

tunnel gousselerbiereg

route du nord

r

tunnel
gousselerbiereg

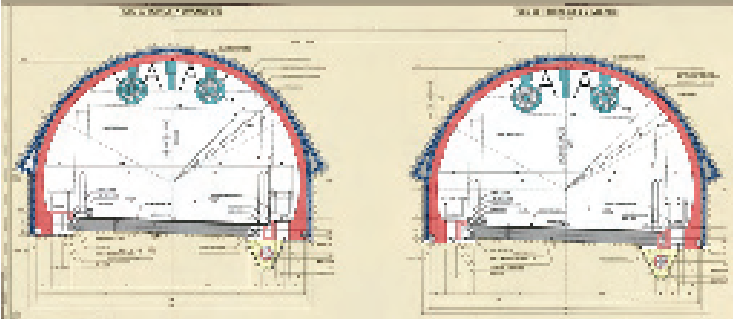
percement
percement
12.12.2002



12.12.02

Le "Tunnel Gousselerberg"

Le "tunnel Gousselerberg" a obligatoirement été creusé à partir des deux portails de la "Vallée de l'Alzette" et de la "Vallée de la Mamer", en opérant sur quatre fronts ce qui a été nécessité deux différentes installations de chantiers à chaque extrémité du tunnel.



Le tunnel est composé de deux tubes pratiquement parallèles dont chacun a une longueur de 2695 m en souterrain (PK 11030 au PK 13725).

Il relie la "Vallée de l'Alzette" au sud à la "Vallée de la Mamer" au nord.

En élévation, le tunnel monte avec une pente maximale de 0,5 resp. 0,75% à partir des deux portails, le point haut se situant au PK 11917. En "Vallée de la Mamer", l'entrée en galerie des deux tubes se fait sur deux niveaux différents.

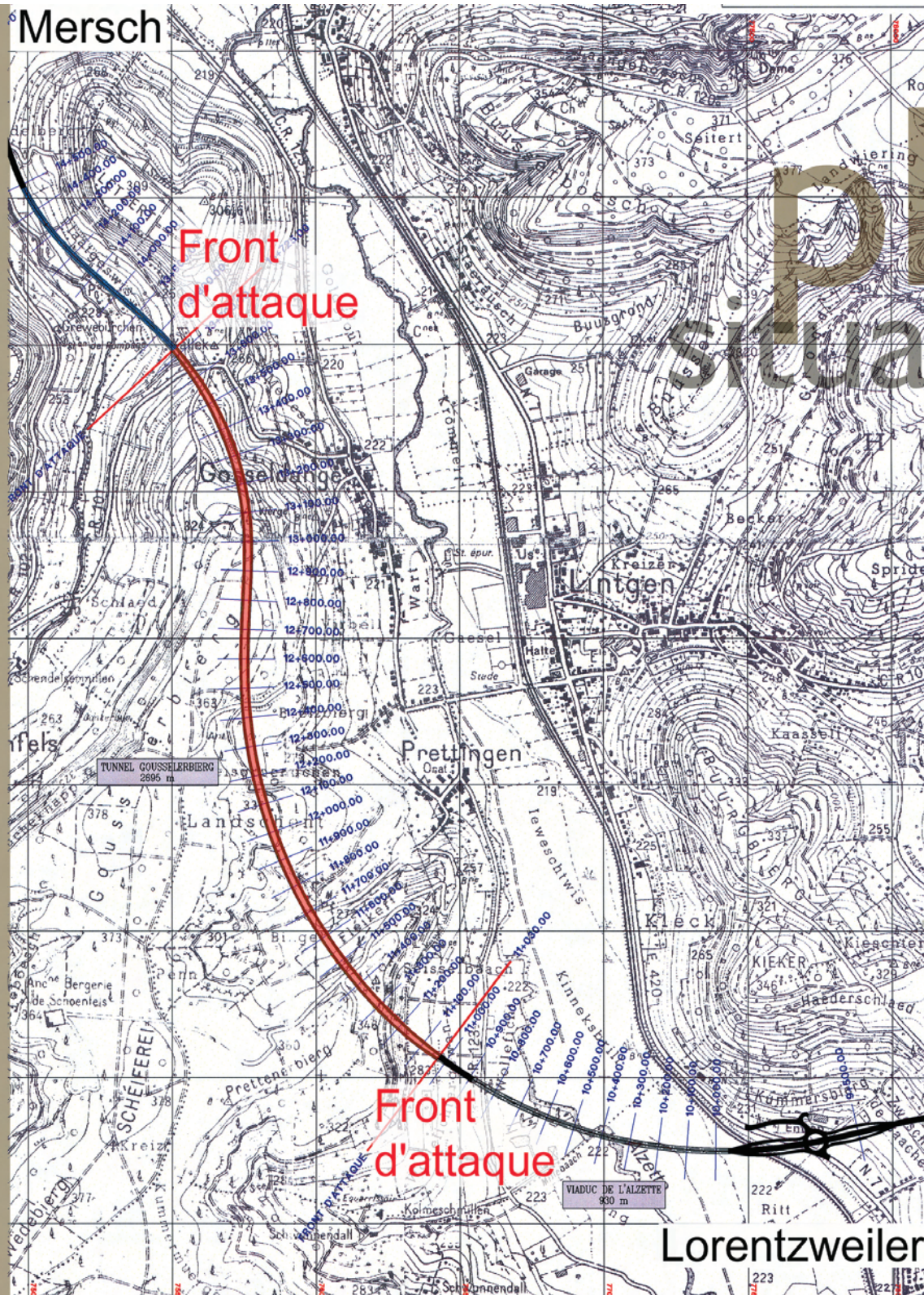
En plan, le tunnel décrit une double courbe de rayons principaux $r = 1650$ m, resp. $r = 1000$ m qui s'aligne au tracé à ciel ouvert vers Luxembourg au sud et vers Mersch au nord.

