

# Capter et gérer

Des premières retenues d'eau connues du chalcolithique oriental sur des rivières, dont l'eau des crues était dérivée par de petits barrages vers un canal puis dans des réservoirs, aux énormes pompes actuelles vidant les nappes phréatiques, en passant par le canal de Marseille, construit sur le modèle du Pont du Gard, les systèmes pour capter et distribuer l'eau sont à la fois peu variés dans leur globalité et subtilement adaptés dans leur diversité. Car aux contraintes techniques et environnementales s'ajoute la pression sociale. Gérer l'eau, c'est d'abord et toujours définir des priorités et des conditions d'usage.

## 80

### Débat

#### Philippe Leveau

est spécialiste des aménagements hydrauliques antiques et professeur d'archéologie émérite au centre Camille Jullian. Il a publié notamment :

« Innovations romaines et maîtrise de la ressource hydraulique dans les Alpes Occidentales », in E. Hermon (dir), *L'eau comme patrimoine. De la Méditerranée à l'Amérique du Nord*, PUL, coll. Patrimoine en mouvement, 2008 ; « Les aqueducs de la colonie romaine d'Arles : conflit d'usage, changements d'utilisation et évolution des environnements dans un massif karstique », in E. Hermon (dir), *Vers une gestion intégrée dans l'Empire Romain*, l'Erma di Bretzschneider, coll. « Atlante di topografia antica », 2008 ; avec G. Fabre et J.-L. Fiches, *Aqueducs de la Gaule méditerranéenne*, Gallia 62, 2005 ; avec J. Burnouf (dir.), *Fleuves et Marais, une Histoire au Croisement de la Nature et de la Culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes*, CTHS, Paris, 2004 ; « L'archéologie des aqueducs romains ou les aqueducs romains entre projet et usage », in R. Alba, I. Moreno et R. Gabriel-Rodriguez., *Elementos de Ingenieria Romana. Congreso europeo las obras publicas romanas*, 3-6 nov. 2004, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Publicas, Tarragona, <http://traianus.rediris.es>

#### Pierre-Louis Viollet

Ingénieur hydraulicien, est directeur des laboratoires de Recherche et Développement d'EDF et professeur de Mécanique des fluides à L'Ecole nationale des ponts et chaussées (ENPC). Il a publié notamment, aux Presses de L'ENPC : avec S. Benhamadouche, D. Voileau, M. Benoît et J.-P. Chabard, *Problèmes résolus de mécanique des fluides. Écoulements incompréhensibles dans les circuits, canaux et rivières, autour des structures et dans l'environnement*, 2010 ; *Histoire de l'énergie hydraulique. Moulins, pompes roues et turbines de l'antiquité au XX<sup>e</sup> siècle*, 2005 ; *l'Hydraulique dans les civilisations anciennes- 5000 ans d'histoire*, 2000.

Propos recueillis  
par Catherine Chauveau.  
Merci à Christiane  
Descombin



**Pierre-Louis Viollet** J'ai toujours trouvé très intéressant d'expliquer aux élèves à l'école des Ponts et Chaussées d'où viennent les technologies qu'on va aborder. Cela m'a permis de conjuguer ma passion de l'histoire et celle de l'hydraulique. Mais plus généralement, ces approches historiques peuvent enrichir la pratique actuelle des ingénieurs, particulièrement de nos jours où il est question de protection contre les catastrophes naturelles ou de recherche d'eau dans les périodes et les régions très sèches. Tout ce qu'on peut trouver comme événements de faible probabilité s'étant produits dans le passé, grâce aux traces archéologiques et/ou textuelles, sert à enrichir le modèle de probabilité de crue d'une rivière, d'inondations en bord de mer etc. La gestion de l'eau posant des questions d'ordre social (conflits, modes de répartition...), il est très utile pour cela de connaître les diverses réglementations sur les usages de l'eau. Ils entrent, en effet, en compétition (moulins, navigation, irrigation, pêche...), depuis de nombreux siècles, sur la Loire<sup>1</sup> comme en Andalousie ou en Chine. Il me semble que cela fait peu de temps que les archéologues s'intéressent à l'étude des ouvrages techniques et industriels ; sans doute car ils n'apparaissent pas assez « nobles » ?

