

Le port romain de Cosa

À l'apogée de sa grandeur, vers l'an 100 avant notre ère, Cosa était une colonie importante, avec un port protégé par une digue, une fabrique d'amphores, des installations piscicoles et viticoles et un système d'adduction d'eau. Une seule famille détenait le pouvoir.

par Anna McCann

Les ports étaient jadis beaucoup plus importants qu'aujourd'hui, car les communications et le commerce se faisaient essentiellement par voie maritime. Tout transitait par les ports : les marchandises, les personnes, les idées, l'argent. Or les archéologues se sont peu intéressés aux ports, et, depuis l'invention du scaphandre autonome, en 1942, on a surtout étudié les épaves, qui gisent sur les fonds marins ; la fouille d'un port antique, par toutes les méthodes de l'archéologie moderne, constitue un événement important. Or depuis 22 ans, une équipe d'archéologues, de géologues et de techniciens, étudie le site du port romain de Cosa.

Durant la dernière période de la république romaine, aux deuxième et premier siècles avant notre ère, Cosa était un des principaux ports du bassin occidental de la Méditerranée. Sa richesse était due à un complexe commercial remarquable, comportant un port abrité par une digue, un phare, une pêcherie, des ateliers produisant des amphores, du vin et des produits poissonniers, et un système d'élévation et de distribution de l'eau de source. La plupart de ces installations appartenaient probablement à une seule famille, celle des Sestius, qui semble avoir promu le développement des techniques les plus modernes de l'époque. On savait que les Sestius avaient joué un rôle politique notable, mais la découverte de leur rôle dans le commerce international était inattendue.

Les fouilles de Cosa nous ont réservé bien d'autres surprises. Il s'avère notamment que Rome s'est lancée dans le commerce international deux siècles plus tôt qu'on ne le supposait. En outre, on a retrouvé à Cosa le plus ancien exemple de béton, à base d'une cendre volcanique, la pouzzolane, ainsi que les vestiges du plus ancien phare romain connu. La lagune située derrière le port avait été aménagée et formait le premier bassin romain de pisciculture à usage commercial. Nous avons aussi découvert les plus anciens vestiges d'un système élevant l'eau d'une source, du

même type que certains mécanismes encore utilisés aujourd'hui au Proche-Orient. Enfin les fouilles de Cosa ont bouleversé l'archéologie romaine, car elles ont permis d'ajouter un nouveau site à la carte des principaux ports antiques.

La fondation de Cosa

Les Romains ont fondé la colonie latine de Cosa en 273 avant notre ère, peu après la conquête des cités étrusques voisines de Vulcie et de Volsinies. À 140 kilomètres au Nord de Rome (une journée de navigation), Cosa était en effet le plus proche site surélevé, surplombant une anse abritée. À l'époque, on naviguait en longeant les côtes et les amers signalant les endroits dangereux qu'il fallait contourner étaient indispensables ; le promontoire de Cosa permettait aux navires en route vers les côtes de la Gaule et de l'Espagne, de contourner sereinement la péninsule d'Argentario, située au Nord-Ouest de la cité. Le contrôle du site de Cosa était donc vital pour la défense et le commerce maritime, à l'échelle du bassin occidental de la Méditerranée.

La première moitié du troisième siècle avant notre ère, lorsque la colonie de Cosa fut fondée, fut une période cruciale pour Rome : par leur conquête des territoires étrusques, au Nord, et grecs, au Sud, les Romains contrôlaient la totalité de la péninsule italienne. S'attaquant alors à la suprématie maritime de Carthage, au cours des trois Guerres puniques, Rome s'imposa au milieu du deuxième siècle avant notre ère, comme la principale force maritime et commerciale du monde méditerranéen. Le succès de cette politique d'expansion est dû pour une grande part à l'établissement, sur la côte tyrrhénienne, de colonies dont on connaît depuis longtemps le rôle défensif. Toutefois les fouilles de Cosa montrent que la rivalité commerciale avec Carthage a aussi joué un rôle important dans la fondation de ces colonies.

L'importance des activités commer-

ciales de Cosa éclaire d'un jour nouveau cette colonie qui s'étendait sur plus de 30 kilomètres le long d'une partie de la côte toscane, appelée aujourd'hui la Maremme. La colonie ne se limitait pas au seul port, mais comprenait aussi une ville fortifiée, sur le promontoire, derrière le port et en partie excavée. Fouillée à partir de 1948, cette ville constituait manifestement le centre civique et religieux de l'ensemble de la colonie ; lorsque personne ne soupçonnait l'existence du port de Cosa, en contrebas, on l'a longtemps considérée comme le pôle d'activité de toute la région. Il s'avère aujourd'hui que *Portus Cosanus*, le port de Cosa, était le véritable centre économique de la colonie et la source de ses richesses.

Le port de Cosa s'est développé parce qu'il bénéficiait des seules sources d'eau douce de la région. Alors que le port voisin d'Hercules (actuellement Port'Ercole), sur la péninsule d'Argentario, ne pouvait compter que sur l'eau de pluie, celui de Cosa disposait d'une quantité abondante d'eau potable pour les bateaux, les marins et un certain nombre d'activités industrielles (fabrication d'amphores, salaisons, industries vinicole et piscicole). Au cours de nos recherches, nous avons dégagé la source principale, qui débite 1500 litres par minute. À en juger par la quantité de céramique brisée retrouvée à proximité, cette source devait être utilisée par les habitants de toute la région.

Essayons maintenant de reconstituer le complexe de Cosa tel qu'il se présentait au moment de son apogée, vers l'an 100 avant notre ère. Le port lui-même était l'élément central du complexe ; il avait été aménagé par les ingénieurs romains qui avaient protégé le site par une digue de 110 mètres de long et de 70 mètres de large. Construite avec des blocs de rochers extraits des falaises qui surplombent le port, cette digue est aujourd'hui ensablée et immergée, mais elle devait être émergée à l'époque romaine ; elle brisait les vagues se dirigeant vers le port, tout en laissant circuler les courants marins entre les blocs, afin d'éviter l'ensablement qui

montre un comportement adaptable, est celui des disques imaginaux d'insectes. Ces disques sont des assemblages de cellules qui se métamorphosent en différents attributs chez l'adulte (aile, patte, organes génitaux...). Lors du développement du disque, il y a formation séquentielle de compartiments (antérieur/postérieur, dorsal/ventral, aile/thorax...). S. Kauffman a observé que l'apparition des lignes de démarcation entre les différents compartiments ressemblait à l'apparition des lignes nodales de motifs successifs telles qu'elles peuvent être observées dans la modélisation d'une ellipse dont la taille croît de façon monotone. Si cette interprétation est correcte, il s'agirait là d'un cas précis de mesure de la taille d'un système par un mécanisme de diffusion-réaction. J.-P. Kernevez et B. Bunow ont également montré, à partir du même modèle, que la forme et la stabilité des taches dépendaient de façon critique de la géométrie du domaine.