Le dévers max. est de 3,75 % dans les deux tubes.

A l'endroit des portails, l'entredistance axe-axe des deux tubes varie d'un minimum de 16 m pour atteindre 25 m en section courante, l'écartement se faisant en éventail sur environ 300 m.

La couverture en rocher sur le tunnel est variable, entre un minimum de 3 à 4 m dans les zones des fronts d'attaque et un maximum de quelque 115 m.

vers ettelbruck



Plan de Circulation

vers luxembourg

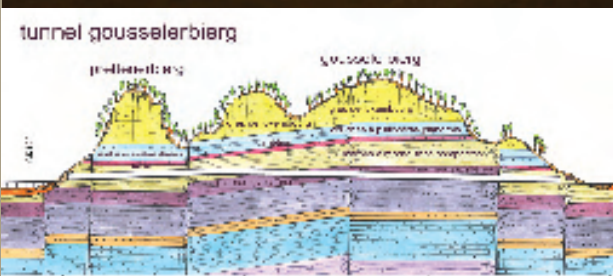
Huit galeries transversales relient les deux tubes, celles aux PK 11930 et 12825 étant spécialement conçues pour un passage facile aux véhicules de secours et de service. Ces galeries sont combinées avec des locaux techniques abritant des installations électro-mécaniques.



géologie

géologie

Le massif du «Gousselerbiérg» est constitué sur le plateau et dans sa partie supérieure par la formation gréseuse du Lias inférieur (Grès de Luxembourg, li2 de la carte géologique). Dans sa partie inférieure il est formé par les roches du Keuper moyen (km3 et km2). Entre le Grès liasique et le Keuper s'observent les unités des couches à Psil. planorbis (li1), épaisses d'une quinzaine de mètres, et les argilites et grès du Rhétien (ko), épais de quelques mètres. Le Grès de Luxembourg présente une épaisseur d'environ 80 mètres, il est perméable à l'eau et renferme une nappe d'eau importante qui alimente de nombreuses sources émergeant à sa base peu perméable, formée par les premiers niveaux marneux du li1.



Le tracé du tunnel est subdivisé en 3 secteurs dont les propriétés techniques sont schématisées ci-dessous:

Secteur 1 : Zones d'entrée et de sortie du tunnel dans la vallée de la Mamer et de l'Alzette, formées de roches marneuses du Keuper, caractérisées par un degré d'altération variable, intense à proximité de la surface et diminuant progressivement vers l'intérieur du massif. L'extension de l'altération est influencée par les grandes diaclases verticales et par les circulations d'eau latérales (faibles) sur les bancs dolomitiques et gypsifères.

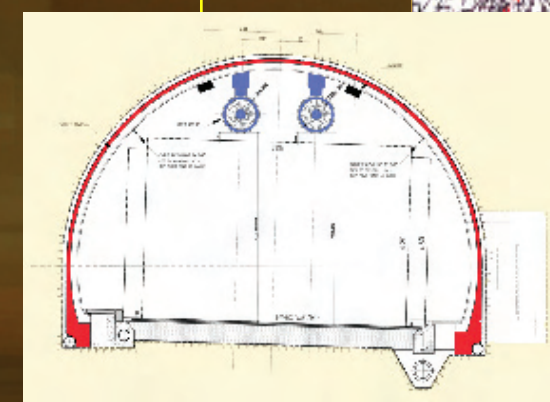
Secteur 2 : Zone du Keuper marno-dolomitique, constituée stratigraphiquement par l'unité du Keuper à Marnolithes compactes (km3) et formée de marnes et marnes dolomitiques avec des intercalations de niveaux dolomitiques.

