



**8. LE PILAGE**, par exemple de fruits, a été pratiqué avec ces deux galets, il y a 29 000 à 22 000 ans, dans le Grand Abri de Laussel, en Dordogne. Celui du milieu (*taille réelle*) est en calcaire. Toutes ses faces ont été régularisées et sa base est aplanie par l'usure due aux écrasements répétés. Sa forme tronconique rappelle celle des pilons-battoirs polynésiens utilisés pour écraser la pulpe de certains fruits. Relativement rare, ce type d'outil est aussi attesté au Magdalénien (il y a 15 000 à 18 000 ans). Le galet en forme de rondin (*à droite, à taille réelle*) est en grès quartzitique. Sa pointe mousse (*en bas*), très usée, est lustrée et porte de légères traces d'impact, tandis que l'autre extrémité est émoussée et striée. Les encoches sur les flancs semblent être uniquement décoratives.

avait été réalisé pour les percuteurs, d'abord uniquement destinés au concassage, puis appliqués à l'obtention de pointes et de tranchants par l'éclatement de roches cassantes.

Ces deux exemples montrent que l'« invention » ou l'émergence d'un geste (ou d'une série de gestes mécaniques) précède celles de certaines des tâches auxquelles il peut servir. L'apprentissage, dès l'enfance, des connaissances techniques par imprégnation quotidienne serait, selon Gilbert Simondon, responsable d'une certaine rigidité, ces connaissances étant apprises sans être nécessairement pensées ou discutées et sans être remises en question à l'âge adulte. Éric Boëda, du laboratoire Préhistoire et technologie du CNRS, a ainsi remarqué la grande stabilité temporelle des techniques qui régissent le façonnage et le débitage du silex. Cette rigidité expliquerait en partie que toutes les applications possibles d'une habitude gestuelle ne sont pas d'emblée testées et adoptées.

Ainsi, toute activité nouvelle observée par les archéologues ne requiert pas de nouveaux gestes. Si les préhistoriens fondaient une échelle chronologique sur les dates d'apparition effective des gestes, et non sur celles de leurs différentes applications, de leur diffusion et de leur généralisation, ils n'obtiendraient vraisemblablement pas les mêmes découpages chronologiques et culturels que ceux qui sont en usage

actuellement. La distinction des civilisations par leurs différents modes de vie est utile (la coupure entre le Néolithique et tout ce qui le précède semble incontournable), mais des critères de distinction fondés sur la gestuelle, dans un état d'esprit plus dynamique, plus fonctionnel, ne seraient-ils pas plus proche de la réalité que ceux fondés sur des différences d'outillage, d'ordre purement typologique ?

Sophie A. de BEAUNE est chercheur au laboratoire d'ethnologie préhistorique du CNRS, à Nanterre.

Sophie A. de BEAUNE, *Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique*, in *Gallia Préhistoire*, vol. 31, pp. 27-64, 1989.

K. WRIGHT, *The Origins and Development of Ground Stone Assemblages in Late Pleistocene Southwest Asia*, in *Paléorient*, vol. 17, n° 1, pp. 19-45, 1991.

André LEROI-GOURHAN, *L'homme et la matière*, Albin Michel, Paris, 1992.

Sophie A. de BEAUNE, *Les hommes au temps de Lascaux, 40 000-10 000 avant J.-C.*, Hachette, Paris, 1995.

Sophie A. de BEAUNE, *Les galets utilisés au Paléolithique supérieur. Approche archéologique et expérimentale*, CNRS Éditions, Paris, 1997.

D. STORDEUR, *Néolithisation et outillage osseux. La révolution a-t-elle eu lieu ?*, in *Préhistoire d'os*, recueil d'études offert à Henriette Camps-Fabrer, édité par M. Julien et al., Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence et CTHS, Paris, à paraître.

# Les cellules souches embryonnaires

**ROGER PEDERSEN**

*Récemment isolées, ces cellules semblent capables d'engendrer la quasi-totalité des types de cellules de l'organisme. On envisage de les utiliser pour réparer les tissus et les organes endommagés.*

Un randonneur a un infarctus en haute montagne. Le temps qu'il soit conduit à l'hôpital, le muscle cardiaque a été en grande partie détruit, faute d'oxygène. Aujourd'hui, le randonneur est condamné à une vie sédentaire. Demain, le malade pourra peut-être se rétablir : les médecins prélèveraient un petit lambeau de peau, extrairaient le matériel génétique de ces cellules cutanées et l'injecteraient dans des œufs fécondés humains dont on aurait éliminé les chromosomes. Une culture de ces œufs modifiés conduirait à de tout jeunes embryons, auxquels on prélèverait ce que l'on nomme des cellules souches embryonnaires, capables de fabriquer différents types de cellules.

