

L'aqueduc romain de Carhaix : Le Tunnel Kervoaguel

Marie-José LE GARREC

Trélo, 35380 Plélan-le-Grand

RESUME .A l'époque romaine, la capitale des Osismes Vorgium, devenue Carhaix, a été la seule ville d'Armorique à être pourvue d'un aqueduc. Construit fin II^{ème} – début III^{ème} siècle, sa longueur de 27 km en fait l'un des plus grands aqueducs de la Gaule et, depuis son étude par A. Provost et B. Leprêtre (1993-1998), l'un des mieux connus avec ceux de Nîmes, Lyon, Béziers et Saintes.

Les sources qui l'alimentent sourdent essentiellement sur le versant nord des Montagnes Noires.

A mi-parcours, cet aqueduc traverse en tunnel l'interfluve entre les hameaux de Kerloubennec et de Kervoaguel (commune du Moustoir). Son tracé perpendiculaire aux plans de stratification et de schistosité permet une tenue mécanique optimale. Long de 800m, il raccourcit le parcours de 7 km. Aujourd'hui, il n'est pénétrable que dans sa partie aval, la progression est arrêtée à 300m par un éboulis.

L'étude du tunnel permet de retrouver les techniques de creusement, les galeries étaient foncées à partir de puits distants en moyenne de 27m. L'imprécision des instruments de mesure planimétrique et altimétrique entraînait d'inévitables erreurs visibles à la jonction des galeries creusées l'une vers l'autre à partir de deux puits successifs. Tout au long des parois un bandeau d'hydroxydes ferriques souligne les niveaux d'eau du tunnel en service et permet, avec les profils en long et en travers, le calcul des débits (3500 à 5000 m³/jour).

A la fin du III^{ème} siècle l'aqueduc est abandonné, l'obstruction du tunnel entraîne l'envolement de la galerie. Sa réouverture post Moyen Age ne permet l'exhaure que des eaux infiltrées puis drainées par les 300m aval pénétrables.

L'aqueduc romain de Carhaix a été étudié de 1993 à 1998 par Alain Provost, archéologue indépendant, et Bernard Leprêtre, ingénieur en génie civil, archéologue bénévole. Je les remercie tous deux de m'avoir permis la rédaction de cet article et tout particulièrement Alain Provost de m'avoir communiqué les documents nécessaires et d'avoir bien voulu le relire.

A - L'aqueduc

1. Histoire – environnement social

- A l'époque romaine l'Armorique était divisée en cinq civitates reprenant sensiblement les territoires des peuples gaulois et pourvue chacune d'une capitale. A l'Ouest de la péninsule, *Vorgium* devenue Carhaix, fondée vers -15 avant J.-C., est la capitale des Osismes C'est la seule des cinq capitales à être desservie par un aqueduc, les plus proches sont ceux de Saintes et Poitiers.

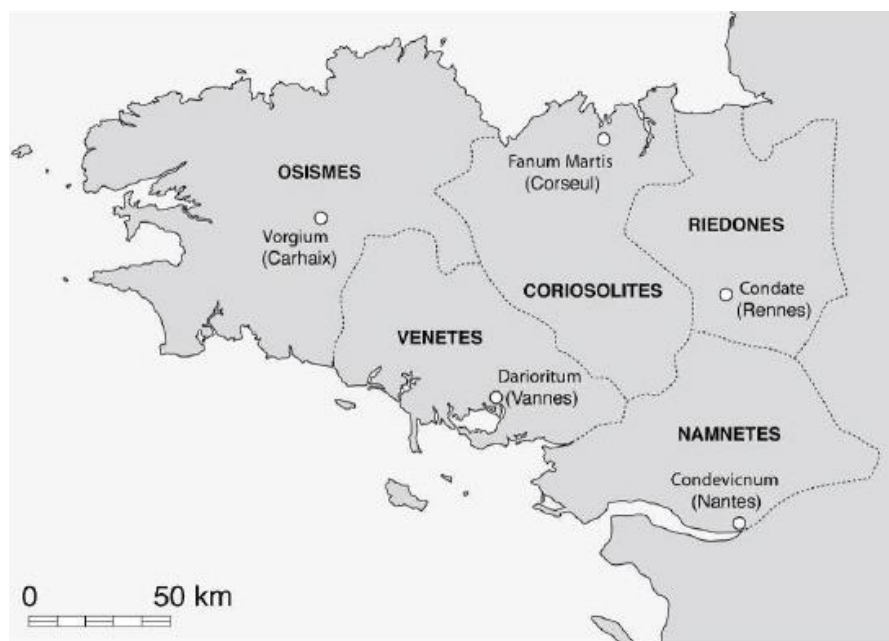


Fig. 1 : Carte des cités gallo-romaines de la péninsule armoricaine (Dessin A. Provost; DAO S. Jean).

Un tel ouvrage, à la fois utilitaire et somptueux affirmait les capacités politiques et économiques de la ville, lui donnant un prestige auquel ne pouvait prétendre les capitales de Rennes, Vannes, Corseul et Nantes. C'était le monument le plus coûteux en construction et en entretien.

- L'aqueduc alimentait les thermes, les bassins et fontaines publiques. Les habitations privées n'étaient pas desservies sauf celles appartenant aux personnes influentes ayant participé à son financement.

- Pendant la seconde moitié du I^{er} siècle – début II^{ème} siècle de notre ère un premier aqueduc de 11km de long était alimenté par des sources au débit modeste. Un siècle plus tard, donc fin II^{ème} – début III^{ème} siècle, l'extension de la ville justifie la construction d'un second aqueduc quasi parallèle au premier dont il n'est distant que de quelques mètres à quelques dizaines de mètres mais qui capte des sources pérennes bien mieux alimentées. Sa longueur de 27 kilomètres en fait l'un des plus grands aqueducs de la Gaule (Fig. 2).

2. Historique des recherches

- Cet aqueduc est mentionné au XVIII^{ème} siècle par le Sire de Robien puis par la Tour d'Auvergne en 1778.

- Fin XIX^{ème} siècle l'abbé Rolland en retrouve une dizaine de tronçons.

- Le travail de A. Provost et B. Leprêtre entre 1993 et 1998 en fait l'un des aqueducs les mieux connus de la Gaule avec ceux de Nîmes, Lyon, Béziers et Saintes.

