

Les venues d'eau arseniées du tunnel de Bergue (Fontan, Alpes-Maritimes, France)

Arsenical Bergue tunnel water sources (Fontan, Alpes-Maritimes, France)

GUILLAUME TENNEVIN¹

Résumé — Lors du creusement du tunnel de Bergue, entre 1921 et 1924, pour la ligne ferroviaire Nice-Cunéo, d'importantes arrivées d'eau ont perturbé le chantier. Deux captages, réalisés en 1926 et en 1948 dans le tunnel, permettent l'alimentation en eau potable de Fontan. Une étude géologique et hydrogéologique, menée en 2012-2013, a permis de mieux connaître cette ressource. Les débits issus du tunnel sont importants (2200 m³/j) et la qualité des eaux très stable. Les eaux sont naturellement riches en arsenic (>10 µg/l).

Mots-clés — Tunnel de Bergue, Fontan, Alpes-Maritimes, Venues d'eau, Source Scarassouil, Aquifère fissuré, Permien, Débit, Eau Potable, Arsenic.

Abstract — During the excavation of the Bergue tunnel for the Nice-Cunéo railway line (1921-1924), several water sources were discovered in permian sandstones. The construction of two subterranean systems, in 1926 and 1948, allowed the capture of water from the fissured permian aquifer to supply drinking water for Fontan. A geologic and hydrogeologic survey, carried out between June 2012 and September 2013, characterized this resource. Investigations show a discharge of 18 to 38 l/s and a very stable water quality. Water contains natural arsenic elements (>10 µg/l).

Keywords — Bergue tunnel, Fontan, Maritime Alps, Water sources, Scarassouil Spring, Fissured aquifer, Permian, Discharge, Drinking Water, Arsenic.

INTRODUCTION

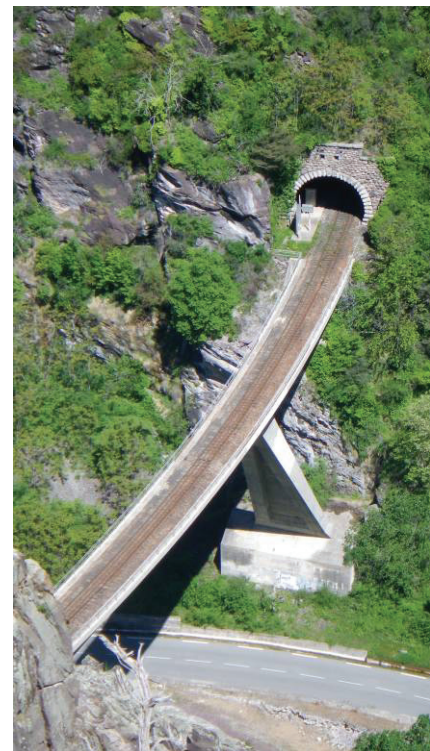
Le tunnel ferroviaire de Bergue (ou de Berghe) se situe dans la vallée de la Roya, à 45 km au Nord-Est de Nice, dans le Sud-Est de la France.

Il s'agit un tunnel en colimaçon qui permet l'élévation rapide de la ligne SNCF Nice-Cunéo. Cet ouvrage souterrain d'envergure, long de 1881 mètres, est creusé dans les spectaculaires roches des gorges de Bergue, teintées de rouge et de violet.

Son creusement a rencontré d'importantes arrivées d'eau (*venues d'eau* en termes hydrogéologiques). Elles sont appelées localement « source de Scarassouil », en référence au viaduc de Scarassouil, situé en tête du tunnel de Bergue. Elles pourraient alimenter une population de 9000 personnes.

Ces eaux étant naturellement riches en arsenic (> 10 µg/l), elles ne peuvent être distribuées aux habitants de Fontan qu'après dilution.

Ci-contre : Viaduc de Scarassouil et entrée du tunnel de Bergue, tête Vintimille. Cliché : G.Tennevin, 2012



¹ Hydrogéologue, Société H2EA, 29 Avenue Auguste Vérola, 06200, Nice

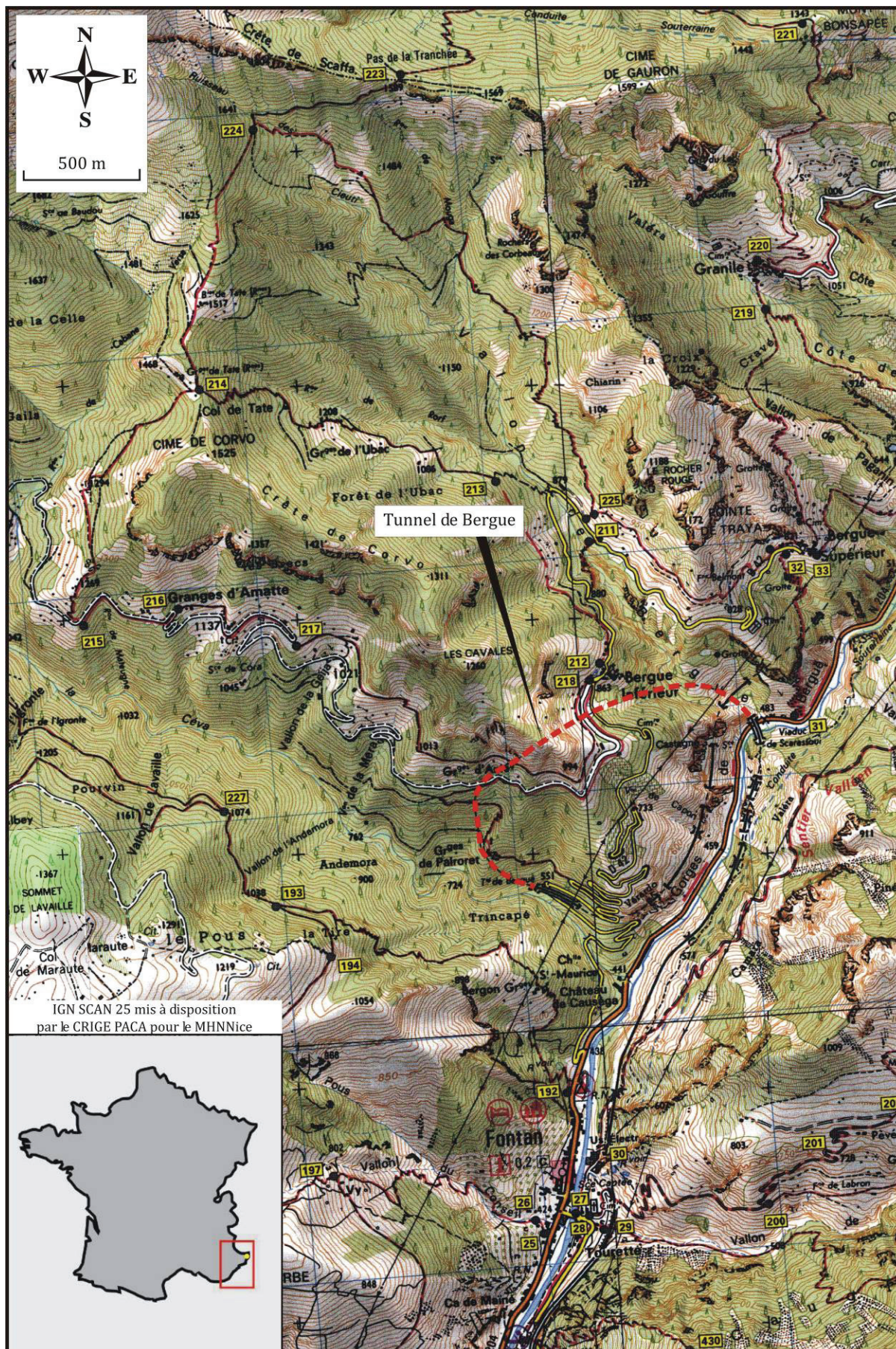


Figure 1 : Plan de situation

HISTORIQUE

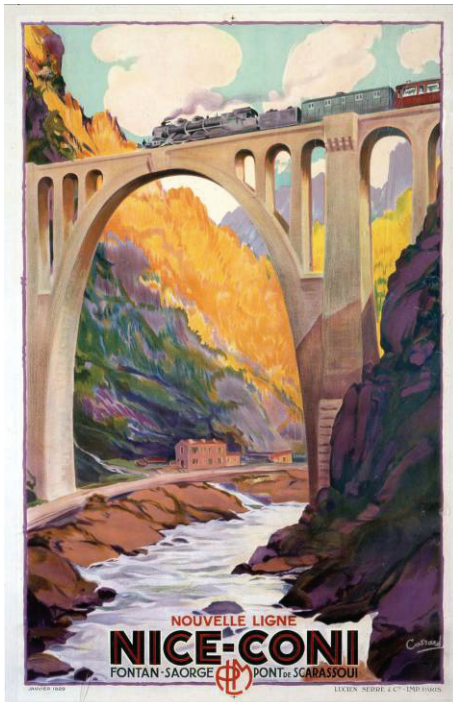
La ligne Nice-Cunéo, longue de 123 km, a été exécutée par la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée de 1910 à 1928, avec une interruption durant la guerre 14-18. Mise en service en 1928, elle est aujourd'hui exploitée par la SNCF.