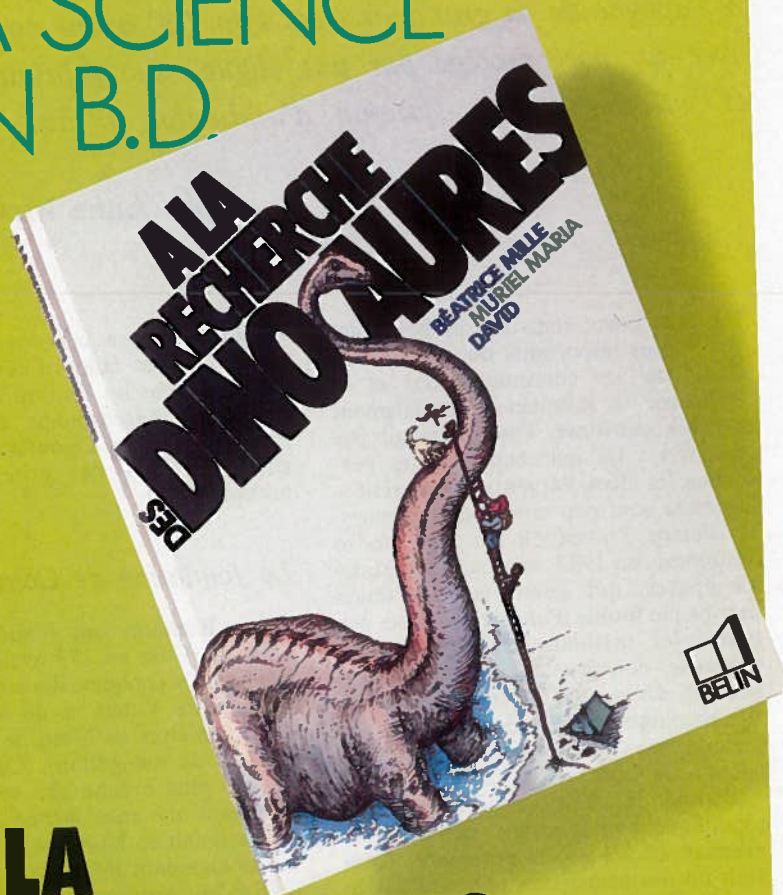
Le travail de J. Murray sur les taches du pelage des animaux montre comment les facteurs d'équilibre et les facteurs cinétiques peuvent être tous deux présents dans un même exemple de structurations spatiales. De plus, cette étude sous-tend le problème du « bandes contre taches » qui, selon toutes vraisemblances, devrait prendre une importance croissante dans la distinction des propriétés spécifiques de divers modèles, et leur adéquation face à l'expérimentation.

Comparativement aux études faites sur des organismes ou embryons, restituées dans un modèle ou une théorie, peu d'études s'intéressent à des systèmes artificiels – modèles dirons-nous – parfaitement définis sur le plan cinétique et physico-chimique. L'un des exemples les plus connus est l'ensemble des travaux réalisés avec la réaction de B. Belousov et A. Zhabotinsky. Autour de D. Thomas, et avec l'aide du groupe de mathématiques de J.-P. Kernevez, des structures spatiales en une et deux dimensions sont mises en évidence expérimentalement dans des systèmes enzymatiques couplés à la diffusion des métabolites (substrats et produits).

La théorie de diffusion-réaction a été élaborée dans un nombre suffisamment important de directions pour qu'une interprétation de plus en plus raffinée des phénomènes de développement puisse aujourd'hui être tentée. La recherche scientifique, en particulier dans les domaines où un consensus théorique expliquant les observations n'existe pas, doit susciter un dialogue étroit entre théoriciens et expérimentateurs. Ne serait-ce pas le cas de la morphogenèse ?

J.-F. HERVAGAUT et D. THOMAS
UA n° 523 du CNRS
Université de Compiègne

TOUTE LA SCIENCE EN B.D.



A LA RECHERCHE DES DINOSAURES

BÉATRICE MILLE / MURIEL MARIA / DAVID

Les dinosaures fascinent... à juste titre : certains pesaient plus de 10 tonnes, d'autres mesuraient plus de 25 mètres de long, d'autres encore étaient comme des poules, avec des dents ! Le règne des dinosaures fut considérablement plus long que celui des mammifères, et nos ancêtres sont à chercher parmi ces organismes archaïques et étranges. Leur disparition, enfin, est un mystère.

Où trouve-t-on les restes de ces monstres anciens ? Quels renseignements en tire-t-on ? Répondre à ces questions, c'est participer à la prodigieuse aventure de la paléontologie.

Une aventure à laquelle Mélanie et Alban nous convient à leur façon... humoristique.



Bon de commande : encart page 94 A

menace tous les ports. Selon John Lewis, responsable des travaux d'excavation, ces constructions sont le fait d'ingénieurs expérimentés, connaissant parfaitement les courants et les systèmes de vagues locaux.

Le complexe portuaire

Les Romains avaient bâti des pontons sur de solides piliers de maçonnerie ; trois piliers dépassent encore de l'eau, alors que deux autres, construits sur la digue sont maintenant submergés. Les pontons servaient naturellement à l'accostage et au mouillage des bateaux, mais ils protégeaient aussi un bassin intérieur plus petit. Ils étaient construits avec un béton à base de pouzzolane, mélangé à des morceaux de chaux, de tuf (une roche volcanique) et à des fragments d'amphores. La pouzzolane est une cendre volcanique pulvérulente ; mélangée avec de l'eau et de la chaux, elle forme un ciment solide, qui prend aussi bien dans l'eau douce que dans l'eau de mer. C'est la découverte de la pouzzolane près de Naples, au troisième siècle ou au début du deuxième siècle

avant notre ère, qui a permis aux Romains de s'imposer comme les plus grands bâtisseurs de ports du monde méditerranéen antique. Les pontons de Cosa sont les plus anciennes applications connues de cette technique.

L'extrémité Est de la digue délimitait le seul chenal par lequel les bateaux pouvaient atteindre les pontons. La profondeur du chenal atteignait six mètres, ce qui permettait aux navires marchands romains de 20 mètres de long de mouiller à l'abri ; les embarcations plus petites étaient amarrées à la digue et aux pontons, ou tirées sur le rivage ; enfin des pontons flottants avaient probablement été établis. Le chargement et le déchargement des navires s'effectuaient au moyen de charlands et de petits bateaux, et peut-être aussi avec des grues, lorsque les bateaux étaient amarrés aux pontons ; des hommes portaient les amphores sur leurs épaules entre le rivage et les petits bateaux ancrés en eau peu profonde.

Le phare est un édifice banal, mais celui de Cosa n'a été construit qu'au moment de l'apogée du port. Invené à Alexandrie au troisième siècle avant notre ère, le phare fut adopté par les

Romains. Nous n'avons trouvé aucune trace d'un phare durant les premières années de Cosa : il apparut plus tard, quand l'activité commerciale du port culmina. Selon Paola Zancani Montuoro, de Naples, une maquette en terre cuite de phare, retrouvée à Vulci et datée de la fin du deuxième siècle avant notre ère, est la reproduction du phare de Cosa ; si l'on se fonde sur cette maquette, on calcule que le phare devait atteindre 30 mètres de haut, sur une base carrée de cinq mètres de côté. Il se trouvait sur le pilier numéro 5, à l'extrémité de la digue.

