4° L06
231

JEAN GENNESSEAUX

Funiculaires et crémaillères de France

La vie du Rail des transports

Licence eden-19-7-3884186-7-10662123-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

62 1495040 NC

Funiculaires et crémaillères de France

4° Lo6 231

FUNICULAIRES ET CRÉMAILLÈRES DE FRANCE
par Jean Gennesseaux

Direction artistique : Catherine Auclaire/Clarinda
Mise en page : France Laroche
Fabrication : Dominique Paris
Révision : Jacques Rossetti

© 1992 Éditions LA VIE DU RAIL
11, rue de Milan
75440 PARIS CEDEX 09

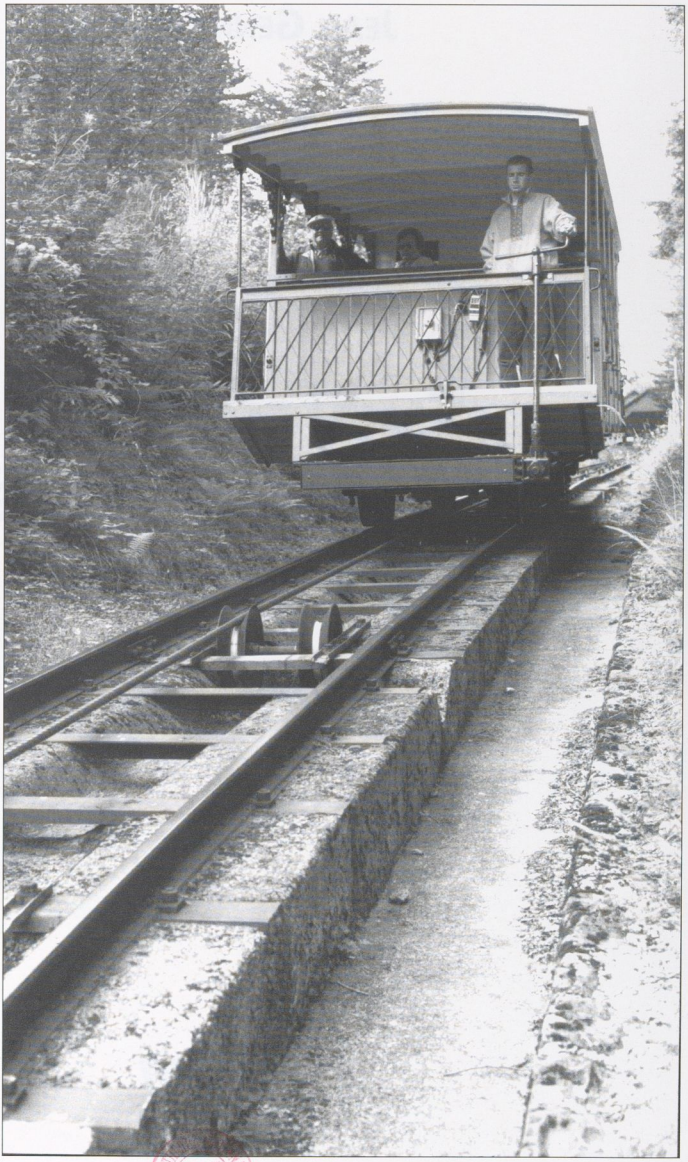
Tous droits réservés
Dépôt légal : 1er trimestre 1993
ISBN 2-902 808-42-9

JEAN GENNESSEAUX

Funiculaires et crémaillères de France

La vie du Rail & des transports

DL-13011993-00428



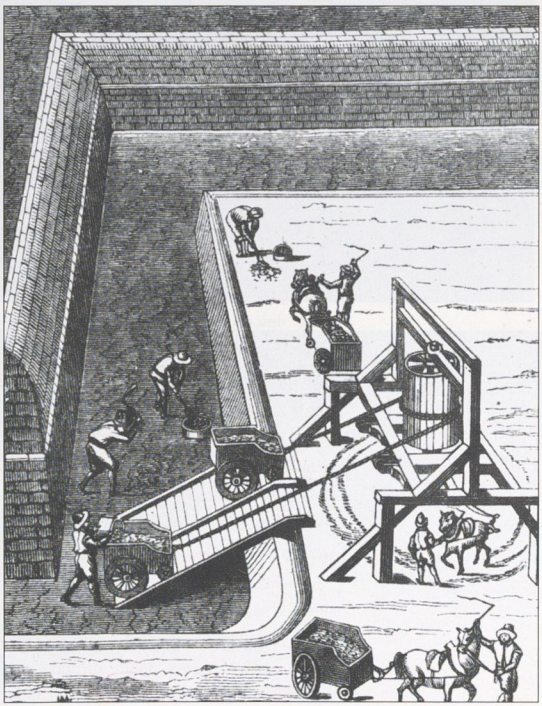
Le Mont-Dore, un vieux funiculaire français mis en service le 1er juillet 1898. Quoique les installations de sécurité eurent été modernisées, il garde son caractère d'origine.

R.F. IMPRIMÉS

Introduction

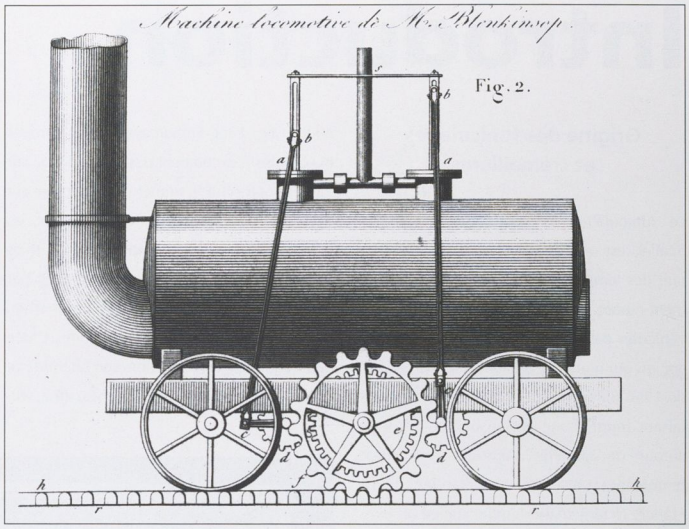
Origine des funiculaires et crémaillères

Le funiculaire, du mot funiculus (petite ficelle), est une invention qui remonte à la nuit des temps. Son principe de fonctionnement repose sur la traction d'un ou plusieurs véhicules par un câble. Le document le plus ancien qui nous soit parvenu est une gravure de 1558 où l'on voit un manège de chevaux faisant tourner une grosse bobine verticale autour de laquelle s'enroule une corde remontant un chariot sur un plan incliné. En France, le funiculaire le plus ancien (et existant encore) est celui de l'abbaye bénédictine du Mont-Saint-Michel. Ce funiculaire a été érigé vers 1810-1815. En haut se trouve une grande roue cage, à l'intérieur prenaient place des hommes qui grimpaient à la paroi et actionnaient cette roue ; sur l'axe s'enroulait la corde de traction. A l'arrivée du chemin de fer au XIX^{e} siècle, lors de la construction des toutes premières locomotives, les utilisateurs se trouvèrent confrontés au problème de l'adhérence. Les machines patinaient trop souvent et elles étaient dans l'impossibilité de remorquer la charge attelée. Les causes étaient d'origines diverses : rails sales, petits coupons de rail raccordés à des niveaux différents, machines avec une suspension inefficace et surtout incapacité de mouvoir un train dès qu'une rampe importante était rencontrée. On se contenta alors de tracer des lignes ayant un profil acceptable à grand renfort de terrassement. Ainsi sur la ligne dite de "Saint-Germain" (en réalité Le Pecq-Embarcadère) les rampes maximales n'excédaient pas 2 ‰, et 3 ‰ sur Paris-Rouen (sauf le tunnel de Rolleboise sur 2641 m). Sur Saint-Etienne-Andrézieux, en 1827, on trouvait des rampes de 8 ‰, mais seuls les wagons vides montaient tirés par des chevaux, les trains chargés de charbon descendant par gravité vers la Loire. L'idée de traction par câble fit alors son chemin ; ce furent d'abord les plans inclinés, des sec-



Plan incliné avec manège d'Augustin Ramelli (1558).

La première application de l'utilisation d'une crémaillère pour le chemin de fer avec la machine locomotive Blenkinsop en Angleterre.

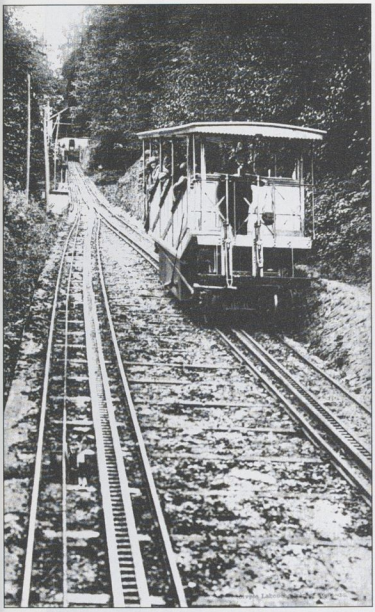


tions de voie en forte pente où les convois étaient tractés par un câble : une machine à vapeur fixe agissant sur un treuil sur lequel s'enroulait un câble assurait la traction des wagons. Puis on eut l'idée de faire appel au système du contre-poids, ne nécessitant que très peu d'énergie : pour la traction, le véhicule descendant faisait presque équilibre avec celui montant, l'appoint étant assuré par apport d'une masse d'eau ou l'assistance de la force motrice vapeur puis électrique. Mais lorsque les sections de voie en forte pente excédaient 2 ou 3 km, le câble ne pouvait plus faire l'affaire, il y avait danger de rupture. La solution fut de placer une crémaillère au milieu de la voie sur laquelle viendrait prendre appui une roue dentée montée sur les engins de traction. Le précurseur fut Blenkinsop qui proposa une machine qui prenait appui sur une crémaillère, placée le long du rail par l'intermédiaire d'un engrenage. Ce type de machine, réalisé par le Middelton Railway, roula probablement à partir de 1812 et devait perdurer jusqu'en 1835. Ce système resta ensuite dans les cartons jusqu'à la création des chemins de fer de montagne à crémaillère. Les premiers furent le "Rigi" en Suisse et le "Mont Washington" aux USA. En France, cette technique apparaîtra en 1887 avec la ligne reliant la ville à la gare de Langres.

Développement, régression puis renouveau...

C'est surtout autour de 1900, alors que le transport collectif a le quasi-monopole des déplacements, que se développent funiculaires et chemins de fer à crémaillère. Trois champs d'application privilégiés se détachent d'emblée :

- les sites urbains très escarpés, tels Lyon, Rouen ou Le Havre ;

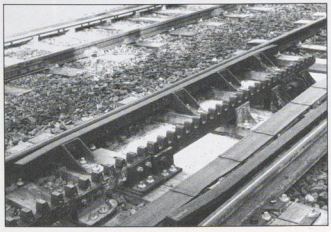


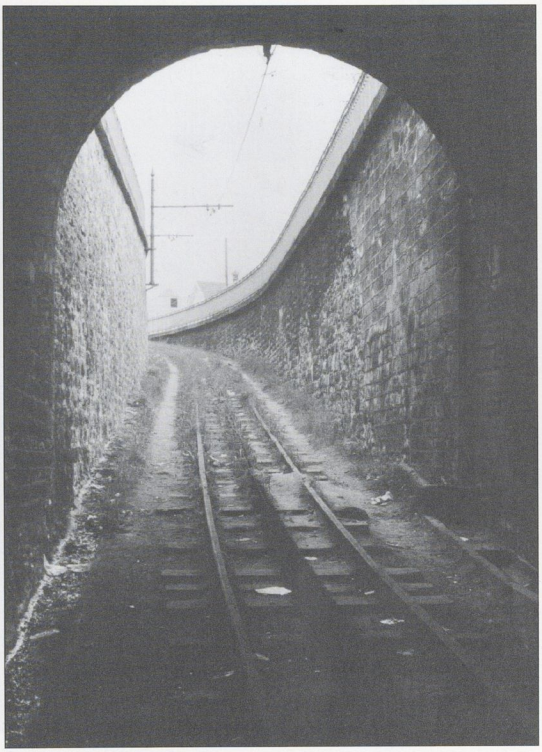
Luchon, le funiculaire de la Chaumière fonctionnait à contrepoids d'eau.

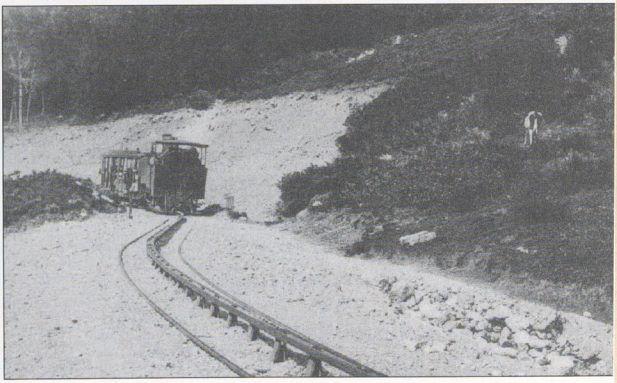
Ci-contre, dernière image du tramway de Laon et de sa crémaillère Abt.

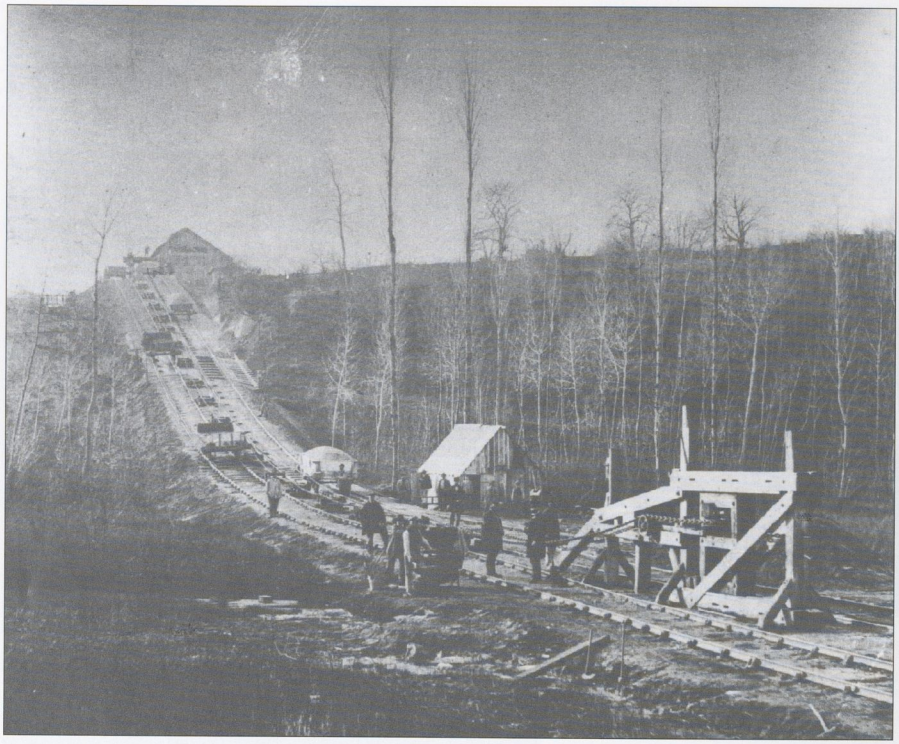
Appareil d'entrée en crémaillère Strub sur le métro de Lyon ligne C.

En bas à droite, afin de s'affranchir d'une crémaillère onéreuse à fabriquer et à entretenir, on utilisa parfois un rail central sur lequel prenait appui la locomotive munie du système Fell.









Le plan incliné automoteur de la sablière d'Angerville en activité en 1866. La chaîne bouclée est entraînée par le poids des wagons descendants. En bas, des poulies relèvent la chaîne et la renvoient en sens inverse. Une tour-frein est installée au sommet du plan.

Méconnu, le funiculaire d'Arcachon qui transportait en 35 secondes, 10 personnes par voiture entre 1915 et 1948.

- les liaisons entre des villes d'origine moyenâgeuse bâties sur des promontoires et la gare qui n'a pu être établie qu'en contrebas, comme à Langres, Laon ou Grasse ;

- les dessertes de sites touristiques et de pèlerinage en zone urbaine (Montmartre, N.-D. de la Garde, Super-Cannes, etc.) ou de montagne (Mer de glace, Puy-de-Dôme...). Les années 30, avec la première vague de motorisation individuelle, voient la construction de nombreuses routes en lacets qui mènent à des sites jusque-là accessibles seulement par funiculaire ou crémaillère, si ce n'est par ascension pédestre. Il s'ensuit une période, autour de 1937-1938, où les installations les moins rentables ou les plus vulnérables sont supprimées. Après l'accalmie des années 40-50, arrive la deuxième grande vague automobile du milieu des années 60 et les suppressions reprennent, même en zone urbaine dense comme à Lyon où le funiculaire de la rue Terme voit sa plate-forme reconvertie en pénétrante routière... En montagne, c'est le téléphérique, d'allure plus futuriste (la roue/rail, c'est dépassé dans les années 60...) qui a le vent en poupe et bien des funiculaires doivent lui céder la place. Puis, avec les années 80, revient le temps du pragmatisme, on redécouvre les bonnes vieilles solutions de bon sens, écartées parfois par pur dogmatisme (tel le tramway...). Si le domaine de la crémaillère, de tout temps marginal en France par comparaison avec la Suisse, ne connaît qu'une seule réalisation nouvelle avec la ligne C du métro de Lyon, par contre, la traction par câble semble faire un retour en force étonnant : elle s'impose dans le créneau des transports hectométriques en sites urbains (SK, Poma 2000), tant à l'horizontale qu'en plan incliné, ainsi qu'en montagne, où elle supplante à son tour la technique du téléphérique ; ce dernier, avec son débit limité, doit déclarer forfait dès qu'il est question de transports de masse. Ainsi, à Tignes, un nouveau funiculaire remplacera des téléphériques, avec des trains de deux voitures, qui emportent 335 passagers, permet de passer de 1 600 à 3 000 voyageurs/heure, avec un temps de trajet ramené de 20 à 6 minutes. En outre, le funiculaire - mécanique simple - s'avère à l'usage beaucoup plus fiable qu'une télécabine, il est aussi plus facile et neuf fois moins coûteux à entretenir. On connaît également la sensibilité des téléphériques face aux éléments : les nouveaux funiculaires de montagne, établis en estacade ou en tunnel, sont insensibles aux chutes de neige. Enfin, la durée de vie d'un téléphérique dépasse difficilement vingt ans alors que la longévité des infrastructures de type funiculaire ont une durée de vie incomparablement plus longue, tel Thonon qui date de 1888 et n'a été modernisé qu'assez récemment.

La technique des funiculaires

Le principe de base des funiculaires repose sur l'équilibre entre deux véhicules reliés par un câble ; quand une voiture est en gare basse, la longueur du câble est calculée pour que la seconde soit en gare haute. La mise en mouvement s'effectue soit par remplissage d'eau d'un réservoir situé sur la voiture en position haute (méthode primitive), soit à l'aide d'une force motrice quelconque. Mais, accrochée au bout de son câble, la voiture d'une installation funiculaire doit devoir croiser son homologue. Si la ligne est établie en double voie sur l'ensemble de l'installation, aucun problème, mais, généralement,

Sous l'effet de tension, le câble de traction ne suit pas le profil de la voie.

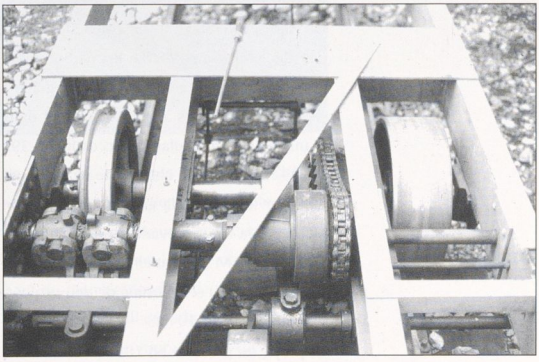
1. Les poulies doivent être strictement dans l'axe du câble qui est renvoyé une deuxième fois à la poulie d'origine, il s'ensuit un décalage de l'axe de tirage du câble. Afin de résoudre ce problème, il est fait appel à des roues légèrement inclinées d'une valeur égale au décalage de l'axe des poulies, ces roues sont dénommées "roues biaisées".

la ligne est établie à voie unique avec un évitement au centre. Cet évitement nécessite d'aiguiller les deux voitures sur la bonne voie. Là, se pose un problème car si on y regarde de plus près, le câble de la voiture descendant va passer sur le rail et lorsque la voiture montante va emprunter l'aiguillage supérieur, sa roue va couper le câble. Il y a bien le frein parachute, mais il faut l'avouer, ce n'est pas une solution. Celle-ci est des plus simples : pas de lame d'aiguille mobile, pas d'appareil complexe, l'aiguille est totalement statique. Par contre, les voitures sont munies de roues creusées d'une gorge du côté extérieur par rapport à l'évitement. Du côté intérieur, les roues sont cylindriques plus larges que la normale. Le câble est réglé afin d'être toujours un peu en dessous du niveau des rails. Au point de croisement câble-rail, le rail est interrompu laissant place au câble. Les roues intérieures à rouleaux vont passer facilement d'un rail à l'autre alors que les voitures restent guidées par les roues à gorge. Quoi de plus simple ! Une autre notion extrêmement importante sur ces voies ferrées en très forte pente : le freinage. Il existe sur les funiculaires un "frein parachute", automatique et extrêmement puissant qui agit directement en serrant le rail et bloque immédiatement les voitures en cas de rupture de câble de traction. Cela dit, nous ne connaissons pas d'exemple de rupture de câble car ce dernier est très largement surdimensionné. Animer le câble de traction d'un funiculaire en un mouvement rectiligne demande que ce câble passe sur une roue qui reçoit l'énergie circulaire. Si le câble arrive sur la roue et repart vers l'autre véhicule, il ne parcourt que la moitié de la circonférence de la roue motrice. Bien tendu, il pourra recevoir de l'énergie, mais ne parcourant que la moitié de la circonférence de la roue, le câble ne peut recevoir l'intégralité de l'énergie. Il s'ensuit un glissement, voir une impossibilité d'être animé d'un mouvement rectiligne, si la puissance à transmettre est par trop importante et dépasse le coefficient d'adhérence. On a donc recours à un dispositif de poulies (1)

St-Hilaire-du-Touvet. Afin que le câble ne saute des poulies sous l'effet de tension dans les courbes, des poulies inclinées ont été posées.

Ci-contre, Mont-Dore - aiguillage funiculaire. Interruption du rail pour laisser passer le câble.

qui permet deux passages du câble sur la roue motrice. D'autre part, le câble subit au cours de sa vie un léger allongement et momentanément une déformation élastique lorsqu'il est en action, il est donc nécessaire de maintenir constamment sa tension initiale par la poulie de renvoi. En général, la roue d'entrée ou de renvoi du câble dans la salle des machines est constituée de deux poulies montées sur le même arbre, une à deux gorges et une à une gorge. L'arbre peut être reculé ou avancé afin de modifier sa position par rapport à la roue motrice. A la suite de la roue d'entrée, la roue motrice à deux gorges, calée sur l'arbre moteur reçoit son énergie en passant par un réducteur. Des freins sont montés sur le bâti permettant d'enserrer les côtés de la roue motrice.



Notez la largeur de la roue plate permettant de franchir l'interruption du rail au point de croisement.

Les plans inclinés de la Vernarède

Avant l'arrivée du chemin de fer à la Vernarède, le charbon était évacué par le plus grand ensemble de plans inclinés de France.

Le pays des Cévennes est riche en charbon, en particulier la région de Vernarède dans la vallée du Luech. Au début du XIX^{e}, le chemin de fer n'a pas encore accédé à cette vallée. Pour l'évacuation du charbon, il n'y a que la route. Un plan incliné funiculaire dit de "La Canebière", animé par un manège à chevaux, remonte le charbon sur la N 106. Il est ensuite repris par des charrettes qui descendent sur 20 km jusqu'aux Fonderies et Forges d'Alais. Devant la croissance de l'industrie d'autres mines s'ouvrent, mais le transport par la route limite l'évacuation du charbon et la rudesse du climat hivernal rend son évacuation aléatoire et irrégulière. On décide alors de faire passer le charbon par la montagne en ayant recours à des plans inclinés totalisant 7,870 km. Solution originale qui en fera le plus grand ensemble de plans inclinés de France.

La Vernarède étant à la cote 312 et La Levade étant à la cote 204, le charbon montera au col du Pereyrol à la cote 589 grâce à deux machines fixes à vapeur animant deux plans inclinés funiculaires successifs de 395 et 844 m. Ensuite ce chemin de fer fonctionnera par les lois de la gravité et le charbon arrivant à la Haute Levade sera repris sur 14 km par le PLM pour atteindre Alès. La totalité de ce réseau sera équipé de deux voies à l'écartement de 1,10 m.

Le projet est présenté en 1858 par M. Mires, gérant de la Société des Mines et les travaux commencent. Le 29 janvier 1859, la demande de mise en service est déposée, puis autorisée le 15 mars 1860 par un arrêté préfectoral, mais il semble que l'exploitation ait commencé fin 1859. Celle-ci restera pourtant limitée dans le temps. La ligne Alès-Chamborigaud-Villefort est ouverte le 12 août 1867 et un embranchement depuis Chamborigaud se dirigeant vers la Vernarède est ouvert simultanément. A partir de ce moment, le plan est condamné. En 1870/75, le bâtiment abritant la machine à vapeur du plan de Pourcharesse devient l'église paroissiale de la Vernarède. Le plan a fini de vivre.

Une technique originale

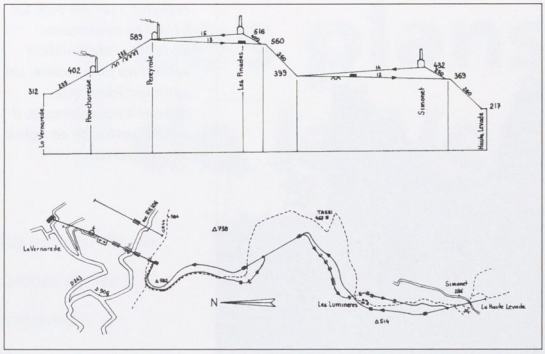
Sur les plans de Pourcharesse et Pereyrol, les deux voies fonctionnent comme des funiculaires qui montent et descendent les wagons pleins et les vides. Sur l'autre versant, aux Pinèdes et à Simonet, le système est beaucoup plus subtil : il s'agit de "plans inclinés automoteurs" reliés par deux lignes à profils différents. On sait que les wagons chargés roulent mieux que les vides. On a donc utilisé deux profils différents ayant plus de pente pour les vides qui ont un coefficient de roulement moins bon et nécessite donc un départ à un niveau plus élevé. Au sommet des pentes partent donc les wagons, par petites rames, chacune vers sa descente,

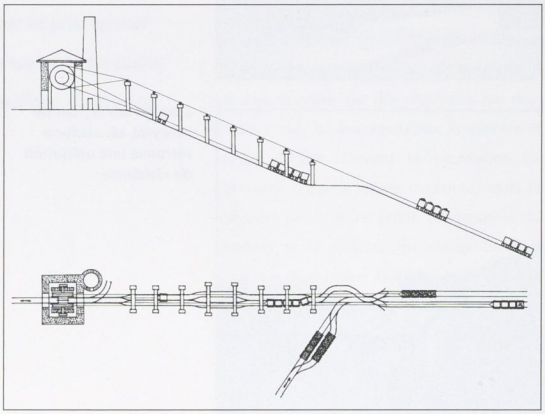
Pereyrol à la cote 589. Ce bâtiment majestueux abritait la machinerie à vapeur du plan incliné. Un bâtiment identique existait à Pourcharesse, il a été transformé en église de style roman.

Surprise sur le plan de Pereyrol, un viaduc a retrouvé une utilisation de résidence.

accompagnées par un garde qui pouvait agir sur un frein à main. Ayant accompagné une rame vide, arrivé au bas du plan, il repart accompagnant une rame de chargés dans l'autre sens.

Reste à monter les wagons vides en haut des 217 m du plan, en rampe de 360 ‰ et long de 1 021 m, alors que les wagons chargés sont pris aux deux tiers de la pente vers la descente. Pour résoudre ce curieux problème, on a imaginé le système suivant : du haut du plan descendent deux voies raccordées par un aiguillage à la ligne des wagons vides. Au tiers environ de la hauteur de ce





En haut, plan funiculaire automoteur des Pinèdes et de Simonet.

Quelle ingéniosité pour imaginer une pareille installation.

plan, arrive la ligne des "chargés", elle aussi raccordée par des aiguillages. L'ensemble du tracé doit être rectiligne et d'une pente constante, sauf un court plan horizontal, là où arrivent les chargés.

Au sommet du plan incliné est installée la tour frein. A l'intérieur du bâtiment, sur un massif de pierres, un axe a reçu quatre bobines de deux diamètres différents et deux jantes pour les freins à ruban. Ces bobines sont solidaires et les câbles enroulés de sens contraire, de telle sorte que lorsque le système se met en mouvement, deux câbles de bobines de diamètres différents s'enroulent alors que les deux autres câbles se déroulent. Le diamètre des bobines a été calculé afin que la longueur des cordes reste égale à la distance à parcourir pour un même nombre de tours. Les grands tambours permettent de parcourir toute la longueur inférieure du plan alors que des petits tambours permettent le parcours du tiers supérieur.

Le fonctionnement est le suivant : arrive une rame chargée, elle est dirigée sur la descente alors que simultanément une rame vide monte jusqu'au plan intermédiaire. Lorsque arrive une seconde rame chargée, la première rame vide est accrochée au wagon de l'extrémité du câble du plan supérieur. En bas, une autre rame vide a été présentée. Dès que la seconde rame chargée descend, elle met en mouvement les deux rames vides et la première atteint le sommet alors que la seconde arrive au palier intermédiaire.

Sur la partie basse, les rames circulent alternativement dans les deux sens, une chargée, une vide... Alors que sur la partie supérieure ne circulent que les rames vides montantes. Il est pourtant nécessaire de faire redescendre l'autre extrémité de la corde alors que montent les vides ; pour cela, on utilise le dernier wagon de la rame vide qui redescend l'extrémité de la corde. Ce wagon sera accroché en tête de la rame vide à monter.

Il reste à expliquer la présence des piliers de briques bordant la pente supérieure, tel des sphinx. Ces piliers portent un chapeau de pierre sur lequel repose un madrier traversant au-dessus des voies. Ce madrier est muni de poulies sur lesquelles passaient les câbles allant à la deuxième partie inférieure

Plan du Simonet. Une allée bordée de piliers tels des sphinx gardant les lieux. Ces piliers portaient des poutres munies de rouleaux qui guidaient le câble du plan inférieur.

Plan des Pinèdes. Hissés en haut du plan, les wagons vides traversaient ensuite "la machine" gardée par la tour de commande.

du plan, ceci afin de maintenir un tirage bien droit, juste dans le prolongement de la pente de ce plan.

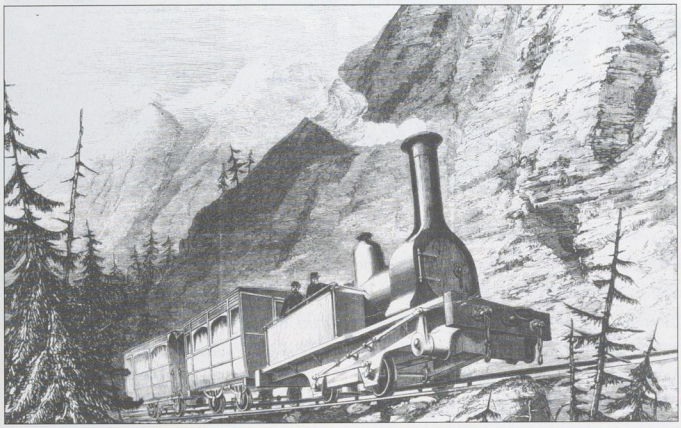
Tout en haut, au sommet de la tour, se tient le maître des lieux. Il a une bonne vue sur les opérations se déroulant aux trois niveaux du plan et peut commander le desserrage du frein afin de mettre "la machine" en route et intervenir en cas d'incident. D'autre part, il surveille les deux lignes, la voie des vides et la voie des chargés, et sa vue s'étend à plus de deux kilomètres. Il connaît ainsi les évolutions des rames et pouvait prévoir leurs arrivées ou déclencher des secours en cas d'arrêt d'une ou plusieurs rames pour une cause quelconque, là-bas dans la nature, mauvais roulage, rattrapage, déraillement...

Le train Fell du Mont-Cenis

Par le traité du 24 mars 1860, la Savoie est rattachée à la France, mais dès 1857 ont commencé les travaux de percement du tunnel du Mont-Cenis, œuvre gigantesque qui doit durer quatorze ans ! Les travaux ralentissent, l'opinion publique s'inquiète, car elle tient à sa relation avec Turin. Sur proposition de Fell, on décide alors de faire passer une ligne par dessus les Alpes en attendant le percement du tunnel.

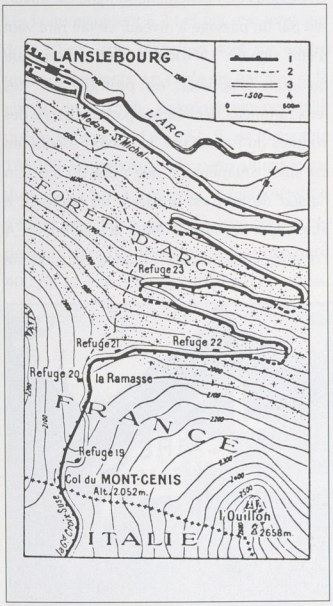
Le Baron Séguier avait imaginé une locomotive qui appliquerait sa force motrice, en montagne, en enserrant un rail central avec deux roues motrices horizontales. Fell expérimente cette idée en Angleterre. Par décret Impérial du 4 novembre 1865, l'autorisation d'une telle ligne est accordée. Les travaux débutent le 1er mai 1866 et le voyage officiel de reconnaissance a lieu dès le 26 août 1867. La ligne commence à Saint-Michel-de-Maurienne (alt. 718 m) monte au Col du Mont-Cenis (2083 m) et descend à Suze (500 m). Un parcours de 77,2 km avec des rampes de 85 ‰ et des courbes descendant à 40 m de rayons par endroits. La ligne suit la route du Col et épouse ses lacets, sauf par endroits où des petits tunnels évitent les épingles à cheveux.

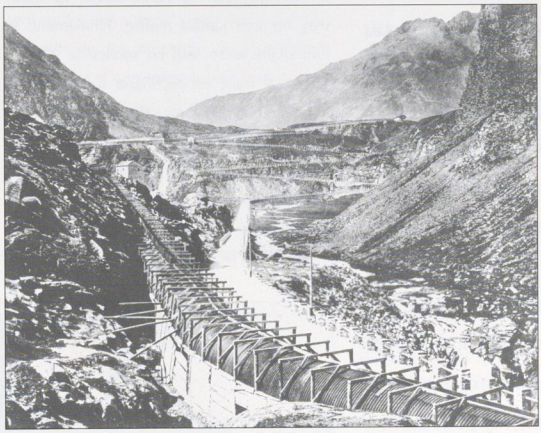
La ligne devant rester ouverte l'hiver, des galeries de protection faites de bois et de tôles ondulées cachent aux voyageurs le paysage grandiose. La voie à écartement de 1,10 m repose sur des traverses en bois espacées de 0,90 m et le rail central est fixé à 228 mm au-dessus du rail de roulement. Les 33 passages à niveau sont gardiennés et munis d'un dispositif permettant d'abaisser le rail central au moyen d'un levier dans une rainure aménagée. Le matériel se compose de 18 locomotives : 15 du type 020 T et 3 du type 021 T, de 24 voitures : 19 à 2 essieux de 12 à 16 places et 5 à 3 essieux de 32 places et de 26 fourgons et wagons marchandises. Louis Figuier rapporte : *Au début de l'exploitation quelques vices dans la construction des freins et dans la force des chaînes de sûreté, occasionnèrent la brusque séparation de quelques voitures et leur chute rapide sur la déclivité de la montagne. Mais grâce aux précautions qui furent prises, ces accidents ne se renouvelèrent plus. Mentionnons, au passage, que le 2 décembre 1869, un train de marchandises composé d'une locomotive et de deux wagons dérailla et fut précipité dans les abîmes. Le chauffeur fut tué, ainsi qu'un garde de nuit, qui avait pris place dans ce train de marchandises ; un serre-frein fut grièvement blessé.* Ce chemin de fer sans autre histoire "aussi anodine" que celle rapportée par Figuier va transporter 100000 passagers, avec des compositions de 3 voitures et 3 ou 4 wagons marchandises. Les trains roulent à 18 km/h à la montée et descendent à 15 km/h ce qui permet de parcourir les 77 km en 5 h 30. Partie pour durer une dizaine d'années, l'exploitation doit cesser le 1er novembre 1871. Le tunnel du Mont-Cenis est ouvert depuis le 16 octobre, les travaux ont progressé, plus rapidement que prévu grâce aux perforatrices de Sommeiller. Ce chemin de fer qui, à proprement parler n'est pas une crémaillère, fait quand même partie des célèbres inventions pour franchir les montagnes.



Gravure de 1868 de l'Univers illustré montrant un train dans la rampe du Cenis.

Des galeries de protection permettaient l'exploitation de la ligne en hiver, mais cachaient aux voyageurs le paysage grandiose.





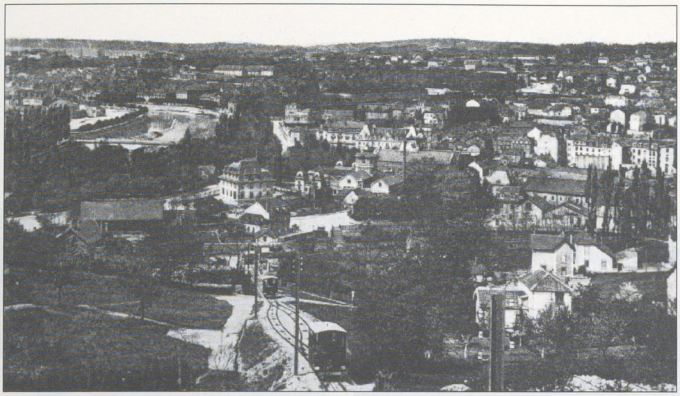
Au début de l'exploitation, la brusque séparation de quelques voitures entraîna leur chute dans la montagne.

Le funiculaire de Brégille

Ville industrieuse, capitale de l'horlogerie, Besançon éclate au XIX^e^ siècle hors de ses remparts sur les collines alentours. Les Monts de Brégille bien exposés au Sud-Ouest tentent un promoteur immobilier, Picard, mais il est nécessaire de pouvoir y accéder facilement. Picard qui est aussi ingénieur de la ville propose un tramway pour monter au plateau.

La voie sera l'écartement d'un mètre, rampe de 80 ‰ sur route et une partie en rampe de 210 ‰ qui sera équipée de crémaillère Abt. Ce tramway est déclaré d'utilité publique le 5 août 1908. Puis plus rien. Un décret du 6 mars 1913 rapporte le précédent décret et déclare d'utilité publique un funiculaire et un tramway dans la partie haute. Ce tramway ne sera jamais réalisé. Finalement, le funiculaire entre seul en service le 29 juin 1913. Le tracé est rectiligne sur 423 m et une rampe constante de 324 ‰ permet d'atteindre les quartiers hauts. La voie à l'écartement d'un mètre est équipée de rails Vignole "Roll Berne" dont les côtés du champignon forment un V pour que les mâchoires de freinage en l'enserrant n'entraînent pas le soulèvement de la voiture en cas de serrage d'urgence.

La station inférieure est située tout près de la gare Besançon-Mouillère. C'est un simple hangar en charpente de bois, deux quais encadrent la voie. Une petite guérite vitrée est réservée au préposé de la station. Un peu en dessous de l'évitement, la ligne est traversée par un passage à niveau, ce fait rare vaut d'être signalé. La route qui ne dessert que quelques propriétés, est protégée par des feux lumineux déclenchés par le passage des voitures du funiculaire. La station supérieure est aussi rudimentaire que celle du bas. Un hangar de bois est accolé à un bâtiment à étage dont le sous sol abrite la machinerie. A l'origine, la puissance installée est modeste



Vue générale prise du haut de la tranchée à proximité de la station supérieure.

avec un moteur de 28 CV, un peu plus tard ce moteur est remplacé par un autre de 32 CV. Il n'existe pas de communication permanente entre les voitures et la machinerie, juste une sonnerie depuis les stations et la machinerie pour donner le départ. Le machiniste suit le parcours des voitures en regardant un curseur qui se déplace sur une règle. Les voitures pèsent 6,2 t et ont une longueur de 8,50 m, leurs planchers sont sur quatre niveaux différents. Le câble les entraîne à la vitesse de 8 km/h. L'exploitation nécessite quatre personnes. En 1932, il est transporté 156 389 voyageurs, mais cette situation ne dure pas. Sur le plateau, l'agglomération s'étend sur 1 km environ ; en bas, pour accéder au centre de Besançon, il faut parcourir 400 m. La ville s'est bien dotée d'un réseau de tramway depuis 1897 (qui fermera le 25 décembre 1952), mais jamais aucune ligne ne viendra en correspondance avec la station inférieure du funiculaire. Vers 1950, le trafic est encore de 90 000 voyageurs, mais il continue de décroître jusqu'à 25 000 ; la ville, propriétaire depuis 1944, décide l'arrêt le 27 mai 1987. En 1988, les deux voitures sont sorties des voies et mises dans un entrepôt afin de les préserver du vandalisme. Dans le but d'une remise en service au titre de ligne touristique, la ville demande des propositions. Seuls les établissements Von Roll font une proposition chiffrée à 1,5 million de francs. Cette dépense ne pouvant être amortie et aucun sponsor ne s'étant déclaré, la ville décide la suppression définitive du funiculaire.

Une route croisant un funiculaire est un fait exceptionnel. Le PN de Besançon était non gardé.

Page de gauche, la gare inférieure de Beauregard-Bregille au début de l'exploitation.

La crémaillère de la Schlucht

Le 26 juin 1904 ouvre la ligne de Retournemer au col de la Schlucht, but de promenade très prisé, près de la frontière franco-allemande d'alors. Les autorités alsaciennes, ne souhaitent pas rester en arrière, désirent une liaison depuis Munster avec le col afin d'accéder facilement aux hauteurs et de créer ainsi une liaison internationale.

Deux projets sont établis, l'un avec un chemin de fer à simple adhérence d'une longueur de 14,5 km et rampe de 80 ‰, l'autre plus court avec seulement 10,8 km, et l'utilisation de la crémaillère pour franchir une section en rampe maximale de 220 ‰. C'est la deuxième solution qui est retenue et une concession est accordée le 25 mai 1905. Les travaux débutent très rapidement et la mise en service intervient le 16 mai 1907. La voie à l'écartement d'un mètre commence à proximité de la gare des chemins de fer d'Alsace-Lorraine. Elle traverse Munster (alt. 382 m) puis, en accotement, longe la route nationale, contourne Stosswihr et rejoint Grossmatt (alt. 525 m). La crémaillère Strub commence à l'orée de la forêt jusqu'à Altemberg (alt. 1059 m). Ensuite, la ligne rejoint l'accotement de la route, passe sous un petit tunnel et arrive au col de Schlucht. Cinq évitements permettent les croisements. L'exploitation est basée sur 9 aller-retours les dimanches et fêtes. Toutefois, l'exploitation en hiver est suspendue entre Grossmatt et le col. Le matériel roulant est constitué par 4 automotrices, 5 remorques et 3 wagons. Trois automotrices à bogies sont construites par la société suisse Alioth. Les bogies sont équipés de deux moteurs de traction de 43 CV, l'un pour la traction en adhérence, l'autre entraînant la roue dentée pour la crémaillère. Ces motrices alimentées par une ligne à la tension de 750 volts continu ont une longueur de 11,24 m pèsent 23 t et transportent 32 voyageurs. La vitesse est toutefois modeste 17 km/h avec une remorque de 4,5 t et 7,5 km/h en crémaillère. La quatrième motrice est réservée à l'exploitation surburbaine et, n'étant pas munie de dispositif pour la crémaillère, reste sur la section inférieure. Cette automotrice numérotée B4 effectue généralement le service d'hiver. L'alimentation électrique est produite par une usine équipée de deux chaudières et installée près du dépôt de Munster.

Dans la première année complète d'exploitation en 1908, il est transporté 83 434 voyageurs, puis la guerre de 1914 arrive ; la ligne se trouvant dans la zone frontière et de combats, l'exploitation est suspendue. Entre 1914 et 1918, les installations souffrent beaucoup des combats. 1918, la ligne passe sous administration française ; bien que cette ligne n'ait que dix ans, aucune remise en état n'a lieu.

Après la guerre, on parle d'une liaison Gérardmer-Munster et une mission en 1920 est envoyée visiter le chemin de fer de la Bernina en Suisse. En août 1922, le Conseil général émet le vœux de reconstruire le tronçon Munster-La Schlucht. En 1924, le ministre des Travaux publics demande une modification du tracé, ce qui n'arrange rien. Le temps passe...

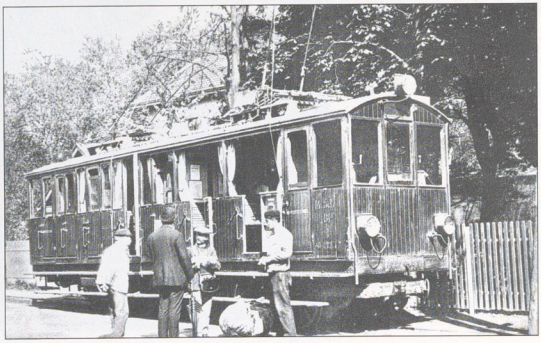
Le 25 avril 1908, la motrice n° 2 bloquée par la neige en rampe de 220 ‰.

La motrice n° 3 vient de quitter la crémaillère et se dirige vers Munster.

La Deuxième Guerre mondiale arrive ; de l'autre côté des Vosges, la ligne Gérardmer-Retournemer-Schlucht-Hohneck est suspendue le 28 août 1939.

Les Allemands font démonter la voie, mais les 700 tonnes de rails restent à Gérardmer. Le matériel roulant resté garé, la sous-station de Retournemer est maintenue en état de marche et le chef de dépôt continue a être logé sur place pour surveiller les installations. Finalement, tout est déclassé le 19 novembre 1950.

La France n'est pas la Suisse...



Munster. Devant la motrice n° 1, le receveur délivre les premiers billets de l'après-midi.

La crémaillère de Langres

La ville de Langres occupe un promontoire de 475 m d'altitude, escarpé de trois côtés, entre la Marne et la Bonnelle. Lorsque le chemin de fer de l'Est est mis en service entre Chaumont et Langres, le 14 octobre 1857, la ville haute reste isolée de la gare située en contrebas et les 3 500 m pour accéder à la citadelle sont des plus pénibles. Une ligne de chemin de fer à crémaillère vient heureusement au secours des voyageurs.

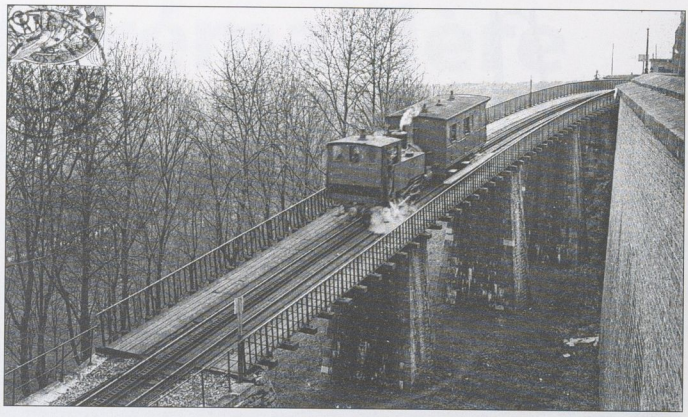
Inaugurée en novembre 1887, la crémaillère met la gare à 10 mn des remparts. La ligne a une longueur de 1 472 m pour une différence de niveau de 132 m avec une pente maximum de 172 ‰, dans la partie munie d'une crémaillère type Riggenbach, et 30 ‰ dans les sections en adhérence. L'origine de la ligne est contiguë à la gare du chemin de fer de l'Est et se termine, après avoir franchi un viaduc et les remparts sur le côté de la ville. Au passage, elle dessert un arrêt facultatif : Langres-Saint-Gilles.

Cinq machines et cinq voitures mixtes avec fourgon sont construites sur les indications de Riggenbach dans les ateliers de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort. Les machines sont du type 020 T, les essieux sont accouplés par bielles à une roue dentée intercalée entre ces essieux. Les machines pèsent 15,6 tonnes en ordre de marche et peuvent pousser deux voitures. Ainsi équipée, la crémaillère va rendre de loyaux services pendant cinquante ans. En 1935, les machines étant à la limite d'usure, la ville de Langres décide d'électrifier la ligne. Jeumont est choisi pour construire 3 automotrices à bogie, équipées d'un moteur de traction par bogie. Ces motrices de 11 m de long, d'une puissance de 90 CV et d'un poids de 12,5 t transportent 60 voya-

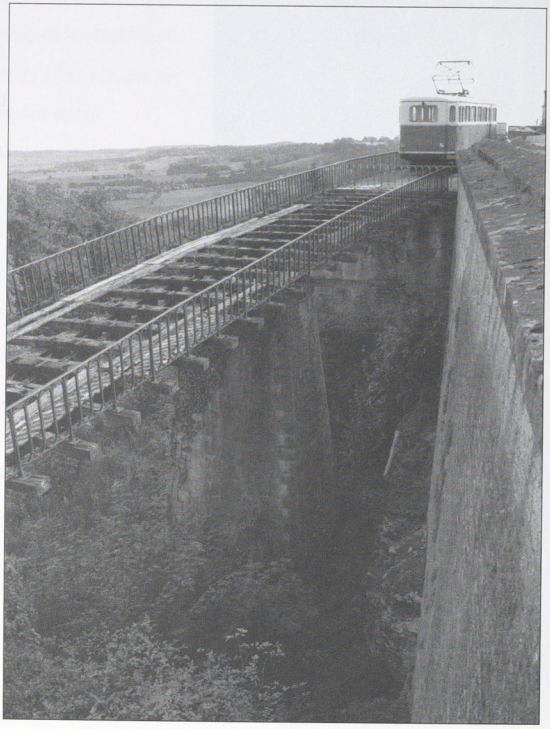
Un train venant de Langres-ville arrive à Langres-Marne. Au premier plan, la voie menant au dépôt.

Page de gauche, le train à vapeur vient de quitter la gare de Langres-Marne et attaque la première rampe.

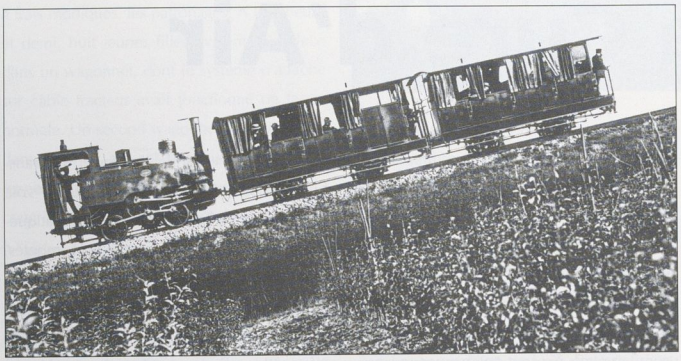
Au cours de l'hiver 1909, un train quitte les remparts.



Du haut des remparts, la dernière motrice regarde vers la pente qu'elle ne parcourra plus.



geurs à la vitesse maximum de 18 km/h. L'alimentation est effectuée par caténaire simple de 52 mm² de section à la tension de 600 V continu. Avec 14 agents, 64 trains par jour, les motrices transportent 400 000 voyageurs par an. En novembre 1968 et jusqu'au 9 février 1969, la ligne est suspendue pour permettre la construction d'un pont routier. Mais, faute d'investissement, la crémaillère ne peut rouler indéfiniment et, ce qui était inéluctable arrive : l'exploitation est suspendue en février 1971 par mesure de sécurité. Devant le coût élevé des travaux de rénovation à réaliser et compte tenu de la baisse constante du trafic, 50 % en dix ans, la municipalité renonce en 1973 à l'exploitation de la ligne et la ferme définitivement. Il est évident que vu la population de Langres, la faiblesse du trafic SNCF et l'équipement généralisé en automobiles, un transport lourd comme un chemin de fer à crémaillère devenait disproportionné. Une motrice est transférée à Jeumont, là où elle a été construite, une autre reste à la gare supérieure, le reste est vendu.



La locomotive n° 1 pousse deux voitures ouvertes au début de l'exploitation.

22 août 1958, arrivée à Langres-ville. Notez la voiture d'enfant et son étiquette de contrôle d'enregistrement.

Une motrice entre sur les remparts. A gauche, la voie en impasse servant au garage.

La Cure d'Air

Bernardet, ingénieur à Nancy, fait le 19 janvier 1906 une communication sur le funiculaire révolutionnaire qu'il vient de réaliser. Son idée a été de sortir les funiculaires classiques de leurs mouvements alternatifs : il met en relief le peu de souplesse qu'offre ce système quand il s'agit d'assurer un trafic de pointe sur un court laps de temps et dans un seul sens. D'où son idée de substituer le mouvement continu au mouvement alternatif sur le funiculaire nancéen.

Pour réaliser ce mouvement continu, la traction est produite par un câble sans fin animé par une machinerie placée à la station haute. Le câble de traction est double, l'un placé au-dessus de l'autre et réuni chaque 1,50 m par des bagues plates en deux pièces boulonnées, soutenues par un galet roulant sur un rail central. Ce sont ces bagues qui produisent l'entraînement du câble sur la poulie motrice et l'entraînement des voitures qui s'accrochent sur ces bagues.

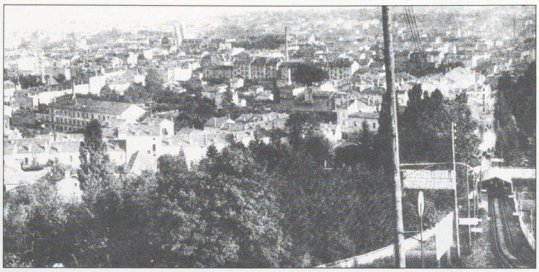
Ce funiculaire de 229 m de long en pente de 290 ‰ est équipé de dix voitures légères de six places qui peuvent circuler en chapelet de façon ininterrompue, ou en nombre limité, toujours proportionné à la quantité de voyageurs à transporter. L'avantage est de mettre à disposition du public une voiture dès qu'il se présente. Le principe est aujourd'hui bien connu dans les installations de remontées mécaniques en montagne. La force motrice est fournie par la Compagnie d'Electricité de Nancy. Une dynamo motrice de 29 CV à 4 pôles a été installée. Elle est alimentée en courant continu de 440 V et fonctionne en génératrice-frein lorsque la quantité de voyageurs descendant est supérieure à celle des "montants".

