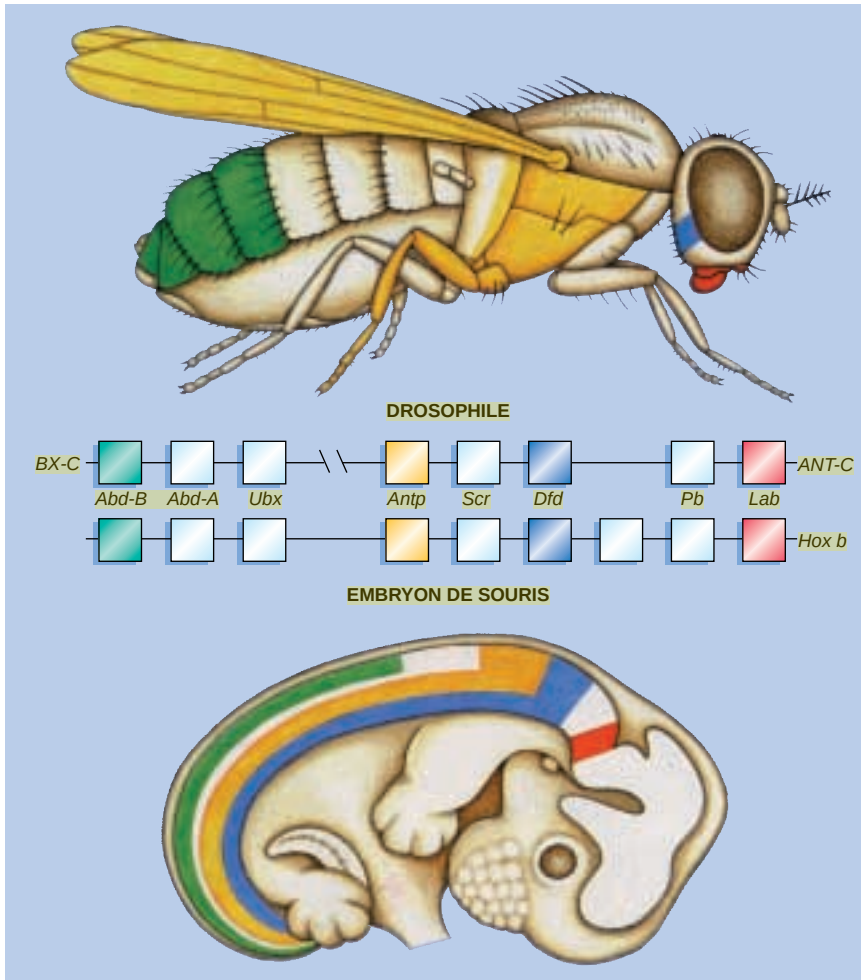




**2. DES GÈNES HOMÉOTIQUES** guident le développement embryonnaire des mouches (sur cette figure, les gènes sont de la même couleur que les zones dont ils guident le développement). Des gènes apparentés sont également responsables du développement des autres animaux et des êtres humains.

glions céphaliques de la *Drosophila* et dans le cerveau des vertébrés. Cette découverte et les expériences qui ont suivi, et qui démontrent que certains de ces gènes une fois délétés chez la *Drosophila*, peuvent être remplacés par les gènes orthologues (homologues à travers l'évolution) de vertébrés, d'une part confirment le lien de parenté entre vertébrés et invertébrés, et de l'autre suggèrent que les protéines à homéodomaine, comme d'autres facteurs de transcription, produits d'autres familles de gènes de développement, jouent un rôle morphogénétique fondamental dans la construction du cerveau.

## Instinct et intelligence

Pour autant, tout en traçant ce lien de parenté avec les arthropodes, y compris pour ce qui est de l'organisation génétique des régions les plus anté-

rieures de notre système nerveux, ces découvertes illustrent aussi à quel point nous sommes différents de nos lointains cousins, dont nous avons commencé de nous séparer il y a donc 600 millions d'années. Cette séparation pourrait, en effet, être interprétée comme le développement d'un rameau, celui des chordés, puis des vertébrés, dont la logique évolutive serait de donner une part de plus en plus importante aux modifications individuelles dans le processus adaptatif. Entendons-nous bien, même si – comme nous le verrons –, poussée au plus haut point, cette logique est une logique d'échappement à un pur déterminisme génétique, le développement de cette logique est lui-même le résultat de la sélection naturelle, donc celui de la sélection d'ensembles de gènes qui définissent des stratégies de développement. Nous n'entrerons pas ici

dans les détails, mais la découverte des gènes de développement a permis de confirmer le lien entre développement et évolution et, en particulier, de proposer que ce sont des modifications du nombre et de la structure de ces gènes, en même temps que du lieu, du niveau et de la durée de leur expression, qui sont à l'origine des changements morphologiques marquant les grands moments de l'évolution des espèces.

