

# Les galeries du Canal de Provence

par M. DAUGÉ - Ingénieur des Travaux Ruraux

La construction du Canal de Provence constitue l'aboutissement d'une pléiade de projets qui tous envisagent la conduite de l'eau du Verdon vers le Sud pour pallier le manque d'eau des départements du Var et des Bouches-du-Rhône.

C'est en 1554 qu'Adam de Craponne a formulé le premier projet du Canal de Provence ; et c'est le 11 juin 1957 que fut créée la Société d'Études pour la réalisation de ce projet.

Quels sont les objectifs de ce projet ?

- Comblent les besoins en eau de la région provençale tant dans le domaine agricole qu'industriel et domestique : 116 Communes dont les villes de Marseille, Aix-en-Provence, Toulon, Hyères et les régions industrielles avoisinantes.
- Suivre le développement rapide et continu des agglomérations de la côte varoise où l'afflux touristique en été multiplie par 4 les besoins normaux de la population sédentaire.
- Permettre le développement de l'agriculture car 60 000 hectares sont susceptibles de produire après irrigation les cultures les plus variées et les plus précoces.
- Conduire le développement des industries grâce à l'enrichissement en énergie réalisé par l'aménagement hydroélectrique de la Durance et du Verdon et par la puissance de la pétrochimie autour de l'Étang de Berre.

Autant d'éléments et de facteurs que le Canal de Provence a pour objet de promouvoir et de développer pour améliorer la vie et apporter la richesse en Provence.

Le Canal de Provence, ouvrage à buts multiples, recouvre de ce fait une grande variété d'aspects. Aujourd'hui nous allons nous intéresser à l'aspect topographique du projet.

Comme le montre le plan joint, le Canal de Provence intéresse les départements du Var et des Bouches-du-Rhône. Orienté globalement Nord-Sud, il doit franchir les accidents du relief qui eux sont orientés Est-Ouest : les chaînes de la montagne Sainte Victoire, de l'Étoile, de la Sainte Baume, de la forêt des Morières, les rivières telles que l'Arc, l'Argens, le Gapeau. De plus, il est situé dans une région géologiquement tourmentée, mais en majeure partie dans un bon calcaire jurassique. Toutefois, il rencontre des passages difficiles en pré-

sence de marnes plus ou moins gonflantes ou d'argiles, de rivières souterraines, d'anciennes mines de charbon, etc... Et son creusement intéresse nos amis des Clubs spéléologiques surtout lorsqu'ils sont passionnés de géologie.

Le tracé retenu initialement prend sa source, si je puis dire, dans un canal mixte E.D.F. - S.C.P. au Nord du département du Var et dispense par l'intermédiaire de ses différentes branches — canal maître, branche de Bimont, branches diverses du Var, branche de Marseille, puis par canalisations enterrées — l'eau du Verdon aux périmètres agricoles du Var et des Bouches-du-Rhône, à leurs industries, à leurs Communes et particulièrement aux grandes villes telles que Marseille, Toulon, Aix-en-Provence.

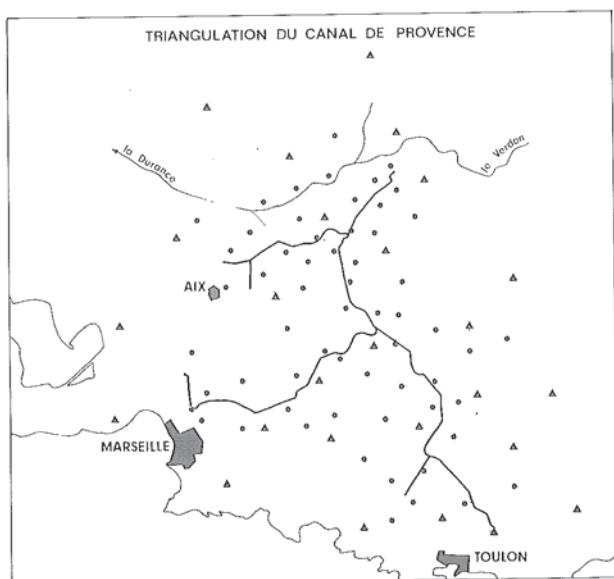
Le Canal de Provence comprend actuellement 96 kilomètres de galeries bétonnées dont le diamètre varie de 5.05 m à 2.30 m, 76 kilomètres de canaux bétonnés dont l'ouverture en gueule varie de 20 m à 10 m et 2 000 kilomètres de canalisations en ciment, acier, fonte, PVC dont le diamètre varie de 2 000 mm à 24 mm.