Les voitures s'accrochent au câble par une griffe mobile que manœuvre l'employé. Elles sont poussées à la montée et retenues à la descente par les bagues du câble. Arrivées à destination, elles se détachent automatiquement du câble et viennent se placer sur un transbordeur électrique, établi perpendiculairement aux voies de roulement. Le transbordeur fait passer les voitures sur la voie opposée où elles s'arrêtent automatiquement. Quand les voyageurs sont montés, elles repartent dès que la griffe d'entraînement a été abaissée. Les voitures sont munies de freins sur les quatre roues et de 2 béquilles qui viennent buter contre les traverses de la voie, si la voiture cesse d'être reliée au câble. L'ensemble de cette installation a coûté 60 000 francs et des dispositions ont été prises pour recevoir vingt voitures si nécessaire. L'inauguration eut lieu le jeudi 20 avril 1905. Mais le 30 mai 1908, un accident que nous relatons par le biais d'un extrait de presse vient mettre un terme à l'exploitation :

"Dimanche dans l'après-midi, le bruit se répandait dans Nancy qu'un terrible accident s'était produit au chemin de fer de la Cure d'Air-Saint-Antoine, qu'une jeune fille avait été tuée, qu'une sœur de Saint-Vincent-de-Paul avait été mortellement blessée et qu'en outre sept autres jeunes filles avaient été plus ou moins grièvement blessées. Les faits étaient malheureusement trop exacts ; ils s'étaient produits vers une heure et demi de l'après-midi. Une fête de la Vierge avait été organisée à l'église du Sacré-Cœur, rue de Laxou, et tous les patronages des jeunes filles du département y avaient été conviés. Beaucoup de ces jeunes filles étaient montées prendre un frugal repas à la Cure-d'Air-Saint-Antoine, établissement tenu par des religieuses et où on a l'habitude d'héberger,

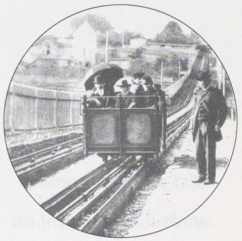
à frais modiques, les patronages. A une heure et demi, huit jeunes filles avaient pris place dans un wagonnet, dont le système d'attache sur câble tracteur avait fonctionné de façon normale. Un second wagonnet suivit aussitôt ; dans celui-ci, avaient pris place sept autres jeunes filles de Bayon et une sœur de la congrégation de Saint-Vincent-de-Paul.

A peine ce second wagonnet était-il en marche, que les hommes préposés au service du funiculaire constatèrent que la griffe qui devait s'accrocher au câble n'avait pas fonctionné. Ils essayèrent de retenir le wagonnet mais leurs efforts furent impuissants. Dès lors, le wagonnet commença bientôt une descente rapide, dont la vitesse, en vertu d'un principe mécanique bien connu, ne cessa de s'accroître. Le wagonnet devait fatalement rattraper le précédent à cent quarante mètres du point de départ. Les personnes se trouvant dans le wagonnet ainsi lancé dans une course folle poussaient des cris déchirants. Celles qui se trouvaient dans le véhicule précédent eurent l'intuition de sauter hors du wagonnet. Une seule personne s'y trouvait encore lorsque le choc eut lieu et elle fut projetée sur la voie. Il n'en fut pas de même pour les passagers du deuxième wagonnet dont la descente vertigineuse empêchait ceux qui s'y trouvaient de se jeter sur la voie. Le choc fut terrible ! Le premier moment d'effarement passé, on arrêta la marche du funiculaire. Hélas ! on constata que l'une des jeunes filles avait été tuée sur le coup, sa tête ne formait qu'une plaie, son torse avait été entièrement comprimé, son sang s'échappait et teintait de pourpre son corsage blanc ! Elle fut portée ainsi, les cheveux épars, sur un des bancs de la petite salle d'attente.

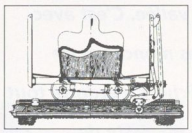


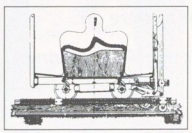
Vue générale de Nancy prise de la Cure d'Air.

De peur que la griffe vint à manquer, un système de frein particulier avait été imposé. Dimanche on put voir que le système de frein n'a pas fonctionné, car il est facile de constater que de rares arrêts, seulement, ont été arrachés à de longues distances, des deux côtés de la voie descendante. Disons aussi que toutes les goupilles assemblant les wagonnets ont sauté de leurs emboîtements, ce qui indiquerait, nous a dit un constructeur, un défaut dans la construction. Quoi qu'il en soit, une enquête sérieuse doit être faite, pour établir les responsabilités. Mais le souvenir de la catastrophe ne s'éteindra pas de sitôt à Nancy, et le funiculaire y excitera, durant longtemps, des méfiances trop justifiées hélas !" (extraits de l'*Est Républicain* du 1er juin 1908). Le mercredi 3 juin, le juge d'instruction se rend au funiculaire et procède à des essais. Des madriers de bois ayant été disposés sur la voie, plusieurs wagonnets sont testés. Sur les wagonnets de la dernière série, il faut tirer une chaînette pour que la griffe prenne sur le câble. Cette manœuvre n'a pas été faite. Le wagonnet descend et contrairement aux prévisions, le frein ne fonctionne pas. Les essais suivants permettent de constater que sur les wagonnets de la première série le frein fonctionne, alors que sur ceux de la deuxième série, le frein reste défectueux si l'employé oublie de tirer la chaînette dont ils sont munis, lors de la mise sur la pente. C'est hélas avec un wagon de la deuxième série que l'accident a eu lieu. On discuta des mesures à prendre, finalement l'installation fut démontée.



Vue rare du funiculaire non débrayable de la cure d'Air. Notez au centre de la voie, le double câble et ses attaches permettant l'accrochage des wagons.





Les premières voitures de 1905.

Le funiculaire des ardoisières de Fumay

A Fumay, de l'autre côté de la Meuse, là où le chemin de fer de l'Est sort du tunnel après avoir franchi un pli du massif des Ardennes, en haut de la butte qui n'est déjà plus la France, une tour brune, ouverte à tous les vents domine la vallée. C'est avec des monceaux de déchets d'ardoise tout ce qui reste de l'ardoisière du Moulin-Sainte-Anne.

Les ardoisières de Fumay sont déjà mentionnées en 1157 lorsque Wiric, l'abbé de Saint-Trond fait couvrir d'ardoises son monastère. Rapidement l'ardoise va remplacer le chaume et le torchis et limiter les risques d'incendie fréquents à l'époque. Vers 1835, l'industrie ardoisière connaît une grande prospérité. L'ardoise ouvre des marchés étendus en France, Belgique, Allemagne, Hollande, Grande-Bretagne. Partout on s'arrache le schiste ardoisier, il va jusqu'à remplacer le marbre, lorsqu'il est sans défaut.

Le filon ardoisier de Fumay remonte jusqu'à Oignies en Belgique où plusieurs carrières sont exploitées, mais loin de la Meuse le transport est coûteux. Travail exténuant dans les galeries, où les mineurs attrapent la silicose, et dangereux, la voûte de la galerie restant une menace constante. Aussi le Scayeteû (l'ardoisier) passe un pacte avec un rat, le nourrissant des restes de son casse-croûte. Tant que le rat reste dans la galerie, le scayeteû peut travailler en confiance, cela signifie qu'aucun danger ne le menace.

A Sainte-Anne, comme dans les autres ardoisières de la région, on effectue le crabotage, l'abattage, le décalâbrage, et le découpage, diverses opérations qui déterminent l'extraction ; il en résultait des blocs en forme de dalle de 80 kg à 100 kg qui sont portés par les hottiers, à dos d'homme, jusqu'à la sortie du point d'extraction situé sur la hauteur dominant la Meuse. Afin de descendre les dalles, un funiculaire de 90 m environ, à double voie de 60 cm a été réalisé. En haut, dans le bâtiment encore visible de nos jours, est installée la machinerie, probablement deux tambours ayant leur câble enroulé de sens contraire, et une poulie enserrée par un frein à ruban. Cette machine n'étant pas motorisée, les wagons chargés permettaient la montée des vides. Malgré l'absence de renseignements, on peut émettre cette hypothèse, aucune trace de machine à vapeur n'étant d'autre part visible.

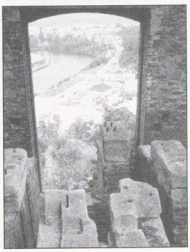
Arrivées en bas, les dalles sont acheminées directement dans les ateliers humides où travaillent les fendeurs chaussés de gros sabots de bois. L'humidité des ateliers est constamment entretenue pour le bon maintien de la pierre. On y effectue le quernage, division de la dalle, et le fendage afin de réduire les plaques en repartons qui à leur tour sont réduits en plaques plus minces : les fendis.

En haut de la butte, qui n'est déjà plus la France, une tour brune domine la vallée. C'est l'ancienne machinerie du funiculaire.

La dernière opération est le rondissage, lorsque les fendis sont travaillés afin d'obtenir la forme des modèles du commerce.

Les techniques d'exploitation se modernisèrent très peu, tout se fait à la main, les machines fonctionnant aux pieds avec une pédale. Vers les années 1950 arrive le disque diamanté pour le sciage des blocs. Mais les ardoisières ardennaises se sont arrêtées les unes après les autres, la production française s'étant concentrée pour 90 % dans la région d'Angers.

Le funiculaire a été démonté, la passerelle qui enjambait le chemin de fer de l'Est a disparu, ainsi que les ateliers, le parc de stockage. Qui pourrait dire qu'une centaine d'ouvriers travaillaient en ce lieu. Les enfants sur le chemin longeant le parc de stockage regardaient cette activité ; aujourd'hui, les voitures passent, sans la voir, cette tour noire en haut de la butte. Il est vrai qu'il y a tellement de ruines industrielles le long de la Meuse !



Le funiculaire de Belleville

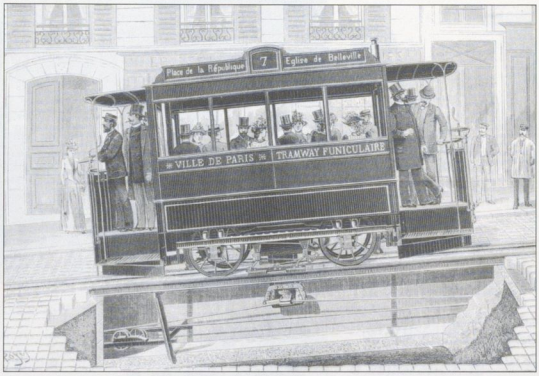
A San Francisco, en août 1873, est mis en service le premier câble-car. Le principe est d'animer un câble circulaire sur lequel s'accrochent ou se décrochent les voitures au gré des conducteurs. Le câble-car de Belleville, en français **Funiculaire de Belleville,** ***est mis en service le 25 août 1891. La ligne commence place de la République, emprunte la rue du Faubourg du Temple, la rue de Belleville et se termine devant l'église.***

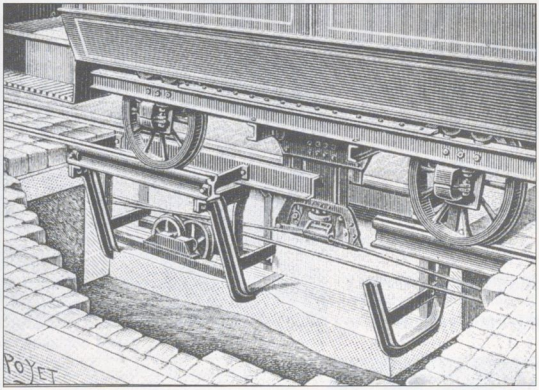
Au départ, le profil est facile, mais la pente s'élève doucement passant de 30 ‰ à 70 ‰ par endroit. L'exploitation de cette ligne de 2 044 m avec ses rues étroites n'est pas très facile, malgré les cinq points de croisements. La ligne est établie en voie d'un mètre d'écartement et comporte en son centre un caniveau souterrain qui ne laisse apparaître qu'une rainure de 29 mm au niveau de la chaussée. Les rails reposent sur un U légèrement évasé. Ce U forme un caniveau de 360 mm de large et 800 mm de haut. Au fond, tous les 9 à 12 mètres sont disposées des poulies, une par sens, pour recevoir le câble de traction. Le câble d'un diamètre de 29 mm est constitué d'une âme en chanvre renforcée de six torons en fil d'acier. A chaque extrémité de la ligne une grande roue de 2,50 m disposée horizontalement sous la chaussée assure le retour du câble de traction. Le dépôt est situé au 101, rue de Belleville et dans ses murs est installée la machine à vapeur qui meut le câble. A cet endroit, le câble descendant quitte le caniveau et par des roues de 2,50 m va jusqu'à la machine qui lui donne son impulsion. Ensuite le câble passe par une autre poulie qui assure sa tension afin de compenser son allongement.

Le matériel roulant se compose de 21 voitures. Ces voitures sont au gabarit de 1,60 m seulement et d'une longueur de 5 m. Elles transportent 22 voyageurs, les banquettes longitudinales accueillant 14 personnes environ. Pour l'arrêt, elles sont équipées

Terminus du Funiculaire de Belleville — Place de l'Eglise

Gravure de l'entrée du dépôt montrant les deux poulies de départ du câble en ligne.

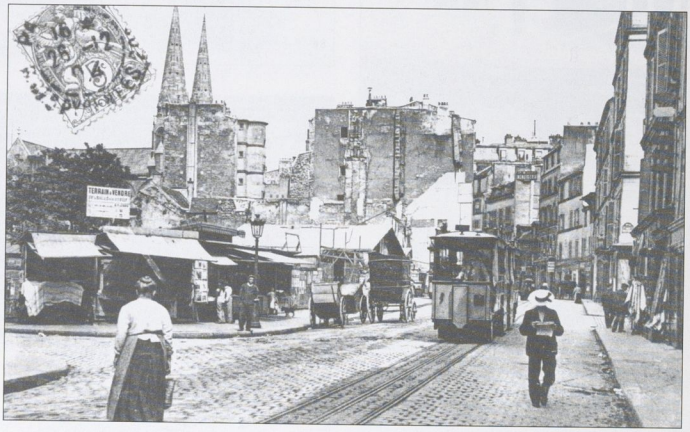




Ci-dessus, coupe de la voie du tramway funiculaire montrant le système d'accroche au câble de traction.

d'un frein à main agissant sur les roues et d'un frein à patins sur rails. Pour mettre la voiture en mouvement, le conducteur agit sur le grip logé sous la voiture et qui plonge dans le caniveau jusqu'au niveau du câble. Le conducteur effectue un serrage progressif du câble et la voiture se met en mouvement. Cette opération, répétée des milliers de fois par an, limite la durée de vie du câble à moins de six mois. La vitesse du câble est de 3 m/seconde, soit 10,8 km/h le jour, elle est portée à 3,5 m/seconde le soir, soit 12,6 km/h ; ceci en raison de la moindre circulation dans la rue. Ainsi équipée, cette ligne transporte en 1895 4 411 000 voyageurs. Devant ce succès, la capacité du funiculaire ne suffit plus. Comme il n'est pas possible de multiplier les évitements, les voitures circulent en rafale, une voiture suivant la première d'assez près. Mais cette exploitation est dangereuse, malheur au piéton imprudent qui traverse entre deux voitures, ou au conducteur inattentif qui suit de trop près la voiture de tête, le rattrapage est vite arrivé. Aussi, il est décidé de faire circuler les deux voitures accrochées ensemble. On en profite pour allonger la plate-forme du côté de l'attelage portant la capacité de cette rame à 57 voyageurs. 1902 sera le record avec 5 241 000 voyageurs.

Le tramway, rue de Belleville à la hauteur de la rue de la Villette.



Le cimetière des voitures du funiculaire de Belleville à Issy le 3 janvier 1927.

La concession du funiculaire vient à expiration le 31 mai 1910 et c'est la Ville de Paris qui reprend l'exploitation en régie. Pendant la guerre 14-18, l'entretien laisse à désirer. A la fin du conflit, il est nécessaire d'entreprendre de gros travaux. Finalement l'exploitation est interrompue le 18 juillet 1924. L'autobus prend la relève, il absorbera dans quelques années les 114 lignes des tramways de Paris qui s'étendent sur 700 km et comportent 1 140 km de voie simple.

Le funiculaire de Montmartre

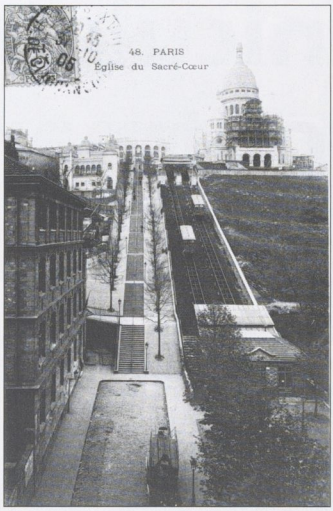
La ligne est longue de 108 m, en rampe de 352 ‰, la voie à l'écartement de 1,44 m gagne 36 m de dénivelé. On retient la solution d'une double voie sur tout le parcours. Craignant l'instabilité des terrains, les voies sont supportées par des longrines en cornières métalliques reposant sur des pieux en béton. La voie est munie d'une crémaillère, les voitures étant équipées d'un système de freinage prenant appui sur la crémaillère. Elles sont équipées de quatre compartiments disposés en escalier et transportent chacune 48 voyageurs.

Les deux plates-formes extrêmes sont réservées au conducteur. Sous le plancher, est placé un réservoir que l'on remplit d'eau à la station haute. Lorsque la quantité d'eau est suffisante, la voiture du haut étant plus lourde, la voiture du bas peut-être entraînée vers la montée, aux conducteurs d'être assez habiles au freinage ! Une machinerie à vapeur à la gare inférieure actionne des pompes afin de remonter l'eau à la gare supérieure. Ce funiculaire transporte en moyenne un million de personnes par an. Le 1er novembre 1931, le funiculaire est arrêté pour remise à neuf. On juge le système de freinage sur crémaillère comme étant trop dangereux ! Le funiculaire à eau est donc abandonné pour une machine munie d'un moteur électrique de 50 CV capable d'effectuer le parcours en 70 secondes à la vitesse de 2 m seconde. Les longrines métalliques sous la voie sont déposées, pour une voie sur plate-forme noyée dans le ciment. Les voitures reçoivent un plancher unique sur toute la longueur qui leur donnent une allure pataude. Le système d'arrêt fait appel à un frein à mâchoire agissant sur le rail de roulement. Ainsi équipé, le funiculaire reprend du service le 2 février 1935. L'exploitation est confiée à la STCRP, puis à la RATP. En 1962, le funiculaire a transporté 1 600 000 voyageurs. Il est arrêté quelques semaines pour une rénovation et son inauguration a lieu sous la neige en présence des poulbots et du président de la République de Montmartre. Le funiculaire de 1935 trop sollicité durant un demi siècle doit déclarer forfait le 1er octobre 1990, victime du temps et de son succès. En 1988, il avait dépassé le cap des 2 millions de voyageurs. Des négociations ont lieu avec la Ville de Paris ; il est envisagé une solution originale, qui mettrait le funiculaire en correspondance avec le métro à Anvers en forant un tunnel. Hélas, cette solution trop coûteuse est écartée. C'est donc une modernisation équivalant à une reconstruction qui est retenue. Les anciennes gares sont démolies et l'architecte François Deslaugiers veut à la place des stations transparentes. Pour les voitures, il est fait appel à l'habilleur du TGV A, Roger Tallon, qui privilégie la vision

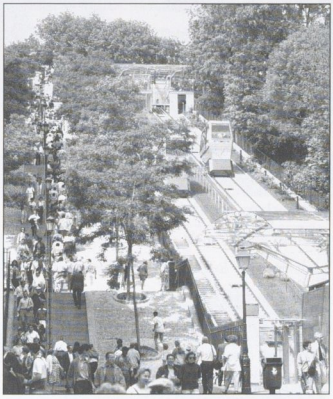
Après la défaite de 1870-71, comme manifestation d'espérance, le 24 juillet 1873, l'Assemblée nationale décide la construction d'une basilique dédiée au Sacré-Cœur au sommet de la butte Montmartre. L'ouverture au public a eu lieu le 5 juin 1891 et, dès lors, se pose le problème de l'acheminement des pèlerins pour les mener en haut de la butte. C'est une liaison par funiculaire qui est réalisée et inaugurée le 13 juillet 1900.

Le funiculaire à eau vers 1905.

A droite, vers 1965, le funiculaire poursuit sa ronde.



8 juin 1991, l'ascenseur incliné effectue ses premiers essais alors que les touristes nombreux escaladent la butte.

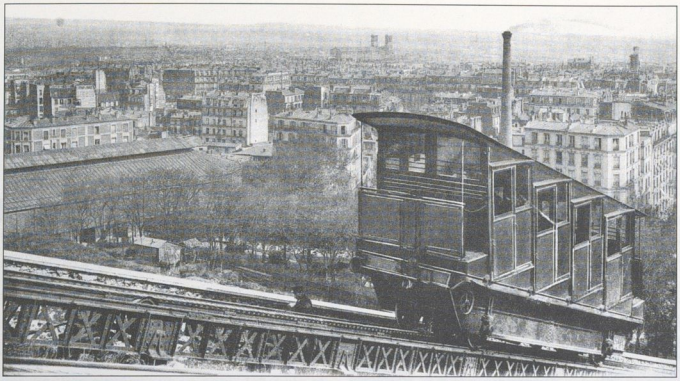


panoramique. Il n'oublie pas les enfants en dessinant des baies vitrées qui descendraient à leur hauteur. L'ancienne machinerie est remplacée par deux machineries indépendantes, ce qui confère à l'installation, qui n'est plus tributaire du traditionnel mouvement alternatif, une capacité de transport accrue. Si l'on ajoute des voitures plus grandes pouvant accueillir 60 personnes, cela donne une capacité de 2000 voyageurs par heure. La vitesse des voitures passe à 3,5 secondes, avec le risque pour le voyageur de trouver le parcours un peu trop rapide et de n'avoir pas le temps d'admirer le panorama... Le coût des travaux est de 43,1 millions.

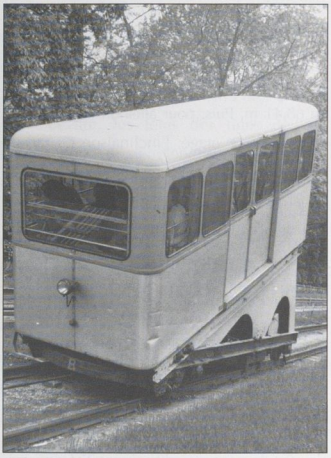
Quand un funiculaire prend son indépendance

Quand on prend son indépendance, on change de nom. A Paris, le funiculaire est devenu un ascenseur incliné et chaque cabine a pris son indépendance. Fini l'époque où l'une monte et l'autre descend, liée au même sort. Depuis le 5 octobre 1991 et après douze mois de travaux, chaque cabine va indépendamment au bon gré de l'ordinateur qui détermine les départs et les sens. L'homme a disparu pour le règne de l'électronique ! Les gares de verre sont équipées

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com



Le funiculaire à eau au début de son exploitation.



A gauche, 26 mai 1974, la cabine B monte lentement.

Juin 1992, une cabine de l'ascenseur monte alors que l'autre reste immobile.

de portes palières à la manière d'un VAL. Des balances électroniques sous le plancher des cabines et des radars dans les gares déterminent la présence des voyageurs.

Les informations ainsi recueillies par l'ordinateur déterminent les nécessités de transport. Les départs des cabines sont variables et rien n'empêche des départs dans le même sens à quelques secondes d'intervalles si cela est nécessaire.

D'autre part, le voyageur reste toujours informé par une pendule, située dans la cabine, du temps restant avant le départ lorsque l'exploitation est minimale.

La machinerie est restée à la gare haute, essentiellement composée de deux treuils AKROS. Les informations du flux voyageurs déterminent deux vitesses de circulation 2 m/s ou 3,50 m/s. La vitesse la plus lente garde le charme du transport funiculaire. Cet équipement indépendant permet ainsi l'entretien de l'installation sans qu'il soit nécessaire d'interrompre totalement le trafic en l'assurant avec une seule cabine.

Quelques-uns regrettent l'ancien funiculaire, mais il a dû en être ainsi lorsque les cabines à eau et étagées furent remplacées par des cabines haut perchées sur leur châssis. Ce funiculaire moderne, pardon, cet ascenseur incliné, saura bien vite faire l'unanimité des parisiens et des touristes, et le jour où il faudra en changer, ce bel outil sera à son tour regretté.

Les "ascenseurs" de la Tour Eiffel

Il est tellement coutumier de dire que l'on monte par l'ascenseur à la Tour. Mais à y regarder de plus près, ces engins rouges ou jaunes, qui sans cesse montent ou descendent entre le rez-de-chaussée et le premier et deuxième étage, circulent sur un plan incliné...

Les deux premiers étages ou le règne de l'hydraulique

En France, apparaissent dès 1837, des "ascenseurs" ainsi dénommés par Edoux à l'Exposition universelle de 1867. Les ascenseurs hydrauliques Edoux comprennent une cabine poussée par un piston, dont la longueur correspond à la hauteur à desservir. Ces installations nécessitent un puits dans lequel est logé le piston hydraulique. Deux ascenseurs dérivés de ce type équipent la Tour Eiffel entre le 2e et 3 étage jusqu'en 1983. L'hydraulique parfaitement maîtrisé, contrôle et régulation de l'eau, la sécurité d'emploi quasiment absolue, ont justifié ce choix jusqu'à nos jours. En 1889, cinq installations étaient en service entre le rez-de-chaussée et le 2e étage :

- aux piliers Nord et Sud des appareils Otis qui ne furent démontés qu'en 1910 ;
- aux piliers Est et Ouest des appareils Roux et Combaluzier qui furent démontés en 1897.

Aujourd'hui, le pilier Nord est équipé d'un appareil électrique Schneider depuis 1965. Le pilier Sud est équipé d'un appareil électrique Otis réservé aux clients du restaurant du 2e étage. Les piliers Est et Ouest sont équipés d'appareils hydrauliques de Fives Lille qui fonctionnent depuis 1899.

De par la construction des piliers de la Tour, l'inclinaison des funiculaires est assez spectaculaire. Pour monter les 57,30 m qui permettent d'atteindre le 1er étage, l'inclinaison du rail est de 54° et la longueur développée de 68,41 m. Puis, pour atteindre les 58,10 m, séparant le 2e étage, l'inclinaison du rail de 68° au départ et atteint son maximal de 78° à l'arrivée, la longueur développée n'étant que de 60,20 m. A ce stade, la pente entre le 1er et le 2e étage est de 4761‰... record absolu ? Probablement.

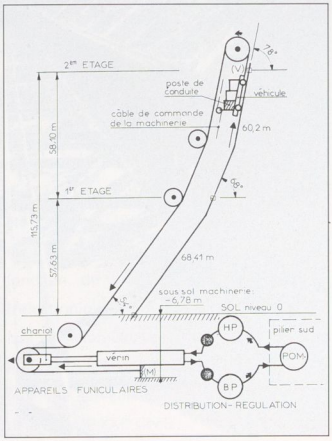
Le véhicule et la machinerie

Le véhicule est composé de deux cabines superposées recevant les passagers. Les cabines sont articulées par rapport aux châssis afin de conserver l'horizontalité approximative des planchers, malgré les changements de pente, et circulent sur une voie à l'écartement de 3,81 m ! Sous la cabine inférieure se situe l'ancien poste de conduite qui permettait au conducteur de diriger les diverses manœuvres ; démarrage, ralentissement, arrêt et le choix des sens. Depuis deux ans, toutes les opérations ont été rendues entièrement automatiques, l'électronique pouvant faire bon ménage avec l'hydraulique. Dans le cadre de cette étude, il est toutefois d'un intérêt certain de décrire l'installation de 1899 et de décrire ensuite les modifications apportées. Le véhicule d'un poids à vide de 9500 kg peut recevoir 80 passagers et la vitesse maximale de

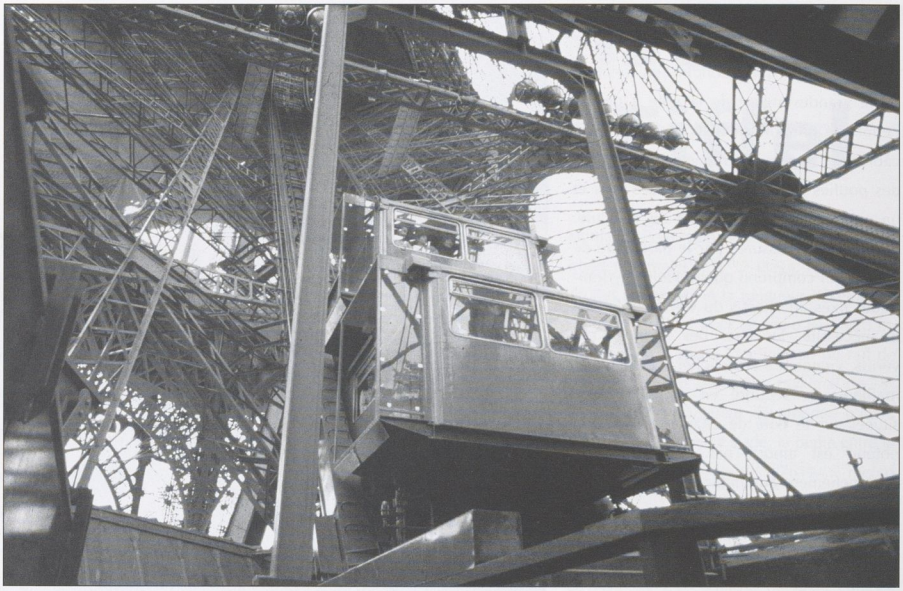
Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

déplacement est d'environ 12 km/h. La traction est assurée par deux appareils funiculaires, ce qui a conduit, en fonction de la grande largeur de la voie à diviser l'effort de traction en deux séries de trois câbles de 28 mm de diamètre courant sur des poulies situées sur le côté des rails et un peu plus haut que le toit du véhicule. La sécurité est assurée par le parachute de cabine qui comprend quatre vérins hydrauliques fixés au châssis du véhicule. En cas de nécessité, les têtes des tiges de ces vérins, viennent s'enclencher dans les crémaillères de sécurité en dents de loup situées sur le côté de chaque rail. L'arrêt obtenu est amorti par des vérins. Le déclenchement automatique du frein parachute est provoqué automatiquement si la vitesse dépasse les 3,60 m/s ou à la suite de la rupture d'un câble.

La machinerie est installée dans le pied du pilier, installation complexe où s'entremêlent des câbles courant dans tous les sens, des poulies droites ou biaises de 3 m de diamètre, une multitude de tuyaux, des roues dentées de commande, trois immenses cylindres qui montent ou descendent lentement et, enfin, deux vérins horizontaux de plus de 16 m poussant leur chariot dont les bras de roues se débattent en tous sens. Contrairement aux machineries du funiculaire, il n'est pas fait appel à un tambour pour mettre en mouvement le câble de traction. Ici, la machinerie "tire" directement le câble, d'une manière contre nature, en utilisant les lois inverses du mouflage. Dans le principe, le véhicule est accroché au câble, qui passant à la station haute, est renvoyé vers la station basse où il est accroché à un point fixe. La solution adoptée pour obtenir



A l'intérieur de la machinerie, les grandes roues biaises de retour des câbles du chariot moteur.



En raison de la très grande pente, les compartiments ont été superposés.

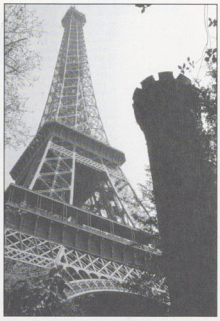
L'étonnante voie du "funiculaire" d'une largeur de 3,81 m.

le déplacement du véhicule, a été d'effectuer le déplacement de la poulie basse, d'une valeur égale au déplacement voulu. Or le déplacement total du véhicule est de 128,61 m, si l'on procède directement, comme dit, ci-avant, le déplacement de la poulie basse devrait être de 128,61 : 2 = 64,31 m ! Solution industriellement irréalisable en 1899, qui aurait nécessité la fabrication d'un vérin de plus de 66 m. La solution pour limiter la course, donc la longueur du vérin, a été d'utiliser le mouflage à 8 brins qui conduit à une course du chariot de 128,61 : 8 = 16,076 m, avec quatre poulies sur le chariot mobile et trois poulies de renvoi placées à l'arrière du corps du vérin. De ce fait, la poussée du vérin est huit fois supérieure à la valeur de la tension du câble et la pression d'admission de l'eau dans le vérin monte à 54 bars, afin de vaincre la tension du câble !

Le fonctionnement de l'installation hydraulique

Le véhicule étant au rez-de-chaussée, les pompes d'alimentation refoulent l'eau sous une pression de 54 bars dans les deux accumulateurs haute pression et dans l'accumulateur basse pression à 18 bars. Pour obtenir le départ de la cabine, la commande de l'ouverture de la soupape de montée permet à l'eau contenue dans les accumulateurs à haute pression d'alimenter les vérins des appareils funiculaires et d'obtenir le déplacement de la cabine. A la suite des accumulateurs, haute pression et de la soupape de montée, intervient le régulateur de montée. Cet appareil règle le débit de l'eau en faisant varier les dimensions des orifices de passage. L'étranglement de la conduite correspond aux périodes de démarrage et d'arrêt de la cabine. Enfin le régulateur est commandé par le programmateur commandé lui-même par un arbre de transmission qui prend son mouvement sur la poulie de renvoi des câbles. Le programmateur est constitué par des cames calées sur la périphérie d'une grande roue dentée. Pour la descente, on agit sur la soupape de descente. Le poids de la cabine est alors source d'énergie. Le travail fourni par ce poids est récupéré pour refouler l'eau contenue dans le vérin, dans l'accumulateur basse pression à travers le régulateur de descente. Cet accumulateur emmagasine l'eau sous une pression de 18 bars. Les pompes reprennent alors l'eau pour la renvoyer sous 54 bars dans l'accumulateur haute pression. Ce principe de récupération d'énergie permet des économies et améliore le fonctionnement du circuit fermé.

La dernière modification de l'installation hydraulique a été de rendre moteur, les chariots des vérins. Sur le côté des chemins de roulement, deux crémaillères horizontales ont été installées. Les chariots ont reçu quatre turbines hydrauliques qui entraînent chacune un engrenage horizontal s'appuyant sur la crémaillère. Ce système s'apparente, par un certain côté, à la crémaillère Locher. Les accumulateurs HP ont été détarés à 38 bars et l'accumulateur BP neutralisé. Les vérins n'ont plus qu'une fonction de contre-poids de la cabine. L'électronique a fait son apparition, contrôlant les paramètres de commande de fermeture des portes et les caméras vidéo permettent une surveillance générale. La tour est déjà dans le XXI[e] siècle.



La cheminée incongrue de l'ancienne chaufferie. Elle sert aujourd'hui à l'évacuation des gaz du groupe électrogène de secours.

Le "SK" de Villepinte

Dans la banlieue Nord de Paris, à quelques kilomètres de Roissy, a été aménagé un vaste complexe pour des expositions. Cet ensemble bien que desservi par la SNCF, reçoit un grand nombre de visiteurs arrivant avec leurs voitures. Un vaste parking a été installé. Afin d'épargner aux visiteurs une longue marche à pied, une desserte du type hectométrique et automatique a été mise en place.

Le funiculaire horizontal, type "SK", réalisé par la Société Soulé-Kermadec, a été inauguré le 3 juin 1986. C'est en 1980 que l'Entreprise Soulé à Bagnères-de-Bigorre décide d'entreprendre la réalisation d'un système de transport léger et toujours disponible. Le principe : des petites cabines circulent sur une double voie, accrochées à un câble, à la manière des câble-cars, ou du tramway funiculaire de Belleville. Mais, il y a une différence avec ses ancêtres, c'est que les cabines circulent sans pilote. Arrivées au terminus, elles lâchent le câble, puis elles sont prises en charge par une série de quatre petits tapis roulants successifs qui actionnent des roues de friction. Ainsi une cabine circulant à 20 km/h à l'arrivée, va décélérer jusqu'à 1 km/h. Cette vitesse permet la descente des voyageurs en marche. Ensuite, la cabine est prise en charge afin d'être retournée et mise en place sur la voie de retour. A la vitesse d'1 km/h, elle embarque ses nouveaux voyageurs, alors que la cabine déjà arrivée derrière, débarque ses clients, les cabines se succédant toutes les 19 secondes. La ligne est longue de 310 m et peut assurer un débit théorique de 2 260 personnes par heure et par sens. L'emprise au sol reste faible avec 4,20 m de largeur. Les 14 cabines, très largement vitrées, longues de 2,5 m et larges de 1,3 m, ont une capacité de 12 personnes. Deux cabines de secours sont garées à la station "parking". Elles peuvent être échangées, grâce à un mini-pont transbordeur, avec celles en ligne afin de permettre un entretien.

Etant donné que les cabines quittent le câble aux stations, il peut en résulter un léger glissement et l'espacement entre les cabines varier. Afin d'éviter un rattrapage entre elles, un système de cantonnement a été installé. Les cabines sont munies d'un ski qui active des capteurs inductifs et chaque capteur actionne un relais donnant l'occupation du canton, libérant en même temps le canton amont. Un enclenchement entre les cantons permet de toujours maintenir au moins un canton libre entre deux cabines ; si ce canton libre entre les deux voitures disparaît, le circuit alimenté en permanence disparaît aussi. Entrent alors en jeu des bras d'arrêt automatiques placés dans la voie. Le courant étant coupé, les contacteurs des moteurs s'ouvrent et les bras d'arrêt automatiques se lèvent. Si une cabine heurte un bras d'arrêt, la pince de prise du câble de traction s'ouvre, la voiture descend de quelques centimètres, mettant en contact avec le rail des sabots de bois placés sous la cabine et qui assurent l'arrêt avant de rattraper la cabine en aval.

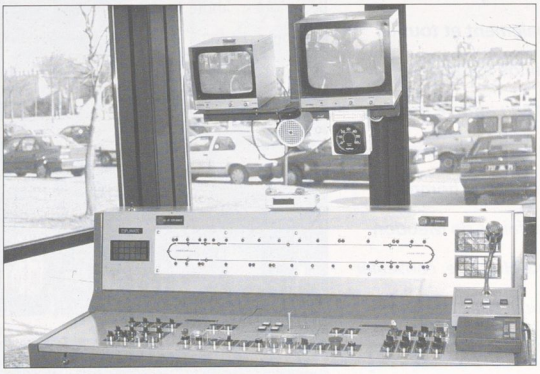
Une deuxième série de capteurs inductifs joue le rôle d'espace-temps entre les cabines. Cet espace-temps est contrôlé par

Les petites cabines du SK en action.

une horloge à quartz enregistrant ainsi la vitesse des cabines entre les capteurs. Si une vitesse anormalement élevée est enregistrée, le système de contrôle coupe l'alimentation des bras d'arrêt qui se lèvent.

L'ensemble du système est conçu pour fonctionner avec seulement un agent au poste central de contrôle. Cette installation est utilisée 90 jours par an environ, uniquement les jours d'exposition.

Soulé espère ne pas en rester là, et pense déjà à la liaison Gare de Lyon Gare d'Austerlitz à Paris, et la desserte de la Gare Montparnasse. En banlieue, Soulé a tourné ses regards vers Noisy-le-Grand pour une liaison d'un ensemble immobilier - RER et vers l'aéroport de Roissy Charles de Gaulle.



Le poste de commande du SK.

Le funiculaire de Bellevue

L'île Seguin est encore un jardin, les coteaux lui faisant face, une forêt. Déjà en 1889, un chemin de fer serpentant le long de la Seine est venu perturber ce calme draînant les promeneurs vers les bois de Meudon. Les bateaux à vapeur sur la Seine y contribuent également et tout ce monde escalade le coteau afin de jouir du panorama parisien. Aussi deux hommes d'affaires de Meudon, Paul Houette, conseiller municipal et Gabriel Thomas, décident en 1891 de construire un funiculaire.

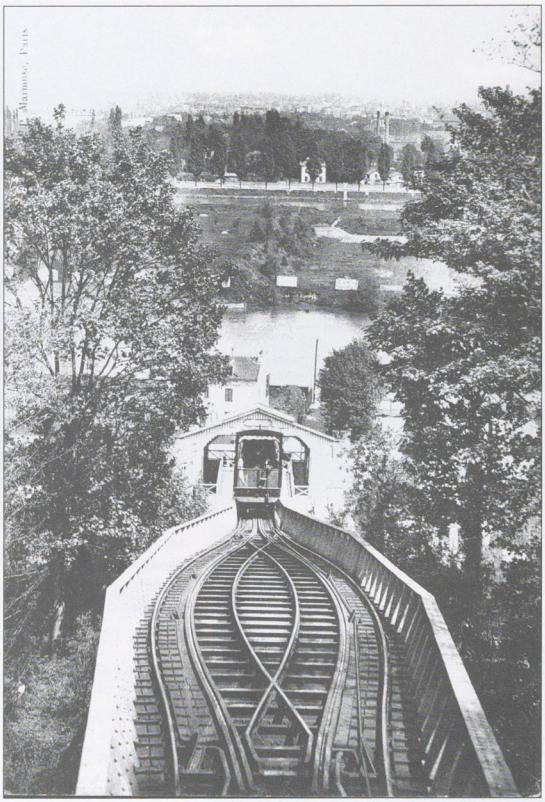
Afin de s'approcher du quai de la Seine, la gare inférieure est bâtie à côté du bâtiment voyageurs de la ligne Puteaux-Issy Plaine, elle assure ainsi la correspondance avec les bateaux parisiens et le chemin de fer de l'Ouest. La ligne, entièrement en viaduc métallique, enjambe le chemin de fer entre la gare et la salle d'attente de quai de la Cie de l'Ouest, et en rampe de 300 ‰, après un parcours de 183 m, atteint la gare supérieure. La différence de niveau rachetée est de 52 m. La gare haute est en charpente métallique et briques avec auvents de bois, la sortie des voyageurs s'effectue par une passerelle afin d'atteindre le dernier dénivelé du terrain. Au pied de la gare, une petite construction accolée à une haute cheminée de briques, abrite deux chaudières semi-tubulaires. La force motrice est tirée de deux machines à vapeur de 54 CV ; une seule est généralement en service pour entraîner le treuil comportant un tambour auquel sont attachés deux câbles de traction, un par voiture, l'un se déroulant pendant que l'autre s'enroule. La voie en rail de 30 kg par mètre est à l'écartement de 1,40 m et un évitement est aménagé au milieu du parcours. Deux crémaillères Riggenbach, une par voiture, sont posées au centre de la voie côte à côte pour le frein de sécurité. Les voitures à deux essieux, d'une capacité de 52 voyageurs, sont à quatre compartiments répartis sur quatre étages. Les compartiments centraux sont fermés alors que les plates-formes extrêmes sont garnies de rideaux. La sécurité est assurée par un frein à main et un frein automatique en cas de rupture du câble. Ces freins agissent sur la roue dentée, calée sur

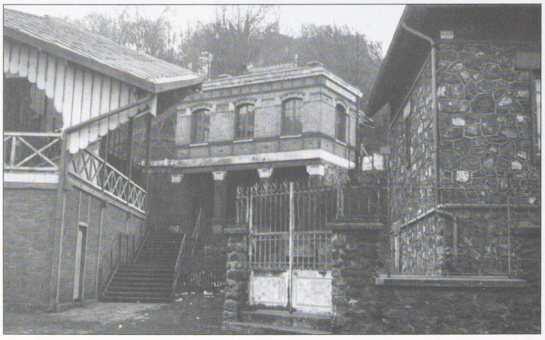
Arrivée du funiculaire. La disposition des escaliers permettait un accès direct aux quais de la Cie de l'Ouest.

A la gare supérieure, la chaufferie est accolée à la station.

l'essieu aval, qui prend appui sur la crémaillère Riggenbach. Côté machinerie, le mécanicien dispose d'une vanne d'admission de vapeur, d'un inverseur de sens de marche et d'un frein à vis agissant sur le treuil. Ainsi équipé, ce funiculaire débute son service en 1893. Le déficit en hiver est important et rapidement la Société décide la fermeture de novembre au 1er avril. En vingt mois d'exploitation de 1893 à 1895, il trans-

Page de gauche, le funiculaire enjambant les voies de la Cie de l'Ouest à Bellevue-Funiculaire.





Les bateaux à vapeur apportaient leurs lots de flâneurs qui n'avaient qu'une courte distance à franchir entre le quai et la gare.

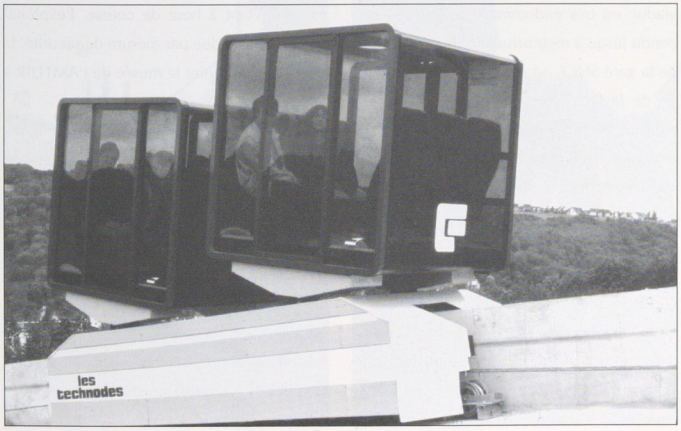
A gauche, la gare du funiculaire ; en retrait, au bout de l'escalier, la gare de la Cie de l'Ouest.

porte 550 000 voyageurs. Pour la seule année de 1895, le trafic est de 266 662 personnes et 3 480 bicyclettes, mais malgré ce résultat, l'exploitation accuse un déficit de 2 047 francs. Pour remédier aux pertes d'exploitation, il est demandé à la municipalité de Meudon une subvention de 3 500 francs, qui est rejetée le 5 mai 1895. Une nouvelle demande de subvention est sollicitée le 25 juillet 1896, la perte de l'exploitation depuis la mise en service étant de 10 000 francs. La guerre de 1914 arrive, le funiculaire continue sa ronde, mais en 1917, la mobilisation du personnel entraîne l'arrêt de l'exploitation qui ne reprend qu'à Pâques 1922. En 1923, 171 126 voyageurs sont encore transportés mais en 1934, il n'en reste que 23 293 ; alors l'exploitation est arrêtée.

La ligne sert encore quelque temps à des essais d'adhérence proportionnelle par roues horizontales serrant un rail central ; le système Fell, qui équipait le chemin de fer du Puy-de-Dôme, fermé depuis 1926, avait donc encore des partisans ? Finalement, tout est complètement démonté. En face, dans l'île Seguin, une immense usine a fait place aux arbres et à chaque instant une nouvelle voiture sort de ses murs, jusqu'en 1992 où l'usine s'arrête à son tour...

L'Autolift de Guerville

C'est SKIRAIL qui est retenu pour une réalisation un peu hors du commun. Il s'agit d'un appareil privé dont l'étude et la conception ont été effectuées en collaboration avec les Ciments Français. Tout d'abord, le rail a disparu au profit d'une piste en béton, vocation oblige, en forme de T renversé : un funiculaire monorail ! La partie verticale sert au guidage mais le châssis du véhicule repose sur des roues pneumatiques. Autre originalité, la ligne étant à profil variable, de 40 ‰ dans la partie haute à 340 ‰ dans la partie basse, il était difficile de faire un choix pour la pente du plancher qui serait toujours restée inconfortable quelle qu'eût été la pente retenue. La solution : deux cabines de 6 personnes, reposant sur le châssis et équipées d'un système de correction d'assiette maintenant l'horizontalité du plancher quelles que soient les variations de pente. Les cabines ont été soignées : revêtement de moquette, sièges type avion, vitres panoramiques et teintées pour un parcours de 120 secondes à la vitesse de 2 m/s. La machinerie a une puissance de 25 kW et la traction est du type bicâble. Les deux stations sont d'une esthétique élaborée, correspondant à celle des bâtiments environnants. Cet appareil fonctionne comme un ascenseur : un bouton d'appel sur les paliers, les portes des cabines s'ouvrent automatiquement et un bouton de départ dans la cabine. L'autolift SKIRAIL fait des centaines d'allers-retours par jour, il préfigure l'extension des transports à courtes distances par câble.



Résolument futuriste sur sa piste de béton, l'autolift.

Guerville, près de Mantes-la-Jolie c'est le royaume du ciment. C'est là que la Société des Ciments Français a établi son centre de recherche. Le terrain est vallonné, une partie du centre de recherche est en bas, près de la route, alors que l'autre partie est à plus de 52 m au-dessus. Il est possible d'établir une route entre les deux centres mais un système guidé est finalement préféré.

Laon : de crémaillère en Poma

Au XIX^e^ siècle, la vieille ville reste le cœur de Laon et regroupe les commerces, les faubourgs s'étendent sur les contreforts et aux pieds de ceux-ci présentant tout à la fois un caractère résidentiel et industriel. Aussi il est normal qu'avec l'arrivée du chemin de fer du Nord l'on crée, en 1897, une liaison entre la gare et la vieille cité qui sera mise en service le 9 juillet 1899.

La ligne est réalisée à l'écartement d'un mètre et est équipée d'une crémaillère Abt à deux lames. Une dénivellation de 100 m est rachetée par une rampe de 129 ‰ sur une partie du parcours et la longueur totale de la ligne est de 1 511 mètres. Après un petit passage sur voirie, au départ de la gare, la ligne est en plate-forme indépendante. Elle traverse une curieuse voûte sous un immeuble, traverse le carrefour de Vaux et attaque la section munie de crémaillère, puis elle franchit un viaduc, un tunnel et un passage en corniche le long des remparts pour accéder au terminus. Pendant la guerre de 1914, le viaduc est très endommagé et le trafic suspendu jusqu'à reconstruction. La station près de la gare SNCF est déplacée de 100 m à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, puis regagne 40 m en 1962. Le matériel roulant d'origine comporte quatre motrices. Ces motrices à deux essieux, d'une longueur de 8,85 m, sont équipées de deux moteurs de 45 CV à l'origine, puis de 60 CV alimentés en 600 V avec prise de courant par archet-lyre. Le truck comporte au centre un faux essieu muni d'une roue dentée engrenant la crémaillère. A l'origine, ce faux essieu aurait été relié aux deux autres par des chaînes Galle, mais les avis sont partagés, cette liaison rendant la roue dentée réellement motrice n'aurait été que prévue et non réalisée. Le rôle du faux essieu reste donc dévolu au freinage du tramway dans la pente. A cet effet, l'essieu est muni de deux tambours sur lesquels l'effort de freinage s'exerce par quatre sabots de fonte. Ainsi équipé, le chemin de fer de Laon gravit, en France, la plus forte rampe, en adhérence un peu inférieure à la limite théorique de 150 ‰. Vers 1938, les motrices sont vestibulées et après la guerre la motrice n° 1 victime d'une collision avec un camion est recarrossée avec une forme aérodynamique. Le 25 janvier 1971, le matériel étant à bout de course, l'exploitation est suspendue par mesure de sécurité. la motrice n° 3 rejoint le musée de l'AMTUIR à Saint-Mandé.

On hésite longtemps sur l'avenir de la ligne : tramway, bus, finalement la ligne est retenue pour servir de vitrine de démonstration au système Poma 2000, ce qui permet à la ville de se doter d'un équipement moderne. Le principe rappelle les câble-cars à traction funiculaire. Ainsi les véhicules, de 3,5 t et 12 places assises, circulent à la manière des métros sur pneus, sur des pistes en profilés métalliques et guidage par roues horizontales. Le véhicule est muni d'une prise de

Deux motrices stationnent au cœur de la ville haute.

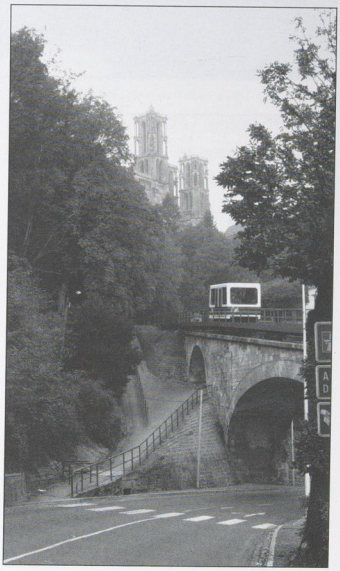
A gauche, à l'entrée du tunnel, la ligne du chemin de fer à crémaillère à l'abandon.

Octobre 92, de l'autre côté du tunnel vingt ans plus tard.

Les dessous de la station Vaux montrant des organes dérivés directement de la technique téléphérique.

A quelques mètres de l'actuelle station Vaux, la crémaillère traversait une maison.

Vingt-cinq ans séparent ces deux clichés.



Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

D'une esthétique discutable, la ligne le long de la voie SNCF.

Place de la Gare, les motrices 1 et 2 prêtes au départ en octobre 1968.

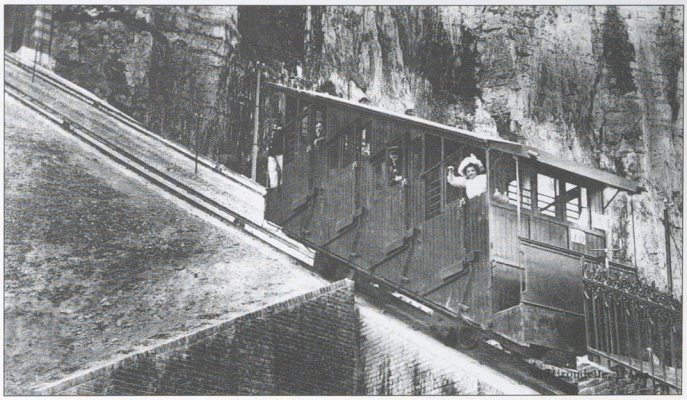
câble qui peut se déplacer latéralement afin de changer de câble suivant la séquence. Le véhicule au départ accroche un câble d'accélération, puis le lâche pour le câble principal animé d'une vitesse de 38 km/h. A l'approche d'une station, le véhicule quitte le câble principal pour un câble de décélération et arrêt. Le débit est de 900 personnes par heure pour une fréquence de 2,30 mn. La ligne se divise en deux sections distinctes, une de 980 m entre la partie haute et la station boulevard de Lyon et l'autre de 480 m jusqu'à la gare. Au milieu de la section haute se situe un évitement pour le croisement des véhicules sans arrêt. La station boulevard de Lyon a deux fonctions, croisement des véhicules et changement de câble principale. Ainsi équipé de trois véhicules, ce funiculaire ou métro par câble remplit son contrat mais la mise au point fut laborieuse. Le Poma est présenté à Transport Expo en 1973, mais les travaux ne débutent à Laon qu'en janvier 1983. La mise en service a finalement lieu le 4 février 1989. Le coût s'élève à 165 millions...

