

Réflexions d'un topographe sur un vieil aqueduc

NDLR : Les stages d'été de l'École nationale des sciences géographiques se déroulent chaque année en Provence. Des quatre centres existants dans la fin des années 1980, ne reste plus que celui de Forcalquier, que Paul Courbon dirigea de 1977 à 1979 et où il revint à plusieurs reprises. Au cours de ses séjours à Forcalquier, Paul Courbon fut sollicité par Jean-Yves Royer, historien de la ville, pour faire des mesures sur l'aqueduc raccordé à la vieille cité en 1512. Paul Courbon se souvient.

■ Paul COURBON

L'eau en Provence

La fontaine était un point névralgique de nombreux villages de Provence. Souvent associée à un lavoir, ce n'était pas seulement l'endroit où l'on venait chercher de l'eau, mais aussi le point de réunions des femmes qui venaient y laver leur linge. C'était un lieu d'échanges. Mais à partir des années 1950, le grand programme d'adduction d'eau des villages et même des fermes leur a fait perdre ce rôle. Toutes les maisons ont été raccordées à un réseau d'eau potable et quand elles ne l'étaient pas, parce que trop à l'écart du village, elles se raccordaient à un forage. Cerise sur le gâteau : les machines à laver étaient devenues abordables à toutes les bourses ! Pourtant, de nombreuses communes ont conservé et entretenu le patrimoine que représentaient ces fontaines. Mais ce ne sont plus que de jolis monuments que l'on photographie. Souvent fonctionnant en circuit fermé, on les voit affublées d'une pancarte "Eau non potable". C'est le cas à Forcalquier.

La faisabilité d'un projet

Si dans certains villages, le captage d'une source pour alimenter une fontaine ne présentait pas de problème



Figure 1. La fontaine de Valensole.

du fait de la proximité de cette source, d'une pente favorable et d'un relief sans obstacles à franchir, ce ne fut pas le cas de Forcalquier. La réalisation de son aqueduc et les problèmes topographiques qui en découlaient n'ont pas manqué d'interpeller le géomètre que j'ai été et qui a participé à des projets d'alimentation en eau potable ou d'évacuation des eaux usées.



Avec près de trois kilomètres de long et le franchissement de plusieurs obstacles, il semble impensable que les édiles responsables du projet de cet aqueduc s'y soient lancés sans s'assurer de sa faisabilité et de son coût.

Bien sûr, les prévisions qui précèdent la réalisation d'un projet ne sont jamais tenues, elles augmentent toujours avec des difficultés non prévues ! Rappelons qu'entre le lancement de la construction du canal de Marseille en 1835 et son aboutissement en 1854 [2], le coût prévu de 14 millions de francs passa à



Figure 2 et 3. La conduite dallée (0.3 m) est moins onéreuse qu'une galerie.