Lors du creusement du tunnel de Bergue (dès 1921), des venues d'eau ont été recoupées à divers endroits du tunnel et drainées vers un canal central.

L'une d'elle a été captée en 1926 pour alimenter en eau le réservoir de Tourette desservant la gare de Fontan-Saorge.

Mal desservie en eau, la commune de Fontan a rapidement trouvé un accord avec la PLM pour alimenter en eau sa population à partir de cette ressource abondante.

Suite à la destruction du viaduc de Scarassouil en 1945 par faits de guerre, la commune, privée d'eau, a dû utiliser les eaux d'un canal d'arrosage le temps de trouver une autre solution.



Viaduc de Scarassouil en 1928

C'est ainsi qu'en 1948 est captée l'eau du canal central de drainage du tunnel pour alimenter deux nouveaux réservoirs en rive droite de la Roya (réservoirs du Village)

A la reconstruction du viaduc de Scarassouil en 1978, le captage de 1926 a été reconnecté au réseau et a alimenté le village-rive gauche tandis que le captage de 1948 alimentait le village-rive droite. Cette alimentation en eau a perduré jusqu'en 2010.



Le viaduc de Scarassouil détruit, 1945

L'abaissement de la limite de qualité en arsenic de 50 à 10 µg/l en 2001 a rendu les venues d'eau du tunnel de Bergue impropres à la consommation. Que faire ? Différentes options ont été envisagées et c'est finalement une solution ingénieuse qui fut adoptée : la dilution.

En effet, la commune de Fontan dispose d'une très belle source au pied du Village : la source de la Fouze. Naturellement minéralisée en sulfates, elle fut captée en son temps pour embouteillage.

Or, le mélange des deux eaux permet de réduire les teneurs en arsenic des venues d'eau du tunnel de Bergue tout en réduisant les teneurs excessives en sulfates des eaux de la source de la Fouze. D'une pierre deux coups : cela permet de distribuer des eaux qui respectent les normes de qualité.

Depuis mars 2013, l'alimentation en eau potable du chef-lieu de Fontan est désormais uniquement assurée par les venues d'eau du tunnel de Bergue (captage de 1926) mélangées aux eaux de la source de la Fouze.

LE TUNNEL DE BERGUE

Le tunnel de Bergue se situe à environ deux kilomètres au Nord-Est du chef-lieu de Fontan, dans les gorges escarpées de Bergue (fig. 1). Son entrée, haut perchée sur le versant en rive droite de la Roya, se situe dans le prolongement du viaduc de Scarassouil.

Il s'agit un tunnel en colimaçon (ou hélicoïdal) qui permet l'élévation rapide de la ligne SNCF Nice-Cunéo et le passage de l'obstacle formé par les gorges de Bergue. Il fallait une volonté d'acier pour créer une voie ferroviaire dans un endroit si abrupt.



Les gorges de Bergue et la voie Nice-Cunéo (viaduc de Scarassouil en arrière-plan)

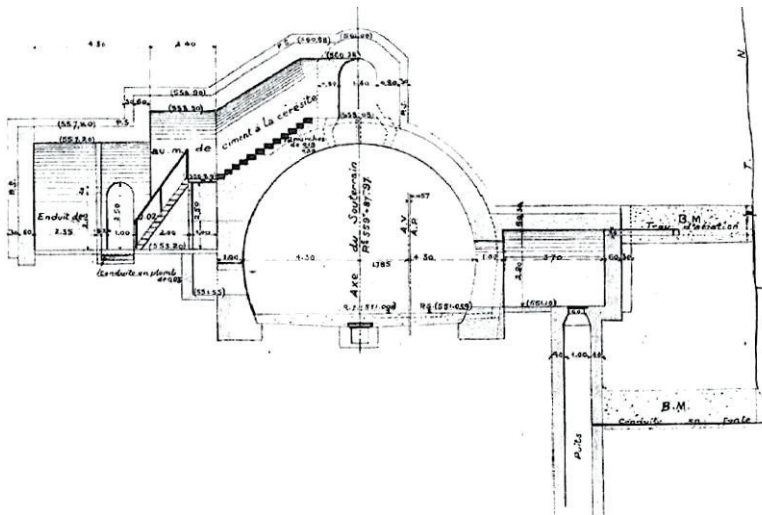


Tête Vintimille (516 m NGF)

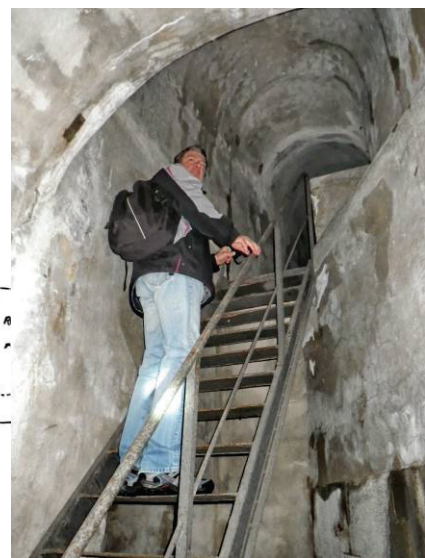


Tête Cunéo (551 m NGF)

Situé à quelques kilomètres seulement de la frontière italienne, le tunnel est stratégique d'un point de vue militaire. C'est la raison pour laquelle les deux têtes de tunnel ont été fortifiées, avec des développements latéraux importants (casemate, réfectoire, cuisine, puits, réservoir, local à charbon...).



Coupe tête Vintimille (SNCF, 1977)



Escalier d'accès à une casemate

Les ouvrages ont été créés pour défier le temps, et force est de constater que le tunnel est encore aujourd'hui en excellent état.

LE DRAINAGE DU TUNNEL

De même, le drainage du tunnel a été effectué avec un soin extrême, de sorte qu'aucun entretien n'a été nécessaire pendant des décennies. Ceci explique que la mémoire des conditions de captage s'est perdue, et il a fallu d'importantes investigations pour les redécouvrir (recherches en archives, recherches dans le tunnel).

De section ovale, le tunnel est maçonné et enduit sur toute sa paroi intérieure. Plusieurs ouvrages permettent son drainage :

Les écoulements supérieurs sont récupérés à l'extrados du tunnel grâce à un revêtement extérieur maçonné en forme de dents de scie, ou d'une succession de dos d'âne aboutissant à des barbacanes dont les exutoires correspondent à des saignées verticales, réservées dans le parement intérieur (Tivole, 1946). Il existe ainsi cinquante saignées en parements ou barbacanes à droite de la ligne et trente sept à gauche de la ligne.

Les piédroits (base des voûtes) sont assainis par quinze barbacanes à droite de la ligne et deux à gauche de la ligne.

Saignée verticale dans la paroi



Un canal central récupère les eaux drainées par les barbacanes sur tout le linéaire du tunnel (1881 ml) et les rejette au ravin de Bergue à proximité de la tête Vintimille. Il est recouvert par des dalles en béton armé, et recouvert de ballast.



Ouverture sur le canal en sortie de tunnel



Intérieur du canal central

Le captage de 1926 (fig. 2) récupère une venue d'eau pérenne (coulant toute l'année), captée par une barbacane en piédroit droit située au point métrique 1180, c'est-à-dire à 1180 m de l'entrée tête Cunéo, à peu près en milieu de tunnel.

Le captage de 1948 (fig. 3), situé à 47 mètres de l'entrée tête Vintimille, récupère en fait une partie des eaux du canal central, au point métrique 1834.