Le funiculaire de Terrasse

Avec l'arrivée du chemin de fer le 15 mai 1872, puis la vogue des trains de mer, il s'avère intéressant de créer dès 1902 un réseau du tramway pour irriguer l'agglomération du Tréport. Les propriétaires du plateau, en face de Mers, voyant la prospérité qu'entraîne l'arrivée du tramway cherchent à le prolonger jusqu'au Mesnil-Val, mais il est nécessaire d'établir une voie avec des rampes de 100 à 109 ‰. On préfère alors un funiculaire.

La ligne, longue de 120 m en rampe de 620 ‰, est établie en double voie depuis le pied des éboulis naturels de la falaise. Un remblai a été réalisé au départ, puis la ligne pénètre dans un tunnel double sous la falaise et débouche en tranchée dans la gare supérieure. La voie à l'écartement d'un mètre est constituée de rails de 23 kg au mètre posés sur cornières métalliques ancrées dans un massif de béton. Entre les deux voies, écartées de 5,30 m en raison du choix du double tunnel, est logé un escalier de service.

La gare inférieure a été traitée dans le même style que les tunnels, en jouant avec des arcades de briques blanches et rouges. Les deux voitures de 6 tonnes, en bois verni, comportent quatre compartiments étagés ; les plates-formes d'extrémité sont réservées aux conducteurs. La machinerie dans le sous-sol de la gare supérieure, comporte un moteur triphasé commandant la grande roue horizontale de 3,60 m, sur lequel s'enroule le câble de traction. Sur l'arbre horizontal, deux tambours sont fixés sur lesquels agissent les freins à rubans : de service, automatique, de survitesse ou de dépassement de la butée de fin de course des voitures. La guerre de 1939-45 arrive, le funiculaire est arrêté. Il ne sera pas remis en marche. Les trente années de fonctionnement n'ont pas répondu aux espoirs des spéculateurs des immenses terrains du plateau qui ne sont guère plus bâtis aujourd'hui qu'au sortir de la Deuxième Guerre mondiale ; pourtant une télécabine a voulu prendre le relais au funiculaire, mais il n'a guère rencontré d'enthousiasme.



Croisement aux tunnels de Terrasse tout au début de l'exploitation.

Dans la tranchée supérieure du funiculaire, les restes du téléphérique en 1991.

Fraîchement livré, le funiculaire monte ses premiers excursionnistes.

Ci-contre, à la grande joie des quelques touristes, une voiture sort de la gare inférieure.

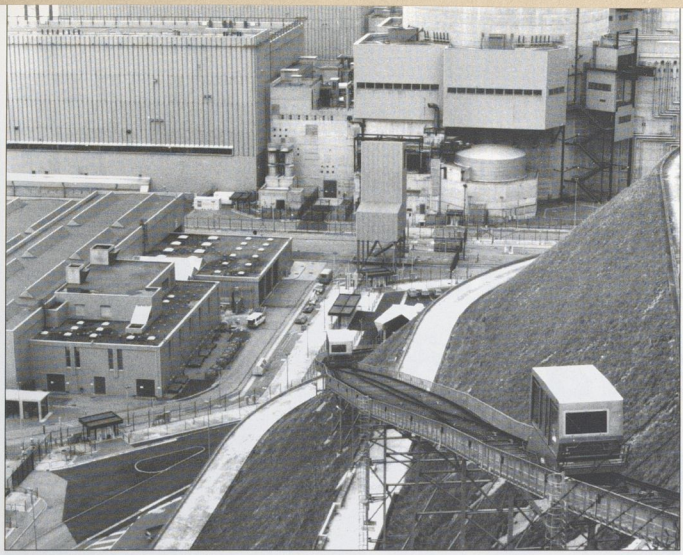
Le funiculaire de Penly

La centrale nucléaire de Penly, située en bord de mer et au pied d'une falaise très haute, n'était accessible que par des navettes routières empruntant un chemin en lacets. Pour s'affranchir de ce système peu rationnel et coûteux, l'implantation d'un funiculaire a semblé tout à fait judicieuse.

La centrale nucléaire de Penly se trouve dans le département de la Seine Maritime, le long de la côte de la Manche, à égale distance de Dieppe et du Tréport. Elle est logée au creux d'une "valleuse", mais la falaise est des plus impressionnantes avec ses 100 m de haut. Les travaux débutent en 1981. Il faut attaquer la falaise et bouger dix millions de mètres cubes de calcaire pour établir la plate-forme et la voirie routière.

Pour l'instant, l'accès se fait par un système de navettes par autobus et c'est un moyen long et onéreux. Le personnel de la centrale varie entre 550 et 600 personnes ; viennent s'y ajouter le personnel des entreprises de maintenance et les 15 000 visiteurs chaque année. La centrale, ayant été réalisée sur une plate-forme minimale, il n'est pas possible d'établir des parkings pour le personnel et le public qui viennent visiter les installations. Pour assurer le transport, on utilise donc quatre autocars, mais le parcours entre le parking et la centrale est de deux km et il en coûte 2 MF par an. EDF, après avoir examiné plusieurs projets d'escaliers mécaniques et d'ascenseurs, finit par retenir la solution funiculaire, compte tenu des impératifs techniques et du rapport qualité-prix. C'est un choix qui sort de l'ordinaire car, à la centrale de Paluel, il a été réalisé une passerelle métallique horizontale débouchant dans la tour du bâtiment administratif où sont installés les ascenseurs. A Flamanville, autre centrale située dans un même contexte, un puits a été creusé dans le granit dans lequel deux batteries de deux ascenseurs ont été installées.

Pour la réalisation du funiculaire, le choix s'est porté sur la société Skirail, spécialisée dans ce genre d'opération, qui a prévu la construction d'une ligne de 287 m de long, avec un point de croisement au centre et une largeur de voie inusitée de deux mètres. La ligne forme une grande courbe en pente régulière de 307 ‰ et les cabines roulent jusqu'à 11 m au-dessus du talus sur un viaduc métallique. Celles-ci sont entièrement vitrées afin de profiter de la vue panoramique et fonctionnent automatiquement sans personnel à bord. Elles transportent 55 personnes en 50 secondes, à raison de 8 m/s, soit 28,8 km/h. Des dispositions spéciales ont été prises pour le vent qui, lorsqu'il souffle en tempête le long de la côte, n'est nullement négligeable. Les travaux ont été réalisés sous le contrôle du Service technique des remontées mécaniques. Transporter 2 400 personnes/heure, fonctionner automatiquement, sans intervention extérieure jour et nuit, demande une fiabilité totale. Afin d'être en permanence disponible, le funiculaire fera l'objet d'un plan de maintenance assuré par la Société Otis qui entretient les ascenseurs de la centrale. Ce système de maintenance préventive permet



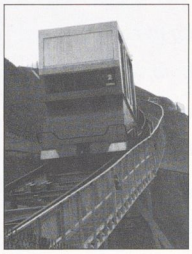
Au bord de la Manche, la centrale nucléaire et son funiculaire.

de surveiller tous les éléments de l'installation, de détecter à l'avance les défauts et d'y remédier avant qu'ils ne donnent lieu à une panne. Pour assurer la sécurité des passagers au cas où malgré tout, il se produirait un incident de fonctionnement, les deux véhicules sont reliés par radio-téléphone avec le poste de contrôle général. La sécurité est assurée par la télé-surveillance 24 heures sur 24, maintenance préventive programmée, frein arrêtant l'installation en agissant sur la poulie motrice (2 freins à circuits séparés), freins de véhicules agissant sur la voie, en prenant le rail en tenaille en cas de survitesse ou de manque de tension du câble. Pour assurer la sécurité face à l'action du vent, deux anémomètres sont installés sur le toit de la station haute et sur la digue. Dès que l'un de ces appareils détecte une vitesse du vent de 31 m/s, le funiculaire est immobilisé lorsque les cabines arrivent aux stations. Ils reprennent leur service si cette vitesse n'est plus atteinte pendant les trois minutes qui suivent.

Les voyageurs qui se présentent sur le quai d'embarquement se trouvent séparés de la voie de circulation par une paroi équipée d'une porte palière automatique. Un bouton d'appel permet d'obtenir l'ouverture simultanée de la porte palière et de la porte du véhicule en stationnement. A l'intérieur, les voyageurs trouvent une plaque à boutons portant les fonctions : départ, maintien d'ouverture des portes, arrêt, alarme. L'action sur le bouton départ entraîne la fermeture des portes et la mise en marche du funiculaire. Le fonctionnement est piloté par un système automate qui gère les différentes phases de la marche : accélération, vitesse constante, décélération, arrêt et ouverture des portes. La sortie s'effectue par un côté, alors que l'entrée a lieu par l'autre côté avec quelques secondes de décalage afin de permettre le remplissage du véhicule en même temps que la sortie des derniers passagers, ceci afin de réduire les temps de stationnement. Aux heures de pointe, le fonctionnement est automatique et programmé, et aux heures creuses par appel.

L'inauguration a eu lieu le 6 mai 1992 en soirée en présence du sous-préfet, de la direction de la centrale et de Jean-Pierre Cavalier, directeur commercial de Skirail.

La cabine 2 descendant le long de la falaise.



Le funiculaire de la Côte Saint-André

Avec 100 000 habitants, au Havre le tramway remplace les omnibus et la première ligne est ouverte le 31 janvier 1874. Le développement du Nord de la ville demande une meilleure desserte, mais ce quartier est situé au sommet de la "Côte" et le tramway ne peut accéder en haut, sauf au prix d'un long et coûteux détour, la dénivellation étant de 90 mètres. En 1886, un projet de funiculaire est présenté.

Une société est constituée et prend le nom de "chemin de fer de la Côte". Les autorisations sont vite acquises et le funiculaire entre en service le 17 août 1890. La ligne est établie au départ sur un viaduc métallique au-dessus d'une rue, entre en tunnel sous la falaise, puis, par une tranchée, débouche sur le plateau. La longueur de ce funiculaire est de 343 m et la rampe atteint 410 ‰ pour une dénivellation de 75 m. L'écartement de la voie est de 1,20 m et l'évitement est situé en haut du viaduc, juste à l'entrée du tunnel. Une crémaillère au centre de la voie a un rôle de sécurité ; les voitures sont munies d'une roue dentée qui prend appui sur la crémaillère lorsque le frein est mis en action. La machinerie est installée à la station supérieure. A l'origine, le funiculaire est mû par une machine à vapeur, puis, en 1911, cette installation est modernisée avec l'adoption d'un moteur électrique, allégeant les charges dues à la conduite de la chaudière. L'entretien de ce funiculaire est effectué régulièrement mais les améliorations restent limitées et le 6 mai 1969, le service est interrompu, l'installation ne répondant plus aux normes souhaitables de sécurité.

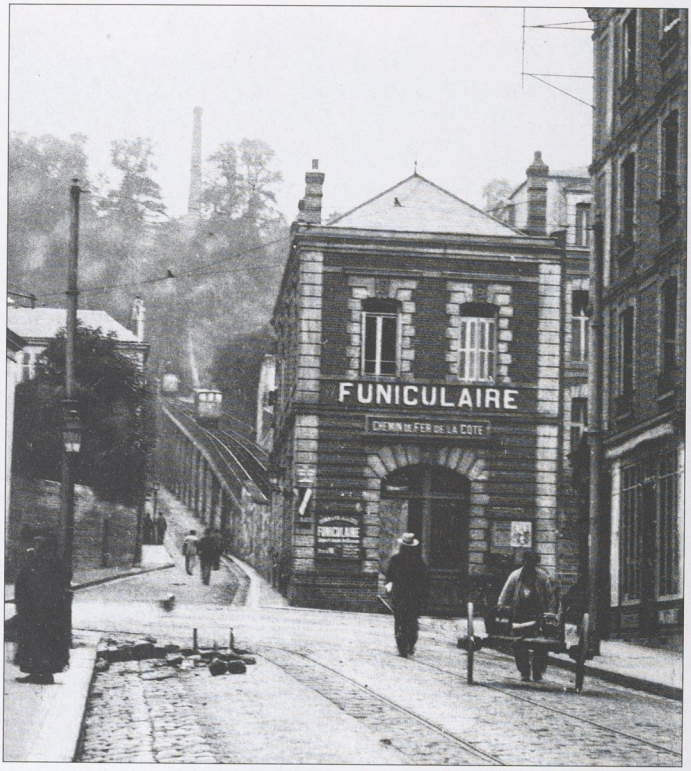
Plusieurs solutions sont étudiées pour remplacer cette relation, tout compte fait rapide, par autre chose. Il est envisagé la solution autobus, escaliers mécaniques, téléphérique passant dans le tunnel et reconstruction du funiculaire. C'est finalement la solution funiculaire qui est retenue. La mode de l'époque

Dominant la station supérieure, la haute cheminée de la machine à vapeur.

Après la rénovation de 1972, croisement des voitures montées sur pneumatiques.

aidant, la solution roue/rail est écartée pour des voitures montées sur pneumatiques afin d'éliminer le bruit sur le viaduc métallique. La rénovation passe par la reconstruction totale de l'infrastructure, y compris le viaduc métallique. La piste de roulement est constituée par des profils en double T posés à plat et formant une gorge dans laquelle passent les roues pneumatiques. Le guidage des voitures est complété par des galets de plastique qui enserrent l'aile verticale du profil extérieur de la voie. Les voitures sont équipées de huit roues et ont une capacité de 70 places. La rénovation est menée à bien par les établissements Neyrpic de Grenoble. Le groupe moteur Ward-Léonard a une puissance de 180 CV et entraîne une grande roue à trois gorges de 3,20 m de diamètre sur laquelle s'enroule le câble de traction. Ainsi équipé, le funiculaire est remis en service le 30 octobre 1972. Les voitures animées d'une vitesse de 3 m/s, soit 10,8 km/h, effectuent leurs rotations en 3,45 mn. La municipalité qui a financé la reconstruction, a confié l'exploitation à la CGFTE concessionnaire du réseau des transports urbains.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com



La gare inférieure vers 1902 alors desservie par le tramway : ligne place Thiers-St-François.

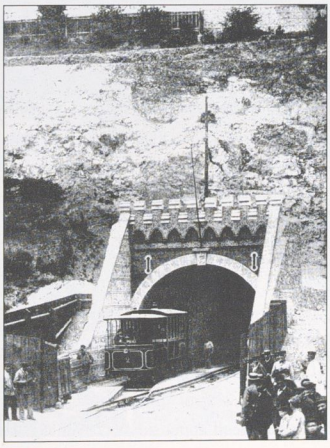
Juin 1962, la voiture n° 2 descend.

La Côte Sainte-Marie

La ligne commence à proximité du rond-point, en correspondance avec le tramway urbain, remonte la rue Clovis, petite rue tortueuse, puis, confrontée à la falaise, l'attaque par un tunnel en "S" en forte rampe, débouche dans une ruelle et termine le long du cimetière Sainte-Marie. Cette ligne de 745 m comporte des rampes allant jusqu'à 115 ‰ et le tunnel a une longueur de 290 m. La ligne déclarée d'utilité publique par décret du 22 août 1895 est inaugurée le 1er novembre de la même année.

L'exploitation est assurée par deux automotrices à vapeur instantanée Serpollet. Ces petites automotrices étant incapables de gravir une telle rampe, il est imaginé de relier l'automotrice montante à celle descendante par un câble passant autour d'une poulie horizontale à la gare supérieure. On obtient ainsi un funiculaire autonome, la machine montante étant aidée par celle descendante. Dans le principe, cela est parfait, il y a l'équilibre des forces, mais c'est sans compter avec le manque de synchronisme. Si une automotrice dans la partie facile démarre en bas, alors que l'autre en haut reste à l'arrêt, le câble prend du mou, sort des poulies de guidage et les ennuis vont jusqu'à des déraillements. Après quatre mois et demi d'exploitation, la compagnie renonce à continuer avec ce funiculaire. Le 17 avril 1897, un tramway électrique est mis en service sur la ligne de la Côte Sainte-Marie. Les quatre motrices sont identiques à celles du réseau urbain, elles sont équipées de deux moteurs de 50 CV et de différents systèmes de freinage : frein rhéostatique agissant par des électro-aimants sur des disques calés sur les essieux, un frein à patin sur rails et des cales anti-recul. Après de multiples incidents, la Compagnie en faillite cesse son exploitation le 31 août 1902.

Cette ligne, répondant réellement à une demande, la CGFT (Compagnie exploitant le réseau des tramways du Havre) en reprend l'exploitation. Elle assure alors une liaison rapide entre le centre ville et le quartier Sainte-Marie. En 1942, le tunnel est réquisitionné par l'Autorité d'occupation qui en fait un dépôt de munitions. A la Libération, il est envisagé de remettre la ligne en service, mais le tunnel, coupé par plusieurs murs de béton, est irrécupérable. Ainsi finit l'histoire de ce curieux funiculaire.



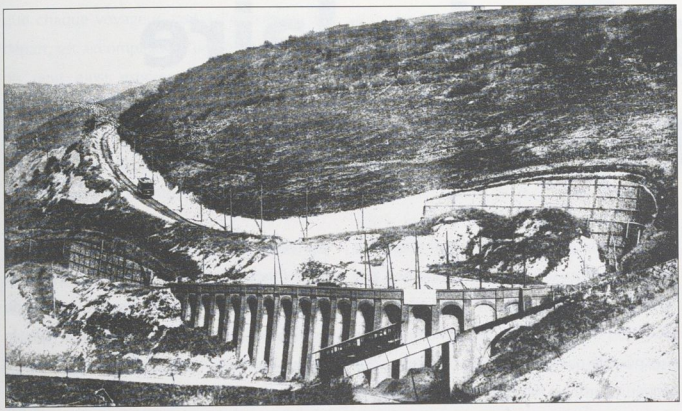
Une locomotive du funiculaire lors des essais à la sortie du tunnel.

Le succès du funiculaire de la Côte Saint-André au Havre conduit à réfléchir sur la possibilité de desservir la partie Est de la Côte. L'accès du fort de Tourneville, sur la hauteur, ainsi que le cimetière Sainte-Marie et la Forêt de Montgeon, restent d'un accès pénible par des chemins tortueux. Un tramway funiculaire est étudié et reste en France unique en son genre.

Le funiculaire de Bonsecours

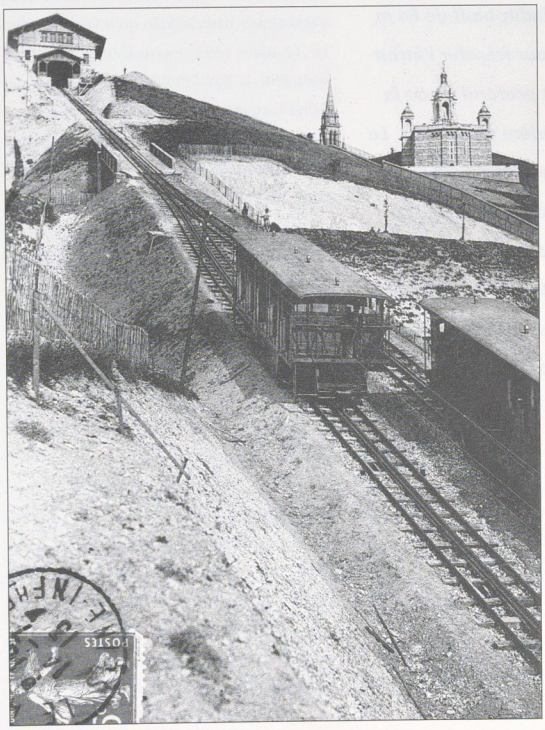
Un premier projet avait été établi, le faisant partir de la place Saint-Paul, mais le point terminus était à 1 500 m du centre de Bonsecours. On porte alors les vues sur un repli de la colline qui part d'Eauplet et qui permet d'atteindre le plateau, à 100 mètres de la Basilique élevée en 1852 en l'honneur de Jeanne d'Arc. Le Conseil donne son accord à MM. Ludwig et Schopter, citoyens suisses, mais sans aucune garantie aux concessionnaires. Le 12 juin 1892, la ligne est prête, longue de 402,90 m en rampe de 330 à 360 ‰, elle s'élève de 132 m. Les deux gares sont réalisées dans le style "chalets suisses" : larges toits, étage en sapin verni. A la gare supérieure, un grand bassin a été creusé afin de servir de réservoir pour le funiculaire à contrepoids d'eau. La voie à l'écartement de 1,20 m est constituée de rail Vignole de 22,500 kg. L'équipement de retenue pour le freinage de sécurité est constitué par une crémaillère Riggenbach. Les deux voitures longues de 10,50 m et larges de 2,90 m, comportent cinq compartiments ; celui du centre n'est pas fermé afin de recevoir les bagages ; aux extrémités, les deux petites plateformes sont réservées au conducteur. La capacité des voitures est de 90 voyageurs et le poids total en charge de 10 tonnes. La vitesse maximum autorisée est de 5,6 km/h, elle est régulée par action sur le frein qui prend appui sur la crémaillère. Le freinage se déclenche automatiquement en cas de survitesse de rupture du câble ou d'action sur une pédale par le conducteur en cas d'urgence.

Le 19 juin 1892, à 14 h a lieu l'inauguration du funiculaire, c'est une grande fête, et là-haut sur le plateau, flottent les drapeaux français, helvétique et du canton de Berne. Dès 1893, les concessionnaires du funiculaire font bâtir le casino, vaste chalet suisse flanqué d'une haute tourelle. A la belle saison, chaque dimanche, des fêtes les plus diverses sont organisées. Pourtant, malgré les apparences, le funiculaire ne fait pas de bonnes affaires. On tente d'augmenter le nombre de voyageurs en diminuant les tarifs. Puis, afin de pallier l'irrégularité des dessertes par la Compagnie des Bateaux Omnibus qui assure la liaison entre le quai de la Bourse et Eauplet, les concessionnaires envisagent un tramway le long de la Seine. Mais c'est sans compter avec la Compagnie du Tramway de Bonsecours qui les devance et ouvre la ligne le 21 mai 1899. Cette ligne part du centre de Rouen et arrivant au niveau du funiculaire, elle escalade le plateau en décrivant un "S" en rampe 60 ‰ avec une courte section à 80 ‰. Les concessionnaires du funiculaire espèrent une amélioration avec l'ouverture d'une autre ligne parallèle à la première et longeant la Seine, desservant Eauplet et le funiculaire ; cette



Le tramway de Bonsecours abandonné le 24 février 1953 et son tracé hardi ont eu raison du funiculaire en 1915.

ligne est ouverte le 30 octobre 1899 par la Compagnie générale de Traction. Peine perdue. Les actionnaires, le 22 avril 1904, décident la dissolution. Le funiculaire et les propriétés sont vendus à bas prix à la Compagnie des Tramways de Bonsecours le 26 novembre 1905. L'exploitation reprend vaille que vaille, avec une moyenne de 115 voyageurs par jour en 1914. Le 25 mai 1915, jour de la fête patronale de Notre-Dame de Bonsecours, le funiculaire accomplit le soir son dernier voyage. En 1921, la Compagnie des Tramways abandonne tous les ouvrages et les terrains à la commune. Le plateau qui devait devenir riche avec le funiculaire, est retourné à son sommeil.



Cette photographie a été prise très peu de temps après la mise en service du funiculaire.

Le funiculaire de Morlaix

Lorsque le chemin de fer de Rennes à Brest arrive à Morlaix, il n'a d'autre solution que de passer sur un viaduc haut de 64 m pour franchir l'étroit et profond ria de la rivière de Morlaix. La gare se retrouve isolée de la ville sur les hauteurs de Saint-Martin : la question du funiculaire est posée.

En plaçant la gare à 60 mètres au-dessus de l'agglomération urbaine, on condamne par avance toute personne s'y rendant à une ascension des plus fatigantes, rendue encore plus pénible par le fait que le voyageur, souvent en retard, est forcé d'escalader à la hâte cette dénivellation et d'arriver épuisé, pour s'embarquer dans le train qu'il veut prendre. Le 17 mars 1893, Pierre Cantin, ingénieur géomètre à Saint-Pol-de-Léon, suggère au Conseil municipal d'établir un ascenseur à cage métallique et frein automatique bloquant, accolé le long d'une pile du viaduc et de le relier à la gare au moyen d'une passerelle accolée au viaduc.

Les choses en sont là lorsqu'en 1902, le député de Morlaix, préoccupé des avantages qu'un funiculaire procurerait aux habitants, fonde une société d'études pour la réalisation de ce projet. Cette société obtint de la Compagnie de l'Ouest une concession pour l'installation d'un funiculaire à ciel ouvert et commence les études. Mais, un an plus tard, arrêtée par de nombreuses difficultés, elle est remplacée par une société nouvelle. Le projet de funiculaire à ciel ouvert devait partir de la place Thiers et arriver sur le plateau en un point situé près de la Venelle des Ecoles de Saint-Martin, à environ 100 m du quai du bâtiment voyageurs de la gare de l'Ouest. Cette distance à parcourir à pied par les voyageurs semblait encore dissuasive pour la clientèle. D'autre part, ce projet à ciel ouvert avait l'inconvénient de proposer un chemin de fer à pente variable (voir Funiculaire de Lyon Saint-Jean - Saint-Just). Aussi, dès le début, étudie-t-on un projet de funiculaire en tunnel qui a l'avantage d'être d'une pente uniforme et de réduire les aléas d'exploitation. Le deuxième point est d'arriver dans les emprises de la gare de l'Ouest. La ligne doit avoir 180 m de long et racheter une dénivellation de 59,30 m. Pour la traction, l'emploi de l'électricité est repoussé. Le prix élevé de cette énergie rebute le promoteur. De même, sont repoussées comme forces motrices, la vapeur, le gaz ordinaire ou le gaz pauvre. "Tous ces procédés ont le désavantage d'être coûteux, d'exiger un personnel, bien formé et payé en conséquence." Aussi la Société se tourne vers la Compagnie Générale des Eaux et envisage un système hydraulique. L'eau, agissant par son poids, n'exige aucun mécanisme, et limite les risques de dérangement. La manœuvre se résumant en ouverture et fermeture de robinets, destinés à remplir ou à vider un réservoir, "peut être exécutée par le premier venu, sans à vrai dire, d'éducation préalable".

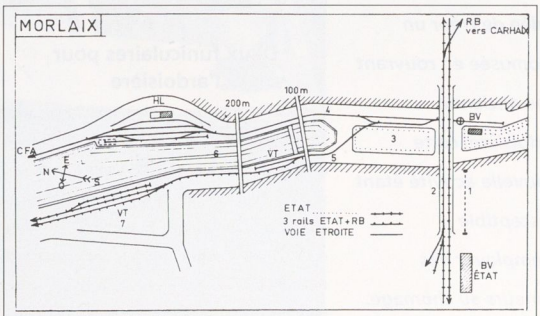
L'exercice de 1902 de la Cie de l'Ouest fait ressortir pour la gare de Morlaix 191 000 voyageurs à l'arrivée et autant au départ et 1 059 tonnes de bagages. La Société nouvelle estime qu'il n'est pas exagéré d'affirmer

que chaque voyageur, tant à l'arrivée qu'au départ, est accompagné d'un parent ou ami : on peut ainsi espérer 191 000 voyageurs de plus qui emprunteront le funiculaire, et de tabler sur 382 000 voyageurs et 1 059 tonnes de bagages qui procureront 41 950 francs de recette, laissant un bénéfice de 14 750 francs.

Aussi, une émission de 300 actions de 500 francs est lancée le 5 juillet 1904 afin de couvrir les premiers travaux du tunnel.

Ceux-ci commencent le 10 mai 1905. La voie du funiculaire utilise, pour la gare du bas, des terrains lui appartenant, installée dans l'immeuble connu, à l'époque, sous le nom de "Maison Le Pape", face au Syndicat d'Initiative (l'ancienne gare terminus des Chemins de Fer Armoricains dénommée "Morlaix-Funiculaire"). Le tunnel proprement dit est percé sur sa plus grande longueur dans des terrains dont la surface appartient à la Cie de l'Ouest. Le forage a lieu en grande partie dans un rocher schisteux, et c'est seulement dans la partie supérieure, pour la traversée de terres rapportées, que l'on effectue la construction d'une voûte. Le 4 janvier 1906, la galerie pilote est percée, les travaux d'élargissement suivent le 8 mai 1906 et le 1er mai 1908 la voûte est achevée. Ce tunnel de 154 m est en rampe de 342 ‰. Au centre du tunnel, un élargissement est réalisé afin de permettre l'installation du point de croisement des véhicules. Il est prévu de poser une voie à l'écartement de 1,20 m reposant sur des traverses métalliques dans des murettes en maçonnerie et d'acquérir deux voitures à quatre compartiments. Deux des compartiments peuvent accueillir chacun 9 personnes assises, le 3ème peut contenir 15 voyageurs debout, enfin le dernier est réservé aux bagages. A l'avant et à l'arrière sont aménagées deux plates-formes pour le garde-frein. Pour achever le funiculaire, la société, en 1913, émet de nouvelles actions, mais le public ne réagit guère et la Direction des Chemins de Fer de l'Etat reste sourde à ses sollicitations. Entre 1920 et 1925, la Société du funiculaire cherche à intéresser la Chambre de commerce et le réseau de l'Etat, en vain. Le 4 décembre 1933, la société est mise en liquidation. L'immeuble où doit s'élever la gare est vendu en 1936 et s'élève à sa place le "Modern' Café".

En 1950, la municipalité envisage la construction d'un escalier mécanique dans le tunnel, mais doit renoncer au projet, le tunnel étant trop pentu. Aujourd'hui le café a disparu, remplacé par le magasin "Club Vidéo Première" et la galerie débouche toujours sur les terrains SNCF. Avec le renouveau des mini-funiculaires ou des ATT (ascenseur tout terrain), l'avenir de ce tunnel est-il sans issue ?



1 : funiculaire non réalisé ; 2 : viaduc ; 3 : place Cornic ; 4 : quai de Tréguier ; 5 : quai du Léon ; 6 : port ; 7 : le Champ de bataille (au delà la voie mixte rejoint la gare Etat par un long détour).

Les funiculaires de la Mine Bleue

Noyant-la-Gravoyère (Maine-et-Loire), offre une ardoise très plane. En 1986, la modernisation de l'exploitation met au chômage une grande partie du personnel au moment même où ferment les dernières mines de fer de la région. Le maire de la commune, Daniel Dupuis, lance alors l'idée de créer un écomusée en rouvrant une ancienne ardoisière, cette nouvelle activité étant susceptible d'employer des mineurs au chômage.

L'idée est de créer un parc de loisirs et de rouvrir la mine d'ardoise de la Gatelière, exploitée de 1916 à 1936, de l'animer et de faire connaître le travail de fond, créant ainsi une trentaine d'emplois dans un premier temps.

Toutes les mines abandonnées se remplissent d'eau, s'éboulent. Ici, le terrain très résistant a permis aux mineurs, jouant les spéléologues, de redécouvrir avec émotion, lors de la première descente, des galeries vouées au silence depuis 50 ans. Il a fallu poser des témoins, purger les plafonds afin d'éloigner tout danger, convaincre les banques de la viabilité du projet (22 millions de francs) avant de commencer l'aménagement. Pour l'animation du site, on fait appel à un spécialiste du son et lumière, afin de recréer la mine de 1930.

Deux funiculaires pour l'ardoisière

Lors de la mise en exploitation, deux descenderies avaient été réalisées en 1916 afin d'accéder à la couche de schiste ardoisier située à plus de 100 m sous terre. Il fut réalisé deux tunnels longs de 220 m et en pente de 125 ‰. Chaque tunnel comportait un funiculaire à voie unique. A la partie supérieure étaient installées les machineries mues par des machines à vapeur. Une haute cheminée dominait l'arrière du bâtiment de la chaufferie devenue aujourd'hui le Musée. Les deux bâtiments des machineries des funiculaires présentaient deux larges ouvertures afin de laisser passer les deux câbles de traction nécessaires au tirage du chariot plus large que long. En effet, ces chariots devaient pouvoir remonter des blocs de schistes de dimensions respectables. En raison de la pente et des galeries d'accès aux stations inférieures, les blocs ne pouvaient être chargés que dans le sens transversal. Ce sens de chargement limitait ainsi à une moindre hauteur le châssis du chariot côté aval.

Ce funiculaire, étant du type voie unique, il était nécessaire d'équilibrer les forces en mouvement et de limiter la puissance de la machinerie, pour cette raison, un chariot contrepoids circulait sur une voie de 60 cm. Celui-ci passait dessous le chariot-porteur à mi-parcours, point du croisement.

Après l'arrêt de l'exploitation en juillet 1936, les chariots furent ferraillés ainsi que les machineries et la cheminée de chaufferie fut dynamitée. Pourtant, la voie resta en place. Lors de la décision de réactiver la mine, la présence de voie de 0,60 fut une aide précieuse et facilita la mise en service d'un funiculaire rudimentaire.

Au débouché du tunnel, on installa un treuil électrique muni de deux freins à disposition du machiniste. Le démarrage et l'arrêt du moteur électrique sont commandés par un

interrupteur. Afin de connaître la position du chariot de service et de l'arrêter au centimètre près, aux gares haute et basse, le câble a reçu deux repères de couleur jaune correspondant aux points haut et bas de stationnement. Une tige est enfoncée dans le sol, il suffit d'arrêter le repère en face !

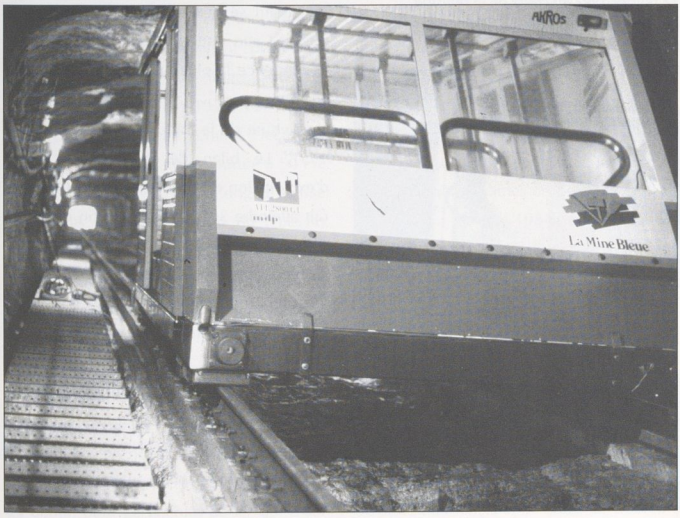
Un chariot en voie de 60 cm est construit ; sur le plateau, transversalement, un coupon de voie de 60 est posé et des plates-formes d'accès pour la voie du chemin de fer de service sont réalisées en haut et en bas du tunnel. Ainsi conçue, cette installation apporte dans les galeries, et les anciennes salles d'exploitation, les matériaux nécessaires à la réhabilitation de la mine. Pour la descente du personnel, un banc avec dossier prend la place du wagonnet, lequel s'engouffre dans le tunnel en pente à 35° avec ses deux passagers, se noyant dans le léger brouillard sortant de l'antre. Descente impressionnante pour qui l'effectue à reculons, le jour s'éloignant ne laissant percevoir que les deux traits brillants des rails.

A l'arrivée, les roues avant du chariot plongent dans une eau noire, d'où émerge un tuyau courbe tel le bras d'une pieuvre. Une faible lampe éclaire cet univers de pierre et d'eau. Il faut descendre avec précaution afin d'éviter une chute dans la fange.

L'ATT AKROS

L'autre descenderie, celle des visiteurs est beaucoup plus confortable, mais quand même impressionnante. La gare, simple auvent, permet aux visiteurs de voir la machinerie. Le gros treuil est muni de deux freins à mâchoires qui enserrent un disque sur le côté du tambour.

A première vue, il semblerait qu'il n'y ait pas de moteur ; pourtant en bout de l'arbre du tambour, une toute petite cage va fournir



La cabine de l'ascenseur tout-terrain.

Descendre au fond de la mine par le funiculaire de service est une expérience que l'on n'oublie pas.

l'énergie. C'est un moteur hydraulique polycylindrique Poclain avec des pistons disposés en étoile et surmontés d'un rouleau qui vont alternativement s'appuyer sur la pente d'une came forçant ainsi la cage dans un mouvement de rotation, puis s'effacer. Une pression de 200 bars est exercée lors du déplacement de la cabine. Système d'apparence simple et réversible, assurant le freinage à la descente.

La cabine AKROS peut recevoir trente-six personnes. En raison de la pente de 35°, le plancher est constitué d'escaliers et des rambardes transversales assurent l'équilibre aux personnes impressionnées par la scène de lumières plongeantes à l'intérieur du tunnel. Le spectacle est assuré, chacun étant à des niveaux différents et les larges baies avant et arrière assurent une bonne visibilité. La vitesse de cet ATT est prévue à 2 m/s, mais aux essais, du frein parachute, le STRM n'a autorisé que 1 m/s, la courbe de décélération ne s'inscrivant pas dans la courbe enveloppe déterminée de freinage. Enfin, les paramètres de vitesse de la cabine sont transmis par une boucle inductive à la centrale de contrôle. L'ATT est entré en service au printemps 91. La gare inférieure est en correspondance avec le train de la mine. Une locomotive électrique alimentée par batterie remorque deux anciennes voitures de mineurs, contenant chacune 16 personnes. Casqué, chaque visiteur doit se contorsionner pour pénétrer dans les basses et étroites voitures. Cela fait partie du jeu afin de pénétrer dans l'ambiance de la mine.

Après un parcours de 600 m à travers le labyrinthe, commence un nouveau monde : c'est le royaume des enfants, des poètes, des historiens, des géologues. Dans le chaos des schistes abattus, des pinceaux de lumière traquent et animent des petits hommes, solides, rudes et l'esprit le moins imaginatif se heurte à une armée de fantômes. Cette visite du fond, est sans doute l'expérience la plus originale proposée aux visiteurs.

L'ouverture de la mine a eu lieu le 23 mai 1991. Le bilan de la première saison d'exploitation est plus que positif. On espérait atteindre 30 000 visites en fin de saison afin d'équilibrer les comptes, ce fut un succès dépassant les espérances. Le 13 août, on fêtait la 50 000e visiteuse et l'année se clôturait le 30 novembre avec plus de 86 000 visiteurs.

La mine bleue est un produit unique en France qui mêle à la fois le tourisme culturel et le tourisme industriel. Un bel exemple de reconversion qui suscite aujourd'hui un réel engouement.

12 février 1992 au cours de la révision annuelle, on procède à l'échange des rouleaux.

La crémaillère de la Rhune

Les travaux commencent la même année, mais la guerre de 1914 arrive et ils sont arrêtés alors que 2300 m de voie sont posés jusqu'à Trois Fontaines (altitude 556 m). En 1919, les travaux reprennent lentement et la ligne finit par être inaugurée le 30 juin 1924. Toutefois, le public a déjà été admis depuis le 24 avril avec l'ouverture de la section Col de Saint-Ignace-Trois Fontaines ; l'accès au sommet a lieu le 1er juillet. L'écartement d'un mètre a été retenu pour la voie et le rayon des courbes n'est pas inférieur à 80 m. La crémaillère est du type Strub et la rampe maximale est de 250 ‰. Pour la traction, on a choisi d'électrifier la ligne en courant triphasé 3000 V - 25 Hz provenant de l'usine hydro-électrique de Licq-Atherey du chemin de fer du Midi. En 1929, par mesure d'unification du réseau général électrique, la fréquence du courant est portée à 50 Hz. Les trois locomotives sont d'origine suisse. Construites par Brown-Boveri du type Bo, elles développent 320 CV et pèsent 17 tonnes ; la caisse est en bois verni. Le matériel remorqué, également à caisse en bois, forme avec les motrices des trains esthétiquement homogènes. Les cinq voitures, construites par Soulé à Bagnères-de-Bigorre, pèsent 7 tonnes. Les baies ne sont pas munies de glace mais d'un rideau. Malgré l'intérêt touristique de la Rhune, le trafic est assez faible au début, pour ce chemin de fer qui a son départ en montagne loin de tout. L'arrivée de la ligne de tramway VFDM en 1924 venant de Saint-Jean-de-Luz avec 13 aller-retours change les choses. Toutefois, avec le succès de la voiture particulière, ce tramway doit cesser son exploitation en 1936.

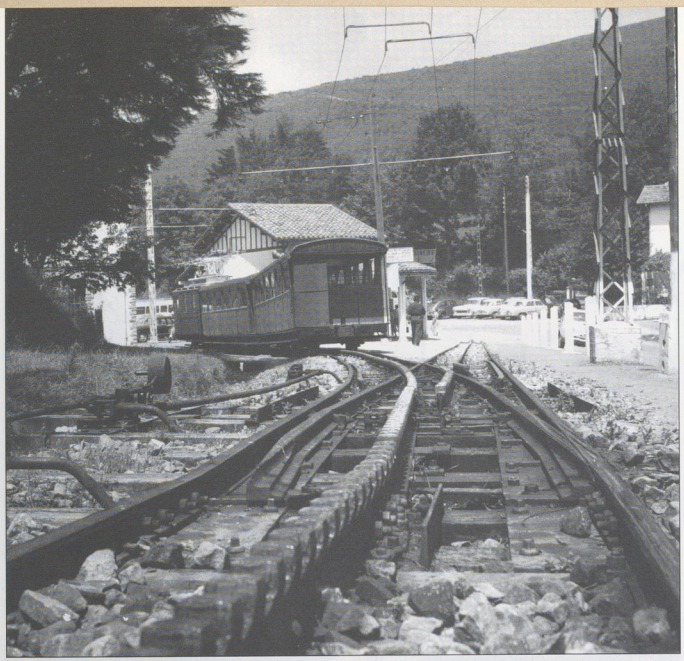
La Rhune accuse alors une perte sérieuse de trafic et, à la demande du chemin de fer à crémaillère de Superbagnères, elle cède une locomotive ; puis le trafic devient pratiquement nul entre 1940-1944. Avec le retour de la paix et de la prospérité, en 1951, il est dénombré 25000 touristes pour le seul mois d'août. Le succès ne cesse de grandir avec 120000 voyageurs pour l'année 1970 pour dépasser la barre des 200000 pour 1980. Afin de remplir leur mission, les VFDM rachètent les locomotives de la crémaillère de Superbagnères qui a cessé son exploitation entre temps. Avec un parc de cinq locomotives et une de réserve, il est possible de composer quatre rames de deux voitures en exploitation. Mais en 1984, les motrices ont 60 ans et, vieillissant, elles ont besoin d'une remise à neuf. C'est aux ateliers SNCF de Bordeaux qu'elles sont confiées, les unes après les autres, à partir de 1984.

Dire que la vie de cette ligne fut comme un long fleuve tranquille serait faux. Le 6 juillet 1976 à 11 heures, des pluies diluviennes tombent sur la Rhune et transforment la voie en torrent, arrachant le ballast, la recouvrant de blocs de rochers et de boue sur deux km,

La Rhune étant un centre d'attrait touristique, en 1908, un projet de chemin de fer naît. Après plusieurs études contradictoires, il est retenu un tracé de 4,20 km partant du col de Saint-Ignace (alt. 169 m) à la Rhune qui est déclaré d'utilité publique le 12 juillet 1912 au bénéfice des VFDM (Voies Ferrées Départementales du Midi).

Septembre 1951, arrivée d'un train au sommet.

soit 50 % de la ligne. Certaines personnalités en profitent immédiatement pour demander la suppression du chemin de fer au profit d'une route. Mais les VFDM réagissent rapidement et le 14 juillet le trafic est rétabli ; l'alerte a été rude. En 1980, afin d'améliorer les rotations, l'évitement des Trois Fontaines, qui n'est pas situé au milieu du parcours, est déplacé vers le bas de 400 m et le terminus supérieur est remanié. Puis, en juillet, par décret ministériel, le site de la Rhune est classé et le projet de route côté français est définitivement abandonné. Ce petit train de bois verni a maintenant 70 ans et continue son service, véritable défi au temps...

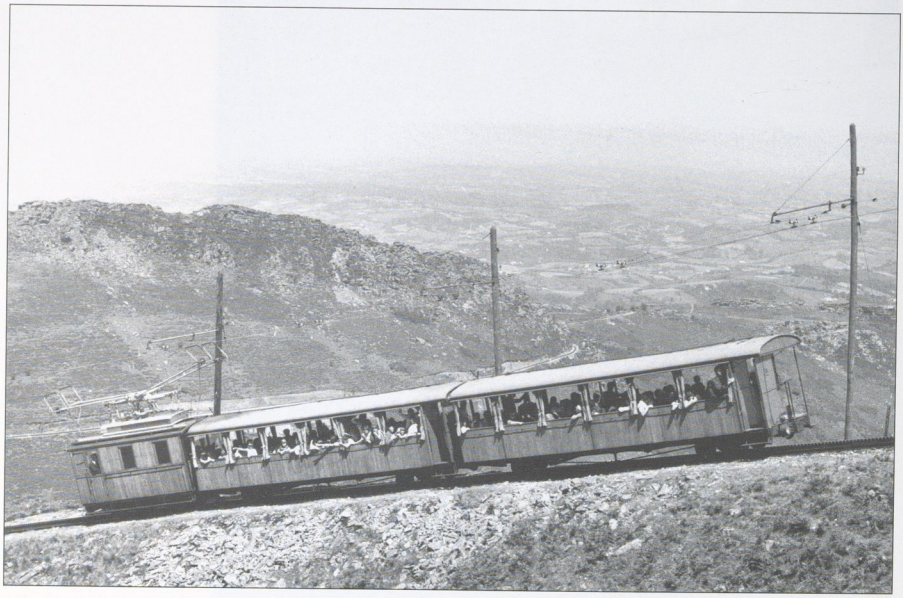


Aiguillage avec crémaillère Strub à la gare inférieure.

1974, train décoré lors des fêtes du cinquantenaire.

La motrice n° 2 un peu après le départ de la gare basse - juillet 1980.

La motrice n° 1 approche du sommet - juillet 1980.



Le funiculaire de Pau

La ville de Pau se dote d'un réseau de tramways le 11 novembre 1900 qui fonctionnera jusqu'en 1929. Alors que l'on débat du projet de tramways en 1896, l'idée de créer un funiculaire reliant la gare à la ville, située 35 m plus haut, est proposée.

Cette idée ne va pas à l'encontre du tramway qui doit avoir aussi une ligne gare-La Halle par le lycée et le parc, chacun se tournant le dos dès le départ. Ce projet prévoyant un funiculaire à contrepoids d'eau avec un bassin de 400 m^3 à la station haute, provoque les protestations de riverains et est rejeté.

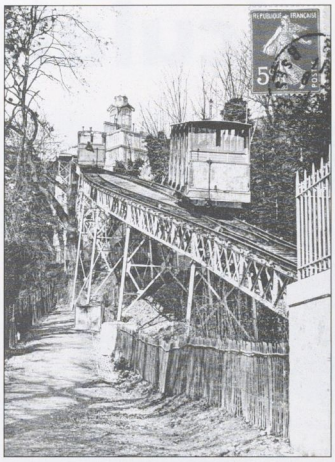
Quelques années après, M. Bonnamy, entrepreneur à Bordeaux, présente un deuxième projet de funiculaire qui peut être mû par contrepoids d'eau ou à l'électricité, mais cette fois, c'est l'Hôtel de France qui met son veto. M. Bonnamy ne se décourage pas et propose un troisième projet qui est adopté en mars 1905.

Afin de ne pas couper la perspective de la place Royale, principale objection, la station supérieure à la cote 206 est conçue sans abri, le funiculaire arrivant directement sur une passerelle métallique. La station inférieure à la cote 180 est constituée par un joli bâtiment octogonal, puis la ligne longue de 103 m entièrement établie sur un viaduc métallique monte avec une rampe maximum de 300 ‰. le viaduc est élargi en son centre pour l'aménagement du point de croisement ; il est constitué de neuf pylônes qui ne dépassent pas 10 m de haut. Les deux voitures, larges de 2,46 m et longues de 7,60 m en bois de teck verni, ont une capacité de 30 personnes.

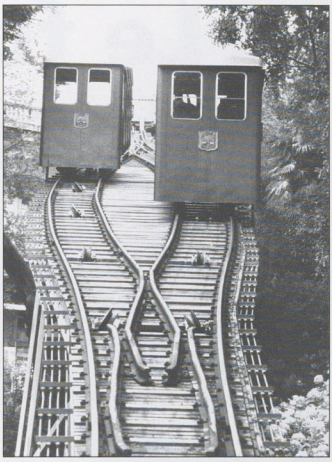
La date d'ouverture reste une énigme, les fiches techniques officielles indiquant une mise en service en octobre 1905, pour d'autres "dès 1907 une machinerie suisse de De Roll commençait à hisser les voyageurs au prix de cinq sous le parcours", enfin la date du 15 février 1908 est citée. Il est certain que le funiculaire est en service en 1908 et transporte 244 601 voyageurs. Toutefois, il semble que M. Bonnamy attendait un meilleur rendement de son funiculaire, car le 15 février 1923, le funiculaire est vendu aux enchères publiques pour la somme de 81 000 francs à M. André Guanino. L'exploitation reprend après la remise en état du matériel sous le nom de société nouvelle du funiculaire électrique de Pau". Pendant la deuxième guerre, la gare inférieure est restaurée, puis la réfection des caisses des voitures est entreprise ; enfin c'est le tour de la salle des machines et le changement du câble. En 1952, nouvelles difficultés, le funiculaire s'arrête deux ans. Le Conseil municipal relance l'affaire sous l'impulsion de Pierre Merillon et le funiculaire redémarre au son de la trompe du wagonnier donnant le départ. Mais les réparations deviennent urgentes : en 1961, les voitures de bois crissent de façon inquiétante, l'eau s'infiltre... La ville vote un crédit pour le remplacement des deux voitures. La commande est passée aux usines Soulé, à Bagnères-de-Bigorre qui four-

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

Vers 1914, le funiculaire dans un cadre champêtre.



A droite, dans leurs livrées toutes récentes en août 1978, les voitures sur l'évitement.



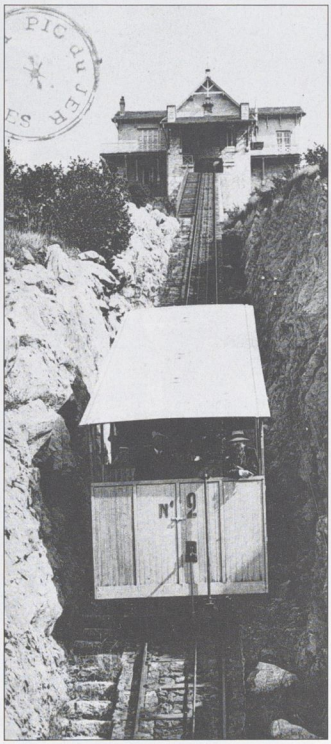
Tout invite au voyage, mais les départs sont parfois précédés d'un adieu.

nissent deux voitures en tôle galvanisée. Les années passent et à nouveau, le funiculaire s'arrête, définitivement ? Non. La ville restaure l'ancien quartier de la place de la Monnaie et décide de faire revivre une fois de plus le funiculaire. La charpente métallique est entièrement reconstruite, les voitures restaurées, rails, machineries, bâtiments, tout est refait et le 16 février 1978, le funiculaire est inauguré et au coup de trompe il repart, en 1991 il a transporté 542 000 voyageurs.

Le funiculaire est juste en face de la gare de Pau, il est gratuit et vous élève de 32 m et là, on découvre 100 km de montagne, et le Pic du Midi d'Anie que les Basques baptisent de "Yauna Gorria", le lieu de séjour du diable...

Le funiculaire du Pic du Jer

Avant le funiculaire, l'ascension par des sentiers de chèvres qui montent à 950 m demande une heure et demie pour les plus sportifs. Du haut de ce belvédère, la vue s'étend de la chaîne des Pyrénées aux plaines de la Bigorre et du Béarn. L'établissement du funiculaire nécessite la réalisation de plusieurs ouvrages d'art. La ligne en voie d'un mètre commence sous les frondaisons, puis après un premier tunnel de 75 mètres en rampe de 430 ‰, elle passe un viaduc long de 117 mètres et haut de 25 mètres. C'est sur cet ouvrage que s'effectue le croisement des deux voitures. La végétation se fait plus rare et une tranchée de 10 mètres de profondeur dans la pierre blanche est suivie d'un deuxième tunnel de 65 mètres en rampe de 450 ‰. L'arrivée à la station supérieure est précédée d'un petit viaduc à six arches en rampe de 560 ‰. La station inférieure est située à l'altitude de 405 mètres et sur une longueur de 1.100 mètres, la ligne rachète une dénivellation de 472 mètres. A la station supérieure, la machinerie est équipée d'un moteur de 80 cv alimenté en courant alternatif triphasé de 3 500 V depuis la centrale hydraulique établie sur le Gave de Pau à 500 mètres de la station inférieure. La machinerie d'entraînement est constituée par une poulie motrice de trois mètres de diamètre, actionnée par l'arbre d'un réducteur de vitesse. La jante spéciale comporte 72 pinces régulièrement disposées sur le pourtour, des ressorts les ouvrant lorsqu'elles ne sont pas en charge.



La voiture n° 2 dans la tranchée supérieure.

En 1858, les apparitions mariales à Bernadette Soubirous vont entraîner une venue de pèlerins dès que l'évêché de Tarbes décide la construction d'une basilique. Le chemin de fer arrive à Lourdes le 9 avril 1866 et l'affluence des pèlerins ne cessera de grandir. Il est alors naturel de mettre en valeur le potentiel touristique de la région et l'idée de la construction d'un funiculaire reliant le sommet du Pic du Jer, situé en face de Lourdes est retenue. Il est inauguré le 16 juin 1900.

Vers 1920, vue générale du Pic du Jer.

La voiture n° 1 descend dans les années 50. Au fond l'usine hydro-électrique du funiculaire.

