

# Les inattendus du développement

ALAIN PROCHIANZ\*

*La compréhension du développement individuel éclaire les mécanismes de l'évolution et, ce faisant, ouvre des voies thérapeutiques.*

**L**a biologie du développement est en plein... développement : la découverte des gènes de développement a ouvert un nouveau champ à la théorie biologique.

La théorie de l'Évolution nous avait enseigné que nous avions un ancêtre commun avec des êtres très éloignés, comme la mouche et le vermineau. Les biologistes ont identifié les vecteurs de la transmission des formes, unifiant ainsi les théories de l'Évolution et du développement.

## DE L'HOMONCULUS AUX GÈNES

Comment s'effectue le transfert d'individu à individu ? La théorie de l'homonculus, développée par Charles Bonnet au XVIII<sup>e</sup> siècle, reprenait un principe alchimiste : le spermatozoïde, selon les spermistes, l'ovule, pour les ovistes, contenait, disait Bonnet, une figuration du corps. Ce corps, présent dans le spermatozoïde, avait lui-même des spermatozoïdes, qui contenaient eux-mêmes un petit corps, qui... etc.

Théorie séduisante que celle des emboîtements de l'homoncule ! Il suffisait de créer le monde une fois et puis la reproduction allait son « petit bonhomme » de chemin. Le développement était, en suivant cette métaphore, un développement au sens photographique, un agrandissement.

**\*Alain PROCHIANZ est professeur de biologie du développement à l'École normale supérieure. Ce texte, recueilli lors du débat enregistré, avec Émile Noël et Philippe Boulanger, au Palais de la Découverte a été mis en forme par la rédaction de Pour la Science. Ce débat sera diffusé sur France Culture, le 11 juin 1997 à 9h 05.**

**Alain PROCHIANZ, *L'anatomie de la pensée : à quoi pensent les calamars ?* Éditions Odile Jacob, 1997.**

Cette magnifique construction, théologiquement satisfaisante, a été pulvérisée par l'observation : le développement, tel qu'observé au microscope, n'est pas un agrandissement, mais une suite de duplications. Une cellule, deux cellules, quatre cellules, huit cellules, etc. Ces cellules avaient une vie propre, bougeaient, se différenciaient, mouraient. Aux oubliettes, l'homonculus. Et pourtant, notait Balbiani, un biologiste suisse du XIX<sup>e</sup> siècle, d'un œuf de poule, il sort une poule, donc il y a « de » l'homonculus dans l'œuf. Parallèlement, la toute neuve théorie de l'Évolution invoquait la sélection de caractères, plus tard celle de mutations : quel était le support des mutations ?

À l'Université Columbia, Morgan, au début du XX<sup>e</sup> siècle, accumule des mutations chez la drosophile, la mouche du vinaigre, qui devient objet de prédilection pour les généticiens, ce qui conduisit à observer des mutations qui transforment un organe en un autre. La mouche, au lieu d'avoir des antennes, avait des pattes supplémentaires ; au lieu d'un œil, il lui poussait une aile. Grâce à ces mutations, on put relier modification du génome et transformation morphologique. Ce sont ces gènes qui passent la forme de génération en génération.

Un inattendu est que tous ces gènes morphogénétiques se ressemblaient beaucoup ; on les a retrouvés chez les vertébrés, on les a trouvés chez *Homo sapiens*, on les a comparés aux gènes de mouche et on a établi les similitudes extraordinaires qui ont permis de repenser les arbres généalogiques : la preuve était patente, nous avons un ancêtre commun avec la mouche, qui vivait il y a 600 millions d'années.

Les gènes sont les avatars de l'homonculus : ils transmettent l'information lors de la duplication. Il en existe plusieurs types. Les gènes qui déterminent la forme du nez, la couleur des yeux, la texture des cheveux, frisés ou raides, n'ont qu'une portée génétique limitée. La deuxième

catégorie de gènes, les gènes de développement, sont plus fondamentaux : ils caractérisent et déterminent l'espèce.

Ces gènes diffèrent selon les espèces, plus par leur nombre sur un même chromosome que par leur structure. Le plan de développement des vertébrés comporte quatre complexes de gènes dits complexes *Hox*, l'arthropode un seul ; toutefois, si l'on prend un de ces gènes chez la souris et qu'on le substitue au gène équivalent chez l'embryon de mouche, la mouche se porte le plus souvent comme un charme. La fonctionnalité de ces gènes a perduré, quasi inchangée pendant des centaines de millions d'années : la transmission de l'information génétique est d'une étonnante fiabilité. Le mécanisme de cette immuabilité restait à préciser : ce sera l'accomplissement de la biologie moléculaire.

L'espèce est l'enveloppe générale où prend place un développement individuel. Nous sommes limités par l'appartenance à l'espèce : c'est l'inné. L'inné étant déterminé par les gènes, il y a autant d'individus différents qu'il y a d'histoires individuelles possibles. Cette diversité naît des différences d'expression des gènes, résultant de l'interaction de l'individu avec le milieu. Dans le phylum des vertébrés et donc chez l'homme, cette diversité est infinie, mais, pour infinie qu'elle soit, elle est néanmoins contenue par le fait qu'on soit un homme. *Homo sapiens*, c'est l'inné, ensuite vient l'acquis qui donne Dupont, Mozart, Marie Curie, Hitler, Prochiantz, Noël, Boulanger. Nous reviendrons sur ce point.

## POURQUOI DARWIN ET PAS CLAUDE BERNARD ?

J'ai une grande sympathie pour Claude Bernard et je lui ai consacré un livre. Il est le promoteur d'une idée force que nous exploitons encore : l'animal n'est pas une machine thermodynamique isolée, mais un corps vivant, hors d'équilibre, qui interagit avec son environnement. Et pourtant il passe à côté de l'évolution et du développement.

Contemporain de Darwin, Claude Bernard lit *De l'origine des espèces*, mais les ailes du positivisme, par lui déployées, l'empêchent d'avancer. Claude Bernard élude la question parce qu'il ne peut expérimenter sur ce qui modifie la forme des organismes.

Replaçons-nous à son époque. Les naturalistes pensent alors qu'il y a deux règnes dans la nature : le règne végétal et le règne animal. Les végétaux, immobiles, s'alimentent et reconstituent leurs réserves à partir des minéraux. Les réactions chimiques nécessaires à l'organisation végétale sont déclenchées par la