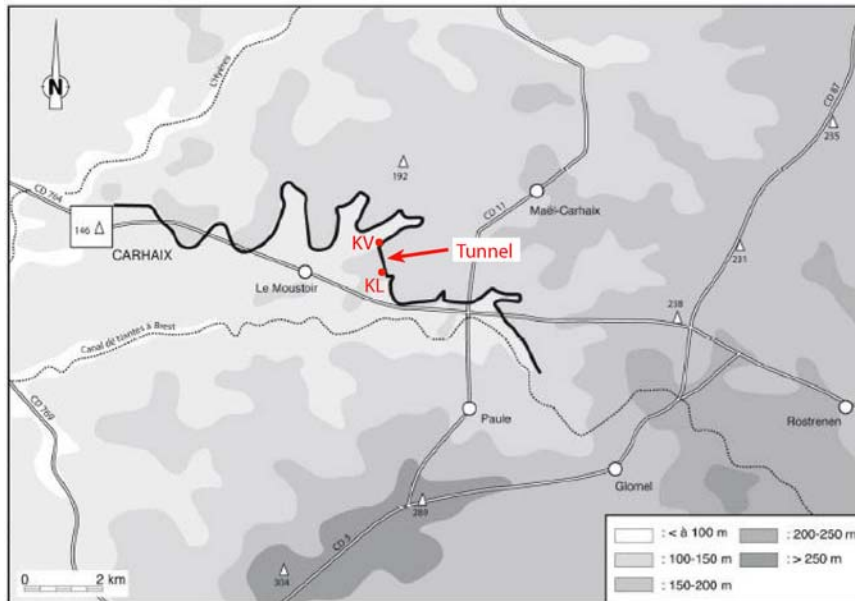


Fig. 2 : Tracé de l'aqueduc dans l'environnement géomorphologique (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

3. Géologie, géomorphologie, hydrogéologie

Géologie (Fig. 3).

- L'aqueduc se situe sur la carte à 1/50 000 de Carhaix-Plouguer mais les sources captées sont sur celle de Rostrenen. Il est entièrement creusé dans la formation dinantienne des « schistes de Châteaulin ». Plus précisément c'est ici un ensemble de schistes et de grauwackes micacées dont les plis, de direction approximativement E – W sont déjetés vers le Nord. Au plissement est associée une schistosité de flux de plan axial bien exprimée dans les sédiments pélitiques, plus frustrée à inexistante dans les grauwackes.

- Au Sud cette formation est limitée par la faille nord des Montagnes Noires qui la met en contact avec les schistes et quartzites du Dévonien. Ce contact est interrompu à l'Est par le granite de Rostrenen.

Géomorphologie

- Dans les Montagnes Noires les quartzites constituent les points culminants, à 280 mètres en moyenne (304m à Minez-Cliguéric). La jonction avec le bassin de Châteaulin-Carhaix, de 150 à 200m d'altitude, est morphologiquement bien marquée par une pente de 10 à 15% (Fig. 2).

- Dans le bassin de Carhaix les grauwackes donnent des reliefs doux tandis que les schistes ardoisiers permettent des vallées plus incisées telle la vallée de Kergoriou.

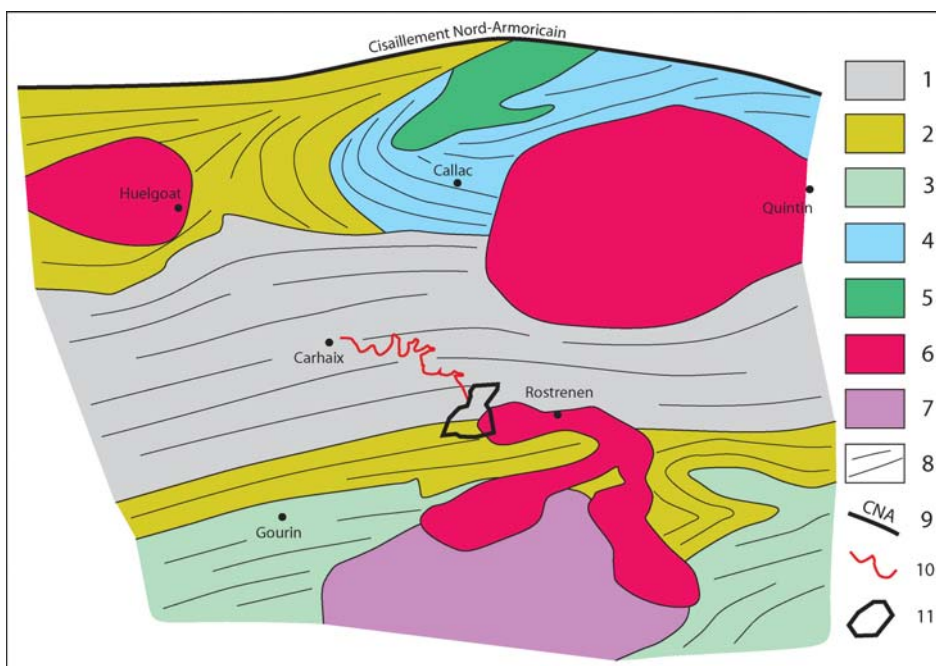


Fig.3 : Carte géologique simplifiée de la partie est du bassin de Chateaulin (dessin de P. Jégouzo): 1: formations dinantiennes; 2: formations paléozoïques pré-dinantiennes (Ordovicien à Dévonien); 3: Briovérien de Bretagne centrale; 4: micaschistes et gneiss précambriens (groupe de Callac-Guingamp); 5: roches ultrabasiques précambriennes (Belle-Isle-en-Terre, Calanhel); 6: granites et granodiorites hercyniens (massifs de Huelgoat, Quintin, Rostrenen); 7: leucogranites hercyniens (massif de Pontivy sl); 8: trajectoires de stratification et/ou schistosité; 9: Cisaillement Nord-Armoricain; 10: tracé de l'aqueduc; 11: bassins versants de l'aqueduc.

