

# L'eau de l'ingénieur

Tout au long de son histoire, l'homme a toujours eu comme préoccupation la maîtrise de l'eau. Il a ainsi été contraint de réaliser des aménagements hydrauliques qui permirent le développement d'activité assurant sa survie.

Les premiers ouvrages connus remontent à 5.000 ans et ont été réalisés afin d'irriguer les régions arides et alimenter en eau hommes et bétail.

Par leur capacité d'adaptation, par leur ingéniosité et leur richesse technique, ces ouvrages témoignent de la qualité du savoir-faire et du génies de ces « ingénieurs de l'eau ».

## L'HYDRAULIQUE ANCIENNE

Chez les anciens, l'hydraulique est la science qui enseigne à construire des jeux d'orgue à partir de l'énergie fournie par une chute d'eau. Ce n'est qu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle que les mathématiciens réservent le nom d'hydraulique aux sciences qui regardent le mouvement des eaux, c'est-à-dire l'art de les conduire, de les élever et de les ménager pour les différents besoins de la vie.

Les premières machines hydrauliques furent le chadouf, perche oscillant sur un pied en fourche avec une jarre à un bout et un contrepoids à l'autre ou bien encore le nasbah, sorte de cabestan placé sur la rive d'un cours d'eau alors qu'un cheval ou une mule tire l'eau avec une outre et la verse dans un canal d'irrigation. L'invention de la roue favorisa le développement des machines hydrauliques. La version la plus simple dans ce domaine fut la noria, roue verticale pourvue de godets ou de vases pour monter l'eau.

La vis d'Archimède, très ancienne, est fondée sur le principe de la roue. Il s'agit d'un cylindre incliné qui contient un tube ou une rampe hélicoïdale, et qui se meut par l'intermédiaire d'une manivelle.

## LA MACHINE DE MARLY

Parmi les machines élévatoires, la plus célèbre est sans nul doute la machine de Marly à Versailles.

L'eau aspirée dans la Seine par cette machine était tout d'abord refoulée par 64 pompes dans un premier puisard situé 49 mètres au-dessus du niveau de la rivière. Elle était ensuite reprise dans ce puisard et refoulée par 79 pompes dans un second puisard situé 52 mètres plus haut que le premier. Enfin, elle était refoulée une troisième fois par 78 pompes au sommet d'une tour située 54 mètres au-dessus du second puisard. Le débit maximum de la machine de Marly était de 6.000 m<sup>3</sup> par 24 heures. La puissance théorique de la machine était de 700 CV mais son travail effectif n'atteignait que 150 CV tant les frottements étaient considérables.

D'après la tradition, Rennequin Sualem et Arnold de Ville se seraient inspirés de la machine de Modave pour construire celle de Marly. C'est en 1678 qu'Arnold de Ville proposa à Louis XIV d'installer à Marly une machine dont des spécimens moins importants existaient déjà au Pays de Liège. Rennequin Sualem, charpentier, spécialiste des machines hydrauliques, fut par contre le constructeur et le technicien de la machine.

## LES MACHINES ELEVATRICES

Les principales machines élévatoires connues étaient le petit tympan, le grand tympan, la noria, la vis d'Archimède et la pompe de Ctésibios.

Le petit tympan élevait l'eau à la hauteur de son axe. C'était un sorte de grand tambour en bois que des cloisons en planches divisaient en secteurs indépendants les uns des autres.

L'eau s'accumulait dans la pointe des secteurs et pénétrait dans l'arbre de la machine, qui était creusé de canaux mettant les secteurs en communication avec le petit tambour. Celui-ci était pourvu d'ouvertures par lesquelles l'eau s'écoulait dans le réservoir à alimenter.

Le grand tympan élevait l'eau à une hauteur égale au diamètre de sa roue. C'était une roue munie à sa périphérie de caisses rendues étanches au moyen de poix et de cire.

Chaque caisse était pourvue sur sa paroi latérale située du côté du réservoir à alimenter d'une ouverture dans laquelle l'eau pénétrait lorsque la caisse plongeait dans l'eau et par laquelle elle s'écoulait lorsque la caisse arrivait au point haut de sa course.

La noria à chaînes était une roue sur laquelle on a placé sur l'essieu de celle-ci une double chaîne de fer qui descende jusque dans l'eau. Des vases de cuivre étaient attachés à cette chaîne, descendent dans l'eau lorsque la roue tourne puis remontent pour se déverser dans le réservoir d'eau situé plus haut.

La vis d'Archimède se composait d'une pièce de bois cylindrique sur laquelle étaient collées à la poix plusieurs tringles parallèles en bois de saules ou d'osier disposées en spirales. Ils formaient ainsi une sorte de filet.

Le pied de la vis plongeait dans l'eau à élever qui était puisée par l'entrée du filet et qui, grâce à la rotation de la machine, glissait tout le long de la spire pour sortir finalement du filet et se déverser dans le réservoir à alimenter.

La pompe à piston de Ctesibios était la machine romaine qui élevait l'eau à la plus grande hauteur. C'était une pompe refulante dont les deux cylindres plongeaient partiellement dans l'eau à élever.

## **LES POMPES**

Les romains utilisèrent des pompes à piston dès le II<sup>ème</sup> siècle avant notre ère. Elles seront ensuite utilisées aux XV<sup>ème</sup> siècle pour épuiser l'eau des mines.

