

## Une histoire ancienne : le captage de la source de Ras el Aïn et l'alimentation en eau de la ville de Tyr (Liban)

*An old history : the water catchment works of Ras el Aïn springs and the water supply of Tyr city, Southern Lebanon*

par Michel Bakalowicz

Hydrosociences, CNRS UM II, cc MSE  
F-34095 Montpellier Cedex 5, France  
E-mail : baka@msem.univ-montp2.fr

Moustapha Fleyfel

Ministère des ressources hydrauliques, Beyrouth, Liban  
E-mail : m\_fleyfel@hotmail.com

Adnan Hachache

Office National du Litani, Beyrouth, Liban  
E-mail : ahachach@cyberia.net.lb

*Antique cities around Eastern Mediterranean Sea develop very early, mainly thanks to their improving knowledge of techniques for exploiting water resources. Surface waters and karst groundwater were both the resources which were exploited and distributed in the earlier cities by means of important collective structures, such as wells, artesian wells, embankments and water intake structures recharging canals and aqueducts.*

*The water supply system for Tyre city, the main Phoenician harbour, presently Sour, a town of Southern Lebanon, is a very interesting example with respect to technological progress in water management, probably beginning around 1200 BC. The water-catchment works of Ras el Aïn springs, sometimes named King Salomon's basins, must be known for their originality and their exceptional working duration (about three millenniums), because they show a remarkable example of technical development of water catchment which should be protected as a World common heritage. The conditions of catchment are described, as well as the distribution network, with the present day hydrogeological knowledge, in order to show the exceptional reasons for the success and the originality of these structures.*

### I ■ INTRODUCTION

Les villes antiques du pourtour de la Méditerranée orientale ont été les premières à se développer. Elles ont pu le faire grâce à la maîtrise progressive des ressources en eau. Les ressources en eau qui ont donné lieu à de grands aménagements collectifs sont les eaux de surface et les sources karstiques. En effet, dans les deux cas, la ressource disponible en un même lieu est abondante et doit être captée et acheminée sur des distances pouvant atteindre plusieurs dizaines de kilomètres, jusqu'au lieu de distribution, un site choisi en fonction de critères qui ne sont précisément pas liés à l'économie de l'eau. C'est ainsi que l'exploitation et la distribution ont donné lieu à des développements technologi-

ques variés : puits, puits artésiens, chaussées et prises d'eau pour alimenter canaux et aqueducs.

Il n'existe pas « d'acte de naissance » du premier captage, ni du premier aqueduc. Cependant, selon de nombreux auteurs, il est clair que les premiers ouvrages ont été réalisés au Moyen Orient, avant la fin du II<sup>e</sup> millénaire avant J.C., puisque de grandes cités existaient déjà, sans ressource en eau locale. Il semble que ce sont les Phéniciens qui, les premiers, ont cherché à capter et à acheminer l'eau vers leurs ports, dont le développement était lié à celui du commerce maritime.

L'alimentation en eau de la ville de Tyr, le principal port phénicien, actuellement Sour, ville du sud du Liban, est un exemple particulièrement intéressant sur le plan de l'économie de l'eau et sur celui du développement technologique de

l'exploitation de l'eau. Cette histoire débute probablement vers 1200 avant J.C.

## II ■ BRÈVE HISTOIRE DE TYR ET DE SON ALIMENTATION EN EAU

Toute la plaine côtière du sud du Liban est une région très fertile qui est occupée depuis le Néolithique. Près des sources la cité d'Usu, au Tell Rachidiye, qui remonte à l'Age du Bronze, atteste de cette occupation fort ancienne (Bonnin, 1984 ; Badawi, 1997).

Le port de Tyr s'établit sur une île proche de la côte au cours du second millénaire. Vers 1200 avant J.C., elle était devenue le principal port phénicien. Selon Hérodote, Tyr existait déjà 23 siècles avant, c'est-à-dire vers 2700 avant J.C., puisque un temple d'Héraklès aurait été construit à cette époque. La ville fut d'abord alimentée en eau par un système de collecte d'eaux pluviales, stockées dans des réservoirs.

