

Les chimères de caille et de poulet pour étudier l'embryogenèse

NICOLE M. LE DOUARIN

Les greffes de cellules de caille sur des embryons de poulet ont apporté des informations sur les mécanismes du développement du système nerveux, du système sanguin et immunitaire, et sur la localisation cérébrale de certains comportements innés.

La transformation d'une cellule unique, l'œuf fécondé, en un embryon, puis en un adulte, constitue l'un des problèmes les plus complexes et les plus fascinants de la biologie. L'œuf d'un mammifère, l'homme par exemple, donne naissance à un individu constitué de milliards de cellules qui, au cours de l'embryogenèse, se sont diversifiées et groupées en ensembles structurés constituant tissus et organes destinés à accomplir des fonctions à la fois spécifiques et intégrées.

Il est remarquable de constater que la prolifération cellulaire intense qui caractérise le développement embryonnaire est strictement régulée dans le temps et dans l'espace. Dans la plupart des systèmes en développement, la phase de prolifération cellulaire précède la phase de différenciation. Ainsi, la mise en activité des gènes spécifiques des cellules différenciées (par exemple, les gènes codant les protéines contractiles du muscle ou les protéines spécifiques du neurone) s'accompagne de l'arrêt, ou de la diminution, de l'activité des gènes qui interviennent dans la réplication cellulaire.

En dehors de la prolifération des cellules et de leur différenciation, le développement embryonnaire implique aussi la morphogenèse, c'est-à-dire l'élaboration de la forme des organes et du corps, fidèlement transmise d'une génération à l'autre au sein de chaque espèce.

Le programme assurant, à chaque génération, le passage d'une forme d'organisation «simple», la cellule, à

l'être achevé est inscrit dans le patrimoine génétique, où il est codé dans les molécules d'ADN. Celles-ci sont les constituants essentiels des chromosomes contenus dans le noyau de l'œuf et de chacune des cellules qui en sont issues. Certes, les informations codées dans le génome assurent l'exécution du plan de développement qui caractérise chaque espèce vivante, mais l'embryogenèse pose un problème : comment cette information est-elle transmise et comment les différentes phases du programme de développement s'enchaînent-elles ?

Les lois universelles du développement

Les grands événements qui se succèdent au cours de l'embryogenèse ont commencé à être décrits correctement à partir de la moitié du XIX^e siècle. Les sources de l'embryologie moderne remontent à Karl Ernst von Baer (1796-1876), qui a montré que les cellules issues des divisions de l'œuf s'organisent rapidement en trois feuillets, par un processus morphogénétique appelé gastrulation. L'un externe, l'ectoderme, fournira la peau et le système nerveux, tandis que l'endoderme tapissera le tube digestif et fournira les glandes qui lui sont associées ; enfin, de la couche intermédiaire, ou mésoderme, dériveront les muscles, les tissus conjonctif et adipeux, ainsi que la totalité du squelette. Von Baer démontra la généralité de la formation des feuillets embryonnaires dans l'ensemble du règne animal.

Ainsi le développement passe par un stade gastrula constitué d'une future cavité digestive, recouverte d'une couche moyenne et superficielle de cellules. De celles-ci seront issus les éléments de communication avec le monde extérieur (système nerveux, organes des sens), et les éléments assurant le soutien (squelette) et les mouvements (muscles) de l'individu.

À partir de la fin du XIX^e siècle, sous l'impulsion de l'école allemande d'embryologie, dont deux des représentants les plus célèbres sont Wilhelm Roux (1850-1924) et Hans Spemann (1869-1941), l'embryologie devient expérimentale : la science de la «mécanique du développement» est créée. Les embryologistes montrent qu'une hiérarchie s'établit rapidement au sein des cellules issues de la division de l'œuf, et que certaines influent sur l'évolution de leurs voisines. Le phénomène d'interaction entre cellules et, plus précisément, d'induction est découvert. Il est confirmé par Spemann qui, avec son élève Hilde Mangold, montre qu'une région définie de l'embryon de triton est indispensable à la formation du système nerveux. Il nomme cette région l'organisateur. Ainsi, l'exécution du programme de développement fait intervenir des interactions entre les cellules de l'embryon, et ce dialogue est indispensable au développement intégré de l'ensemble.

Dès lors, on comprend que l'étude du développement embryonnaire occupe une place centrale en biologie, car elle concerne tous les aspects