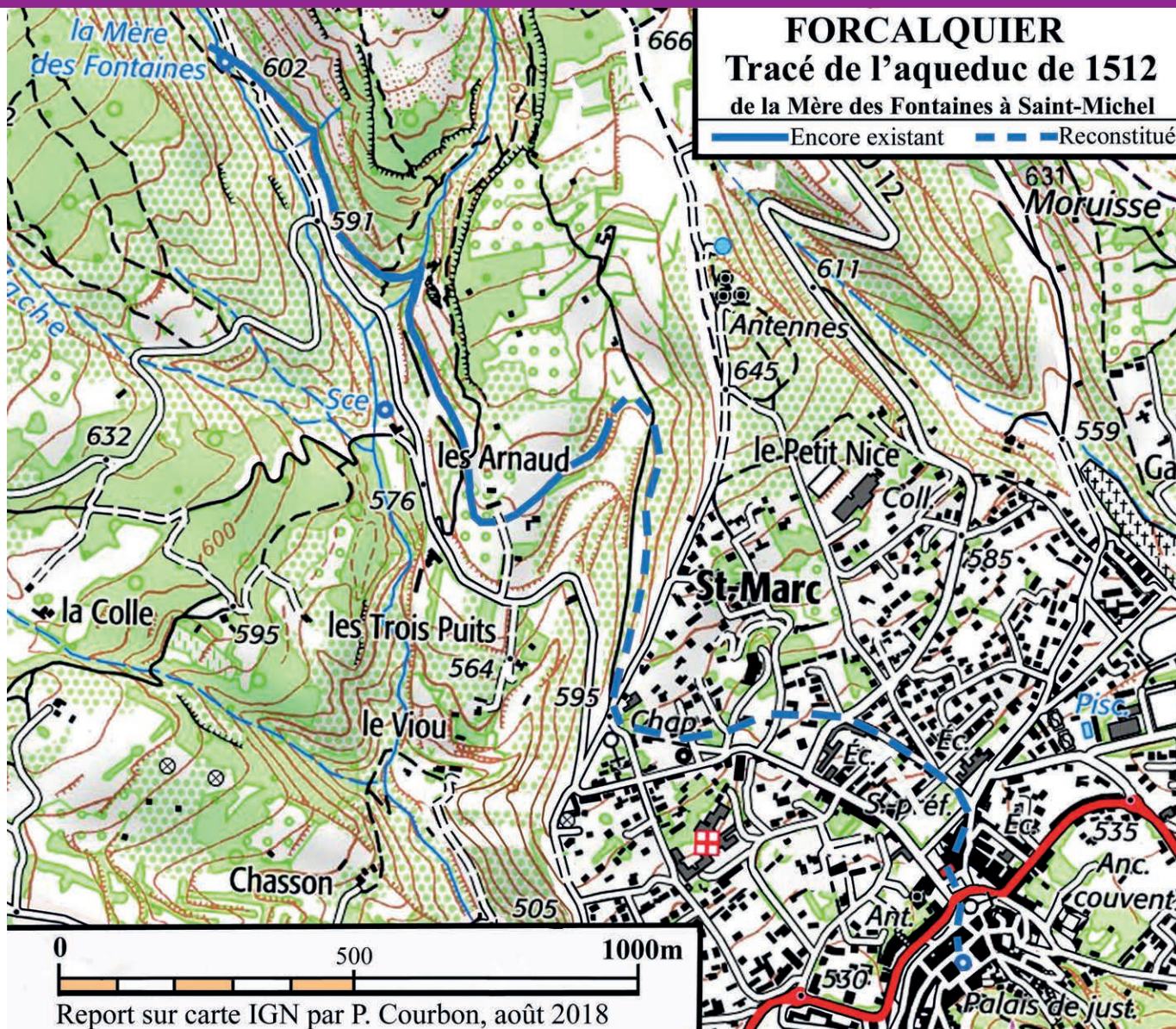


Figure 4. Carte du tracé de l'aqueduc.

33 millions de francs ! C'est toujours le cas à l'ère moderne : le coût du tunnel sous la Manche passa de 10 à 23 milliards de francs... À Forcalquier, le poids des dépenses engagées a amené des évolutions au cours de la réalisation de l'aqueduc, tel le remplacement d'une galerie par une conduite dallée au bout de 1 160 m de parcours.

L'état des lieux

Jean-Yves Royer [3] fait partir les opérations de gestation de l'aqueduc en 1492 ; à cette date, pas encore de plans détaillés telle la carte IGN 1/25 000, avec les altitudes et les courbes de niveau pour s'assurer de la faisabilité du projet et asseoir un avant-projet. Pas encore de lunettes ou d'instruments comme l'on peut en voir sur les chantiers de travaux publics actuels. Le topographe que je

suis était curieux de savoir comment ce problème avait été abordé. Faute de documents précis dans les archives, j'en ai été réduit aux suppositions.

Les prixfaits (devis) retrouvés dans les archives communales n'entraient pas dans le détail comme cela se fait actuellement. Dans plusieurs prixfaits consultés lors d'études concernant d'autres sites que Forcalquier, j'ai retrouvé des prix à la toise¹ ou à la canne². Il n'y avait pas la spécialisation actuelle et, dans leur bureau, les rédacteurs n'avaient pas les compétences pour donner des spécifications techniques précises. Ils se limitaient à insister sur la bonne qualité du travail à accomplir, tel "*Faire un bon mortier avec du bon sable et de la bonne*

¹ La toise valait 1,95 m en France.

² La canne, autour de 1,75 m suivant les endroits.

chaux". Cela fut le cas des archives de Forcalquier. Quant aux travaux, ils étaient exécutés par des fontainiers locaux qui avaient acquis leur savoir sur le terrain.