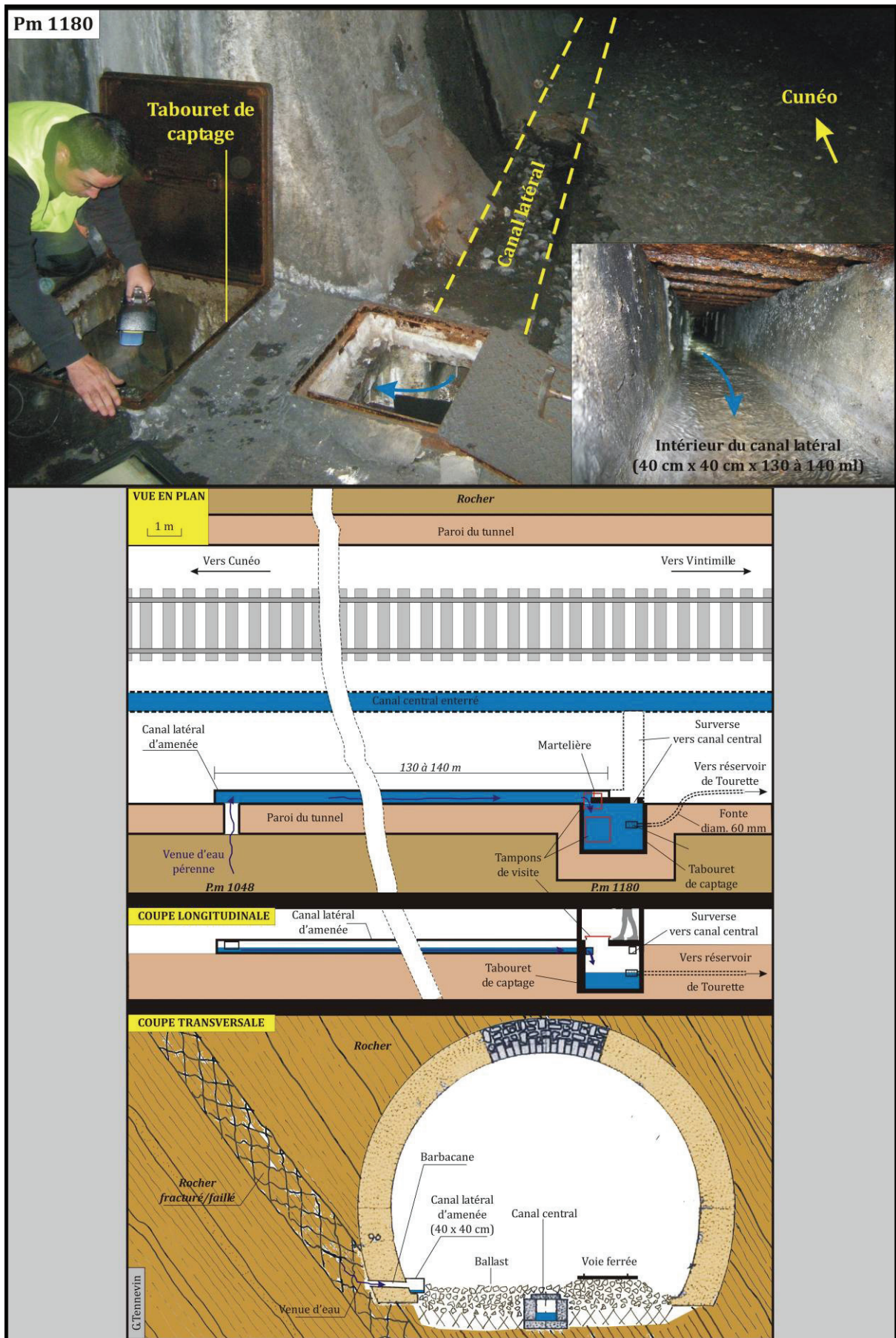


Figure 2 : Captage de 1926

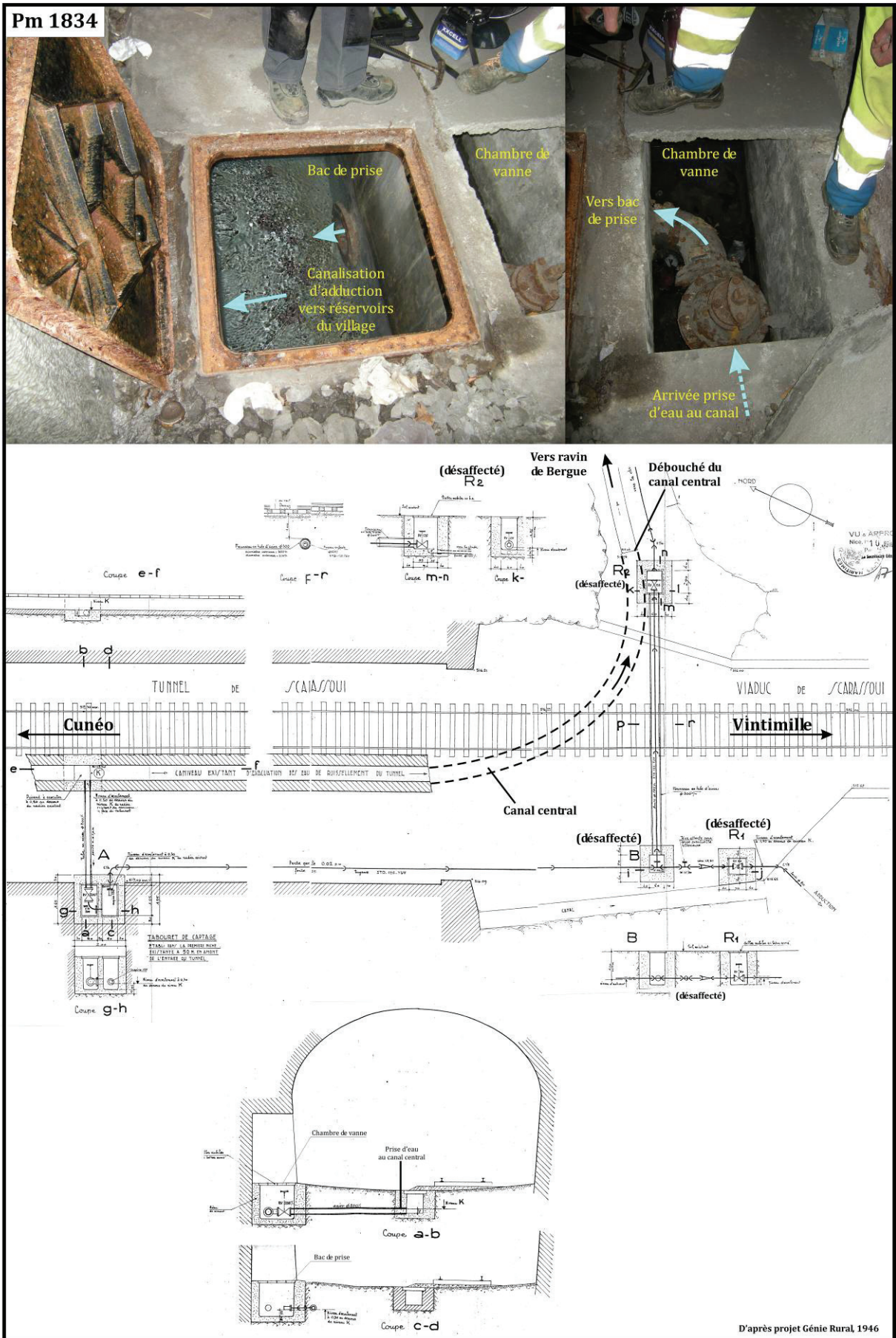
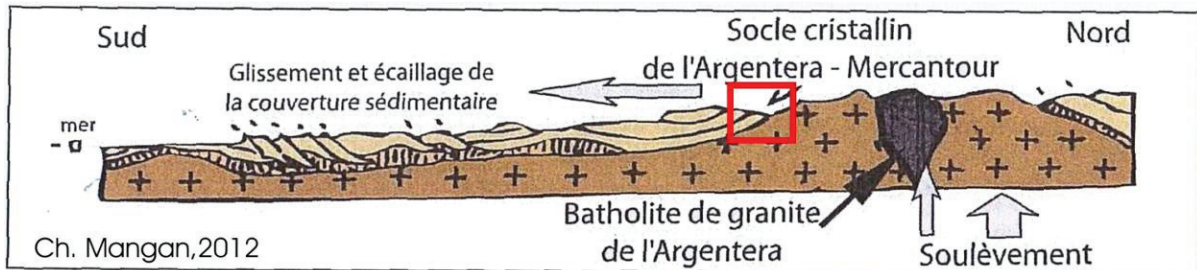


Figure 3 : Captage de 1948

CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1. Contexte géologique

Sous l'effet de la formation des Alpes, le massif cristallin de l'Argentera-Mercantour s'est soulevé et a provoqué le glissement de sa couverture sédimentaire vers le sud dessinant des sortes de « vagues curvilignes » et refoulant devant elle les terrains frontaux avec un amortissement progressif. L'ensemble s'est alors plissé en une suite d'écaillés plus ou moins chevauchantes dont la distribution spatiale a été déterminée par la structuration préalable de l'avant-pays :