Hydrologie

- Dans les schistes et quartzites des Montagnes Noires la circulation des eaux est essentiellement fissurale. Cet important aquifère est drainé par des failles transverses S-SW-N-NE à l'origine des principales exurgences perchées à une altitude d'environ 220 m. Les ruisseaux qui en sont issus apportent à l'aqueduc l'essentiel de son débit mais d'autres sources plus à l'Est le renforcent (Fig. 4). Bien que des aménagements hydrauliques existaient plus en amont, l'aqueduc ne commence véritablement qu'à 153m d'altitude, à la confluence des principaux ruisseaux des communes de Paule et de Glomel, malheureusement ce captage a été détruit lors de la construction du canal de Nantes à Brest..

La source principale était certainement déjà bien connue à l'époque romaine puisque située en contrebas de la forteresse gauloise de St Symphorien, sur la commune de Paule (Fig. 5).

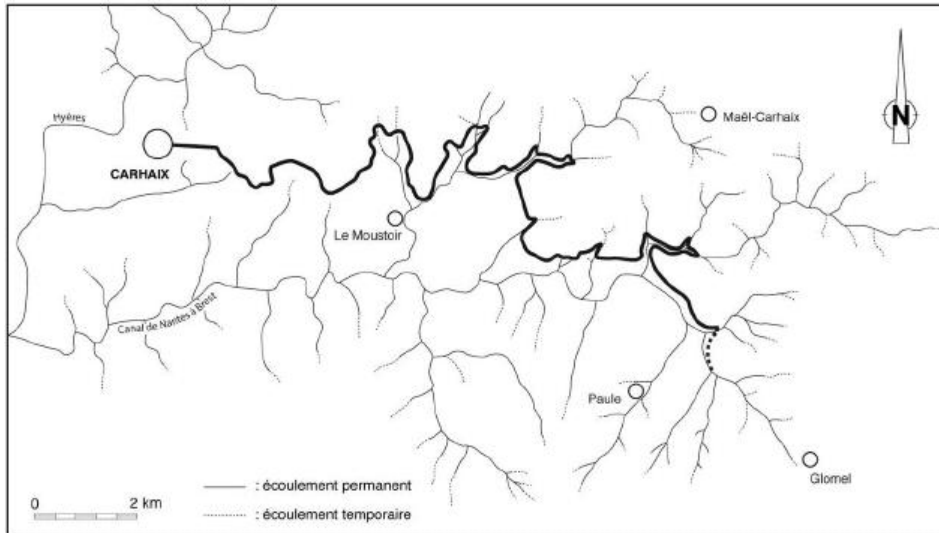


Fig. 4 : Tracé de l'aqueduc et réseau hydrographique (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

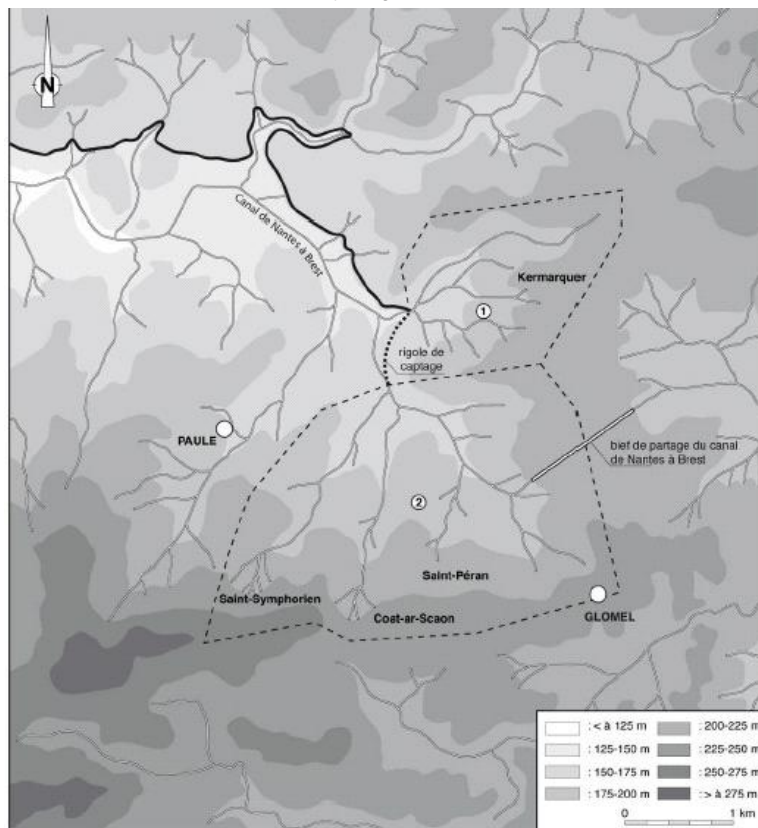


Fig. 5 : Carte des deux bassins versants des sources alimentant l' aqueduc (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

4. L'aqueduc : ses caractéristiques, sa conception

- La dénivelée n'est que de 10m pour une longueur de 27km (Fig. 3). Le tracé de l'aqueduc, avec aussi faible pente (0.027%), suit approximativement les courbes de niveau à deux exceptions :

- l'arrivée à *Vorgium* où la traversée du vallon de Kerampest se faisait par un pont, solution préférée à un passage en siphon ;

- la traversée de l'interfluve de Kerloubennec à Kervoaguel qui se fait en tunnel que nous allons voir plus précisément.

- La conception d'un aqueduc nécessite donc un long travail préliminaire, les études géologique, hydrographique, hydrologique exigeaient une grande rigueur. La prospection était confiée à un « *librator* », ingénieur-topographe issu de l'armée romaine, le levé topographique à lui seul pouvait durer trois ans. Cette même personne conduisait l'implantation de l'ouvrage donc son jalonnement et son nivellement.

- Quant aux travaux de creusement confiés à un maître d'œuvre, si la partie aérienne de l'aqueduc ne nécessitait pas de main-d'œuvre qualifiée (hormis le pont), le percement du tunnel faisait appel à des mineurs venus probablement des mines de plomb de Poullaouen et de Plélauff.

B - LE TUNNEL DE KERVOAGUEL.

1. Historique

Ce tunnel est signalé en 1900 par l'abbé Rolland mais seule la sortie de la galerie, bien visible, était décrite. Son étude ne commence qu'en 1993 sous la direction d'Alain Provost.

