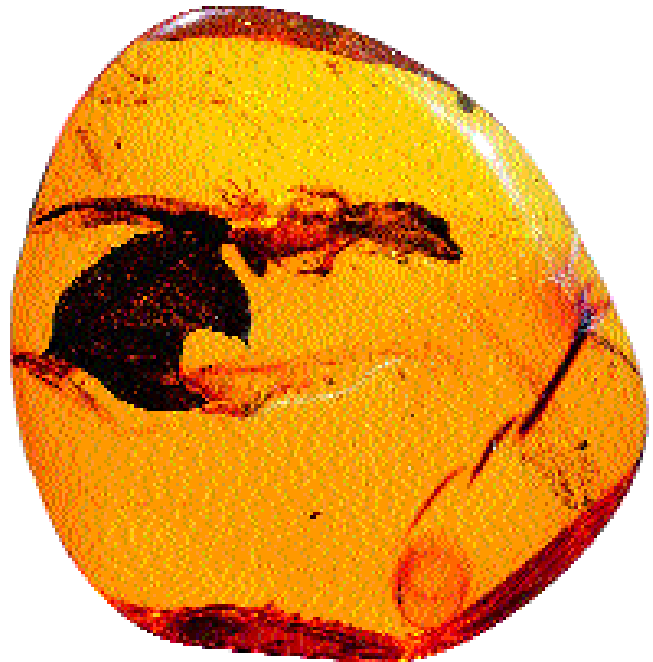


6. LES PLUS ANCIENNES FLEURS conservées dans l'ambre sont les chatons d'un chêne primitif (à gauche). Une plume (au milieu, en haut) est le plus ancien vestige d'un oiseau en Amérique du Nord. L'ambre du New Jersey contient aussi les plus anciens spécimens

de plusieurs insectes, tel ce diptère (au milieu, en bas). Près de l'ambre, de l'argile a préservé plusieurs fleurs, telle celle de *Detrusandra* (à droite), apparentée au magnolia, de deux millimètres de large, transformée en charbon par des feux de forêt.



7. UNE GRENOUILLE *ELEUTHRODACTYLUS* (à gauche) et un gecko *Sphaerodactylus* (à droite) sont piégés dans des morceaux d'ambre de 5,8 et 4,3 centimètres de diamètre, respectivement. Au-dessus de la grenouille, la carcasse décomposée d'une autre gre-



nouille est entourée de larves de mouches. La colonne vertébrale du gecko est brisée, probablement parce qu'il s'est débattu pour échapper à la résine. La feuille, à côté de lui, a été vraisemblablement découpée par une abeille mégachilide.

David GRIMALDI dirige le département d'entomologie du Muséum national américain d'histoire naturelle, à New York.

Svante PÄÄBO, *L'ADN des fossiles*, in *Pour la Science*, décembre 1993.

R. MACPHEE et David GRIMALDI, *Mammal Bones in Dominican Amber*, in *Nature*, vol. 380, pp. 489-490, 11 avril 1996.

David GRIMALDI, *Amber : Window to the Past*, Harry N. Abrams, 1996.

Le suicide des cellules

JEAN-CLAUDE AMEISEN

Les cellules sont perpétuellement en instance de mort ; elles ne restent en vie qu'à condition de recevoir des signaux de survie émis par leur environnement. Des anomalies de ces mécanismes seraient responsables de diverses pathologies, tels le cancer, le SIDA et les maladies neurodégénératives.

Pourquoi l'homme tombe-t-il malade, vieillit-il, meurt-il ? Toutes ces interrogations commencent à être élucidées par l'étude des mécanismes qui déterminent la survie et la mort des milliards de cellules qui le constituent.

Pendant longtemps, on a pensé que la mort des cellules, qu'elle soit massive ou limitée, intermittente ou quotidienne, ne pouvait résulter que d'agressions, de l'action du temps, de maladies ou du vieillissement. Puis l'étude de la toute première étape de la vie a progressivement balayé ce dogme : le développement de l'embryon est caractérisé par des phénomènes spectaculaires et incessants de multiplication, de différenciation et de migration des cellules, qui aboutissent à la transformation de l'œuf originel, formé d'une seule cellule, en un être pluricellulaire complexe. Paradoxalement, durant cette période, surviennent, en l'absence de toute maladie et de tout vieillissement, des épisodes massifs de mort cellulaire.