On voit donc apparaître ici deux stratégies d'adaptation totalement différentes. D'un côté, la forme adulte de l'organisme vivant et ses comportements sont, pour ainsi dire, presque<sup>5</sup> présents dans sa structure génétique, le développement n'ayant pour fonction que d'exécuter les informations contenues dans cette structure. Très peu de place est ainsi laissée aux improvisations, et les modifications résultent, pour l'essentiel, de mutations du génome et de la sélection de clones mieux adaptés au milieu et à ses variations. La pensée est là, dirons-nous, toute instinctive, c'est celle du calamar jetant son encre sur un prédateur, celle d'une abeille construisant les rayons de la ruche ou, encore, celle du tournesol suivant les rayons du soleil. Rappelons ici que Bergson, dans *L'évolution créatrice*, propose de considérer la chlorophylle comme le système nerveux des plantes.

De l'autre côté, le nôtre, les stratégies de développement, tout en définissant un plan contraignant (une sorte de cahier des charges), laissent une grande liberté aux détails de la construction, en particulier au niveau du cerveau dont des aspects importants de la structure fine se modifient tout au long de l'existence. De ce fait, c'est l'histoire même des individus qui s'inscrit dans leur structure physique, celle-ci évoluant avec celle-là<sup>6</sup> dans un

(5) Le presque est important car il n'existe pas d'organisme qui soit totalement codé, qui soit donc une machine : dans tout être vivant, une place, même petite, est toujours présente pour l'imprévisible.

(6) Une personne ramenée 20 ans en arrière serait 20 ans plus tard différente de celle que nous connaissons, car elle aurait vécu une histoire différente. De même, si nous revenions 600 millions d'années en arrière, 600 millions d'années plus tard la flore et la faune seraient autres que celles que nous connaissons aujourd'hui. L'histoire ne se clone pas.

processus ininterrompu d'individuation. Il en est donc de l'histoire des individus comme de celle des espèces : si le passé pèse de tout son poids sur le futur, celui-ci est riche d'un nombre infini de possibilités et reste, pour l'essentiel, imprévisible. Cette adaptation par individuation, nous l'appellerons intelligence par opposition à l'instinct.

### Le cerveau néoténique comme organe de l'individuation

Restons un moment avec les vertébrés, pour nous interroger sur l'importance de la contrainte génétique, celle liée à l'existence du patron génétique dans la formation du cerveau<sup>7</sup>, avec ses multiples régions et ses très nombreuses connexions. Il faut ici considérer deux périodes dans le développement. La première correspond à la mise en place de la structure cérébrale, alors que se décident forme et fonction des ensembles neuronaux, par exemple ici le cortex visuel et là le cortex moteur. Différentes expériences suggèrent que ces ensembles sont génétiquement déterminés, même si certains avancent que, pendant une courte période, cette détermination peut être modifiée. On acceptera donc l'idée que les gènes de développement, dont, mais pas seulement, les homéogènes, définissent la morphologie cérébrale générale, celle qui – par exemple – définit le cerveau d'un singe en tant qu'il diffère de celui d'un homme ou de celui d'un lapin.

Considérons maintenant la période du développement qui débute après la mise en place des grandes structures et des voies principales reliant ces structures. Il est erroné de penser que tout est joué à ce stade. Chez le jeune et chez l'adulte, en effet, le réseau des connexions se modifie dans sa forme. Ces modifications sont possibles parce que, par bien des aspects, le système nerveux reste embryonnaire chez l'adulte, ce qui le définit comme un organe néoténique (un trait néoténique est défini ici comme un trait embryonnaire maintenu dans un organisme pubère). Dans au moins deux régions du cerveau, des cellules souches existent qui continuent de produire de nouveaux neurones<sup>8</sup>. Les connexions se font et se défont, les prolongements neuronaux se modifient dans la longueur et la forme de leurs ramifications qui