A partir du XVI<sup>ème</sup> siècle, des batteries de pompes à piston aspirantes et foulantes permettent dans les plus grandes villes d'Europe d'augmenter la quantité d'eau mise à la disposition des habitants. Celles-ci fonctionnaient grâce à une roue motrice fournie par des roues hydrauliques, des manèges à chevaux ou des moulins à vent.

A la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle, la machine de Marly qui alimente Versailles à partir des eaux de la Seine est constituée de plusieurs batteries de pompes (259) actionnées à distance par quatorze roues hydrauliques.

Des pompes à piston mues à la main par un levier ou un balancier ont permis de tirer l'eau des puits ou des citernes au XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup> siècle dans les villes comme à la campagne.

## **LES MOULINS**

Le moulin, apparu au 1<sup>er</sup> siècle avant J.C. est la première machine capable de transformer l'énergie hydraulique en travail et fut le plus puissant moteur mis à la disposition de l'homme dès l'antiquité jusqu'à l'adoption des premières pompes à feu ou à vapeur.

Dès le Moyen-Age, la construction de l'activité des moulins est réglementée par une série de lois et coutumes dont l'une d'entre elles, la banalité, contraint les paysans d'utiliser pour leurs besoins et contre rémunérations, les moulins appartenant aux seigneurs de l'époque féodale.

Les moulins furent affectés à de multiples usages répondant tantôt à la répartition géographique de certaines cultures (grains, huile, drêche de brasserie, chicorée, tan ou écorces) tantôt au développement d'activités liées aux ressources locales (pierre, bois, forge, ...).

## **LES AQUEDUCS**

On voit encore se dresser, sur le sol des provinces du vieil empire romain, les arcades de nombreux aqueducs qui conduisaient l'eau depuis des sources parfois lointaines jusqu'aux fontaines des villes. Les plus célèbres sont en France, le pont du Gard et l'aqueduc de Lyon, en Espagne, ceux de Ségovie et de Tarragone, en Grande Bretagne celui de Lincoln, En Afrique, celui de Tunis et en Italie le plus ancien des onze répertoriés, l'aqua Appia qui fut construit en 312 avant J.C.

Ces aqueducs permirent de résoudre le problème de l'acheminement et de la répartition de l'eau. Un aqueduc est fragile, il faut le curer régulièrement, le repérer et colmater les fuites, entretenir les ouvrages d'art. Un véritable service public travaillait en permanence pour que l'eau coule et arrive sur les lieux de distribution.

Les grandes invasions bouleverseront tout cela et l'eau s'arrêtera de couler provoquant la chute de l'empire romain.

## **LES BARRAGES**

En Egypte, il y a de cela 5.000 ans, on voit surgir la figure légendaire du pharaon Ménéès, qui fit construire avec des pierres taillées le premier barrage sur le Nil, probablement dans le but de régulariser ses crues annuelles d'été.

Il existe diverses sortes de barrages et chacune est adaptée à la situation géographique et aux matériaux disponibles dans les environs.

Le plus simple est le barrage poids qui résiste à la poussée de l'eau par sa lourdeur. Il comporte en son milieu une partie imperméable à l'eau appelée écran d'étanchéité.

Les barrages à contreforts conviennent aux endroits où il forme un long barrage établi en ligne droite sans appui sur les flancs de la vallée.

Les barrages-voûtes sont construits en travers des vallées profondes et encaissées. La poussée de l'eau tendrait à aplanner l'arrondi de la voûte mais celle-ci est maintenue des deux côtés par les parois rocheuses de la vallée.

Le barrage cantilevois est formé d'une paroi de béton assez mince mais renforcée par des barres de métal qu'elle contient.

Le plus grand barrage de béton du monde est celui de Grand Coulée aux Etats-Unis et le plus long barrage établi sur un cours d'eau est celui d'Hirakud en Inde.

Comme les réserves mondiales de charbon, de pétrole ou de gaz s'épuisent, beaucoup de pays cherchent à augmenter leurs installations hydroélectriques car l'eau est une source d'énergie inépuisable. Plus de 36.000 barrages existent actuellement dans le monde ce qui ne représente que 3 % de l'énergie utilisée.

## **LES CHATEAUX D'EAUX**

Un château d'eau est un réservoir dont le fond s'élève au-dessus du niveau du sol. Une telle construction est essentiellement composée de deux parties : le réservoir proprement dit ou cuve incorporée dans la partie cuve, ainsi que la construction du support ou socle incorporé dans la partie pied. A part ces deux parties élémentaires, le château d'eau comprend des prévisions pour l'adduction et l'écoulement de l'eau ainsi que les conduites de trop-plein et de vidange du réservoir, les moyens d'accès au réservoir et d'aération.

Le château d'eau remplit une double fonction. La première est de constituer un tampon entre la production d'eau et la seconde la livraison de cette eau au consommateur suivant un cycle journalier qui connaît des consommations de pointe au cours de la journée. De plus, il doit pouvoir garantir une pression minimale dans chaque point du réseau de distribution. L'aspect extérieur d'un château d'eau est déterminé en premier lieu par les caractéristiques techniques, plus précisément par la capacité et l'élévation de la cuve. Ensuite ce sont la disponibilité des matériaux de construction et l'évolution du génie civil qui joueront un rôle. L'aspect financier étant étroitement lié à ceux-ci.