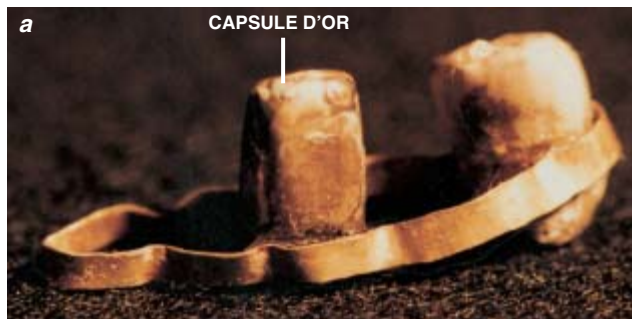


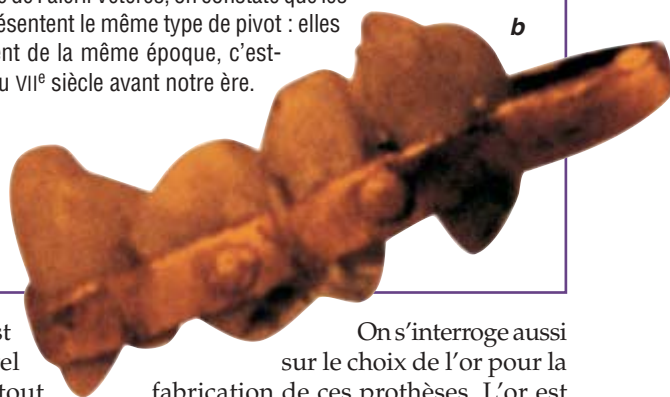
Les prothèses de Satricum et de Palestrina



La prothèse de Satricum (a) est une prouesse technique odontologique : dans l'attelle destinée à entourer quatre dents de l'arcade mandibulaire, une capsule d'or a été introduite par soudure. Cette capsule, haute de 10 millimètres, pèse 1,2 gramme ; elle a été obtenue en combinant deux facettes qui s'adaptent exactement sur une incisive latérale inférieure. Une analyse par fluorescence aux rayons X a mis en évidence la présence de points de soudure à l'argent. De plus, les bords de la cavité de la dent naturelle sont façonnés. On peut suivre des sillons qui évoquent de probables soins dentaires au moyen de curettes, en vue d'une possible obturation. La capsule d'or qui se substitue à la dent manquante, les soudures faites à l'argent et la présence de deux stries profondes évoquent une cassure ou une sensation d'inconfort qui auraient obligé l'«odontologiste» à modifier l'appareil. Déposée auprès du

Musée archéologique national de Villa Giulia, la dent daterait du VII^e ou du VI^e siècle avant notre ère. Le principe d'une capsule d'or posée à la surface ou à la place d'une dent sera redécouvert par Girolamo Fabrizio D'Acquapendente (1533-1619), mais pratiqué avec succès seulement un siècle plus tard par le chirurgien dentiste Pierre Fauchard (1678-1761).

La prothèse de Palestrina (b) présente trois dents dont une incisive centrale fracturée longitudinalement, sans reste de crâne. Sur un cerclage de quelque trois millimètres de hauteur, qui enserre les dents centrales de la mâchoire supérieure, des anneaux minces de séparation ont été exécutés et deux petits pivots en or remplacent des incisives au centre et sur le côté. Le façonnage de la prothèse montre qu'elle se substituait à deux dents, perdues naturellement ou peut-être extraites. Elle est conservée au Musée archéologique national de Villa Giulia. Quand on la compare à la prothèse de Falerii Veteres, on constate que les deux présentent le même type de pivot : elles dateraient de la même époque, c'est-à-dire du VII^e siècle avant notre ère.



locale commence dès le Premier Âge du fer, vers le X^e siècle avant notre ère, comme l'attestent les éléments d'ornementation retrouvés dans les sépultures de cette période. L'orfèvrerie se développe en Étrurie au début du VII^e siècle avant notre ère, quand sont introduites, grâce au développement des échanges avec l'Orient méditerranéen, des nouvelles techniques : par exemple la granulation ou le filigrane obtenus en soudant de fins fils d'or ou de petites sphères d'or microscopiques. On a ainsi retrouvé une coupe de cette période sur laquelle était soudée plus de 137 000 de ces petites sphères d'un diamètre moyen de 0,3 millimètre.

Même si, dans l'Antiquité, l'or n'a jamais été un métal disponible en grande quantité, le nombre d'objets retrouvés dans les tombes de la région montre qu'une opulente aristocratie étrusque avait un accès facile aux métaux précieux. Ces réseaux commerciaux étaient peut-être alimentés par les gisements localisés dans la partie septentrionale de l'Italie, entre les Alpes et le Pô. Ces gisements sont mentionnés par des auteurs classiques, notamment par Pline l'Ancien (23-79).