La galerie n'est aujourd'hui pénétrable que sur 300m, la progression est alors arrêtée par un éboulis (photo 1). L'entrée amont, entièrement masquée, n'est repérable que par des venues d'eau diffuses en périodes de fortes pluies et n'a pas été désobstruée.



Photo 1 : Eboulis de la maçonnerie d'obturation du puits 10, fin de la partie aujourd'hui pénétrable du tunnel (J. Provost).

2. Pourquoi ce tunnel ?

Ce tunnel de 800m de long raccourcit le parcours de l'aqueduc de 7 km (Fig. 6). A Vorgium Il a permis l'installation du château d'eau 2m plus haut donc de desservir une plus grande partie de la ville.

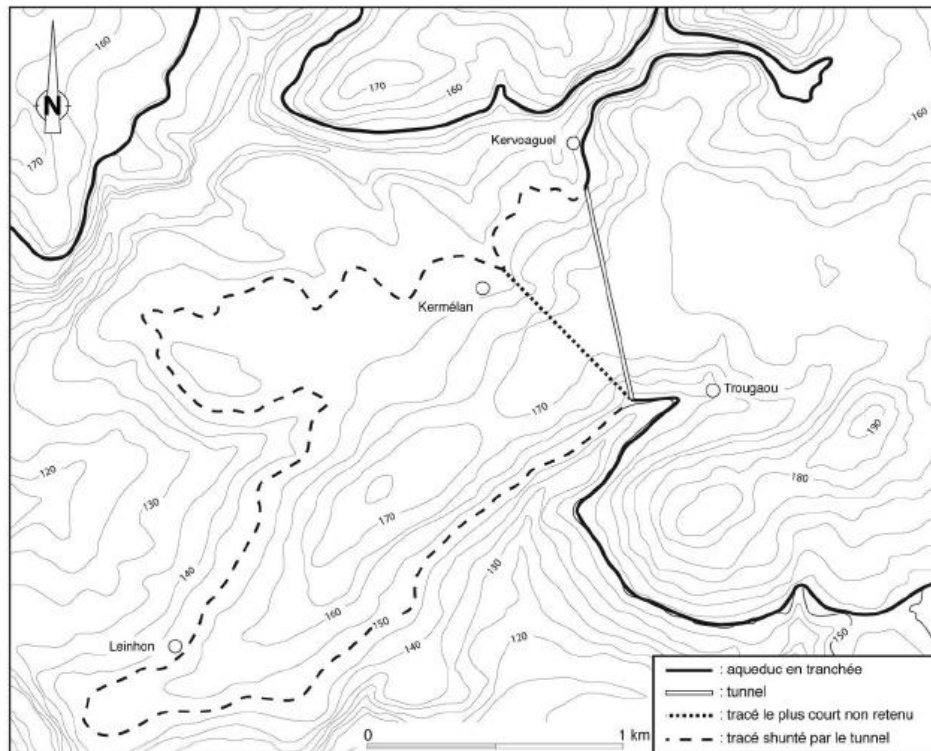


Fig. 6 : Tunnel de Kervoaguel, tracé du tunnel sur fond de carte topographique (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

3. Géologie et choix du tracé

Si la partie aujourd'hui pénétrable du tunnel est dans les schistes et grauwackes il est probable, compte tenu de la morphologie de l'interfluve, qu'il soit creusé pour sa plus grande longueur dans les grauwackes.

L'entrée est dans les schistes ardoisiers mais très vite, avant le premier puits, s'intercalent des bancs décimétriques à plurimétriques de grauwackes et dès le puits 2¹ des niveaux décamétriques (Fig. 7a et 7b). A partir du puits 7 le tunnel est dans des grauwackes franches, sans intercalations schisteuses.

¹ voir plan du tunnel : les puits sont numérotés de 1 à 10 de l'aval vers l'amont, les galeries portent le numéro du puits à partir duquel elles ont été creusées, -a pour la partie aval, -b pour la partie amont

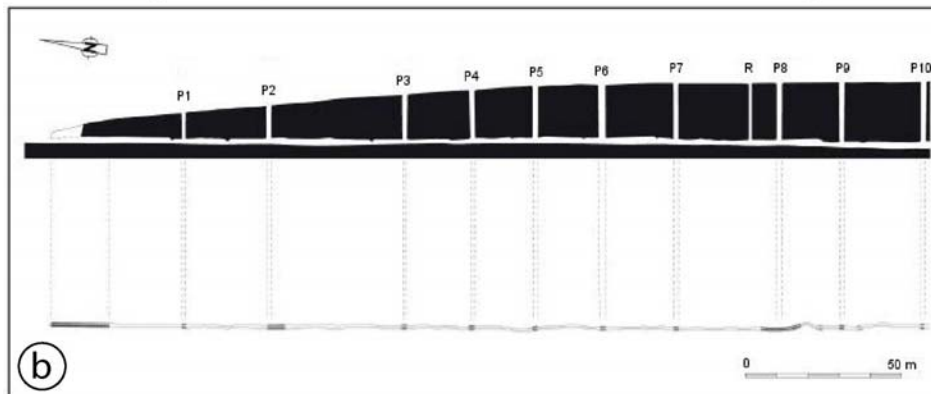
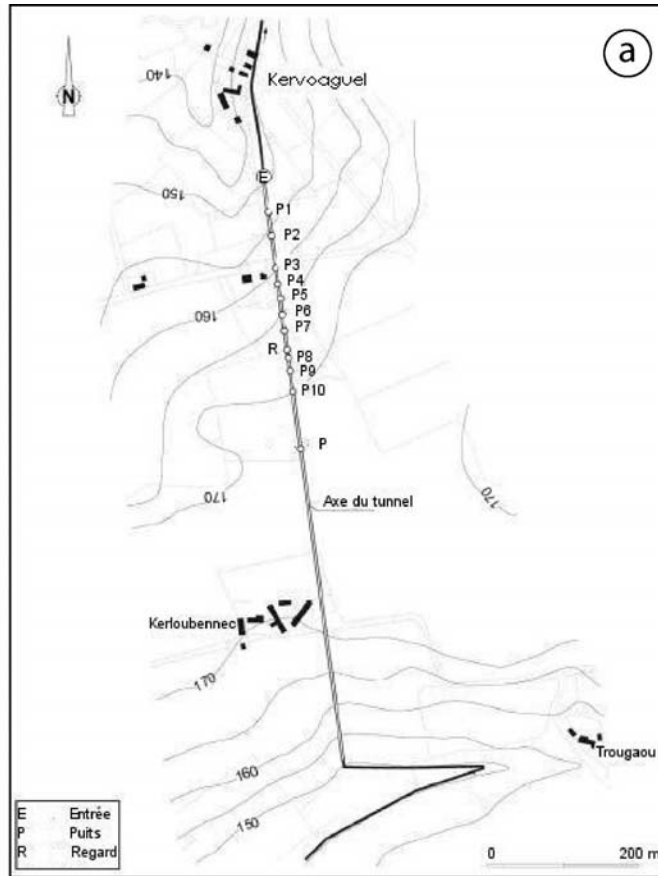