Ces galeries, souterraines pour la plupart, sont en charge (environ 1 bar, soit sensiblement 10 m de hauteur d'eau), la pente moyenne de celles-ci varie de 0,003 par m à 0,006 par m. Ces galeries traversent les obstacles constitués par les différents reliefs et essayent d'éviter au maximum les accidents géologiques. Il faut tout de même signaler que la cote de départ à Boute est de 350 m NGF et la cote d'arrivée à Marseille est de 252 m NGF, celle de Toulon de 295 m NGF. C'est-à-dire combien l'altitude moyenne est élevée pour un ouvrage situé au bord de la mer et la topographie bien évidemment doit en tenir compte dans ses calculs. C'est dire aussi que la charge doit être brisée au cours du tracé et que l'on rencontre des brise-charge, des cheminées d'équilibre, des usines hydroélectriques...

Le tableau ci-après présente les différents profils en travers des galeries bétonnées du Canal de Provence : circulaire, anse de panier, combiné...

Comment ces galeries sont-elles creusées ? Différents procédés ont été utilisés : mis à part quelques kilomètres creusés par un tunnelier (Mac Alpine) le procédé habituel consiste à creuser à l'aide de fleurets des trous dans le rocher, à les charger, à tirer et à sortir le "marin" de la galerie. Selon les entreprises, selon les lots préparés par le maître d'ouvrage, selon





les délais, selon la configuration topographique, etc..., les galeries ont souvent plusieurs attaques, surtout si les galeries sont longues : attaques sensiblement à l'horizontale plus ou moins coudées, attaques par puits, attaques par des fenêtres qui seront plus tard abandonnées, attaques avec des courbes aux faibles rayons de l'ordre de 50 m par exemple ; toutes attaques proposées par le projeteur, difficiles sur le plan topographique, mais finalement déjouées par l'imagination du topographe.

Quelle attitude prendre devant un tel projet ? Quelle philosophie topographique adopter pour conduire de tels travaux et les mener à bonne fin ?

L'aventure a commencé en 1959 et dure encore. L'un des premiers principes consiste à traiter tous les problèmes dans un contexte général et à refuser toute solution locale qui peut paraître rentable à court terme. Construire peu mais solide est le deuxième principe. Enfin, se ménager suffisamment de contrôles en utilisant des méthodes si possible indépendantes.

Au niveau du pilotage des galeries on trouve un canevas général pour la triangulation et pour le nivellement général appuyé sur les canevas mis en place par l'IGN.

A proximité de chaque attaque de galerie un seul point topographique mais matérialisé solidement, respectable et respecté : un pilier en béton sur un socle coulé à pleines fouilles.

En galerie un point scellé tous les 250 m ou 300 m, en radier, en voûte ou en piedroit est assuré d'une conservation à peu près parfaite. Ces repères sont utilisés non seulement lors du creusement mais également lors du bétonnage de la galerie.

Le matériel utilisé est le matériel Wild T.2 à centrage forcé, complété pour l'éclairage par la lampe type Oldham Arras, type de lampe utilisé par tous les mineurs. Les adaptations inévitables de ces divers matériels sont l'œuvre de la Société du Canal de Provence.