Les voitures en alliage léger de 1953.

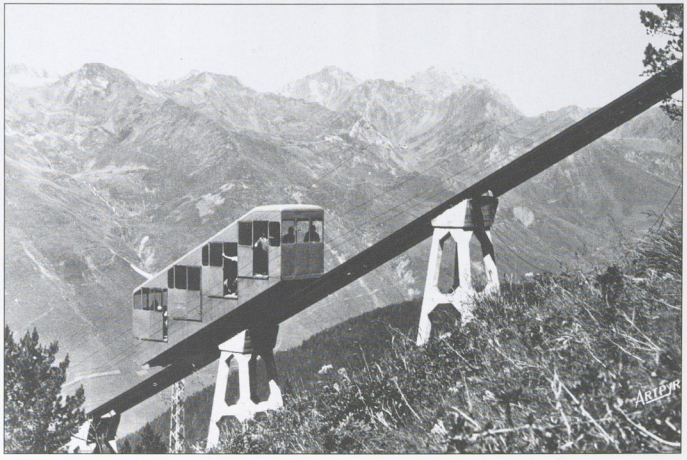
La mise en marche tend le câble et sa tension exerce une force radiale. Les pinces glissent alors que des plans inclinés se ferment sur le câble. Les pinces s'usent plus que le câble, mais elles sont facilement remplaçables.

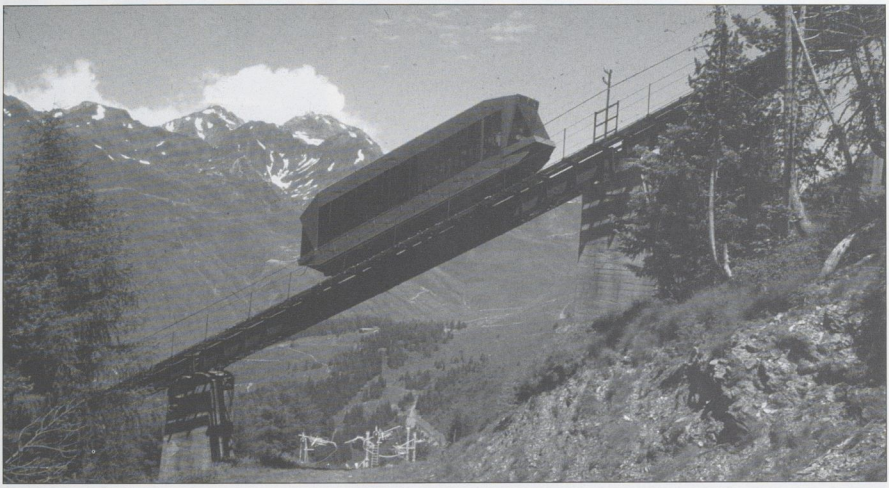
La machinerie modernisée en 1953 permet une vitesse de 3,2 m/s et le temps de parcours est ramené de 12 à 6 minutes. Les voitures à l'origine sont à cinq compartiments étagés ; seul le compartiment central est fermé. Les caisses en bois verni font place en 1953 à des voitures en alliage léger d'une capacité de 80 personnes. En 1899, Lourdes s'équipe d'un réseau de tramways électriques, une ligne dessert le funiculaire, mais en 1930, ce réseau saisonnier est remplacé par de petits autobus Citroën blancs et bleus à plates-formes arrières qui s'arrêtent à leur tour dans les années 1950. Le funiculaire est toujours en service.

Le funiculaire de Barèges

A 1250 mètres d'altitude, Barèges bénéficie d'un enneigement régulier de décembre à avril. C'est sur le versant Nord que se trouve le plateau de Lienz et le Dôme de l'Ayré. Le premier funiculaire de Barèges est construit en 1935. D'une longueur de 1100 mètres et d'une dénivellation de 350 mètres, il monte au plateau de Lienz d'où sa dénomination "funiculaire de Lienz"; dépourvu d'évitement, il ne comporte qu'une voiture.

En 1947, l'EDF, entreprenant d'importants travaux en haute montagne, décide avec l'accord de la municipalité de financer l'allongement du funiculaire jusqu'au Pic de l'Ayré à 2005 mètres d'altitude. Cette section nécessite la construction d'un viaduc, d'un point de croisement, d'un tunnel de 150 mètres en fin de parcours et d'une nouvelle gare supérieure avec sa machinerie, ainsi qu'un bar-restaurant pour accueillir les touristes. Reconstruit, ce funiculaire devient le plus long de France (à cette époque) avec ses 1850 mètres. La pente maximum est de 570 ‰ et sa dénivellation 768 mètres. Cette deuxième partie est achevée le 26 janvier 1949. Il entre en service, après les essais, le 4 mars 1949. Son matériel roulant sort de l'ordinaire avec deux voitures différentes. Une voiture est réservée uniquement pour le transport des voyageurs avec 60 places alors que l'autre possède une carrosserie amovible. Ainsi, en semaine, la deuxième voiture transporte les matériaux EDF pour le chantier de La Glaire. Mais le samedi et le dimanche, elle reçoit sa carrosserie pour le transport des skieurs qui sont nombreux. La durée du parcours jusqu'à Ayré est de 22 à 25 minutes suivant le temps mis pour la desserte de l'ancienne station de Lienz qui nécessite deux arrêts, car elle n'est pas au





Préfigurant l'esthétique de Funival, la voiture de Barèges en 1988.

milieu du parcours. La vitesse est de 2,50 mètres par seconde, soit 9 km/h.

Les voitures sont équipées d'un frein à machoires qui reste ouvert tant que la tension du câble reste suffisante. Mais avec les variations de pentes, ou la neige qui peut faire obstacle, il a été nécessaire d'accrocher un deuxième câble qui passe sous les voitures et reçoit sa tension depuis la station inférieure. Ainsi on peut toujours voir un câble sur les poulies quelque soit la position des voitures.

Pour éviter la neige, en particulier dans la partie supérieure, la ligne est établie en grande partie sur viaduc et pour les parties au sol, voir légèrement en tranchée, des pare-neige ont été réalisés.

En 1977, afin d'augmenter la capacité des voitures, les châssis sont allongés et reçoivent une carrosserie ultra moderne, portant la capacité de 60 à 80 voyageurs.

Après la saison d'été de 1990, le funiculaire est arrêté. Les services techniques demandent la confortation de certains piliers du viaduc. La commune n'ayant, à l'été 1992, toujours pas pu réunir les fonds nécessaires, l'installation reste à ce jour hors service.

Transport de parpaings pour l'EDF en 1963, sur le wagon de service.

Page de gauche, 1950, heureuse époque où les sécurités ne bloquaient pas les portes et permettaient de jouir pleinement du voyage.

Le funiculaire de la Chaumière

Dominant Luchon depuis 1860, le restaurant La Chaumière est le but d'une excursion gastronomique, rompant avec les hôtels des thermes. En 1894, MM. Jardy et Dardenne décident de remplacer La Chaumière par un bâtiment que l'on compare à un palais des Mille et Une Nuit, lieu de rendez-vous qui défraie la chronique de l'époque. Pour favoriser la desserte de cet établissement, un funiculaire entre en service le 14 juillet 1894.

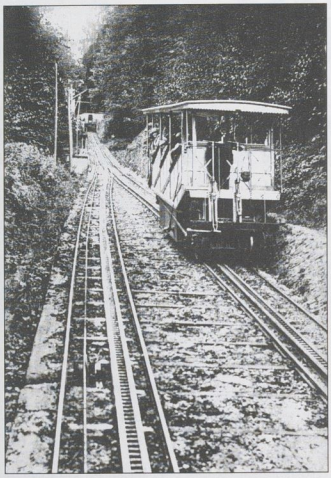
Partant du Parc des Quinquonces, le funiculaire est vite "pris d'assaut par une nombreuse et élégante société qui éprouve le plus grand plaisir d'ascensionner".

La ligne a une longueur de 270 mètres et monte en rampe de 700 ‰ et rachète une dénivellation de 150 mètres. La voie à l'écartement d'un mètre est montée sur traverses métalliques ; une crémaillère Riggenbach assure la sécurité des voitures. La disposition de la voie est assez rare. Elle est constituée par quatre files de rails imbriqués régnant sur la longueur de la ligne, ne se séparant qu'à l'évitement. Les voitures à trois étages ne sont fermées que par un auvent. Ce funiculaire fonctionne à contrepoids d'eau et va effectuer pendant 60 ans son va-et-vient. Mais faute d'investissement et d'entretien, l'exploitation est arrêtée.

Il est décidé de remplacer les lourdes voitures par une sorte de baquet attaché à un câble sans fin mû par un moteur électrique. Exploitation très rudimentaire qui débute en 1955. En 1970, le mur de soutènement de l'hôtel s'effondre et un incendie se déclare peu après, ce qui ruine l'attraction touristique.

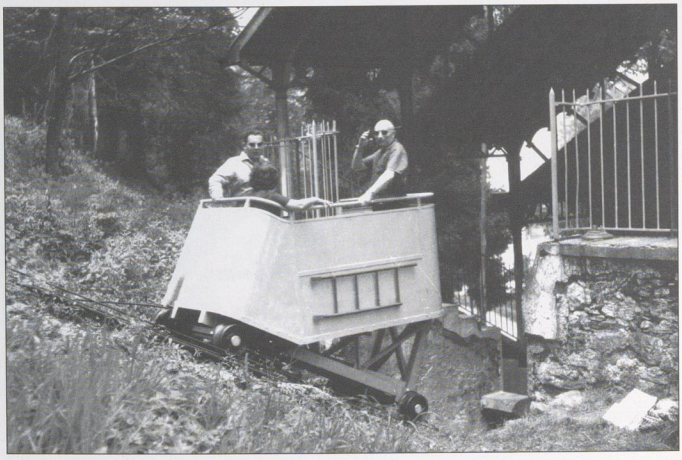
Dès lors, le funiculaire s'immobilise définitivement.

Les cabriolets transportaient les voyageurs qui allaient déjeuner amoureusement là-haut.



Ci-dessus, sur les sections de lignes communes on avait adopté la disposition de quatre files de rail et une seule crémaillère.

Avec le remplacement des voitures par deux baquets, on espérait sauver le funiculaire, il n'en fut rien.



Les curieux baquets de Charlannes qui rappellent ceux de la Cure d'Air à Nancy.

La crémaillère de Superbagnères

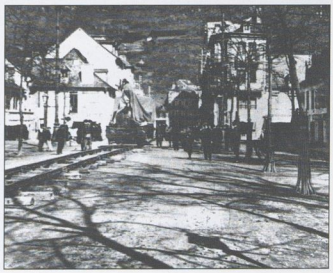
C'est vers 1909 que Luchon devient vraiment une station de sport d'hiver. Mais il est nécessaire de promouvoir un système mécanique d'ascension, funiculaire ou crémaillère, afin de faciliter la nouvelle et récente pratique du ski. Les yeux se tournent vers le plateau de Superbagnères, qui domine à 1 800 mètres et reçoit généralement un enneigement généreux.

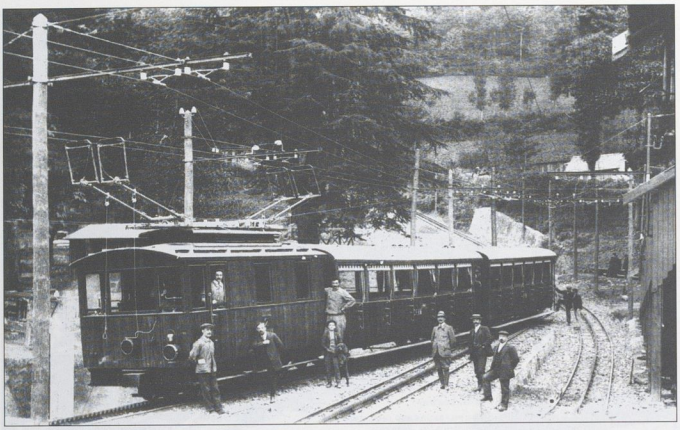
Le tourisme dans les Pyrénées doit une grande part de son essor grâce à l'arrivée du chemin de fer du Midi, mais aussi de Jean Paul, chef d'exploitation de cette compagnie à l'âge de 41 ans. Jean Paul est le pionnier de l'électrification du Midi. Remplacer la houille noire par de la houille blanche demande une bonne connaissance de la montagne, afin de déterminer les sites de production électrique. Jean Paul connaît les Pyrénées, car il aime la montagne.

En 1910, il termine le Grand Hôtel de Font-Romeu. Son but, ravir une partie de la clientèle des grands hôtels suisses en Engadine au Tyrol. Il envisage la construction d'un hôtel à Superbagnères, à Luchon et à la Rhune. Pour cela, il crée la Société des Chemins de Fer et Hôtels de Montagne des Pyrénées (CFHMP), filiale de la Compagnie des Chemins de Fer du Midi. L'hôtel-paquebot de Superbagnères, à la cote 1 800, est sur un plateau dont les pentes boisées et abruptes dominent Luchon. Reste à accéder facilement au plateau. La première idée prévoit le prolongement du funiculaire de la Chaumière jusqu'au plateau, mais la dénivellation de 1 170 mètres est un obstacle. Le second projet envisage d'utiliser un funiculaire, puis, partant de la gare supérieure, un tramway avec des sections en crémaillère, monte au plateau en passant par la vallée du Lys. Alors qu'une ligne entièrement à crémaillère est finalement adoptée, l'incendie de l'Hôtel du Parc, au cœur de Luchon, rend libre un grand terrain. La Compagnie s'empresse de l'acheter pour établir la gare de départ. Après une dernière hésitation entre le tracé par la vallée du Lys et le tracé en "Z" par les granges de Gouron, c'est le dernier site qui est adopté. Les travaux commencent le 15 juillet 1911. La construction va très vite, aidée en cela par le funiculaire de La Chaumière qui a sa gare supérieure très proche de la ligne. Cette situation permet d'attaquer la ligne en deux endroits simultanément. Onze mois plus tard, les 5 500 mètres de la ligne sont terminés.

L'inauguration a lieu le samedi 17 août 1912 par un temps exceptionnel. Le train part à 14 heures, superbement orné de drapeaux tricolores. A son bord, ont pris place MM. Tes-

Document rare, au cours de l'hiver 1911/12, une locomotive arrive en renfort pour la construction de la ligne.

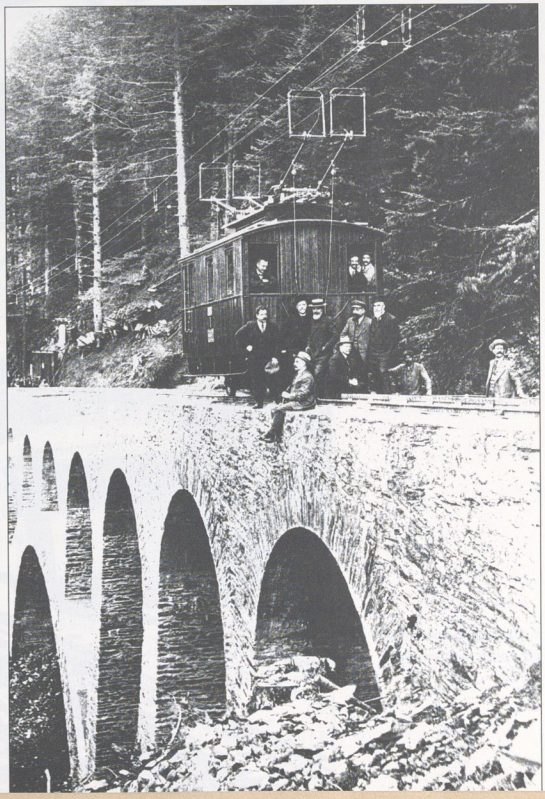




Au début de l'été 1912, train d'essai en gare de Luchon.

Lors de la réception de la crémaillère en présence de M. Paul (en canotier) arrêt sur le viaduc du Mail Trinquat.

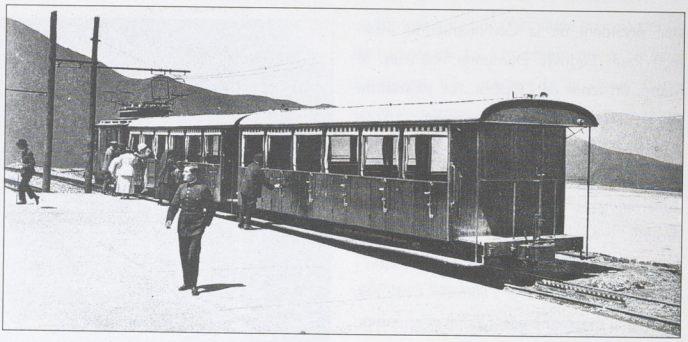
sier, président de la Compagnie du Midi, Jean Paul, Ludovic Dardenne financier, le Maire, un ténor de l'Opéra... Le journaliste Reynis célèbre ainsi l'événement : "*Nous allons nous approcher de toutes les beautés de la montagne grâce au chemin de fer de Superbagnères qui aiguille Luchon vers le progrès... Nous montons désormais sans fatigue, emportés par l'étincelle électrique*". La ligne commence à l'altitude 630, elle attaque la montagne par le flanc et en rampe moyenne de 210 ‰ monte en corniche au-dessus de la Chaumière. Après l'évitement de Soulan, elle tourne en un court lacet et traverse en viaduc le ravin du Mail-Trinquat, puis contournant la montagne par le Nord, elle dessert les haltes de Mi-Sahage (1 200 m), Artigue-Ardoune (1 430 m) et Fontaine-Broucas (1 650 m) avant d'atteindre le Grand Hôtel. La longueur de la ligne est de 5 600 mètres et la rampe maxi 250 ‰. la voie à l'écartement d'un mètre est posée sur traverses métalliques. Au centre, court une crémaillère Strub. La Compagnie du Midi a



Non munie de ses archets, une motrice tirée par une chaîne prend possession de sa ligne après avoir traversé le bâtiment voyageur.

98. LUCHON (Haute-Garonne)
Chemin de fer a Crémaillère de Superbagnères (alt 1800 m.).
Premier essai de la motrice, les administrateurs, les ingénieurs.

Superbagnères : à la Belle Epoque. Arrivée d'un train à l'hôtel.



A Luchon, la crémaillère vit un de ses derniers hivers.

En plein hiver, une rame arrive aux pelouses de Superbagnères.

électrifié la ligne en triphasé 3000 V, le courant étant fourni par la centrale du Pont de Mousquères. Le parc moteur est constitué de quatre motrices Brown-Boveri équipées de deux moteurs de 160 CV ; en 1938, une motrice de la Rhune vient renforcer l'effectif. Le parc comprend huit voitures à bogies, quatre wagons plats, un fourgon et un chasse-neige à étrave. En 1956, la CFHMP prévoit l'achat de quatre automotrices Winterthur, mais c'est sans compter avec la construction d'une route qui monte au plateau en 1961 concurrençant le chemin de fer. Le trafic chute de 24000 voyageurs à 14000 voyageurs. En 1963, la suppression est décidée et le dernier voyage a lieu à la fin des vacances de février 1966. Après la fermeture, la Rhune achète deux voitures et deux motrices dont celle qu'elle a vendue en 1938, un amateur achète deux wagons de marchandises pour sa propriété de Jarnac, puis, en 1979, les deux dernières motrices prennent aussi le chemin de la Rhune. En février 1982, la gare de Luchon est démolie pour faire place à un ensemble immobilier. Ainsi a disparu cette crémaillère.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

Le funiculaire du Lac D'Oô

Pour satisfaire les besoins en énergie électrique de la région de Luchon, la Compagnie d'électricité industrielle décide l'aménagement d'une centrale sur la Neste d'Oô, à la sortie de Bagnères-de-Luchon ; les travaux sont entrepris au cours de la guerre 1914-1918 et sont terminés en mai 1921. Pour l'acheminement des matériaux et équipements, un funiculaire est construit.

C'est au lac d'Oô à 1 507 mètres d'altitude que l'on va chercher l'eau. Puis par une longue galerie et par un conduit bétonné en pente moyenne de 3 ‰, l'eau est amenée à la verticale de l'usine. Ce conduit de 10 550 mètres, d'un diamètre de 1,70 mètre, ramasse au passage les eaux du Labach et du Gourron. L'arrivée de ces eaux se fait à 1 433 mètres où se trouve la chambre des vannes de tête des trois conduites forcées. Juste un peu en dessous, à la cote 1 380, passe le chemin de fer de Superbagnères. Après la cote 1 430 est aménagée une halte qui permet le transport du personnel et des matériaux nécessaires à la construction. Reste à aménager les conduites forcées. Les conduites 1 et 2 d'un diamètre intérieur de 0,64 à 0,70 mètre sont réalisées par Bouchayer-Viallet en 1920, une troisième conduite de 0,80 à 1,10 mètre est réalisée en 1930. La hauteur de la chute est de 786 mètres sur une distance de 1 600 mètres entre la prise d'eau et l'usine. La puissance maximale possible est de 28 MW.

La pose des conduites forcées a été facilitée par la réalisation d'un funiculaire longeant les conduites. Réalisé avant 1920, il a disparu il y a quelques décennies, et il ne reste que peu de renseignements. Ce funiculaire, à voie unique à l'écartement d'un mètre et sans croisement, a été réalisé par Berne. Il prend naissance au pied de l'usine du lac d'Oô, et le transfert de matériel entre la route départementale 618 et le funiculaire était facilité par sa position inférieure. La pente moyenne est de 491 ‰ avec une maximale de 780 ‰ pour une longueur développée de 1 820 mètres, la station supérieure étant aménagée pour recevoir un treuil.

La pièce principale du treuil est un grand tambour de 2 mètres de diamètre et 2,145 mètres de largeur. Il comporte des gorges travaillées pour l'enroulement du câble de 1 820 mètres d'un diamètre de 33 mm. Un appareil automatique pour le guidage du câble permet d'obtenir un enroulement aussi correct que possible. La sécurité est assurée par trois freins :

- un frein à main avec sabots agissant sur le premier arbre intermédiaire et commandé par le machiniste ;
- un frein automatique à ruban agissant directement sur le tambour. Il agit dès que la vitesse de 1,2 m/s est dépassée de 20 % ;
- un frein à sabots agissant sur l'arbre moteur à chaque interruption de courant.

Un indicateur montre la position de la voiture sur la voie. Il actionne un contact électrique qui donne un signal au machiniste à l'approche de la voiture des terminus. Le machiniste par une touche met hors service l'arrêt de fin de course et reprend la com-

La crémaillère de Superbagnères a disparu. Le funiculaire d'Oô a disparu. Ils sont déjà entrés dans la légende.

Face à l'usine d'Oô, l'arrivée du funiculaire en août 1991.

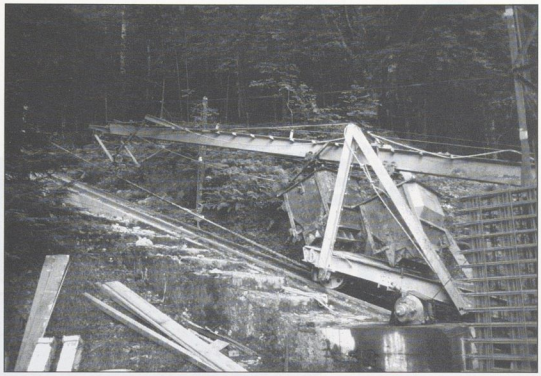
mande. Si par contre le machiniste n'est pas à son poste, le treuil est arrêté automatiquement alors que la voiture est à quelques mètres du terminus. Le treuil a été réalisé avec une force de traction de 11 000 kg et la puissance du moteur installé est de 120 CV. La voiture, d'un poids de 2700 kg, peut recevoir une charge de 8000 kg. La vitesse de déplacement en rampe de 780 ‰ est de 0,75 m/s, soit 2700 m/h. Une seconde vitesse de 1,2 m/s est prévue, pour les charges réduites jusqu'à 2500 kg.

Le funiculaire de Lys-Prat-Long

Partant de Bagnères-de-Luchon par la CD 46, il faut aller plein Sud vers la frontière espagnole pour trouver, la centrale du Portillon. La chute du Portillon fait partie du grand programme hydro-électrique entrepris en 1938 par l'industrie électrique française. L'usine est mise en service en septembre 1941 avec une partie du captage prévu. Ces travaux se poursuivront jusqu'aux années 50. Pour le montage de la conduite forcée, on fait appel à un funiculaire.

Cet aménagement est particulièrement intéressant, car il comporte deux chutes de très grande hauteur 1 400 et 1 106 mètres qui utilisent toutes deux le même équipement électro-mécanique. La chute de 1 400 mètres utilise les eaux des lacs Portillon et Glacé aménagés en réservoirs saisonniers et la partie des eaux du Lys et de l'Houradade refoulée dans le lac du Portillon. Le coefficient énergétique est de 3 kWh/m3. Cette chute produit en moyenne 33,7 millions de kWh par an. La chute de 1 106 mètres utilise une partie des eaux des bassins supérieurs du Lys et de l'Houradade avec le lac Bleu et Gravoués aménagés en réservoir journalier. Le coefficient énergétique est de 2,35 kWh/m3. Cette chute produit 50,1 millions de kWh par an. Le refoulement de l'eau sur 294 mètres en provenance du Lys et de l'Houradade vers le lac du Portillon demande 1 kWh/m3. Malgré une consommation de 8 millions de kWh pour le refoulement de l'eau, le gain est de 5,2 millions de kWh. Cet ensemble produit au total 89 millions de kWh par an.

Les eaux collectées dans la partie supérieure sont amenées à travers la montagne par des galeries de 3,2 m2 de section ou par des canaux de drainage, suivant les courbes de niveau, avec une pente de 5 ‰. Cet ensemble aboutit à la tête de conduite forcée dont les premiers éléments comportent deux vannes papillons de sécurité, disposées en série. La conduite forcée descend avec un profil économique, puisque la longueur développée est de 2 640 mètres pour une différence de 1 329 mètres, soit une pente moyenne de 590 ‰. Son diamètre décroît à mesure que l'eau s'accélère, de 1,20 mètre en haut à 0,85 mètre en bas. Etant donné la pression formidable atteinte dans la partie basse de la conduite : 140 kg par cm^2 + 10 % pour les coups de bélier, seule la partie supérieure dans les premiers 500 mètres est constituée par des tuyaux lisses. Ceux-ci sont en acier au chrome-cuivre et l'épaisseur varie de 9 à 21 mm vers le bas. A partir de 500 mètres de hauteur d'eau, la conduite est constituée par des tuyaux auto-frettes. Les viroles sont en acier de 10 à 26 mm d'épaisseur et les frettes de 19 à 42 mm. La conduite d'un poids total de 1 700 tonnes comprend 279 tuyaux d'une longueur de 8 à 12 mètres et d'un poids de 8 tonnes. Pour amener tous ces éléments, les uns au bout des autres, une seule solution un funiculaire longeant au plus près de la conduite forcée. Le montage de la conduite forcée exigeait un engin de transport puissant. En réalité, on a utilisé deux types d'engins. Dans la partie inférieure de la conduite, c'est un funiculaire de 8 tonnes de charge utile, et pour la partie supérieure un téléphérique de 6 tonnes de charge utile qui ont été installés. La station



inférieure du funiculaire est à la cote 1153 mètres. La voie à l'écartement de 80 cm monte en pente douce sur quelques dizaines de mètres, puis brutalement la pente s'accentue. 150 mètres plus loin, la voie pénètre dans un tunnel de 180 mètres de long en rampe 1080 ‰. A la sortie du tunnel, la pente s'adoucit sur une cinquantaine de mètres pour revenir à un profil voisinant les 1000 ‰ sur 150 mètres. Puis de nouveau, la pente s'adoucit sur 50 mètres, enfin une longue rampe de 420 mètres de 890 ‰ suit, elle s'adoucit brusquement sur les 100 derniers mètres avant d'atteindre la station supérieure à 1873 mètres après un parcours de 1200 mètres. Ce profil, très ondulé, présente des raccordements de profils convexes et concaves de 50 à 100 mètres de rayon. Les brusques changements concaves ont pour conséquences de soulever le câble lorsqu'il se tend. Afin de maintenir son soulèvement, dans des limites raisonnables, des chevalets de guidage servent à le retenir. Ils sont munis chacun de quatre poulies porteuses droites montées par paires sur balanciers. A la station supérieure, est installé un treuil Berne très semblable à celui de l'installation d'Oô, décrite précédemment. Toutefois, la puissance installée de 120 CV, permet des vitesses de marche de 0,98 m/s en petite vitesse et de 1,5 m/s en grande vitesse. Le temps de montée est de 14 minutes ou 21 minutes suivant le réducteur utilisé.

La voiture est accrochée à un câble de 34 mm de diamètre, d'un poids total de 5900 kg. La voiture est prévue pour une charge maximum de 10 tonnes, formée principalement par des éléments de conduite forcée d'un diamètre de 1,10 mètre et d'une longueur de 12 mètres au maximum. La voiture est composée d'un cadre en fers profilés monté sur deux essieux avec galets de roulement en acier moulé. Une poutre transversale surélevée forme butoir à la partie inférieure et retient la charge sur la voie en pente. De solides anneaux servent à fixer des chaînes. Les tuyaux reposent directement sur les traverses du châssis spécialement prévues à cet effet et sont retenues par des cales qui peuvent être abaissées lors du chargement ou du déchargement. Sur une longueur de 6 mètres, entre les traverses de supports des tuyaux, le châssis est recouvert par un platelage en bois de 40 mm d'épaisseur. La voiture est pourvue d'un dispositif de blocage à commande à main agissant sur le rail et destiné à l'immobiliser pendant le transfert de matériel. Un dispositif auxiliaire à commande à main sert à empêcher la voiture de se renverser, latéralement lors du chargement des tuyaux.

A gauche, la ligne du Portillon à la sortie supérieure du tunnel. Deux chevalets de guidage du câble ont été installés afin de maintenir le soulèvement du câble dans les limites du raisonnable.

Pour la réfection de la plate-forme au cours de l'été 91, on utilisa un curieux wagon pour transporter le ciment.

Le funiculaire d'Axat

Les Pyrénées regorgent de minerai de fer et depuis longtemps Axat et Quillan sont des lieux d'industrie métallurgique. Les forges de Quillan sont de grandes utilisatrices de bois. La descente de ce dernier vers Axat pour Quillan ne peut se faire qu'au prix d'un long détour. Afin de faciliter le transport des bois coupés, l'étude d'un funiculaire est commandée à M. Martin qui dépose son projet, comprenant quatre variantes de tracé, le 16 octobre 1904.

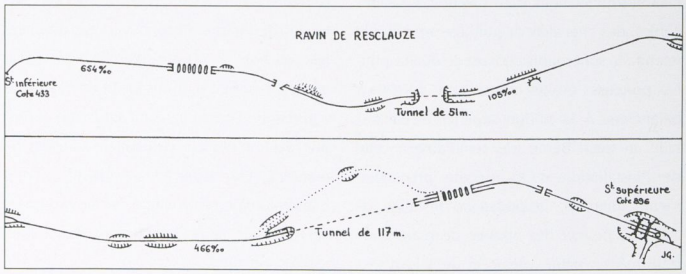
La première étude s'oriente vers un transbordeur aérien, mais il semble que, bien vite, cette idée soit remplacée au profit d'un "plan incliné". Ce premier tracé, dit du Ravin de Sabarac, est quasiment en ligne droite. Il commence plus au Nord du tracé actuel, au débouché du ruisseau de Resclauze dans l'Aude à la cote 425. Mais ce tracé est abandonné à la suite des difficultés d'exécution qu'il présente et des prétentions exorbitantes du propriétaire des terrains traversés à la station inférieure. Finalement, c'est un tracé plus au Sud qui est retenu, alors que l'Aude coule à la cote 430 mètres à la limite d'un pierrier très pentu.

Partant de l'ex-route nationale 117 à la cote 433, la ligne atteint le col de Léon grâce à une rampe de 654 ‰ et un souterrain de 51 mètres. Après 500 mètres de parcours, le profil s'arrondit en rampe de 105 ‰. Le profil se redurcit avec 466 ‰ dans le ravin du Sabarac à la cote 691. Un peu avant l'arrivée, après un parcours de 910 mètres, un deuxième tunnel de 117 mètres est percé. La gare supérieure, dite "Port du Pradel", est atteinte à la cote 896 après 1 224 mètres de ligne.

La voie est posée à l'écartement d'un mètre et comporte un évitement au centre de la ligne. Un état nous apprend que 226 rouleaux supports de câble Von Roll de sept types différents sont installés et que 43 autres rouleaux sont stockés en dépôt.

Il est à noter que le tracé est assez tourmenté. Pour un funiculaire, l'utilisation de courbes et contre-courbes descendant jusqu'à 100 mètres de rayon est exceptionnelle.

Ce tracé difficile a imposé des dispositions pour guider le câble. Afin de soustraire les roues inclinées à gorge à des efforts trop importants, il a été nécessaire d'utiliser des rouleaux verticaux en forme de gibus. Fait rare en France.

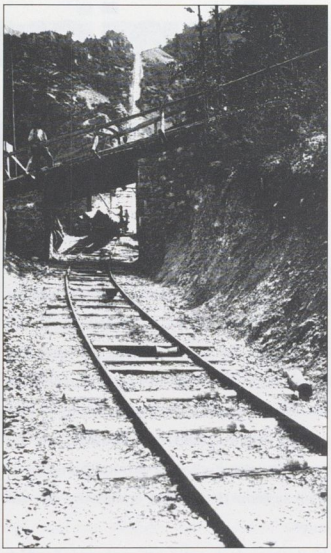


A la station supérieure, deux grandes roues horizontales renvoyaient le câble. Sur l'axe de la roue principale, un renvoi d'angle à pignons coniques avait été monté. Le deuxième pignon, muni d'un embrayage centrifuge, et abandonné aujourd'hui à la station supérieure, était lié par l'intermédiaire d'une poulie plate à un régulateur hydraulique Gerette et Tanfani fabriqué à Milan en 1904. Un frein complétait l'ensemble. La machinerie était donc des plus simples d'autant que le trafic lourd ne s'effectuait que vers la descente, ce qui ne nécessitait pas de force motrice pour actionner le funiculaire. Le wagon descendant étant chargé permettait la remontée du second.

Au Port du Pradel, deux portiques avaient été installés, au-dessus des deux voies de 60 qui encadraient la voie du funiculaire. Ces portiques, constitués de massifs de pierres, supportaient des poutres de pins permettant le transfert des billes de bois sur les trucks du funiculaire.

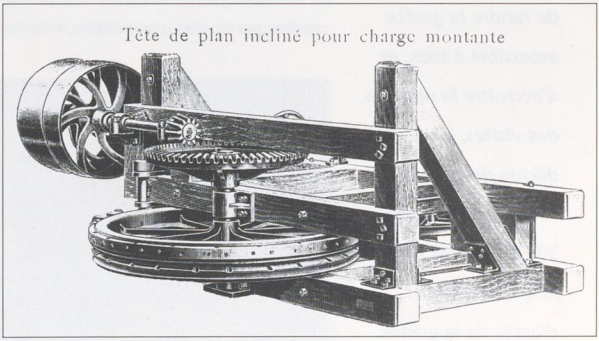
Concernant le réseau à voie de 60, qui devait être étendu, rien ne nous est parvenu. Il devait remonter le ruisseau de Resclauze jusqu'au pied du col d'Al Bouich. Cette hypothèse est renforcée par l'existence d'une route ancienne ayant un profil très régulier et des courbes bien tracées entre l'arrivée du funiculaire au Port du Pradel jusqu'aux Bergeries en dessous du col d'Al Bouich. D'autre part, il est possible de voir des terre-pleins horizontaux à l'arrivée des tirés : descentes de bois, ces terre-pleins constituaient des voies de garages permettant le chargement des billes de bois.

L'activité de ce funiculaire s'étendra des années 1906 aux alentours des années 1920-21, parsemée d'incidents, des déraillements probablement dûs à des chargements mal arrimés.



Terminus du funiculaire le long de l'ex-route N 117.

La machinerie de ce funiculaire automoteur était semblable au matériel Decauville pour plans inclinés sauf que la poulie était accouplée au régulateur hydraulique.



Le funiculaire de L'Aven-Armand

Pour accéder à cette extraordinaire grotte, les touristes étaient obligés de parcourir un couloir souterrain de 200 mètres de longueur, et les marches brisent les jambes des moins robustes. En 1961, afin de rendre la grotte accessible à tous, et d'accroître le nombre des visites, il est décidé de forer un tunnel en pente de 300 ‰, depuis l'entrée jusqu'au niveau d'accès de la grotte. L'intérieur de ce tunnel est équipé d'un funiculaire de 208 mètres de long avec un évitement au centre.

Estimant que du matériel roue-rail serait trop bruyant, et parce que le pneu est très à la mode avec le métro parisien qui transforme peu à peu ses lignes, il est fait appel à la technique des trains guidés sur pneumatiques. Les deux voitures sont fournies par les Transports aériens Monzies et pèsent chacune 4 tonnes. Elles sont équipées de huit roues, quatre à chaque extrémité et munies d'un système de guidage en dessous des voitures.

L'intérieur de la voie est aménagé de deux fosses rectangulaires, chacune étant réservée à une voiture. Au fond des fosses sont ancrées des poulies porte-câbles, sous les voitures, deux roues horizontales, une pour chaque côté prenant appui sur les côtés de la fosse. Cet ensemble est complété avec l'attache du câble de traction. Ce système, un peu rustique, est amplement suffisant pour les vitesses pratiquées. Quatre freins assurent la sécurité dont un à parachute.

Quarante voyageurs peuvent être accueillis par voyage, lequel ne dure que 90 secondes. Le fonctionnement automatique est surveillé depuis la plate-forme supérieure. Ouvert au public en 1963, ce funiculaire poursuit sa ronde en été.

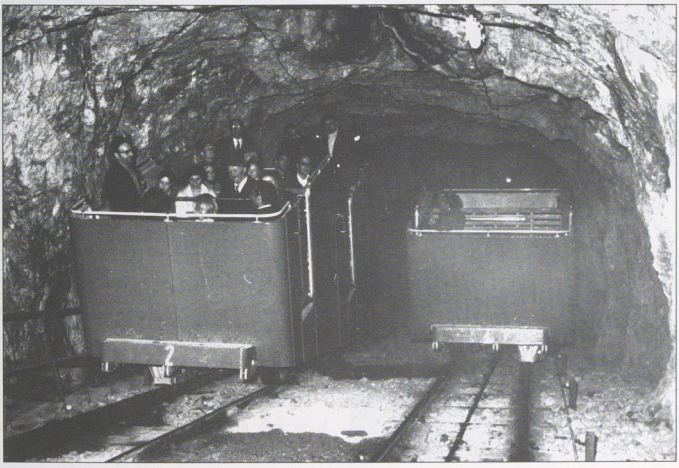
Croisement des voitures, notez les fosses de guidages légèrement désaxées.

Le funiculaire des Demoiselles

La grotte est explorée en 1870 et une description est consignée. D'autres expéditions suivent, puis, en 1897, Edouard Alfred Martel, célèbre spéléologue, atteint pour la première fois le fond de la grotte à 90 mètres. La grotte est aménagée pour le public à partir de 1929, et l'inauguration a lieu en 1931 par le président de la République, Monsieur Gaston Doumergue. Afin de rendre cette visite agréable, un tunnel a été foré, long de 160 mètres, il monte de 51 mètres en rampe de 360 ‰.

La grotte se trouve sous le plateau calcaire et l'accès se fait depuis la base, aussi il est toujours surprenant pour qui visite cette grotte pour la première fois, d'entamer une montée en funiculaire alors que l'on s'attend à descendre dans un abîme. Cette installation, due à la Compagnie Française Heckel, a été plusieurs fois modernisée. Toutefois, les voitures ont gardé leurs aspects de 1930. Pas de toiture, le propriétaire désire que l'on s'habitue doucement à la roche, que l'on prenne conscience du monde souterrain d'autant que de nouvelles stalactites poussent dans ce nouveau monde. Les voitures pèsent 3400 kg et circulent sur une voie unique avec un évitement au centre, l'écartement est de 0,90 mètre, la vitesse maximum est 1,135 m/s. L'arrivée se fait dans une pre-

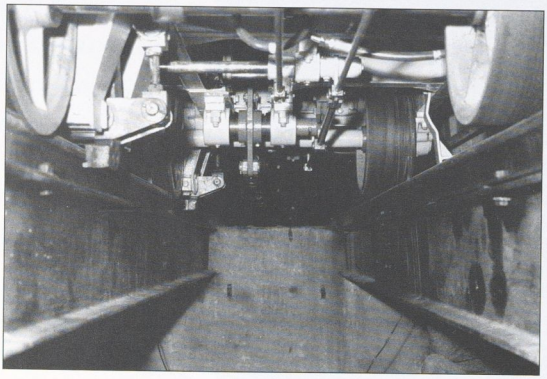
C'est le plus ancien funiculaire de grottes. Il sera imité beaucoup plus tard par l'Aven-Armand et Rocamadour.



Curieuse visite pour une grotte, il faut monter en funiculaire pour y accéder.

L'émerveillement commence dès la gare supérieure lorsque le visiteur découvre les concrétions colorées par les cristaux de calcite.

Cette photographie montre la tringlerie du frein parachute et les plaquettes de serrage sur le champignon du rail alors que le côté droit montre les roues à rouleaux.



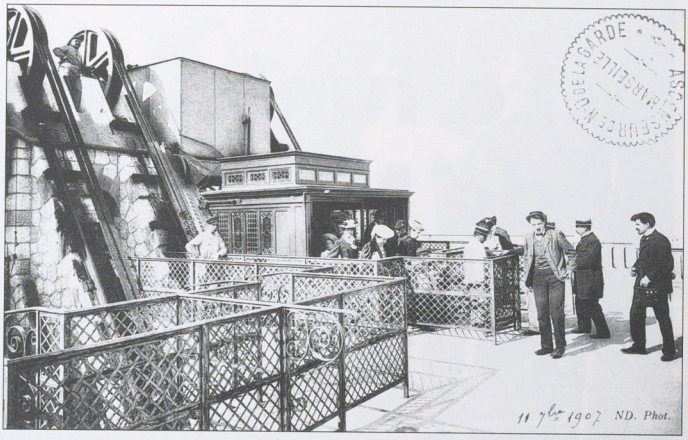
mière salle, résultat d'un effondrement, puis la visite va se poursuivre de merveille en merveille Le Manteau Royal, les Palmiers, la Sorcière, le Pas du Diable, alcôves, crèches, buffet d'orgue. Puis c'est la révélation ! la Vierge à l'enfant, est une réussite de la nature, colossale statue d'une blancheur immaculée. Des couloirs, des escaliers, des balustrades protègent les visiteurs dans leur déambulation le long d'abîme de 60 mètres. Le 24 décembre, la messe de minuit est célébrée aux pieds de la Vierge dans la plus belle cathédrale des abîmes.

Le funiculaire de Notre-Dame-de-la-Garde

Les travaux commencent le 20 janvier 1890 et le 30 juillet 1892, l'installation entre en service. Le lieu retenu pour la construction est une véritable falaise : on bâtit donc une plate-forme en pierres, inclinée à 60°, longue de 84 mètres et pouvant recevoir deux voies larges. En haut, le plateau s'inclinant d'environ 30° afin de permettre un accès aisé de l'esplanade de la Basilique, on trouve un petit viaduc métallique de 100 mètres de long, réalisé par Eiffel et joignant la station supérieure. Celle-ci ne manque pas d'élégance, vue du bas, avec ce double arc de triomphe dans lequel pénètre les voitures avant l'accès à la plate-forme d'arrivée. Il n'y a pas de machinerie, juste un massif de pierres sur lequel reposent deux réservoirs métalliques encadrés par les huit poulies d'arrivée des câbles. Les voitures sont retenues par quatre câbles plats. Cette forme est inusitée. Ils sont composés de 18 aussières accouplées latéralement et chacune est constituée de 32 fils d'acier. Dans le massif de maçonnerie, sous la gare, se trouvent les poulies des renvois. Les voitures ont une capacité d'une trentaine de personnes. Une cabine en bois avec lanterneau ressemble beaucoup aux cabines d'ascenseur et vaut à ce funiculaire d'être connu sous le vocable "d'ascenseur de Notre-Dame-de-la-Garde". Les cabines sont mues par contrepoids d'eau et le freinage à la descente s'effectue sur une crémaillère. La colline n'ayant pas de source pour approvisionner en eau la voiture descendante, il est nécessaire de monter l'eau à la station supérieure par l'intermédiaire de pompes. Dans un hangar, à droite de la station inférieure, deux chaudières primitivement destinées à des torpilleurs, actionnant les pompes à vapeur de 25 CV. A la station supérieure, deux réservoirs de 12 m^3 constituent une réserve d'eau pour six à huit descentes, au cas où les chaudières auraient un moment d'arrêt. Signalons enfin que la gare inférieure a été érigée selon les plans de M. Pelissier. C'est un gracieux édifice à colonnades du style oriental surmonté d'un dôme. Les voitures ont une capacité de 50 personnes chacune. Durant 75 ans, le funiculaire va transporter vingt millions de passagers sans le moindre incident. Puis arrivent les années 60 ; le transport collectif n'a plus le vent en poupe. Le funiculaire monte à la Vierge pour la dernière fois le 11 septembre 1967 à 18 h 30. Sept ans plus tard, en mars 1974, commence la démolition des installations. A la place de la jolie gare inférieure, un

La Basilique Notre-Dame-de-la-Garde a été élevée à Marseille par l'architecte Espérandieu au XIX^e siècle. Au-dessus du rocher se dresse la haute statue dorée de la Vierge chère aux marseillais. Afin de faciliter l'accès à la Basilique, il est envisagé la construction d'un tramway, mais le projet ne voit pas le jour. M. Maslin, ingénieur de la Société des Forges et Chantiers, dépose un projet de funiculaire.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com



A la station supérieure, une cabine dans son état d'origine.

Dans les années 30, l'ascenseur et Notre-Dame de la Garde.

Noël 1962 sous la neige, il était alors possible de faire un aller-retour pour 1,20 F.

Une cabine stationne en bas. Notez la pompe à graisse au premier plan pouvant être raccordée rapidement aux cabines afin d'effectuer un graissage des organes.

ensemble de 110 appartements. Derrière cet immeuble, contre le rocher, les 40 premiers mètres de la plate-forme de pierres subsistent et seront peut-être un jour une énigme pour les archéologues...

ASCENSEURS
DE NOTRE-DAME DE LA GARDE
BOULEVARD NOTRE-DAME
extrémité rue Dragon
MARSEILLE
UN DES
PLUS BEAUX PANORAMAS
DU MONDE
HAUTEUR : 84 MÈTRES
Durée de l'Ascension : 2 minutes.
Départs toutes les 6 minutes.
Omnibus reliant les Ascenseurs
au cours du Chapitre, près la Gare.
PRIX DES PLACES :
Montée : 30 cent. ; Descente : 20 cent.
Montée et Descente : 40 cent.
Du cours du Chapitre à la Vierge,
aller et retour : 60 cent., Omnibus
et Ascenseurs compris.

L'essai Fell-Hanscotte de Cap-Garonne

Le Cap-Garonne est situé entre Toulon et Hyères, au Cap de Carqueiranne. Cette région est riche en minerais divers, mais les veines sont parfois minces et les espoirs quelques fois déçus. C'est en 1857 que commence l'exploitation de la mine de cuivre et de plomb de Cap-Garonne. L'embranchement particulier qui dessert la mine est un exemple peu connu d'application du système Fell-Hanscotte.

La production de minerai, de 700 tonnes en 1900, est expédiée vers Swansea et l'usine de Sorgues. L'année suivante la société entreprend un début d'installation pour le traitement du minerai par voie humide dans le but d'obtenir du cuivre de cément. 350 tonnes de minerai de cuivre et 200 tonnes de minerai de plomb sont traités. Mais la société reste prudente. Le minerai pauvre (2,5 à 3 % de Cu) est embarqué, par le port, vers l'usine de Six-Fours dans le Var. Lors de l'arrivée du Chemin de fer du Sud-France, à la station "colle noire", un embranchement particulier de 4,3 km est construit. Le profil est assez dur : commençant à 38 mètres d'altitude, la ligne s'élève à 100 mètres et redescend à 70 mètres au pied des puits. Les courbes de 100 mètres de rayon se succèdent les unes après les autres avec des rampes de 45 à 49 ‰. Quatre locomotives sont affectées à cet embranchement dont la "78" construite par Weidknecht en 1904. Cette machine a la particularité d'avoir été livrée à l'écartement d'un mètre, mais transformable en voie normale. Afin d'améliorer la traction, en rampe dépassant les 45 ‰, cette machine reçoit en 1907 un mécanisme Hanscotte à roues horizontales et les parties de voie en rampe sont équipées d'un rail central. La pression sur le rail central s'élève à 10 tonnes et permet de remorquer 65 tonnes au lieu de 30 tonnes à 8 km/h.

Les essais se poursuivent jusqu'en 1911, et, en 1912, la machine est mise en voie normale pour effectuer les manœuvres en gare de Hyères-Echange. Au début de l'exploitation de l'embranchement, le concessionnaire des mines profite de cette relation pour se débarrasser, sans frais, des déblais qui encombrent la mine et qui sont utilisés comme ballast. En 1905, la production est de 2 880 tonnes, mais seulement 1 130 sont vendues. A la fin de la première guerre, la production est d'environ 2 500 tonnes. Le minerai à 3 %, trop pauvre pour être vendu, doit être traité sur place. En 1917, la production est arrêtée, les ouvriers licenciés. En 1928, l'embranchement particulier de la mine est supprimé.

Aujourd'hui, l'ancienne mine de cuivre et de plomb de Cap-Garonne est sans aucun doute le gisement le plus célèbre de Provence. Sa notoriété en France comme à l'étranger tient à la diversité et à la rareté des espèces minérales identifiées. Pour éviter le pillage des sites, l'association des amis de la mine de Cap-Garonne (mairie du Pradet) a été constituée en 1984.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

Le funiculaire du Cap-Ferrat

Entre Nice et Monaco, un curieux funiculaire privé descend les clients d'un grand hôtel du Cap-Ferrat directement depuis la falaise jusqu'au bord de la mer.

L'hôtel du Cap-Ferrat ouvre ses portes en février 1908. Dès le début, il attire une fraction de cette élite mondiale qui hantait les hivers azuréens : grands ducs et princes de la famille impériale russe et d'autres cours européennes. L'hôtel, à l'extrême pointe du Cap-Ferrat, entre les Pointes Malalongues et Causinière, domine la mer de 30 mètres, mais l'accès est très pentu. Tout près de la mer, une esplanade a été aménagée pour donner des fêtes et des dîners dans ce cadre exceptionnel. Descendre le matériel et avoir un service de restaurant digne de sa renommée posent des problèmes difficiles à résoudre. Aussi l'idée d'un funiculaire voit le jour en 1927. C'est une petite installation de 65 mètres de long à voie unique de 0,60 mètre et un seul véhicule. Après la Deuxième Guerre mondiale, les mœurs touristiques changent, la saison d'hiver s'amenuise au profit d'une saison d'été sur laquelle se concentre la fréquentation. Dès lors, le funiculaire change de vocation en 1967 : il ne descend plus ni les pièces montées, ni la vaisselle, mais d'agréables personnes allant « s'offrir à Appolon ». Le wagon de service a fait place à une petite voiture d'opérette glissant entre les lauriers roses.

Le funiculaire de Super-Cannes

En 1975, *La Vie du Rail* rencontre Monsieur Marchisio qui relate le premier essai : "Nous étions en 1927, ma sœur était secrétaire de l'ingénieur chargé des travaux et des essais, et, le jeudi, j'allais parfois lui rendre visite dans son minuscule bureau. L'imposante machinerie avait été installée à la gare supérieure et les voitures accrochées au long câble tracteur, l'une au sommet, l'autre à la gare inférieure. Mais ces voitures ne comportaient pas encore de caisse, elles n'étaient constituées que par les organes de roulement et un châssis vaguement dessiné en escalier, le tout lesté de sacs de ciment. Ce jeudi-là eurent lieu les premiers essais en ligne. L'heure de la mise en route approchait et l'ingénieur, visiblement, était soucieux. Quelque chose n'allait pas. Ma sœur, qui savait deviner sur les visages les ennuis ou les soucis, s'approcha et lui dit : "Monsieur l'ingénieur, puis-je quelque chose pour vous ? - Trouvez-moi cent kilos - Cent kilos ? Mais cent kilos de quoi ? - Cent kilos de ce que vous voudrez pour ajouter au lest de la voiture d'en bas. - Les voilà Monsieur l'ingénieur". Et me prenant pas la main, elle ajouta : "Trente-cinq kilos pour mon frère, soixante-cinq kilos pour moi, total cent kilos". Et voilà comment, en ce jeudi de septembre 1927, je fis la première montée du funiculaire de Super-Cannes, calé entre les sacs de ciment et ma sœur qui ne me lâchait pas la main ! Et quand la voiture atteignit la gare supérieure, j'étais plutôt pâlot, mais fier de mon exploit... forcé !"

Le long du port de Cannes, une grande pancarte "Super Cannes-Observatoire". La nuit... une féerie. Départ ici de 21 h à 23 h, prix aller-retour 200 francs. Nous montons, nous sommes une quinzaine dans le petit autocar, portant les grandes lettres "funiculaire" et qui vous mène à deux km de là à la gare inférieure. C'est une belle gare de style provençal avec ses arcades couvertes de tuiles rondes et surmontée d'un petit clocheton portant une horloge. Les fleurs sont partout et dans ce soir d'été règne un soupçon de mystère.