Fig. 7: Tunnel de Kervoaguel, a: tracé de l'axe du tunnel d'après le positionnement des puits (Dessin A. Provost, DAO S. Jean); b: Profil en long et plan à 0,70 m au-dessus du fil d'eau actuel du tunnel de Kervoaguel (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

Les plans de stratification et de schistosité sont orientés N78°E (55° à 105°, 19 mesures) avec un pendage sud fortement redressé de 73° (58° à 87°).

Entre les puits 6 et 7 sont recoupés quelques filons de quartz sensiblement de même orientation, à l'exception d'un filon subhorizontal.

La nature et la disposition des terrains ont certainement conditionné l'implantation du tunnel : un tracé plus court était possible mais plans de stratification et de schistosité auraient été recoupés à 45° (Fig. 6). Le choix d'un tracé perpendiculaire à ces plans facilite le creusement notamment dans les schistes et apporte une stabilité maximale à l'ouvrage. Un tel choix nécessitait dès la conception de l'aqueduc une bonne connaissance du terrain.

4. Hydraulique du tunnel

En fonctionnement

La pente moyenne du tunnel est de 0.04%, donc légèrement supérieure à celle de l'aqueduc dans son ensemble (0.027%), ces valeurs restent proches. (Fig. 3 et 6).

Tout au long de la galerie, à 30cm au dessus du niveau d'eau habituel aujourd'hui, une bande rouille de 15cm de large souligne les niveaux d'eau du tunnel en service. La partie haute, rouille soutenue, indique le niveau d'eau en régime normal tandis que la partie basse, peu colorée, correspond à l'étiage. Ceci permet avec les profils en long et en travers de calculer les débits : de 3 500 m³/jour à l'étiage à plus de 5 000 m³/jour en hiver, valeurs identiques à celles obtenues pour l'ensemble de l'aqueduc, mais très inférieures à celles des sources captées : de 4 000 à 20 000 m³/jour.

En hiver les débits trop importants devaient donc être régulés pour ne pas trop endommager la canalisation extérieure.

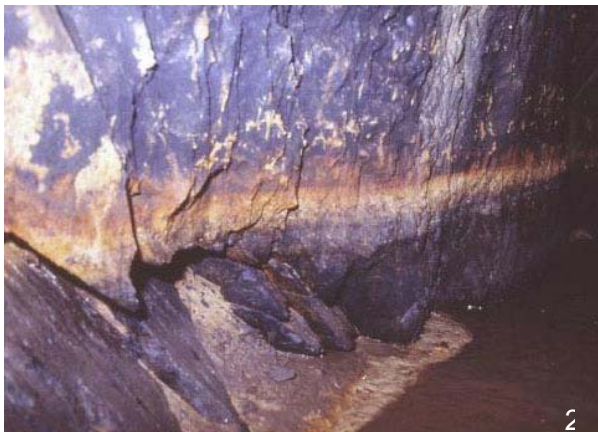


Photo 2 : Bande d'oxydation en paroi de la galerie, témoin de la section mouillée du tunnel (J. Provost).

Photo 3 : Dépôt d'oxydes de manganèse sur les parois de la galerie 8B, témoin de l'envolement du tunnel après l'abandon de l'aqueduc (H. Paitier).



Photo 4 : Jonction des galeries 4B et 5A, côté aval (H. Paitier).

Les infiltrations

Dans les schistes surtout, le fort pendage des fissures facilite les infiltrations, et ceci d'autant plus que ces fissures sont souvent ouvertes de quelques millimètres jusqu'à 6 cm. Dans les grauwackes les percolations sont plus diffuses. Ce sont ces infiltrations qui alimentent aujourd'hui la partie pénétrable du tunnel. Le débit, de 60 à 1 500 m³/jour, selon les conditions météorologiques, n'était qu'un modeste appoint pour l'aqueduc en fonctionnement.

Au IV^{ème} siècle, après l'abandon de l'aqueduc, l'obstruction de la sortie du tunnel a provoqué l'enneigement de la galerie. Dans ces eaux quasi stagnantes se sont développées des bactéries qui précipitent le manganèse et le fer sous forme d'oxydes et d'hydroxydes déposés sur les parois. Cet enduit noir à fort pouvoir colorant, de texture sableuse, peut avoir jusqu'à 1cm d'épaisseur (photo 3).

Aux XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles, le dégagement de cette « source » a entraîné une baisse tranquille du niveau de l'eau et une reprise des infiltrations et du concrétionnement (photo 5). La non sacralisation de la fontaine alors aménagée conforte l'hypothèse d'une réouverture post-Moyen Age.

5. Le tunnel aujourd'hui : quelques curiosités

Il est surprenant de trouver dès l'amont du puits 7 des concrétionnements et autres dépôts en apparence identiques à ceux des cavités karstiques : coulées rouilles ou noires, stalactites, stalagmites, microgours, mais ici ces formations sont essentiellement argileuses (photos 5 et

6). Par souci de protection, une seule d'entre elles a été « égratignée » : sous la pellicule d'argile ocre apparaissait un enduit noir d'oxyde de manganèse. A ces argiles kaoliniques sont mêlés de petits cristaux de quartz, des fragments d'orthose et des paillettes de muscovite. Des dépôts identiques sont aussi fréquents en colmatage des plans de schistosité ou de stratification et ceci dès l'amont du puits n°2.

Une autre curiosité : un unique bouquet d'aiguilles d'aragonite au plafond de la galerie 7b.

