

SCIENCE & FICTION

Hulk et la grenouille, champions de la métamorphose

Certains personnages de fiction sont capables de changer radicalement et rapidement de forme. La nature n'est pas en reste dans ce domaine !

Jean-Sébastien STEYER et Roland LEHOUCQ. Illustration : Marc BOULAY

De nombreux héros et autres monstres imaginaires présentent l'extraordinaire capacité de changer de forme rapidement, de leur plein gré (comme chez les Barbapapas) ou à leur insu (Bruce Banner devient Hulk sous l'effet de la colère). D'Ovide (*Métamorphoses*, achevé vers l'an 10 de notre ère) à Franz Kafka (*La Métamorphose*, 1915), en passant par Robert Louis Stevenson (*L'Étrange cas du docteur Jekyll et de M. Hyde*, 1886), la transformation morphologique a toujours fasciné les auteurs.

La métamorphose est souvent synonyme de malédiction pour celui qui la subit. Au cœur de l'intrigue, elle est en général spectaculaire et irréaliste. Mais de nombreuses espèces animales subissent aussi des transformations impressionnantes. Quels processus biologiques se cachent derrière ces « effets spéciaux » de la nature ?

Le dieu Protée de la mythologie grecque, les princes des contes de fées transformés en grenouilles, les loups-garous et les vampires du folklore médiéval... : nombreux sont les êtres imaginaires qui changent de forme. Qu'ils soient victimes d'un sortilège, d'une malédiction ou au contraire qu'ils bénéficient d'un superpouvoir, ces personnages sont des *métamorphes* (du grec *meta*, qui veut dire « au-delà », et *morphe*, « la forme »). En sciences naturelles, le terme renvoie à la *métamorphose*, un changement rapide et draconien de forme au cours du développement.



BRUCE BANNER, ALIAS HULK, a été victime d'un accident dans un laboratoire de recherche. Il lutte pour maîtriser ses émotions, qui menacent de le métamorphoser en un géant vert, violent et incontrôlable.

C'est le cas des grenouilles, des insectes et de nombreux autres animaux parmi les mollusques, crustacés, cnidaires (coraux, méduses), échinodermes ou encore tuniciers (sortes de « sacs » marins). Tous ces « métamorphes », bien réels, se caractérisent par un développement discontinu en plusieurs phases très différentes, par exemple la phase larvaire qui dure plus ou moins longtemps avant le passage au stade adulte.

La métamorphose est un phénomène physiologiquement activé par la sécrétion d'hormones de croissance qui varient selon les groupes (ecdysone chez les insectes, hormone thyroïdienne chez les amphibiens...). Cette décharge hormonale dans l'organisme entraîne une cascade de changements : de nouveaux organes (ailes, pattes) apparaissent grâce à une prolifération cellulaire, certains se transforment (tel l'intestin spiralé des têtards qui se déroule lors de la métamorphose) tandis que d'autres organes (telle la queue du têtard) disparaissent définitivement par lyse (désintégration de la membrane cellulaire) ou apoptose (mort cellulaire programmée). Cette révolution morphologique à l'échelle de l'organisme s'accompagne souvent d'un changement important de taille, de masse et d'habitat : ainsi, le petit têtard, aquatique et essentiellement herbivore, se métamorphose en grenouille, adulte amphibie et carnivore.

Moins spectaculaire et radical que la métamorphose, le polymorphisme relève aussi de cette capacité biologique à changer de forme (la « plasticité phénotypique »).



LA MÉTAMORPHOSE

d'un être imaginaire, qui passe d'une forme arthropode à une forme mammifère – ou inversement.

Il se distingue de la métamorphose, car il correspond à une diversité de formes à un stade du développement donné, généralement le stade adulte. Ainsi, les termites adultes d'une même espèce ont un aspect différent selon leur fonction. Un autre exemple est le dimorphisme sexuel qui se traduit souvent par une différence de taille entre mâles et femelles (par exemple chez les primates ou les araignées).