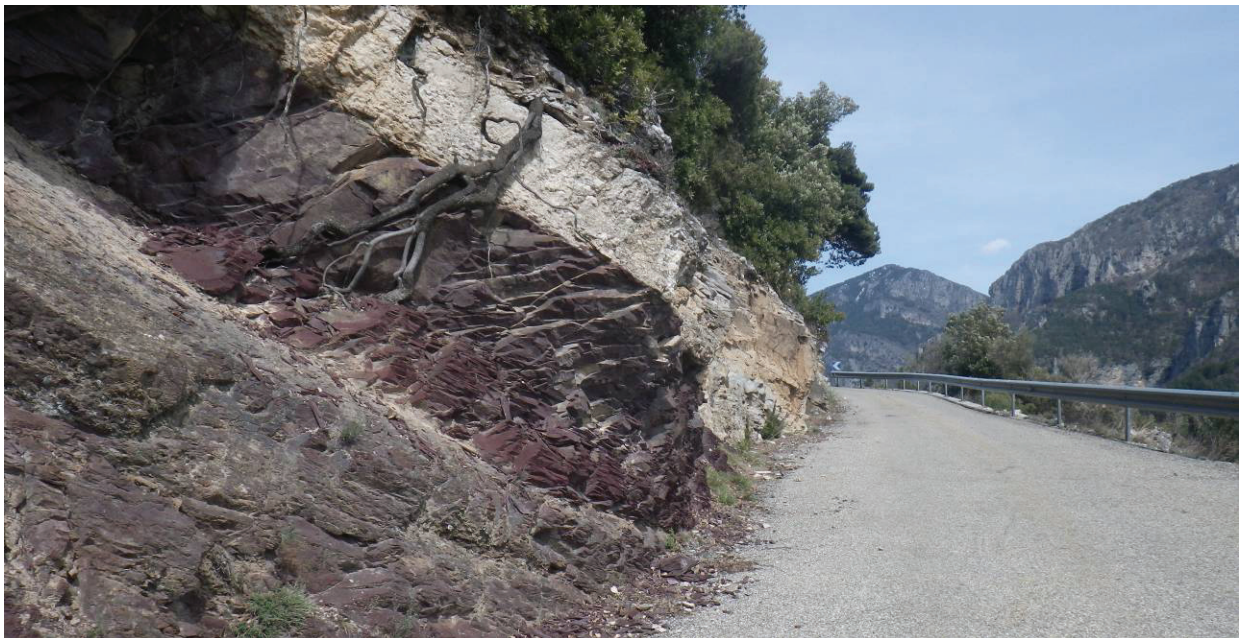


En rouge : secteur d'étude

La couverture sédimentaire glissée correspond à toute une série de terrains déposés sous la mer (marnes, calcaires,...).

Le tunnel de Bergue se situe dans des terrains volcano-sédimentaires, restés quant à eux solidaires du massif du Mercantour, et qui se sont retrouvés plus ou moins verticalisés par son soulèvement.

Ces terrains, disposés en bancs plus ou moins épais (appelés strates), forment une roche rouge très caractéristique, dans lesquelles sont creusées les gorges de Bergue :



Contact entre les dépôts du Permien et les quartzites du Werfénien inférieur

Cette roche est constituée de grès (sables indurés) et de pélites (granules et poussières volcaniques très fines), riches en fer, ce qui lui donne des teintes rouges à violacées. Ces terrains sont très épais et témoignent de périodes bouleversées où éruptions et érosion caractérisaient la région (il y a 300 à 250 millions d'années, au Permien).

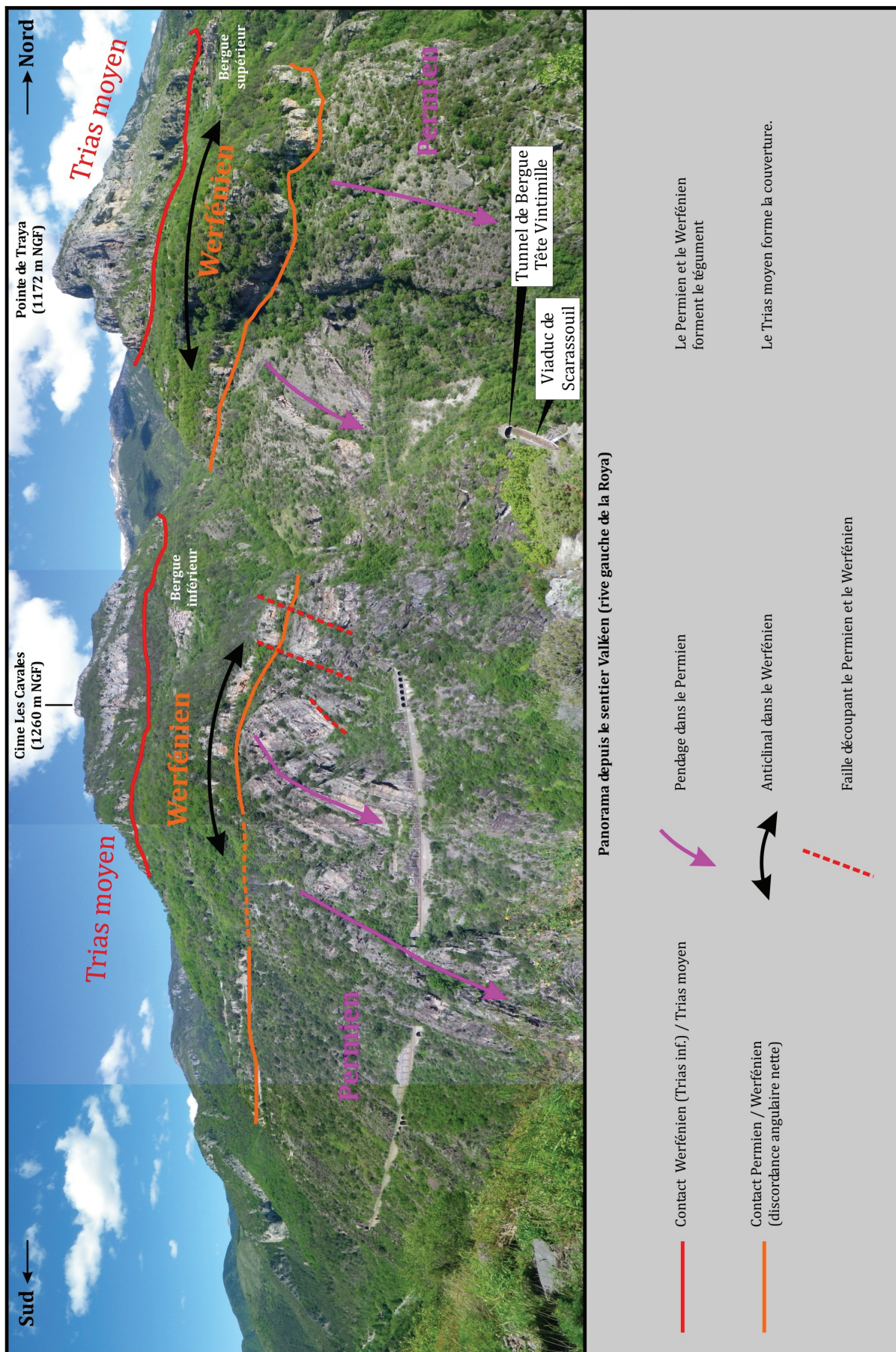


Figure 4 : Panorama géologique

Le tunnel de Bergue a été entièrement creusé dans ce type de terrains (série de Capeirotto). On le voit très bien depuis le sentier valléen, situé en rive gauche de la vallée de la Roya, en face de l'entrée de tunnel, tête Vintimille (panorama en figure 4) : la voie ferrée s'enfonce dans les roches rouges, décrit une boucle souterraine (tracé hélicoïdal ou en colimaçon), puis repasse en aérien au dessus du tunnel.

Les roches sont disposées en strates plus ou moins verticalisées (on parle de pendage subvertical), et découpées par de nombreuses failles et fissures (fig. 5). Les failles les plus importantes ont fragilisé la roche et expliquent vraisemblablement les quelques effondrements ayant eu lieu pendant le creusement du tunnel (fig. 6).

