

qualité n'ont servi qu'à la production de quelques éclats. Les tailleurs de pierre ont donc exploité de préférence les roches les plus «taillables» et fournissant les éclats aux tranchants les plus acérés.

Grâce à l'exceptionnelle conservation de cet ensemble, nous avons reconstitué la plupart des blocs taillés, dont certains totalement, en recollant les éléments qui en avaient été détachés. Ces remontages offrent la possibilité, unique pour un site aussi ancien, de retracer tout le processus qui va du bloc brut au nucléus abandonné. Le débitage a presque toujours été réalisé selon le même schéma opératoire : tous les éclats sont enlevés de la même face du nucléus, par percussion sur un replat naturel ou préparé. Cette technique exploite judicieusement la forme naturelle des blocs. Tout au long du débitage, des angles de frappe adéquats pour détacher des éclats sont conservés. Ce type de débitage, qui requiert une bonne précision motrice, indique une élaboration technique supérieure à celle que l'on connaissait dans les sites du même âge.

Qui a taillé si astucieusement ces outils ? Plusieurs espèces d'hominidés sont

candidates. Lorsque le ou les tailleurs de Lokalalei abandonnent leur outils, des hominidés taillent déjà la pierre depuis au moins 200 000 ans dans la savane Est-africaine. Tim White, de l'Université Harvard, et ses collègues ont récemment annoncé la découverte d'une nouvelle espèce d'australopithèque de 2,5 millions d'années dans la moyenne vallée de l'Awash en Éthiopie : *Australopithecus garhi*. Ses restes étaient accompagnés d'os de mammifères portant des traces de découpe, et d'autres os longs écrasés par percussion, peut-être pour en extraire la moelle. Bien qu'on n'ait pas retrouvé d'outils associés à cette espèce, *Australopithecus garhi* en a peut-être utilisés, voire fabriqués.

Par ailleurs, le plus ancien fossile connu d'un ancêtre direct de l'homme, *Homo habilis*, découvert aussi dans la vallée de l'Awash, daterait de 2,33 millions d'années. *Homo habilis* semble toutefois arriver plus tard dans le bassin du Turkana, tandis qu'une forme robuste d'australopithèque



Plusieurs éclats ont été détachés, il y a 2,3 millions d'années, de ce bloc de roche volcanique d'une dizaine de centimètres de long. La méthode de taille est étonnamment perfectionnée pour cette époque ancienne.

est présente dès 2,3 millions d'années. Pendant la longue période qui précède l'invention du biface acheuléen, il y a 1,6 millions d'années, on observe une diversité des compétences techniques. Plusieurs espèces ont-elles taillé la pierre ?

H. ROCHE et A. DELAGNES, CNRS, Préhistoire et technologie, Nanterre

Turbulence et transition de phase

La transition vers la turbulence ressemble parfois à la transition de phase du type liquide-gaz.

Les mouvements de fluide, que ce soit les écoulements de l'air dans l'atmosphère, autour du fuselage d'un avion, ou les écoulements des liquides dans les circuits de refroidissement, sont tantôt laminaires (calmes et réguliers), tantôt turbulents (désordonnés et aléatoires). Comment s'effectue le passage d'un régime à l'autre ? Dans un écoulement de cisaillement, nous avons mis en évidence la coexistence et l'intermittence entre un régime laminaire et un régime turbulent.

Les écoulements de fluide sont caractérisés par un nombre sans dimension, le nombre de Reynolds. Ce nombre est égal à la vitesse du fluide multipliée par la taille caractéristique de l'écoulement et divisée par la viscosité du fluide en mouvement. Dans un petit tube, où la vitesse d'un fluide très visqueux est faible, le nombre de Reynolds est petit, et l'écoulement est laminaire. Les deux autres paramètres étant constants, l'écoulement devient turbulent quand on augmente

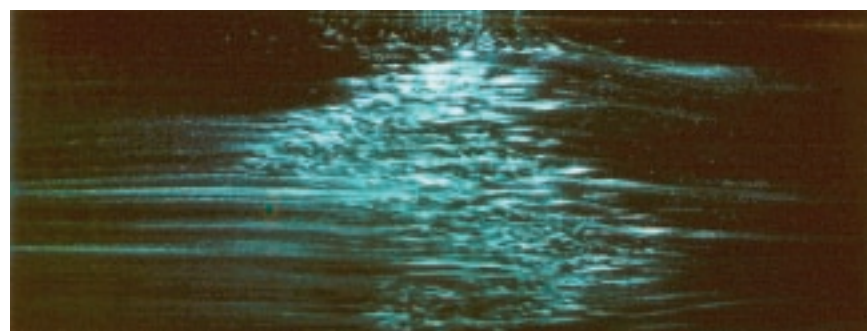
la vitesse du fluide. C'est la transition vers la turbulence.

Les transitions vers la turbulence sont de deux types : progressives ou brusques. Dans les transitions progressives, telles celles des jets ou des sillages, la turbulence apparaît dans tout l'écoulement, souvent sous la forme de tourbillons. À mesure que le nombre de Reynolds augmente, le nombre de tourbillons augmente et leur taille diminue : l'écoulement devient de plus en plus turbulent. L'analyse de ce type de transition, même si elle est délicate, reste possible.

En revanche, lorsque la transition est brusque, telle celle que l'on observe dans

les écoulements des canalisations, aucune analyse n'était jusqu'à présent possible. Dans un écoulement régulier, apparaissent soudainement de petites régions turbulentes, ou «spots», entourées d'un écoulement laminaire. Pour étudier cette transition, nous avons examiné un écoulement de cisaillement : dans une cuve remplie d'eau, une courroie en rotation entraîne l'eau dans deux sens opposés.

L'écoulement initial est laminaire. On le perturbe en injectant de l'eau de manière quasi instantanée par un petit trou. Selon le nombre de Reynolds et l'amplitude de la perturbation, trois cas



À l'aide d'un laser vert, on éclaire des paillettes argentées, mélangées à un liquide placé dans un écoulement de cisaillement. Dans ce type d'écoulement, la transition entre un état laminaire (régulier) et un état turbulent (désordonné) est caractérisée par l'apparition soudaine d'une région turbulente, entourée par des régions laminaires. Dans le spot turbulent de quelques centimètres visible sur cette photographie, l'orientation des paillettes fluctue et celles-ci renvoient la lumière dans la direction d'observation, alors que dans les régions laminaires, les paillettes restent dans le sens du courant et elles ne sont pas visibles.

Olivier Dauchot et Françoise Davaud