Jean-Yves Royer a retrouvé dans les archives l'état de toutes les dépenses générées par la réalisation de l'aqueduc et rédigé en 1512. Il a eu le mérite d'en transcrire en français les 64 pages plus ou moins bien rédigées en occitan.

Les appareils topographiques au début du XVI^e siècle

Les premières lunettes n'apparurent que dans la seconde moitié du XVI^e siècle, plus de 50 ans après la réalisation de l'aqueduc de Forcalquier. Leur utilisation en topographie, avec la conception du théodolite puis du

Le Chorobate

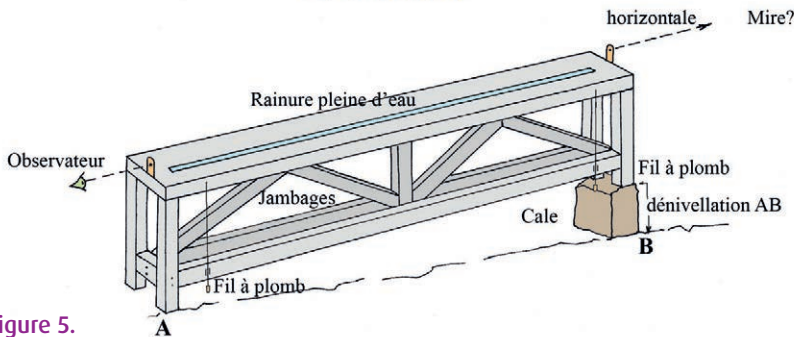


Figure 5.

niveau de précision, arriva encore bien plus tard [2]. Lorsque fut entreprise la construction de l'aqueduc, les appareils et méthodes topographiques n'avaient guère évolué depuis l'Antiquité. Je renvoie au magistral *Sciences géographiques dans l'Antiquité* [4 et 5] de Raymond D'Hollander.

Il nous a paru intéressant de rappeler les instruments de nivellement anciens et de supposer ensuite lesquels auraient pu être utilisés à Forcalquier.

- Pour la réalisation de leurs grands aqueducs, les Romains utilisèrent un niveau appelé chorobate (figure 5) ; lourd et compliqué à mettre en œuvre, il semble ne plus être employé plus tard.

Niveau à perpendiculaire

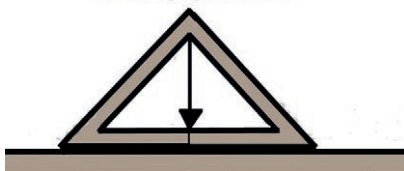


Figure 6.

- Le niveau à perpendiculaire [4], connu depuis l'Antiquité, a été employé pendant très longtemps, surtout en construction. Il était toujours en usage au XVI^e siècle. À partir de la verticale donnée par un fil à plomb, on obtenait la direction de l'horizontale par l'intermédiaire d'un cadre en bois donnant la perpendiculaire (figure 6).

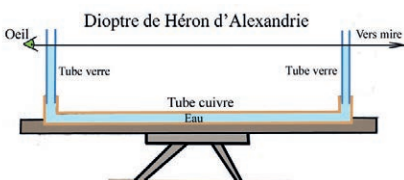


Figure 7.

- Le dioptra de Heron d'Alexandrie (I^{er} siècle apr. J.-C.) était constitué par un tube de cuivre de 1,8 m de long environ associé à deux petits tubes de verre (figure 7). Il aurait été réadapté en 1518 et fut employé jusqu'au XIX^e siècle.

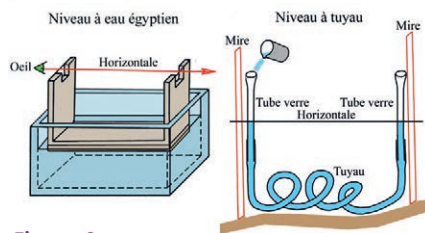


Figure 8.

- Le niveau à eau fut imaginé en premier par les Égyptiens (figure 8). Nous ne savons quand apparurent les premiers tuyaux souples utilisables dans les niveaux à eau qui arrivèrent plus tard (figure 8). Avant l'apparition du caoutchouc, puis du plastique, existait-il des petits tuyaux en toile graissée ? Nous n'avons pu le savoir.

