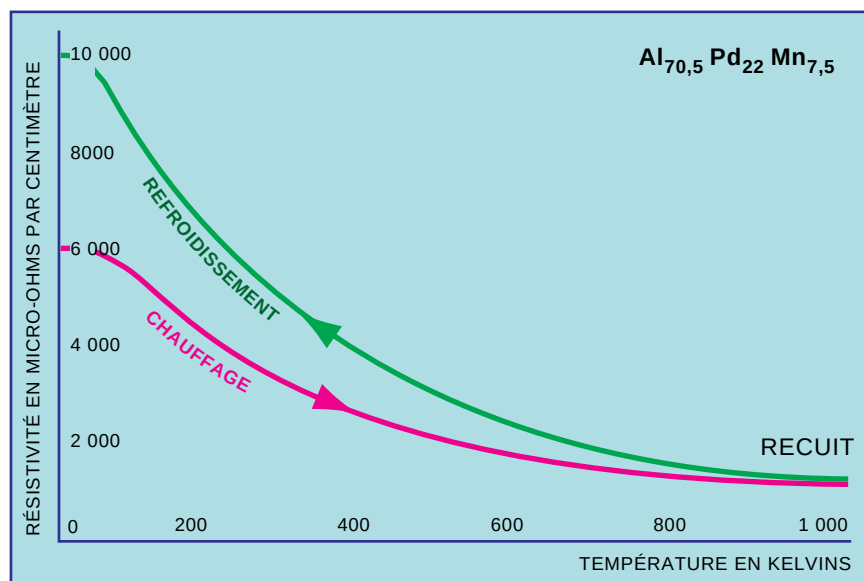




7. LA RÉSISTIVITÉ de la phase icosaoédrique Al-Pd-Mn est grande à basse température et elle diminue lors du chauffage. Quand on pratique un recuit à haute température pour éliminer les défauts cristallins, la résistivité augmente plus vite lors du refroidissement.

un quasicristal aussi faible que le diamant. L'augmentation du frottement par rapport au diamant est liée à l'importante ductilité de ces indenteurs, mais elle reste bien inférieure aux frottements dans des systèmes traditionnels comme des aciers ou des céramiques en contact sans lubrification.

Par ailleurs, la rayure d'un échantillon de phase icosaoédrique par un indenteur en carbure de tungstène a une caractéristique technique intéressante. En effet, le quasicristal, initialement fragile, est devenu ductile dans la région sollicitée lors du passage de l'indenteur.

Les quasicristaux, du moins les phases icosaoédriques, possèdent donc une faculté de restauration qui réduit, sous fortes charges, les défauts tels que les fissures produites lors du premier contact. À l'inverse, les composés intermétalliques classiques et les céramiques techniques sont beaucoup plus sensibles à la création, puis à la propagation des fissures.

Des quasicristaux utiles

On conçoit l'intérêt des quasicristaux dans les industries mécaniques, l'automobile, l'électroménager et le spatial, où la réduction du frottement et de l'usure fait l'objet de recherches nombreuses, afin d'économiser l'énergie et/ou d'accroître les performances.

D'autres secteurs, qui visent également les économies d'énergie, peuvent bénéficier des propriétés thermiques des quasicristaux. On envisage des barrières isolantes tirant simultanément avantage de la faible conductivité thermique et de la plasticité à haute température des quasicristaux. Ces matériaux limitent les flux de chaleur et accommodent aisément les déformations qui naissent lors des cycles thermiques. On obtient ainsi, soit une prolongation de la durée de vie des pièces protégées, soit une augmentation de la température de fonctionnement du moteur, c'est-à-dire un rendement plus élevé.

Les applications technologiques des quasicristaux sont aujourd'hui considérées dans plusieurs pays industriels. Les chercheurs de l'Institut des matériaux de Sendai, au Japon, ont mis au point un nouvel alliage d'aluminium de faible densité ($2,9 \text{ g/cm}^3$), où se forment des précipités nanométriques de phase icosaoédrique. Ces précipités décuplent les caractéristiques mécaniques de l'alliage, tout en lui conservant une ductilité importante. À terme, cet alliage pourrait rivaliser avec les bons alliages aéronautiques.

Les chercheurs de l'Université Washington, à Saint Louis, ont découvert une nouvelle série d'alliages icosaoédriques à base de titane qui stockent l'hydrogène. Le nombre d'atomes d'hydrogène que ces alliages peuvent

fixer est de 1,6 par atome de métal, c'est-à-dire une performance d'assez peu inférieure aux meilleurs hydrures connus. Il est encore trop tôt pour savoir si ces nouveaux quasicristaux ont un avenir commercial, mais on sait déjà que leur coût de fabrication devrait être modeste, compte tenu de leur composition chimique. Citons encore l'utilisation des propriétés d'absorption optique des phases icosaoédriques, comme le proposent par exemple les chercheurs de l'Université de Munich, en Allemagne. Il s'agit là de construire un capteur solaire très sélectif, grâce à un film mince de quasicristal Al-Cu-Fe placé en sandwich entre deux diélectriques, absorbant dans le visible et peu émissif dans l'infrarouge.

