergence, d'auto-organisation ou encore d'intelligence en essaim⁵⁶. On désigne ainsi l'apparition, passé un certain seuil, d'une structure d'un niveau d'organisation supérieur à partir de lois de niveau inférieur ou même sous l'influence d'un simple flux de désordre (un échauffement par exemple). Un liquide visqueux présente une structure en rouleaux à partir d'un certain gradient de température et nombre de formations vivantes pourraient bien émerger ainsi, par rupture de symétrie passé un certain seuil d'accrétion et non pour répondre de manière délibérément fonctionnelle à une sollicitation extérieure⁵⁷.

Les modèles mathématiques élaborés pour rendre compte des formations collectives animales – comme celui d'Aoki-Couzin au début des années 1980 – conjuguent des règles de comportement individuel d'évitement, d'alignement, et d'attraction en fonction de zones concentriques et de taille croissante autour des individus. En d'autres termes, la présence d'autres poissons autour d'eux détermine le comportement des individus : répulsion, lorsque un poisson s'éloigne de congénères qui font irruption dans sa zone en changeant de direction ; alignement, lorsque le poisson s'aligne avec la direction moyenne suivie par tous les poissons qui se trouvent dans sa zone ; attraction enfin lorsque l'individu se dirige vers la position moyenne occupée par les poissons situés dans sa zone. A partir de là, les modèles montrent qu'en conservant constantes les valeurs des rayons des zones d'attraction et de répulsion et en changeant simplement la valeur du rayon de la zone d'alignement, on obtient des changements qualitatifs très importants des types de mouvement collectif d'un banc de poissons. Ainsi, si la zone d'alignement disparaît, les poissons s'attirent à longue distance et se repoussent lorsqu'ils sont trop proches les uns des autres, et on observe un déplacement collectif désordonné de grouillement (*swarming*). Lorsque le rayon de la zone d'alignement augmente, on voit apparaître des déplacements collectifs circulaires, les poissons nageant en cercle autour d'une zone centrale vide (phase dite « moulin »). Enfin, lorsque le rayon de la zone d'alignement dépasse un certain seuil, le banc est dit « polarisé » : tous les poissons s'alignent et se déplacent dans une direction commune. Tout pourrait dépendre ainsi des seuils d'une zone d'alignement, dont le modèle n'explique cependant ni la formation, ni les changements.

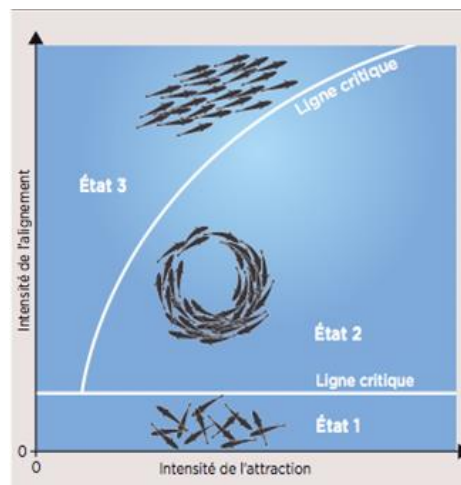
⁵⁵ Voir B. Alberts et al. *Molecular biology of the Cell*, New York, Garland, 1989, pp. 676-677.

⁵⁶ Voir G. Theraulaz & F. Spitz (coord.) *Auto-organisation et comportement*, Paris, Hermes, 1997.

⁵⁷ Voir in G. Theraulaz & F. Spitz *op. cit.* (chap. 9), l'exemple de la formation de crèches chez les ongulés sauvages.

Depuis quelques années, le développement de nouvelles méthodes de suivi expérimental ont néanmoins montré que les différents comportements ne sont pas délimités par des zones strictes autour des individus mais résultent d'une combinaison continue d'attraction et d'alignement, dont les effets dépendent de la distance entre les poissons. L'alignement prend le pas sur l'attraction lorsque les poissons sont proches (environ 2,5 longueurs de corps) tandis que l'attraction domine l'alignement lorsque la distance qui sépare les poissons est supérieure à cette valeur.

La polarisation du banc ordonné diminue ainsi avec l'intensité de l'interaction d'alignement et s'annule en deçà d'une valeur critique de cette intensité, le banc devenant alors désordonné. En pratique, l'intensité de l'interaction d'alignement augmente avec la vitesse des poissons, et un banc peut ainsi passer de la phase *swarming* à une phase polarisée en augmentant simplement sa vitesse, sans la nécessité d'un poisson leader.



De plus, les réponses comportementales sont fortement modulées par la perception qu'ont les poissons de l'objet perçu autour d'eux, selon un phénomène appelé anisotropie de perception⁵⁸.

Une structure comme une termitière ne correspond nullement à la répétition d'un motif de base mais coordonne des sous-éléments distincts. De sorte que si l'activité des vivants est essentiellement soumise à des seuils exogènes, on comprend mal sa répétition et surtout la constance dans ses progressions, dans son évolution - ce dernier terme donnant, une fois encore, l'impression d'avoir presque entièrement disparu de la recherche contemporaine. Auto-organisées, les communautés vivantes se définissent avant tout par leur insensibilité à certaines fluctuations extérieures et par le sens qu'elles sont à même de donner à d'autres. Par leur capacité à spécifier le monde qui les entoure plutôt que de s'adapter seulement à lui. Les vivants sont acteurs de leur évolution ainsi. Par-là, on rend

⁵⁸ Voir G. Theraulaz, V. Lecheval & C. Sire « La danse organisée des bancs de poissons » *La Recherche* n° 557, juillet-août 2018.

peut-être compte de la société comme d'un tout, reposant non pas sur une sorte d'âme collective mais représentant simplement un niveau émergent par rapport aux individus qui la constituent⁵⁹. Mais on ne peut expliquer précisément comment, en interaction avec l'environnement, l'adaptation des vivants peut être progressive. Comment le vivant se propage temporellement et trouve à cet effet des solutions par rapport à son milieu, selon un mouvement vital qui ne répond à aucun des principaux modes d'organisation dont nous comprenons le fonctionnement mécanique : l'assemblage fonctionnel et hiérarchisé d'éléments distincts ou la répétition cristalline. Un mouvement vital qui est finalisé.

*

⁵⁹ Voir W. M. Wheeler *Les sociétés d'insectes*, 1923, trad. fr. Paris, Doin, 1926, p. 23.