Cosa était un complexe portuaire trop développé pour un usage privé, et son rôle commercial est évident. Aucune inscription ne nous révèle le nom des personnes qui l'ont construit et géré, mais les nombreux fragments d'amphores retrouvés nous ont apporté certaines informations à ce sujet : les amphores romaines portaient fréquemment une marque de fabrique, et l'étude des fragments indique qui régnait sur le commerce de Cosa. Elizabeth Lyding Will, de l'Université de Amherst, a étudié le millier de fragments d'amphores répertoriés, et a conclu que la



1. L'ANSE DE COSA est aujourd'hui dominée par un promontoire calcaire qui défendait le port et servait d'amer. Ces deux atouts furent à l'origine du choix du site de Cosa, pour la fondation d'une colonie,

en l'an 273 avant notre ère. On voit sur cette photographie les vestiges de trois piliers de béton construits par les Romains lorsqu'ils ont aménagé cette anse naturelle ; ces piliers soutenaient un ponton.

famille Sestius régnait sur Cosa, à l'époque de son apogée commerciale : 86 pour cent des fragments retrouvés portent son estampille.

Les récipients dont proviennent ces fragments servaient à transporter les denrées par bateau, dans l'Antiquité classique ; ces amphores étaient pratiques, car on pouvait y placer des liquides, des fruits et diverses autres denrées, tout en répartissant cette cargaison dans des récipients manipulables par un seul homme : sans installations mécanisées de chargement et déchargement, cette propriété était indispensable. La famille Sestius disposait certai-

nement d'une manufacture d'amphores à Cosa, car l'analyse des fragments d'amphores montre qu'elles étaient faites en argile rouge de Cosa. Nous n'avons pas retrouvé les vestiges de cette manufacture, mais elle devait se trouver sur le sable, derrière le port.

Les Sestius

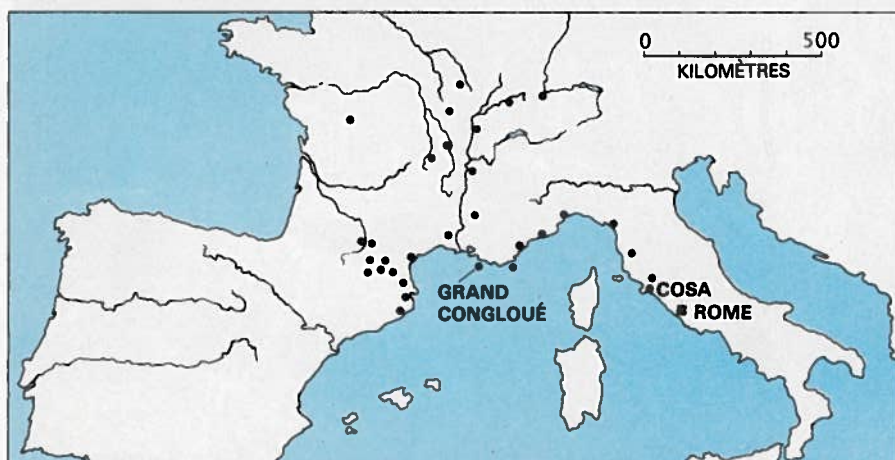
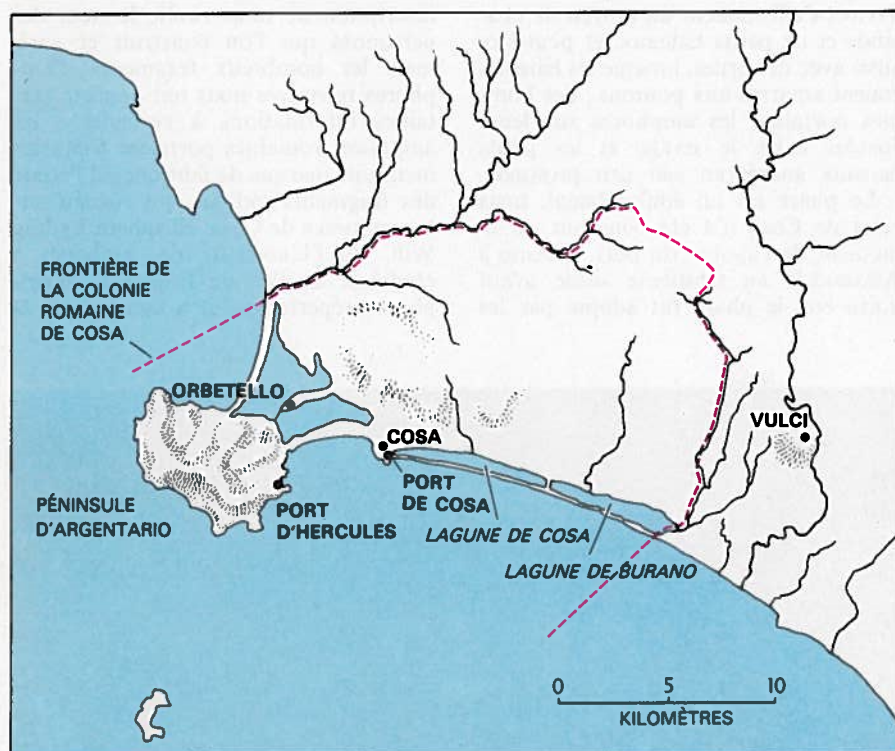
La famille Sestius résidait à Cosa, où était établie leur manufacture d'amphores et d'où leurs produits étaient exportés par bateau vers de très nombreuses destinations : des fragments

d'amphores portant la marque de fabrique des Sestius ont été retrouvés dans plus de 30 autres sites de l'Ouest de la Méditerranée, et même à l'agora d'Athènes. Les Sestius ont d'abord exporté du vin, ainsi que l'indiquent des inscriptions peintes sur les amphores, mais Cicéron a écrit qu'ils possédaient également une exploitation agricole à Cosa ; il est probable qu'ils y faisaient cultiver la vigne produisant le vin qu'ils exportaient. Ils l'échangeaient probablement contre des métaux et des esclaves qui allaient travailler dans les manufactures des Sestius.

Un des sites les plus connus où l'on a retrouvé des amphores portant la marque des Sestius est celui du Grand Congloué, un îlot rocheux proche de Marseille et où deux navires marchands romains ont sombré. L'épave la plus importante, fouillée par Jacques-Yves Cousteau, a coulé vers l'an 100 avant notre ère, à l'époque de l'apogée commerciale de Cosa ; elle transportait 1200 amphores de vin de Sestius. Une telle quantité ne pouvait provenir que d'une entreprise de l'importance de celle qui existait à Cosa. Depuis 1952, date à laquelle l'épave du Grand Congloué fut découverte, on s'interrogeait sur le port d'attache ; on sait aujourd'hui que ce navire venait du port des Sestius.