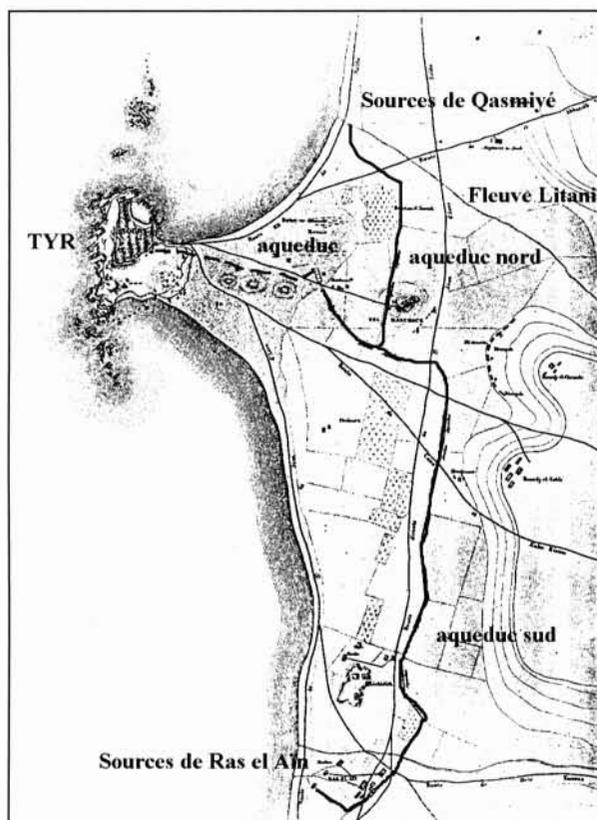


Figure 1 : Plan ancien de la région de Tyr montrant le tracé de l'aqueduc, extrait modifié de Jidejian (1969).  
Figure 1. Ancient map of Tyre area showing the aqueduct, from Jidejian (1969), modified.

Cependant, l'eau devint insuffisante du fait de l'extension de la cité et il fallut rechercher une nouvelle ressource à terre. Un aqueduc fut construit à une date indéterminée ; mais il existait déjà en 832 avant J.C. En effet, poursuivant les conquêtes de son père Assournazipal II, Salmanasar III, roi d'Assyrie, coupa l'aqueduc une première fois cette année-là pour s'emparer du port phénicien florissant et dominateur. De nouveau en 596 avant J.C., Nabuchodonosor, roi de Babylone, s'empara de Tyr pour obtenir un débouché sur la

Méditerranée. À chaque fois, le but fut de contraindre la ville à se rendre, comme le rapporte F. Josèphe. En 333 avant J.C., Alexandre mit en œuvre une autre technique pour se rendre maître de la ville ; il s'appuya sur l'aqueduc pour construire une digue rattachant définitivement Tyr à la terre ferme et ainsi s'en emparer par voie terrestre (Vigouroux, 1926).

## III ■ L'AQUEDUC

L'aqueduc originel fut reconstruit au V<sup>e</sup> siècle avant J.C. (Léger, 1875) ; ce fut l'un des tout premiers construits avec des arcades. Il était en fait constitué au départ de trois aqueducs convergeant vers une conduite unique. Chacune de ces trois branches, dont il reste encore des ruines dans la plaine côtière au sud de Tyr, conduisait l'eau provenant de deux captages : celui de la rivière Qasmiyé et celui d'importantes sources karstiques, Ras el Ain (fig. 1).

Les aqueducs de Tyr ont été construits en pierres de taille assemblées par un ciment très dur (Rouse et Ince, in Bonnin, 1984). Leur hauteur moyenne est de l'ordre de 5 m et la section du canal lui-même est d'environ 1 x 1 m (Léger, 1875).

La tradition veut que les aqueducs primitifs aient été construits par le roi Salomon, dont le nom a été attribué aux bassins des sources captées de Ras el Ain. Il est certain que ce roi est à l'origine des aqueducs bâtis au X<sup>e</sup> siècle avant J.C. pour conduire l'eau captée dans le sud de la Palestine aux sources d'Aïn Aroub et Aïn Mogaret jusqu'à Bethléem et Jérusalem (Bonnin, 1984). Mais pour ceux de Tyr, il n'existe aucune certitude.