**Philippe Leveau** Il est sûr que les ouvrages hydrauliques ont surtout intéressé les ingénieurs. On leur doit les premiers ouvrages sur ces travaux, ouvrages de référence comme celui de Germain-de-Montauzan<sup>2</sup>. Les aqueducs ont aussi attiré les architectes, qui se sont focalisés sur les ponts. Lorsque je me suis consacré à ces aménagements, j'ai cherché qu'elle pouvait être la spécificité du regard de l'archéologue ; sans négliger la collaboration avec les ingénieurs dans un souci de s'apporter mutuellement des réponses à des aspects mal compris. J'ai donc été l'un des premiers à étudier les aqueducs de la source à l'aboutissement, en cherchant les traces sur le terrain avec un topographe. Ce n'est pas une mince affaire ! Quand une source reste exploitée pendant longtemps, les aménagements successifs brouillent les traces anciennes. Il faudrait que les villes fassent refaire leurs captages et que des fouilles préventives soient prescrites ! Sinon, les traces ne restent observables que quand le captage a été abandonné à cause d'un glissement de terrain, d'une obstruction d'un conduit karstique, d'un tarissement... Le premier constat, un peu imprévu, s'est trouvé correspondre à une évolution décrite en particulier dans le traité de Frontin<sup>3</sup> : les premiers ouvrages suivaient les courbes de niveau puis les ingénieurs ont su s'affranchir de cette contrainte. Il nous fallait exercer un regard neuf sur ces données inédites en ne cherchant pas à les mouler dans les schémas dus aux images mentales, souvent en lien avec le discours des ingénieurs et l'admiration pour les traités antiques.

**PLV** Un regard d'autant plus utile que nous nous posons toujours des questions sur les méthodes des Romains. L'aqueduc de Nîmes, par exemple,

a une très faible différence de hauteur entre sa source et son arrivée dans le *castellum* : comment ont-ils pu s'assurer que la source était à une altitude supérieure à celle du château d'eau ? Comment ont-ils conçu ce tracé sur plusieurs dizaines de kilomètres ? Y-a-t-il eu des ratés ?

**PL** Tout l'intérêt réside justement dans les ouvrages non achevés. Une des lettres de Pline le Jeune<sup>4</sup> à Trajan présente ainsi un cas d'ouvrage raté, l'aqueduc de Nicomédie. Les habitants avaient demandé à l'empereur de dépêcher un ingénieur car leur aqueduc ne fonctionnait pas. Et il apparut que l'ouvrage avait été mal conçu et que les édiles avaient gaspillé l'argent des contribuables. Cela montre qu'il y avait un savoir, à l'époque romaine, qui circulait dans l'ensemble de l'empire, état unifié doté d'une solide administration. Il nous reste des textes sur les gadgets hydrauliques de la période hellénistique, mais ceux sur le savoir des ingénieurs romains sont extrêmement rares. Pour traiter les questions techniques, je me suis penché sur le vocabulaire employé dans les écrits de nature disparate. Les plus anciennes galeries souterraines amenant l'eau d'un piémont rocheux à une oasis ou à une agglomération sont les *qanâts* : le mot vient de l'Iran. Ce modèle technique a été repris sous d'autres noms (*foggara*, *khettara*...). Je pense qu'il s'est passé la même chose avec les Grecs et les Romains et que *hyponomoi* et *specus* désignent le même type d'ouvrage. Héron d'Alexandrie a écrit un livre d'études de cas pratiques sur les *hyponomoi*<sup>5</sup> : définir le bon endroit où creuser la galerie, évacuer les matériaux issus du creusement, éviter que la galerie ne s'effondre... La tradition racontant qu'au moment de la construction d'Alexandrie, Alexandre aurait fait appel à un ingénieur d'origine africaine — malgré son nom grec d'Hyponomos — j'ai été amené à défendre l'idée selon laquelle cette technique hydraulique ne serait pas seulement originaire d'Orient mais que des sociétés du Sahara l'auraient aussi mise au point. À la contrainte du milieu, désertique ici, s'ajoute celle de la pression démographique. Une source peut suffire aux besoins d'une communauté réduite mais lorsqu'elle s'accroît, il faut trouver d'autres solutions qui parfois sont des innovations techniques. Et cela se heurte aux images préconçues que nous avons. Quand on travaille sur la Méditerranée, le premier des mythes est de faire remonter les ouvrages à l'époque romaine, en considérant que c'était une période de surabondance de l'eau. Alors qu'en Espagne s'affrontent deux thèses : l'origine romaine ou arabe des techniques hydrauliques. Dans un cas comme dans l'autre, on nie toute possibilité de savoir-faire locaux antérieurs. Il me semble plus juste de penser que les Romains aient en partie récupéré des techniques antérieures, grecques entre autres, ce qui ne veut pas dire que des techniques nouvelles ne soient pas apparues.

**PLV** Les premières villes de Mésopotamie, ancrées près les fleuves, avaient des systèmes de



## Les populations savent creuser des puits depuis très longtemps, et donc savent trouver de l'eau souterraine.

Philippe Leveau

1. cf Archéopages 23 « Rives et riverains » et 27 « Pêches ».