Son chargement d'amphores indique que les Sestius, pour pratiquer le commerce à grande échelle, avaient développé des techniques de production industrielle : la plupart des 1200 amphores de l'épave étaient du même type, le type 4a de la classification de Will. Elles mesuraient environ un mètre de haut et contenaient 26 litres de vin ; leur forme allongée, avec deux grandes poignées verticales attachées à un col long et étroit, offrait à la fois une importante capacité et une grande facilité de manipulation. Ce type d'amphores était le plus répandu à la fin du deuxième siècle avant notre ère ; 70 pour cent des fragments trouvés dans le port de Cosa sont de types 4a et 4b, qui désignent des amphores semblables. En fait, les amphores du type 4 étaient les récipients les plus utilisés pour le vin durant toute la période républicaine de Rome.

Les méthodes de production et la situation de monopole des Sestius semblent bien modernes ; il en est de même pour un autre aspect de leurs activités commerciales à Cosa : la diversification. En effet, ces marchands avisés ont astucieusement utilisé les profits tirés de leur commerce de vin pour aménager un important ensemble piscicole. L'existence d'une pêche industrielle sur les côtes de Cosa, à la fin du premier siècle avant notre ère, avait été mentionnée par le géographe grec Strabon, qui note également la présence, sur le promontoire, d'un des trois observatoires de thons de toute la côte tyrrhénienne. Ces observatoires servaient à détecter un



2. LE PORT DE COSA était le centre économique d'une colonie romaine qui s'étendait sur 30 kilomètres le long de la côte sablonneuse tyrrhénienne, à l'Ouest de l'Italie (en haut). Cette colonie comprenait la petite ville fortifiée de Cosa, qui comptait environ 1000 habitants, et le port voisin d'Hercules. Des amphores portant la marque de la famille Sestius, qui a régné sur Cosa pendant deux siècles, ont été retrouvées dans une trentaine de sites de l'Ouest du bassin méditerranéen (points noirs sur la carte inférieure) ; la plupart de ces sites se trouvaient en Gaule.

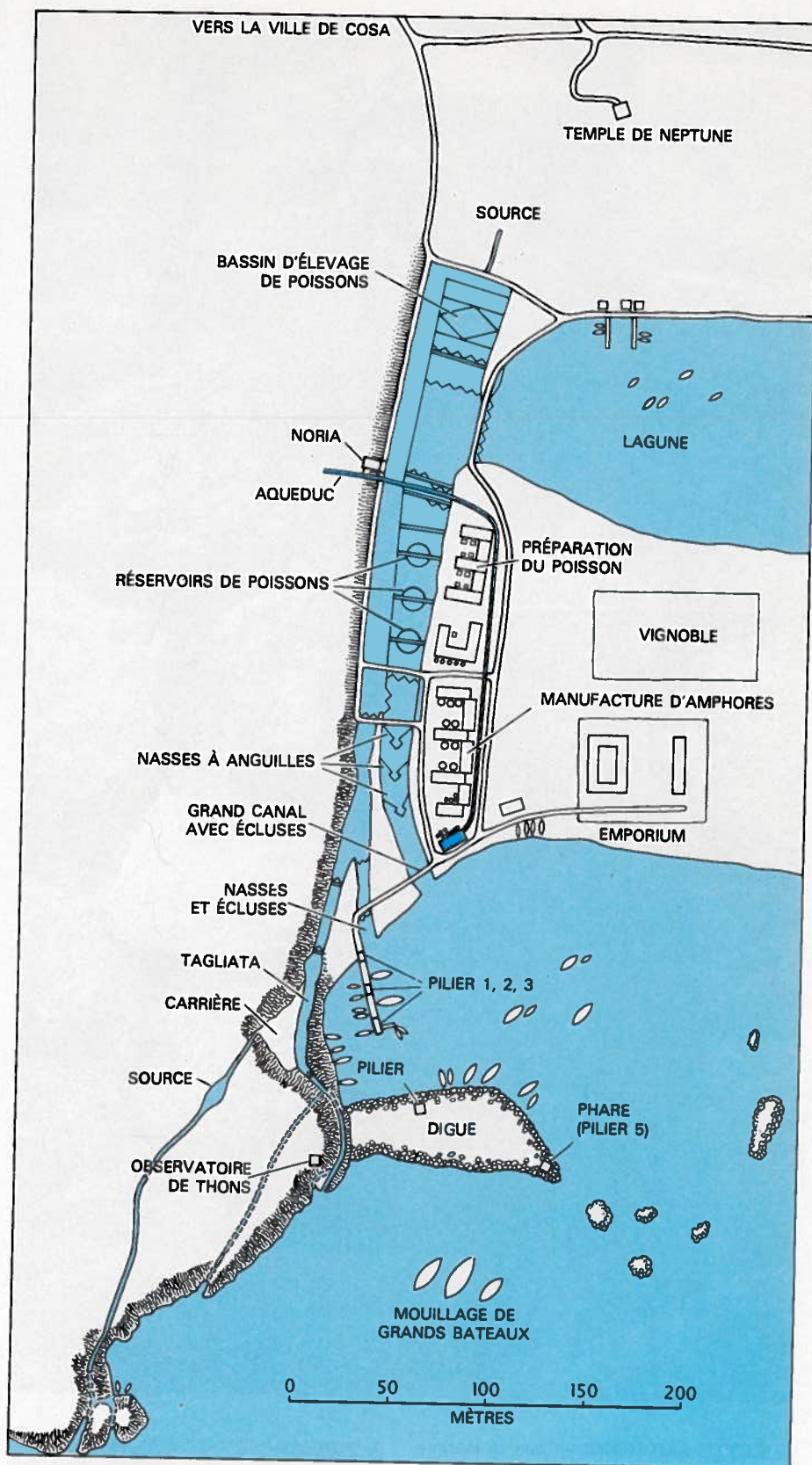
événement très attendu : la migration annuelle des gros poissons vers l'Est, de mai à octobre. La présence de l'observatoire implique l'existence de moyens de transformation pour traiter ces poissons.

Nous ignorons comment le poisson était préparé, car nous n'avons pas retrouvé de vestiges de poissonnerie ou d'installation de salaison. Toutefois le bassin de pisciculture que nous avons découvert dans la lagune située à côté du port atteste l'existence d'une pêche industrielle au premier siècle avant notre ère. Cette lagune contient en effet des réservoirs en béton mesurant plus de 100 mètres de long et couvrant près d'un hectare (à l'Ouest de la lagune). La lagune est aujourd'hui très ensablée, mais, dans l'Antiquité, elle s'étendait sur plus de 25 kilomètres vers l'Est. Joanne Bourgeois, de l'Université de Washington, estime que la lagune atteignait alors 800 mètres de large et cinq mètres de profondeur. Dans toute l'Italie, on ne trouve ce genre de lagunes côtières que dans les régions de Cosa et de Venise ; aujourd'hui encore, elles représentent une des grandes ressources naturelles du pays, et il existe d'ailleurs un bassin de pisciculture actuellement en usage à Orbetello, près de Cosa.