L'équipe médicale placerait ces cellules souches embryonnaires dans des conditions telles qu'elles se différencieraient en cellules cardiaques compatibles avec les cellules du randonneur. Transplantées dans le cœur du malade, elles ne provoqueraient pas de rejet, s'y multiplieraient, remplaceraient les cellules détruites lors de l'infarctus, et le randonneur retrouverait santé et vigueur.

Ce scénario n'est plus invraisemblable. On connaît déjà plusieurs types de cellules souches, elles-mêmes incapables d'assurer les fonctions de cellules de cœur, de foie ou de cerveau, mais dont les cellules filles se différencient, c'est-à-dire subissent des modifications telles qu'elles deviennent irréversiblement des cellules d'un type particulier. D'autres cellules filles restent des cellules souches : ainsi, des cellules souches

intestinales régénèrent sans cesse la paroi de l'intestin, des cellules souches cutanées fabriquent de la peau, et des cellules souches hématopoïétiques engendrent diverses catégories de cellules du sang. Chaque jour, nos cellules souches réparent les lésions et gommement l'usure subies par l'organisme.

Les cellules souches de l'embryon sont encore plus extraordinaires : elles peuvent engendrer tous les types de cellules de l'organisme. Pour la première fois, en 1998, des biologistes ont cultivé des cellules souches d'embryon humain. Ainsi, en février 1998, à l'Université du Wisconsin, James Thomson observe que certaines cellules humaines en culture ressemblent aux cellules souches qu'il avait précédemment obtenues à partir d'embryons de singes. À 1 000 kilomètres de là, à l'Université Johns Hopkins, John Gearhart isole des cellules analogues en cultivant des fragments d'ovaires et de testicules de fœtus humains. Simultanément, en Californie, des biologistes des Laboratoires Geron, à Menlo Park, et mes collègues, à l'Université de San Francisco, font des recherches similaires.

J. Thomson avait l'avantage d'avoir déjà travaillé sur les cellules souches embryonnaires de macaques rhésus et de ouistitis. Au cours des mois qui suivirent, il réussit à déclencher la multiplication, en culture, de ces cellules fragiles, et il confirma qu'il s'agissait bien de cellules souches embryonnaires.

Dans un article publié dans la revue *Science*, le 6 novembre 1998, J. Thomson rapportait qu'une fois

transplantées sous la peau d'une souris ces cellules humaines forment divers tissus, par exemple de l'épithélium qui tapisse l'intestin, du cartilage, de l'os, des muscles ou encore de l'épithélium neuronal (le tissu précurseur du système nerveux). Ainsi, on obtenait des structures issues des trois couches d'un embryon de mammifère : la couche la plus externe, l'ectoderme, la plus interne, l'endoderme, et la couche intermédiaire, le mésoderme. Cette diversité est une preuve supplémentaire des potentialités de ces cellules, et les résultats obtenus laissent espérer que les recherches sur les cellules souches embryonnaires aboutiront un jour à la production de cellules utilisables pour le traitement de nombreux types de tissus.

## Des possibilités illimitées

Si l'on savait commander la différenciation des cellules souches embryonnaires en culture, on pourrait utiliser les cellules résultantes pour réparer les dégâts cellulaires causés par un arrêt cardiaque, par la maladie de Parkinson ou par le diabète. Ces cellules seraient particulièrement utiles pour le remplacement des cellules cardiaques ou des îlots de Langerhans (détruits chez les personnes diabétiques), qui ne se renouvellent pas chez les adultes (le cœur et le pancréas ne renferment plus de cellules souches). Une découverte récente laisse envisager que l'on pourrait modifier des cellules souches déjà partiellement différenciées pour en reprogrammer le développement.