Comme toute innovation, les quasicristaux devront vaincre sur les marchés la concurrence avec d'autres solutions technologiques et franchir les obstacles, nombreux, qui parsèment les stratégies de développement industriel. Quel que soit leur avenir technologique, doré ou misérable, je ne voudrais pas clore cet article sans rappeler que les quasicristaux ont déjà démontré leur utilité scientifique. Ils ont ébranlé les bases de la cristallographie, fondée il y a deux siècles par l'abbé Haüy. Ils ont forcé sa généralisation et prouvé que des phénomènes physiques entièrement nouveaux apparaissent dans des domaines apparemment connus et explorés de longue date. La compréhension de ces phénomènes est en gestation et elle se doit d'emprunter à des disciplines très éloignées de celles qui paraissaient *a priori* adaptées au problème posé. Les quasicristaux ont déjà ébranlé la science des matériaux et la physique du solide. Peut-être marquent-ils aussi, dans une certaine mesure, «la fin des certitudes»?

Jean-Marie DUBOIS, directeur de Recherches au CNRS (URA 159), effectue ses recherches à l'École des Mines de Nancy.

J.-M. DUBOIS, *Structure et propriétés des quasicristaux et leurs applications technologiques potentielles*, Annales de chimie, numéro spécial *Quasicristaux*, n° 18, p. 423, 1993.

Lectures on Quasicrystals, sous la direction de F. Hippert et D. Gratias, Les Éditions de physique, Les Ulis, 1994.

C. JANOT, *Quasicrystals, a Primer*, Oxford University Press, Oxford 1992 et 1994.

Les papyrus médicaux de l'Égypte ancienne

THIERRY BARDINET

L'étude des papyrus médicaux montre que, pour les Égyptiens, la santé ou la maladie dépendaient essentiellement de souffles d'origine extérieure. Les traitements visaient principalement à débarrasser le corps de ces souffles et des éléments pathogènes qui les animaient.

Avant qu'en 1822 Jean-François Champollion ne trouve la clé des hiéroglyphes et ne permette ainsi l'accès aux textes de l'Égypte ancienne, notre connaissance de la médecine égyptienne se résumait à quelques témoignages de l'Antiquité classique, tels ceux d'Hérodote : «La médecine chez eux est divisée en spécialités : chaque médecin soigne une maladie et une seule. Aussi le pays est-il plein de médecins, spécialistes de la tête, du ventre, ou encore des maladies d'origine incertaine. [...] Voici leur genre de vie : ils se purgent pendant trois jours consécutifs chaque mois et cherchent à se maintenir en bonne santé par des vomitifs et des lavements, dans l'idée que toutes nos maladies proviennent de la nourriture absorbée.»

Grâce à de nombreux papyrus médicaux égyptiens que le hasard des fouilles a fait connaître depuis le XIX^e siècle, nous savons aujourd'hui que l'organisation de la médecine égyptienne était différente de celle que rapportait Hérodote, bien que les «spécialités» dont il évoque l'existence correspondent à des titres de médecin retrouvés dans les inscriptions.

Après avoir examiné les circonstances des découvertes des papyrus, nous verrons que les nombreuses études qu'ils ont suscitées sont loin de répondre à toutes les questions. Ceux qui ont voulu identifier les maladies évoquées par les papyrus se sont souvent fourvoyés parce qu'ils attribuaient aux médecins égyptiens une connaissance moderne des maladies.

En outre, ces études n'avaient pas fourni une explication générale des conceptions médicales égyptiennes.

Grâce à une nouvelle traduction de tous les papyrus médicaux publiés, on montre aujourd'hui que, pour l'Égyptien, la maladie est quelque chose qui vient du dehors, un souffle morbide. Ce souffle, qui est parfois apporté par une substance ou un être maléfique, pénètre et circule dans les conduits qui parcourent le corps. En conséquence, les thérapies visaient principalement à chasser ce souffle pathogène. Cette conception de la médecine égyptienne trouve ses origines dans la mythologie et dans la conception de l'organisation du monde de l'époque : des souffles omniprésents déterminaient la santé et aussi la croissance ou la mort.