2. Camille Germain-de-Montauzan, *Les Aqueducs antiques de Lyon, étude comparée d'archéologie romaine, thèse présentée à la Faculté des lettres de l'Université de Paris*, E. Leroux, 1908.

3. *De Aquis urbis Romæ*, écrit par Sextus Julius Frontinus (40 - 103 ?), consul et général de l'Empire romain, administrateur principal des eaux de Rome à la fin du 1er siècle. Ce traité contient l'histoire et la description des moyens employés pour alimenter Rome en eau ainsi les détails techniques et la réglementation sur la qualité et la répartition de l'approvisionnement.

4. Correspondance entre Pline le jeune et Trajan (livre X, lettres 46 et 47, 50 et 51).

5. Ingénieur ayant vécu au 1<sup>er</sup> siècle et sans doute au début du 11<sup>e</sup>, sous l'Empire romain, mais dans la très grecque Alexandrie où il a conçu diverses machines hydrauliques.

récupération d'eau de pluie très avancés. À Mari par exemple, il y avait un canal qui amenait l'eau de l'Euphrate mais les études de Margueron<sup>6</sup> l'ont bien montré, il y avait tout un tas de conduites pour amener l'eau de pluie vers des citernes. Ensuite, il faut éviter que l'eau soit souillée, qu'elle croupisse. Pour construire un aqueduc, il faut une source et un dénivelé. C'est donc en des lieux comme les piémonts du mont Zagros, dès la fin du II<sup>e</sup> millénaire avant Jésus-Christ, qu'on a inventé des systèmes de dérivation de captage, qui préfigurent le système de l'aqueduc.

**PL** À mon avis, notre ignorance sur les modes d'alimentation en eau aux périodes anciennes vient du manque de recherches sur les mines d'eau. Beaucoup de cultures ont su creuser des mines à la recherche de minerai et ont donc constaté que de l'eau s'y infiltrait et ont su construire des galeries de travers-bancs pour l'évacuer. Je ne vois pas quelle société qui a des mineurs n'aurait pas inventé cela ; à l'âge du fer, en Gaule, par exemple. Ils n'ont pas fait d'aqueducs mais des conduites dans des troncs, des rigoles dans des falaises. C'est la thèse défendue par Goblot<sup>7</sup>, mais elle est controversée.

**PVL** Notamment par ceux qui pensent que les prémices des aqueducs sont les *qanâts* attestés en Perse au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère : on creuse des puits verticaux pour situer le niveau de la nappe, puis une autre galerie d'abord inclinée puis horizontale en essayant de retomber sur les puits de reconnaissance et, si c'est bien fait, l'eau coule toute seule.

**PL** Le concept fondamental pour moi est que les populations se règlent selon la ressource disponible, son abondance, sa régularité. Parce que je vis en Provence, je me suis interrogé sur la façon de gérer l'alternance d'années très sèches et d'années surabondantes qui fait que les sources ne donnent pas tout le temps. Travaillant sur l'aqueduc d'Arles, dans les Alpilles, je me suis demandé pourquoi les ingénieurs, à un certain moment, avaient rallongé le parcours de l'aqueduc en allant chercher l'eau non plus dans des sources karstiques au sud, mais vers le nord. Et je me suis rendu compte qu'il y avait là une zone de marais en partie nourrie par la nappe phréatique de la Durance. Les ingénieurs des aqueducs devaient mettre au point des stratégies pour les années de pénurie et diversifier les sites d'alimentation. Au XIX<sup>e</sup> siècle, Marseille manquait d'eau à cause d'épisodes de sécheresse. Cela créait un problème d'hygiène et un frein au développement économique. Il a donc été décidé de construire un nouveau canal de Marseille, ouvrage hydraulique très important, comportant notamment le pont de Roquefavour<sup>8</sup>. Ce projet grandiose l'a emporté, contre toute attente, sur un autre consistant à creuser un tunnel sous le plateau de Venelles dérivant l'eau de la Durance à Marseille, en réutilisant un tunnel romain de 7 km pour l'aération. Encore une histoire de choix...

**PLV** Il y a réelle continuité technique dans l'histoire des aqueducs, mais avec quelques étapes.

Une importante innovation, vers le III<sup>e</sup> siècle avant notre ère dans le monde hellénistique, est le siphon : l'eau passe sous pression par une vallée d'un réservoir de chasse à un deuxième réservoir un peu plus bas. Le saut suivant est l'utilisation des grands ponts pour faire passer les canalisations. Les machines pour élever l'eau n'ont cessé d'être améliorées également. Au départ, elles sont actionnées par la force musculaire : *chadoufs*, *acequia*, *noria*... et vis d'Archimède. À l'époque moderne, cela donne plusieurs machineries sophistiquées, pour de gros besoins en eau, comme la pompe de la Samaritaine<sup>9</sup>, à Paris, et la machine de Marly<sup>10</sup>. On ne savait pas encore fabriquer de tuyaux hydrauliques résistant à la pression. Il faudra attendre l'invention de la fonte. Aujourd'hui, les systèmes de pompage sont tellement performants qu'il y a des endroits où l'on épuise les nappes phréatiques et c'est dramatique. Avoir de l'eau à profusion semble normal.