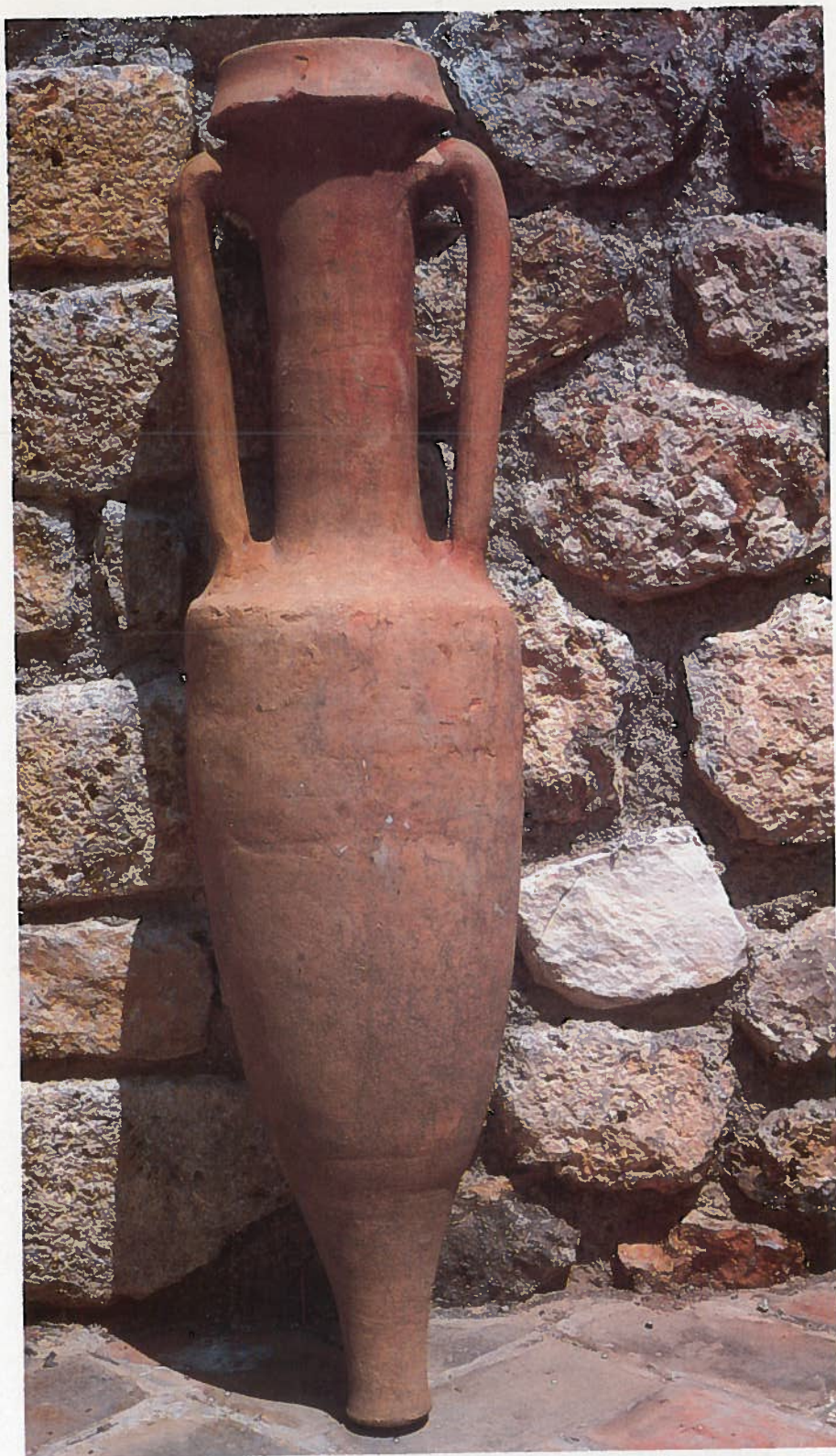
La pisciculture à Cosa

La lagune de Cosa était saumâtre et peu profonde, et sa riche végétation alimentait une faune variée. Il a suffi de quelques aménagements pour en faire un complexe industriel pour l'élevage et la pêche du poisson. Une modification essentielle consistait à assurer une circulation d'eau continue, pour maintenir constantes la température, la concentration en oxygène et la salinité de l'eau. Les premiers occupants de Cosa se sont probablement contentés d'utiliser les canaux naturels coupant la longue barrière de sable qui sépare la lagune de la mer, mais il existait une meilleure solution : le promontoire calcaire était coupé par des fractures naturelles d'où coulait de l'eau douce ; en élargissant et en approfondissant ces fractures, on créait une communication permanente entre la mer et la lagune.

L'une de ces fractures, appelée la Tagliata (coupure), a été spécialement aménagée pour les besoins de la pisciculture. Ce canal, creusé en partie dans le soubassement rocheux, serpente sur 150 mètres avant d'atteindre l'extrémité Sud de l'ancienne lagune. Du côté de la mer, il était équipé d'écluses qui réglaient le flux de l'eau et retenant les poissons venus chercher leur nourriture dans ses anfractuosités. Durant les saisons sèches et à marée montante, l'eau froide de la mer (et des poissons) entraient dans la lagune par la Tagliata ; inversement, durant les saisons pluvieuses et en hiver, elle évacuait dans



3. LE PORT, à son apogée commerciale, était un important complexe industriel assurant la production, le conditionnement et le transport par bateau de deux denrées principales : le vin et le poisson. Le poisson était séché, salé ou conservé dans la saumure ; il provenait d'un bassin de pisciculture établi derrière le port, dans la partie Ouest de la lagune qui avait été aménagée pour former le premier bassin romain de ce genre à usage commercial. Le vin était produit dans des caves situées près du port. Ces deux produits étaient transportés par bateau dans des amphores fabriquées à Cosa. Le port lui-même comprenait un ponton soutenu par une rangée de trois piliers en béton et une digue surmontée d'un phare de 30 mètres de haut. La lagune était reliée au port par des canaux naturels et artificiels.



4. CETTE AMPHORE portant la marque des Sestius appartient au type 4a de la classification Will, le plus répandu sur le site de Cosa. D'environ un mètre de haut et d'une contenance de 26 litres, ces amphores contenaient généralement du vin. Elles portaient la marque de fabrique des Sestius, ici les lettres « SES » et un petit symbole, ici un trident, de Neptune (à droite). Neptune, le dieu des mers et de l'eau douce, était aussi le patron du port. Cette amphore provient de la ville fortifiée de Cosa, qui surplombait le port.



la mer le trop-plein d'eau. Grâce à cet agencement, les Romains pouvaient élever les poissons dans les grands bassins en béton et en produire ainsi jusqu'à 150 tonnes par an.

Ces poissons, capturés et élevés à Cosa, étaient évidemment des mêmes espèces que ceux du bassin de pisciculture actuel d'Orbetello. Plusieurs variétés d'anguilles représentent la moitié de la production : les anguilles remontent les rivières au printemps et les descendent à l'automne et au début de l'hiver, pour frayer en eau profonde. Leur capture se fait – comme dans l'Antiquité – avec des nasses spéciales disposées dans le passage entre la lagune et la mer. Parmi les autres espèces qui peuvent s'élever en lagune, on trouve encore le mullet, le bar et la sole. Les mullets étaient particulièrement appréciés par les Romains qui payaient très cher les plus grands spécimens et préparaient une sauce avec le foie de ces poissons.