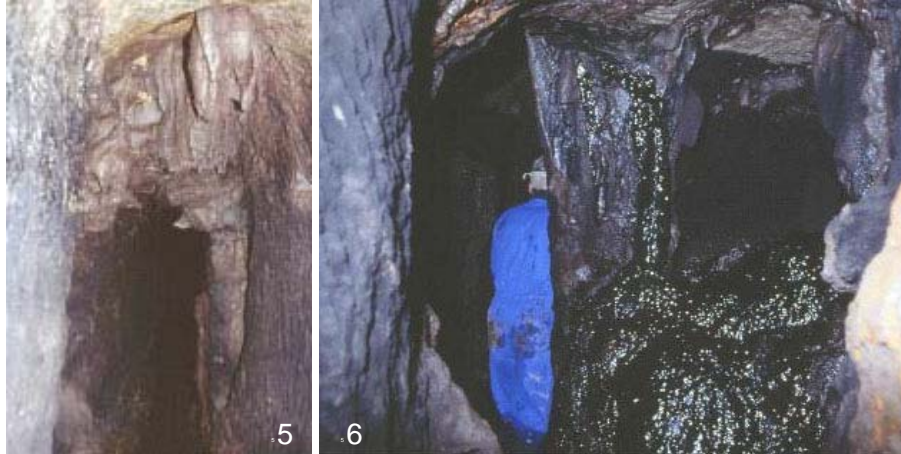


Photo 5 : Concrétions en draperie au plafond de la galerie 8B (H. Paitier).

Photo 6 : Jonction des galeries 9B et 10A, côté aval. A droite : tranchée de pilotage

6. Technique de creusement

Les puits (Fig. 7a).

La galerie est creusée à partir des extrémités en s'alignant sur des puits foncés à travers la colline. Sur les 300m pénétrables 10 puits sont distants de 20 à 44m, sur l'ensemble du tunnel il doit donc y en avoir une trentaine. (Fig. 7b). Ces puits servaient à :

- l' accès des mineurs,
- l'orientation de l'axe de la galerie,
- l'évacuation des déblais et la descente de matériaux de soutènement,
- la ventilation.

Si le fort pendage des plans de stratification et de la schistosité est un avantage pour le creusement des galeries, c'est par contre un désavantage pour le forage des puits. Aussi est-il probable que ces puits aient été étayés. Dans l'éboulis du puits 10, fin de la partie pénétrable, un madrier de merisier en est peut-être un témoin.

La galerie

Alignement

- Le tunnel est d'abord creusé depuis l'aval en suivant un alignement extérieur matérialisé par des jalons mais dans la galerie cet alignement ne peut être suivi sur une grande distance.

- le premier puits est creusé. Au fond de ce puits, deux fils à plomb matérialisent l'alignement mais ces deux fils, obligatoirement trop proches, ne peuvent donner une direction précise (Fig. 8a).

- Depuis ce puits 1 la galerie aval 1a est creusée, à la rencontre de celle venant de l'entrée. La jonction des deux galeries est marquée par un léger décrochement.

- De ce puits 1 le creusement amont vers le puits 2, préalablement foncé, pouvait alors se faire pendant que du puits 2 s'amorçait la galerie 2a, etc.

Dans un premier temps seule la partie haute de la galerie était creusée, sur une hauteur de 1,5 à 1,7 m pour 0,90 m de largeur moyenne à hauteur d'épaule. Le plafond en voûte assurait la meilleure stabilité. Les ouvriers travaillaient à genoux dans un milieu mal éclairé, mal ventilé, à la fois poussiéreux et humide, aussi l'avancement était-il lent, de l'ordre de 30 cm/jour.

Les galeries amont sont toujours beaucoup plus longues (22m en moyenne), que celles aval (9m en moyenne), en raison des venues d'eau : le creusement vers l'amont permettait un écoulement gravitaire tandis qu'au front de taille aval l'eau s'accumulait et devait être écopée puis évacuée par le puits. Plus on progresse vers l'amont, plus les erreurs directionnelles sont importantes. Dans certains cas la jonction se fait par une courte galerie oblique. Parfois les galeries amont et aval ne se rencontraient pas immédiatement comme en témoignent les niches délaissées correspondant à la première phase de creusement en partie haute. (Fig. 8b et photos 4 et 6).

Le nivellement

A l'extérieur le nivellement se faisait à l'aide d'un chorobate, grand niveau à eau (Fig. 9). A partir de l'orifice du puits, la profondeur souhaitée pour la galerie était donc connue. Entre deux puits, à la jonction des galeries de pilotage amont et aval, les erreurs de nivellement sont marquées par un décrochement au plafond (photo 7). Le creusement reprenait jusqu'au niveau requis, sur une profondeur de 0,70 à 1 m et une largeur constante de 60 cm, et ceci toujours vers l'amont. De nouvelles erreurs altimétriques entraînaient parfois une troisième phase de creusement de 0,15 à 0,30 m de profondeur sur une largeur moindre de 50 cm, soulignée par une petite marche à la base des parois et au sol.

Au final la galerie a en moyenne 1,90 m de haut mais peut dépasser 3m. (photo 7). Ces erreurs planimétriques et altimétriques témoignent des difficultés rencontrées pour un tel ouvrage. Le creusement a dû se faire sur deux à trois ans.

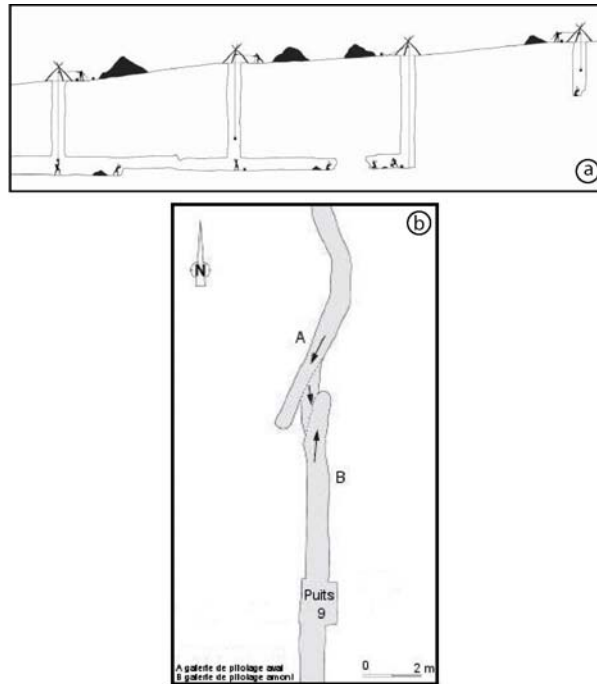


Fig. 8: a: Evocation de la méthode de percement du tunnel (Dessin A. Provost, DAO M. Dupré/E Philippe); b : Jonction "en baïonnette" entre les puits 8 et 9 (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