Puis voici la cabine du funiculaire qui vient d'arriver, elle est vide. En agréable compagnie, nous prenons place dans les deux compartiments, sur les plates-formes afin de mieux sentir les parfums de la nuit. Puis c'est le départ, doucement, il accélère. Le claquement discret des roues sur les coupures des rails, et le chant de la poulie qui continue de tourner après notre passage, accompagnant le chant des cigales. Au départ, la rampe est de 142 ‰ et la ligne serpente dans la forêt. Puis c'est l'évitement où l'on croise la cabine descendante et chacun tenté de dévisager les autres passagers de cette nuit étoilée. La ligne monte un peu plus fort, nous sommes maintenant dans une rampe impres-

Si l'on se donne la peine de monter sur les hauteurs de Cannes, un merveilleux paysage s'offre aux yeux. Quoi de plus naturel que de faciliter l'ascension de ce belvédère par un funiculaire. En 1927, les travaux sont terminés, reste à faire les essais.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

2

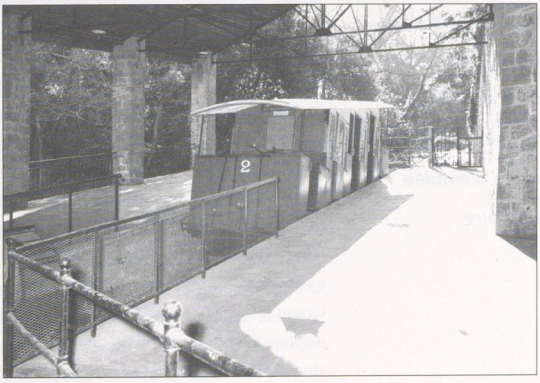
sionnante de 478 ‰. La cabine ralentit après avoir parcouru 814 mètres et monté 197 mètres, alors là, c'est l'enchantement. A chacun de se répartir à la terrasse de "l'Auberge Constellation" et de jouir, devant une limonade, du plus beau paysage du monde. Mais les plus audacieux veulent aller plus haut ! Pour ceux qui ne craignent pas le vertige, car il faut emprunter l'ascenseur extérieur de la Tour-Observatoire : 22 mètres dans le vide ! En haut, mille feux brillent à vos pieds. Une table d'orientation vous guide, là le port de Cannes, la Croisette, plus loin Palm-Beach, les îles de Lérins, puis encore Juan-les-Pins et scintillant encore plus loin, Nice...

Mais le rêve est fini : en 1966, certains organes de sécurité ne sont plus conformes. La remise en service se fait attendre. D'autre part, la colline s'est bâtie, et la route est montée toujours plus haut, jusqu'au Belvédère, et dès lors le trafic a chuté. On recherche une collectivité pour le reprendre, mais rien !

En 1980, une souscription pour le sauvetage du funiculaire est lancée par "Le comité d'étude et d'action Cannes-Grasse et Expo-rail" avec le concours de la jeune Chambre économique de Cannes. Neuf mille bons de 100 francs sont émis pour acquérir la ligne et son patrimoine immobilier, mais l'opération échoue... Le funiculaire est vendu et abandonné, la plate-forme est envahie par la végétation, un riverain occupe même la voie juste avant la gare supérieure. En haut dans quelque temps, des résidences effaceront tout souvenir...

L'établissement de ce funiculaire nécessita des travaux d'art importants.

Après 1966, le funiculaire s'endort comme "La Belle au Bois dormant".



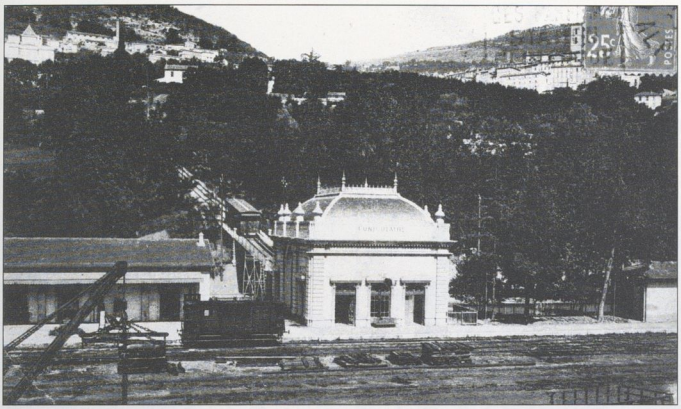
Quelque temps avant l'arrêt de l'exploitation, ce cliché montre quelques défauts de la voie dûs aux contraintes exercées dans la courbe par les câbles sur les poulies.

Le funiculaire de Grasse

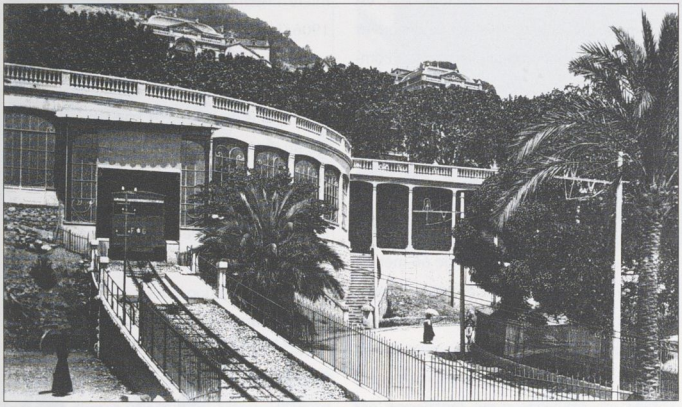
Dès que la côte, entre Toulon et Nice, est desservie par le chemin de fer, toute la richesse de l'Europe va déferler vers ce nouveau paradis. L'arrière-pays n'échappe pas à ce déferlement et Grasse est rapidement desservie par un chemin de fer fin 1871. La gare étant située au pied de la ville ancienne bâtie sur un promontoire, une liaison mécanisée s'avère d'emblée nécessaire.

Grasse est bâtie en arc de cercle étagée sur le coteau, et le chemin de fer du PLM vient buter au fond de ce cirque à la cote 200 alors que le centre-ville est à la cote 330. Cette situation n'est pas idéale pour le PLM mais il n'est pas possible de faire mieux sans réaliser un grand détour. La Compagnie du Sud-France a compris la nécessité de desservir au moins la vieille ville à sa base. Venant de Meyrargues et passant en tunnel juste à l'entrée de la ville, une première ouverture a lieu le 8 novembre 1890 et la gare est établie à la cote 270. Le prolongement vers Nice n'est ouvert que le 7 juin 1892 après la construction d'ouvrages importants sur cette dernière section. Une première demande de concession pour un funiculaire entre la gare PLM et la ville est déposée le 22 mai 1895, mais le projet n'est pas accepté. Trois ans plus tard, c'est une demande de tramway électrique entre la gare PLM et le Grand Hôtel qui est présentée par GTM (Société des Grands Travaux de Marseille). Mais finalement, cette entreprise abandonne. De nouveau, un projet de funiculaire est présenté le 19 novembre 1903 mais cela traîne, la Compagnie des Tramways des Alpes Maritimes (TAM) ayant des visées sur Grasse. Finalement les TAM ouvrent leur ligne Cagnes-Grasse le 2 avril 1910. Toutefois, la ville a maintenu son point de vue sur le funiculaire, affirmant que cette ligne sera plus utile que le tramway, compte tenu qu'à cette époque 284 000 voyageurs transitent par le PLM. Finalement, la ville de Grasse obtient satisfaction et le funiculaire est ouvert le 8 novembre 1909. Mais les TAM tiennent à une ligne descendant du centre-ville à la gare du PLM. Ils obtiennent également satisfaction et la ligne de tramway, descendant en lacets jusqu'à la gare PLM est ouverte en mars 1911. Elle dessert au passage deux embranchements pour le service des marchandises : la gare du Sud-France et la gare marchandises du PLM.

La ligne du funiculaire d'une longueur de 536 mètres est établie en voie d'un mètre. La différence d'altitude entre les deux stations est de 116 mètres et la rampe maximale est de 233 ‰. La gare inférieure dessert directement le quai de la gare du PLM, puis la ligne passe trois fois au-dessus de la route et de la ligne des TAM qui grimpe en décrivant des "S" vers le centre-ville, alors que le Sud-France passe en tunnel dans cette zone. La ligne presque entièrement en viaduc se termine par une station installée sous la promenade du Cours. Les voitures à deux grandes plates-formes encadrant deux compartiments peuvent accueillir 62 voyageurs. Ce funiculaire n'aura qu'un seul accident, le 11 novembre 1915, où, dans la nuit par grand vent, un arbre tombe sur la ligne. La première circulation percute l'arbre et des



En bout du quai de la gare du PLM, la station du funiculaire.



La station haute et sur le côté la première courbe des Tramways des Alpes-Maritimes (TAM).

brins de câble de traction se rompant viennent en contact avec la ligne électrique à 6 600 V des TAM qui passe dessous le funiculaire. Mais, le temps passant, la situation financière des TAM n'est pas brillante : en 1925, le raccordement de la ligne Grasse-Ville-PLM est fermée : le 1er octobre 1926, c'est au tour du tramway électrique Cannes-Grasse (TCA) de disparaître. De l'autre côté, la situation des TAM ne s'améliore pas, le lobby routier réclame l'emprise du tramway pour élargir la route venant de Cagnes ; finalement les tramways ne viennent plus à Grasse le 16 avril 1929. Enfin, le PLM âprement concurrencé par la voiture particulière cesse l'exploitation du service voyageurs en octobre 1938. Le funiculaire, qui tirait l'essentiel de son trafic de la desserte de la gare PLM, arrête son exploitation quelques mois plus tard. Pour desservir Grasse, il ne reste que la ligne Sud-France ; les bombardements de pont de la Manda le 31 juillet 1944, puis la retraite des troupes allemandes qui détruisent d'autres ouvrages, ont raison du dernier service par fer. Le trafic est suspendu puis la ligne est déclassée. Grasse qui était desservie par cinq compagnies de chemin de fer est dès lors isolée du monde ferroviaire.

Les funiculaires de Nice

Coincée entre les contreforts des Alpes de Haute-Provence et la mer, la ville de Nice est bâtie sur un site escarpé. Fréquentée de longue date par une clientèle aisée répugnant à la marche à pied, la cité possédait les atouts pour que s'y développent les funiculaires...

Le funiculaire du Piol

La municipalité de Nice en 1883 organise une grande exposition internationale. Elle retient comme site la colline du Piol. C'est un endroit privilégié qui permet de découvrir un merveilleux panorama. L'exposition commence avenue Gambetta, sur la partie basse une douzaine de pavillons de différentes villes de la Côte d'Azur ont été édifiés, sur le plateau du haut est construit le Palais des Expositions. Pour joindre la partie basse au Palais, un funiculaire est construit, chemin de fer modeste d'une longueur de 66 mètres, à double voie. Il rachète 21 mètres en rampe de 337 ‰. Une voie à l'écartement de 0,80 mètre semble avoir été retenue. Ce funiculaire, qui n'est pas muni de crémaillère de freinage, aurait fonctionné par contre-poids d'eau. Cette installation ne dure que le temps de l'exposition qui ouvre en décembre 1883 et ferme ses portes en mai 1884. Tout a disparu et l'emplacement de l'exposition est aujourd'hui loti.

L'Hôtel de l'Hermitage

Au début du siècle sur la colline de Carabacel s'édifie l'Hôtel de l'Hermitage, situation privilégiée au-dessus du Paillon permettant une belle vue sur la Méditerranée. Afin que les clients de l'hôtel puissent accéder facilement aux tramways qui passent boulevard Carabacel, le propriétaire de l'hôtel construit un funiculaire. Cette ligne longue de 168 mètres est en rampe maximum de 300 ‰ et rachète un dénivelé de 45 mètres. La première installation est ouverte aux clients en 1906. Une seule voiture circule sur une voie sans point de croisement. Entre les rails, une fosse rectangulaire est aménagée, sur toute la longueur de la ligne. Cette fosse a dû servir au passage d'un contre-poids circulant sur roulettes. Cette première ligne a été établie par l'entreprise Stigler. Un peu plus tard, la ligne est modifiée par la Société Anonyme

Entre les immeubles et les mini-jardins, la voie unique du funiculaire.

A gauche, vue prise depuis la halte supérieure.

Véritable pièce de musée, l'unique voiture est toujours présente.

Arsay. Elle aménage un point de croisement et le contrepoids est supprimé, une deuxième voiture venant compléter l'installation. Les voitures de 3,5 tonnes circulent sur voie d'un mètre et transportent une quinzaine de voyageurs. Avec une caisse en bois verni, plate-forme aux extrémités et deux compartiments, elles ont belle allure. Il semble que cette installation ait disparu pendant la dernière guerre. Cette petite énigme sera peut-être résolue par un historien local.

La Résidence du Grand Palais

A 200 mètres à l'Ouest du funiculaire de l'Hermitage, une grande résidence dénommée "Grand Palais" a été édifiée.

Une ligne très courte, d'une longueur de 70 mètres et en rampe de 205 ‰ a été réalisée en 1930 pour la desserte privée de cette résidence. La voiture unique, d'une longueur de 4,10 mètres, accepte une douzaine de voyageurs. A l'intérieur de la voiture, une seule banquette longitudinale est installée, la largeur de la voiture n'étant que de 1,43 mètre. Les plates-formes extrêmes se ferment par des portes à grillage qui, comme les ascenseurs, ne permettent le départ que si elles sont closes. La voie à l'écartement de 0,70 mètre est constituée de deux fers en I posés sur des cornières noyées dans le béton. Des roues à gorge enserrent l'aile inférieure du fer I, ce dispositif empêche le déraillement et le soulèvement de la voiture. La machinerie est installée dans le sous-sol de la Résidence. Le point de départ est situé entre les numéros 4 et 6 et l'avenue Desambrois. Cette installation n'est plus utilisée depuis quelques années.

Le funiculaire de Zygofolis

Une carrière abandonnée près de Nice devient parc d'attraction. Pour sa desserte intérieure, on construit un funiculaire moderne.

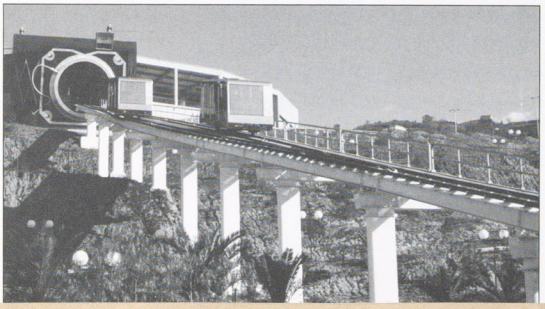
Dans la vallée du Var la carrière de Crémat a servi pendant plusieurs années à extraire les matériaux nécessaires à la construction, sur la mer, de la nouvelle piste de l'aéroport de Nice. Avec la nouvelle mode des parcs d'attractions, le lieu retient l'attention. Il a l'avantage d'être accessible par la route et par les chemins de fer de Provence : Nice-Digne. Avec l'établissement d'une station, Zygofolis est à onze minutes de Nice. Pour découvrir l'ensemble du parc d'attraction, un funiculaire est réalisé. La gare supérieure ressemble à un immense appareil photographique à volet dans lequel est située la station. Les travaux commencent fin 1986, le funiculaire est prêt pour mars 1987 et entre officiellement en fonction le 1er juillet de la même année.

Pour une pente de 252 ‰, la dénivellation est de 34,50 mètres et la longueur de 137 mètres. Il fait donc partie des petits funiculaires. La voie à l'écartement d'un mètre est armée de rail de 36 kg par mètre. Elle est établie sur un viaduc ; les piles sont en béton et le tablier, métallique. Vu la petite distance à parcourir, l'évitement occupe une grande partie de la ligne.

Les deux voitures ont été réalisées par Ski-rail-Industrie (Annecy) ; d'une longueur de 8,33 mètres, d'un poids de 8750 kg, elles peuvent accueillir 80 passagers debout. Un conducteur est dans chaque voiture. La machinerie a été fournie par la firme suisse Brown-Boveri. Malheureusement, la fréquentation du parc n'est pas à la hauteur des espérances. Malgré une tentative de reprise, la fermeture apparaît inéluctable et intervient en octobre 1991.

La Chambre de commerce et d'industrie des Alpes-Maritimes se porte alors acquéreur du parc d'attractions "Zygo" de Nice pour y installer un centre de trafic routier international. La CCI projette de transformer la cuvette de 24 hectares située à la périphérie Ouest de Nice, près de l'aéroport, en *un grand centre routier international répondant aux besoins du transit, des groupages et du fret des marchandises.*

Le funiculaire, d'une valeur de 5 à 6 millions, sera ferraillé. Une telle installation est hélas difficilement récupérable. Il est nécessaire que la pente d'une autre installation soit la même afin que le plancher des cabines reste à l'horizontale. Quant à la machinerie, il faudrait que le câble soit aussi de la même longueur, le tambour ayant été réalisé en conséquence !



Un funiculaire qui n'aura duré que le temps d'une photographie...

La crémaillère de la Turbie

Les premiers chemins de fer à crémaillère sont déjà apparus et celui du Rigi en Suisse en 1871 est déjà célèbre. Mais l'urbanisation de Monte-Carlo explose dès l'arrivée du PLM en 1872. Et les hauteurs de la Principauté sont vite bâties. Les études réalisées pour la construction d'une crémaillère entre Monte-Carlo et la Turbie démontrent qu'il n'est plus possible de pénétrer dans la Principauté - on croit entendre une refrain d'aujourd'hui. Après bien des difficultés d'ordre militaire, juridique, financier et concessions diverses, la ligne est déclarée d'utilité publique par décret du 4 janvier 1893. Le point de départ est à Beausoleil, en territoire français et les pieds des escaliers de la monumentale gare sont à la limite de la frontière.

La ligne commence le long du bâtiment desservi par deux quais ; un peu plus loin se trouvent les ateliers munis d'un pont transbordeur desservant six voies pour la remise à voitures et trois voies pour le dépôt. La voie est établie à l'écartement d'un mètre avec crémaillère type Riggenbach. Cette crémaillère ayant été posée au niveau du rail, ceci compliquera les choses quelques années plus tard avec une autre liaison pour le Riviéra-Palace. La ligne commence en rampe de 90 ‰ avec un maximum de 250 ‰ et se développe sur 2660 mètres. Elle dessert Monte-Carlo-Supérieur-Riviéra Palace avec un simple quai, puis la Bordina point de croisement (PK 0,736) et enfin route de la Corniche avant de terminer à la Turbie. Le matériel de traction est constitué de quatre locomotives SACM de 18,5 tonnes en charge, type 020 T. Les machines ont la chaudière inclinée afin d'être à l'horizontale en rampe moyenne de 125 ‰. A l'origine, le parc remorqué comporte quatre voitures de 60 places ; en 1895, une voiture-salon accroît le parc. Toutes les voitures sont munies d'une roue dentée calée sur l'essieu avant sur lequel est monté un frein à ruban serrant un tambour. L'exploitation comporte en hiver 16 allers et retours pour environ 90000 voyageurs par an. Après les vicissitudes de la guerre de 1914 le trafic reprend et atteint 130000 voyageurs.

Une étude d'électrification est réalisée en 1931. L'exploitation est brusquement suspendue dans la matinée du 8 mars 1932. Ce jour-là, le train de 7 heures du matin, poussé par la machine n° 1, s'arrête à 160 mètres de son point de départ et repart en arrière. Les freins restent inopérants. La voiture déraille et s'immobilise contre le quai, mais la machine poursuit sa route, défonce le heurtoir et tombe 3 mètres en contrebas. La dérive fait deux morts, le mécanicien et un voyageur qui a sauté. Dans la voiture, quatre voyageurs sont légèrement blessés. L'enquête révèle que l'arbre d'entraînement

Le village de La Turbie est situé à 480 mètres d'altitude et à moins de 2 km de la mer. La localité bénéficie d'une vue splendide sur la Principauté et au-delà. Dès 1880, les touristes sont déjà nombreux à faire l'ascension par un mauvais sentier. L'idée d'établir un moyen de transport s'impose donc rapidement.

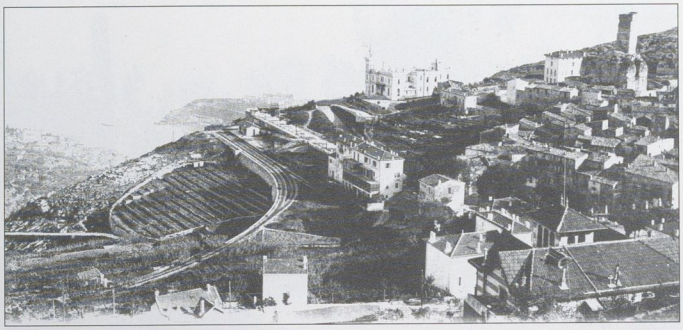
La locomotive n° 2, construite en 1894, sur un wagon d'un grand réseau.

s'est rompu et a rendu le système de freinage inefficace. Erreur de conception qui interdit la reprise de l'exploitation. L'étude de l'électrification par courant triphasé est déclarée d'utilité publique le 13 juin 1934. Mais les Autorités locales demandent des dispositifs supplémentaires malgré les compétences d'Oerlikon, maître d'œuvre. D'autres entreprennent l'étude d'un téléphérique. La guerre arrive, et, en 1948, le matériel est ferraillé. La ligne est finalement déclassée par décret du 31 août 1959... vingt-sept ans pour en arriver là !

Le tramway du Riviera-Palace

Le développement de Monte-Carlo dans les année 1890 devient tel que les bâtisseurs recherchent des terrains hors de la principauté. La Compagnie des grands hôtels, filiale de la CIWL, ouvre en 1898 un hôtel prestigieux, le Riviera-Palace, à quelques centaines de mètres de la ligne de la Turbie. L'hôtel est desservi par l'arrêt "Monte-Carlo Supérieur", mais celui-ci est jugé trop éloigné ; de plus, lorsque les voyageurs arrivent à Monte-Carlo, ils ont encore à marcher pour gagner le casino et sans avoir de correspondance directe avec le tramway traversant la Principauté. Une convention est donc passée entre la CIWL et la Compagnie de Turbie pour la construction et l'exploitation d'une ligne reliant le Riviera-Palace au chemin de fer de la Turbie.

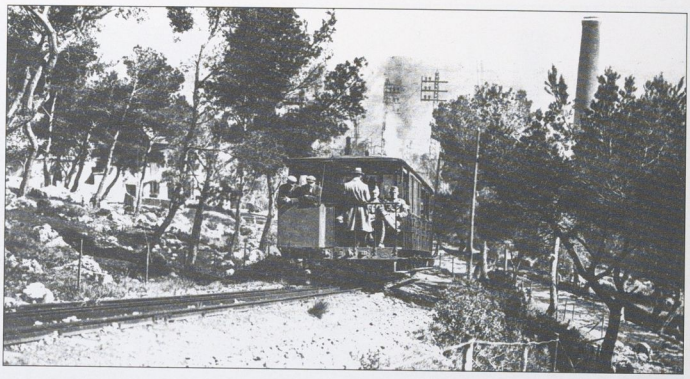
D'autre part, le gouverneur général de Monaco autorise le 17 avril 1902, et pour dix ans, la circulation d'un tramway entre la gare de la Turbie et la fontaine Saint-Michel, soit 95 mètres ! La ligne se décompose donc en trois sections différentes : 95 mètres dans les rues de Monte-Carlo en adhérence simple, 225 mètres de section commune Turbie-Riviera-Palace et 307 mètres indépendants jusqu'au Palace, crémaillère puis adhérence. Le tramway devant utiliser la



Le terminus de la crémaillère dominait de plus de 400 m la Principauté de Monaco.

Un train descendant franchit le chemin de terre qui dessert la Turbie.

La station Riviera-Palace dénommée aussi Monte-Carlo-Supérieur.



A la sortie de Monte-Carlo, un train monte dans une zone déjà industrielle.

Paysage idyllique de chêne-liège vers la Bordina

L'accident du 8 mars 1932 qui fut fatal à la ligne de la Turbie.

partie commune, surgit alors une difficulté technique majeure. La ligne de la Turbie a sa crémaillère au niveau du rail et si les motrices du tramway sont équipées d'une roue dentée du type Riggenbach pour la prise de la crémaillère, cette roue dentée va creuser un sillon dans la chaussée. Il faut donc que cette roue dentée soit plus petite et que la crémaillère soit plus haute que le rail. Qu'à cela ne tienne, on réalise une ligne à quatre files de rails afin de décaler l'axe du tramway et avoir ainsi la possibilité de poser une deuxième crémaillère plus haute du type Strub à côté de celle de la Turbie. Un monstre en voie d'un mètre et qui aurait pu être pire, car à l'origine, la Principauté voulait une prise de courant en caniveau afin de ne pas avoir 95 mètres de ligne aérienne sur son territoire !

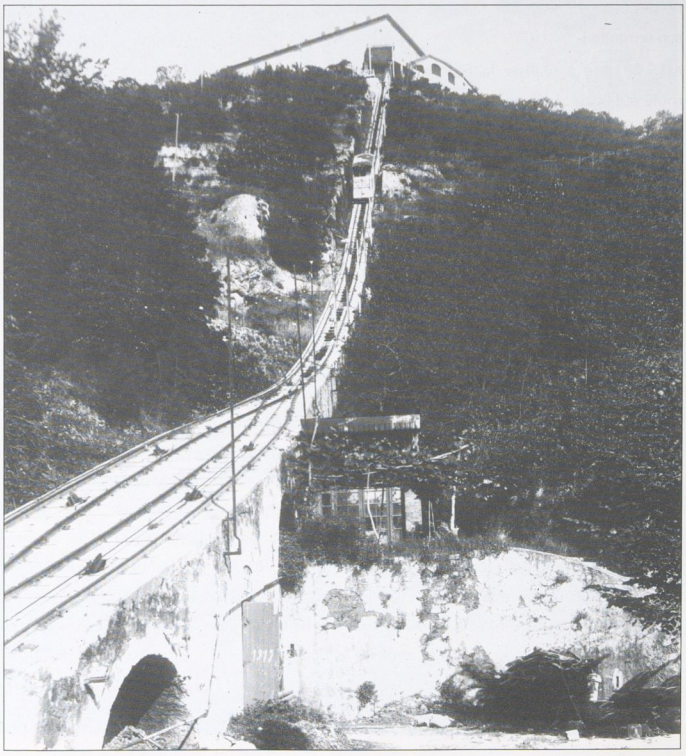
Mais il reste à réaliser la liaison entre la route et la gare. La gare de la Turbie est établie trois mètres plus haut que la chaussée, il est donc nécessaire de transformer l'emplacement de la voie 1 en tranchée pour accéder à la chaussée. On profite de ces travaux pour créer une remise pour deux voitures sous l'ex-quai 1. Deux voitures sont commandées à la Thomson. Elles sont équipées de deux moteurs de 42 CV, chaque essieu ayant une roue dentée. La ligne est ainsi mise en service le 23 février 1903, mais pas pour longtemps. Un premier accident arrive le 25 février, l'essieu avant d'une motrice déraille en courbe de 50 mètres et rampe 266,5 ‰ tout près du terminus. Le wattman actionne le frein électro-magnétique qui arrête net la voiture et fait dérailler l'autre essieu. Le 27 février, deux jours plus tard, vers 13 h 15 au même endroit, même scénario, mais la motrice repart en arrière. Le wattman voulant ouvrir le disjoncteur est éjecté, le receveur saute alors en marche abandonnant les voyageurs à leurs sorts. La voiture folle traverse la gare inférieure, enfonce le parapet de la place, coupe un fiacre en deux au passage et termine sa course dans la vitrine d'un marchand d'antiquités. L'accident ne fait que six blessés légers, incroyable ! Une enquête est ouverte et M. Auvert du PLM est nommé expert.

Après les modifications des motrices, en particulier la mise en place d'un dispositif prenant appui sur la crémaillère Strub pour empêcher le soulèvement des voitures, la ligne est réouverte le 5 mars 1904. Toutefois, il s'avère nécessaire de laisser refroidir les résistances 20 minutes entre chaque rotation et de limiter l'exploitation à la demi heure lorsqu'une voiture est en réparation. L'hôtel organise un service automobile qui concurrence son propre tramway. Le service a l'avantage de descendre les clients au centre de Monte-Carlo. Durant la guerre de 1914, la Compagnie des grands hôtels procède à la vente du Riviera-Palace et le service du tramway est suspendu. La Compagnie des Omnibus et Tramway de Lyon (OTL) rachète les deux motrices pour sa ligne à crémaillère Saint-Jean-Saint-Just mais arrivées sur place, on s'aperçoit qu'elles ne peuvent circuler. La crémaillère de l'OTL est du type Abt... Elles resteront garées trente ans avant d'être démolies après la Deuxième Guerre mondiale. En guise de conclusion, nous citerons celle de Jean Robert : "Ainsi finira le tramway du Riviera-Palace, ligne internationale qui aura sans doute battu le record de l'incohérence dans l'histoire des tramways français".

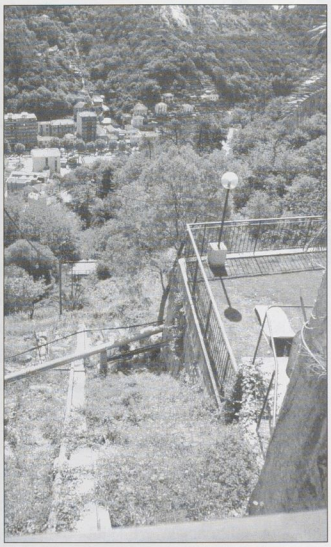
Le funiculaire de l'Annonciade

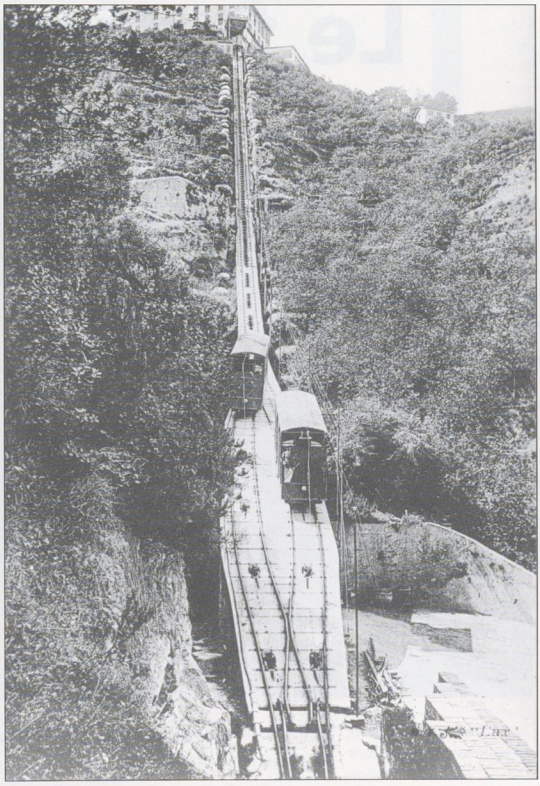
A Menton, pour desservir un monastère, on établit un funiculaire. Ouvert avant le premier conflit mondial, il cesse son existence avant le second...

Il fait bon vivre à Menton en 1902. Le tramway arrive sur la plage depuis le 22 décembre, les touristes de Nice viennent visiter la vieille ville. C'est l'apogée du "transport tranquille" qui laisse le temps de voir, de sentir, de converser. Le tramway se prolonge, il remonte la vallée du Careï dès le 3 octobre 1911 vers Castillon et atteint le village de Sospel après bien des ouvrages d'art le 15 avril 1912. Au nord de Menton, à la sortie de la ville, surplombant la vallée du Careï se dresse un monastère : "l'Annonciade". Des religieux se rendent à la chapelle où reposent des membres de la famille de Monléon et où a lieu, le 25 mars, un pèlerinage. Autour de ce monastère, des jardins ouverts au public, d'où l'on jouit d'une vue magnifique sur la Méditerranée constituent un but



Accolés au mur de l'évitement, les restes de la deuxième moitié de la première gare inférieure.





de promenade ; mais l'accès est pénible sous le soleil de cette latitude : un funiculaire est ouvert au public en janvier 1914.

La ligne à voie unique sans évitement est desservie par une seule voiture. Cette installation est longue d'environ 130 mètres. Entre les rails, est aménagée une fosse rectangulaire où probablement circulait le contrepoids. La station inférieure est une petite bâtisse en brique présentant deux grandes portes vitrées, elle abrite la voiture et un quai sur le côté droit. La station supérieure est un simple abri. La rampe est assez sévère, 450 ‰. Cette installation se trouve un peu éloignée de la route de Sospel et les jours de fêtes religieuses, la capacité de la voiture est trop limitée. Pour améliorer la desserte, la ligne est prolongée de 200 mètres en tunnel portant la dénivellation à 140 mètres entre les gares, pour cela, la gare inférieure est détruite à moitié, la plateforme est adoucie dans la partie basse et un mur en arcade supportant l'évitement est établi. L'exploitation est alors assurée par deux voitures se faisant contrepoids et pouvant transporter 30 voyageurs. La traction du câble est assurée par un moteur de 50 CV. L'exploitation cesse avant la Deuxième Guerre mondiale ; entre-temps le tramway a déserté la vallée du Careï le 23 mars 1931, puis Menton qui est desservi une dernière fois le 1er mars 1933.

Mai 1991 depuis la gare supérieure.

Une vue rare prise au-dessus du tunnel, montrant assez bien les voitures.

Le funiculaire de Saint-Martin de Vésubie

Perdue au cœur des Alpes de Provence, la vallée de la Vésubie; la construction d'un barrage alimentant une usine hydro-électrique va motiver la construction d'un funiculaire.

Après l'ouverture de la ligne Nice-Digne des chemins de fer de Provence, les TAM ouvrent la ligne de la Vésubie le 15 septembre 1909. L'exploitation de cette ligne est entravée par de multiples chutes de rochers. A Roquebillière, le 25 novembre 1926, un gigantesque glissement de terrain coupe la ligne pour deux ans ensevelissant 25 habitants au passage; elle ne rouvre que le 1er septembre 1928. Cette ligne au panorama grandiose mais trop lente - il faut deux heures pour monter à Saint-Martin - ne survit pas à l'apparition de la concurrence routière et l'exploitation s'arrête le 16 avril 1929. Le rail a-t-il déserté pour toujours la vallée de Vésubie?

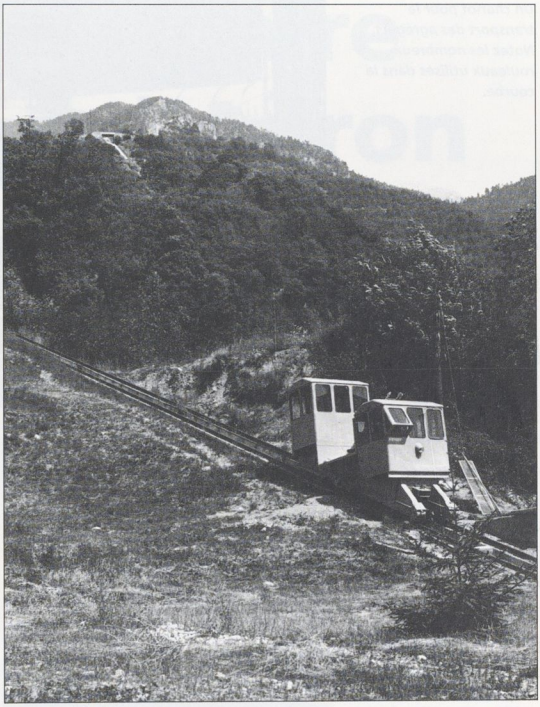
Une centrale hydro-électrique

Dès la fin du siècle dernier, un artisan de Saint-Martin-de-Vésubie installe sur le Boréon une petite centrale hydraulique de 50 kW destinée à alimenter la place et l'église du village. Pendant la guerre de 1914-1918, les établissements Chiris, qui travaillent pour la Défense nationale, construisent la centrale de Saint-Jean-la-Rivière qui comporte trois groupes de 750 kW; à la fin de la guerre, cette centrale est raccordée au réseau général. Après la Deuxième Guerre mondiale, EDF, à la recherche de sites pour de nouvelles centrales, retient la possibilité de créer un complexe en utilisant la Vésubie et ses affluents : le Boréon, la Madone des Fenêtres et la Gordolasque. La première usine, Saint-Martin-de-Vésubie, est mise en service en 1960, puis elle est rénovée en 1987. Elle fonctionne en écluse grâce à la retenue de Ciriegia (115 000 m^3). Elle est équipée de deux groupes horizontaux avec chacun deux turbines Pelton pour une puissance totale de 52 mW et un débit d'eau de 8,8 m3/s sous une chute de 730 mètres. La deuxième usine, la Centrale de Roquebillière, est mise en service en 1969. Elle est alimentée par le bassin compensateur de l'usine de Saint-Martin-de-Vésubie et par une prise d'eau complémentaire sur la Vésubie située en amont du bassin compensateur. Sa puissance est de 7,8 mW et fonctionne au fil d'eau. Enfin la troisième usine de Belvédère, mise en service en 1970, est du type écluse. Elle turbine les eaux en provenance des lacs de haute montagne, lac Long à 2 561 mètres et la Fous à 2 188 mètres. L'usine est équipée d'un groupe horizontal d'une puissance de 19,8 mW pour un débit de 4,3 m^3/s sous une chute de 587 mètres. Les conduites d'ame-

nées d'eau, entre les prises de Saleses, la Madone et Gordolasme, ont été réalisées en grande partie en tunnel, y compris la jonction en "Y" vers l'usine de Saint-Martin-de-Vésubie. Mais les tunnels ne peuvent être forés avec des fortes pentes, il est donc nécessaire d'amener la conduite à la surface, et à ce moment de "plonger" vers l'usine afin de garder le maximum d'énergie. Seulement, installer une conduite forcée aussi importante et sur un dénivelé de plus de 650 mètres demande des moyens. Ce sera finalement un funiculaire le long du tracé de la future conduite forcée.

Funiculaire de chantier pour conduite d'eau

C'est la Soretex de Grenoble qui est maître d'œuvre du funiculaire de la chute de Saint-Martin. La ligne, à voie unique, sans évitement, est longue de 1 600 mètres avec une dénivellation de 620 mètres. Sur deux massifs continus d'un mètre de haut environ, la voie a été posée à l'écartement d'un mètre, constituée de rails de Vignole de 30 kg/m. La machinerie à la station supérieure est essentiellement constituée d'un tambour en fonte de quatre mètres de diamètre sur lequel s'enroule le câble de traction, 36,5 mm de diamètre. La charge de rupture est de 93 tonnes. Le tambour est commandé par un moteur triphasé de 380 V. L'accouplement passe par un réducteur permettant deux vitesses du tambour : petite vitesse à 20 m/mn et grande vitesse 60 m/mn. La petite vitesse permet d'utiliser un chariot mixte chargé à 4,5 tonnes et un lorry de chantier à 4,5 tonnes. La grande vitesse ne permet que l'utilisation du chariot mixte avec 12 personnes ou chargé de 5 tonnes. Du côté sécurité, le chariot mixte est équipé d'un frein parachute à déclenchement manuel et automatique. Le tambour est équipé de dispositif anti-chevauchement du câble, bobine pleine, détecteur de mou, limiteur de couple et d'un dispositif d'homme mort. Le but de ce funiculaire n'est pas de monter des matériaux à la station supérieure, mais de pouvoir travailler tout au long de la voie : transport d'explosif, déblais de roche, béton pour les massifs de maintien de la conduite forcée, transport des éléments de la conduite et pose sur les lieux. Pour cela, le machiniste doit pouvoir recevoir des informations précises sans qu'il puisse voir

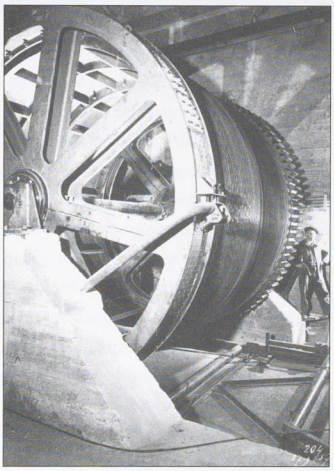


La voiture pour le transport du personnel en août 1965.

Un chariot pour le transport des agrégats. Notez les nombreux rouleaux utilisés dans la courbe.

le chariot. Cette liaison est assurée par un téléphone relié à un câble souple noyé à l'intérieur du câble d'acier de traction.

Toutes les manœuvres sont exécutées sous la responsabilité du chef de manœuvre qui précise sur quelle position, PV ou GV, le machiniste doit placer le levier de changement de vitesse. Le machiniste reçoit les ordres par téléphone afin de disposer le sens de marche et la vitesse. Après fermeture des portes des cabines, le convoyeur installé dans la cabine haute à la montée et dans la cabine basse à la descente, ferme le contact à clé, enclenche le bouton "marche", met le pied sur le contact de "l'homme mort" et prévient le machiniste du sens de la manœuvre. Le machiniste enclenche alors son bouton "marche" ce qui ferme le contact général et provoque le desserrage du frein de sécurité. Puis il met le pied sur "l'homme mort" et dispose le combinateur dans le sens convenable. En cas de nécessité, le convoyeur peut obtenir un arrêt d'urgence en enlevant le pied de "l'homme mort" ou en appuyant sur le bouton "arrêt". Le funiculaire entre en service en 1958, et pendant deux ans, il va effectuer un travail colossal. Puis il est mis hors-service avec stockage du chariot à la station supérieure. Il est à nouveau utilisé pour les besoins d'un chantier en 1968, puis le chariot est remonté à la station supérieure où il demeure depuis.



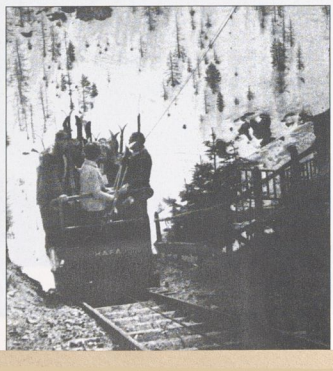
Les 1 600 mètres de câble s'enroulent sur le tambour de 4 mètres de diamètre.

Le funiculaire du Rio d'Auron

A l'extrême Nord des Alpes Maritimes, la station ISOLA 2000, bien connue des amateurs de neige ; au-delà, en remontant la Tinée, on atteint Saint-Etienne-de-Tinée. Au-dessus de ce village, sur un petit plateau, Auron à 1 600 mètres. A l'intention des skieurs, on y construit un funiculaire.

Les touristes sont de plus en plus nombreux dans les années 30 pour goûter les joies des sports d'hiver. La Fédération de ski du Sud-Est, en 1938, se trouve devant un dilemme : faut-il construire une patinoire, un remonte-pente et un tremplin ou bien réaliser un funiculaire ? Et de conclure qu'il vaut mieux équiper la station d'un funiculaire reliant la jonction des vallons du Rio d'Auron et de Nabinas à la gare inférieure du téléphérique. Cette disposition apporte un supplément de piste d'un kilomètre avec une dénivellation dépassant 100 mètres. Le Conseil municipal de Saint-Etienne-de-Tinée, dans sa séance du 16 août 1938, approuve la modification et l'Omnium Lyonnais s'engage à construire le funiculaire dans un délai de trois mois et demi à dater de la mise à disposition des terrains. Cent jours pour réaliser un funiculaire n'est plus concevable aujourd'hui, même pour une réalisation aussi modeste. La ligne est longue de 195 mètres et la dénivellation est d'un peu plus de 90 mètres. Il est prévu une seule voiture, enfin disons un wagon plat à plancher étagé avec des rembardes pour se tenir et fermé sur les côtés par des chaînettes. Ce wagon est fourni par Hafa. La capacité de ce véhicule est de 16 personnes debout et la durée du parcours est de 72 secondes. Il n'y a pas de gare, juste des escaliers de bois. Le treuil est équipé d'un moteur de 75 CV. La mise en marche s'effectue en appuyant sur un bouton actionné par le convoyeur. Enfin les dépenses s'élèvent à 447 250 francs. Les délais de construction sont tenus, les rails étant acheminés depuis le Lauzet sur Ubaye. Les essais se déroulent le 21 janvier 1939 en présence de Messieurs Gallard, ingénieur des Travaux publics et Rirolle, ingénieur des Ponts-et-Chaussées. Le lendemain, dimanche 22 janvier, le public est admis à emprunter cette remontée en correspondance avec le téléphérique de Las Donnas à 2 264 mètres. Oui, heureux temps, les skieurs partent le matin pour Las Donnas, descendent jusqu'au ravin d'Auron où le funiculaire les remonte à Auron juste pour l'heure du déjeuner. L'après-midi, on refait une descente. On est loin du "forcing" d'aujourd'hui...

La guerre de 40 marque un arrêt du tourisme ; après le conflit, l'installation fonctionne jusqu'en 1976 ; à cette époque, considéré comme trop archaïque, il est arrêté et ferraillé en 1977.



La voiture, très rudimentaire, d'Auron.

Le Funi-Express d'Isola 2000

La commune d'Isola se divise en deux sites : le front de Neige, longue série d'immeubles aux orientations, hauteurs, formes et volumes différents ; puis un peu plus haut, sur un repli de terrain, le hameau où toutes les constructions sont des chalets.
Si l'utilisation de la voiture a été volontairement limitée, on a choisi le funiculaire : moyen de transport facile, rapide et silencieux afin que les deux sites communiquent entre eux.

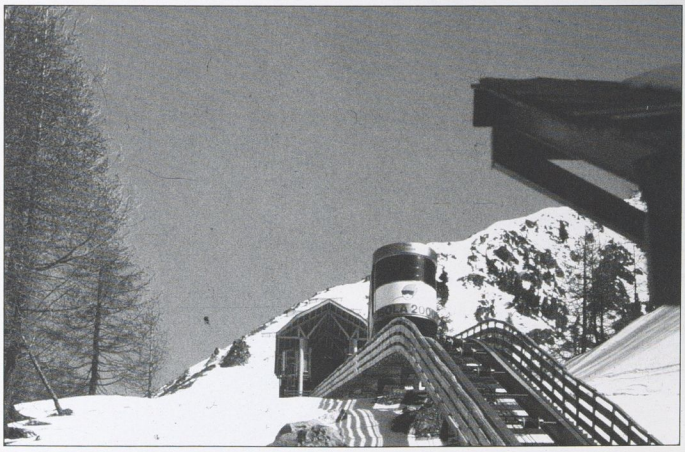
Encadré par ses deux petites gares de construction aérée, cet ascenseur incliné, réceptionné en juillet 1989, a été mis en service le 20 décembre 1989. Les constructeurs ont été Skirail et Otis.

La ligne est longue de 157 mètres, avec un dénivelé total de 54 mètres, la pente maximale est de 520 ‰ avec un profil en deux pentes de 25° au départ puis 17° dans la deuxième partie. Une seule cabine circule, d'un poids à vide de 3 500 kg, autorisant le transport de 32 personnes ou 2 560 kg de charge utile à la vitesse de 1,60 m/seconde. La traction est assurée par cinq câbles de traction d'un diamètre de 13 mm, l'équilibre de la tension des câbles de traction est assuré par deux câbles de 12 mm tendus à 4 700 kg par un contrepoids. L'ensemble est animé par un moteur de 37,5 kW.

Cet ascenseur, incliné automatique, est accessible aux voyageurs munis d'un jeton ou d'une carte. La mise en marche s'effectue par bouton-poussoir. Un bouton arrêt est à disposition en cas d'obligation justifiée. Si le véhicule ne peut être remis en marche, les passagers sont informés par un interphone des démarches entreprises pour leur évacuation. La durée d'un cycle est de 113 secondes.

Le Funi-Express est très apprécié à Isola 2000 : le 3 décembre 1990, un peu moins d'un an après sa mise en service, le compteur indiquait 40 140 cycles !

Ce mini funiculaire permet de limiter l'utilisation des voitures. Très moderne, il apporte à Isola 2000 un certain art de vivre.



L'ATT de Vaujany

Situé à l'intérieur du domaine de l'Alpe-d'Huez, Vaujany est un village qui connaît un destin exceptionnel. Avec ses vieilles maisons et son clocher entouré de ses bois et de ses prés, ce village entend bien demeurer lui-même en conservant son authenticité, pourtant il offre le plus grand téléphérique du monde. Le téléphérique du Dôme des Rousses, avec une capacité de 160 places par cabine, permet de relier Vaujany à 1 230 m au dôme des Rousses à 2 808 m.

Afin de limiter le stationnement à la gare des remontées mécaniques, un terrain a été aménagé en contrebas. Il était donc nécessaire de trouver une solution de continuité. C'est AKROS, avec l'installation d'un ATT (ascenseur tout-terrain) long de 60 m qui l'a réalisé en 1988. Cet ATT fonctionne à la demande par simple appel sur un bouton.

Pour compléter l'attrait d'une visite à Vaujany, à quelques kilomètres de là, l'usine hydroélectrique de Grand-Maison fut en son temps une des plus puissantes usines d'Europe. Cette renommée a amené EDF à créer sur le site un véritable musée de la houille blanche. On y apprend tout sur l'univers fascinant de la production hydroélectrique.

"Notre temps est celui d'un rapprochement entre la montagne et les hommes, il crée le besoin de s'évader en été vers la beauté des forêts et des cimes."

L'ATT 1600 de Vaujany avec sa cabine futuriste

Le plan incliné de Saint-Paul-Trois-Châteaux

Au pays de l'électricité, avec un immense barrage sur le Rhône à Donzère-Mondragon, à côté des centrales nucléaires de Pierrelatte, du Tricastin et du centre de retraitement nucléaire de Marcoule, il y avait un plan incliné qui fonctionnait sans apport d'énergie.

Avec le XIX[e] siècle, la société française va connaître une transformation sans précédent. De grands chantiers s'ouvrent alors dans les villes. Les architectes et entrepreneurs partent à la recherche de matières premières. C'est ainsi que la pierre blanche du Midi prend une importance considérable.

A partir de 1845, les carrières du Tricastin oublient leur structure artisanale et se modernisent par l'installation d'un réseau de chemin de fer. Ainsi est réalisé un plan incliné qui permet de descendre sans frais la pierre extraite sur le plateau.

Il faut réaliser les travaux de nivellement, construire un petit viaduc, une gare de réception pour ce chemin de fer d'un kilomètre en pente de 200 ‰. Une double voie à l'écartement normal est installée afin que chaque wagon descendant chargé de 10 tonnes de pierres permette la montée d'un wagon vide. Un double tambour de 3,60 mètres de diamètre, muni d'un frein puissant, sur lequel le câble s'enroule et se déroule, est installé en haut de la rampe. Arrivés sur le plateau, les wagons étaient tractés jusqu'au point de chargement.

L'activité de ce chemin de fer ne s'arrête pas là. La gare inférieure du plan incliné n'étant pas reliée au PLM, qui passe à 7 km de là, à Pierrelatte, le concessionnaire de la carrière ouvre un embranchement jusqu'au PLM en 1885. A l'origine, la traction des wagons est effectuée par des chevaux. Cet embranchement restera en activité jusqu'en 1897, date de l'ouverture de la ligne Pierrelatte-Nyons. L'exploitation de cette carrière se poursuit après la Première Guerre mondiale. Entre temps, les entrepreneurs ont découvert des nouvelles techniques d'utilisation du béton qui vont ruiner la majorité des carrières. Le 4 juillet 1935, les terrains sont vendus ainsi que les trois locomotives et les cent wagons, les voies déposées.

Le plan incliné disparaît doucement sous la végétation, la pluie creuse des ravines, les murs de consolidation latéraux s'écroulent et le treuil risque de perdre sa charpente. La gare a fait place au lotissement de l'Argentane. Seul le viaduc rappelle, au pays du nucléaire, qu'un chemin de fer fonctionnait, tirant son énergie des seuls principes des lois de la physique.

Le funiculaire du Capucin

La présence d'anciens volcans tout autour du Mont-Dore explique l'origine de huit sources d'eau chaude, de 40° à 44°, dont les Gaulois avaient découvert les propriétés bienfaisantes, longtemps avant les chevaux de César.

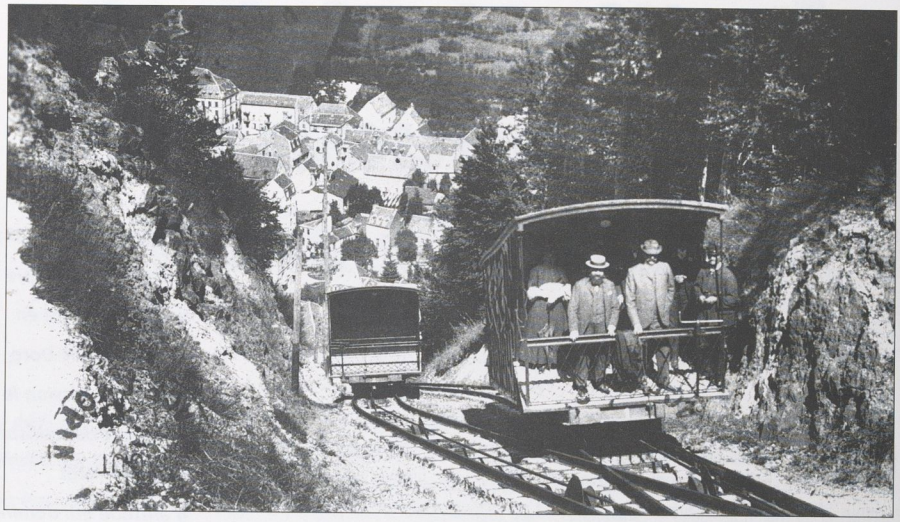
Au XVII[e] siècle, les eaux retrouvent leur vogue et en 1697 Lefèbre d'Ormesson d'écrire : "Les bains du Mont-Dore sont connus dans tout le royaume pour leurs meilleurs effets". C'est Michel Bertrand, qui en 1817, lance la construction des thermes actuels et en 1890, l'établissement reçoit 3000 curistes. Il est sans conteste un des plus beaux de France avec des salles immenses, couvertes de marbre, de grès vernissés, de faïence, mosaïques, encadrées de colonnes en grès des Vosges s'élevant d'un seul jet à 13 mètres de haut.

Le matin, c'est dans les rues, le défilé des "pénitents blancs". L'après-midi, les curistes sont libres et profitent des distractions qu'offre le Mont-Dore et ses environs. Une promenade quotidienne dans la forêt de sapins centenaires du Capucin constitue un complément salutaire de la cure.

Jean Giraudon, en octobre 1894, reçoit de la municipalité du Mont-Dore la concession pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer d'intérêt local à traction funiculaire, et, fait innovateur, à traction électrique. La déclaration d'utilité publique d'avril 1897 permet le commencement des travaux qui sont terminés en mai 1898 et les essais interviennent en juin. Le 1[er] juillet, le premier funiculaire à traction électrique est ouvert au public. Au fond de la vallée, le PO construit la ligne Laqueuille-la-Bourboule-le-Mont-Dore, et le premier train n'arrive qu'un an plus tard. Le tracé du funiculaire est rectiligne, à voie unique avec un évitement. L'écartement d'un mètre est retenu et le rail est posé sur des traverses métalliques ancrées dans la plate-forme en maçonnerie. La gare inférieure est à l'altitude 1070 mètres et la gare supérieure 607 mètres plus loin à l'altitude 1245 mètres. Au départ, la ligne est en rampe de 380 ‰, puis, rapidement la rampe atteint 560 ‰. Après l'évitement, le profil s'arrondit jusqu'à la station supérieure. La machinerie est équipée d'un moteur de 90 CV alimenté en triphasé, lequel transmet son énergie, par une courroie plate, aux engrenages de réduction de vitesse. Le câble de traction s'enroule sur une poulie à deux gorges de 4 mètres de diamètre munie de garniture de bois ; une poulie biaise de 3 mètres de diamètre le renvoie d'une gorge à l'autre. La sécurité est assurée par un frein de service et un frein de secours. Le mécanicien a à sa disposition, pour suivre la progression des voitures, une tige graduée semblable au cadran d'une immense balance à ressort de chiffonnier, sur laquelle

Le premier funiculaire à traction électrique de France ouvre en 1898 au Mont-Dore avec pour mission le transport des curistes vers une forêt d'altitude qui domine la ville.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com



Entre 1912 et septembre 1992, rien ne paraît avoir changé. Pourtant quatre-vingts années séparent ces deux vues.