constituent la base matérielle de ces fameux réseaux de neurones. Pas plus qu'elle n'est une sécrétion ou une substance, la pensée des vertébrés n'est déposée dans l'encéphale sous la forme de circuits rigides ou génétiquement déterminés<sup>9</sup>. Être matérialiste, c'est admettre que la construction cérébrale est capable d'enregistrer l'histoire individuelle. Cet apprentissage épigénétique est fondé pour une part sur des modifications de l'efficacité synaptique – c'est en tout cas une idée assez communément acceptée –, mais pour une autre part sur des modifications morphologiques et l'expression continue de gènes de développement.

### L'universel et le singulier

Pour revenir sur la distinction faite entre instinct et intelligence, nous entrevoyons bien que ces deux formes de pensée correspondent à deux stratégies adaptatives qui coexistent au sein d'une même espèce, mais qui n'ont pas toujours la même importance, le concept d'individu différant selon les espèces. Pour en venir à la nôtre, l'invention du langage, l'augmentation sans précédent de la surface corticale dévolue aux fonctions associatives ou cognitives, le ralentissement du vieillissement cérébral ou, plutôt, le maintien jusqu'à la mort de régions entières dans un état de plasticité morphologique, tout concourt à faire d'*Homo sapiens* une espèce unique qui, à la suite de quelques mutations, aura pour ainsi dire creusé, en matière d'individuation, un écart considérable avec ses cousins les plus proches, notre culture est là pour en témoigner.

Mais pour conclure, au moins provisoirement, cette question dite de l'intelligence, il faut bien tirer quelques enseignements de notre définition de l'individu. Car enfin, chaque individu est non seulement unique, mais à chaque instant biologiquement différent de ce qu'il fut l'instant précédent et de ce qu'il sera dans l'instant qui suit. Il s'inscrit dans la durée d'une histoire, bref, il n'est jamais parfaitement défini en tant qu'objet biologique permanent. Le sentiment de permanence, la conscience d'être qui s'associe à la possibilité de pouvoir se nommer et à celle d'être nommé ne correspond donc nullement à la seule réalité de l'objet biologique.

Une science, par définition, occupe le terrain de l'universel ; aussi la biologie travaille-t-elle sur les conditions universelles de la construction des singularités, que celles-ci soient des espèces ou des individus. Elle doit, et c'est déjà là une tâche immense, s'efforcer de déchiffrer les mécanismes qui rendent compte des évolutions, celle des espèces et celle des individus. C'est à ce titre que nous dirons que la conscience n'est pas un objet de la biologie. Elle ne le serait qu'à une seule condition, inacceptable pour un esprit matérialiste : postuler que le mécanisme étant donné, la fin l'est aussi. C'est pourtant à généraliser et populariser cette idée d'un destin tout tracé et ancré dans la structure que pousse un génétisme absolu associant structure génétique et machine neuronale. À cette tendance, nous ne pouvons qu'opposer l'idée que l'individuation est un processus sans fin, mais aussi sans finalité, dont la compréhension relève de tous les champs de savoir, y compris des disciplines non scientifiques, littéraires par exemple, et demande que soit fait appel, aussi dans les domaines scientifiques, à l'instinct, à l'intelligence et à l'intuition<sup>10</sup> de l'esprit humain.

(7) Nous nous concentrons ici sur cet organe, mais il faut savoir qu'un cerveau est inconcevable comme organe isolé : « Rien de plus bête qu'un cerveau sans corps. »

(8) Cette présence de cellules souches, mise en évidence chez le canari mâle dont les centres du chant régénèrent chaque printemps, a depuis été confirmée chez d'autres espèces.

(9) Dans certaines espèces, le déterminisme génétique des réseaux est dominant : c'est le cas des invertébrés très simples que le développement individuel n'amène jamais très loin de leur génome. C'est aussi, rappelons-le, une forme d'adaptation, une mémoire de l'espèce ou une pensée essentiellement génétique.

(10) Ce terme entre ici en fin de course et comme en contrebande ; le justifier serait trop long, indiquons simplement qu'il n'y a là nul hasard et qu'il n'est pas neutre de revendiquer la part de l'intuition dans la démarche scientifique.

Alain PROCHIANZ est directeur de recherche CNRS à l'École normale supérieure de Paris.