

L'ingénieur Henri Pitot (1695-1771)

Valdo PELLEGRIN

Maître de conférences (h) à l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier

MOTS CLÉS

Sonde de Pitot, aqueduc, Montpellier

RÉSUMÉ

La vie de l'ingénieur Pitot est présentée à Paris puis à Montpellier. Le principe du tube de Pitot est exposé ainsi que la réalisation de l'aqueduc de Saint-Clément à Montpellier.

Le lecteur peut visionner l'enregistrement vidéo de cette conférence

Henri Pitot est né en 1695 à Aramon dans le Gard, sous le règne de Louis XIV. Élève au collège de Beaucaire tenu par les pères de la Doctrine Chrétienne, il se montre rétif à l'enseignement classique qui lui est prodigué et n'assimile nullement les matières enseignées. En désespoir de cause, son père, qui est militaire, prend la décision de lui faire signer à 16 ans un engagement dans l'armée comme cadet d'un régiment d'artillerie. Alors qu'il est à l'École d'artillerie de Grenoble, passant un jour devant une librairie, il est attiré par la couverture d'un livre de géométrie qu'il achète. Sa lecture est pour lui une véritable révélation. Il est subjugué par la rigueur et la logique des démonstrations mathématiques. Désormais il s'intéresse à de nombreux livres scientifiques. Sa période militaire terminée, il revient à Aramon où il continue à s'instruire en autodidacte. Son père demande alors à un abbé d'Uzès réputé pour son savoir scientifique de bien vouloir évaluer le niveau de connaissance de son fils. L'abbé conclut en disant que le jeune homme en sait plus que lui et qu'il convient de l'envoyer à Paris poursuivre des études.

1. Le séjour à Paris (1718-1742)

Le jeune Henri Pitot part donc pour Paris en 1718 avec une lettre de recommandation pour le grand physicien et naturaliste Réaumur. Celui-ci l'accueille avec bienveillance et lui ouvre sa bibliothèque. Il teste son savoir et lui conseille d'approfondir ses connaissances en géométrie analytique, en calculs intégral et différentiel ainsi qu'en hydraulique. Mais Pitot regarde aussi du côté de l'Académie des Sciences. Cette institution, fondée par Colbert en 1666, ouvre ses portes à de jeunes scientifiques en les admettant comme adjoint avec un petit salaire et la possibilité de passer ultérieurement associé puis pensionnaire et pourquoi pas titulaire. Pitot souhaite obtenir un poste en astronomie. Pour cela il présente un mémoire sur une éclipse prévue le 22 mai 1724. Plusieurs astronomes trouvaient sur ce sujet des résultats différents. Pitot publie en 1722 dans *le Mercure de France* un article qui prévoit que l'éclipse sera totale à Paris et durera deux minutes. Lorsque l'éclipse se produit, les calculs de Pitot sont parfaitement concordants avec la réalité.

En 1724, il est nommé non en astronomie, mais adjoint-mécanicien. Entre 1724 et 1742, Pitot publie trois mémoires d'astronomie, six de géométrie et cinq d'hydraulique. En 1727 il est promu associé, et pensionnaire en 1733.

Ayant étudié théoriquement l'action du vent sur les voiles des navires, il publie en 1731 un livre intitulé « *Théorie de la manœuvre des vaisseaux* » qui sera traduit en anglais et lui vaudra en 1740 son élection à la Royal Society de Londres.

2. Le tube de Pitot

Pitot publie en 1732 un mémoire intitulé « *Description d'une machine pour mesurer la vitesse des eaux courantes* ». Il s'agit d'un tube vertical recourbé horizontalement et évasé en forme d'entonnoir. Plongé dans le courant dont on veut mesurer la vitesse, l'eau monte dans la partie verticale à une hauteur qui permet de mesurer la pression totale qui est égale à la pression dynamique augmentée de la pression statique. Un deuxième tube vertical plongé dans l'eau permet de connaître la pression statique. On en déduit la pression dynamique qui permet de connaître immédiatement la vitesse du courant à l'aide de tables calculées par Pitot grâce aux équations de Bernoulli. Cet appareil, connu sous le nom de tube de Pitot, est toujours utilisé en hydraulique et en aérodynamique.

Sur les avions, les deux tubes de mesure des pressions statique et totale sont rassemblés dans une pièce compacte et raccordés à un manomètre différentiel ou à un capteur de pression directement étalonné en compteur de vitesse. On obtient ainsi une sonde de Pitot ou une antenne de Prandtl, du nom du physicien allemand Ludwig Prandtl. Cette sonde donne la vitesse de l'avion, non par rapport au sol, mais par rapport à la masse d'air dans laquelle il évolue, permettant au pilote de s'assurer que son avion vole bien sans risque de décrochage, c'est-à-dire sans perte brutale de la portance de l'appareil. Il arrive que les sondes de Pitot soient encrassées par des débris, des insectes ou du givre (en principe des résistances chauffantes permettent le dégivrage). Dans ce cas une mesure incorrecte est fournie au pilote et aux instruments de bord. C'est pourquoi les avions sont généralement équipés de trois sondes de Pitot. Malgré cela, les sondes de Pitot ont été mises en cause dans plusieurs catastrophes aériennes comme celle du Rio-Paris en juin 2009.