Cheminement au niveau

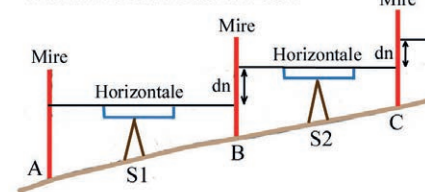


Figure 9 et 10. Cheminement au dioptra.

L'absence de lunette amenait l'emploi d'un gros voyant bicolore que le porte mire descendait ou montait à la demande de l'opérateur. Un index permettait de donner sa hauteur.

- Les mires qui servaient à mesurer les dénivellations existaient depuis Heron d'Alexandrie. Comme le montrent les

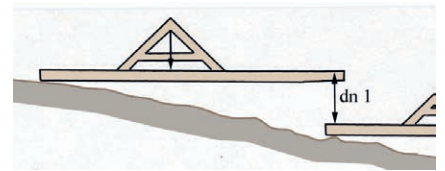
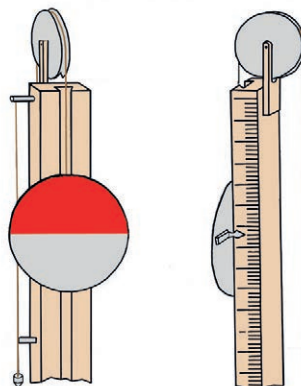


Figure 11. Autre type de cheminement avec une règle de 1,5 toise et un niveau à perpendiculaire.

figures, l'absence de lunette grossissante devait limiter la longueur des visées précises, sans doute de l'ordre de 5 toises, ou un peu plus.

Niveau des qanats

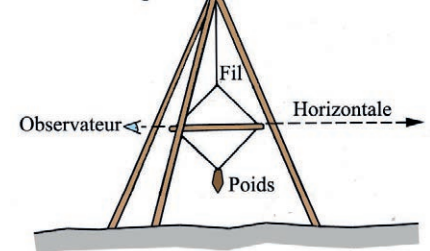


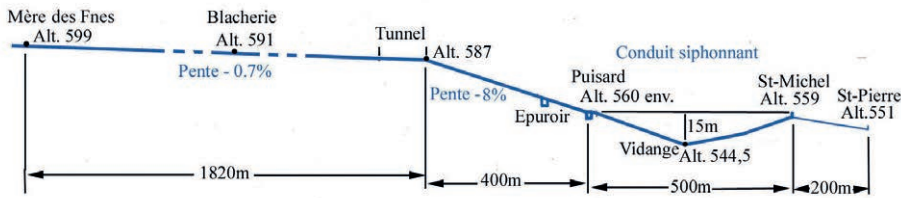
Figure 12.

- Enfin, il ne faut surtout pas oublier le niveau utilisé par les Persans et les Arabes lors de la construction des qanats [6]. Le croquis joint remplacera avantageusement toute description écrite (figure 12). Depuis le XI^e siècle, beaucoup d'échanges s'étaient produits entre le monde arabe et l'Occident. Il n'aurait pas été étonnant que ce type de niveau soit connu des maçons et fontainiers provençaux.

La reconnaissance du tracé de l'aqueduc

Après cette rétrospective des instruments utilisés avant la généralisation de la lunette, revenons à notre aqueduc. Avec les moyens limités d'une communauté encore diminuée par la peste noire du XIV^e siècle à 1 100 habitants, Forcalquier n'avait pas fait appel à des "ingénieurs", mais à des artisans locaux, lesquels ne devaient pas utiliser d'appareils sophistiqués tel le dioptra de Heron d'Alexandrie associé à une mire. Un simple niveau facile à réaliser, tel le niveau à perpendiculaire ou peut-être un niveau inspiré de celui employé pour les qanats, servit vraisemblablement à dégrossir le trajet entre la Mère des Fontaines et la crête Saint-Marc, où se trouve le centre IGN.

PROFIL DE L'AQUEDUC DE FORCALQUIER



Paul Courbon, sept. 2018

Figure 13. Profil de l'aqueduc

À partir de cette crête, il n'y avait pas besoin d'instruments pour voir que l'on se trouvait bien plus haut que le bourg.

Cependant, à la fin du trajet, on passait par un point bas avant de remonter vers les deux fontaines prévues dans les remparts. Il fallait donc prévoir un siphon et avoir une bonne estimation de sa longueur et de sa dénivellation. Là encore, l'emploi d'un niveau, même très simple, devait être nécessaire.