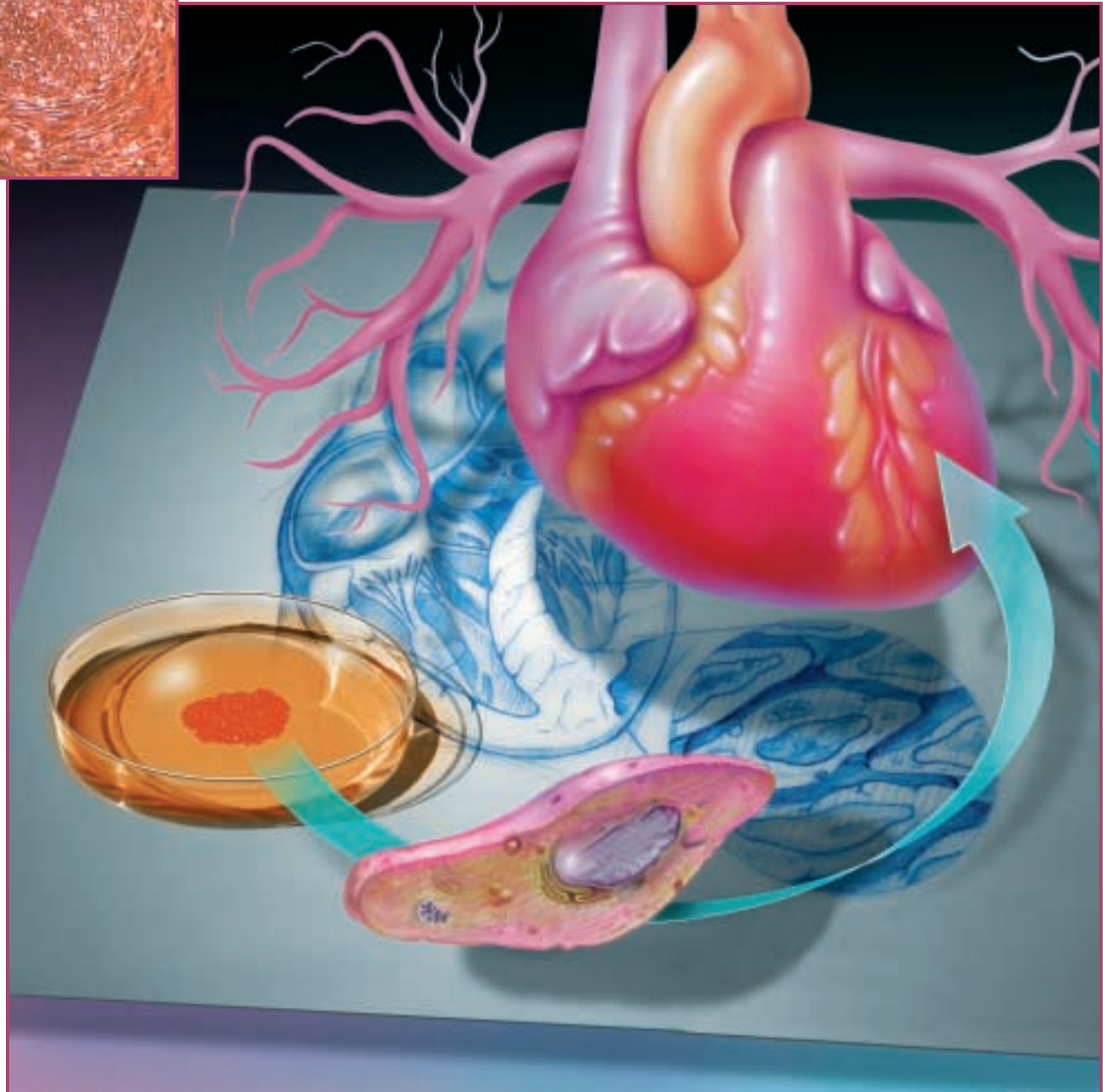
Avant que des cellules souches embryonnaires servent à des fins thérapeutiques, de nombreux problèmes devront encore être résolus. On devra, par exemple, découvrir les signaux qui déterminent la différenciation des cellules souches embryonnaires en un type de cellules spécifiques. L'essentiel de ce que l'on sait aujourd'hui en ce domaine est issu d'études menées sur des cellules

souches d'embryons de souris, les premières que l'on a isolées.

En 1981, des biologistes ont obtenu de telles cellules à partir d'embryons de souris parvenus au stade d'une centaine de cellules. Les embryons sont alors au stade blastocyste : ils forment une sphère creuse de cellules. La paroi interne d'un blastocyste – à peine plus large qu'un cil – présente un épaississement nommé masse cellulaire interne. Dans l'utérus, cette dernière formerait tout le fœtus, les membranes fœtales et l'amnios (la

membrane contenant l'embryon et le liquide amniotique).

Quand les blastocystes de souris sont cultivés dans une boîte de Pétri, la couche externe se rompt rapidement, et des cellules non différenciées de la masse cellulaire interne forment un amas de cellules souches embryonnaires. Celles-ci se multiplient pendant longtemps, en restant indifférenciées. Pourtant, quand on les injecte dans un blastocyste de souris, elles réagissent à des stimulus physiologiques ; les cellules différenciées issues de ces cellules



Création : Cynthia Turner. En haut : James A. Thomson, University of Wisconsin

**1. LES CELLULES SOUCHES EMBRYONNAIRES** humaines sont désormais obtenues en culture (l'amas central dans le cartouche du haut) ; dans cette boîte de culture, elles se sont développées sur une couche de cellules nourricières de souris. Les biologistes

envisagent de cultiver de telles cellules issues de tout jeunes embryons humains, afin de produire des cellules différenciées, voire des tissus, qui seraient utilisés pour la réparation d'organes endommagés, par exemple du cœur après un infarctus.