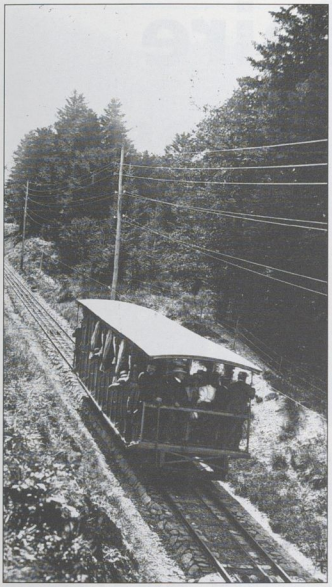
A la gare inférieure le temps a modifié un peu les choses.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

Vers 1908, après la passerelle une voiture emporte son beau monde.

Au même endroit, le 19/9/92, le voiturier n'a jamais connu les rigueurs de l'uniforme.

se déplace verticalement une aiguille. Des contacts de fin de course actionnent une sonnerie, prévenant de l'arrivée des convois à la station. Les deux voitures en bois de 50 places, construites en gradins, comportent un compartiment fermé et trois compartiments ouverts. A chaque extrémité, une plate-forme permet de jouir pleinement de l'ascension et donnent un cachet très "Belle Epoque". Le freinage est assuré par un triple système : frein à main à mâchoires sur les rails et deux freins de sécurité à mâchoires



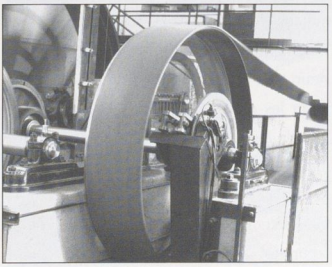
Vues depuis la passerelle, deux voitures montant avec un intervalle de 50 ans.

dont le déclenchement dépend d'une action sur une pédale ou par mou de câble. La vitesse maximale autorisée est d'un m/s, soit 3,6 km/h et le temps de parcours d'un peu plus de dix minutes ajoute de l'attrait à ce voyage.

Cette installation, classée monument historique, est en parfait état.

Son intérêt n'a pas échappé à la commune du Mont-Dore qui l'exploite directement en régie. Aussi, elle a fait l'objet d'une remise à niveau pour les sécurités en 1979 avec en particulier équipement d'homme mort, contrôle des courses, survitesse, différents freins et équipement radio entre les cabines et la machinerie.

Dans les années 50, le funiculaire transporte 40 000 personnes. Malgré l'ouverture d'une route, le trafic du funiculaire arrive à



La machinerie de 1898, impeccablement entretenue, est toujours en service en septembre 1992.

se maintenir. Pendant les quatre mois d'été de 1976, c'est 55 000 voyageurs qui préfèrent le silence de la lente montée. Aujourd'hui, le charme continue d'opérer car le funiculaire, avec ses voitures d'origine, reste un témoin vivant de ces innombrables "plans inclinés pour voyageurs" qui ont vu le jour autour du début du siècle.

Le funiculaire de Charlannes

Par délibération datée du 30 juillet 1900, le conseil municipal de la Bourboule concède à M. Jean Claret, entrepreneur, la construction et l'exploitation d'un tramway électrique avec funiculaire entre la Bourboule et Charlannes. La station inférieure est située à l'altitude 877 mètres et la station haute à 1 130 mètres. La longueur développée est de 580 mètres. Comme énergie motrice, il est retenu d'utiliser l'eau qui est abondante sur le plateau de Charlannes.

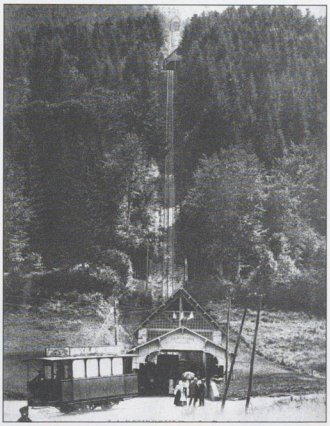
La ligne est composée de deux funiculaires successifs avec une gare intermédiaire. Les axes des deux funiculaires sont décalés de 4.63 mètres bien que l'ensemble de la ligne soit rectiligne. Le profil des deux installations est exactement identique et symétrique. La rampe au départ est 560 ‰ sur 290 mètres, puis le profil s'arrondit et termine à la gare intermédiaire en rampe de 296 ‰ sur 70 mètres.

La voie, à l'écartement de 1,44 mètre, constituée de rails de 28 kg au mètre et d'une hauteur de 140 mm, permet aux agrafes de sécurité des voitures de glisser librement au-dessous du champignon supérieur. Une crémaillère Riggenbach est placée entre les deux rails. La gare inférieure ressemble à un hangar de bois qui sera du reste agrandi lorsqu'en 1904 le tramway reliant le casino au funiculaire sera mis en service. La gare intermédiaire, du même style que sa sœur, est aménagée avec un quai central pour l'échange des voyageurs d'une voiture à l'autre.

Enfin, la gare supérieure, composée d'un quai et d'un hangar, a reçu comme seule machinerie une roue horizontale de 4,63 mètres qui permet de renvoyer le câble dans l'axe de la ligne inférieure. Tout au long de la ligne supérieure, sur le côté, des poulies folles portent ce câble entre les deux stations.

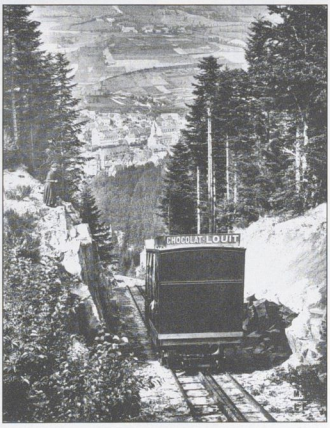
Des voitures siamoises

Cet ensemble de funiculaires ne possède que deux voitures, une par ligne, et qui sont liées par le même câble de 37 mm comme deux sœurs siamoises. Le châssis étagé des voitures porte un compartiment fermé côté amont : particularité de n'avoir aucune ouverture sur la paroi frontale, puis suivent trois compartiments ouverts, enfin la plateforme, côté aval, sur laquelle se tient le conducteur. Il a à sa disposition la commande de frein. La largeur hors-tout est de 2,50 mètres et l'empattement 5,60 mètres. Ces voitures, d'un poids unitaire de 13 000 kg, engendrent un effort maximum développé sur la crémaillère de la voie de 12 000 kg dans le cas le plus défavorable du fonctionnement des freins. Chaque essieu est muni d'une roue dentée engrenant directement sur la crémaillère. L'essieu aval comporte une poulie cannelée sur laquelle viennent freiner deux sabots. Ces sabots sont serrés par le conducteur descendant au moyen d'un volant et permet l'arrêt de la voiture. Ce frein peut se déclencher automatiquement par l'intermédiaire d'un ressort puissant en cas de mou de câble ou de rupture. L'essieu amont comporte deux freins Megy en liaison avec la crémaillère par l'intermédiaire de deux jeux de pignons. Ils limitent la vitesse de la voiture à un m/s et, par manœuvre d'un levier placé près du frein à main ser-



A gauche, la gare de la Bourboule entre 1900 et 1904.

Un peu après 1904, le tramway-Fell dessert la station inférieure.



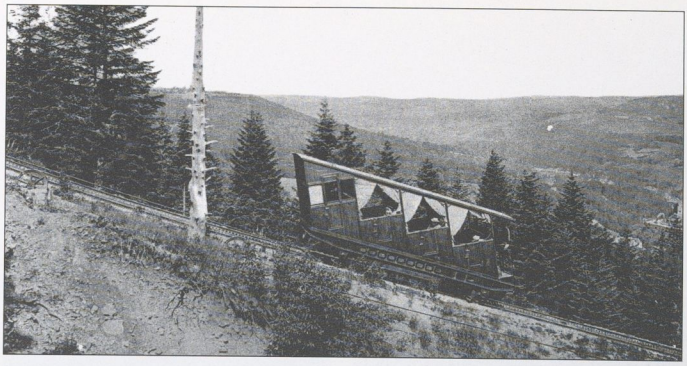
La voiture supérieure arrive à Charlannes. Notez l'embout, au niveau du châssis, pour le remplissage en eau de la voiture et sur les côtés les tambours des freins Megy.

A gauche, vue générale du funiculaire montrant la gare intermédiaire.

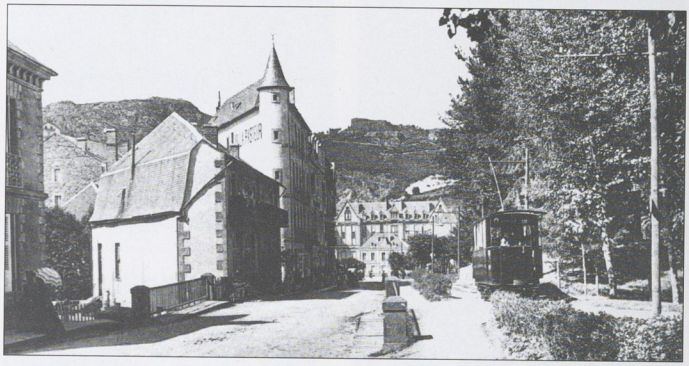
vant de frein d'arrêt. Cette disposition de pignon sur la crémaillère permet d'avoir une prise de force par manivelle en cas de non déplacement des voitures. En effet, il arrive que la charge d'eau, mal calculée, ne soit pas suffisante lorsque les voitures arrivent à la gare intermédiaire, la pente étant plus faible à cet endroit. Le conducteur engage alors une manivelle et à la force des bras entraîne les deux voitures sur les quelques mètres restant à parcourir.

Le fonctionnement

Le conducteur de la voiture supérieure remplit la soute à eau placée dans le châssis, et dès que le poids est prépondérant sur la voiture inférieure, le déplacement peut commencer. Arrivée à la gare intermédiaire,



La voiture haute et de chaque côté du pin mort une roue de guidage du câble allant vers la section inférieure.



Le tramway le long du Parc Fenestre.

Le voiturier module le serrage afin d'assurer aux deux voitures une vitesse inférieure à 1 m/s.

l'eau de la voiture supérieure passe dans la voiture inférieure qui est de l'autre côté du quai. Afin de permettre ce transvasement, la voie de la voiture inférieure est plus basse de quelques centimètres. Toutefois pour pallier les pertes d'eau, une source est captée jusqu'à la station.

Pourquoi deux funiculaires siamois? Nous n'avons pas trouvé de réponse dans les archives communales. Une hypothèse est que l'on a fait l'économie de la pose d'un évitement et, par conséquent, il n'a été installé qu'une seule crémaillère au lieu de deux côte à côte, comme il est de coutume à cette époque, lorsque les circulations alternées empruntent la même voie. Une autre supposition peut être admise : descendre une dénivellation de 253 mètres, la même voiture freinant tout au long du trajet pour retenir l'autre, aurait entraîné des échauffements trop importants. Le constructeur a donc préféré diviser le funiculaire en deux parties, la voiture descendante ne freinant ainsi que sur la moitié du parcours. Il eût été aussi possible de réaliser deux funiculaires entièrement indépendants mais cela aurait nécessité deux points de croisement et quatre voitures. Cette solution, astucieuse et économique, a répondu parfaitement au débit de la ligne. Le voyage était un peu plus long ainsi, mais le temps passé à changer de voiture permettait de jouir du paysage, de goûter le moment du voyage. On n'était pas encore trop pressé...

Le tramway Fell

La traction électrique avec système complémentaire d'adhérence a préoccupé très tôt les "électriciens". Siemens en 1878, établit un projet de traction électrique avec roues d'adhérence horizontale Fell sur rail central, mais rien n'est réalisé. La seule réalisation française du genre en traction électrique sera celle de Hanscotte en 1904 à la Bourboule.

En 1904, est inaugurée une petite ligne de 470 mètres et qui constitue la seule ligne du type Fell électrifiée en France. Cette ligne relie le casino de la Bourboule à la gare inférieure du funiculaire de Charlannes. Au départ, la rampe est modeste, puis elle s'élève de 92 ‰ à 120 ‰; dans ces conditions, difficile d'engager un tramway classique.

Il est nécessaire dans la partie la plus pentue de faire appel à un système auxiliaire d'adhérence. On a donc recours au rail central système Fell. La seule motrice de ce petit réseau est à deux essieux, plate-forme et compartiment central à quatre fenêtres. La prise de courant s'effectue par perche-trolley. La motrice est équipée de deux moteurs, commandant les essieux et d'un moteur pour les deux roues horizontales qui enserrent le rail central. Mais le rail central, dépassant le niveau des rails de roulement, il est demandé plus tard à ce qu'il soit démonté. En 1907, le tramway est alors transformé en traction par adhérence simple et la voiture est munie de sablières avant et arrière. L'exploitation s'arrête momentanément à la déclaration de la guerre de 1914, puis elle reprend peu après pour cesser vers 1920. La ligne n'aura vécu qu'un peu plus d'une décennie, le tramway était disproportionné pour une desserte aussi courte et légère. Quant au funiculaire, il va poursuivre sa carrière jusqu'en 1958, date de son arrêt définitif. En 1974, une télécabine est établie sur son tracé.

Le train "Fell" du Puy-de-Dôme

Dès 1889, Clermont-Ferrand se dote de tramways sous l'impulsion de M. Claret. Après la réalisation en 1904 du tramway système Fell de la Bourboule, il s'attaque au Puy-de-Dôme, en réalisant une ligne, qui, partant de Clermont-Ferrand, va arriver au pied du volcan et s'enrouler autour pour atteindre 1415 mètres.

Un dénivelé de 1029 mètres sur 14 km impose des rampes sévères, jusqu'à 130 ‰, en particulier dans la spirale finale. La ligne est en voie d'un mètre au même écartement que les tramways de la ville. La voie est en rails Vignole de 25 kg au mètre, un rail central à double champignon de 24 kg au mètre est posé dès que la rampe atteint 40 ‰.

Les cinq locomotives sont fournies par Fives-Lille et M. Hanscotte, ingénieur, mène la conception. Il est retenu de réaliser des locomotives type 030 T de 33 tonnes en ordre de marche. La chaudière, largement dimensionnée avec les soutes à eau sur le côté, font que ce matériel est beaucoup plus imposant que les machines livrées aux petites lignes de l'époque.

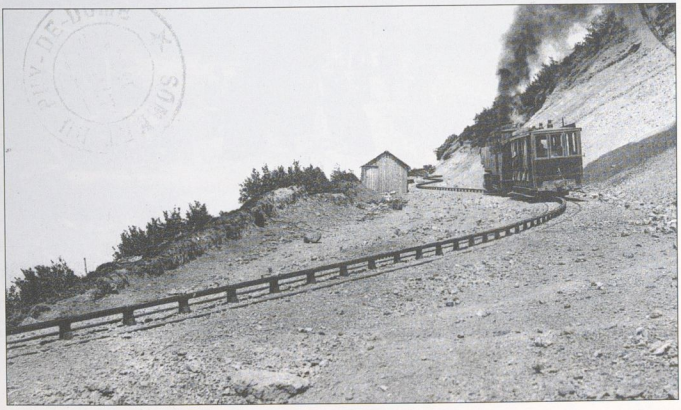
Les locomotives ont un système moteur classique et des roues motrices horizontales qui enserrent le rail central. L'idée de Hanscotte est un réglage automatique, à commande pneumatique, permettant d'ajuster la pression des roues motrices horizontales sur le rail central proportionnellement à la déclivité. L'emploi du rail présente l'inconvénient d'être interrompu au passage des routes, mais l'adhérence des machines et la vitesse acquise permettent aux trains de franchir l'interruption.

Le parc roulant se compose de douze voitures, quatre ouvertes et huit fermées, pouvant transporter quarante passagers. L'équi-

Sortant de Clermont-Ferrand, un train sur la route de Bordeaux.

Moment de détente à la station "La Baraque".

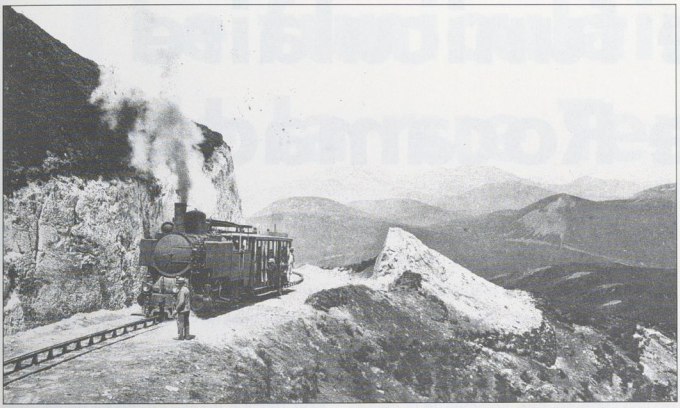
Page de gauche, au pied du Puy de Dôme, un train remorquant son pittoresque fourgon, fait halte avant la rampe qui le mènera au sommet.



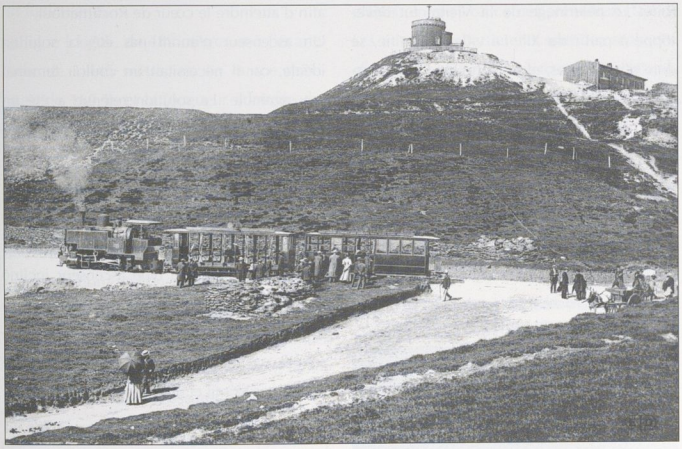
Lentement, le train serpente dans la montée du Col de Ceyssat.

Au bois des Charmes, l'imposante machine s'appuie au rail central pour se hisser vers le sommet.

Halte au passage du Col de Ceyssat.



Le train au passage du Grand Rocher.



En balladeuse ou voiture fermée, ils sont montés pour flâner un moment.

pement est assez particulier, un bogie d'un côté, un essieu de l'autre. Sur le bogie est monté un couple de roues horizontales qui participent au freinage. Un wagon couvert et un plat complètent le parc.

La ligne est ouverte en 1907, mais, dès 1914, le trafic touristique chute. En 1917, les machines sont réquisitionnées par l'armée et une partie de la voie démontée pour approvisionner le front. Les machines reviennent en 1919, mais la voie n'est rétablie qu'en 1923. Le 9 juillet 1923, M. Millerand, président de la République se rend au sommet par le train. En 1926, une route à péage, peut-être la première en France, remplace le train. La voie est déposée, sauf la partie dans Clermont-Ferrand qui est électrifiée et incorporée au réseau des tramways urbains.

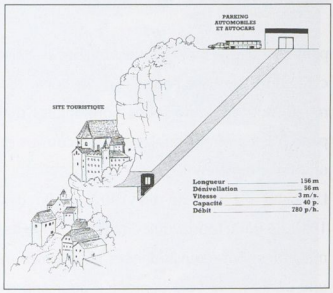
Le funiculaire de Rocamadour

La visite des grottes de Rocamadour débute désormais par une descente en funiculaire...

Une falaise qui domine de 150 mètres la gorge de l'Alzou, un village obstinément accroché aux rochers à pic, tel est Rocamadour. Dès le début de l'ère chrétienne, un sanctuaire dédié à la Vierge Marie est établi en ce lieu sauvage qui était sans doute déjà un lieu sacré pour les hommes de la préhistoire. Le pèlerinage de la Vierge fut développé à partir du XI^{e}. La ville se fortifie, se dote d'hôtelleries, et les jours de Grand Pardon, 30 000 pèlerins se pressent en ces lieux. Le bourg comprend une rue unique bordée de maisons moyenâgeuses, et largement fortifié par quatre portes successives. Accès plus que difficile qui interdit toute circulation routière, et c'est heureux. Si, il y a quelques siècles, les pèlerins étaient nombreux, la foule l'est encore plus aujourd'hui, mais les buts ne sont pas les mêmes. Arrivant par voiture, autocars, ils ont fini par rendre les problèmes de stationnement plus que difficiles. Le plateau est relativement dégagé pour permettre l'établissement d'un parking mais restait à trouver un moyen de transport afin d'atteindre le cœur de Rocamadour.

Un ascenseur n'aurait pas été la solution idéale, car il nécessitait un couloir terminal peu agréable. La solution retenue a été un funiculaire permettant de par son plan incliné d'atteindre, au plus près, le point de sortie dans la partie haute de la ville. Le tunnel incliné est long de 156 mètres en pente de 360 ‰ et permet de descendre 56 mètres. Une seule voiture du type ascenseur incliné transporte 40 personnes et circule à la vitesse de 3 m/s permettant un débit de 780 personnes par heure. Ce mini-funiculaire a été réalisé par Skirail et donne entière satisfaction.

Au pays "des rochers sur les églises" une solution de desserte souterraine originale.



Le funiculaire de la rue Terme

Construire un funiculaire en milieu urbain demande à avoir recours à de nombreux tunnels. D'autre part, partant de l'application du plan incliné, il est tout naturel de réaliser deux voies sur l'ensemble de la ligne. Ces conditions font que ce chemin de fer ressemble plus à un métro, avant la lettre, qu'à un funiculaire.

La ligne longue, de 489 mètres et à l'écartement de 1,445 mètre, est en rampe maximum de 160 ‰ et la longueur cumulée des tunnels est de 280 mètres.

Un funiculaire double

Le projet est d'importance, le funiculaire doit pouvoir transporter 30 000 personnes par jour et un nombre considérable de voitures à cheval. L'exécution d'un chemin de fer à quatre voies aurait entraîné des dépenses considérables d'établissement, mais il fallait quand même pouvoir assurer le double service voyageurs et marchandises, le problème étant que les temps de prise en charge des voyageurs et des marchandises sont inégaux. La solution a été de réaliser deux funiculaires indépendants, ayant chacun ses voies de départ et d'arrivée, mais empruntant la même ligne à double voie.

Les gares sont établies à quatre voies, les deux voies centrales sont réservées aux voyageurs et les voies extérieures aux marchandises. La durée du parcours est de trois minutes ce qui permet le départ des trains toutes les six minutes.

Les trains ont une composition exceptionnelle pour l'époque : en effet, ce sont trois voitures de 108 places chacune qui les composent. Les voitures, à l'origine, sont à deux étages. Le compartiment central de dix places remplit l'office des premières classes. Les autres compartiments sont des secondes classes et contiennent chacun douze places. L'impériale peut recevoir 50 places. Cette composition permet d'enlever 324 personnes par voyage !

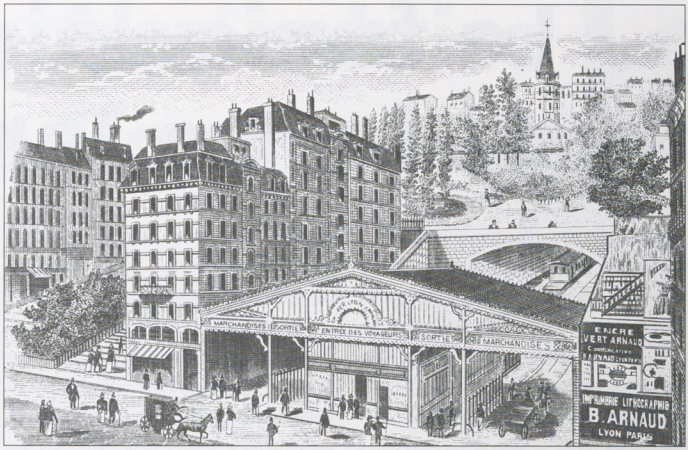
Les trains de marchandises sont composés de trois trucks, dont les plateaux forment une plate-forme continue. Le train étant garé au fond du quai, les voitures attelées entre elles se placent les unes derrière les autres. Des attaches fixent les voitures et les chevaux afin d'éviter tout mouvement, "route roulante" avant la lettre.

Ce système permet de composer des trains indépendants les uns des autres. Quand il est prêt, on attend l'arrivée du train voyageurs ; aussitôt, on fait la manœuvre de l'aiguillage et le départ du train de marchandises a lieu. Comme le parcours ne dure que trois minutes, le train est arrivé à destination quand le train de voyageurs est prêt.

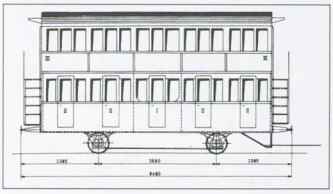
Cette disposition de deux funiculaires a nécessité l'installation de deux machines à vapeur de 150 CV. Elles animent chacune un

A partir de 1863, Lyon est le point de départ de la Compagnie des chemins de fer des Dombes dont la gare d'origine est située sur le plateau de la Croix-Rousse. La route qui monte à Croix-Rousse est une artère en forte rampe encombrée par des voitures à chevaux de toutes sortes. Afin de faciliter le transport des marchandises et des personnes, il est entrepris dès 1859 un chemin de fer funiculaire, seule solution acceptable à cette époque.

Gare de la rue Terme dans son état d'origine.



Vers 1900 un train mixte monte vers Croix-Rousse.



tambour de 4,50 m de diamètre, autour duquel le câble s'enroule. La course des pistons des machines étant de 2 m ! Cela permet de juger l'importance de la machinerie. Ainsi équipée, cette "ficelle" ou chemin de fer "à la corde" entre en service le 3 juin 1862. Dès 1863, la "ficelle" est parcourue par plus de deux millions de voyageurs ; en 1880, ce chiffre s'élevait à 4 millions et en 1883, il est de 6 millions, un record !

Mais les voitures à deux niveaux sont très lourdes et elles entraînent une usure anormale du câble. Deux ans après l'ouverture, en 1864, l'exploitation est interrompue. Elle reprend en 1865 avec encore deux types de trains, mais allégés. le premier type est composé de deux voitures voyageurs, l'autre est mixte et composé d'une voiture voyageurs plus un truck à marchandises.

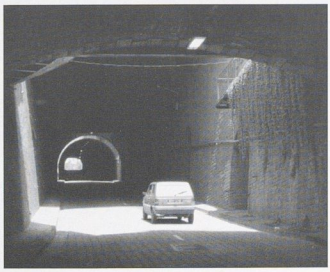
Vers une fin peu glorieuse

En 1912, une ligne de tramways (la "6") monte à la Croix-Rousse, concurrençant le funiculaire. En 1914, la gare des Dombes est

Le dernier mouvement de la ficelle le 31 décembre 1967.

reportée au Nord du boulevard de la Croix-Rousse, s'éloignant ainsi légèrement du terminus du funiculaire. En 1915, l'installation est simplifiée, il n'existe plus que deux trains composés d'une voiture voyageurs et un truck à marchandises. Après la seconde guerre, la gare des Dombes ne connaît plus qu'un trafic réduit qui disparaît totalement en 1953, privant le funiculaire d'une de ses sources de trafic.

Avec le développement automobile des années 60, se pose le problème de l'accès à la Croix-Rousse, la voirie existante connaissant une saturation croissante. Il est alors décidé de récupérer l'infrastructure du funiculaire pour établir une rue à sens unique, l'accès au plateau restant possible par les autres transports urbains (trolleybus n° 6 et 13 et le funiculaire de Croix-Paquet). Le 31 décembre 1967, le funiculaire a effectué son dernier voyage, la voie a été démontée et fait place à une route à sens unique.



150 ans après leur réalisation, les tunnels de l'ancienne ficelle voient passer des voitures.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

Le funiculaire de la Croix-Paquet

Faisant suite au funiculaire rue Terme-Croix-Rousse, un deuxième funiculaire est entrepris en 1887 afin que le versant côté Rhône soit relié au chemin de fer des Dombes et du Sud-Est.

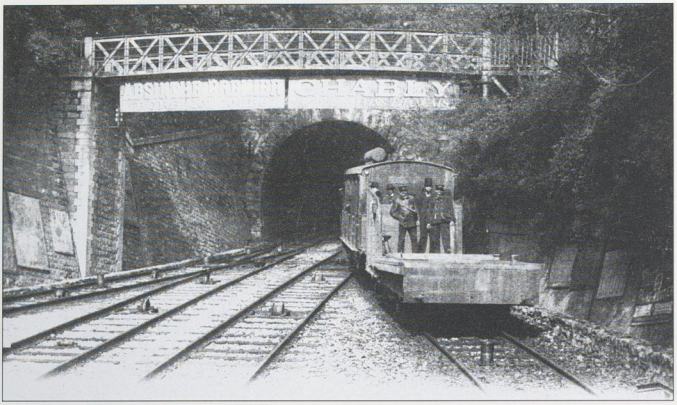
Cette ligne, longue de 474 m, comporte 400 m de tunnel. Elle est réalisée à double voie normale en rampe continue de 173 ‰ et l'ouverture a lieu en 1891. La gare inférieure est équipée de quatre voies sous abris. A l'origine, une machine à vapeur anime le funiculaire. De cette exploitation, nous possédons peu d'éléments. A l'origine, les trains étaient composés de deux voitures et d'un truck pour le transport des attelages. Un nouveau matériel entre en service en 1908 et le vieux matériel est garé sur deux voies de la gare inférieure. Il y restera jusqu'à la suppression du funiculaire et sera démoli.

Le funiculaire arrête son va-et-vient en 1972. Il est envisagé de le transformer en voie routière comme celui de la rue Terme, mais une évolution courageuse dans les esprits oriente les études vers une reprise ferroviaire de ce site. Il est décidé de poser une crémaillère afin de constituer le premier maillon du futur métro de Lyon. C'est une véritable reconstruction. La ligne est légèrement allongée afin de desservir la place de la Croix-Rousse, point de correspondance des autobus et trolleybus. D'autre part, les Pouvoirs publics consentent un investissement lourd pour la voie et le matériel en vue de l'extension suburbaine de cette ligne vers la ZUP de Rillieux.

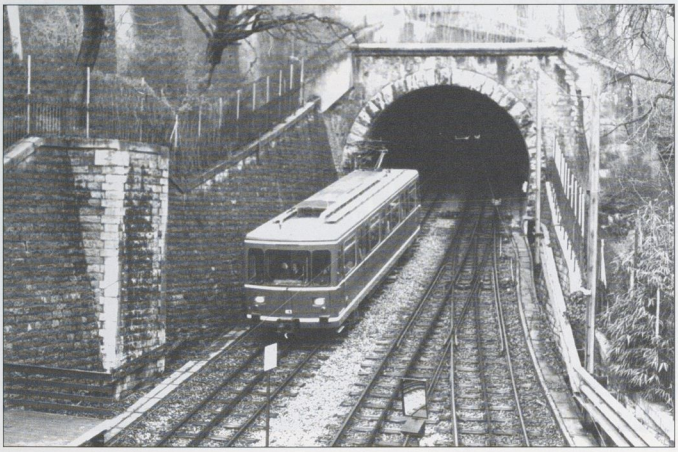
Le métro à crémaillère

Cette nouvelle installation est inaugurée le 7 décembre 1974. La ligne à double voie a une longueur provisoire de 596 m. La gare de Croix-Paquet à deux voies et celle de Croix-Rousse à voie unique. Deux automotrices sont affectées au service, mais aux heures creuses une seule est mise en ligne, la seconde restant à Croix-Paquet. Elles sont du type adhérence et crémaillère, c'est-à-dire qu'elles peuvent circuler aussi bien en adhérence vers le prolongement envisagé jusqu'à Sathonay et Rillieux que sur la crémaillère Strub. Les voitures, d'une longueur de 15,20 m (hors-tout), ont une largeur de 2,65 m. La masse en charge est de 38 tonnes avec une capacité totale de 120 places dont 34 assises. Les bogies sont chacun équipés, côté aval, d'un moteur de 168 kW commandé par hacheurs de courant à thyristors entraînant l'essieu moteur par un cardan. la roue dentée est montée élastiquement sur un arbre creux guidé par des roulements portés par l'essieu.

L'équipement électrique de traction, réalisé par CEM-Oerlikon, a été conçu pour atteindre les objectifs suivants : conduite automatique avec vitesse affichée, consommation minimale d'énergie et unité multiple. La prise de courant s'effectue par pantographe sur une ligne alimentée en 750 V continu. Le freinage est réalisé par un frein électrique à

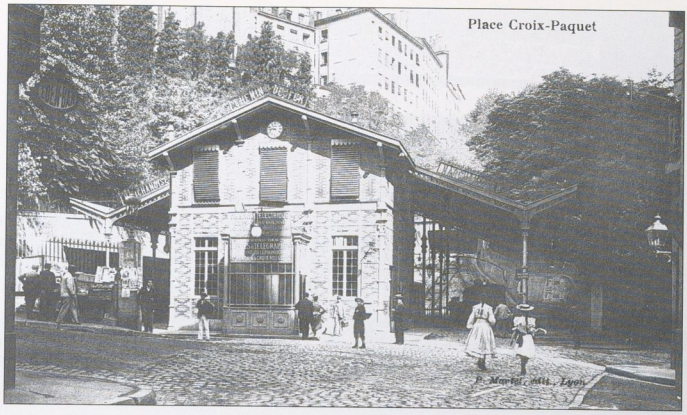


Au début du siècle, une rame arrive à la Croix-Paquet portant son lot de passagers qui coiffés d'un gibus, d'une casquette ou d'un melon.



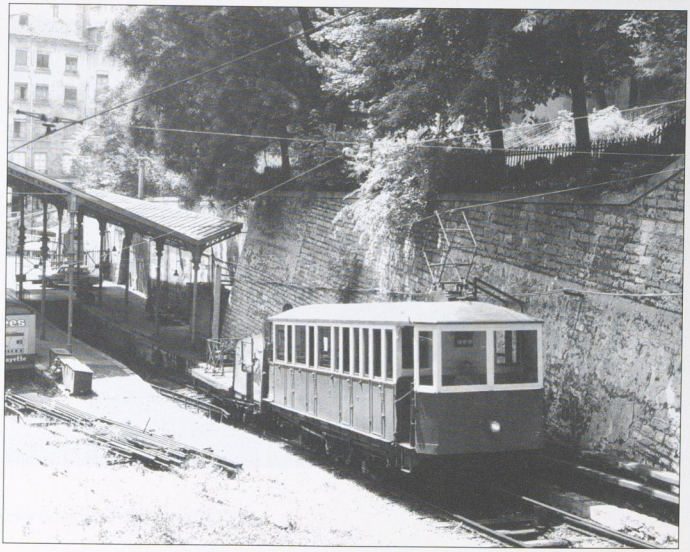
Transformée en crémaillère au même endroit que la photo ci-dessus, une motrice SLM vers 1975.

1992, les motrices Alsthom assurent le service de l'ancienne ficelle devenue la ligne C du Métro Lyonnais.



Gare du funiculaire place Croix-Paquet à la Belle Epoque.

Une rame Alsthom arrivant à Cuire.



Abandonnée par tous, une navette monte, stoïque, au cours de son dernier été.

A la station Hôtel-de-Ville, le 21 avril 1978, une motrice en partance pour Croix-Rousse attend ses derniers voyageurs.

La station Croix-Paquet vue depuis le dessus de l'entrée du tunnel.

récupération, un frein à sabot, un frein à ruban et un frein à cliquet sur l'arbre de la roue dentée. Ainsi équipé, la vitesse maximale en crémaillère est de 30 km/h et 50 km/h en adhérence. En 1978, une troisième automotrice rejoint la ligne, tandis que le 2 mai de cette même année, celle-ci est prolongée de la Croix-Paquet à l'Hôtel de Ville, assurant ainsi une correspondance très utile avec le métro dont elle devient partie intégrante sous l'indicatif "ligne C". L'objectif est alors la réalisation d'une ligne Hôtel de Ville-Hénon dans un premier temps, puis Cuire en prolongement.

Face à l'accroissement du trafic qui passe de 1 500 à 15 000 voyageurs par jour, la STRCL en avril 1979 décide de prolonger la "ligne C" jusqu'à l'ancienne gare SNCF d'Hénon de l'ancien chemin de fer des Dombes et d'y créer un atelier d'entretien. Enfin, le prolongement jusqu'à Cuire est décidé en avril 1982 et ouvert le 10 décembre 1984. Dès lors, la capacité des trois petites automotrices est largement dépassée, ce qui oblige la STCRL à commander, le 18 septembre 1981, cinq rames d'une capacité de 252 voyageurs et composées chacune de deux automotrices équipées de bogies à crémaillère SLM. Les trois premières automotrices à crémaillère, qui n'ont pas dix ans de service, sont mises en vente mais n'ont toujours pas trouvé preneur dix ans après...

Le funiculaire de Saint-Just

Les premiers tramways apparaissent à Lyon le 11 octobre 1880. Rapidement, ils s'étendent hors de la commune, tout d'abord vers l'Ouest. Il est nécessaire d'ouvrir un nouveau funiculaire entre Saint-Jean et Saint-Just afin d'assurer les liaisons entre la ville basse et la ville haute d'où partent les tramways suburbains.

Avec le succès du funiculaire de La Croix-Rousse, dès 1871, le Conseil général du Rhône est saisi d'une demande de concession. Les travaux commencent en 1876 et la ligne est mise en service le 8 avril 1878. Cette réalisation s'effectue dans le même esprit que le funiculaire précédent. La percée, dans le tissu urbain étant impossible, la ligne est construite quasiment en tunnel ; d'autre part, elle est réalisée à double voie à l'écartement normal. La ligne part à la cote 165 et atteint la cote 265 m après un parcours de 783 m. Ce parcours est entrecoupé de deux tunnels de 300 et 390 m et de deux ponts, l'un métallique, l'autre en maçonnerie. Au milieu du parcours est établie la station des Minimes. Mais cette ligne a la particularité d'être tracée en deux pentes, celle de la partie basse est en pente de 183 ‰ et la partie haute en pente de 61 ‰ seulement. Ceci conduit le concepteur à accrocher un wagon compensateur au train qui se trouve sur la pente la plus faible afin d'équilibrer les forces.

Comme dans un funiculaire, le train descendant contribuant toujours à la traction du train montant, il fallait trouver une solution originale, simple, rapide et si possible automatique, afin que les forces en présence restent proches de l'équilibre, quelle que soit la position des voitures sur les pentes. Ce qui fut fait.

Le train à la station haute est relié par un câble à un wagon contrepoids stationnant à mi-pente. Dès la mise en mouvement, l'ensemble va entraîner le train de la station basse qui est accroché à son wagon contrepoids. Arrivé à mi-pente, le train descendant, par un système à double crochet, va lâcher son wagon contrepoids qui se trouve alors accroché à un point fixe. Par contre, le train montant, en passant à mi-pente va accrocher le câble de son wagon contrepoids. L'effort nécessaire pour entraîner ce train dans la rampe de 61 ‰ étant léger, ce surcroît de charge équilibre le train descendant, qui n'a plus de surcharge, en pente de 183 ‰.

Ce funiculaire reste dans le concept des plans inclinés de l'époque et va fonctionner jusqu'en 1900, date à laquelle la ligne va être transformée en crémaillère.

Le funiculaire devient crémaillère

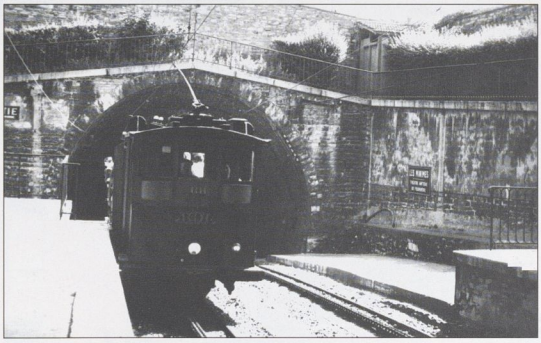
En 1886, le funiculaire est inclus dans la Compagnie Fourvière-Ouest Lyonnais (FOL) qui étend son influence vers l'Ouest en construisant une ligne de tramway en "Y" vers Vaugneray et Mornant. Cette ligne, réalisée en site propre, connaît très vite un trafic dominical très important. Puis, en 1893, s'ouvre la ligne de Sainte-Foy, suivie de celle de Francheville en 1898. De ce fait, la capa-

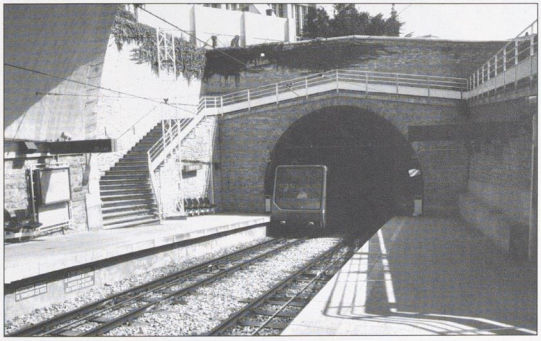
cité du funiculaire devient insuffisante. Le FOL décide donc en 1901 de transformer le funiculaire en chemin de fer à crémaillère. L'idée sous-jacente étant de descendre les tramways jusqu'à Lyon, on opte donc pour une crémaillère Abt à deux lames.

Le matériel automoteur se compose de quatre locomotives à deux essieux attelées au début à des remorques "Vierzon", puis en 1931 à des remorques "Franco-Belge ; trois trucks à plateau pour le transport des convois hippomobiles complètent le parc. L'un de ceux-ci est transformé en automotrice à voyageurs en 1938, mais assez peu utilisé sous cette forme. Puis, afin de descendre les voyageurs de ses tramways dans Lyon sans changement, la FOL procède à des essais à propos desquels nous citerons Jean Arrivetz : "On essaya de lancer sur la pente une remorque FOL retenue par une locomotive à crémaillère. Ce fut la catastrophe car la remorque souleva la locomotive dont la roue dentée échappa. Le train se cabra et, heureusement, se contenta de se mettre en travers dans le tunnel, ce qui interrompit le service pendant plusieurs jours. Un second essai eut lieu par la suite. Pour éviter une trop forte poussée de la voiture sur la locomotive, on utilisa une motrice Francheville dotée d'un essieu central de freinage sur crémaillère. Le voyage s'accomplit bien, mais la roue dentée centrale se révéla vite incompatible avec certains pavés saillants ou cailloux rencontrés dans les portions de ligne sur chaussée". Devant ces échecs, la Cie FOL renonce à utiliser la ligne à crémaillère qui fonctionnera dès lors de façon indépendante et la ligne de tramway gagnera Lyon par la côte de Choulans.

Retour au funiculaire

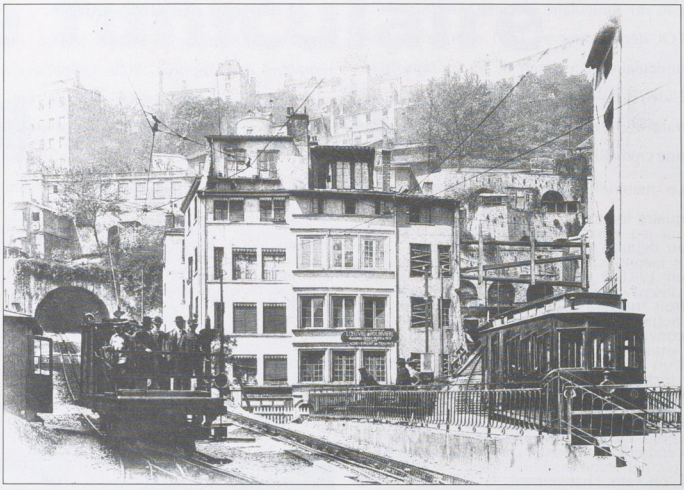
Mais en novembre 1954, le service de tramways est supprimé. Si la clientèle en correspondance est perdue pour la crémaillère, la croissance de l'urbanisation lui apporte un trafic compensatoire, mais cette technique est peu adaptée à un service urbain à forte fréquence. Aussi, en 1957, lorsque l'état d'usure de la crémaillère nécessite de lourds investissements, on décide de revenir au funiculaire. Le plan de voie est simplifié. La ligne, à voie unique, ne comporte plus qu'un évitement en son milieu. Les deux voitures de 130 places permettent de transporter 1 560 voyageurs



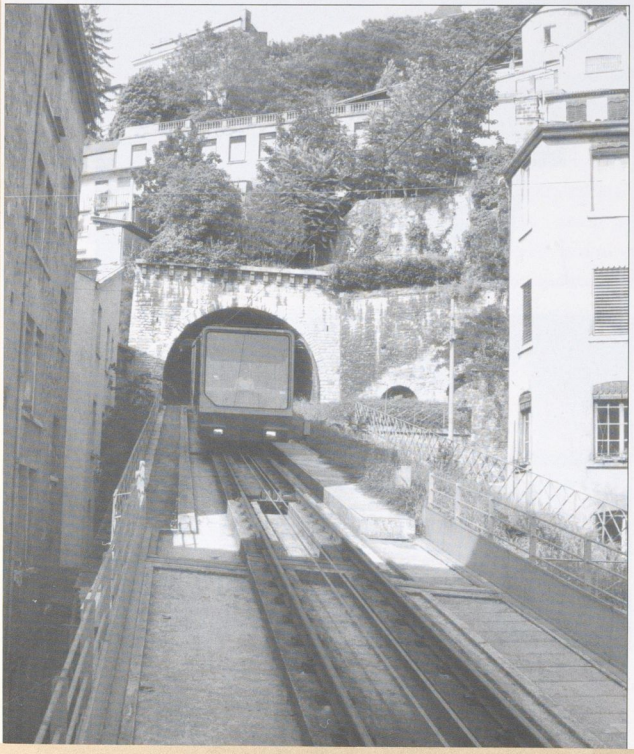


Les Minimes, cette station a d'abord vu passer une ficelle, puis une crémaillère, enfin retour aux sources avec le funiculaire en 1958.

Gare de St-Jean - à droite arrive un truck à plateau, prévu à l'origine, pour le transport des convois hippomobiles alors qu'à gauche, stationne une voiture du funiculaire de Fourvière.



Autre temps, autre confort.

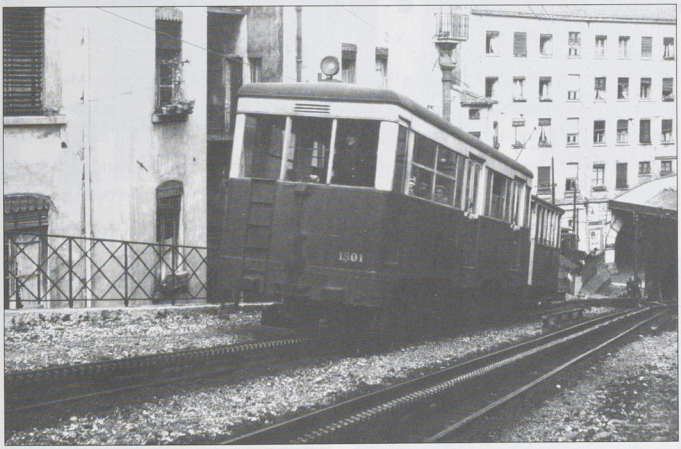


à l'heure pour un trajet de 4 minutes. Ce funiculaire comporte un câble de traction en amont et un câble de tension en aval. Il entre en service le 17 avril 1958.

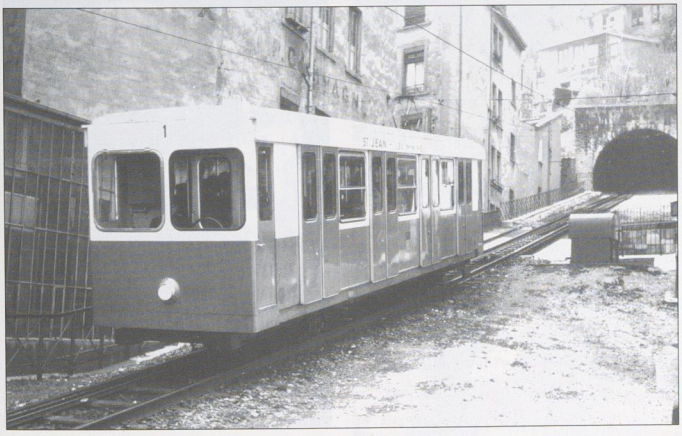
Pour faire face au trafic escompté lors de l'ouverture de la ligne D du métro, qui doit avoir une station à Saint-Jean, en 1985, une nouvelle cure de jeunesse permet d'augmenter le débit à 3050 voyageurs par heure et par sens en 3,25 mn à la vitesse de 8 m/s.

Cette modernisation et menée par Skirail et Von Roll. Les trains de deux voitures peuvent accueillir 216 personnes. Ceci nécessite une modification de la machinerie afin de porter la puissance à 70 CV. Ce funiculaire, qui est automatisé, une seule personne reste pour la surveillance et la fermeture des portes, s'apparente par ses caractéristiques à celui de Val d'Isère. Les stations sont aménagées aux normes du métro et la station de Saint-Jean a été mise en correspondance avec le métro.

La motrice de manœuvre de la crémaillère de l'OTL.



Tracteur poussant la remorque 1501 vers 1950.



Mars 1965, la voiture n° 1 monte vers Saint-Just.

Le funiculaire Saint-Jean-Fourvière

En 1872, en haut de la colline de Fourvière, à Lyon, est érigée la basilique Notre-Dame à la suite d'un vœu fait durant la guerre de 1870/1871. Tout de suite, elle attire de nombreux pèlerins. Mais il faut attendre le 6 décembre 1900 pour que soit ouvert au public le funiculaire Saint-Jean-Fourvière.

La gare basse est commune avec le chemin de fer de Saint-just et appartient à la Cie Fourvière-Ouest-Lyonnais (FOL). Cette ligne, longue de 421 m, comporte 380 m de tunnel en rampe de 310 ‰. Elle est établie à voie unique et à l'écartement d'un mètre. Toutefois, le tunnel et le pont ont été établis pour la double voie. Les voitures sont du type compartiments-multiportes légèrement étagées afin de compenser la pente.

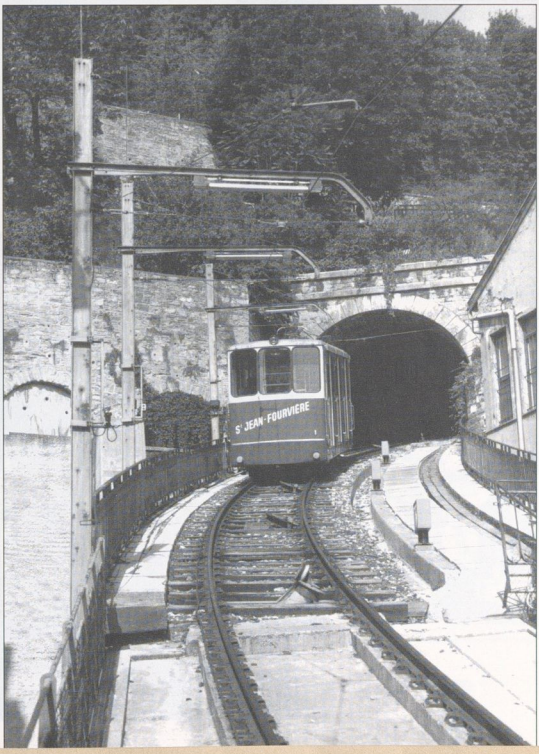
Lors d'une modernisation, la ligne est équipée d'une ligne électrique et les voitures reçoivent un petit pantographe à l'avant pour l'éclairage. Cette ligne connaîtra un incident, chose rare pour les funiculaires : le 10 novembre 1932, une voiture est sur vérins pour réparation. Un vérin s'étant effondré, elle se retrouve sur ses rails et se met à dévaler la pente. La voiture déraille à l'évitement central et finit sa course, après avoir défoncé l'angle d'une maison dans la rue Tramassac où elle se renverse et se met en travers de la voie. Deux ouvriers qui étaient à bord s'en tirent avec des égratignures.

Le funiculaire poursuit sa ronde jusqu'au 24 mai 1970. Les deux archaïques voitures rouges à lanterneaux s'immobilisent après 70 ans de service. Une voiture part au Musée des Transports Urbains à Paris et l'autre dans un musée lyonnais. Mais l'arrêt n'est pas définitif, c'est une grande rénovation qui est entreprise et qui dure six mois. La voie est renouvelée et portée à l'écartement de 1,30 m, des voitures confortables de 7 tonnes peuvent recevoir 70 personnes. La puissance de la machinerie a été portée à 160 CV et la vitesse à 4,5 m/s, ce qui permet un parcours en 1,50 mn. L'inauguration a lieu le 11 décembre 1970, en présence du maire de Lyon, du Cardinal, entourés de nombreuses personnalités.

Le mariage d'un funiculaire et d'une crémaillère a engendré un heureux bâtiment sous l'égide de l'Ouest Lyonnais.

Page de gauche, 1970, la voiture n° 1, rouge, à lanterneaux effectue ses derniers parcours.

Quarante années séparent ces deux clichés, à part les voitures, rien ne semble avoir changé.



Juin 1968, le passage d'une voiture rouge reste un sujet d'étonnement pour les enfants.

Silencieusement une nouvelle voiture se glisse entre les maisons.

Le funiculaire de Saint-Paul à Fourvière

Après qu'un avant-projet de chemin de fer mixte, crémaillère et adhérence, ait été présenté en 1894, avec un départ de la place du Change, c'est un funiculaire qui est réalisé à double voie normale, en grande partie en tunnel.

La compagnie Saint-Paul-Fourvière-Loyasse ouvre le service le 6 décembre 1900. La ligne de tramway à voie d'un mètre Fourvière-Loyasse dessert essentiellement le cimetière après un court trajet à flanc de coteau surplombant la ville. Cet ensemble n'était guère viable, bien que le funiculaire aurait pu servir d'accès à la basilique.

En fait, les pèlerins n'utilisent que le funiculaire partant de Saint-Jean, mieux placé et surtout mieux desservi par les tramways en correspondance directe.