La faisabilité en altitude résolue, restait à évaluer la longueur de l'aqueduc pour déterminer les dépenses à prévoir. À l'époque, les mesures de longueur s'exécutaient avec une règle en bois, longue de 1,5 à 2 toises (3 à 4 m) que l'on étendait au sol. Pour aller plus rapidement, on pouvait employer une corde graduée, longue de 10 toises par exemple, que l'on reportait au sol autant de fois qu'il le fallait. On peut penser qu'à Forcalquier la corde fut employée pour mesurer la distance.

De la Mère des Fontaines à Saint-Marc

En 2007, un groupe de stagiaires de l'ENSG avait rattaché au GPS six points des 1 100 premiers mètres de l'aqueduc, matérialisés par des repères. La pente très régulière de cette première partie, où le tracé de l'aqueduc s'accorde au mieux avec l'orientation des courbes de niveau, n'amène aucune réflexion particulière. Entre la Mère des Fontaines et le vallon de la Blacherie, nous avons 7,75 m de dénivellation pour 1 100 m de long, soit une pente moyenne de 0,7 %, bien supérieure à celle des aqueducs romains, mais compatible avec le débit modeste de notre aqueduc. De plus, avec une vitesse trop faible, l'entartrage des

conduits est plus important. Il vaut donc mieux avoir un écoulement constant et un peu plus rapide.

Dans les 600 m suivants, jusqu'à Saint-Marc, où la galerie a été remplacée par une conduite dallée, nous avons toujours la même pente, vérifiée sur un repère IGN proche.

On peut raisonnablement penser que la régularité de la pente a été obtenue avec une règle à niveler et un niveau à perpendiculaire.

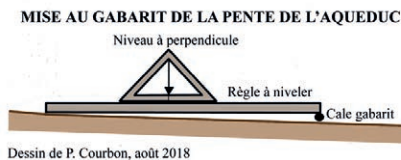


Figure 14. Respect de la pente par un gabarit. À Forcalquier, un gabarit de 21 mm pour une règle de 1,5 toise.

De Saint-Marc aux fontaines

Avec une pente moyenne de 8 %, le problème de rechercher la meilleure pente n'existait plus. Il fallut plutôt bâtir plusieurs bassins intermédiaires pour casser la vitesse du courant. On passait par un col avant de remonter vers les fontaines et le problème topographique qui se posait fut la création d'un siphon de plus de 500 m de long et de 15 m de dénivellation. Il fallait bien choisir l'altitude du bassin d'où démarrait le siphon, pour avoir un débit ni trop fort, ni insuffisant. Trouvait-on la bonne altitude par approches successives en faisant des essais, ou du premier coup ?

Conclusions

On ne peut que se montrer admiratif d'un travail exécuté par des artisans sans nos techniques actuelles. Dans la région de Forcalquier, on trouve trois



Figure 15. La fontaine Saint-Michel est le beau terminus de notre aqueduc. Fonctionnant maintenant en circuit fermé, on y trouve la mention "eau non potable". (Cl. B. Bodin).

autres aqueducs. Celui de Mane est court, avec un terrain régulier, il n'a dû poser aucun problème au fontainier.

Celui de Manosque est plus long et d'un parcours plus compliqué, mais il fut bâti au XVIII^e siècle, avec une reprise au XIX^e. Il y a aussi celui d'Oraison, moins complexe que celui de Forcalquier et bâti au XVII^e siècle. ●

Contact

Paul COURBON
paul.courbon@yahoo.fr

Bibliographie

- [1] Jean-Yves ROYER, 1986, *Forcalquier*, Ed. Odim
- [2] Paul COURBON, 2016, *le canal de Marseille, quand Massalia dépasse Rome*, XYZ n° 146
- [3] Raymond D'HOLLANDER, 2003, *Les Sciences Géographiques dans l'Antiquité*, AFT, Paris, pp. 200-207.
- [4] François FAVORY, *histoire de l'arpentage romain*, in [3], pp. 403-405.
- [5] Jean-Luc BESANÇON, 1979, *Géomètres-topographes du Bassin méditerranéen et du Moyen-Orient antiques*, mémoires d'ingénieur ESGT.
- [6] Henri GOBLOT, 1979, *Les qanat une technique d'acquisition de l'eau*, Mouton éditeur, Paris