Secteur 3 : Zone des marnes gypsifères (km2) caractérisée par la présence de gypère et d'anhydrite en bancs, amas ou filonets.

tunnel gousselerbiereg

Caractéristiques et volumes principaux du tunnel :

- Longueur d'excavation:	2 x	2.695 m
- Largeur de la chaussée:	7 m	
- Largeur utile des tunnels:		10 m
- Pente longitudinale:		max. 0,75 %
- Profil-type d'excavation:		72,39 à 76,15 m ² en section courante
- Volume total d'excavation:		415.000 m ³
- Mise en décharge:	Mierscherbiereg : 230.000m ³ Schwunnendall : 185.000m ³	
- Volume du béton de revêtement: (avec béton des hors-profils estimés)		59.000 m ³
- Volume du béton projeté de l'anneau extérieur (soutènement): (avec béton d'égalisation estimé)		32.000 m ³
- Etanchéité des tunnels: :		122.000 m ²
- Tronçons extérieurs:	nord	823,50m
	sud	166.50m



travaux réalisés **dates**

début décembre 2002

début du chantier: 17 avril 2000

début excavation en souterrain: 13 novembre 2000

début bétonnage de l'anneau intérieur: 18 septembre 2002

excavation

tunnel nord	- est:	1486,20m	Excavation par minage: 65%
	- ouest:	1448.10m	
tunnel sud:	- est:	1207.80m	- 450 tonnes de munition
	- ouest:	1231,30m	- 168.000 détonnateurs
			- 1200 volées



soutènement provisoire

- béton projeté:	61.200m ³
- fibres métalliques:	2180 tonnes
- soutènement métallique:	1687 tonnes
- ancrages :	53.650 pièces



auscultation - contrôle de l'ouvrage

- déplacement du laser: 250 x
- suivi des mouvements de la roche: 14.000 lectures
- relevé de profil avec profilomètre: 9.000



bétonnage anneau

- anneau intérieur exécuté: 63 voûtes à 11m = 693m (côté sud)
- total à exécuter: 503 voûtes

tunnel gosselerbiere

le creusement excavation

Le creusement d'un tunnel consiste en trois phases principales: l'abattage, le marinage et le confortement provisoire de la galerie et du front.

L'abattage du rocher au 'Tunnel Gosselerbiere' peut se faire en principe par des moyens mécaniques ou par minage.

Ce sont plutôt des critères économiques que techniques qui dictent la façon de procéder. En effet, normalement une excavation mécanique par pelles lourdes associées à des brise-roches hydrauliques est plus économique qu'une excavation au minage, pour autant que le cycle d'abattage ne devienne excessivement long, soit qu'il n'excède pas les 5 à 6 heures. Dès que ce seuil est atteint, un abattage par minage devient plus rentable et s'impose. Ceci s'explique plus particulièrement, en sachant que le chantier du 'Tunnel Gosselerbiere' emploie constamment plus de cent personnes, soit qu'une heure de travail 'non-productif' coûte cher, voire très cher. En outre, des cycles d'abattage excessivement longs et pénibles entraînent automatiquement des frais accrus d'usure, d'entretien et de réparation des machines.

excavation par moyens mécaniques

Selon la cohésion et la résistance du terrain, le déroctage s'effectue soit avec une pelle mécanique munie d'une brise-roche hydraulique, soit par une excavatrice spéciale avec bras court renforcé et orientable, munie d'un godet spécial à trois dents.

Le volume maximal possible à excaver en une passe dépend de la nature de la roche. Il faut garantir une surface d'excavation stable par elle-même durant le temps nécessaire à la mise en oeuvre du soutènement provisoire.

Le produit de marinage est chargé par une chargeuse à pneus sur des camions.