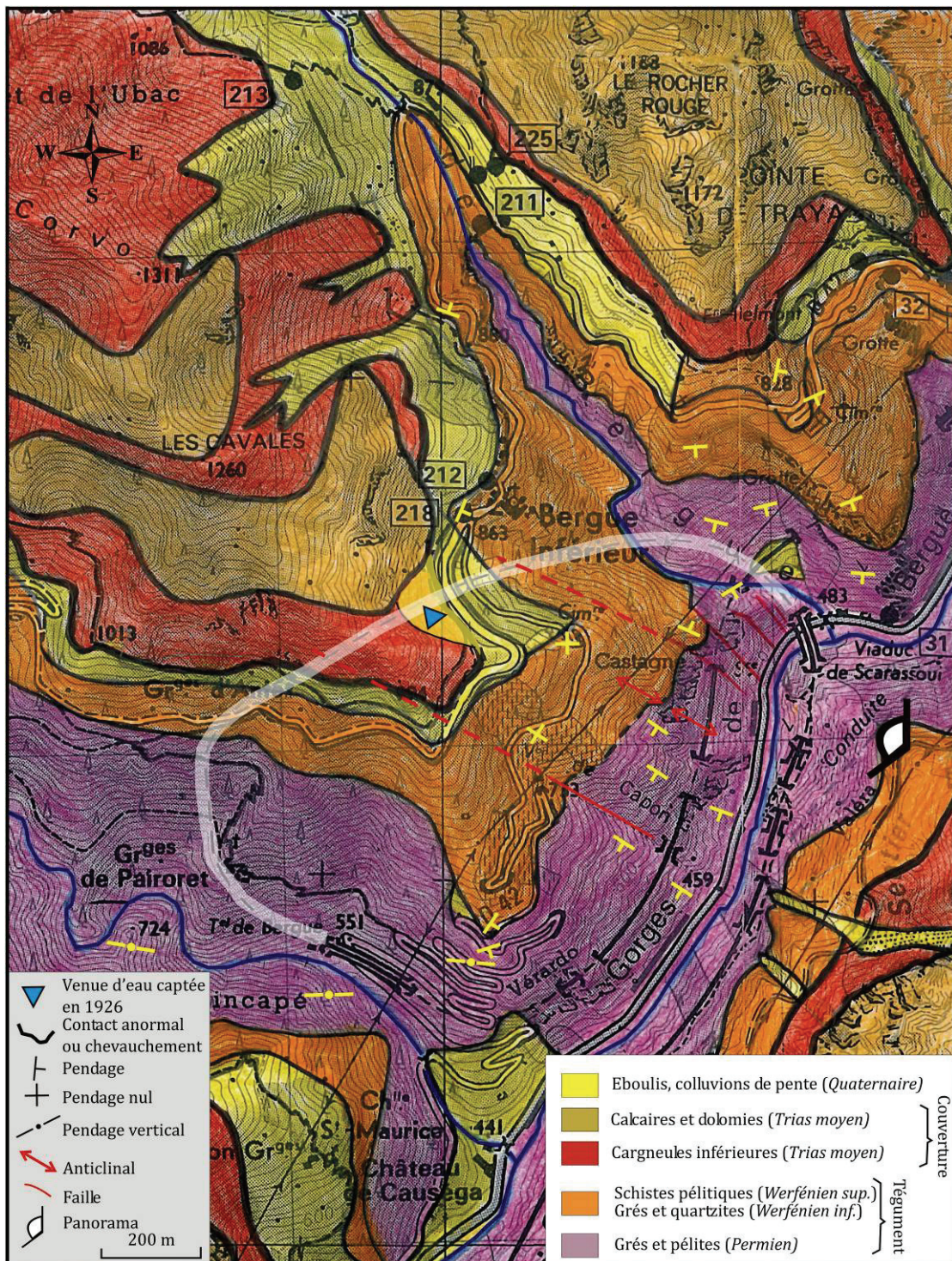


Figure 5 : Carte géologique

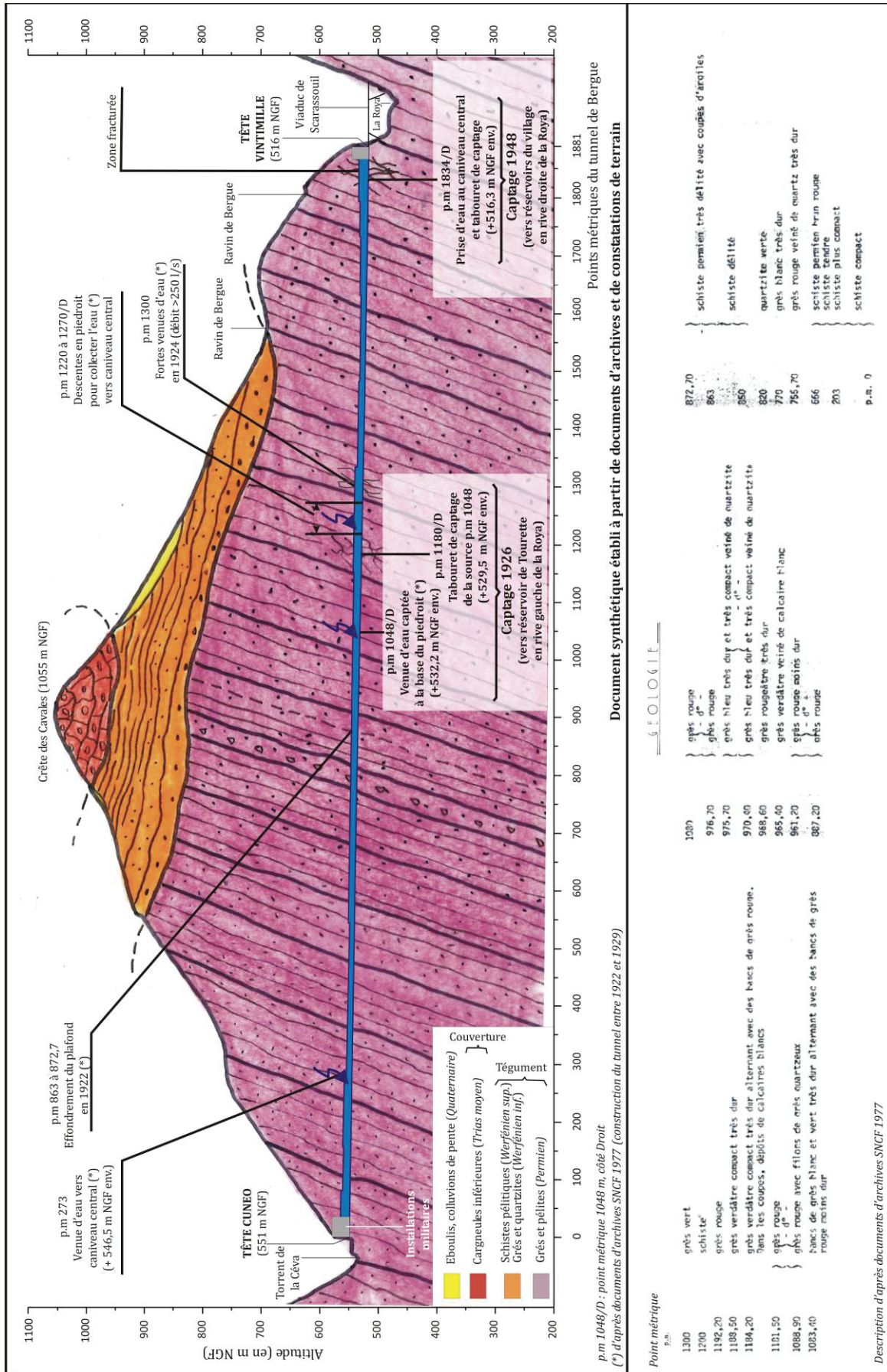
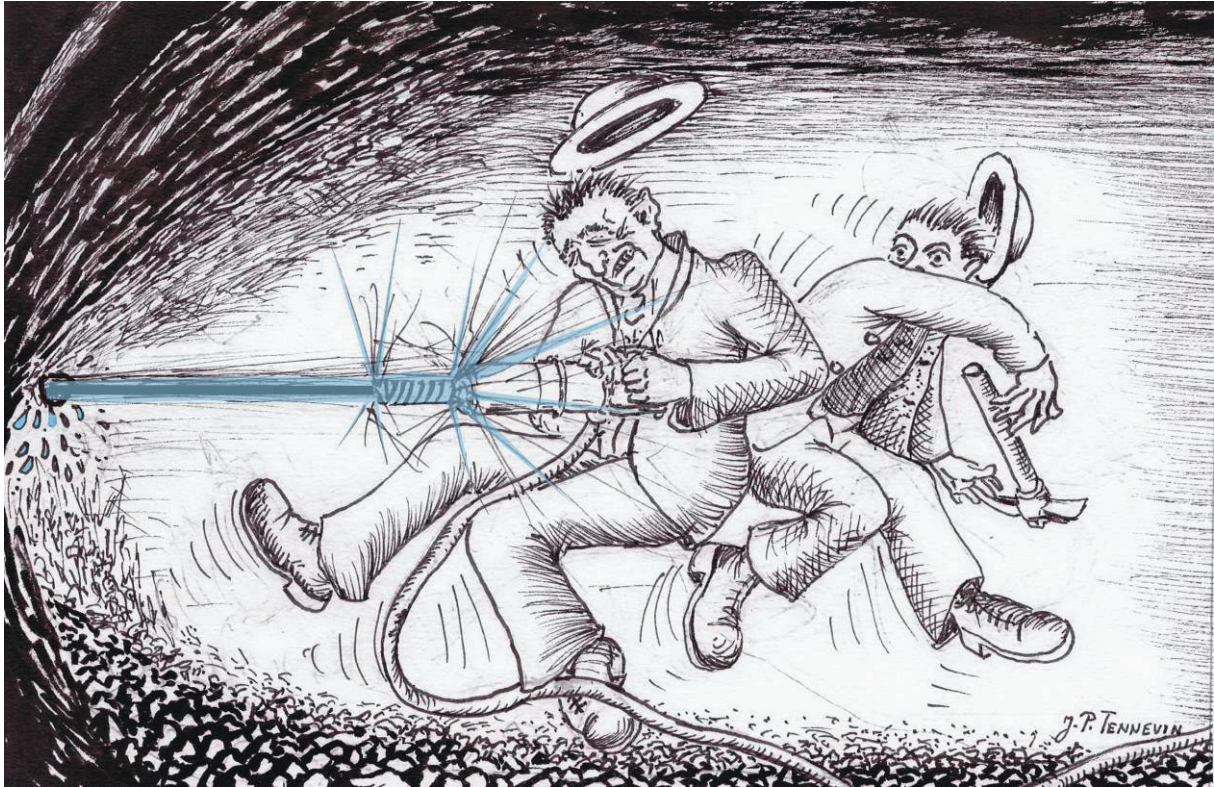