Une partie de la production était consommée sur place par les habitants du port, de la ville et des fermes avoisinantes ; l'autre partie était transportée dans des bateaux équipés de grands réservoirs d'eau où l'on conservait les poissons vivants. Cependant les moyens de réfrigération n'existant pas, la plus grande partie de la récolte devait être séchée, salée ou conservée dans la saumure (le poisson ainsi préparé était le constituant principal de l'alimentation des Romains). Le plus prisé – et le plus profitable – des dérivés du poisson était toutefois le garum, une sauce à base d'entrailles de poissons fermentées au soleil, qui était un sous-produit de la salaison ; on le consommait parfois comme une liqueur, mais il servait plus généralement de condiment salé et piquant. Dans son célèbre livre de cuisine, Apicius recensait plus de 350 recettes à base de garum.

Le garum était très demandé, et sa production très rentable : Pliny l'Ancien rapporte qu'une amphore de certains garums valait dix fois plus cher qu'une amphore du vin le plus réputé, et il n'est pas surprenant que les Sestius aient investi dans la production de garum. Parmi les amphores datées de la fin du deuxième siècle et du premier siècle avant notre ère, E. Lyding Will a identifié deux genres qui étaient spécialement destinés au garum ; il est aussi possible que d'autres récipients prévus pour le vin aient été en fait utilisés pour cette sauce si recherchée. De ce point de vue, les fouilles de Cosa nous ont surpris, car on pensait que l'exportation du garum n'avait commencé qu'au premier siècle de notre ère, et en petites quantités seulement.

Il est logique de supposer que les Sestius étaient à l'origine de toutes ces activités piscicoles, mais nous n'en avons aucune preuve écrite ; cependant, les fouilles attestent l'activité des Ses-

tius, surtout dans la période de prospérité du port. En effet, les Sestius marquaient leurs amphores d'un dessin stylisé du phare de Cosa ou de divers symboles de Neptune : un trident, une barre de bateau, une ancre, une arête de poisson, un hameçon ou une branche de palmier. Or Neptune, le dieu des mers, des rivières et des lacs, était aussi le patron du port ; un temple, situé sur une colline derrière la lagune, lui était consacré. Lorsque Cosa est devenue un municipes (c'est-à-dire une cité romaine autonome), en l'an 90 avant notre ère, les Sestius avaient obtenu de la ville une franchise pour l'exploitation de la lagune.

Quels qu'aient été les arrangements passés pour l'exploitation piscicole de la lagune, il fallait l'approvisionner en eau douce. Le port disposait de plusieurs sources, mais il fallait collecter leur eau et la distribuer aux endroits où elle était nécessaire pour les activités quotidiennes. À cette fin, les habitants de Cosa avaient construit un édifice exactement au-dessus de la source que nous avons dégagée au cours de nos fouilles. Ce bâtiment, muni d'une noria élevant l'eau jusqu'à un aqueduc, alimentait l'ensemble du port. Après le déclin du port de Cosa, l'aqueduc a été remis en usage pour alimenter une

grande villa construite sur le site. C'est dans les ruines de l'édifice surmontant la source que nous avons fait la découverte la plus originale : des pièces de bois provenant de la noria.

La noria de Cosa

L'utilisation de la noria a débuté au début du premier siècle avant notre ère, à l'apogée commerciale du port de Cosa. Il fallait alors élever l'eau de la source à une hauteur de cinq mètres au-dessus du niveau du sol pour l'amener dans un réservoir ; du réservoir partait un aqueduc qui traversait la lagune en direction de l'Est, jusqu'au port et jusqu'à la zone d'activités commerciales. Cet édifice a ensuite été abandonné, à la fin du premier siècle, puis reconstruit environ 100 ans plus tard ; cette fois, il montait l'eau sur une hauteur de 13 mètres, et la déversait dans une grande citerne, à l'Ouest.

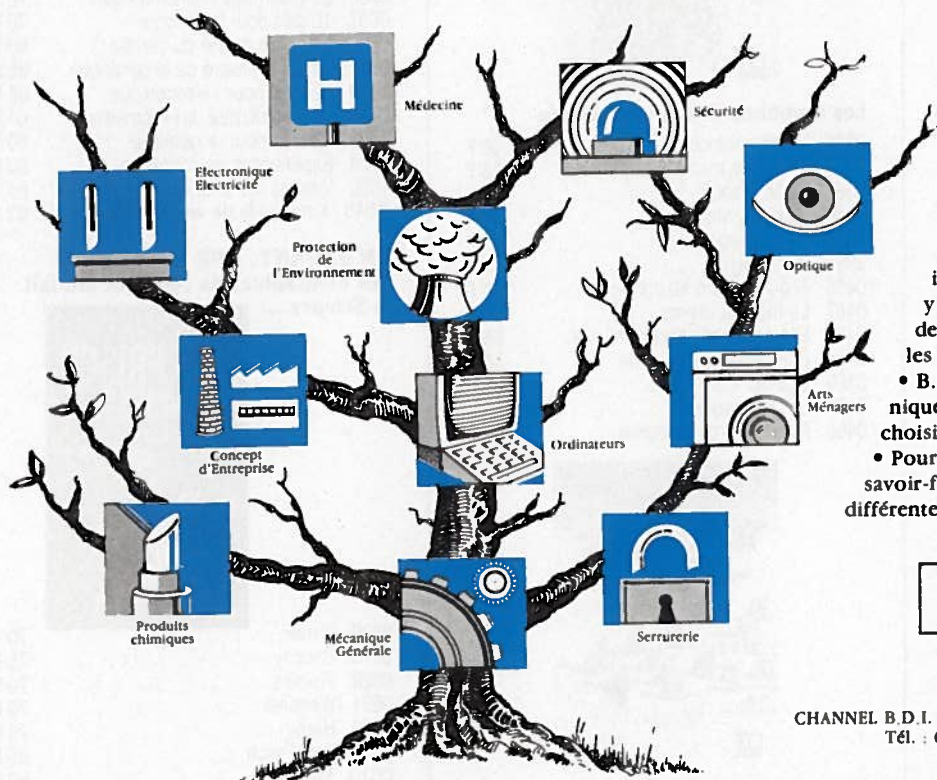
Cette seconde construction a brûlé vers l'an 150 de notre ère, mais certaines pièces de la machine sont tombées dans le local de la source, où elles se sont conservées jusqu'à ce que nous les retrouvions, près de 2000 ans plus tard. Comme il semble que le mécanisme n'ait pas évolué au cours des 250 années

d'utilisation, ces pièces donnent une bonne indication du fonctionnement de la machine dans ses deux versions. John Oleson, de l'Université de Victoria, a déblayé l'édifice abritant la machine élévatrice et reconstitué certaines parties (voir la figure 6).

L'ensemble du mécanisme était fondé sur une paire de roues dentées en bois, l'une horizontale et l'autre verticale. Ces deux roues s'engrènaient, de sorte qu'en tournant la roue horizontale (à l'aide d'une longue barre), on entraînait la roue verticale solidaire d'une troisième roue sur laquelle était fixée une chaîne de godets. Les godets écopaient l'eau de la source et la vidaient dans un petit bassin, à leur passage au sommet de la roue. Ce mécanisme, vraisemblablement inventé à Alexandrie au troisième siècle avant notre ère, est toujours utilisé dans certaines régions du Moyen-Orient, où il est connu sous le nom de *sakieh* (noria égyptienne). Les vestiges retrouvés à Cosa (des fragments de sept godets et un barreau de la roue portant la chaîne de godets) sont les plus anciennes traces archéologiques de *sakieh*.