Après plusieurs interruptions de trafic, dues à des affaissements de la voûte des tunnels situés dans des terrains instables, le funiculaire assure "son" dernier service funèbre le 24 décembre 1937, la veille d'un anniversaire célèbre. Le tramway lui survivra jusqu'au 16 septembre 1939. Un enterrement sans fleur ni couronne ! Enterrement peut-être pas définitif, un projet de résurrection de ce tramway, sous la forme cette fois touristique, et intégré dans un "Parc des Hauteurs", étant en cours d'étude.

Le cimetière de Loyasse avait la particularité d'être desservi par un funiculaire, lui-même prolongé par un tramway. Le but principal : transporter les veuves et les bouquets et bien sûr les cercueils avec leur contenu dans une remorque spéciale...

Très graves, les employés attendent "leur client".

1901, la gare basse du chemin de fer de St-Paul Fourvière-Loyasse.

Le funiculaire de Saint-Hilaire-du-Touvet

En remontant l'Isère à 17 km de Grenoble, le lieu-dit "Montfort" est le point de départ du funiculaire du vertige. Niché sur un plateau inaccessible, Saint-Hilaire véritable balcon du massif de la Chartreuse, domine de 800 m l'Isère. Ce balcon connaît un climat exceptionnel. Au début du siècle, la tuberculose est une maladie qui fait des ravages et les médecins recherchent des lieux pour y installer des sanatoriums.

En 1929, l'Association Métallurgique et Minière (AMM) construit un sanatorium sur le plateau. Cette construction est suivie de deux autres établissements : Sanatorium du Rhône et Sanatorium des Etudiants. Pour accéder à ces chantiers, juste une étroite et tortueuse route monte au plateau des Petites Roches.

Pour améliorer cette relation, il est envisagé un chemin de fer à crémaillère qui irait jusqu'à Saint-Pierre-de-Chartreuse un peu plus au nord, mais rien ne se fait. En 1920, l'AMM confie la réalisation d'un funiculaire à M. Pédrazzini, ingénieur des Papeteries de Froges. Le tracé partant de la RN 90 à Montfort, pour rejoindre l'église de Saint-Hilaire, est retenu et le funiculaire est inauguré le 19 juillet 1924. La ligne, en voie d'un mètre, commence à l'altitude de 260 m, sous un hangar de bois modeste, qui sert d'atelier. La rampe au départ est de 160 ‰. La ligne est rectiligne sur 400 mètres environ, puis dans une courbe à gauche, franchit un torrent ; peu après, se trouve le point de croisement en rampe de 600 ‰. Après l'évitement, la ligne aborde la partie la plus pentue avec 830 ‰. Cette rampe aurait pu être la plus forte du monde si le funiculaire de Santiago du Chili ne la battait pas de 10 ‰. Dans cette rampe, il faut avoir le cœur bien accroché pour regarder derrière soi... Puis la ligne pénètre dans un tunnel de 180 m qui est aussi le plus pentu du monde, dans lequel passent des voyageurs. A la sortie, la voie domine un précipice à gauche, puis elle s'engage dans une faille du rocher "Pal de Fer" et suit sur quelques mètres le sentier en escalier qui reliait Saint-Hilaire à la vallée. Après une dernière courbe en rampe de 650 ‰, la ligne arrive, après un développement de 1 480 m, à la gare supérieure, près du chalet de l'AMM et de l'église de Saint-Hilaire à l'altitude de 947 m, une belle montée. Les voitures sont équipées d'un frein à mâchoires, qui enserrent le rail, s'il est mis en action. Le déclenchement peut être volontaire, en appuyant sur une pédale, ou automatique en cas de rupture du câble de traction. Les essais démontrent l'efficacité du système ; le câble de traction ayant un diamètre de 38 mm, sa résistance à la rupture est de 980 kN, soit 14 fois la masse de la voiture. La machinerie est animée par un moteur de 50 CV. Ce moteur entraîne divers engrenages, dont un à dents de bois d'Hickory, qui est une sorte de noyer d'Amérique. Cet engrenage entraîne la grande poulie motrice à deux gorges de 3 m de diamètre.

Vue générale de la ligne alors que la voiture n° 1 entre dans la tranchée précédant le tunnel.

Croisement des voitures dans les années 70.

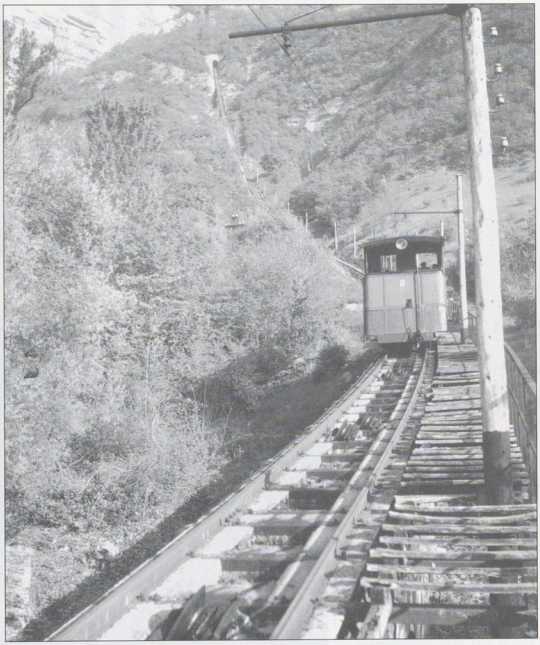
La gare inférieure était desservie entre 1900 et 1933 par un mini funiculaire, la reliant au tramway des VFD qui circulait le long de la RN 90.

Une ligne aérienne existe sur tout le parcours et les voitures possèdent un pantographe sur le toit. Cette ligne ne sert pas à l'éclairage, qui est assuré par batterie, mais uniquement aux signaux de communication entre les voitures et les stations. En 1900, une ligne de tramway électrique est ouverte entre Grenoble et Chapareillan par les TGC. La gare inférieure du funiculaire étant à quelques centaines de mètres de la ligne, un embranchement est réalisé. Une plaque tournante et un cabestan permettent de monter les wagons jusqu'à la station inférieure du funiculaire où les marchandises transitent. Ce mini funiculaire reste en service jusqu'à la fermeture du TGC en 1933. D'août 1924 à décembre 1925, 140 674 t de matériaux seront transportés pour le seul établissement de l'AMM. L'histoire de ce chemin de fer n'est pas émaillée d'incident et il s'endort doucement. Le plateau des Petites-Roches voit sa population de tuberculeux régresser, mais le tourisme progresse dans la région. Les routes s'ouvrent pour les voitures, elles montent sur le plateau et relient les villages. Après la guerre, on tente un effort de modernisation des voitures : les plates-formes désuètes et insolites sont remplacées par une nouvelle carrosserie, les voyageurs enfermés. Mais le trafic stagne, les fréquences sont réduites et le funiculaire est mal parti...

En 1971, la Société des Chemins de fer touristiques et de montagnes (CFTM), qui exploite le chemin de fer du Vivarais, s'intéresse à ce funiculaire. Les CFTM suggèrent alors au maire dynamique de Saint-Hilaire-du-Touvet de racheter le funiculaire

à l'AMM pour une somme symbolique. Ce qui se fait. Le Conseil général de l'Isère débloque les crédits afin d'apporter quelques modernisations aux installations et d'installer deux nouveaux moteurs de 63 CV (un en service, un en secours). Avec une bonne publicité, les CFTM débutent l'exploitation du funiculaire le 1er mai 1972. Rapidement, le nombre de voyageurs passe de 12 000 à 24 000 par an. L'affaire étant relancée, le 1er juin 1977, les CFTM remettent la ligne à la commune de Saint-Hilaire-du-Touvet qui l'exploite dès lors en régie municipale.

Enfin, au printemps 1992, les voitures qui avaient été recarrossées en 1955 sont remplacées par des neuves dont l'esthétique s'inspire fortement des modèles qui circulaient en France dans la période 1900-1920, avec une superstructure en bois verni : de quoi combler les touristes amateurs de rétro...



La voiture n° 2 au franchissement du torrent.

Août 1992, l'accompagnatrice, en compagnie de parapentistes allant rechercher l'ivresse de la liberté.

A gauche, le toit de la machinerie de l'ancien funiculaire VFD - Montfort au-dessus de la voiture, la poutre du palan qui permettait le transfert des marchandises vers le funiculaire.

De nombreuses poulies inclinées assurent le guidage du câble en rampe de 650 ‰ dans la courbe du "Pal de Fer".

1989, une cabine monte sur le plateau des Petites Roches.

Crémaillère et funiculaire à Montagnole

Ce transport est d'abord assuré par des chars à bœufs, le premier départ ayant lieu à 3 heures du matin et le dernier voyage à la tombée de la nuit. En 1904, on fait l'essai d'un tracteur routier Scotte à vapeur de 30 CV remorquant quatre chariots pour une charge totale de 15 tonnes. Mais l'expérience n'est pas concluante.

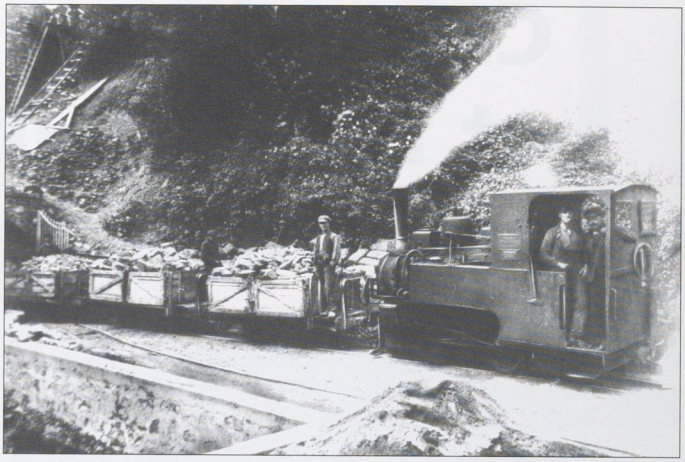
En 1912, pour descendre 24 000 tonnes de pierres nécessaires à la fabrication de 16 000 tonnes de ciment par an, l'entreprise met en service un chemin de fer à voie de 60, long de 3 600 m, muni d'une crémaillère. Deux petites locomotives du type 020 Orenstein & Koppel assurent le service et remorquent quatre wagons entre les carrières du Pontet à Montagnole et les fours de l'usine de la Revériaz. Ce chemin de fer circulera jusqu'en 1924 où un télébenne prend la relève sur la partie centrale du parcours en crémaillère.

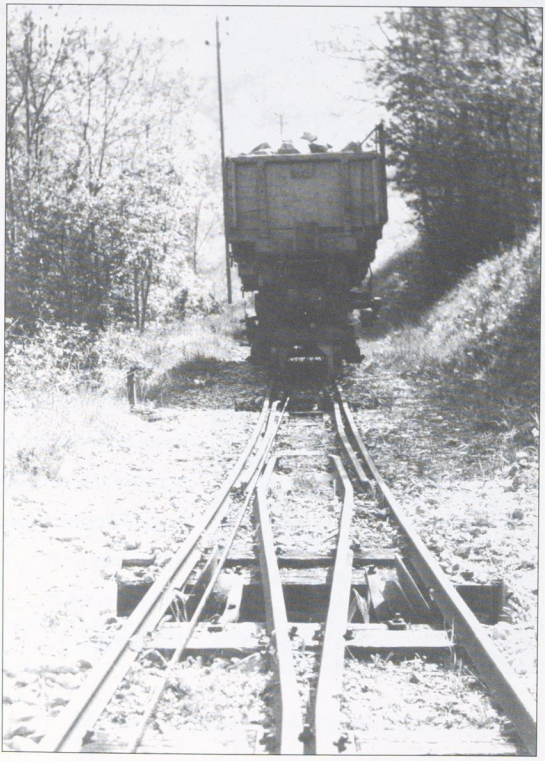
La ligne part du sud du hameau de Bellecombette puis, à travers champs, descend jusqu'à la route de Saint-Cassin, dont il emprunte la chaussée jusqu'à Biollay. Après avoir parcouru un petit tronçon de la rue du Faubourg-Maché et l'étroit et tortueux chemin de la Revériaz, il dépose son chargement sur la plate-forme des Fours adossée à la colline de Montjay. Après 1924, il ne reste que les deux tronçons extrêmes qui seront électrifiés en courant 600 V continu : entre Montagnole et Tire-Poil en 1924 et en aval entre la Favorite et les Fours en 1927. Ces deux tronçons subsisteront jusqu'en 1963 pour le premier et 1936 pour le second.

Il est rare qu'une entreprise regroupe autant de système de transport, il ne manquait qu'un funiculaire, ce qui fut pourtant fait ! La carrière de la Coche domine à la cote 591 m ; il est donc impossible de la relier directement au réseau sans un long détour. En 1926 est ouvert un funiculaire de 600 m de long en pente de 150 ‰ et voie de 60, afin de descendre les wagons dans la vallée et rejoindre le réseau 100 mètres plus bas. Un évitement a été aménagé. Ce funiculaire est du type plan incliné, le truck chargé entraînant à la montée le vide. Ce funiculaire est particulier, en effet, les trucks comportent une courte section de voie sur laquelle prennent place deux wagons de la voie de 60 du réseau général. Quant à la machinerie, elle comporte un frein d'arrêt et un régulateur à vent. Imaginez une roue de moulin à eau, constituée de quatre planches montées sur un axe et actionnée par un câble sans fin depuis le treuil. L'ajustement de la vitesse du

Jacques Chiron (1825-1890), meunier de son état, envisage la production industrielle du pain et se fait construire un grand four à voûte. Mais aucun commerçant ne lui achètera son pain. La tentative est trop en avance pour son époque. Il s'oriente alors vers la fabrication du ciment. Reste le transport de la pierre des carrières jusqu'à l'usine située à 6 km, avec une dénivellation de 150 mètres.

Locomotive à crémaillère en voie de 60 en tête d'un train prêt à descendre.





Le funiculaire de la Coche descend son chargement de deux wagonnets.

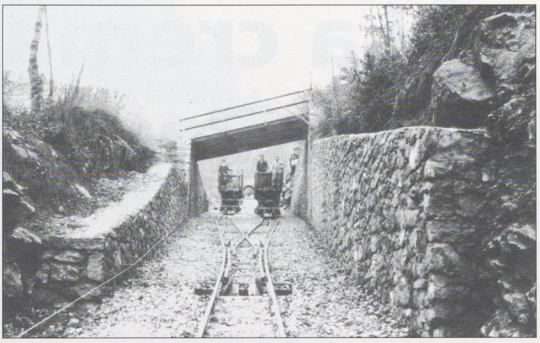
Le télébenne est prêt à prendre la relève de la crémaillère dans sa partie centrale.

funiculaire est inversement proportionnelle à la surface des planches, système rudimentaire, apparenté aux jouets mécaniques mais efficace dans la mesure où la charge reste constante. Ce funiculaire circulera jusqu'aux environs de 1950.

La mise en mouvement demande que quelques dispositions de sécurité soient installées. Bien sûr, le téléphone est une solution, mais pas la plus efficace dans l'ambiance de boue dans laquelle travaille le personnel lors des périodes de pluie.

Pour des raisons de sécurité, il faut que la mise en mouvement soit connue de tous afin que les personnes s'éloignent et qu'un accident soit évité. La solution, originale pour un funiculaire, a été l'installation d'un disque de couleur rouge. La machinerie étant à la gare supérieure, il est nécessaire de connaître si, à la gare inférieure, l'échange des wagons pleins-vides est terminé afin d'autoriser la mise en mouvement du funiculaire. La commande du disque est réalisée de la façon suivante : le responsable de la gare inférieure tire un levier à contrepoids qui est relié à un fil courant le long des 600 m de voie. Ce fil, à la gare supérieure, commande l'ouverture du disque. La tension du fil et la remise à la fermeture s'effectuent par l'intermédiaire d'un contrepoids à la station supérieure. Le disque est remis et maintenu à la fermeture à l'arrivée du chariot à la gare inférieure.

Depuis 1963, un tunnel de 3 000 m en pente de 10 ‰ a été foré, des trains électriques sur voie de 1,10 m y font maintenant la navette. Ce transport invisible et efficace, élément capital de toute l'entreprise, a pris la dénomination de "Métro de Montagnole".



Croisement des porte-wagonnets. Au fond le tunnel permettant l'accès à la carrière de la Coche.

Vue rare, montrant un wagon du funiculaire et son chargement ainsi que le disque rouge de protection.

La crémaillère du Revard

En 1880, Aix-les-Bains reçoit déjà entre 24 et 25 000 touristes par an qui réclament des distractions diverses. Dominant le lac, le Mont-Revard à 1 538 m permet une découverte de toute la région. Au sommet, un air pur et frais revivifie qui ose cette ascension. Afin de satisfaire les ambitions de la ville, divers projets sont étudiés pour relier Aix au plateau du Revard.

Une étude de chemin de fer de 14 km avec des rampes ne dépassant pas 50 ‰ et se terminant par un funiculaire de 1 480 m en rampe 340 ‰ à 440 ‰ est faite mais n'aboutit pas. Peu après, en 1879, le docteur Brachet, qui soigne M. Riggenbach, célèbre ingénieur suisse des chemins de fer à crémaillère, propose un autre projet. L'idée est reprise par M. J. Monnard et la municipalité de 1888 qui dépose le projet à la préfecture. Après acceptation, la ville rétrocède sa concession à la Société des Chemins de fer de Montagne et Régionaux qui commence rapidement les travaux. L'inauguration présidée par le ministre du Commerce et de l'Industrie, M. Jules Roches, a lieu le 5 septembre 1892. La ligne en voie métrique est longue de 9 200 m. La rampe moyenne est de 160 ‰ et les points les plus pentus ne dépassent pas 205 ‰. La double crémaillère Abt règne sur toute la ligne. La station de départ est à l'altitude 240 et la ligne se dirige vers Mouxy (alt. 250) suivi de Pugny-Chatenod (alt. 600), où sont situés un premier évitement et une prise d'eau ; puis, prenant la direction du flanc de la montagne, elle franchit des prairies et des bois. C'est dans cette partie que se trouve le viaduc à cinq arches de pierres des Fontanettes en courbe de 120 m de rayon et rampe de 170 ‰. Peu après, c'est la halte technique de Pré-Japert. C'est un simple évitement avec une prise d'eau, loin de toute habitation. Puis la ligne en forte rampe décrit un demi cercle de 75 m de rayon en souterrain. A la sortie, le voyageur est toujours surpris de voir que la vallée a changé de côté. La ligne est alors dans la falaise dite de la Cluse et, pour vaincre cette dernière difficulté, c'est en empruntant un passage nommé la Combe de la Peysse qu'elle se hisse sur la montagne et termine son ascension à la gare du Revard. Le parcours aura duré 1 h 15. Deux hôtels ont été construits au sommet et permettent aux voyageurs de prolonger leur séjour et d'admirer le lever du soleil sur la chaîne du Mont-Blanc.

Le parc moteur est composé de sept locomotives type 021 T, construites par la "Société suisse pour la construction de locomotive à Winterthur". Ces machines pèsent 17 tonnes en charge et sont timbrées à 14 bars. En 1929, le parc est complété par une 031 T de 18 tonnes du même constructeur. Sur toutes ces machines, chacun des deux essieux moteurs est solidaire d'une double roue dentée s'engrenant avec la crémaillère. Deux cylindres actionnent ces essieux à l'aide de bielles et manivelles par l'intermédiaire d'une distribution de type Brown.

Pour le matériel voyageurs, il est commandé dix voitures à bogies du "système français", c'est-à-dire à portières latérales et pouvant transporter 60 voyageurs. Au début de

A la halte du Pré-Japert, alors que la machine fait de l'eau, chacun prend la pose pour la postérité.

La machine n° 1 quitte la gare de Mouxy pour le Revard que l'on aperçoit.

Le voyageur est toujours surpris de voir la vallée changer de côté après le franchissement du tunnel en demi-cercle.

l'exploitation, la ligne ne fonctionne que l'été, puis avec la naissance du ski, dès 1908, la ligne est ouverte les dimanches d'hiver. Mais, souvent, il n'est pas possible de dépasser Pré-Japert à cause de la hauteur de neige ; aussi, à partir de l'hiver 1909-1910, grâce à un chasse-neige, la ligne peut être ouverte en semaine. En 1920, les difficultés financières s'accumulent et la Société suisse décide de vendre l'installation à un

certain Laffargue qui n'est en réalité qu'un escroc. La Société est finalement rachetée par le PLM, en 1923-24, grâce à sa filiale "Société hôtelière et touristique du réseau PLM". Elle souhaite faire du Revard une station de premier ordre mais elle ne s'en donne pas les moyens. Le trafic décroît et de 32043 passagers en 1893, il descend à 12688 en 1932.

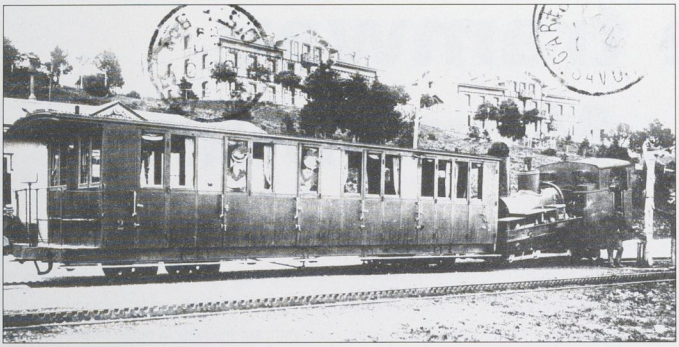
Un rival se fait bientôt jour : le "téléphérique". Il est prévu une section les Mentens-le-Revard en une seule portée et une deuxième installation établie sur pylônes et devant aboutir à l'établissement thermal. Seule la section les Mentens-le-Revard est réalisée et entre en service dès 1934. La crémaillère est condamnée. Elle effectue son dernier transport de voyageurs le 25 octobre 1935 puis, en 1936, après quelques transports de marchandises, la ligne est démontée.

Un projet de chemin de fer funiculaire

Il est intéressant de signaler que Frédéric Nicoullaud, propriétaire à Aix-les-Bains, avait déposé le 24 septembre 1887 un projet de funiculaire "pour faciliter aux habitants de la ville et ceux des villages voisins, aux fournisseurs, aux promeneurs, aux étrangers et aux pèlerins, l'accès rapide et sans fatigue au monument de Notre-Dame-des-Eaux, aux villas bâties, aux promenades sur la première crête de laquelle on découvre un panorama qu'il est inutile de décrire ici". Ce funiculaire, qui promet mille facilités, est projeté entre le point bas du boulevard des Côtes (alt. 267,35 m), en face de la rue Lamartine et entre le point culminant du boulevard des Côtes de la Chapelle Notre-Dame-des-Eaux (alt. 317,20 m). Il est prévu une ligne de 250 m de long débutant par un remblai, puis un viaduc de 110 m "de construction ornementale" sur le réservoir des moulins appartenant à M. le Docteur Davat, puis un mur de soutènement rectifiera les méandres du ruisseau des Moulins. La rampe maximale est de 280 ‰. "Les stations seront en bois découpé, élégamment érigées, elles comprendront un abri à voyageurs avec banquettes de repos, une table à bagages et un bureau fermé". Une machinerie à vapeur d'une force de 20 CV est retenue "Au point haut et bas, le câble s'enroulera sur des poulies à une et trois gorges de direction, de tension et d'adhérence, de deux mètres de diamètre, actionnées par le moteur au moyen d'un engrenage".

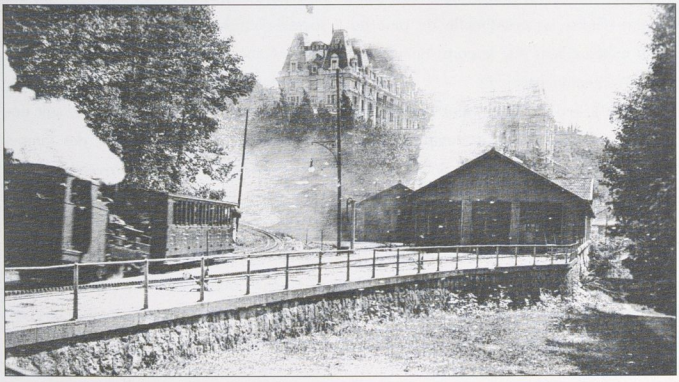
"Dans la chambre du moteur, près de la mise en marche sous les yeux du mécanicien, un appareil en réduction, actionné par la machine, fonctionnera concurremment avec le chemin de fer funiculaire, cet appareil comportera deux petits corps représentant les voitures de telle sorte que le mécanicien suivra la marche du chemin de fer de la même façon qu'il le ferait, en imaginant qu'il pût se trouver sur les deux voitures à la fois. "Les deux voitures prévues pourront contenir 20 voyageurs, divisées en compartiments, 1re classe, 2e classe et un clos hermétiquement disposé pour recevoir des chaises à porteur".

Le tarif sera pour un aller simple de 40 centimes en première classe et 20 centimes en seconde. Il est précisé que les agents du contrôle, ceux de l'octroi de la ville d'Aix-les-Bains, les agents de police et le garde-champêtre seront transportés gratuitement. Ce petit funiculaire ne verra pas le jour.



Mont Revard, sous les hôtels, qui devaient assurer la prospérité de la crémaillère, une rame prête à la descente.

A l'arrivée du train, entre amis ou en couple, tous s'acheminent vers les Chalets-Hôtels.



Vers 1914, le dépôt de la crémaillère et le grand hôtel Bernascon.

Le tramway du Mont-Blanc

Le développement du tourisme dans le secteur du Mont-Blanc, au début du siècle, grâce à l'arrivée du chemin de fer, va donner naissance à une ligne à crémaillère qui emmènera les voyageurs à 2 400 mètres d'altitude...

Le Mont-Blanc, le plus haut sommet d'Europe, ne pouvait manquer d'attirer des demandes de concessions, toutefois la première demande provient du PLM, non pas pour le Mont-Blanc, mais pour desservir Saint-Gervais après l'arrivée du chemin de fer en 1898 au Fayet. Ce projet prévoit une ligne électrique à voie d'un mètre avec des parties en crémaillères en rampe de 170 ‰. Avant le PLM, des projets utopiques n'ont pas manqué, tel celui d'Eggen en 1835 qui propose d'ouvrir une saignée à l'explosif dans le glacier pour réaliser une galerie couverte. Issartier propose, en 1895, un tunnel en rampe de 7 400 m de long partant de Saint-Gervais et s'arrêtant juste sous le sommet du Mont-Blanc, là un ascenseur prend le relais. Mais son projet est jugé irréaliste, car on pensait qu'il n'était pas prudent de dépasser une vitesse ascensionnelle de plus de 1 200 m/heure sans que le corps humain ne soit gravement incommodé.

1896 voit le projet Fabre-Vallot, partant des Houches : le chemin de fer entre en tunnel au PK 2,250 et, en rampe de 430 ‰ à 600 ‰, dessert par des stations proches de la surface : Gros-Béhar, l'Aiguille du Goûter, le Dôme du Goûter PK 8,500, les Bosses et se termine aux Petites-Roches à 4 560 m PK 11,400. Il est prévu d'utiliser la crémaillère Locher comme au Pilatus et la traction électrique.

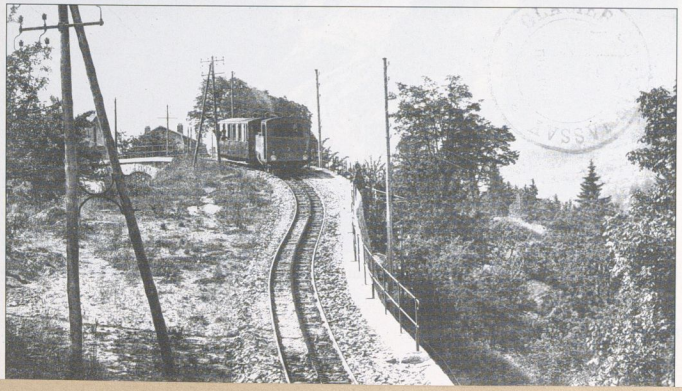
Enfin, le dernier projet dressé par M. Duportal en 1902, veut éliminer les difficultés et utiliser un tracé utilisant les versants exposés au Midi, sur lesquels la neige disparaît dès le printemps. Quant à la vitesse, elle sera limitée à 7 km/h afin de ne pas dépasser la vitesse ascensionnelle de 1 200 m/h. Ce projet permettrait d'atteindre "Les Petites Roches-Rouges" à 4 560 mètres.

Devant cette floraison de projets et les querelles d'intérêts entre Saint-Gervais et Chamonix, l'affaire est portée devant le Conseil d'Etat. Prenant acte, le 9 juillet 1904, le projet Duportal est accepté et la Société d'études du tramway électrique du Mont-Blanc reçoit la concession. La concession est confirmée le 3 août 1904 et, le 12 juin 1906, est approuvée la substitution de la "Compagnie du Tramway du Mont-Blanc" (TMB) à la société d'étude.

Les travaux commencent en 1907 et se déroulent sans difficultés jusqu'au Col de Voza, PK 7,650, altitude 1 638 m, soit une dénivellation de 1 060 m avec des rampes de 200 ‰ à 250 ‰. Dès l'arrivée au col, la ligne fait l'objet d'une réception le 20 septembre 1909, afin qu'une exploitation partielle puisse commencer. Pour le moment, il n'est plus question d'électrifier la ligne, d'ailleurs M. Duportal ne cache pas son intention d'exploiter "au début" la ligne au moyen de locomotives à vapeur "qui seront

Un train à vapeur approche du col de Voza.

Les jours de la vapeur sont comptés. Au col de Voza, la caténaire a déroulé ses fils.



La crémaillère au sommet du Berchat.

de toute façon nécessaires en hiver entre le Fayet et Saint-Gervais et les secours en cas de dérangement de l'usine électrique".

Au-delà du Col de Voza, le tracé prévu doit être abandonné pour un autre tracé, en raison de l'instabilité des roches. Le Col du Mont Lachat (2077 m) est réceptionné le 14 juin 1911. A partir de là, les travaux traînent manquant de crédits, le TMB demande des délais, non pas pour aller au glacier de Bionnassay, mais seulement "en vue du glacier". Puis la guerre de 14 arrive ! Les travaux sont arrêtés, après les deux petits tunnels qui permettent de franchir l'arête des Rognes, au lieu-dit "Le Nid d'Aigle" à 2386 mètres. Episodiquement, on reparle de prolonger la ligne de 200 mètres afin d'aller "en vue du glacier", mais aller à Tête Rousse, à 3167 m et l'aiguille du Goûter à 3817 m, plus personne n'en souffle mot.

La ligne et le matériel

La ligne est posée à l'écartement d'un mètre ; Le rail Vignole de 20,350 kg par mètre en barre de 10,50 m est posé sur des traverses métalliques. La crémaillère est du type Strub au pas de 100 mm, dépassant de 70 mm le niveau du rail. La ligne prend son origine sur la place de la gare du PLM. Puis elle décrit un grand "S" dans lequel est installé le dépôt-atelier et la crémaillère commence après avoir quitté la route. Au passage, elle dessert, un temps, la station "Les Bains" - aujourd'hui supprimée - au kilomètre 1,700, puis Saint-Gervais-Ville qui comporte un évitement et une voie en impasse desservant une petite halle. Au temps de la vapeur, un château d'eau permettait de refaire le plein des soutes des locomotives. Ensuite, au milieu des bois, la ligne monte régulièrement en rampe de 240 ‰ jusqu'à l'évitement de Motivon PK 4,510, altitude 1368 m. La végétation change, les conifères deviennent majoritaires. Le profil ensuite s'adoucit (100 ‰), à la halte des Tuffes une grue hydraulique permet de réalimenter en eau les machines, puis, à découvert, au milieu des alpages, on atteint le Col de Voza. Un évitement a été installé, ainsi qu'un hôtel. C'est le point de passage du fameux sentier

A 1368 m l'évitement de Motivon. Au fond le Mont-Blanc "fume sa pipe".

A Bellevue, à la limite des néivés, une motrice abandonne son lot de skieurs.

GR 5 (Tour du Mont-Blanc). Les arrêts Hôtel-Bellevue et Bellevue-Téléphérique PK 8,768 et 9295 se succèdent à l'altitude 1756 m, puis la rampe de 210 à 240 ‰ reprend pour atteindre Mont-Lachat PK 10,876, altitude 2073 m. On peut être intrigué par une usine installée dans un lieu aussi perdu. Elle a appartenu à la Société nationale de construction de moteurs qui testait des moteurs d'avion en altitude en 1938. Enfin, la ligne entre la zone de rochers ; plus de végétation, la montagne, la vraie, commence.

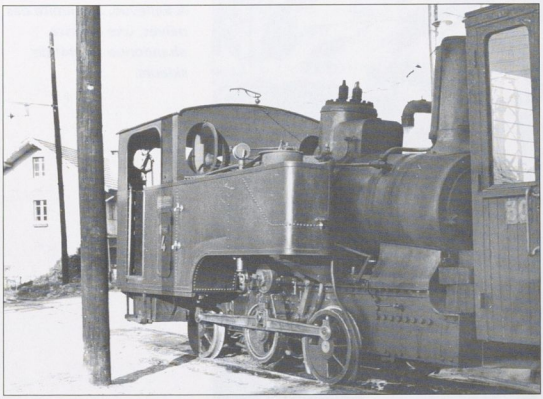
Pour assurer la traction, le TMB commande cinq locomotives 020 T à SLM Winterthur, d'un poids de 14 tonnes à vapeur saturée et timbrées à 12 Hpz. La sécurité est assurée par des freins à ruban sur le faux essieu et sur l'essieu arrière qui porte une roue dentée de crémaillère tournant folle sur cet essieu. La traction est assurée en adhérence par les deux essieux couplés et en crémaillère par l'essieu avant muni d'une roue dentée. Enfin, au niveau de l'essieu avant, une pince enserrant la crémaillère, empêche le soulèvement de la machine et son déraillement en cas de freinage brusque à la descente.

Le parc se compose de six voitures à bogies, fermées, en bois de 54 places. Une petite voiture à deux essieux mixte-fourgon à neuf places complète le parc voyageur. Pour les travaux, quatre wagons plats à deux essieux sont réceptionnés.

L'électrification

Le Montenvers ayant été décidé en 1950, et réalisé en 1954, l'électrification de sa ligne, le TMB ne reste pas indifférent et réagit en électrifiant sa ligne en même temps. L'EDF fournit une ligne à 45000 V et la transformation de l'énergie du réseau triphasé en 11000 V - 50 Hz est réalisée par un simple poste d'abaissement de tension du type extérieur branché sur deux phases du réseau triphasé. La caténaire est du type léger, avec un simple fil rainuré de 84 mm².

Les trois automotrices commandées dérivent très exactement de celles mises en service



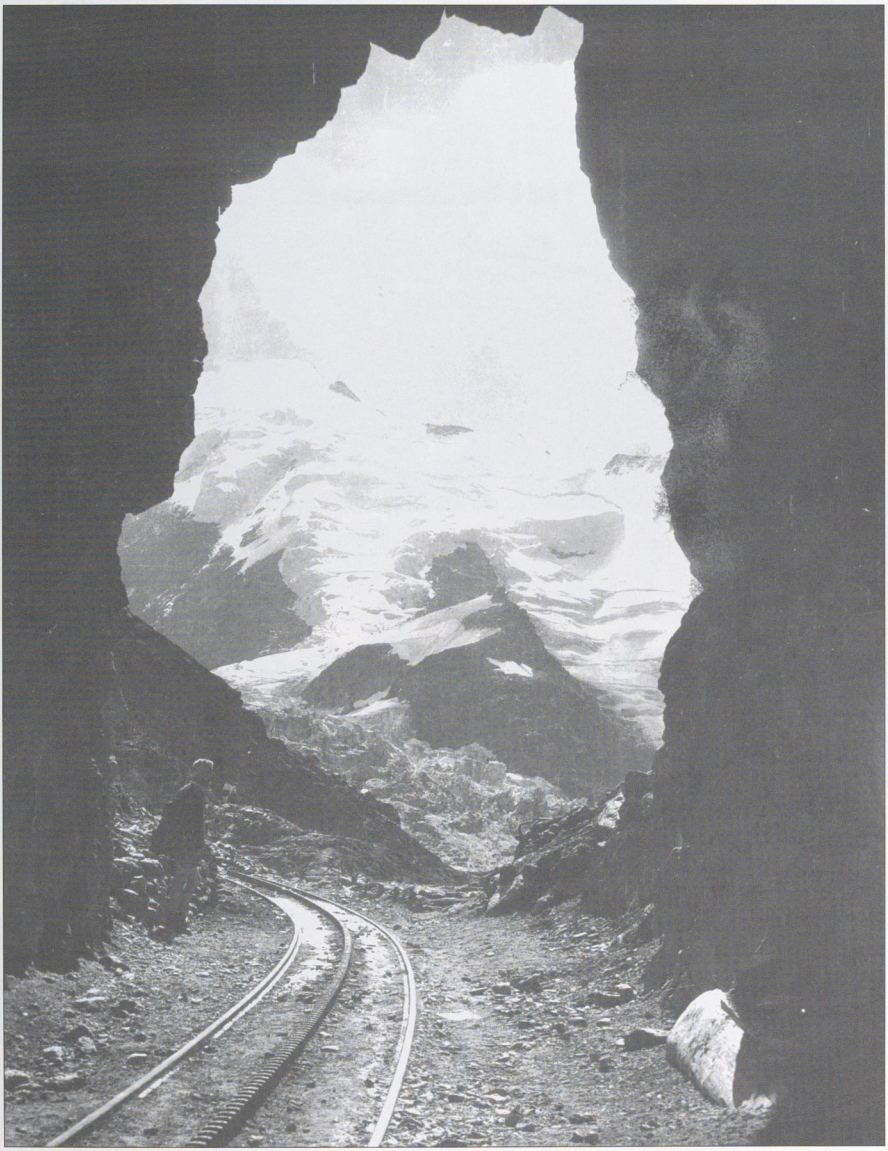
La locomotive n° 4 prête au départ.

sur le Montenvers. Toutefois, les bogies sont différents: chacun des quatre essieux est équipé d'un accouplement à pression d'huile permettant son entraînement sur les sections à adhérence, plus importantes sur le TMB, alors que, sur le Montenvers, seul l'essieu aval est motorisé. La longueur hors-tout de ces motrices de 100 places est de 15,40 m. Quatre moteurs autoventilés développent chacun 160 CV sous 236 V. La vitesse à la montée est de 15 km/h en rampe de 240 ‰ et 20 km/h en rampe de 145 ‰. Les trois remorques, fournies par Decauville, d'une longueur hors-tout de 14,203 m, d'un poids de 8,80 tonnes de 100 places, complètent la rénovation du parc voyageurs. Le trafic croît régulièrement, mais il est loin des chiffres du Montenvers. Le TMB, en 1911, transporte 21 548 voyageurs, en 1952 42 213 voyageurs, en 1985 187 000 voyageurs. Mais la capacité de transport reste de toute façon limitée avec un parc aussi réduit, d'autant que la durée du parcours est assez longue : 1 h 15 mn pour atteindre le Nid-d'Aigle.

Le téléphérique des Houches au Col de Voza amène bien un flot continu de voyageurs, mais les recettes pour les trois derniers kilomètres ne sont pas conséquentes. Reste que le TMB est la voie obligée pour accéder au Mont-Blanc, mais incomplètement réalisée, il n'a pas bénéficié du prestige auquel il aurait dû s'attendre. Au-dessus du Nid d'Aigle, il est facile d'atteindre (bien équipé) le Refuge de Tête Rousse à 3 187 m. La suite du parcours reste aux initiés, la montée au refuge du Goûter à 3 817 m, est assez dangereuse, puis il faut accéder au refuge Vallot à 4 362 m perdu dans les glaces. C'est de là que, dans la nuit, a lieu l'ultime étape pour le toit de l'Europe...

Le 12 mars 1988, deux trains ont comme terminus le Col de Voza.

Page de droite, la fin brutale de la ligne à la sortie du tunnel du Nid d'Aigle en face du glacier de Bionnassay et de son aiguille à 4 052 m.



Au milieu des herbes folles, une machine à vapeur abandonnée au dépôt.

La neige est encore présente à St-Gervais en mars 1988 préludant des difficultés en altitude.

Vue prise juste au-dessus de St-Gervais-les-Bains.

En gare de St-Gervais, face à la gare SNCF, une rame attend en août 1964.

La crémaillère du Montenvers

Construit en même temps que son cousin le TMB, et pour les mêmes raisons, le "Montenvers", comme on l'appelle familièrement, fait partie des attractions incontournables de Chamonix.

En 1890, il y a déjà bien du monde à Chamonix, des touristes fortunés qui désirent goûter aux joies de la montagne. Pour mettre ce 'beau monde" sur le bon sentier, 300 guides sont là et 200 propriétaires de mulets sont tous prêts à les monter au Montenvers pour 20 francs or. Il est évident que dès qu'un projet de chemin de fer voit le jour, c'est un tollé : "Ce n'est pas la ligne projetée qui amènera un seul voyageur de plus et elle ne peut que nous être néfaste. Notre opinion est qu'en conservant nos montagnes comme elles sont, avec leur aspect naturel, nous sauvegarderons un avenir dans lequel nous prévoyons déjà une lassitude et l'abandon complet, abandon qui sera peut-être sans remède, des localités pourvues d'un chemin de fer de montagne". S'ils avaient su qu'en 1990 il y aurait plus de 900 000 personnes sur la Mer de glace !

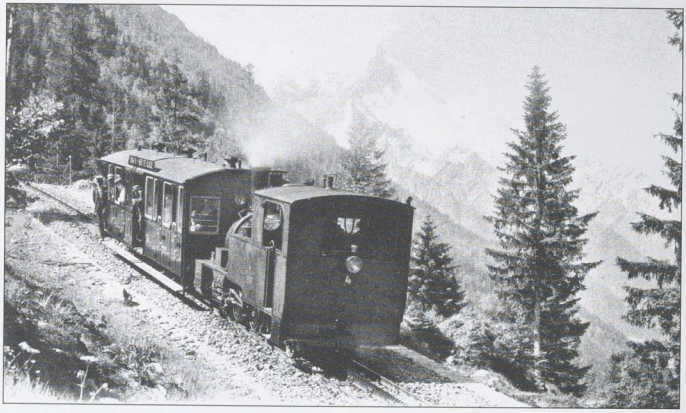
Dès le 25 juillet 1892, l'ingénieur Julien Chapuis demande la concession d'un chemin de fer à crémaillère de Chamonix à la Mer de Glace et la ligne d'être déclarée d'utilité publique à titre d'intérêt local le 6 août 1897. "Il n'y a pas, que je sache, d'utilité publique à supprimer la course à pied ou à dos de mulet pour la remplacer par une course en wagon !". Alors que la désertion des montagnes était prévue, c'est une grande surprise de voir le mouvement important et inattendu des voyageurs amenés par la voie métrique le Fayet-Chamonix dès qu'elle entre en service le 25 juillet 1901. Les études préalables du chemin de fer de la Mer de Glace étant terminées en 1905, les travaux débutent en 1906 et sont terminés, après quelques difficultés inattendues en 1909. La ligne en voie d'un mètre commence à l'altitude de 1 042 m, juste au-dessus de la gare du PLM avec laquelle elle est reliée par un court embranchement, vu la communauté d'écartement. Les installations comportent un dépôt, un atelier de réparation, une grande remise à voitures et un immeuble de deux étages pour le personnel. La voie prend la direction du nord-est, attaquant le flanc des Planards. A l'origine, la crémaillère Strub commençait après le PN. En 1971/72, la gare est équipée de la crémaillère débutant avant le PN. Ceci permet un démarrage en vitesse dès le départ. Pour le franchissement du PN, une solution originale est réalisée : la crémaillère dépassant le niveau du rail, elle disparaît dans la chaussée grâce à un système de vérins et de leviers lorsque les barrières se lèvent. Au début, la rampe est de 80 ‰, puis 188 ‰ ; à partir du PK 0,6, ce ne sont plus que des rampes de 218 à 220 ‰. Après un brusque demi tour et un tunnel de 105 m, on rencontre l'évitement des Planards au PK 1,900. Arrivée au niveau du torrent du Grépon, la ligne pénètre dans un tunnel de 306 m du

Vue rare de la construction du viaduc du PK 4.600 le 20 septembre 1907.

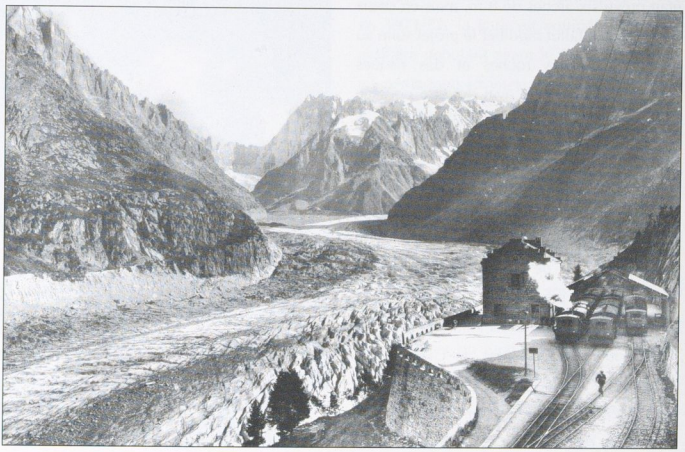
Pose de la voie au PK 4 le 5 août 1908.

même nom, en courbe, qui ramène la ligne en direction du nord-est. Au PK 3,800, l'évitement de Caillot est atteint à l'altitude 1 627 m. Ensuite viennent quelques difficultés. Le viaduc des Bois, d'une longueur de 65,50 m est composé de trois arches de 8 m d'ouverture et d'une travée métallique. A l'origine, il était prévu six arches de 8 m, mais en cours de travaux, il fallut modifier le projet suite au mauvais état des roches et des risques d'affaissement, la pile aval dut être poussée jusqu'à 19 mètres de profondeur. Le second ouvrage de 153 m, dit viaduc en "S", est constitué de onze arches de 10,24 m d'ouverture. A la sortie, la ligne prend la direction du sud dominant la Mer de glace et passant au pied de l'hôtel du Montenvers. Enfin, après un parcours de 5 141 m, la ligne atteint la gare supérieure à l'altitude 1 913 m. La station domine la Mer de Glace d'une trentaine de mètres. Il est possible d'accéder au glacier en descendant par un sentier puis un escalier de bois.

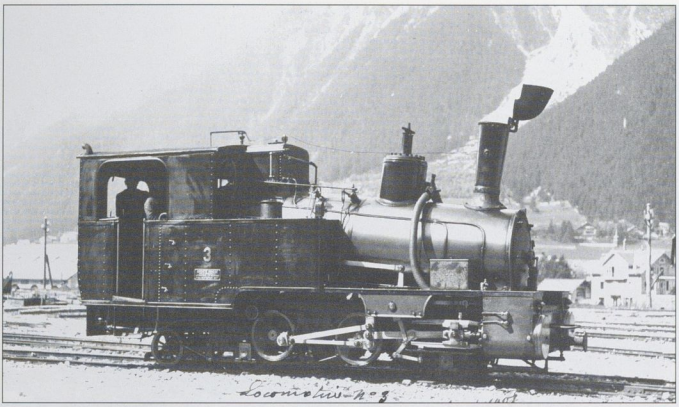
Afin d'assurer le transport des matériaux, un mini funiculaire a été utilisé. Vue prise au PK 2,100 le 2 octobre 1907.



Le Chamonix - Mer de glace face au Mont-Blanc.



Depuis l'hôtel du Montenvers, la gare terminus dominant le glacier.



Dans sa livrée, toute neuve la n° 3, le 10 septembre 1908.

L'exploitation vapeur

C'est la SLM à Winterthur (Suisse) qui livre les huit locomotives entre 1907 et 1926. Elles sont équipées de trois essieux dont deux sont équipés de roues dentées pour la crémaillère. Un seul essieu est moteur en adhérence, les machines ne devant se déplacer que sur les petits parcours non équipés de crémaillère. La sécurité est assurée par quatre freins dont deux agissent sur les roues dentées.

La SIG livre 14 voitures voyageurs, neuf voitures fermées et cinq ouvertes, toutes montées sur bogies. Le bogie aval est muni d'une roue dentée engrenant sur la crémaillère. Le garde-frein, présent sur la plate-forme de la voiture, a à sa disposition un frein à mâchoires agissant sur la roue dentée. Enfin, au cas où la locomotive aurait un incident et partirait à la dérive, la voiture ne doit pas partager le même sort, et la règle veut que la voiture ne soit jamais attelée à la locomotive dès que la pente est abordée. Ainsi équipée, l'ouverture partielle de la ligne a lieu jusqu'au PK 4,250 le 9 août 1908 et l'exploitation complète de la ligne est ouverte à la saison suivante. En 1910, le président de la République, M. Fallières, fait un voyage officiel qui fut mémorable.

L'exploitation électrique

Après 46 ans de service, l'exploitation par locomotives à vapeur est dépassée. Dès 1950, une étude de modernisation est entreprise et c'est une électrification en 11 000 V-50 Hz qui est retenue. Les travaux commencent en avril 1953 et tout est prêt en 1954. La SLM a livré quatre automotrices, puis en 1979 deux autres automotrices viennent compléter le parc. Ce nouveau matériel change l'exploitation, alors qu'au temps de la vapeur il fallait 51 minutes à la montée, aujourd'hui le temps de parcours est réduit à 20 minutes. Enfin, pour assurer les trains de travaux, et renforcer l'exploitation les jours de super-pointe, trois locomotives diesel arrivent sur la ligne entre 1967 et 1972. Déjà au XIX^{e}, nul ne devait quitter Chamonix sans être monté à la Mer de Glace, c'est encore plus vrai maintenant, même les Japonais ont

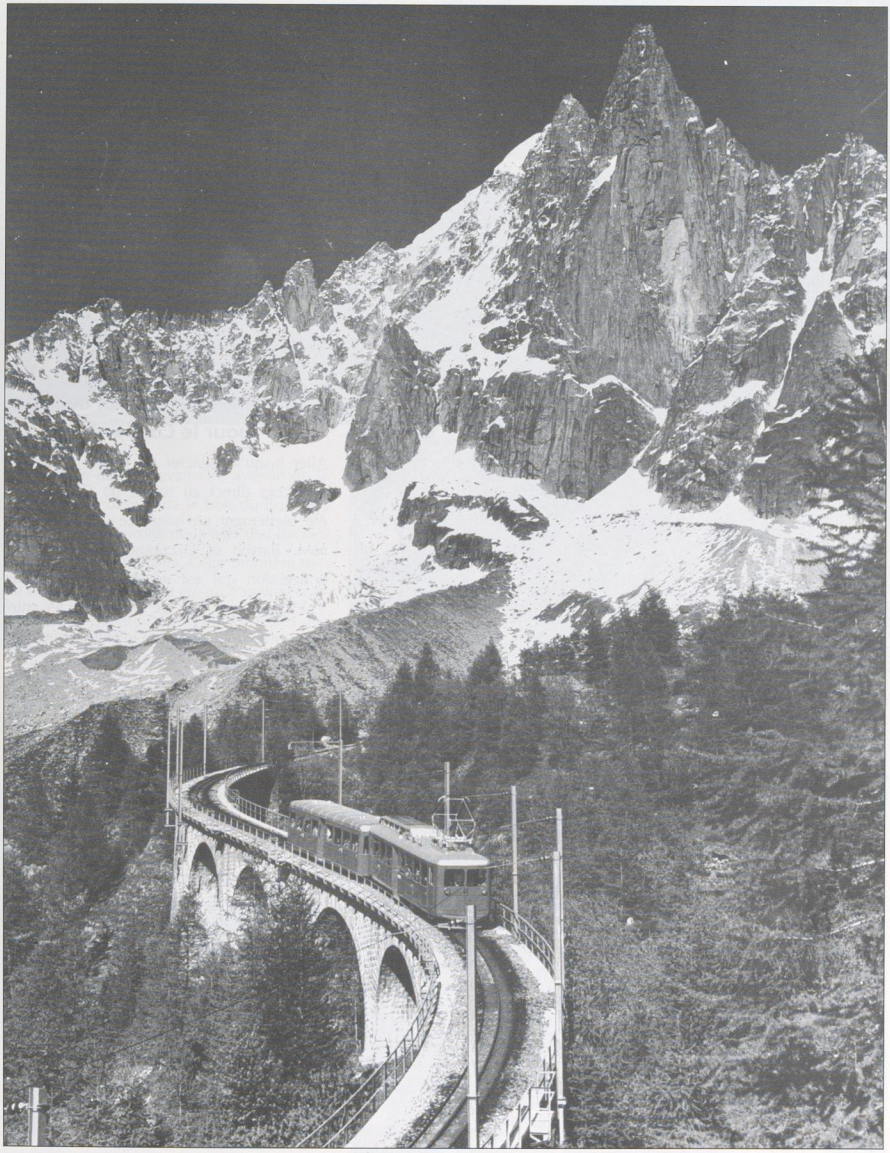
Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

La n° 1 et une remorque toute neuve posent devant la gare de Chamonix.

Page de droite, face aux Drus, à la Verte, dans un décor grandiose une rame descend.

Cheminots ou retraités, tous s'affairent au cours d'un plein d'eau en 1969 pour un spécial.

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com



Dernier train à vapeur le 20 septembre 1984.

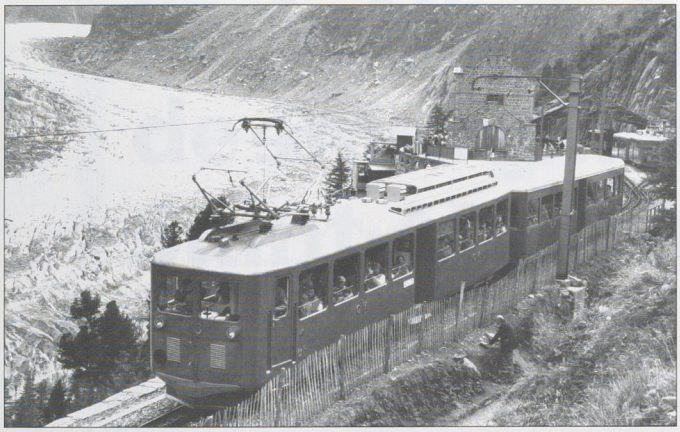
inclus cette visite dans leur marathon du tour d'Europe, ce qui explique les chiffres très élevés du trafic qui approchent le million de voyageurs annuels.