Des sources suffisantes

Les sources issues de fouilles sont nombreuses. Le premier papyrus médical trouvé, aujourd'hui conservé au musée de Berlin, fut mis au jour dans la nécropole de Saqqarah et publié en 1863, donc bien après la mort de Champollion (1832). Ce papyrus de Berlin date du règne de Ramsès II (vers 1200 avant notre ère). Des documents souvent plus anciens apparurent par la suite, au cours de fouilles clandestines ou officielles : parmi ceux-ci, les deux plus importants sont les papyrus Ebers et Smith. Ces deux papyrus, qui datent de -1550, auraient fait partie d'une seule trouvaille (clandestine, vers 1860, dans la nécropole de Ramsès II, à

Thèbes) qui comprenait aussi le papyrus mathématique Rhind, lequel témoigne de la plus ancienne utilisation connue du calcul décimal. Les deux papyrus médicaux furent acquis par l'Américain Edwin Smith, grand amateur d'antiquités qui vivait alors à Louqsor. Smith garda pour lui le papyrus qui porte maintenant son nom, un traité chirurgical que James Henry Breasted publia bien plus tard, en 1930. Smith vendit à l'égyptologue allemand Georg Ebers le plus long des deux papyrus médicaux.

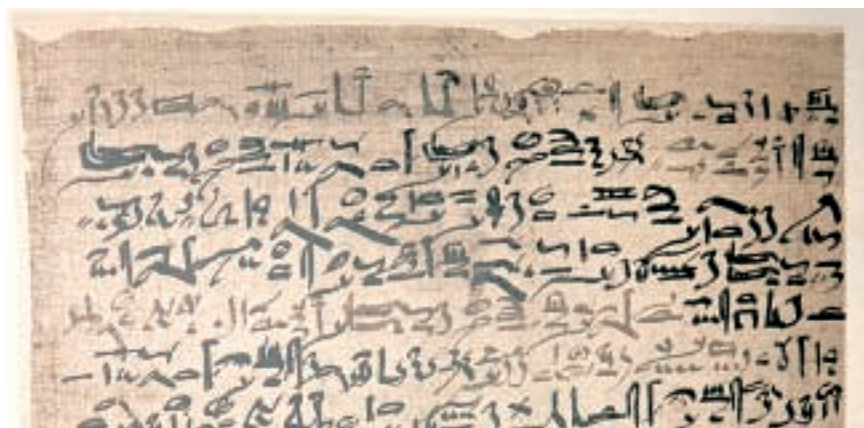
Le papyrus Ebers est un manuel qui donne la liste des signes pathologiques rencontrés par un médecin dans son exercice quotidien. C'est le document majeur pour l'étude de la pensée médicale de l'époque. Le traité chirurgical du papyrus Smith est d'un abord plus direct, car il traite de lésions et de traumatismes qu'un médecin d'aujourd'hui peut reconnaître, mais il ne donne pas une vision claire des connaissances médicales égyptiennes.

Un autre document qui provient de fouilles officielles, le papyrus trouvé à Kahun, écrit pendant le Moyen

1. CETTE PEINTURE découverte sur les parois de la tombe d'Ippou (un chef des sculpteurs de la XX^e dynastie, -1100), à Thèbes, montre des ouvriers qui construisent une estrade funéraire. Elle illustre quelques accidents de travail. En bas, à gauche, un ouvrier ayant reçu un éclat de pierre dans l'œil se fait soigner par un oculiste (a) ; la trousse de l'oculiste est au-dessus de sa tête (b). Au milieu, à gauche, un ouvrier reçoit un maillet sur le pied (c). En haut, à droite, un médecin remet une épaule démise (d).

Empire égyptien (vers -1850), est le plus ancien traité de gynécologie connu. Le papyrus Ebers et le papyrus de Berlin détaillent aussi des remèdes pour les maladies des femmes, des pronostics pour le déroulement de la grossesse, mais aucun ne traite ces sujets aussi systématiquement que le papyrus de Kahun.

Enfin, en 1989 fut publié le papyrus de Brooklyn, dont on ignore la provenance. Édité par Serge Sauneron dans les collections de l'Institut français d'archéologie orientale, il date de la XXX^e dynastie ou bien du début de l'époque ptolémaïque (-300). Sa publication révèle les grandes facultés d'observation des anciens Égyptiens. Le papyrus comprend deux parties. La première classe près de 40 serpents selon des critères d'identification précis, qui montrent une connaissance approfondie des différents reptiles, de leurs mœurs, du



2. LE PAPYRUS SMITH, découvert en 1860 à Thèbes, est un manuel chirurgical d'une vingtaine de pages qui permet au médecin d'agir face à des blessures caractéristiques. Ce passage du papyrus se rapporte au traitement d'une luxation de la mâchoire inférieure : «Si tu procèdes à l'examen d'un homme atteint d'un déboîtement de la mandibule, et que tu constates que sa bouche est ouverte, sa bouche étant incapable de se fermer, tu devras placer tes pouces aux extrémités des deux griffes de la mandibule, à l'intérieur de sa bouche, et tes autres doigts sous son menton. Tu feras aller les griffes vers le bas de sorte qu'elles soient remises en place. Tu diras à ce sujet : "Un homme atteint d'un déboîtement de la mandibule, un mal que je peux traiter." Tu devras le panser avec de l'irmou, du miel, chaque jour, jusqu'à ce qu'il aille bien.