L'aqueduc primitif de Tyr servit, semble-t-il, de modèle à celui construit à Carthage. En effet, selon la légende, Carthage fut construite par des Phéniciens, au IX<sup>e</sup> siècle avant J.C., venus se réfugier là sous la conduite de la fille du roi des Phéniciens, probablement lors des guerres conduites par Salmanazar. Cet aqueduc, abattu par les Romains lors de la destruction de Carthage en 146 avant J.C., fut reconstruit par César selon le modèle à arcades devenu classique. Comme à Tyr, l'alimentation en eau de l'aqueduc de Carthage est assurée par le captage d'une très importante source karstique, la source de Zaghouan (Tunisie).

Les ruines de l'aqueduc, visibles en particulier sur le site antique de Tyr, sont celles de la construction romaine. Elles montrent des dépôts importants de travertins, concrétionnements carbonatés qui se déposent habituellement à l'aval de sources karstiques dont les eaux sont riches en carbonates dissous. Ces concrétionnements sont produits par la précipitation des carbonates dissous, à la suite en ensemble de réactions chimiques provoquées par le dégazage du gaz carbonique dissous (CO<sub>2</sub>). Ce même CO<sub>2</sub> avait été auparavant à l'origine de la dissolution de la roche carbonatée. La venue à l'air libre, pauvre en CO<sub>2</sub>, des eaux souterraines favorise ce dégazage qui est accentué à la fois par le réchauffement de l'eau dans l'aqueduc. Mais c'est surtout le temps de séjour prolongé dans les conduits qui contribue au dégazage et à la précipitation progressive du carbonate de calcium. Or, la pente de l'aqueduc est faible, moins d'une dizaine de mètres pour un parcours de 6 km environ, soit 0,17 %. Par comparaison avec les autres aqueducs antiques (Bonin, 1984), cette pente est parmi les plus faibles ; elle a été la cause d'écoulements très lents qui ont accentué la formation des concrétionnements calcaires. Ceux-ci ont très certainement contribué à diminuer fortement le débit s'écoulant dans l'aqueduc,

comme ce fut le cas pour l'aqueduc de Nîmes et du Pont du Gard (Fabre et al., 1991).

#### IV ■ LES SOURCES ET LEUR CAPTAGE

Le captage le plus ancien porte sur la rivière Qasmiyé (le Litani), d'où provient la branche nord de l'aqueduc (fig. 1). L'examen des restes de l'aqueduc montre que, contrairement à ce qui est admis, ce captage ne porte pas sur la rivière elle-même, mais sur un groupe de sources karstiques émergeant sur la rive droite de la rivière ; le débit des sources de Qasmiyé (quelques centaines de litres/seconde au maximum) reste modeste par comparaison avec les autres sources de la région. Il est possible que ce fut là le premier captage, qui se révéla ensuite insuffisant pour alimenter la ville.

En effet, c'est la branche sud de l'aqueduc qui est la plus importante et la plus intéressante. Elle capte les sources de Ras el Aïn, ou vasques de Salomon. Ces sources présentent un débit d'étiage élevé (0,850 m<sup>3</sup>/s, pour un débit moyen d'environ 1,200 m<sup>3</sup>/s) ; elles sont situées dans la plaine littorale à une altitude inférieure à 10 m, voisine de celle de Tyr. Ces sources constituent l'exutoire principal d'un aquifère karstique développé dans les calcaires du Cénomano-turonien, et dont le bassin d'alimentation s'étend dans le sud des Monts Liban, à une altitude moyenne assez élevée (Bakalowicz et Hachache, à paraître). Dans la plaine, les calcaires sont recouverts par des formations argileuses et sableuses, d'âge plio-quatenaire ; les argiles, qui se sont mises en place lors de la transgression pliocène, maintiennent captives les eaux de cet aquifère, grâce à leur forte épaisseur. Cependant, une remontée locale probable des calcaires permet aux eaux en charge d'émerger à Ras el Aïn.