**PL** Quand Pliny dit qu'il y a des villes d'Asie mineure qui manquent d'eau, cela sous-entend que la normalité est d'avoir de l'eau en continue et en suffisance. Pour l'alimentation et la toilette, pour le nettoyage, pour les égouts et pour l'industrie. On a découvert, avec une meilleure connaissance archéologique, la trace d'industries qui consomment beaucoup d'eau, les foulons, par exemple, ou la pisciculture. Les moulins à eau sont très nombreux dès l'Antiquité. Et c'est toujours la même eau. Les cas de discrimination de la source d'approvisionnement en fonction de l'usage sont très marginaux. À Rome par exemple, un aqueduc provenant d'un lac servait pour les jeux nautiques. On est sur des choix et on invoque toujours Vitruve, qui décrit un système de châteaux d'eau à plusieurs niveaux de manière à répartir l'eau par besoin : particuliers ; thermes collectifs ; fontaines. Dans le château de Pompéi il y a effectivement trois conduites mais on ne sait pas où elles vont après. On n'a donc aucune trace archéologique de ce système sur lequel beaucoup d'études se basent ! L'écueil pour nous est que les tuyaux sont en plomb pendant des siècles et que c'est un matériau fortement récupéré. C'est pourquoi le siphon d'Arles apparaît comme un ouvrage exceptionnel : le siphon de plomb passe dans le Rhône pour alimenter l'autre rive. C'est une chose qui n'est décrite nulle part, qui n'est connue qu'à Arles. La mise en place n'est pas évidente ; il fallait souder les parties à l'air puis immerger le système. Tant d'études restent à faire ! Le travail sur les concrétions, l'encrassage devrait fournir des données importantes, par exemple, ainsi que le relevé par GPS différentiel. Les rapports entre l'homme et le milieu doivent être mieux définis : les besoins mis en relation avec la ressource hydraulique naturelle climatique et géologique et ses aléas historiques. Mais la condition majeure pour progresser, c'est de ne pas récupérer les idées toutes faites, de se tourner vers d'autres types d'expertise ; bref, de s'ouvrir l'esprit.

6. Jean-Claude Margueron, *Mari : métropole de l'Euphrate au III<sup>e</sup> et au début du I<sup>er</sup> millénaire av. J.-C.*, Picard Éditions, Recherche sur les Civilisations (ERC) et Association pour la diffusion de la pensée française (ADPF) - CULTURESFRANCE, 2004.

7. Goblot H., *Les Qanats. Une technique d'acquisition de l'eau*, Paris / La Haye / New-York, Mouton, 1979.

8. L'aqueduc de Roquefavour, une partie du canal de Marseille, est un pont-aqueduc en arc en pierre (long : 393 m ; haut : 82,65 m), toujours utilisé de nos jours. Sa construction, commencée en 1841 et achevée en 1847 a été dirigée par l'ingénieur des ponts et chaussées Franz Mayor de Montricher, sur le modèle du Pont du Gard. Situé sur la commune de Ventabren dans les Bouches-du-Rhône, il achemine l'eau de la Durance à Marseille en franchissant la vallée de l'Arc au dessus de la rivière, de la route et de la voie ferrée.

9. La Samaritaine était le nom d'une pompe à eau située sur le pont Neuf et bâtie sous Henri IV qui en demanda les plans au Flamand Jean Lintlaër. Première machine élévatrice d'eau construite dans Paris, elle fut reconstruite par Robert de Cotte en 1712-1719, restaurée par Soufflot et Gabriel en 1771 et démolie en 1813.

10. En construisant la machine de Marly en 1684, les deux Liégeois, le charpentier Rennequin Sualem et le baron Arnold de Ville ne réussirent pas à relever le défi consistant à alimenter le château de Versailles. Faite de roues à aubes et de pistons, l'énorme machine pompe l'eau de la Seine et la transporte aux réservoirs en bordure du parc.

Son projet de rénovation en 1805 afin d'alimenter l'aqueduc de Marly échoue également et, bien que considérée comme la huitième merveille du monde, elle est détruite le 25 août 1817, sur décision de Napoléon.



# Il y a une grande continuité technologique dans la construction des barrages de l'âge du Bronze à aujourd'hui.

Pierre-Louis Viollet