Figure 6 : Coupe géologique interprétative et position des ouvrages de drainage

2. Contexte hydrogéologique

Nature et structure de l'aquifère



Dessin : Jean-Pierre Tennevin, 2013

Dans son édition du 3 novembre 1928, le journal « l'Illustration » relate les faits suivants :

« Une invasion d'eau se produisit de façon assez curieuse dans la galerie de base du souterrain de Berghe, à environ 250 mètres du point de départ. Tandis que deux ouvriers perçaient un trou de mine, leur marteau perforateur à air comprimé fut tout à coup violemment projeté en arrière et les renversa, livrant passage à un **jet d'eau horizontal**. On commença un autre trou et le fait se reproduisit. Le manomètre indiqua une pression de 22 atmosphères, correspondant à une hauteur d'eau d'environ 225 mètres. Au bout de quelques jours, le jet diminua de violence ; on put reprendre le percement et faire sauter la roche. On constata alors qu'on avait attaqué un banc de grès schisteux de 1 mètre 20 d'épaisseur, à peu près vertical et perpendiculaire à la direction de la galerie. Ce banc était séparé du suivant par un intervalle de quelques centimètres où l'eau s'était accumulée sur une hauteur de 225 mètres, et des bancs semblables se rencontrèrent sur une longueur totale d'une centaine de mètres. On dut, en somme, traverser une série de bancs verticaux s'entrouvrant vers le ciel comme les pages d'un livre posé sur son dos, et dont les intervalles étaient remplis d'eau ».

Mais l'article de 1928 ne dit pas tout... En effet, de véritables trombes d'eau se sont abattues dans la galerie d'avancement en avril 1922, provoquant l'inondation du tunnel et l'arrêt des travaux. Le débit était de 250 à 300 l/s le 28 avril, atteignant même 540 l/s le 30 avril (SNCF, 1977). Ces débits sont considérables, comparables à ceux de la rivière la Roya toute proche. Heureusement, le débit a diminué progressivement par la suite.

Ces venues d'eau subites et spectaculaires témoignent de la vidange d'un aquifère en charge au dessus de la galerie, les travaux n'ayant pu reprendre qu'après la fin de cette vidange. Aujourd'hui, un équilibre s'est institué, et le tunnel constitue un véritable ouvrage de drainage artificiel capable de capter une bonne partie des eaux des terrains géologiques traversés.

Aquifère : un aquifère est une formation géologique ou une roche, suffisamment perméable pour contenir et/ou restituer de l'eau.

Ces anecdotes illustrent bien la nature et la structure de l'aquifère. En effet, l'eau est contenue et circule dans des failles, fissures ou diaclases de la roche, parfois même dans des interstrates : on parle d'aquifère fissuré, par opposition aux aquifères poreux, où l'eau est contenue et circule dans les pores de la roche (exemple : sables, graviers). Les strates de la roche étant verticales, le tunnel les a donc recoupées perpendiculairement « *comme les pages d'un livre posé sur son dos, et dont les intervalles étaient remplis d'eau* », à ceci près que l'eau n'est pas contenue que dans les intervalles mais aussi et surtout dans les failles et fissures, comme décrit précédemment.

Physico-chimie des eaux

Le suivi des débits et de la chimie des eaux du tunnel apporte également quelques surprises plus discrètes (fig. 7).

Dans ce type d'aquifère, les eaux de pluies s'infiltrent et circulent lentement dans les fissures de la roche, permettant une excellente épuration et un bon mélange des eaux jeunes et plus anciennes, comme en témoigne la stabilité remarquable de la température et de la conductivité des eaux issues du tunnel (fig. 7). La conductivité d'une eau traduit sa minéralisation ; celle-ci étant stable, on peut en déduire que sa qualité est très stable également. C'est ce type d'eau, à qualité constante, que l'on recherche habituellement pour des eaux minérales vendues en bouteille. Dans le cas du tunnel de Bergue, les eaux de pluies mettent probablement plusieurs mois avant d'être captées par le tunnel.

Cette lente circulation permet des échanges entre la roche et l'eau, qui se minéralise progressivement. C'est par ce mécanisme que l'eau du tunnel de Bergue s'enrichit en arsenic au contact avec un minerai, naturellement présent dans la roche : l'arséniate (voir le chapitre suivant). Les teneurs en arsenic dissout dépassent systématiquement 10 µg/l (fig. 7).

Un phénomène particulier, appelé « transfert de pression » ou « effet piston » fait rapidement augmenter le débit des venues d'eau à chaque pluie conséquente (fig. 7), sans pour autant que ce soit avec l'eau de pluie fraîchement infiltrée. Le mécanisme est le suivant : l'eau de pluie s'infiltré dans la roche, gagne la nappe d'eau souterraine et « appuie » dessus, provoquant une chasse des eaux situées en dessous, à l'image d'une paille remplie d'eau tiède dont on chasserait l'eau en injectant de l'eau fraîche par le haut.

Quant aux réserves souterraines contenues dans la roche, elles peuvent être évaluées à plus de 1,3 millions de mètres cube, ce qui est considérable. Elles conditionnent un débit de 25 l/s en moyenne en sortie de tunnel, ce qui pourrait permettre l'alimentation en eau potable de 9000 personnes environ. Sans recharge par la pluie, il faudrait plus d'une année voire plusieurs années avant que l'aquifère ne se vidange complètement par le tunnel.

Impluvium

L'aire de recharge des venues d'eau du tunnel de Bergue (impluvium) correspond vraisemblablement en partie aux reliefs compris entre le vallon de la Céva à l'ouest, le ruisseau de Cabane Versa au nord et au vallon de Bergue à l'est (superficie de 5 km² environ, fig.1).