La mesure des angles en galerie est réalisée à 4 tours 5 pointés, la mesure des distances à l'aide d'un ruban "chromofil" modifié selon la méthode utilisée

pour la polygonale de Paris avec contrôle de marche puis après l'apparition des appareils électro-optiques à l'aide d'appareils type Distomat DI.10 et DI.3S.

Le nivellement est effectué selon les méthodes du double cheminement avec tour d'horizon : appareil type NIII et mire Invar, toutefois un nivellement indirect de contrôle est conduit séparément à l'aide du T2.

Enfin, les calculs sont menés séparément par le topographe et par le calculateur et les résultats sont reportés sur un plan de pilotage.

Trois particularités à signaler :

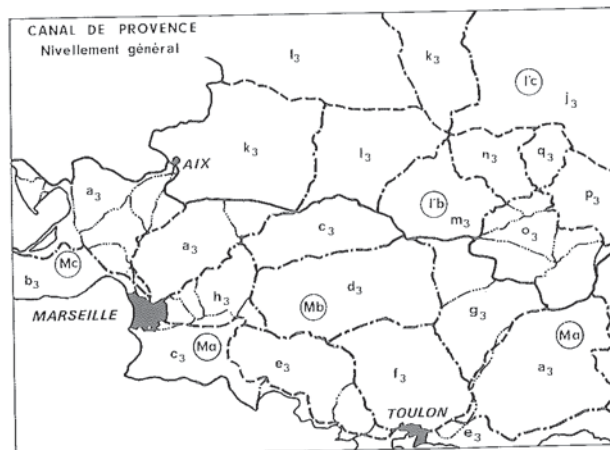
- Une vérification du pilotage à l'aide d'un cheminement d'angle est faite quelques centaines de mètres avant le percement de la galerie pour pallier le risque éventuel d'un déplacement de repère de pilotage.
- L'attaque par puits verticaux a permis de mettre au point une grille pour renvoyer le point du fond à la surface (voir croquis).
- Le franchissement des courbes à faible rayon est exécuté à l'aide de trois théodolites en visant soit les fils du réticule soit la tige du miroir de renvoi de lumière.

La précision caractérisée par l'emq (erreur moyenne quadratique) atteint les valeurs suivantes :

- en distance le 1/16 000
- en direction 5'' soit la précision de l'instrument utilisé ( $5''\sqrt{n}$ , n étant le nombre de stations).
- en nivellement 5 mm  $\sqrt{n}$ , n étant le nombre de stations. Ce résultat assez surprenant est inhérent aux mauvaises conditions de travail en galerie.

Outre cette technique du pilotage, le creusement des galeries du Canal de Provence a conduit à développer la technique du photoprofil.

De tout temps s'est posé le problème de la cubature des matériaux extraits d'une galerie : deux méthodes sont utilisées : soit la cubature forfaitée au mètre linéaire de galerie, soit la cubature du volume réellement extrait. C'est cette dernière méthode qui a été utilisée dans le creusement du Canal de Provence. La technique du photoprofil repose sur un procédé optique et photographique dont l'utilisation est simple, précise et rapide. Elle élimine pratiquement tous les risques d'erreurs, permet la conduite et la surveillance des chantiers de galerie et fournit un document indiscutable dans le calcul des décomptes de travaux.



La méthode consiste à matérialiser la section de la galerie en projetant sur les parois de celle-ci une nappe plane de rayons radiaux issue d'un foyer pratiquement ponctuel et répartie par une lentille spéciale.

Un appareil photographique permet la prise de vue à une échelle prédéterminée en fonction de la distance section-objectif. La mise à l'échelle prédéterminée est faite une fois pour toutes par la prise de vue d'une section comportant des éléments mesurés (façade d'immeuble par exemple).

La cadence de prise de vue varie de 25 à 60 profils à l'heure. Les photoprofils sont pris environ tous les 5 m à des points métriques de cote ronde et leur numéro figure sur le cliché. Le développement et la mise à l'échelle des clichés sont faits en laboratoire.