Observés pour la première fois à la fin du XIX^e siècle, ces phénomènes de mort cellulaire ont d'abord été négligés, et considérés comme la conséquence d'erreurs inévitables dues à l'énorme production de cellules qui caractérise la période embryonnaire. Or, ces phénomènes de mort cellulaire surviennent dans toutes les espèces d'organismes pluricellulaires étudiées, dans de très nombreux organes, aux mêmes endroits et aux mêmes moments dans tous les embryons d'une même espèce. Il y a une cinquantaine d'années, cette constatation a conduit les biologistes à supposer que la mort cellulaire fait partie intégrante du programme normal de déve-

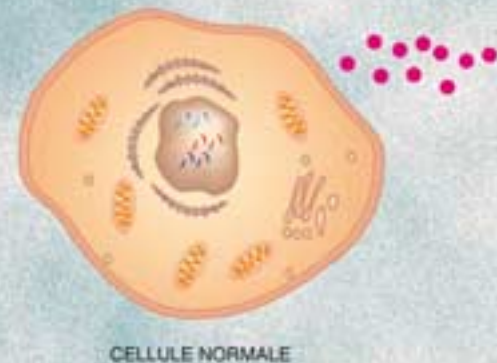
loppement de l'embryon. Cette hypothèse souleva de nombreuses questions quant au rôle possible de ce phénomène, à ses mécanismes et à son contrôle génétique.

On établit d'abord que la mort cellulaire, tel un sculpteur, modèle la forme de l'embryon par élimination de tissus. Ainsi, elle fait disparaître les tissus ancestraux qui n'ont plus de fonction dans l'espèce : la queue de l'embryon humain, par exemple, ou les branchies et la queue du têtard, utiles au cours du développement, mais qui disparaissent lors de la métamorphose en grenouille. Chez les mammifères et les oiseaux, la mort cellulaire sculpte les pattes, élimine les tissus qui joignent les doigts, individualisant ainsi les doigts (l'atténuation de ce phénomène aboutit à la formation des pattes palmées, chez les oiseaux aquatiques).

La mort cellulaire participe aussi à l'ouverture des orifices du tube digestif, à la formation des reins, au remodelage des os et des cartilages, et à la différenciation sexuelle. La mort programmée peut être commandée par des signaux émis par l'organisme : les biologistes l'ont compris quand ils ont découvert le rôle essentiel de certaines hormones dans le déclenchement de cette mort au cours de la métamorphose des insectes et des batraciens. Pourtant, c'est l'étude de la formation du système immunitaire et du cerveau – les deux organes de régulation les plus élaborés des oiseaux et des mammifères – qui a révélé la complexité des mécanismes de mort cellulaire. Dans ces organes, la mort cellulaire n'est pas destinée à sculpter une forme, mais à permettre l'émergence d'une fonction.

Mort cellulaire, système immunitaire et cerveau

L'efficacité remarquable de nos défenses contre la multitude des agents infectieux environnants est due à l'extraordinaire diversité des mécanismes de reconnaissance du système immunitaire. Chacun des quelques centaines de millions de lymphocytes qui le composent porte un récepteur qui lui est propre, et qui lui permet de reconnaître un agent infectieux capté par les cellules de l'organisme. Pour créer cette diversité, l'organisme utilise la formi-



1. UNE CELLULE est sans cesse entre la vie et la mort. Quand elle ne reçoit pas, de son environnement, les signaux qui la maintiennent en vie, elle se suicide : son noyau se condense et se fragmente, sa membrane bourgeonne et son cytoplasme se divise en petits ballonnets (les corps apoptotiques) ; une telle cellule bourgeonnante a été photographiée au microscope électronique à balayage (en bas à l'extrême droite). Une cellule apoptotique exprime à sa surface des molécules qui permettent aux cellules voisines de les identifier et d'absorber les corps apoptotiques. Les cellules en apoptose disparaissent sans laisser de traces.