L'édifice qui abritait cette noria comportait trois parties situées sur la pente abrupte de la colline. À la base, une plate-forme de béton s'avancé jusque dans la lagune ; contre cette

DÉCOUVREZ LA 1^{re} BANQUE DES INVENTIONS



Ouverte aux sociétés et indépendants, B.D.I. au travers d'informations sur les différents produits vous concernant, vous permet l'accès au dossier commercial propre à chaque offre.

- B.D.I. vous offre également la possibilité de vous tenir régulièrement informé grâce à sa propre revue. Vous y trouverez des reportages et des offres de technologie et d'innovations dans tous les domaines.
- B.D.I. se charge également de communiquer vos dossiers de Presse aux médias choisis.
- Pour tous les offreurs de technologie et savoir-faire, B.D.I. vous conseillera dans vos différentes démarches.



CHANNEL B.D.I. : 4, bd du Maréchal-Leclerc - 91000 ÉVRY
Tél. : 64 97 32 15 - Télex : 601 213 F

plate-forme se trouvait un bassin de 17 000 litres recevant l'excédent d'eau. Une grande structure jouxtant ce bassin supportait et abritait la noria. Selon J. Oleson, la chaîne de godets était formée de deux boucles de corde mesu-

rant chacune 27 mètres, auxquelles 24 godets de bois étaient attachés à intervalles réguliers. Les godets, enduits de bitume à l'intérieur et à l'extérieur, contenaient environ sept litres chacun. L'eau qu'ils remontaient se déversait

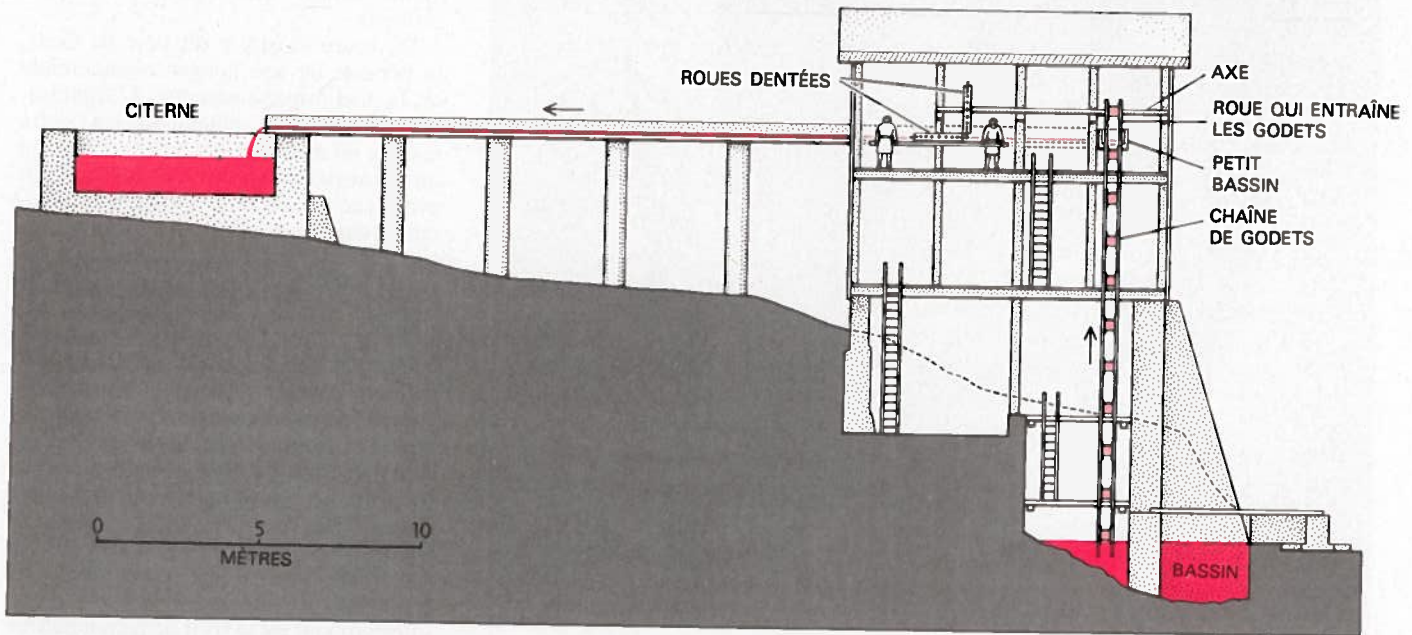
dans un petit bassin, puis s'écoulait dans une citerne d'où elle était acheminée jusqu'à la villa voisine par un réseau de tuyaux en plomb.

La plupart des *sakiehs* actuels sont actionnés par des animaux, mais les



5. CE PILIER DE BÉTON résiste à la mer depuis quelque 2000 ans, dans le port de Cosa. Le mortier utilisé est un mélange de pouzzolane (une cendre volcanique), et de chaux, qui résiste à l'eau douce ou salée. Dans la couche supérieure (la plus claire), la

pouzzolane était mélangée à du calcaire et à des fragments d'amphores ; dans la couche inférieure, plus sombre, on ajoutait du tuf, une roche volcanique résistant bien à l'eau. Les trous correspondent au coffrage dans lequel a été coulé le béton.



6. LA NORIA de Cosa élevait l'eau d'une source naturelle. La machine était probablement actionnée par deux esclaves placés aux extrémités d'une longue barre. Ils entraînaient une roue dentée horizontale, qui en entraînaient elle-même une autre verticale; cette

dernière était reliée par un axe à une troisième roue qui entraînait une chaîne de 24 godets. En passant par dessus la roue, les godets vidaient leur contenu dans un petit bassin. De là, l'eau s'écoulait dans une citerne, puis était distribuée par des tuyaux en plomb.

dimensions de l'édifice de Cosa et la difficulté d'accès à sa partie supérieure, où se trouvait le mécanisme d'entraînement, indiquent qu'on utilisait ici la force humaine. Deux esclaves, criminels ou prisonniers, étaient enchaînés aux extrémités de la barre horizontale et faisaient tourner la roue. Il fallait 45 heures pour remplir la citerne de 127 000 litres.

La noria de Cosa est la plus ancienne machine de ce genre retrouvée à ce jour ; elle est l'unique exemple d'un mécanisme antique élevant l'eau au-dessus du sol : toutes les autres installations connues ne servaient qu'à puiser l'eau des sources souterraines. De plus, parmi tous les godets datant de l'Antiquité, ceux que nous avons retrouvés à Cosa sont les seuls qui soient en bois ; les

autres sont en terre cuite et datent du début du troisième siècle de notre ère.