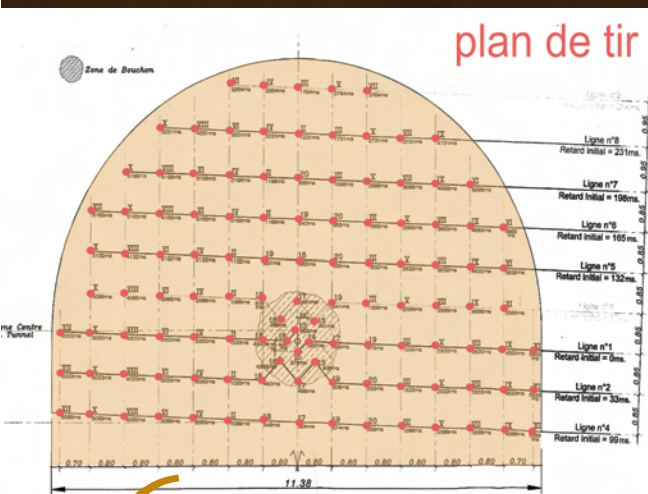
excavation par minage

Il n'y a guère de procédé dans le domaine du génie civil, ayant fait de tels progrès techniques au cours des dernières années, que le minage. En effet, le travail le plus onéreux, c'est-à-dire le forage des trous de mines - une volée en pleine section requiert le forage d'environ 116 trous d'un diamètre de 45 à 152 mm atteignant une profondeur jusqu'à concurrence de 4,00 m maximum - se fait de nos jours, et sur le chantier du 'Tunnel Gosselerbiere' en particulier, au moyen de vrais robots mécanisés appelés 'jumbos de forage', qui réalisent plusieurs trous simultanément suivant un schéma préprogrammé. La vitesse de forage atteint les 3 mètres par minute. Ce qui constitue manifestement un progrès non-négligeable, en considérant que du temps de la construction du grand tunnel du 'St. Gotthard', soit au début du siècle, les perforations se faisaient encore à la main.

Pour abattre une volée d'environ 4 m, il faut allumer quelque 300 kg d'explosif. Celui-ci se présente sous forme d'émulsion, encartouchée dans des étuis, contenant chacun 0,625 kg d'explosif et disposés à raison de 4 à 5 pièces dans chaque trou de mine. L'ensemble des cartouches équipées de détonateurs de haute intensité électrique est relié par un circuit. Le mode de mise en feu est du type séquentiel.

Sans ce système de mise en feu et avec la quantité d'explosif d'un seul abattage, soit environ 300 kg, on pourrait mettre en ruine les immeubles limitrophes au chantier.

En effet, les vibrations produites par les tirs de mine se propagent dans le sol et peuvent, lorsqu'elles sont trop intenses, excéder localement la résistance des structures et conduire à l'apparition de fissures.



le creusement *excavation* excavation par minage

Pour éviter ce phénomène, on met à profit le fait que la vitesse particulière maximale d'une vibration - critère prépondérant de son effet nocif sur les constructions - ne dépend que de la quantité d'explosif mis à feu simultanément, c'est-à-dire lors d'une même série à micro-retard, et non pas de la totalité de la charge de la volée.

Dans le cas du 'Tunnel GousselerbiERG', l'abattage total s'étend ainsi sur plus de 5.000 millisecondes, avec une charge unitaire maximum de seulement 3,125 kg. Donc en clair: Les 400 kg d'explosif d'une volée sont mis à feu de telle sorte que leur effet équivaut à celui d'une charge de 3,125 kg seulement. Pour réaliser ceci, il faut bien sûr mettre en place un dispositif de mise à feu et des détonateurs de très haute précision et d'une grande fiabilité qui s'allument jusqu'à la 25/1000 seconde près.

Pour illustrer l'effet d'une détonation: Prenons à titre d'exemple une maison située à 100 mètres de cette détonation. Si on allumait les 400 kg d'une volée en même temps, il y aurait lieu de s'attendre à une vitesse particulière de quelque 80 mm/s, soit, la maison tomberait purement et simplement en miettes. Avec le système sophistiqué mis en place, cette vitesse particulière n'atteint pas les 3 mm/s, effet d'une vibration qui ne nuirait même pas à des constructions outre mesure sensibles, telles que p.ex. un monument protégé.

Notons à ce propos qu'un tunnel d'approvisionnement du fameux château 'Neuschwanstein' du roi Louis II en Bavière a été récemment abattu par minage, sans mécompte et sans que la moindre fissure ne soit apparue dans la construction.

Les préjugés d'aucuns vis-à-vis du minage, le qualifiant comme une méthode brutale, sont dévoilés comme faux et même contre-productifs: Des terrassements à l'explosif (par exemple dans le grès de Luxembourg) pour autant qu'ils soient bien planifiés et judicieusement exécutés, provoqueraient à coup sûr moins de nuisances aux bâtiments et aux humains qu'un terrassement au brise-roches hydraulique. Pensons seulement aux bruits fatigants que peut causer un tel terrassement pendant des mois et des mois.



le marinage



Par marinage, on entend le chargement du marin - rocher abattu en souterrain - et son transport hors du tunnel. Rien qu'en souterrain il y a lieu, au 'Tunnel GousselerbiERG', de déplacer quelque 450.000 m³ de roches et de les évacuer en due forme sur les déponies 'Schwunnendall' et 'MierscherbiERG', préalablement aménagées, déponies de matériaux complètement inertes, renaturées après les travaux.

route du nord



administration des ponts et chaussées
division centrale de la voirie
26, rue adames
L-1114-luxembourg

tunnel gousselerbiérg

longueur: 2695m