L'or était extrait soit du sable des cours d'eau, sous forme de pépites ou de paillettes, soit directement des filons aurifères affleurant dans la roche. L'or

natif n'est jamais pur : il est sous forme d'alliage naturel avec d'autres métaux, surtout l'argent. Son extraction ne nécessitait pas, alors, de techniques complexes, de sorte que l'or a été l'un des premiers métaux utilisés par l'homme : on en retrouve des traces dans la nécropole bulgare de Varna, qui date de près de 6 500 ans. Les prothèses étrusques qui ont été examinées sont considérées comme datant d'une période où les techniques métallurgiques étaient déjà bien maîtrisées, ce qui semble quelque peu en désaccord avec le caractère exceptionnel de ces pièces. Toutefois, cette rareté tient, d'une part, aux pratiques d'incinération et, d'autre part, à la fragilité de ces prothèses que l'on identifie avec certitude seulement quand elles sont encore liées aux dents, lesquelles doivent avoir été conservées en connexion anatomique.

Gaspare BAGGIERI est professeur d'histoire de la médecine dans le Service de recherche anthropologique et paléontologique du Ministère de la Culture, à Rome. Marina di GIACOMO, docteur en lettres et en histoire, travaille avec G. Baggieri.

C. GIARDINO et al., *EDXRF and metallography for in situ simultaneous analysis of archeological metals artefacts*, in *5th Inter-*

On s'interroge aussi sur le choix de l'or pour la fabrication de ces prothèses. L'or est la marque d'un statut social élevé, tout en ayant une certaine valeur magique, ce qui en fait le matériau idéal pour les bijoux ou les amulettes destinées aux personnes de haut rang. Il résiste bien à la corrosion de la cavité buccale, ce que ne font pas d'autres métaux ou alliages, tels les alliages de cuivre et de fer. Les alliages d'or sont très stables, ce qui est une raison de leur compatibilité avec les tissus biologiques. Les prothèses découvertes en Étrurie peuvent même être considérées comme la preuve que l'on avait découvert, sans doute fortuitement, que ce métal est biocompatible.

Au crépuscule de leur civilisation, les Étrusques avaient-ils pressenti que le silence, dans lequel ils allaient plonger, était d'or?

national Conference on non destructive testing, microanalytical methods and environmental evaluation for study and conservation of works of art, Budapest, 1996.

C. GIARDINO, *Archeometallurgia*, éditions Laterza, Bari, 1998.

G. BAGGIERI, *Appointment with an Etruscan Dentist*, in *Journal of the Etruscan Studies Foundation*, vol. 6, pp. 33-42, 1999.

Propulsion sous-marine

STEVEN ASHLEY

Des torpilles se déplacent sous l'eau à plusieurs centaines de kilomètres par heure dans un flot de bulles de gaz qui réduit notablement les frottements du liquide sur le métal.

par supercavitation



Août 2000, mer de Barents, Norvège : le sous-marin russe *Koursk* K-141 sombre après que deux explosions ont éventré la coque du navire ; le bruit court que l'accident est dû à des essais menés sur un nouveau type de torpilles ultrarapides. Quelques mois auparavant, un homme d'affaires américain, Edmond Pope, avait été arrêté et accusé d'espionnage ; il aurait tenté d'acquiescer les plans de nouvelles armes sous-marines. On ignore les détails tant de l'accident que de l'affaire d'espionnage, mais l'un et l'autre seraient liés au développement d'une technique d'avant-garde, qui permettrait aux armes et aux sous-marins de se déplacer en immersion à plusieurs centaines de kilomètres par heure, voire d'aller plus vite que le son dans l'eau. Aujourd'hui, la vitesse maximale ne dépasse pas 130 kilomètres par heure.

Les principales puissances navales semblent toutes développer ce type d'armes et de sous-marins ultrarapides, fondés sur le phénomène de la supercavitation, qui se produit lorsqu'on immerge un objet dans un écoulement liquide rapide. Des bulles de gaz se forment tout autour, ce qui diminue les frottements puisque le liquide ne mouille presque plus l'objet. Les systèmes à supercavitation constituent un bond en avant en matière de combat naval, comparable à ce qui s'est passé dans les airs, quand les avions à réaction ont remplacé les avions à hélices.

Bien que les fonds alloués à la recherche sur la supercavitation soient officiellement modestes, la liste des

armes et des vaisseaux de guerre potentiels fondés sur la supercavitation est longue. Elle comprend des balles sous-marines destinées à faire exploser des mines, des bateaux, voire des avions ou des hélicoptères volant à faible altitude ; des torpilles antivaissseau et antitorpille ; des armes de grande taille qui visent à mettre fin à un combat entre deux sous-marins ; des petits vaisseaux de surface ultrarapides et, enfin, des missiles sous-marins nucléaires destinés à neutraliser une flotille aéronavale complète.