3. Retour dans sa province natale (1742-1762)

En 1740, l'archevêque de Narbonne, président des États du Languedoc demande à Pitot de venir examiner sur place un projet d'assèchement des marais du littoral dans la région d'Aigues-Mortes et de donner son avis. Sans doute satisfait de son expertise, les États lui proposent l'année suivante le poste de directeur du canal royal du Languedoc et des travaux publics de la sénéchaussée de Nîmes-Beaucaire. Pitot accepte et quitte Paris en 1742. Il se fixe à Montpellier qui est située à mi-chemin entre le canal du Midi et la sénéchaussée de Nîmes-Beaucaire. Désormais Pitot abandonne les travaux théoriques qu'il accomplissait dans le cadre de l'Académie des Sciences et se retrouve constamment sur le terrain face à des problèmes concrets.

3.1 Assèchement de marais entre Beaucaire, Aigues-Mortes et Mauguio.

À ce propos, beaucoup d'habitants de ces régions côtières ont la fièvre (en fait le paludisme). D'après Pitot cela est dû aux eaux croupissantes des étangs. Pour que l'eau circule et se renouvelle, Pitot est partisan d'entretenir les graus existants et d'en ouvrir de nouveaux¹.

3.2 Constructions de digues

Il s'agissait de contenir les crues du Rhône, des gardons, du Vidourle, de l'Orb.....

3.3 Calibrages de rivières.

Par exemple celui du Dardaillon qui inonde fréquemment le territoire de Saint-Nazaire-de-Pézan. À Alais, Pitot fait détruire des ouvrages qui gênent la circulation de l'eau du Gardon. À ce propos, Pitot est parfois mal accueilli par la population.

3.4 Constructions de routes

Pitot a étudié deux itinéraires pour relier Alais au Puy. La route directe passe par Génolhac, Villefort et Langogne. Le parcours est montagneux et nécessite la construction de 97 ponts. La route indirecte passe par Saint-Ambroix, Joyeuse et Aubenas. L'itinéraire est plus long mais peu accidenté. Il nécessite la construction de 54 ponts. Pitot recommande la route par Aubenas, mais l'intendant choisit celle qui passe par Villefort.

3.5 Constructions de ponts

Pitot construit des ponts sur l'Ardèche, l'Eyrieu, restaure le pont romain de Sommières sur le Vidourle, et construit en 1747 le pont routier accolé au pont du Gard.

3.6 Les aqueducs

Pitot a conçu l'aqueduc de Carcassonne et fait ses plans mais il n'a pas participé à son exécution. L'aqueduc de Saint-Clément à Montpellier est l'œuvre la plus célèbre de Pitot et la plus réussie. C'est aussi la dernière.

4. L'aqueduc de Saint-Clément

En 1712, Jean de Clapiès (1670-1740), directeur des Travaux publics en Languedoc et membre fondateur de la Société Royale des Sciences de Montpellier, avait étudié le projet d'amener l'eau des sources Saint-Clément (grande source, petite source et bouldidou) jusqu'au Peyrou. En étudiant le débit total et le nivellement des sources, il avait montré que la chose était faisable et même déterminé un tracé. La réalisation n'avait pas suivi faute de moyens financiers.

¹ À cette époque le rôle des moustiques dans la transmission du paludisme est complètement ignoré. Ce n'est qu'en 1880 que le médecin militaire français Alphonse Lavéran (Prix Nobel en 1907) découvre l'hématozoaire responsable du paludisme.

En 1752, l'intendant de Saint-Priest et le duc de Richelieu², commandant en chef en Languedoc, demandent à Pitot de reprendre le projet de Clapiès. Pitot se met au travail en étudiant les différents aspects du problème.

4.1 Le débit des sources

Le débit des trois sources oscille entre 13 et 17 l/s selon la saison, soit 1 100 à 1 500 m³/jour, ce qui correspond, pour une ville de 30 000 habitants comme Montpellier, à 40 l d'eau par jour et par habitant, alors que 20 l suffisent à l'époque (de nos jours c'est plutôt dix fois plus !). Pitot mesure également le débit de la source du Lez qui est de 1 200 l/s, c'est-à-dire cent fois le débit des sources Saint-Clément, ce qui prouve que leur captage n'aura aucune incidence sur le débit du Lez comme le craignaient les propriétaires de moulins sur le fleuve.

4.2 Le nivellement des sources

Le seuil du Peyrou est à 52 m d'altitude et à 9,36 m en dessous du bassin de captage des sources. L'arrivée de l'eau dans le réservoir de distribution du Peyrou est prévue à 2,60 m au-dessus du seuil. Reste donc un dénivelé de $9,36 - 2,60 = 6,76$ m qui autorise une pente moyenne de 0,48/1 000. Par prudence, Pitot opte pour une pente moyenne de 0,30/1 000 ce qui lui donne une réserve de 2,70 m de dénivelé en cas de problèmes. A titre d'exemple l'aqueduc de Nîmes a une pente de 0,24/1 000 et celui de Castries 0,44/1 000.