Cette situation hydrogéologique est assez classique du pourtour méditerranéen. Elle est liée à la crise messinienne, responsable d'un abaissement de 1 000 m au moins du niveau de la mer, corrélatif à la fermeture du détroit de Gibraltar. Cette crise a permis l'enfoncement des écoulements souterrains karstiques, responsables de la mise en place de cavernements importants dans les formations calcaires si abondantes dans ces régions. La remontée du niveau marin au début du Pliocène, jusqu'à une cote supérieure à la cote actuelle de quelques dizaines de mètres, a favorisé le dépôt d'argiles sur des épaisseurs considérables (plusieurs centaines de mètres par endroits), oblitérant ces aquifères. C'est ainsi que se sont créés des aquifères littoraux pourvus de réserves très importantes, régularisant le débit et assurant un débit d'étiage très soutenu. Les sources de Ras el Aïn offrent par conséquent une ressource particulièrement intéressante pour assurer les besoins d'une ville et de l'agriculture qui lui est associée.

Mais les conditions d'émergence de Ras el Aïn ne sont a priori pas favorables à un captage pour alimenter un aqueduc, puisqu'il n'existe pas une pente suffisante pour garantir un écoulement. En effet, la distance entre les sources et le point de confluence de deux aqueducs est de 4 600 m, puis de 1 500 m jusqu'à la ville antique de Tyr ; et la dénivellation est voisine de 0 m, puisque les sources sont à peu près à la même altitude que la ville.

Les Phéniciens ont mis à profit cette situation particulière de l'émergence pour réussir un dispositif captant original, remontant l'eau à une hauteur suffisante pour obtenir la pente nécessaire à l'écoulement libre de l'eau dans l'aqueduc vers Tyr (fig. 2 et 3). Et ce dispositif fonctionne encore actuellement, et sans énergie fournie par l'homme !

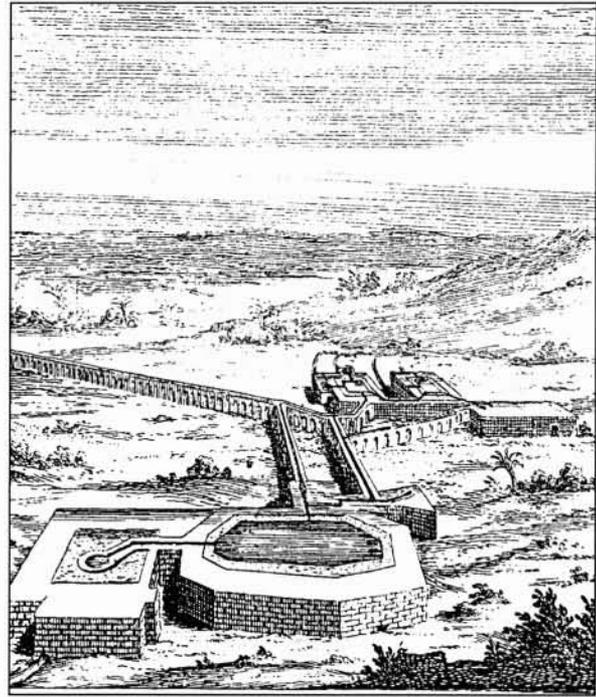


Figure 2. Vue d'ensemble du captage de Ras el Aïn, montrant comment les sources ont été mises en charge afin de créer un écoulement dans l'aqueduc (extrait de Jidejian, 1969).

Figure 2. Water catchment works of Ras el Aïn spring, showing how the spring level was risen up in order to create a flow in the aqueduct to Tyre (from Jidejian, 1969).

Les quatre sources ont été aménagées de manière à les mettre en charge. De cette façon, le niveau de l'eau dans les sources a été remonté de quelques mètres jusqu'à la cote 16 m environ. Ces travaux antiques d'aménagements ont été en partie révélés lors des tentatives d'assèchement de l'une des sources pour effectuer des travaux de réparation.

Si l'opération d'assèchement n'a pas réussi, du fait de la mise en charge des autres sources voisines et des débits importants, elle a permis d'observer le dispositif lui-même. Il est constitué à la base d'un entonnoir de briques, scellées par un mélange de chaux, de sable et de charbons de bois, venant s'appuyer sur d'épais murs de pierres de taille formant une sorte de cheminée coiffant la source. Les quatre sources ainsi mises en charge dominant maintenant la plaine. L'aqueduc a disparu au voisinage de la source. Actuellement, ces eaux sont envoyées dans des canaux destinés à l'irrigation de la plaine ; une partie de l'eau est également pompée pour l'alimentation en eau potable de la région.

