

Le «système du complément» est un autre élément de l'immunité innée. Il est composé d'une trentaine de protéines qui, dans le sang, se relaient pour identifier et anéantir les «envahisseurs». L'immunité innée suffit généralement à éliminer les microbes. En cas d'échec, l'immunité acquise des vertébrés se déclenche.

Les «soldats» de l'immunité acquise sont des globules blancs spécialisés : les lymphocytes. Circulant dans le sang et dans les ganglions lymphatiques, les lymphocytes sont normalement au repos, mais ils sont activés et se multiplient dès qu'ils rencontrent des antigènes, c'est-à-dire des molécules spécifiques des organismes étrangers. Il existe deux classes de lymphocytes : les lymphocytes *B* et les lymphocytes *T*. Les lymphocytes *B* fabriquent des anticorps, qui sont des protéines de défense qui s'associent aux antigènes et favorisent leur élimination. L'organisme humain abrite plus de 100 milliards de lymphocytes *B*, qui sécrètent chacun un anticorps particulier. Les lymphocytes *T* ont d'autres rôles : certains reconnaissent les cellules qui portent des molécules du «non-soi» et les tuent. D'autres aident les lymphocytes *B* à fabriquer des anticorps.

L'immunité acquise est très efficace, mais sa complexité est la cause de sa lenteur. Elle se déclenche quand le microbe envahisseur vient en contact avec les lymphocytes *T* ou *B* appropriés, et c'est alors que les macrophages sont activés et apportent leur assistance, que les lymphocytes activés se multiplient, que les globules blancs libèrent des protéines qui amplifient les réactions, et que les lymphocytes *B* libèrent des anticorps.

Toutefois, la mémoire immunitaire accélère ces événements ; elle résulte des mécanismes qui permettent aux lymphocytes de reconnaître d'innombrables anticorps, quand bien même chaque lymphocyte n'est spécifique que d'un seul type d'antigène. L'organisme garde le souvenir de toutes les rencontres avec des micro-organismes envahisseurs, lesquels laissent une «empreinte» génétique dans certains lymphocytes *B* et *T*. Quand ces cellules sont à nouveau en contact avec un micro-organisme déjà rencontré, elles déclenchent une réaction plus rapide et plus puissante que lors de la première rencontre. Ce phénomène est utilisé dans les rappels de vaccins que l'on fait aux enfants. Quand on se pique avec une rose, on l'oublie rapidement, mais le système immunitaire s'en souvient toujours.

Au commencement

Ainsi, le système de défense des vertébrés supérieurs, notamment des mammifères, est constitué d'une immunité innée et d'une immunité acquise. La mémoire immunitaire est une composante essentielle et spécifique de l'immunité acquise. Les réactions immunitaires sont déclenchées par divers agents : des macrophages et d'autres cellules phagocytaires, des lymphocytes *B* et *T*, des anticorps et de nombreuses protéines. Combien de ces éléments – ou d'éléments similaires – existaient déjà chez les organismes les plus anciens ?

De façon surprenante, on retrouve certaines composantes du système immunitaire chez presque tous les organismes vivants ; la phagocytose, par exemple, est un mécanisme protecteur très ancien. Certains éléments se sont transmis, au fil du temps, quasi inchangés, d'un organisme à un autre. D'autres éléments sont spécifiques des vertébrés supérieurs, mais ils ressemblent, par certains aspects, aux systèmes de défense des invertébrés. En raison de ces ressemblances, les immunologistes pensent que le système de défense des invertébrés a été un précurseur du