4.3 Le tracé

Le tracé de Clapiès était long de 10 800 m et nécessitait de creuser deux tunnels. Pitot prévoit un tracé de 13 900 m avec un seul tunnel.

4.4 Les ouvrages d'art

Il y a le franchissement de la Lironde (254 m de long avec deux niveaux d'arches superposés), puis le tunnel sous l'actuel carrefour de la Lyre (429 m de long). Le franchissement du Verdanson, à côté de la rue de la Croix de Lavit, nécessite un ouvrage de 117 m de long. Enfin l'ouvrage monumental des Arceaux, qui a donné son nom au quartier, pour le franchissement du vallon de la Merci. L'ouvrage est long de 800 m pour une hauteur moyenne de 25 m. Il est constitué de 51 arceaux de 9 m d'ouverture supportant une deuxième rangée de 182 arceaux de 3 m de large, inspiré de l'architecture du pont du Gard. Cette structure donne de la rigidité à l'ouvrage et lors du décintrement, les petits arceaux supérieurs ne présenteront aucune déformation évitant des fissures donc des fuites de l'aqueduc. Un petit bâtiment appelé « Castelet » sert de « réservoir de dépôt » au début de l'aqueduc des Arceaux. Il est situé dans l'actuel square du Maquis de Bir-Hakeim.

En 1762, Pitot part à la retraite. À cette date l'eau arrive au Castelet en haut de l'actuel boulevard Benjamin Milhaud, et depuis le Castelet une conduite alimente une fontaine à Celleneuve. Une autre conduite provisoire fournit de l'eau à une fontaine située à l'angle des actuelles rues Saint-Louis et Auguste-Comte.

² Le duc de Richelieu (1696-1788) surnommé « le duc des alcôves » est l'arrière petit-neveu par alliance du Cardinal de Richelieu (1585-1642).

4.5 Travaux et financement

Les travaux sont adjugés à l'entreprise Hilaire Ricard pour un montant de 313 500 livres. En fait, le coût total de l'opération sera de 1 million de livres (soit environ 8 millions d'Euros), sans compter le château d'eau du Peyrou qui sera réalisé plus tard par Jean-Antoine Giral. La pose de la première pierre a eu lieu le 13 juin 1753 et l'inauguration le 7 décembre 1765 soit douze ans plus tard, au lieu des 6 années prévues à l'origine. Finalement, l'aqueduc de Saint-Clément coutera trois fois le prix estimé et les travaux dureront le double du temps initialement prévu.

En fait, l'ouvrage ne sera entièrement terminé qu'en 1772. Les deux rues qui longent la promenade du Peyrou ont pour nom Pitot au nord et Clapiès au sud.

Au terme de sa brillante carrière, Pitot aura donc passé 24 ans à Paris en faisant des travaux surtout théoriques exposés à l'Académie des Sciences et 20 ans en Languedoc pour des travaux publics d'aménagements du territoire dont les Languedociens bénéficient encore de nos jours. Parti à la retraite en 1762, il meurt à Aramon en 1771 à l'âge de 76 ans.

5. La vie de l'aqueduc après Pitot

De nombreux riverains font des prises d'eau illégales sur l'aqueduc dont l'eau est réservée aux Montpelliérains. Un garde doit faire régulièrement des tournées d'inspection. Au cours des ans la section de la rigole de l'aqueduc a été fortement réduite par des dépôts de calcaire (1mm/an), des racines se sont infiltrées à l'intérieur de l'ouvrage dans les zones construites en moellons et les eaux de ruissellements pénètrent dans la conduite à certains endroits.

En 1830, la petite source et le bouldou sont taris. C'est à cette époque que Pierre Lenthéric, professeur de mathématiques à la faculté des sciences, se voit confier la mission d'évaluer les pertes en eau entre la grande source et le Peyrou. Il trouve une perte de 170 l/mn soit 6 à 15 % de perte selon la période de l'année.

Les besoins en eau de la ville augmentant, en 1854, l'aqueduc est prolongé de 5 km jusqu'à la source du Lez. L'aqueduc de Pitot servira plus de deux siècles et sera mis hors service en 1983 quand on aura créé une station de pompage souterraine dans la source du Lez.

RÉFÉRENCES

- DESBORDES (Michel), *Henri Pitot et l'aqueduc de Saint-Clément à Montpellier*. Conférence du 15 septembre 2007 au site du Pont du Gard.
- GABARD (Louis), *Henri Pitot, un académicien et constructeur languedocien au cœur du Siècle des Lumières*, Saint-Laurent-le-Minier, Éditions Decoopman, 2015.
- HUMBERT (Pierre), *La vie et l'œuvre d'Henri Pitot*, Bulletin de la société languedocienne de géographie, t. XXIV, 2^{ème} fasc., juillet-décembre 1953.