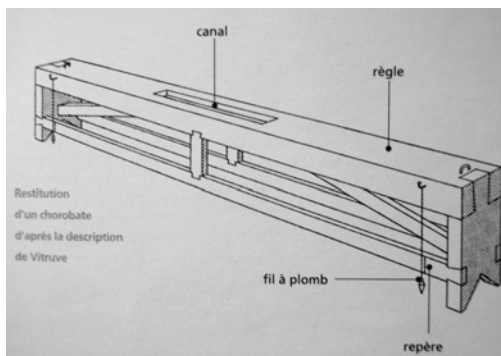


Fig. 9: Le chorobate.

Les soutènements

Si l'orientation du tunnel en travers banc assure une stabilité maximale, des soutènements ont cependant été ponctuellement nécessaires.

- A l'entrée aval (rappelons que l'entrée amont n'a pas été dégagée), le schiste altéré a dû être soutenu sur 21 mètres de long par une voûte en tas de charge reposant sur des piédroits maçonnés (photo 8). Avant la mise en service de l'aqueduc les puits ont été obturés. Le puits 4 a été fouillé jusqu'à 1,60m, profondeur administrativement autorisée (photo 9).



Photo 7 : Au plafond : décalage altimétrique à la jonction des galeries 6B et 7A (H. Paitier)..



Photo 8 : Maçonnerie de soutènement à l'entrée de la galerie (H. Paitier).

Sa section d'abord circulaire a un diamètre de 1,60 m mais au débouché dans la galerie la section des puits est rectangulaire, de 1,40 à 1,70 m de côté. Tout en maintenant la linéarité de la galerie, le rectangle facilitait la construction des piédroits maçonnés qui supportent une voûte en encorbellement. Des dalles de schistes obturent le haut de cette voûte (photo 10). Les puits étaient ensuite comblés par les déblais.

Une exception : un « regard » de diamètre inférieur à celui des autres puits est simplement obturé par une grande dalle de schiste sans soutènement (photo 11). Pouvait-elle être dégagée pour les visites d'entretien ?



Photo 9 : Tête du puits 4 (A. Provost).



Photo 10 : Obturation du puits 4 (J. Provost).



Photo 11 : Dalle d'obturation du regard de la galerie 7B (J. Provost).

Au voisinage du puits 8 la galerie, courbe, est maçonnée sur 13 m de long (Fig.10). Cette courbure correspond peut-être à une tentative de contournement d'une zone instable (brèche de faille ?) mais rendait l'orientation extrêmement difficile donc la récupération de l'axe de fonçage à l'amont aléatoire.

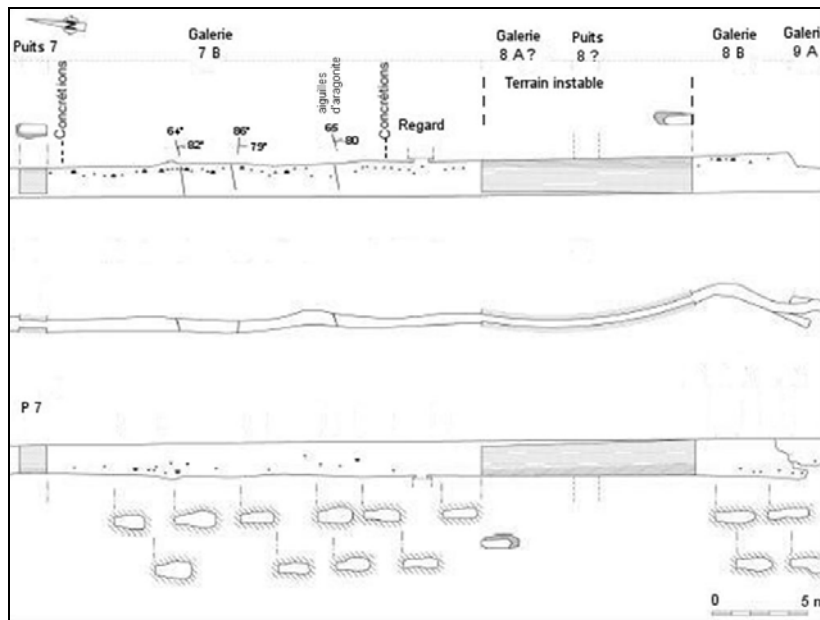


Fig. 10 : Difficultés d'orientation après la courbure de la galerie 8B, jonction des galeries 8B et 9A. Relevé des artefacts et des fissures des parois. Au centre : plan du boyau à 0,70 m au-dessus du fil d'eau actuel; en haut : paroi droite; en bas : paroi gauche et profils en travers repérés par les nombres cerclés. Les niches de lampe sont figurées par des demi cercles noirs. La direction et le pendage des plans de stratification et de la schistosité sont représentés par des traits pleins ou pointillés (Dessin A. Provost, DAO S. Jean).

L'éclairage

Tout au long des parois des petites niches ont servi à poser des lampes à huile. Sur les 300 m de galerie, 360 emplacements ont été dénombrés. Les niches les plus nombreuses (75%) ont de 7 à 10 cm de large et 9 cm de profondeur. (Fig.10 et photo 12). Dans la galerie de pilotage elles sont réparties de 20 à 5 cm sous la voûte. Les niveaux plus bas ont permis l'éclairage lors de la phase d'approfondissement. Ces niches sont majoritairement à gauche du mineur par rapport au sens du creusement, les exceptions sont a priori attribuées à des mineurs gauchers.



Photo 12 : Deux niches de petit module à différents niveaux (H. Paitier).