Pour réussir, ce dispositif de captage impose que l'environnement des griffons soit bien étanche et puisse résister à une mise en charge de quelques mètres. Le seul dispositif actuellement utilisé et mettant en charge des sources karstiques est la technique du barrage souterrain, développée dans le sud de la Chine il y a une trentaine d'années. Ces barrages souterrains ferment complètement ou partiellement un conduit karstique parcouru par une rivière souterraine. La mise en charge résultante, qui peut atteindre jusqu'à 40 m, crée un stockage estimé à quelques centaines de milliers de m<sup>3</sup>,

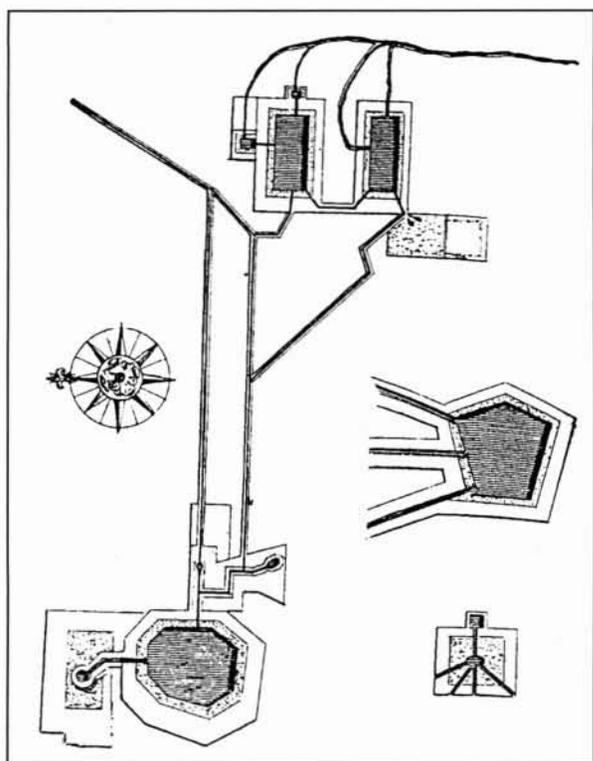


Figure 3. Schéma ancien des bassins de captage, extrait de Jidejian (1969).

Figure 3. Old map of the water catchment works of Ras el Aïn (from Jidejian, 1969).

parfois peut-être plus. Des conduites distribuent ensuite l'eau en charge soit pour l'irrigation, soit pour les usages domestiques.

Par son originalité et la durée de son fonctionnement, au moins près de trois millénaires, l'aménagement des sources de Ras el Aïn mérite toute notre attention en constituant un remarquable exemple de développement technique de cap-

tage. Ce site mériterait d'être protégé et restauré pour être intégré au patrimoine de l'humanité.

### OUVRAGES CITÉS ET CONSULTÉS

BADAWI A. (1997). — The basins and aqueduct of Ras-el-Aïn near Tyre. *National Museum News*, Beirut, 5 : 30-33.

BAKALOWICZ M., HACHACHE A. (à paraître). — Main characteristics of carbonate aquifers and groundwater resources in Lebanon as shown by environmental isotopes and water geochemistry.

BONNIN J. (1984). — *L'eau dans l'Antiquité. L'hydraulique avant notre ère*. Eyrolles, Paris.

CONTENAU G. (1949). — *La civilisation phénicienne*. Payot, Paris.

FABRE G., FICHES J.L., PAILLET J.L. (1991) — *L'aqueduc de Nîmes et du Pont du Gard : archéologie, géosystème, histoire*. Ed. CNRS, Paris.

Hérodote. *Histoires*. Traduction Ph. E. Legrand (1970). Les Belles Lettres, Paris.

JAUBERT DE PASSA M. (1846). — *Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens*. Paris, Bouchet-Huzard.

JIDEJIAN N. (1969). — *Tyre through the ages*. Dar el Mashreq, Beirut.

JOSÉPHE F. (1975) — *Guerre des Juifs contre les Romains*. Traduction A. Pelletier. Paris, Les Belles Lettres.