L'utilisation de la supercavitation pourrait modifier notablement la stratégie militaire. Certains experts de la marine américaine y voient la fin des combats sous-marins classiques, où deux navires jouaient au chat et à la souris : les futurs affrontements ressembleraient plus aux combats aériens, avec des petites unités rapides et bruyantes, lancées à la manière des avions de chasse sur les porte-avions par des « porteurs sous-marins » géants. De telles armes seraient efficaces contre le système de défense antimissile du programme américain de « guerre des étoiles ». Une torpille ou un missile à supercavitation à plusieurs étages et à longue portée équipé d'ogives nucléaires serait tiré sous l'eau, effectuerait un long parcours sous-marin, puis surgirait des eaux côtières à proximité de leur cible sans que les systèmes de défense aériens ou spatiaux aient le temps de réagir.

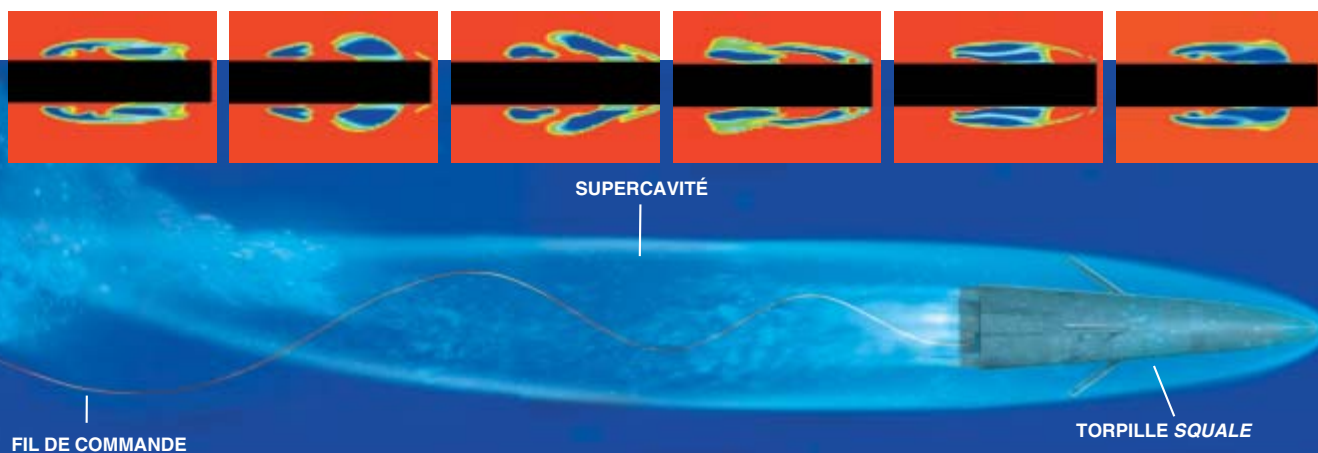
Nous savons qu'une arme à supercavitation – au moins – existe depuis de nombreuses années. En 1977, après plus d'une décennie de recherches et

de développements, la marine soviétique a ajouté à son arsenal une torpille propulsée par un moteur de fusée, nommée *Squale*, qui se déplace dans l'eau à plus de 360 kilomètres par heure à l'intérieur d'une cavité de gaz produite par le missile lui-même. Bien que ce missile sous-marin à tête nucléaire soit rudimentaire et d'une efficacité limitée, la découverte de son existence au début des années 1990 a contraint les puissances militaires occidentales à s'intéresser à la supercavitation.

Les instances civiles s'y intéressent aussi et savent que l'on ne mènera à bien les projets d'engins à supercavitation qu'en résolvant toutes les difficultés techniques, écologiques... et financières, sans compter les problèmes que cela poserait à la navigation. Aujourd'hui, la technique n'en est qu'à ses débuts, au stade où en était l'aviation, il y a une centaine d'années, après les premiers vols sur un avion à deux hélices des frères Wright, à ceci près que l'on connaît mieux la physique de la supercavitation que l'on ne connaissait alors l'aérodynamique.

Un voyage dans une bulle

La propulsion d'un objet dans l'eau – comme tout nageur a pu le constater – demande un effort considérable. Le frottement y est 1 000 fois plus important que dans l'air et la force de frottement augmente avec la vitesse. Pour que les bateaux fendent efficacement les lames, architectes et ingénieurs du génie maritime dotent les bâtiments de



Philip Howe/Artem State and photo

1. MODÉLISATION DU FLUX DE L'EAU lors d'un phénomène de supercavitation. Lorsqu'un objet avance très vite dans l'eau, la pression diminue tout autour de lui. À des vitesses de l'ordre de 180 kilomètres par heure, la pression diminue suffisamment pour que l'eau se dissocie en vapeur, formant une bulle géante de gaz derrière l'objet : c'est le phénomène de cavitation. La supercavitation se produit quand l'engin est totalement emprisonné dans

cette bulle de gaz. Certaines torpilles, tel le *Squale*, créent une supercavité ellipsoïdale (*en bas*). Sur la modélisation (*en haut*), l'eau est rouge et la vapeur bleue ; l'écoulement va de la droite vers la gauche. Sur ce modèle, on observe une cavitation partielle et un décollement de la cavité provoqué par la remontée à contre-courant le long de la surface de l'objet d'un film de liquide ; il y a décollement quand ce film atteint l'avant de l'objet.