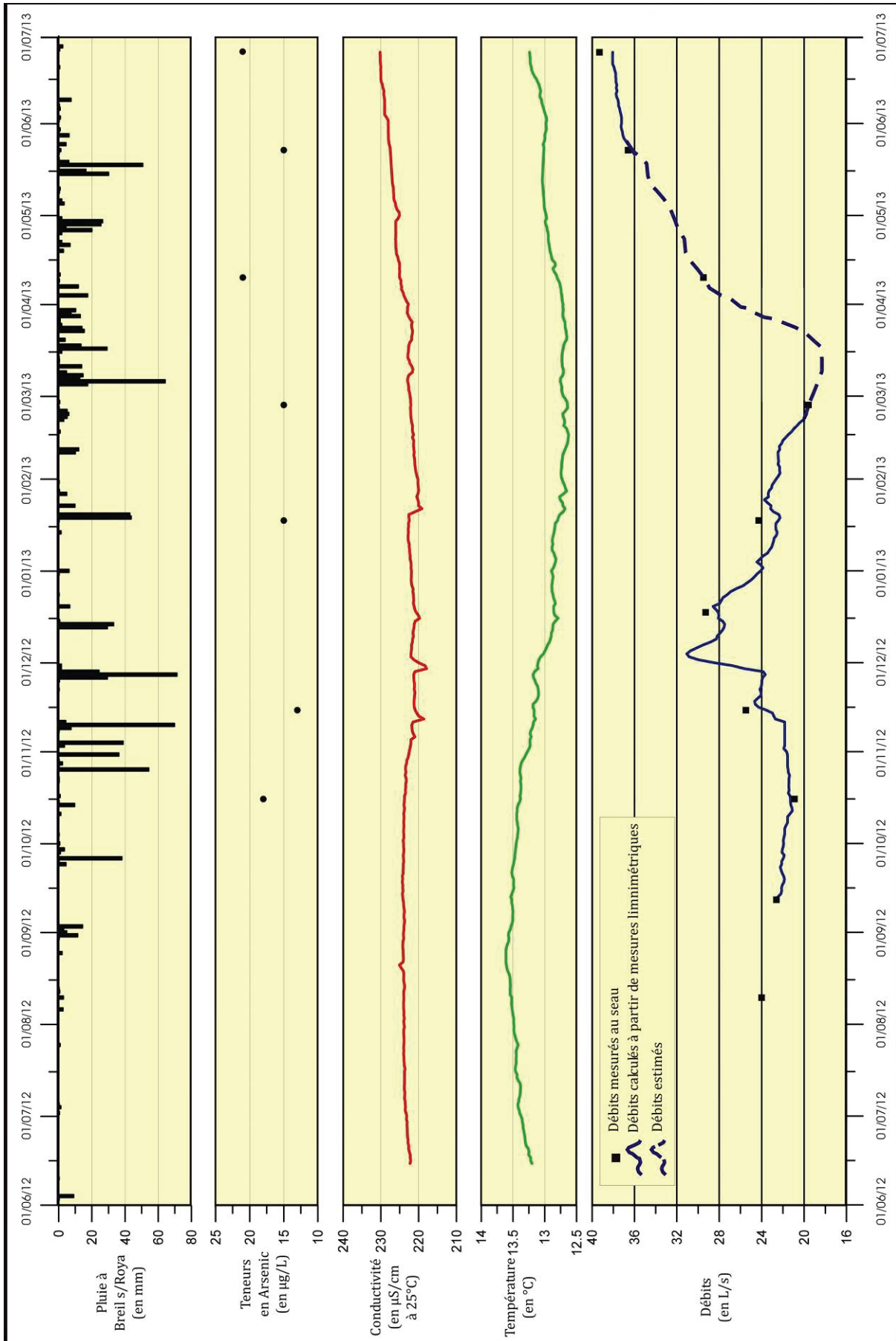


Figure 7 : Suivi annuel débit / conductivité / température / pluies / teneurs en arsenic

L'ARSENIC A FONTAN ET DANS LES ALPES-MARITIMES

Généralités sur l'arsenic

La présence d'arsenic dans les eaux souterraines est essentiellement d'origine naturelle. L'arsenic est en effet présent dans certaines roches, où il est associé à 245 minerais notamment le cuivre, l'or, le zinc. Les deux formes principales de minerai sont l'arséniate $As^{(V)}$, présent sous forme H_2AsO_4 et l'arsénite $As^{(III)}$, présent sous forme H_3AsO_3 . Dans les terrains aquifères, cet arsenic inorganique se retrouve dans les eaux souterraines sous forme dissoute.

Les zones concernées par des teneurs élevées en arsenic sont essentiellement les régions bordant les zones géologiques dites de socle (roches métamorphiques, roches volcaniques, roches volcano-sédimentaires).

L'arsenic est connu pour sa forte toxicité générant des troubles digestifs graves pouvant entraîner la mort (l'arsenic a été d'ailleurs longtemps utilisé comme poison mortel). La dose létale est comprise entre 70 et 180 mg/l. D'autres toxicités ont été découvertes, notamment le risque vasculaire et le risque sur l'athérosclérose carotidienne découverte en 2002. L'arsenic est surtout un cancérigène entraînant des cancers de la peau et des cancers internes.

D'après le Service d'Assistance Technique à l'Eau du Conseil Général des Alpes-Maritimes, qui a effectué une étude à l'échelle nationale, les techniques d'élimination de l'arsenic dissous dans l'eau sont multiples. On citera notamment : la coprécipitation, les traitements membranaires, l'échange d'ions, l'élimination par les sels de fer ou d'aluminium (coagulation-floculation) et l'adsorption sélective (alumine activée, sable de manganèse, oxydes de fer...). L'adsorption sélective sur oxyhydroxydes de fer est la technique plus répandue en France car elle montre une forte capacité d'adsorption des formes III et V d'arsenic et pour de larges gammes de concentrations. De plus, les coûts d'investissements peuvent être adaptés à de faibles débits à traiter et donc limités (3 à 8 centimes d'euros par mètre cube d'eau traitée). La dilution avec une ressource exempte d'arsenic, lorsqu'elle est possible à moindre travaux et coûts, apparaît néanmoins comme la solution la plus intéressante.

L'arsenic dans les Alpes-Maritimes

En 2009, le Conseil Général des Alpes-Maritimes a dressé un bilan sur l'arsenic naturel dans le département, en partenariat avec l'Université de Nice Sophia-Antipolis (UNSA), l'Agence de l'Eau, ainsi que l'Agence Régionale de Santé.

La problématique de l'arsenic dans l'eau potable concerne, à ce jour, neuf communes rurales des Alpes-Maritimes, sur des captages situés en bordure du socle cristallin de l'Argentera-Mercantour : Saint Etienne de Tinée, Péone, Roure, Saint Sauveur sur Tinée, Valdeblorre, Saint-Martin Vésubie, Roquebillière, Belvédère et Fontan.

La première étape de l'étude, menée par l'UNSA, a montré que les contaminations naturelles d'arsenic proviennent des roches métamorphiques hercyniennes (gneiss, migmatites) du massif du Mercantour et des pélites rouges permienes (roches volcano-sédimentaires des gorges de Daluis, du Cians, de Bergue).

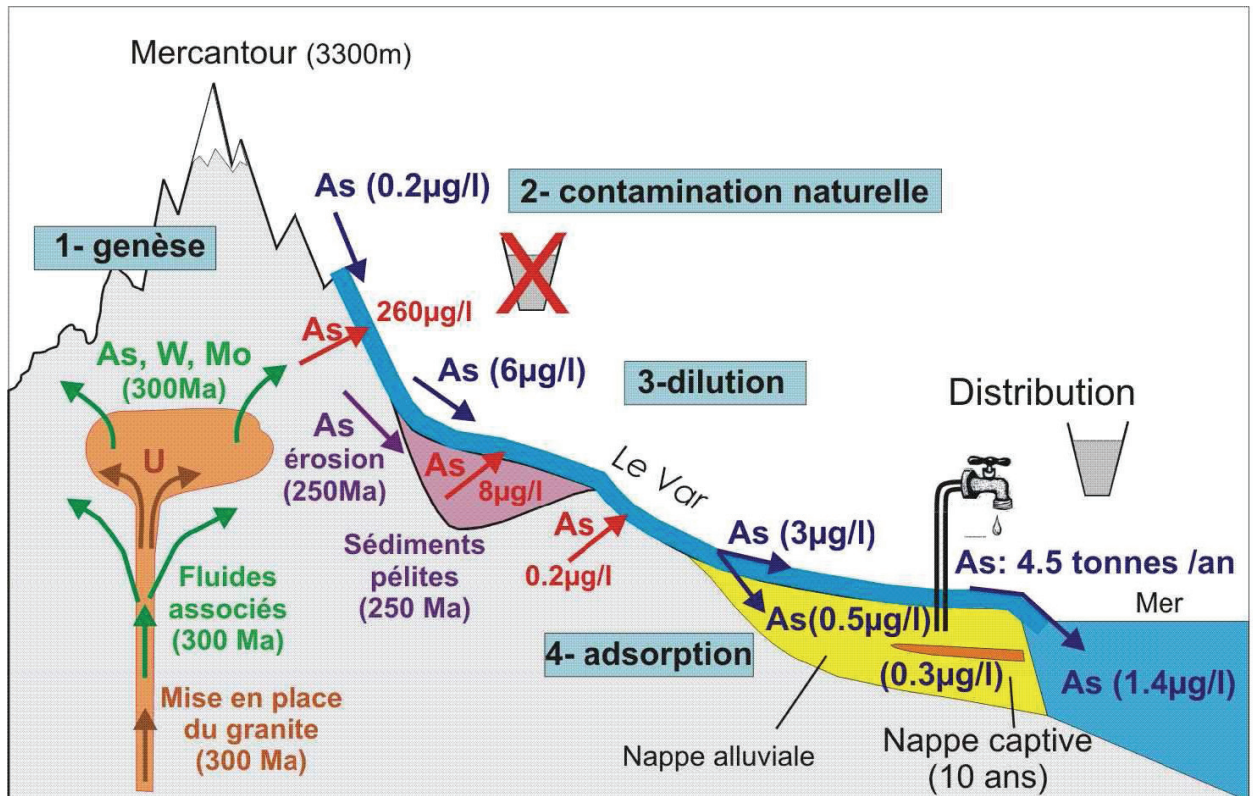


Figure 8 : Formation et transport de l'arsenic dans le bassin versant du Var (2010, UNSA, G.Feraud et A.Barats).