LÉGER A. (1875). — *Travaux publics au temps des Romains*. J. Desey et Cie, Paris.

LEVEAU Ph. (1991). — L'aqueduc de Nîmes et les aqueducs antiques. In : *L'aqueduc de Nîmes et du Pont du Gard : archéologie, géosystème, histoire*, (sous la direction de G. Fabre, J.L. Fiches et J.L. Paillet). 15, 223-250. Ed. CNRS, Paris.

LORTET D. (1884). — *La Syrie d'aujourd'hui*. Hachette, Paris.

NORDON M. (1991). — *Histoire de l'hydraulique. L'eau conquise. Les origines et le monde antique*. Masson. Paris.

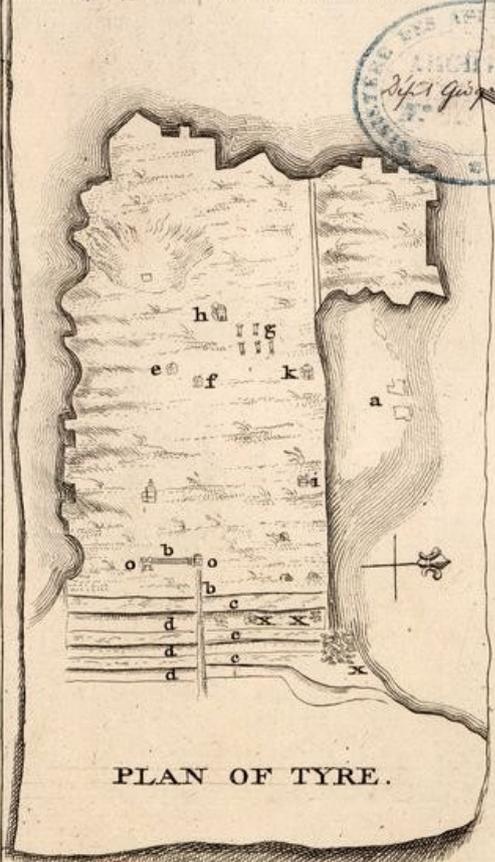
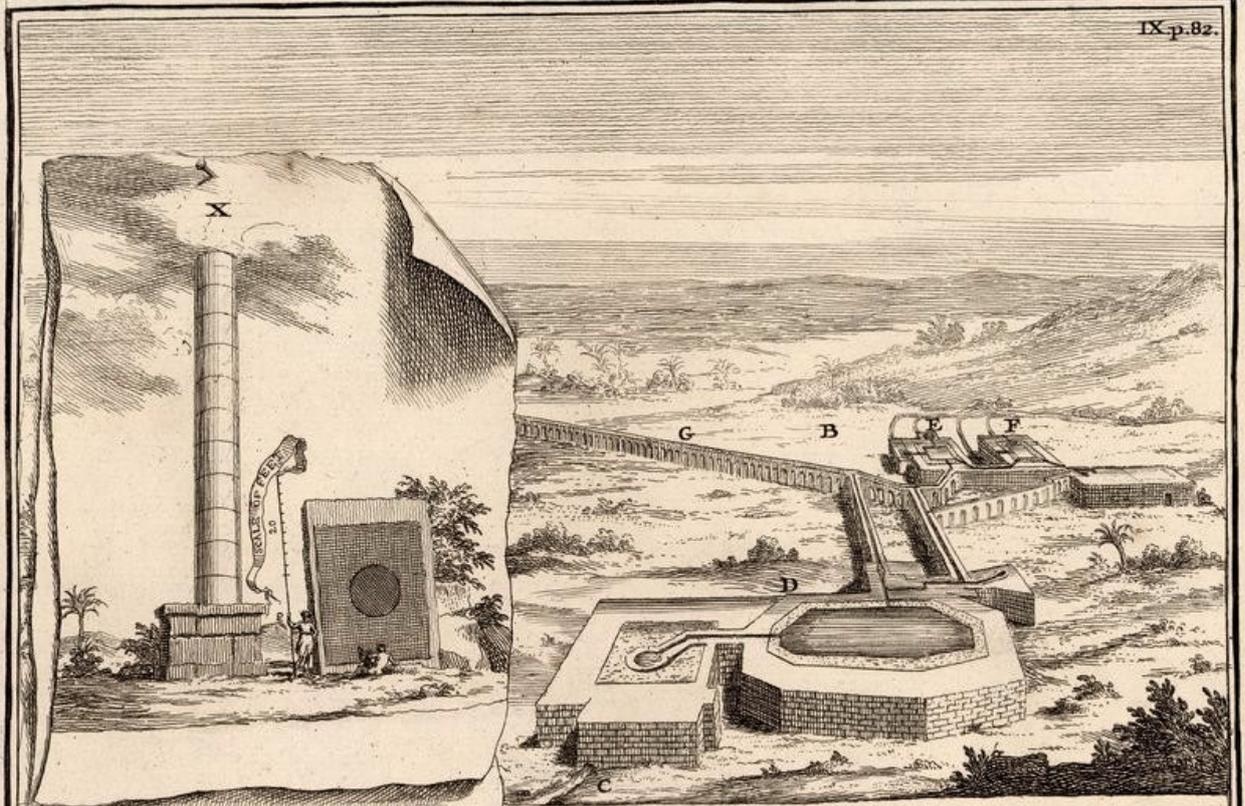
Pline l'Ancien. *Histoire naturelle*. Traduction J. Beaujeu (1950). Les Belles Lettres, Paris.