Lorsque la noria fut reconstruite, dans la deuxième moitié du premier siècle de notre ère, le port de Cosa avait beaucoup changé : ce n'était plus un grand centre industriel et commercial, mais un lieu d'importation de produits de luxe destinés aux riches habitants des propriétés environnantes. Les navires marchands, les marins, les ouvriers avaient disparu, et avec eux l'activité bourdonnante des temps anciens. Sur le rivage de Cosa apparut l'immense villa mentionnée précédemment, qui appartenait peut-être à l'empereur ou, tout au moins, à une personnalité importante, car c'est pour alimenter les thermes privés de la villa (un élément habituel des grandes habitations romaines) que

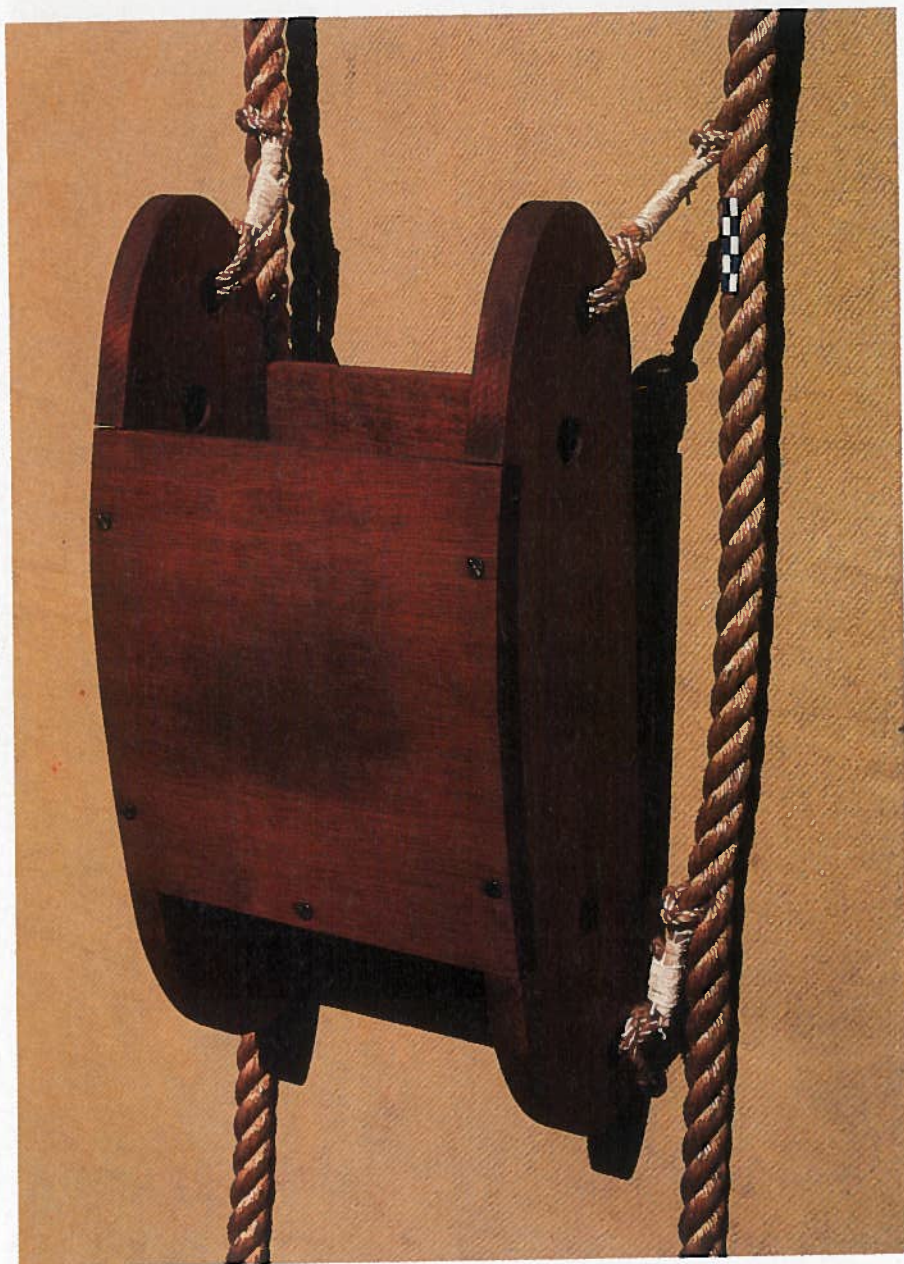
la machine élévatrice a été remise en fonctionnement.

Pourquoi le port avait-il tellement changé ? Sans doute pour plusieurs raisons. L'une d'entre elles est d'origine naturelle : c'est l'ensablement qui menace les ports, notamment sur la côte tyrrhénienne, qui est très sablonneuse. À Cosa, les anciens canaux reliant la lagune à la mer étaient remplis d'un sable gris s'étendant jusque dans la lagune. Selon J. Bourgeois, une grosse tempête ou un raz de marée ont peut-être ensablé complètement le port et une partie des canaux indispensables à la capture du poisson ; un tel événement aurait amplement suffi à réduire l'activité commerciale du port.

Le déclin de Cosa

Par ailleurs, avec l'établissement de l'empire, en l'an 27 avant notre ère, le commerce romain se modifia et le port de Cosa perdit beaucoup de son utilité. Les importations devinrent plus importantes que les exportations, car il fallut d'énormes quantités de céréales pour nourrir la population, et des produits de luxe pour la cour impériale et l'aristocratie. Les ports du Sud de l'Italie, tels que Puteoli ou Ostie, le port impérial de Rome, convenaient mieux pour ce type d'importations. Le port d'Hercules, proche de Cosa, mais qui n'était pas ensablé, suffisait alors au négoce local. C'est pour ces deux raisons, notamment, que le port de Cosa fut désaffecté à la fin du premier siècle avant notre ère ; il ne réapparut que 75 ans plus tard, avec l'imposante villa qu'on construisit en bord de mer, et n'a plus changé jusqu'à sa disparition finale, au troisième siècle de notre ère (en même temps que tombait l'empire romain).

De toute l'histoire du port de Cosa, la période de son apogée commerciale est la plus impressionnante. L'organisation du travail connaissait à cette époque un niveau d'intégration verticale qui rappelle les structures d'un complexe moderne : les denrées produites dans le port étaient conditionnées sur place avant d'être embarquées et transportées par des navires qui appartenaient aux producteurs eux-mêmes. L'infrastructure d'une telle entreprise nécessitait l'importation des techniques les plus évoluées de l'époque (en particulier les machines hydrauliques à godets) ; il est certain que les Sestius, s'ils n'ont pas été directement responsables de ces développements, ont du moins joué un rôle majeur. L'histoire des anciens ports romains reste encore à écrire, mais il est clair que, aujourd'hui comme jadis, ce commerce international est le fruit de personnalités énergiques comme les Sestius qui, à l'emplacement d'une plage de sable et d'une simple source d'eau douce, ont fait surgir le port de Cosa. ■



7. LES GODETS de la noria de Cosa étaient analogues à celui-ci, reconstitué par John Oleson, de l'Université de Victoria. Les fouilles ont mis au jour un godet complet et des fragments de six autres. Chacun de ces godets mesurait 54 centimètres de hauteur et contenait sept litres d'eau.