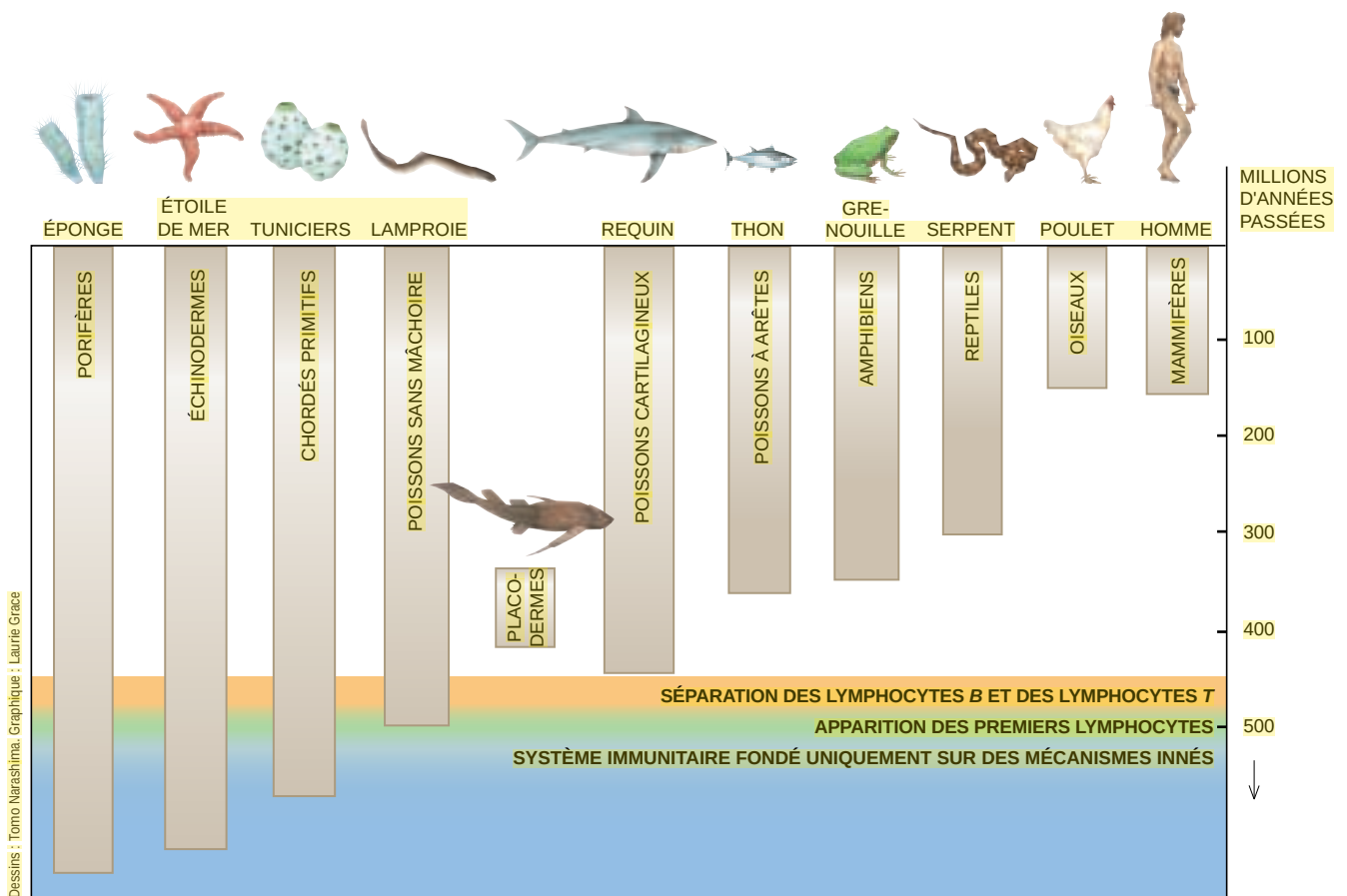


Roberto Ossi

1. DES CELLULES PHAGOCYTAIRES tentent d'engloutir une épine de rose piquée dans une larve transparente d'étoile de mer. C'est le biologiste russe Élie Metchnikoff (à droite) qui a observé, le premier, en 1882, cet exemple d'une réaction de défense innée d'un organisme. Ses travaux ultérieurs ont posé les bases de l'immunologie cellulaire.



Corbis-Bettmann



2. LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS du système immunitaire sont apparus en même temps que les vertébrés. Ainsi, les premiers systèmes immunitaires à base de lymphocytes seraient apparus chez les poissons sans mâchoire (la famille des lamproies), il y a environ 500 mil-

lions d'années. Puis, ces lymphocytes se sont séparés en deux populations distinctes, que l'on retrouve aujourd'hui chez tous les vertébrés supérieurs. Les invertébrés ont des cellules qui ressemblent, par certains aspects, aux cellules immunitaires des vertébrés.

système ultérieur des vertébrés. Ces ressemblances sont peut-être la meilleure preuve de l'évolution, sur des centaines de millions d'années, d'un système immunitaire primitif vers celui des mammifères.

Les systèmes de défense sont apparus il y a 2,5 milliards d'années, avec les protozoaires, les plus simples des organismes vivants. Ces protozoaires sont des organismes unicellulaires : toutes les fonctions physiologiques sont effectuées par une unique cellule. La respiration, la digestion, la défense, notamment, sont partiellement assurées par phagocytose. Cette dernière, moyen de défense des protozoaires, diffère peu de celle assurée par les cellules phagocytaires de l'homme.

Chez les animaux, de l'étoile de mer à l'homme, les cellules phagocytaires circulent dans l'organisme. Dans le cas de l'étoile de mer, elles circulent dans une cavité remplie de fluide, nommée celome. Chez les animaux pluricellulaires, elles patrouillent dans les tissus et aux alentours.

Même les systèmes immunitaires les plus anciens distinguent le soi du

non-soi. Certains protozoaires, qui vivent par colonies de milliers d'individus, doivent se reconnaître : la vie en colonie ou la reproduction sexuée ne sont possibles qu'à condition de distinguer le soi du non-soi. L'éponge, qui serait le métazoaire (ou animal pluricellulaire) le plus ancien et le plus simple, reconnaît le soi du non-soi : ses cellules attaquent les greffes prélevées sur d'autres éponges.

Toutefois, ce rejet n'est pas identique à celui qui a lieu chez les vertébrés : si une greffe a été rejetée une première fois, une seconde greffe provenant du même donneur sera rejetée encore plus rapidement. Au contraire, chez les éponges et les méduses, le second rejet n'est pas plus rapide que le premier : diverses expériences réalisées sur des étoiles de mer et d'autres invertébrés supérieurs indiquent que les invertébrés seraient dépourvus de mémoire immunitaire, laquelle serait une caractéristique du système immunitaire des vertébrés.

Les invertébrés sont privés de deux autres particularités immunitaires des vertébrés – le complément et les lymphocytes –, mais ils possèdent des sys-

tèmes analogues. À la place du complément, plusieurs classes d'invertébrés, y compris des insectes, des crabes et des vers, ont un système prophénoloxydase : comme le complément, le système prophénoloxydase est activé par plusieurs enzymes. La cascade des réactions se termine par la conversion de la prophénoloxydase en phénoloxydase active, qui participe à l'encapsulation des corps étrangers. Ce système intervient également lors de la coagulation du sang et de la destruction des microbes.

Les invertébrés n'ont pas de lymphocytes ni de système immunitaire humoral fondé sur les anticorps. Néanmoins, certains de leurs composants semblent être des précurseurs des cellules qui assurent l'immunité humorale chez les vertébrés. Ainsi, certaines cellules des vers de terre, apparus il y a 500 millions d'années, possèdent des cellules qui ressemblent à des lymphocytes. De surcroît, tous les invertébrés synthétisent des molécules qui semblent fonctionner comme des anticorps et qui en auraient été les précurseurs. Ces protéines, nommées lectines, se fixent sur des molécules