POIDEBARD A. (1939). — *Un grand port disparu. Tyr*. Librairie orientaliste Paul Geuthner, Paris.

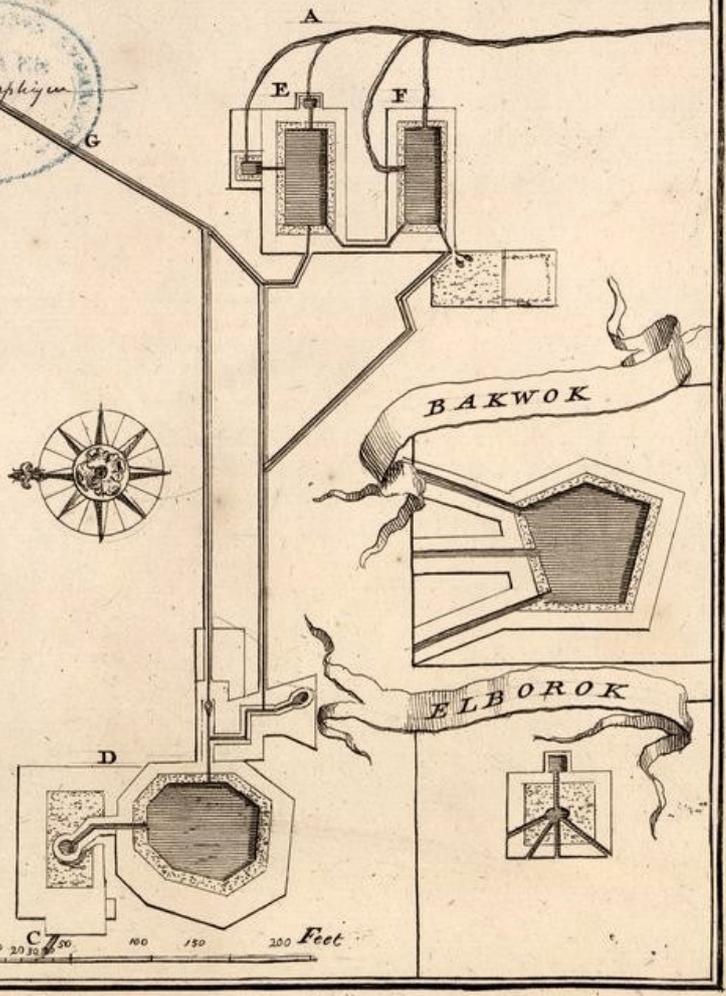
RENAN E. (1864). — *Mission de Phénicie*.

RECLUS E. (1881). — La Vaucluse du Liban. *La Géographie*. Paris, IX : 725 et sq.

VIGOUROUX F. (1926). — *Dictionnaire de la Bible*. Letouzey et Ané, Paris.



PLAN OF TYRE.



A PLAN of the CITY and AQUEDUCTS of TYRE.

GeDD2987