Dans les roches métamorphiques, l'arsenic est issu des fluides hydrothermaux de haute température qui ont accompagné la montée du granite de l'Argentera au cours de la phase finale de mise en place de la chaîne hercynienne, il y a environ 300 millions d'années. Cet arsenic s'est retrouvé piégé sous forme de minéral (arséniate, arsénite) dans les roches volcano-sédimentaires permienne qui bordent le socle cristallin. C'est dans cette roche qu'est creusé le tunnel de Bergue.

Les teneurs en arsenic les plus importantes ont été reconnues dans des eaux issues de roches métamorphiques (jusqu'à 263 µg/l dans une des sources du Vallon de la Blache à Saint Etienne de Tinée). La distribution des eaux contaminées apparaît cependant très hétérogène, de sorte que l'on peut trouver des eaux faiblement contaminées dans un secteur où circulent des eaux très contaminées (forte variabilité spatiale). Dans les pélites permienne, les concentrations en arsenic semblent plus homogènes et ne pas dépasser 30 µg/l. Ces teneurs en arsenic sont globalement stables dans le temps, ce qui témoigne d'un fond géochimique peu perturbé par les précipitations.

Cette étude montre également que les eaux souterraines qui circulent dans les granites de l'Argentera et dans toutes les roches sédimentaires ne contiennent pas ou peu d'arsenic (< 10 µg/l).

Toutes les analyses de spéciation réalisées ont identifié des formes d'arsenic sous le degré d'oxydation V (espèce inorganique : l'arséniate).

L'arsenic à Fontan

La présence d'arsenic à Fontan s'inscrit parfaitement dans les constatations générales sur les Alpes-Maritimes. En effet, les eaux du tunnel de Bergue sont issues des grès et pélites permienes, situés en bordure du socle de l'Argentera-Mercantour. La présence d'arsenic sous forme dissoute As^(V) dans les eaux est liée à la présence d'arséniate (minéral) dans l'aquifère (analyse de spéciation du 30/11/2009).

Le tableau suivant recense tous les résultats des analyses d'arsenic réalisées sur les eaux du tunnel de Bergue :

Date	[As] en µg/l	Date	[As] en µg/l	Date	[As] en µg/l
06/07/2006	18	14/10/2009	22	18/01/2013	15
04/04/2007	15	30/11/2009	24	26/02/2013	15
20/04/2009	22	04/02/2010	22	10/04/2013	21
27/05/2009	22	17/03/2010	24	23/05/2013	15
29/06/2009	24	05/05/2010	24	25/06/2013	21
28/07/2009	22	16/10/2012	18	03/10/2013	24
14/09/2009	22	15/11/2012	13		

En grisé : échantillon prélevé au canal central du tunnel / En blanc : échantillon prélevé au réservoir de Tourette (arrivée du captage 1926).

Ces teneurs sont relativement stables (13-24 µg/l) et, comme constaté à l'échelle départementale, ne semblent pas ou peu influencées par les précipitations. Cette stabilité témoigne de la capacité de l'aquifère à homogénéiser les eaux souterraines (aquifère fissuré à circulations lentes et grande capacité).

Les teneurs en arsenic étant systématiquement supérieures à 10 µg/l (limite de qualité pour pouvoir être distribuées), la commune de Fontan a mis en place un traitement par dilution avec les eaux sulfatées, mais exemptes d'arsenic, de la source de la Fouze. Ce système ingénieux permet d'abattre les teneurs en arsenic des eaux du tunnel de Bergue en deçà de 10 µg/l et d'abattre les teneurs en sulfates parfois excessives (> 250 mg/l) de la source de la Fouze.

CONCLUSIONS

Le tunnel de Bergue est singulier à plusieurs titres. Tout d'abord, il s'agit d'un ouvrage d'art exceptionnel tant dans sa facture que dans sa position dans des gorges escarpées. Ensuite, ses têtes sont fortifiées. Creusé dans des roches rouges vieilles de plus de 250 millions d'années, il a par ailleurs recoupé des venues d'eau souterraines très importantes, dont certaines continuent d'alimenter en eau la commune de Fontan.

Ses eaux, de qualité constante, pourraient être mises en bouteilles si la présence d'arsenic ne l'empêchait pas. Pour terminer, le débit des venues d'eau est si important qu'elles pourraient alimenter une population de 9000 personnes.

Remerciements — Je tiens à remercier la commune de Fontan de m'avoir autorisé à publier les données récoltées dans le cadre de la synthèse hydrogéologique sur les venues d'eau du tunnel de Bergue.

Je remercie également la SNCF, qui m'a fourni des archives et permis de visiter les captages, alors même que le tunnel était en exploitation (ligne Nice-Breil-Cunéo). Le Conseil Général 06 a mis à disposition des données pluviométriques.

Enfin je remercie mon grand-père, Jean-Pierre Tennevin, pour son illustration.

ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTES

23 octobre 1921, Ponts et Chaussées. Rapport du subdivisionnaire, demande à la Cie PLM de céder des eaux potables.

14 octobre 1923, Conseil Municipal de Fontan. Délibération concernant l'adduction d'eau potable.

3 novembre 1928, L'Illustration. De Nice à Coni par la voie ferrée.

1929, Maurice Pardé, La ligne Nice-Cuni. In : les études rhodaniennes. Vol.5 n°1, 1929, pp. 165-167.

22 juin 1946, Génie Rural. Amenée d'eau pour usage agricole, proposition de subvention départementale, rapport de l'ingénieur en chef du Génie Rural.

5 juin 1946, L. Tivolle. Rapport géologique sur le projet de captage et d'utilisation de sources dans le tunnel de Bergue par la commune de Fontan (Alpes-Maritimes).

31 août 1946, Commission sanitaire de la circonscription de Menton. Rapport sur le projet d'alimentation en eau potable de la commune de Fontan.

2 juin 1948, Génie Rural. Projet d'amenée d'eau pour usages agricoles, captage, adduction et distribution. Plan général

Août 1954, Génie Rural. Amenée d'eau pour usage agricole, réservoirs jumelés d'accumulation avec chambre de manœuvre. Plan d'implantation et terrassements.

1970, Syndicat d'initiative. Fontan, genèse de notre village.

1977, SNCF. Fiches signalétiques de tunnel. Tunnel de Berghe.

2010, UNSA (Féraud G. et Barats A.). Cartographie de l'arsenic dans les eaux de surface et souterraines dans le département des Alpes-Maritimes : compréhension du système eaux/roches. 1^{er} volet du projet arsenic (2009-2010). Rapport inédit pour le Conseil Général 06.

2010, Emily A. et Tennevin G. Venues d'eau turoniennes du tunnel de Braus : de l'eau potable à 700 mètres de profondeur (Alpes-Maritimes, Sospel, L'Escarène). Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Nice, XXV : 137-149.

2012, SATEP 06. Etat des connaissances des traitements de l'arsenic appliqués aux eaux destinées à la consommation humaine en 2010. Analyse comparative menée à l'échelle nationale France métropolitaine. 3^{ème} volet du projet arsenic (2009-2010).

2013, Koot Olivier. Le viaduc de Scarassoui, hier et aujourd'hui (<http://home.scarlet.be/roya/train/03/06.htm>, consulté le 15/10/2013).

2013, ITFF. Fiche tunnel. Tunnel de Bergue (<http://www.tunnels-ferroviaires.org/tu06/06062.5.pdf>, consulté le 15/10/2013).

2013, H2EA (G.Tennevin). Les venues d'eau du tunnel de Bergue. Etude hydrogéologique préliminaire destinée à l'hydrogéologue agréé. Rapport inédit pour la commune de Fontan.