Le polymorphisme s'applique aussi à l'échelle de l'individu : la pieuvre est, à sa façon, un étonnant polymorphe capable de changer de couleur et de texture rapidement. On retrouve cette faculté chez Mystique. Cette mutante ennemie des X-men peut prendre l'apparence de n'importe quel autre humain, mutant ou non. Mystique n'est donc pas une métamorphe au sens strict du terme, mais plutôt une polymorphe. Un autre polymorphe est le personnage imaginé par Ayerdahl (*Sexomorphoses*, 1994), qui peut changer de sexe à volonté.

Les métamorphes classiques de la culture fantastique sont plutôt des thériomorphes (de *therion*, « bête sauvage » en grec), c'est-à-dire des humains capables de se transformer en d'autres animaux, souvent des mammifères : c'est le cas des loups-garous (ou lycanthropes), des ours-garous (tel Beorn dans *Le Hobbit*, de J. R. R. Tolkien) ou encore du professeur Jonathan Chase, alias Maniman de la série télévisée éponyme des années 1980, capable de se changer à volonté en panthère, faucon, cheval ou autre !

Certains X-men sont aussi des thériomorphes : c'est le cas du Fauve ou de Gorilla-Man.

Leurs transformations sont impressionnantes, mais la plus belle métamorphose de l'histoire du cinéma demeure celle du *Loup-garou de Londres* (1981) de John Landis, aidé de Rick Baker pour les formidables maquillages et effets spéciaux : la mutation du jeune lycanthrope, David Kessler, qui s'effectue dans la douleur, change sa morphologie (allongement de la face et des canines) mais aussi son ostéologie (allongement des métacarpes et métatarses, développement d'apophyses vertébrales) et sa physiologie (forte pilosité, pupilles jaunes, narines dilatées et oreilles pointues).

Une affaire d'hormones

La plupart de ces métamorphoses fantastiques sont réversibles (selon l'humeur, la phase de la Lune, l'état de transe...), ce qui n'est pas le cas des métamorphoses réelles : une mouche ne peut plus redevenir un asticot, tout comme une grenouille ne peut plus redonner un têtard. Afin de rendre plausibles ces métamorphes imaginaires – ou « animagus » pour reprendre le terme du ministère de la Magie dans la saga *Harry Potter* de J. K. Rowling –, il faudrait peut-être imaginer des êtres capables de sécréter tantôt les hormones qui déclenchent la métamorphose (telles que les hormones thyroïdiennes citées plus haut) ou des stéroïdes, tantôt des hormones dites « juvéniles ».

Ces dernières ne sont pas fantaisistes, les insectes en sécrètent : elles agissent notamment dans le maintien de certains caractères larvaires et ont justement pour fonction de retarder la métamorphose. Des dérivés chimiques de ces hormones, nommés « composés juvéniles », sont connus naturellement chez d'autres arthropodes, crustacés et acariens notamment, mais aussi chez des plantes (telle une variété de pin américain, à l'origine d'ailleurs de leur découverte). Chez les insectes, ces hormones sont sécrétées par les « corps allates », des glandes endocrines logées juste derrière le cerveau.

On ne connaît pas de tels composés chez les vertébrés, mais on les synthétise en laboratoire : c'est le cas du méthoprène, une substance très active, même à faible dose, qui entre dans la composition d'insecticides. Il bloque le cycle de croissance des larves, qui ne passent jamais au stade adulte. Certes, ce composé ne rajeunit pas les espèces considérées comme nuisibles – il ne transforme pas des papillons en chenilles –, mais les dérivés juvéniles seraient peut-être une piste de recherche intéressante pour Bruce Banner qui s'évertue, par tous les moyens, à ne pas se transformer en Hulk à la moindre contrariété. ■

J.-Sébastien STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. Roland LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay. Marc BOULAY est sculpteur numérique.