Moins nombreuses sont les grandes niches, de 11 à 18 cm de large et de 11 à 12 cm de profondeur, à mi-hauteur de la galerie terminée et disposées de chaque côté quelque soit le sens de creusement. De plus grandes lampes pouvaient y être posées pour un meilleur éclairage et une durée plus longue lors de la deuxième phase de creusement, elles apportaient aussi plus de « confort » pour l'évacuation des déblais, l'approvisionnement en matériaux de soutènement et leur mise en place.

Les traces d'outils

Au IV^{ème} siècle, l'obturation de la sortie du tunnel a provoqué une montée tranquille de l'eau dans la galerie. Cette ascendance a bloqué des poches d'air sous pression dans les parties hautes de la voûte restées alors parfaitement intactes. Les traces de pics y sont d'une fraîcheur remarquable, notamment dans les grauwackes, il est même souvent possible de deviner l'emplacement du mineur (photo 13).

L'outil était un pic emmanché à pointe pyramidale.

Les inscriptions

Deux nombres sont gravés à l'aval du puits 3 : XXVI et XXVII. Ces gravures, faites opportunément sur des bancs de grauwackes (à l'aide d'un autre outil) ont été découvertes par hasard sous l'enduit d'oxyde de manganèse, il est probable qu'il en existe d'autres, elles aussi masquées. Elles

peuvent correspondre à une numérotation des puits estimés à une trentaine et numérotés à partir de l'amont (photo 14).



Photo 13 : Vue des traces de pic en paroi, dans la grauwacke (H. Paitier).

Photo 14 : Galerie 3A, vue de l'inscription n° 1 : XXVII et traces de pic de part et d' autre du banc de grauwacke (H. Paitier).

Si la conception et la construction d'un aqueduc relève de techniques empruntées aux égyptiens, chacun reste une prouesse inégalée pendant ensuite 1500 ans. Le long d'un aqueduc un tunnel est l'ouvrage le plus complexe, qui nécessitait avant creusement une excellente connaissance géologique du site.

L'aqueduc de Carhaix n'a pour autant fonctionné qu'à peine un siècle, il a été abandonné en raison des troubles politiques et économiques et des invasions de la fin de III^{ème} siècle. Il servira ensuite de dépotoir et Carhaix ne retrouvera l'eau courante qu'en 1924 ; aucune tentative de remise en service de cet aqueduc n'a été faite.

Mise en valeur de l'aqueduc

Le tunnel ne peut se visiter mais un circuit de l'aqueduc, fléché et avec des panneaux explicatifs facilite l'observation de certains sites dont la sortie du tunnel.

Un dépliant est diffusé à l'Office du Tourisme de Carhaix.

Bibliographie

BOS P., CLEMENT J.P., CASTAING C., CASSARD D., MARTIN P., 1997, Carte géol. France (1/50000), feuille Rostrenen (312), BRGM édit.

GUYOMARD E., 1980 - L'aqueduc de Vorgium (Carhaix), à la recherche d'un projet vieux de près de 2000 ans, *Gwechall*, 3, p. 5-19.

LE CLOIREC G. (dir.), 2008 – *Carhaix antique. La domus du centre hospitalier. Contribution à l'histoire de Vorgium*, chef-lieu de la cité des Osismes, PUR.

- LEPRETRE B. et PROVOST A., 2005 – Le tunnel de l'aqueduc romain de Carhaix, *Internationales Frontinus-symposium « Wasserversorgung aus Qanaten-Qanate als Vorbilder im Tunnelbaum »* 2-5 Oktober 2003, Walferdange, Luxembourg ; Schristenreihe der *Frontinus Gesellschaft*, 26, p. 143-155.
- MERLAT P., 1955b – Notes sur les vestiges de l'aqueduc de Carhaix, *Bulletin de la Société archéologique du Finistère*, LXXXI, p. 94-96.
- PAPE L., 1978 – *La civitas des Osismes à l'époque gallo-romaine*, Klincksieck, Paris.
- PROVOST A., 1999 - L'aqueduc romain de Carhaix, *Catalogue de l'exposition « Mémoire d'âme(s), 20 ans de recherches archéologiques en Côtes-d'Armor »*, Conseil général des Côtes-d'Armor, p. 64 - 67.
- PROVOST A., 2000 - L'aqueduc romain de Carhaix, *Archeologia*, 364, février, p. 32 - 33.
- PROVOST A., 2000- *L'aqueduc romain de Carhaix, guide de visite "Recherches archéologiques en Côtes-d'Armor »*, Conseil général des Côtes-d'Armor.
- PROVOST A. et LEPRETRE B., 1997 - L'aqueduc gallo-romain de Carhaix (Finistère), rapide synthèse des recherches en cours, in R. BEDON (dir.) – *Les aqueducs de la Gaule romaine et des régions voisines*, Actes du colloque de Limoges, 16-17 mai 1996, *Caesarodunum* , XXXI , PULIM, Limoges, p. 525-546.
- PROVOST A. et LEPRETRE B., 1998 - Reconnaissance du tracé de l'aqueduc romain de Carhaix (Côtes-d'Armor - Finistère), *Regards sur l'Armorique romaine, Annales de Bretagne et des pays de l'Ouest*, 105-2, p. 43 - 62.
- PROVOST A. et LEPRETRE B., 2002 - L'aqueduc de Carhaix (Côtes d'Armor , Finistère ; France), approche méthodologique de recherche et d'étude, *Atti del convegno internazionale di studi su metodologia per lo studio della scienza idraulica antica* , Ravenna , 13-15 maggio 1999, *In binos actus lumina* , anno I, p. 209-236.
- ROLLAND L., 1900 – L'aqueduc romain de Carhaix in *Bulletin de la Société archéologique du Finistère*, XXVII, p. 55-96.
- Ont aussi participé à l'étude du tunnel :
- Hydrogéologie : K. Bréhonnet (mémoire de fin d'études). UBO Brest.
- Hydraulique : E. Philippe
- Analyse des dépôts des parois : M. Dheilley et M. Queneudec. IUT Génie Civil. Amiens.
- Topographie : M.J. le Garrec et L. Martel, encadrant E. Bernard, D. Garnier et L. Hubert (projet de fin d'études). IUT Génie Civil. Rennes.
- Géologie : M.J. le Garrec. IUT Génie Civil. Rennes
- Relevé des détails : S. Hardot
- Les photographies sont de A. Provost, et de H. Paitier et J. Provost, photographes.