La surimpression du gabarit-type peut être faite soit en laboratoire sur le positif soit à l'aide de l'ordinateur après traitement du positif à l'aide d'un lecteur de courbes. La précision est de l'ordre de la précision graphique de l'échelle d'agrandissement. Bien entendu, l'utilisation de l'ordinateur permet de

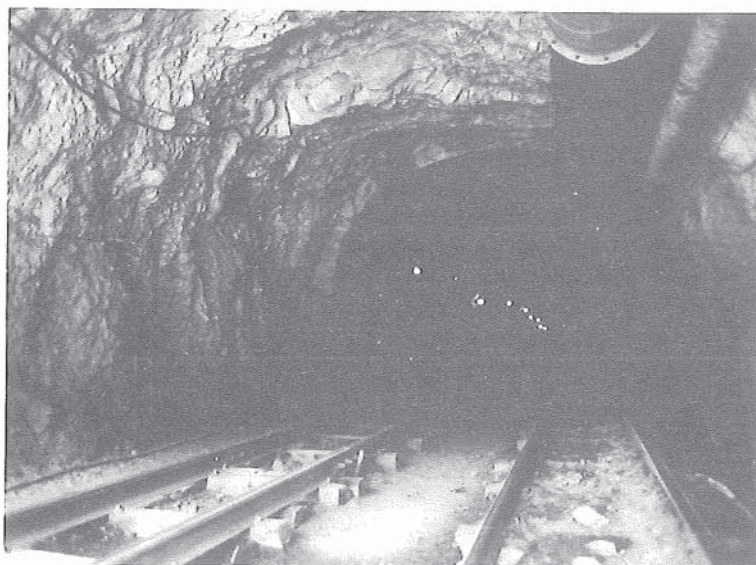
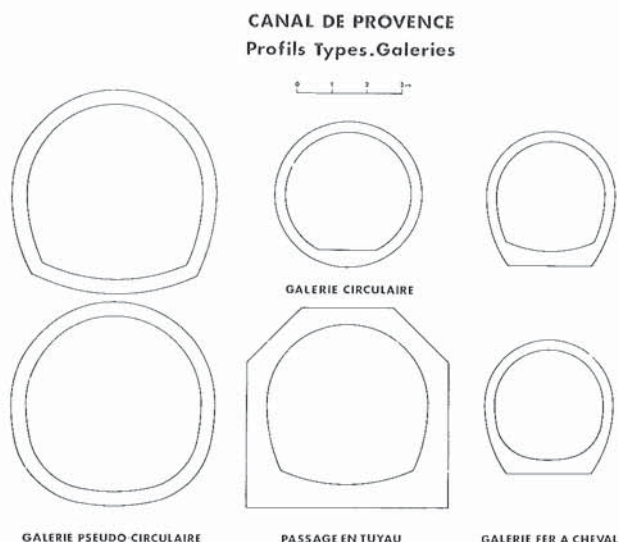
visionner tous les résultats sur un listing et d'obtenir au besoin le décompte final des travaux.

La méthode photoprofil a été et est toujours utilisée pour le creusement des galeries du Canal de Provence mais également cette méthode est appréciée dans tous les travaux souterrains : galeries hydroélectriques d'E.D.F., tunnels ferroviaires de la SNCF, tunnels routiers et autoroutiers tels que le contournement de Nice, cubatures de réservoirs souterrains d'hydrocarbure ou de gaz.

Cette méthode ne peut être utilisée pour l'auscultation d'ouvrages d'art, but mieux servi par d'autres méthodes.

Du fait de sa précision, cette méthode ressort de la topographie de chantier : État des lieux, cubature, contrôle de bonne exécution, voilà le domaine de cette méthode.

Voici donc deux techniques utilisées dans le creusement des galeries du Canal de Provence. Celles-ci sont évidemment perfectibles et je souhaite que les nouvelles générations de topographes apportent à leur tour leur contribution à l'amélioration des techniques topographiques en galerie. ■



*Galerie du canal de Provence.*