Signalons enfin qu'au cours des années 70 circulait, comme attraction touristique, une rame vapeur, tractée par la dernière locomotive libérée des trains de travaux par les nouvelles machines diesel. Ce service a malheureusement disparu au début des années 80, l'unique machine devant subir d'importants travaux de rénovation.

Un projet de chemin de fer pour le Couvercle

Aller jusqu'au glacier de Talèfle et donner un accès direct au refuge du Couvercle a été réellement envisagé. Le 21 mars 1911 MM. Barron et Luzzaraga sollicitent une concession qui est accordée le 2 février 1913 pour une ligne de chemin de fer entre Chamonix et le refuge, et éventuellement un prolongement au Tacul et Tré-la-Porte.

La locomotive diesel n° 33 assure un renfort l'été.



Le 20 septembre 1984, l'automotrice 43 redescend un lot de touristes.

Quitter la solitude pour la foule, réalité parfois amère pour ceux qui viennent d'en haut !

Le point de départ devait être avenue de la Gare, puis se diriger via le bois du Bouchet, atteindre la rive droite de la Mer de Glace, à l'opposé du Montenvers. Cette première partie en adhérence, aurait été un tramway classique remorquant une voiture. Puis, dès que la rampe nécessite une crémaillère, la voiture aurait été reprise par une locomotive en 1 500 V. Les stations devaient être Chapeau (1 571 m), Mer de glace (1 814 m), Charpouzaz (2 130 m) et le Couvercle (2 453 m).

Les ouvrages devaient être moins nombreux que pour la ligne du Montenvers et la longueur cumulée des tunnels ne pas dépasser 850 m. Nous pensons que bien des surprises étaient réservées aux promoteurs. Ce versant, sous les déversoirs des glaciers du Nant-Blanc, des Drus et la Charpoua, est soumis au régime des chutes de séracs et de pierres. Quant au prolongement vers l'aiguille du Tacul, jamais un chemin de fer n'a traversé un glacier. Ce projet aura eu comme conséquence de nous arrêter plus longuement sur cette merveilleuse vallée.

L'Autolift de Morzine

Cette installation a été mise en service en 1987. Elle relie le bourg, situé vers la partie haute à une zone de parking et d'équipements sportifs, tennis, piscine, située en contrebas. Cet autolift de Skirail permet de diminuer le trafic automobile dans la ville en incitant les utilisateurs des équipements de loisirs et les visiteurs à circuler à pied.

L'autolift est un système de transport de personne qui se classe à la fois dans la catégorie des ascenseurs et dans celle des funiculaires. Il est tracté par six câbles de 12,7 mm de diamètre et circule sur une voie ferrée d'une longueur de 48 m en pente de 520 ‰, ce qui permet de racheter une dénivellation de 25 m. L'autolift a la particularité de n'être équipé que d'une seule cabine. La traction est assurée par une roue à six gorges qui renvoie les câbles vers un deuxième chemin de roulement situé sous celui de la cabine et sur lequel circule un contrepoids équilibrant les forces. Cet appareil est muni de portes palières à l'amont et à l'aval. Il se déplace à la demande à l'aide d'un bouton "départ" situé dans la cabine. L'autolift de Skirail fonctionne 24 heures sur 24 durant toute l'année, assurant ainsi un véritable service public.

Le funiculaire de Bourg-Saint-Maurice

Bourg-Saint-Maurice, dans la vallée de l'Isère, fait un peu figure de capitale régionale depuis l'arrivée du chemin de fer PLM en 1914. Cette station à 813 m d'altitude est bâtie dans un bassin verdoyant à la jonction des vallées menant au col du Bonhomme vers Saint-Gervais, au Petit-Saint-Bernard vers l'Italie et aux sources de l'Isère vers les stations de Tignes et Val-d'Isère. Des projets ont été lancés pour passer une ligne sous le Petit-Saint-Bernard, mais les échanges entre la France et l'Italie n'ont pas justifié une telle réalisation.

Après la deuxième guerre, le développement spectaculaire des sports d'hiver entraîne Bourg à créer sa propre station avec Arc 1600, puis Arc 1800 et Arc 2000. Ainsi équipé de 95 pistes et 74 remontées en 1988, Bourg offre un domaine skiable de 15 000 ha. Pour y accéder, un téléphérique a été inauguré le 15 mars 1974. Débutant à côté de la gare SNCF, la ligne passe au-dessus des voies et de l'Isère pour atteindre Arc 1600. La célébrité de Bourg ne faisant que croître, le téléphérique ne suffit plus et l'attente est parfois longue pour l'accès aux hauteurs. En novembre 1986, le Conseil municipal prend la décision de construire un funiculaire à grande capacité. Cette décision n'est pas sans rapport avec la réalisation de Val-d'Isère qui est en cours. Le choix d'une liaison confortable, performante et durable qui permet d'assurer en tout temps et en toutes circonstances une liaison avec les Arcs, est le fruit d'un long travail de réflexion. Le funiculaire est le seul système qui assure un fonctionnement même lorsque le vent du Saint-Bernard souffle. Afin d'obtenir une stabilité maximale, c'est l'écartement inusité de 2 mètres qui est retenu. La ligne décrit un immense "S" sur une longueur de 3 100 m, ce qui classe ce funiculaire parmi les plus longs avec une rampe maximale de 390 ‰ et un dénivelé de 808 m.

Dans une première étude, la gare devait être au même endroit que celle du téléphérique afin d'être côté ville, mais le surcoût de la traversée des installations SNCF fait reporter la gare de l'autre côté des emprises SNCF. C'est une passerelle vitrée et couverte, longue de 200 m qui est réalisée. Les travaux débutent le 11 mai 1987 par la réalisation du viaduc qui met l'installation hors-neige. Ce viaduc est composé de 170 piliers cylindriques en béton sur lesquels reposent les poutres portant la voie. La longueur des poutres est variable, entre 17 et 35 m.

Arrivé par le train à Bourg-Saint-Maurice, on emprunte la correspondance "Arc en Ciel", un funiculaire qui relie la gare SNCF aux pistes à 1 600 m.

Vue générale de Bourg-St-Maurice. Au bout de la gare, la passerelle menant à la gare des Arc 1600.

Deux voitures sur bogies forment un train funiculaire moderne circulant à 43 km/h !

L'infrastructure est terminée en septembre 1988 et le 26 octobre, la première rame de deux voitures arrive en provenance des ateliers CFD de Montmirail. La seconde arrive trois semaines après. Chaque rame a une capacité de 276 places. Elles sont assez semblables à celles du "Funival" qui a fait école.

En raison de la longueur de la ligne et de son profil, le câble tracteur a un diamètre de 70 mm et le câble de tension 47 mm. Le câble tracteur entraîne depuis la machinerie supérieure trois poulies d'un diamètre peu commun de 5,60 m. Pendant l'hiver 1988-1989, l'Arc-en-Ciel commence sa période d'essais. Ce sont 600 voyages qui sont effectués, ponctués d'essais spéciaux : contrôles / réglages. Enfin, l'inauguration a lieu le jeudi 23 février 1989, premier voyage officiel à la vitesse de 7 m/s. Cette dernière n'est pas dépassée dans un premier temps afin de bien roder les installations, puis la vitesse d'exploitation de 12 m/s, soit 43,2 km/h est appliquée. Signalons pour conclure, deux petits ascenseurs inclinés accolés à la passerelle SNCF.

Le Funival de Val-d'Isère

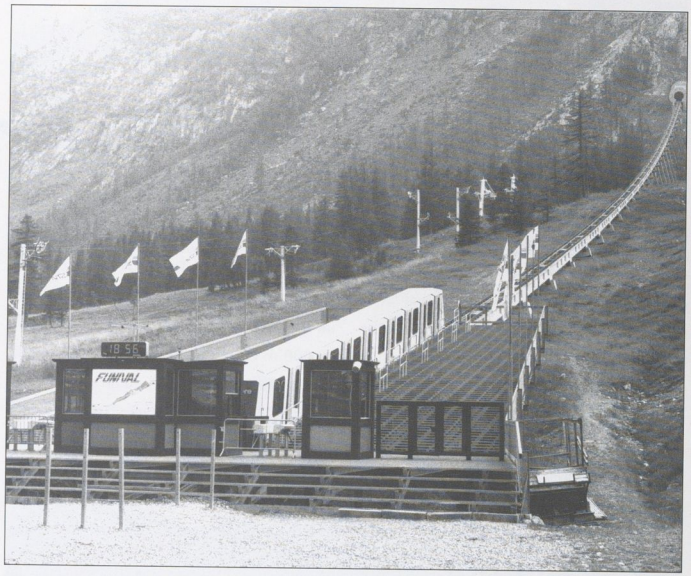
D'abord, les remontées mécaniques se construisent : le téléphérique de Bellevarde offre plusieurs itinéraires aux skieurs avec notamment une descente sur la Daille. Les télésièges du Santel et Loyes doublent le téléphérique. S'ajoutent le télésiège des Etroits prolongé par ceux du Mont-Blanc et des Marmottes et la télécabine de la Daille. Jean-Denis Lagarde, alors directeur commercial de la STVI (Société des téléphériques de Val-d'Isère) déclarait en 1977 : "Le secteur de la Daille est bien desservi mais l'équipement actuel ne suffit plus. La télécabine est à limite de saturation en période de pointe, les skieurs ayant coutume de commencer leur journée par Bellevarde et la Daille qui bénéficient du meilleur ensoleillement. Cet endroit est aussi le passage naturel des skieurs venant de Tignes par la Tovière. Il faut y ajouter la capacité de la station qui a augmenté de 1 200 lits. Nous avons donc été amenés à envisager une autre remontée mécanique du type lourd".

Un funiculaire ? Depuis les années 30, ce type d'installation n'est plus réalisé en France mais en Suisse, ils sont modernisés régulièrement et des installations se créent. Alors pourquoi un funiculaire de grande capacité ne serait-il pas possible : qui respecterait l'environnement, serait rapide, et qui aurait aussi une grande fiabilité et sécurité par tous les temps ? La STVI étudie une liaison entre La Daille et le domaine skiable commun Val-d'Isère-Tignes dit "Espace Killy". Il en ressort qu'il est possible de construire un funiculaire de 2 280 m avec un dénivelé de 908 m en rampe moyenne de 355 ‰. La ligne étant soit en viaduc, ou en tunnel, c'est un véritable métro des neiges. Le choix d'un partenaire hautement qualifié s'impose pour mener à bien une telle entreprise. La STVI s'adresse à la Simecsol qui a participé activement à la construction du nouveau métro de Lyon. Les travaux du viaduc commencent avec un peu de retard sur le programme. Cet ouvrage, dont la hauteur varie entre 3 et 18 m, est constitué par des piles de béton recevant le tablier et, dans les parties les plus élevées, par des tubes métalliques en forme de "A" remplis de béton.

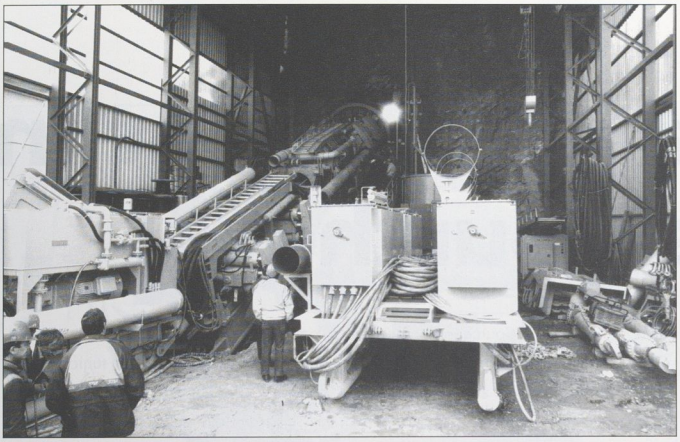
La première partie de l'ouvrage se réalise sans difficulté, mais le problème n'est pas le même pour le tunnel. En effet, il faut forer un trou d'un diamètre de 4,20 m et cela en rampe de 530 ‰.

Wirth, en Allemagne, fournit un tunnelier de 350 tonnes, long de 162 m et capable de forer quarante mètres par jour. Ce mastodonte arrive par la route, réparti sur 27 semi-remorques en août 1985. Monté sur la voie, il est acheminé en haut du viaduc jusqu'à la falaise qu'il doit attaquer. Le tunnelier entre en action le 13 mai 1986 et débouche le 12 octobre suivant.

Planté au cœur du Massif de la Vanoise, Val-d'Isère ne pouvait que devenir un haut lieu des sports de neige et de haute montagne. L'Isère descend rapidement puis, brusquement, se calme. Sur une petite plaine entre les hautes montagnes se développe Val-d'Isère. Avec la croissance extraordinaire de la station, les moyens traditionnels - du télésiège au téléphérique - deviennent dépassés. Val d'Isère va innover et faire école.



La gare inférieure du funival en août 92.



En mai 1982, le tunnelier entre en action en rampe de 530 ‰.

Le bétonnage de la galerie est réalisé lors du retour en arrière du tunnelier et l'élargissement du point de croisement qui est sous le tunnel, est traité par explosif.

La STVI a voulu que les gares et le matériel roulant soient une réalisation novatrice et esthétique en rapport avec les objectifs visés, que l'image désuète du funiculaire soit complètement remise en cause. La gare de départ, près de l'Isère, est purement fonctionnelle et la construction la plus importante est le renvoi du câble d'équilibre avec sa grande roue. La gare haute est largement vitrée afin d'accueillir les skieurs dans une ambiance gaie et lumineuse. La machinerie est située dans la partie basse. Elle est constituée par huit moteurs électriques à cage actionnant huit pompes hydrauliques à débit variable qui mettent en mouvement les poulies de 4,70 m de diamètre. Sur ces poulies passe le câble de 52 mm de diamètre.

Le matériel roulant est une première en France car il ne s'agit pas de voitures, mais de deux rames de deux éléments ! Ces rames, réunies par une intercommunication, ont vraiment un air de parenté avec le tramway de Grenoble. Chacune peut accueillir 272 passagers. L'inclinaison du plancher est de 350 ‰ correspondant à la pente moyenne de la ligne. La STVI a voulu qu'elles soient en "communion" avec l'environnement par de larges baies vitrées, que les accès soient aisés et sans gêne pour l'usager. Les rames circulent sur voie de 1,20 m d'écartement à la vitesse maximum de 12 m/s, soit 43,2 km/h. La capacité de transport par sens dépasse les 3 000 voyageurs/heure. La sécurité est assurée par huit paires de mâchoires de freinage à commande hydraulique, fixées directement sous les châssis des quatre bogies. Le freinage automatique se déclenche en cas de mou ou rupture du câble, survitesse, rupture d'attelage entre les véhicules. Pour éviter l'effet de mou du câble, les rames sont accrochées, côté aval, à un câble de tension. Funival a été inauguré officiellement le 5 décembre 1987 et après les derniers essais pour homologation, il a été ouvert au public le 22 janvier 1988. Le temps de parcours au début de l'exploitation est de six minutes afin de bien roder l'installation, puis il est passé à quatre minutes trente.

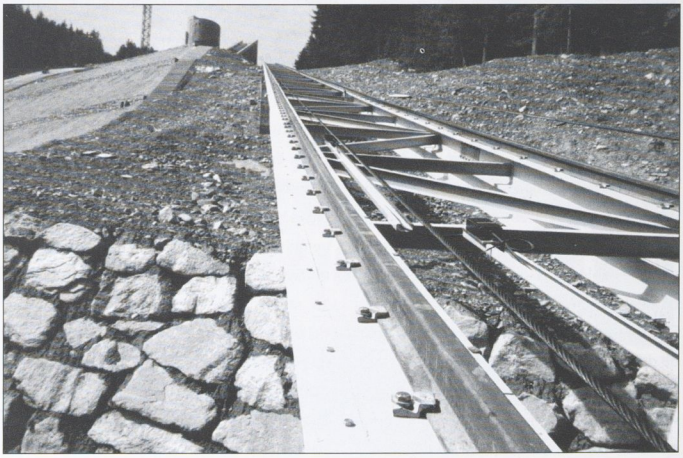
Depuis Funival dessert régulièrement "l'espace Killy".

L'ascenseur incliné de Courchevel

En 1992, Saint-Bon-Courchevel reste l'une des plus prestigieuses stations de ski, au cœur des Trois Vallées. Avec neuf autres stations de Savoie autour d'Albertville, elle accueille les Jeux Olympiques. La construction des tremplins de saut à ski s'accompagne de la mise en place d'un funiculaire pour en faciliter l'accès.

Sur le site du Praz à Courchevel (1 300 m), sont réalisés deux tremplins olympiques de 90 et 120 m pouvant accueillir plus de 23 000 spectateurs debout. Ces tremplins, d'une architecture résolument novatrice et intégrée au paysage, sont également dotés d'un revêtement céramique et plastique permettant la pratique du saut en toute saison. Jeux Olympiques obligent, les athlètes ont besoin de toutes leurs forces pour donner le meilleur d'eux-mêmes. Chaque geste et chaque choix comptent pour atteindre le but qu'ils se sont fixés. Astreindre un athlète à monter plusieurs fois à la tour sommitale, fausse le jeu. Aussi afin d'épargner aux concurrents officiels, et par la suite aux visiteurs, cette montée, un petit funiculaire est réalisé en parallèle à la piste. Le marché est passé par le Cojo, et Courchevel reste maître d'ouvrage pour la réalisation, c'est un ATT "Akros" qui est retenu.

Dans le cadre de la réalisation des tremplins de saut du site olympique, il était prévu une remontée mécanique afin de permettre aux compétiteurs d'accéder à la tour du grand



Le long du tremplin Olympique, la voie de deux mètres de large de l'ATT AKROS.

Décembre 1991, les premiers essais de l'ascenseur tout terrain.

tremplin. Finalement, pour des raisons de sécurité et de facilité d'utilisation, c'est une solution de type funiculaire qui s'est imposée.

La gare inférieure est située à l'altitude de 1 273 m et la station supérieure à 1 371 m. La ligne à l'écartement de deux mètres a une longueur développée de 290 m. Du fait de la nature du terrain, le profil est réalisé en deux pentes, dans la partie inférieure à 23,9° et dans la partie supérieure à 19,7°. La voie en rails Vignole de 26 kg soudés par aluminothermie, repose sur un viaduc métallique ; vingt-trois piliers en béton à intervalle de 12 m supportent l'ensemble.

Le débit de 200 personnes/heure est assuré par une petite cabine pouvant recevoir 20 personnes.

La traction est assurée par un câble bouclé de 20 mm à la station supérieure, le retour s'effectuant par l'intermédiaire de poulies de 1,60 m. La tension du câble est réglée par auto-vérin et la traction assurée par un moteur de 50 kV installé à la station inférieure.

Ce funiculaire est entièrement automatique. Des portes palières sur les quais ne s'ouvrent qu'en présence de la cabine. Du fait de l'automatisme intégral, il a été nécessaire de clore complètement le site afin d'éviter l'intrusion de personnes ou d'animaux sur la voie pendant le fonctionnement, et de concevoir une possibilité d'auto-évacuation des passagers en cas d'incident au niveau du véhicule, arrêt prolongé ou d'incendie. Partout où la hauteur du niveau du rail de roulement dépasse d'un mètre le niveau naturel du terrain, une passerelle a été aménagée le long de la ligne.

Cette installation est la troisième entièrement automatique en France après Thonon-les-Bains et Montmartre à Paris.

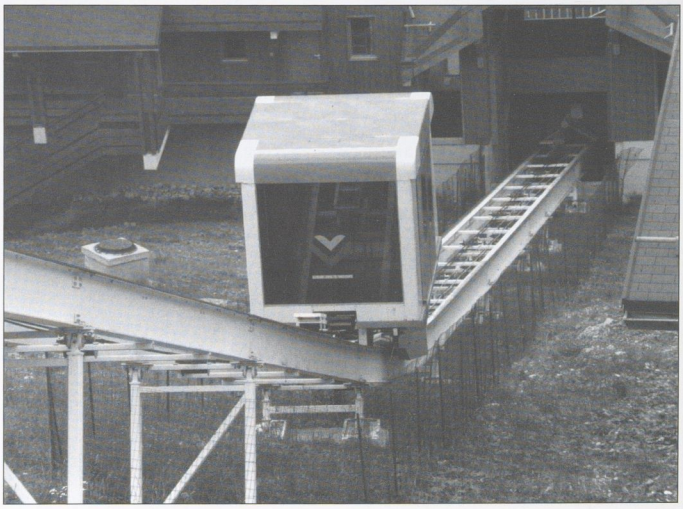
L'"ATT" de Méribel-les-Allues

L'ascenseur des tremplins des J.O. a un frère aîné à Méribel-les-Allues. Cette petite installation a été mise en service en janvier 1987; son but est de relier deux ZAC à Méribel-Motaret dont la différence de niveau est de 55 m. Cet ascenseur double la route, qui en période de neige est difficile d'accès, améliorant ainsi les déplacements entre ces deux secteurs.

C'est Otis qui a été chargé de la réalisation qui a coûté six millions de francs. La longueur de la voie unique est de 135 m pour une largeur de 2 m, elle est installée sur un viaduc métallique réalisé en deux pentes de 18 et 29°. La capacité de la cabine est de 32 personnes correspondant à une charge de 2450 kg, la puissance de la motorisation installée est de 60 kW. Les accès sont protégés par des portes palières à ouverture automatique en présence de la cabine. Le départ s'obtient par bouton-poussoir à disposition des voyageurs.

Le coût d'exploitation annuel est de 150000 francs, soit 120000 francs pour la maintenance et 30000 francs pour l'électricité. Si l'opération était à refaire, le service technique de la mairie déclare qu'elle s'orienterait vers une meilleure capacité routière, l'évolution de la réglementation concernant ce type d'installation inquiétant l'exploitant.

Epousant les formes du terrain et légèrement surélevé, afin de le mettre hors neige, l'ATT de Méribel-les-Allues.



Le funiculaire des Deux-Alpes

Poma contacté, signe le marché le 20 juin 1987. A partir de là, les événements vont aller vite : le 15 juillet, les terrassements de la gare aval, à 3090 m, commencent et le 4 août le tunnel est amorcé. Pendant deux années, il faudra travailler là-haut à plus de 3000 m d'altitude, jour et nuit, pour forer un tunnel de 4,2 m de diamètre, ouvriers et techniciens logeant à 3200 m dans des conditions comparables à celles que l'on trouve dans l'Arctique ! Le 4 mai 1988, le tunnel terminé débouche dans la tour de la gare amont, haute de 31,40 m, qui émerge du glacier à 3421 m et dans laquelle sera installée une batterie d'ascenseurs.

L'étude du tracé du tunnel a été réalisée par le Laboratoire de glaciologie et géographie de l'environnement de Grenoble, après sondages sismiques, gravimétriques et forages dans le glacier qui atteint 106 m d'épaisseur au-dessus du tunnel. La ligne, sur le plan horizontal, dessine une courbe qui se combine avec celle du plan vertical et une pente maximale à l'arrivée de 340 ‰. Pour un funiculaire, il faut que le tracé concave ait un très grand rayon afin que le câble tracteur du type lourd (11 kg/m) ne sorte pas des galets. Enfin, ce tunnel commençant à 3095 m se termine à 3384 m après une longueur développée de 1722 m. L'écartement de la voie est de 1,20 m et la pose de rails Vignole soudés, avec une tolérance de pose très serrée, permet d'atteindre un confort exceptionnel.

Des véhicules originaux

Les véhicules construits sont le fruit d'une conception radicalement nouvelle en funiculaire et n'ont plus rien à voir avec les voiture à caisse en bois des constructions d'antan. Fini le matériel à deux essieux, l'utilisation des bogies est de règle pour les grandes voitures de 125 places. D'autre part, les parois des caisses ont été réalisées en produit composite (résine phénolique) très résistantes au feu compte tenu du parcours entièrement en tunnel. La forme originale des portes permet aux passagers de toujours retrouver une verticale de référence dans les gares d'embarquements, la gare aval étant à l'horizontal alors que la gare en amont est à 340 ‰. Côté sécurité, la modulation de la décélération est obtenue par la sélection d'un certain nombre de pinces de freins en fonction de la position du véhicule sur le parcours. Les automates contrôlent ensuite la décélération et activent, si nécessaire, des pinces complémentaires sur les rails. Les informations - une cinquantaine entre les voitures et la gare aval, sont transmises par des ondes magnétiques qui passent dans le câble. Enfin, les véhicules restent accompagnés par un cabinier. Son travail a été rendu plus aisé par un tableau de bord simplifié. D'autre part, au

Monter les skieurs jusqu'à 3200 m, téléphériques et télécabines assurent leurs rôles. Mais pour rejoindre le dôme de Puy-Salié à 3425 m, afin d'augmenter le domaine skiable, il faut traverser le glacier du Mont-de-Lans et aucune solution n'est satisfaisante, sauf passer sous le glacier. Dès lors, on pense au funiculaire...

A 3090 m d'altitude, la gare inférieure du funiculaire des 2 alpes emporte des skieurs en août 1992.

cours de sa période de travail, devant effectuer de nombreux aller-retours, la nécessité de changer de poste à chaque voyage a été supprimée. Il se tient toujours dans la cabine amont, le retour vers la station aval étant contrôlé depuis un écran vidéo. Dans la deuxième phase, il est prévu d'adjoindre une autre voiture, cette disposition n'entraînera que le déplacement de la caméra. Pour la petite histoire, il a fallu monter les deux voitures à 3090 m et ce ne fut pas entreprise facile. C'est sur des luges qu'elles furent montées, dès que la neige fut suffisante au cours de l'hiver 1988-89 !

La machinerie

Généralement, c'est toujours la gare amont qui est motrice. L'innovation a été de mettre la machinerie à la gare inférieure. Elle est équipée de deux poulies motrices et d'une poulie de renvoi qui entraîne le câble de 52,5 mm de diamètre.

C'est au cours de l'automne 1988 que toute la mécanique est amenée à pied d'œuvre afin que le chantier ne s'arrête pas au cours de l'hiver. Programme chargé, mais réglé comme une horloge qui permet le montage de la mécanique en mars 1989 et une mise en service le 29 juillet 1989. Ce funiculaire a été conçu pour recevoir en première phase 1 500 personnes/heure avec deux moteurs et deux voitures. En phase finale, il est prévu d'atteindre une capacité de 3000 personnes/heure avec quatre moteurs et quatre voitures. Le système de gestion électronique de conception est basé sur le principe de deux automates qui s'auto-contrôlent et calculent la position des véhicules en permanence. Ce système, très performant et fiable, permet avant chaque trajet de contrôler l'ensemble des points d'informations. En cas d'incident, un dispositif de secours permet d'acheminer les véhicules en gare pour évacuation. Enfin, la tension du câble est assurée par deux vérins verticaux accrochés au sommet de la tour amont.

En complément, un ascenseur incliné

Au départ des Deux Alpes, pour monter au domaine skiable, il est nécessaire d'utiliser un téléphérique débrayable : le Jandri Express. Mais à l'arrivée reste un hiatus d'environ 150 m, avec une descente de 60 m, pour atteindre la station de départ du Dôme Express pour la majorité des skieurs, descendre cet espace ne pose aucun problème, mais il y a les promeneurs pour qui ce parcours pédestre dans la neige risque d'être pénible. La nécessité de transport étant relativement faible comparé aux deux autres moyens de transport, une solution légère a été retenue et c'est Skirail-Otis qui fournit une installation funiculaire originale. La voie est réalisée avec deux fers en "I" reliés entre eux et supportés par des tréteaux métalliques, mettant ainsi l'installation hors-neige. La dénivellation de 60 m est compensée par une pente de 335 ‰ sur près de la moitié du parcours, puis par une pente de 160 ‰ sur le reste du parcours. La longueur totale de la ligne est de 130 m et le temps de parcours de la voiture est de 1 mn 30 s. L'unique cabine panoramique, en forme de "U" couché, se marie harmonieusement avec l'infrastructure du funiculaire. Cet appareil de liaison fonctionne automatiquement à la demande des usagers. La machinerie a été installée à la station supérieure, constituée essentiellement par le treuil moteur. Le dispositif de freinage rappelle beaucoup les dispositifs de freinage sur les locomotives SNCF : c'est un grand tambour sur lequel vient s'appliquer une paire de grands sabots de frein, chacun commandé par une biellette, recevant l'effort d'un cylindre de frein.

Il est à noter que cette installation a un profil très concave dans la partie centrale et que des dispositions ont été prises afin d'empêcher le soulèvement du câble. Des petites équerres supportent des rouleaux et le câble prend appui par dessous. Cette disposition a nécessité une attache du câble à la cabine d'une forme spéciale afin de passer sous les équerres.

Enfin, ce funiculaire travaille dans des conditions d'environnement particulièrement hostiles : neige, givre, vent violent pendant l'hiver, coup de foudre pendant l'été. Il est le témoin de la fiabilité du système.

La gare supérieure de l'autolift à 3200 m et le Jandri-Express.

La crémaillère du Salève

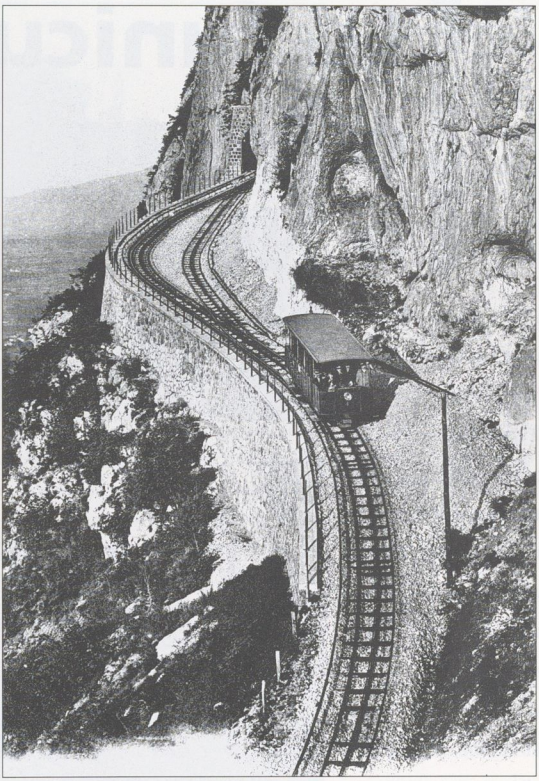
Situé dans le périmètre d'attraction de Genève, le chemin de fer du Salève, avec ses deux lignes en "Y", est la première crémaillère à être électrifiée sur le continent européen.

Le Salève avec ses 1142 m domine le lac Léman près de Genève, située à 8 km de là. On y jouit d'un panorama remarquable sur le lac d'un côté et, de l'autre, sur le massif du Mont-Blanc. L'idée d'établir un chemin de fer permettant l'ascension est ancienne. Une concession est accordée dès 1877, mais ne prend pas corps. En 1891, avec la création de la Société des chemins de fer du Salève, Thury, célèbre ingénieur suisse de la Société pour l'industrie électrique de Genève, désire mettre en application le freinage rhéostatique. Thury, en 1884, a déjà réalisé un mini-chemin de fer à traction électrique à crémaillère Riggenbach pour relier l'hôtel des Alpes à celui du Mont Fleury à Territet en pays de Vaud. Cette expérience est un prélude à la réalisation du chemin de fer du Salève qui sera une première européenne pour la traction électrique à crémaillère (le premier chemin de fer à crémaillère électrique du monde étant celui de Pittsburg, ouvert en 1888 par Léo Daft).

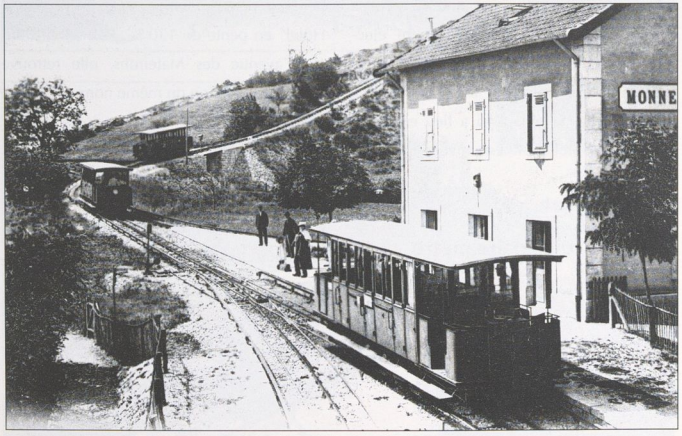
La ligne électrifiée en 800 V par troisième rail part d'Etrembières (alt. 407 m) à proximité de la gare de la ligne du PLM Annemasse-La Roche-sur-Foron. Elle dessert Bas-Mornex, Haut-Mornex, Monnetier-Mairie (alt. 605 m, PK 3,200) et les Treize Arbres station du Salève (alt. 1142 m, PK 5,800). Elle est ouverte en janvier 1893, complétée par une liaison avec les tramways de Genève CGTE. Un peu après, en 1894, une seconde ligne est ouverte. Elle part de Veyrier (alt. 432) également en correspondance avec les tramways de Genève, puis elle passe entre le Grand et Petit Salève, franchit un tunnel de 100 m et le col du Pas-de-l'Echelle (alt. 751 m), puis redescendant à Monnetier-Mairie (PK 3,200) en jonction avec la première ligne. Le profil est assez variable d'une section à une autre. Ainsi la section Etrembières-Monnetier, les rampes ne dépassent pas 60 ‰. Sur Veyrier-Pas-de-l'Echelle, section la plus sévère, les rampes atteignent 250 ‰ et sur Monnetier-Treize-Arbres 200 ‰. La voie métrique est composée de rails Vignole de 15 kg par mètre, posés sur traverses métalliques. La crémaillère continue est du type Abt. Elle comporte une lame dans les rampes inférieures à 100 ‰ et deux dans les rampes plus importantes. Les lignes sont établies en plate-forme indépendante et il n'y a pas de passage à niveau en raison de la présence du rail conducteur de courant. Le matériel roulant est composé de douze automotrices de 36 places. A l'origine, il est prévu des motrices de deux essieux de 8 tonnes, mais l'on choisit un modèle pesant 10,4 tonnes qui est monté sur trois essieux, l'essieu central étant dépourvu de boudin. Thury donne sa pleine mesure : les engins sont pourvus de

deux moteurs en série de 40 CV, d'une démultiplication d'engrenage de 13, et d'un freinage rhéostatique à excitation indépendante. Ainsi équipées, elles montent à 6 km/h en rampes de 250 ‰. En plus des automotrices, le parc se compose de quelques petits wagons plats.

Les trains partent simultanément d'Etrembières et de Veyrier et arrivent ensemble à Monnetier-Mairie. Suivant l'affluence, les deux voitures montent à Treize-Arbres où une reste sur place, attendant le retour. Quinze aller-retours en semaine et vingt le dimanche rythment la vie de ce réseau. En 1930, le tramway de Genève ne vient plus desservir Etrembières ; le trafic chute rapidement et la section Etrembières-Monnetier est fermée en 1932. Du côté de Veyrier, une route est ouverte en 1930 jusqu'au sommet du Salève. Puis en 1935, c'est un téléphérique qui concurrence la crémaillère. Pendant deux ans, le chemin de fer du Salève tentera de lutter, mais le trafic avec les localités intermédiaires est trop faible et malgré les dix aller-retours en semaine et quinze les dimanches et fêtes, la suppression du service intervient en 1937.



Sous le Petit-Salève, l'automotrice n° 4 quitte l'évitement du Pas de l'Echelle.



Monnetier-Marie : deux trains descendent en rafale alors que l'automotrice n° 8 attend.

Le funiculaire d'Evian à Neuvecelle

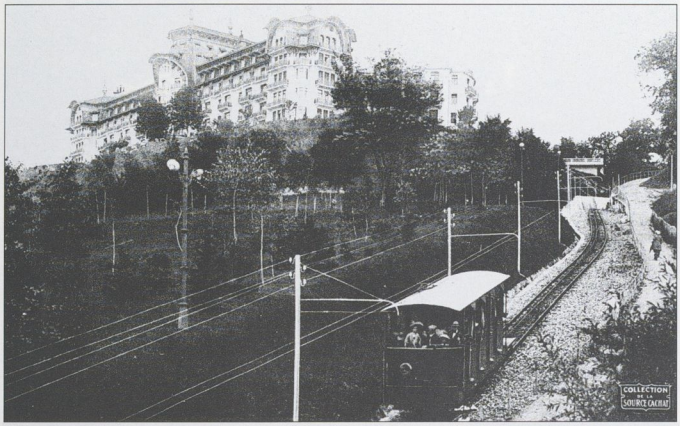
Sur le bord du Léman, face à Lausanne, le Chablais. La voisine d'Evian, Neuvecelle, la domine ; de ses hauteurs le panorama est magnifique. C'est au début du siècle que naît l'idée d'un funiculaire qui relierait Evian à Neuvecelle, le long de la dépression du Nant d'Enfer.

Déjà le long du ruisseau du Nant d'enfer se sont établis les bains, la buvette et les trois grands hôtels du Splendid, du Royal et de l'Ermitage, c'est donc au creux de cette dépression que sera le funiculaire. En 1898, un tramway à voie d'un mètre, long de seulement 300 m, relie l'avenue des Sources et le Splendid Hôtel. Une seule motrice effectue une soixantaine de voyages par jour. Cette réalisation Ganz est une première en France, avec l'utilisation du courant triphasé à fréquence industrielle, mais à une tension urbaine de 600 V. Cette "première" s'arrêtera en 1908. Alors, la Compagnie foncière d'Evian demande en 1911 une concession pour la construction d'un funiculaire entre Evian et le plateau de Neuvecelle. La déclaration d'intérêt public pour une voie ferrée d'intérêt local à traction funiculaire électrique est signée en 1914. La construction est confiée à la société Von Roll. Les travaux vont très vite, la réception a lieu en juillet 1915 et l'exploitation est ouverte au mois d'août suivant.

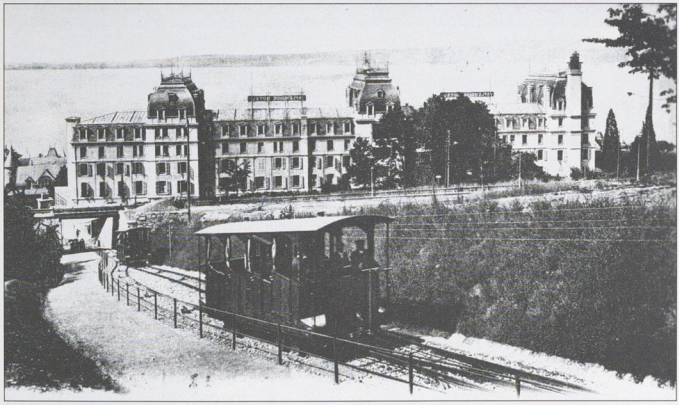
Un funiculaire métro

La longueur de la ligne est de 749 m pour un dénivelé de 125 m entre la gare inférieure à la côte 374 m et la gare supérieure à 495 m. La pente maximum est de 225 ‰. Pour la voie, l'écartement d'un mètre a été retenu, avec pose sur traverses métalliques. La gare de départ est installée près de l'établissement thermal et elle a pour nom "Bain d'Evian". Construction en maçonnerie, suivie d'un tunnel en pente de 110 ‰ par lequel passe la voie pour réapparaître à la station "Buvette Cachat". Puis la ligne en pente de 210 ‰ repasse en souterrain sous le boulevard Jean Jaurès et dessert, à l'air libre, la station du "Splendid Hôtel". Ensuite, longeant le chemin du Nant d'Enfer, la ligne en pente de 195 ‰ passe sous le chemin de fer du PLM et arrive à l'évitement (225 ‰) point de croisement des deux voitures. Après une courbe, la ligne s'enfonce à nouveau pour pénétrer dans la station souterraine "Royal Hôtel" en pente de 130 ‰. Puis ayant franchi l'avenue des Mateirons, elle retrouve l'air pour la station du même nom.

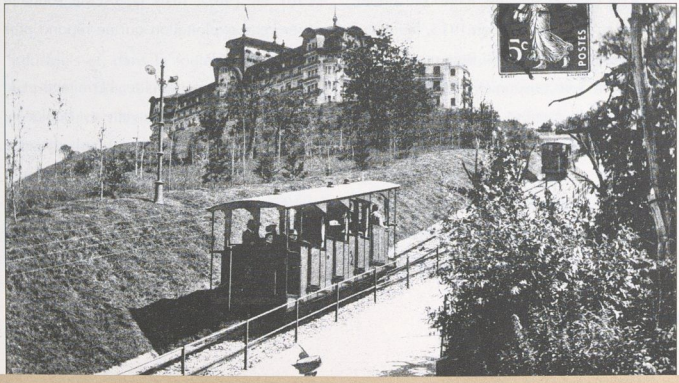
En réalité, le funiculaire ne dessert rien ici. Cette station est juste le point symétrique d'arrêt de la station "Buvette Cachat". La voie passe ensuite en pente de 160 ‰ dans un dernier tunnel sous l'avenue des Mélèzes et ressort à la gare supérieure, du style chalet et baptisé "Neuvecelle" dans laquelle la machinerie d'une puissance de 70 CV est



Le funiculaire sous le Royal-Hôtel.



Le Splendid-Hôtel à proximité de l'évitement.



La voiture n° 2 vers 1910 remonte la dépression du Nant d'Enfer.

Dans les années 60, croisement des deux voitures.

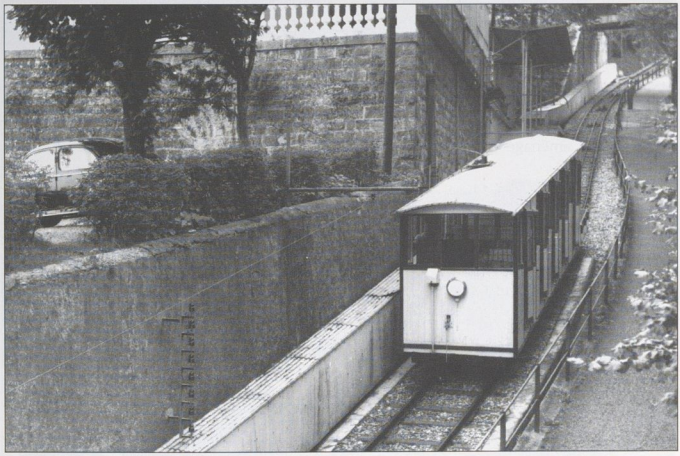
installée. Cette disposition alternée de gares et de tunnels est exceptionnelle, elle nécessite quatre arrêts intermédiaires appréciés des curistes qui n'ont que peu de chemin à parcourir à pied entre leurs hôtels et la Cure. Les voitures d'une longueur de 7,50 m ont une capacité de 60 places. A l'origine, elles sont à quatre compartiments ouverts et en bois verni ; plus tard, elles sont vestibulées à cinq compartiments fermés. Elles reçoivent alors une livrée blanche rehaussée de vert aux angles. Pour le transport des messageries et des vélos, un wagonnet est attelé côté amont. Après sa mise en service, en 1915, le funiculaire connaît un vif succès. Bien que le fonctionnement soit saisonnier, du 15 mai au 15 octobre, le nombre de navettes dépasse souvent 64 AR, la première partant à 7 h et la dernière a lieu à 2 h 30 du matin. En 1933, il est envisagé de prolonger la ligne de 450 m jusqu'au chemin de grande communication n° 21.

L'année la plus faste pour ce funiculaire restera 1938 avec 144 263 voyageurs. Mais, la deuxième guerre entraîne une baisse considérable du trafic (15 163 en 1941). Puis, avec le retour de la paix, le trafic reprend : 65 100 voyageurs en 1945.

Malgré la hausse des tarifs, le déficit d'exploitation inquiète la Compagnie foncière et en 1957 le funiculaire est cédé à la Société anonyme des eaux minérales d'Evian (SAEME). Le trafic continue avec des hauts et des bas (300 000 voyageurs en 1963 et 44 561 en 1967). mais la SAEME souhaite cesser cette exploitation qui ne répond plus à sa vocation.

L'activité hôtelière périclite, l'Ermitage et le Splendid ferment et la Buvette est déplacée. Le 10 septembre 1969, le funiculaire cesse son activité, il est remplacé par un autobus. En 1976, la ville d'Evian étudie les conditions éventuelles de remise en état, puis plus rien. 1982 est l'année de protection des sites

La halte "Les Mateirons".



Immobilisés à Neuvecelle, la voiture n° 2 et son curieux wagon de transport de marchandises en octobre 1990.

industriels et, dans la foulée, le funiculaire est protégé suite à une mesure du ministère de la Culture : les voitures et les deux gares d'extrémités sont classées monuments historiques. Enfin en 1990, la ville d'Evian acquiert le funiculaire pour un franc symbolique, mais la vente est annulée suite à un vice de forme.

C'est donc actuellement le Conseil général de Savoie qui est propriétaire de l'installation. Aux dernières nouvelles, la remise en route de ce funiculaire pourrait être envisagée pour la desserte d'un auditorium de 1 200 places près de la gare supérieure de Neuvecelle où les possibilités de parkings sont des plus réduites.

Le funiculaire de Thonon-les-Bains

A Thonon-les-Bains, le funiculaire de Rives à Thonon a fêté ses 102 ans en 1990 et est devenu le plus moderne de France, rendu entièrement automatique après une rénovation complète de l'installation.

Le funiculaire à eau

Thonon-les-Bains est une station qui domine le lac Léman de 60 m ; à ses pieds, le port de Rives. Le 2 août 1888 est ouvert le funiculaire reliant Rives à la ville haute (inauguration le 2 avril 1888). Sa vocation initiale est essentiellement utilitaire : il sert en effet à transporter dans la ville haute les matériaux amenés par bateaux au port de Rives, depuis Meillerie. Il est donc un facteur du développement économique de la ville haute puis, en 1912, est aménagé pour le service des voyageurs.

La longueur de la ligne est de 243 m. Partant de la côte 376,95, il termine sa course à la côte 423,20 avec une rampe maximum de 217 ‰. La ligne est constituée en partie en remblai et en partie sur viaduc en maçonnerie à sept arches de 6,60 m d'ouverture. La voie est à l'écartement de 1,10 m avec une crémaillère au centre. Un évitement a été aménagé au milieu du parcours.

Le funiculaire fonctionne par contrepoids d'eau : à la station supérieure, on remplit d'eau un réservoir de 6 m3 placé sous le plancher de la voiture. La voiture haute étant plus lourde que la voiture basse, il n'y a plus qu'à desserrer le frein à main, agissant sur des sabots en bronze, pour que les deux voitures se mettent en mouvement. A l'arrivée en gare basse, une sorte de crocodile soulève la soupape de vidange. Le système ne connaît qu'un seul accident : une nuit, une vanne mal fermée va remplir d'eau la voiture du haut qui met l'ensemble en mouvement... Cette énergie est bon marché à condition que l'eau soit à profusion. Avec l'évolution des données économiques et de sécurité en 1951, l'énergie hydraulique est remplacée par l'énergie électrique.

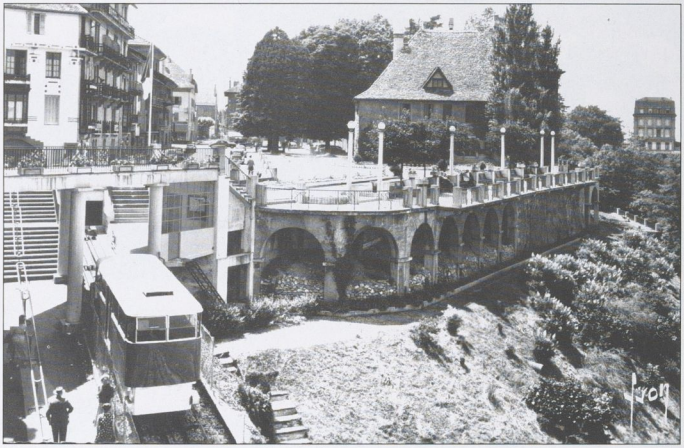
La station supérieure reçoit une machinerie munie d'une poulie Karlick actionnée par un moteur de 50 CV. Cette poulie horizontale permet le passage d'un câble de 26,6 mm dans la gorge munie de pinces à ressorts qui serrent le câble et l'empêchent de glisser. Un dispositif complexe de relais électriques assure, déjà à cette époque, une marche automatique. Les conducteurs n'ont qu'à appuyer sur un bouton pour fermer le circuit de 24 V de commande.

Les anciennes voitures d'un seul niveau, ouvertes à tous vents, font place à une sorte de cabine d'autocar posée sur l'ancien châssis. Du côté sécurité, le frein à parachute, antérieur à l'électrification, a été conservé sans modification. Il entre en action dès que cesse la traction du câble et il agit par l'intermédiaire de la roue dentée sur la crémaillère Riggenbach. Le funiculaire exploité en régie municipale avec seulement trois personnes (deux conducteurs et un chef de station) va effectuer ses va-et-vient jusqu'à la fin de la saison estivale de 1989.

A la Belle Epoque, le funiculaire à eau quitte la gare haute.

En 1960, une voiture du funiculaire modernisé va s'engager sur l'évitement

Près du château de Livet, une voiture du Rives-Thonon stationne dans la gare rudimentaire.



Le château de Livet a perdu sa tour et des arcades l'ont ceint. L'ancienne station a fait place à un ensemble moderne.

Autour de 1980, les voitures se croisent sur le viaduc.

Dès 1986, la régie du funiculaire et le conseil municipal avaient entrepris une réflexion sur l'avenir de l'équipement : après 102 ans de bons et loyaux services, fallait-il purement et simplement supprimer cette installation à l'instar d'autres villes ? Pour des raisons affectives, utilitaires et touristiques, il est décidé d'engager des travaux de rénovation. Certes, la facture sera lourde : 14,5 millions de francs imputables en grande partie aux nouvelles règles de sécurité, mais cette reconstruction sera la première a être en conformité avec les normes du STRM (Service technique des remontées mécaniques) préfigurant le type de technologie qui sera désormais employé dans ce domaine. C'est aussi la première fois que l'intégralité des

automatismes est confiée à deux Automates programmables industriels (API) redondants. Mr. Huard, directeur de Skirail, principal intervenant dans la reconstruction du funiculaire, souligne "avec le funiculaire de Thonon, on atteint désormais l'intégration totale de la sécurité dans les automates industriels installés. L'intérêt de cet équipement par rapport au relayage traditionnel, réside notamment dans une meilleure fiabilité (pas de pièces en mouvement), une exécution des tests avant chaque départ, une comparaison permanente des différentes informations reçues par les automates". Il convient de noter que les API ont été préférés aux relais en raison de la complexité croissante des actions à gérer.

L'installation est équipée de deux automates ABB "Procontic T200" reliés par un bus "ZB 20". Chacun d'entre eux assure la gestion du système de pilotage du véhicule, la supervision et les fonctions de sécurité. Tandis que les deux automates CS3, un par un véhicule, traitent les défauts. Un seul automate fixe la vitesse en fonction de la valeur de consigne. A tout moment, des dynamos tachymétriques placées sur les poulies folles renseignent les automates sur la vitesse, les accélérations et les générateurs d'impulsion donnent des indications de position. Ces paramètres indiquent si les véhicules évoluent suivant les ordres donnés. On compare par exemple, la vitesse réelle à celle calculée; si les paramètres s'écartent de la "courbe enveloppe", on entame le cycle de freinage de sécurité. A chaque démarrage, on procède à des tests afin de chasser les "pannes dormantes". De plus, l'information répercutée est toujours double : deux capteurs pour une même information ou doublement de l'information vers chacun des deux automates. Enfin, le chien de garde de l'automate 1, surveille l'automate 2 et vice-versa. Le programme et les informations étant identiques pour chacun des deux appareils, ils doivent réaliser les mêmes calculs, obtenir les mêmes résultats et commander les mêmes sorties. Par mesure de précaution, toute discordance dans la lecture des "entrées-sorties" des deux appareils, entraîne la mise en action des freins.

Le télémétro

Thonon a inauguré son nouveau funiculaire le 13 juillet 1990 en présence de nombreuses personnalités invitées par M. Neuraz, Maire de Thonon, et le Sénateur Bouvier qui soulignent "que le funiculaire est comme la municipalité de Thonon : il va et vient sans faire de bruit". La gare inférieure a gardé son cachet du début du siècle, mais la gare supérieure a été réaménagée. Les nouvelles voitures permettent de jouir d'une très grande visibilité. Cette installation, entièrement automatique, baptisée par Skirail "Télémétro", a nécessité la pose de portes palières automatiques du même genre que le système VAL. Un cabinier était nécessaire au début dans chacun des véhicules, mais cette contrainte a été levée pour la saison 1991 par le STRM. La technologie mise en œuvre par Skirail a déjà suscité la curiosité de plusieurs collectivités : les villes de Paris et du Havre ainsi que les responsables du téléphérique de l'Aiguille du Midi. Une étude est actuellement en cours afin d'intégrer le funiculaire au réseau des bus urbains. 125 940 passagers ont été transportés entre l'inauguration et le 16 septembre 1990.

Le funiculaire de la Grande-Motte

La vallée de l'Isère aura vu la naissance de trois funiculaires modernes : le premier à Val d'Isère avec Funival, suivi de peu par Bourg-Saint-Maurice avec Arc 1600. Les résultats ont été concluants et ils ont fait école : Tignes à 2 110 m a entrepris le sien pour rejoindre la station supérieure de la Grande-Motte à 3 030 mètres.

Du haut du glacier de la Grande-Motte à 3 656 m d'altitude, Tignes est à la hauteur de ses ambitions et de sa réputation. Son objectif réside dans l'amélioration de la qualité des prestations offertes à la clientèle, et assurer le meilleur ski possible et procurer en hiver la plus grande satisfaction de la saison : l'Espace Killy. Ce territoire de plus de 10 000 hectares est desservi par 100 remontées mécaniques réparties sur plus de 300 km de pistes balisées. Au cœur de ce fabuleux territoire, le skieur est roi. L'enneigement artificiel de la Combe de la Grande-Motte garantit un dénivelé de 1 400 m ! Et quasiment huit mois sur douze. Tignes est également le site privilégié d'entraînement des athlètes français : c'est là qu'ils sont venus parfaire leur préparation pour les Jeux d'Albertville en février 1992.

Après une longue réflexion, la Société des téléphériques et la Grande-Motte ont décidé en 1988 d'opter pour la solution du funiculaire pour le réaménagement de l'accès à l'Espace Killy. Si le téléphérique est un concurrent très sérieux du fait principalement de son coût d'investissement sensiblement inférieur, les arguments en faveur du funiculaire - transport de masse et fiabilité - l'ont finalement emporté. Les télécabines, assurant le transport des skieurs jusqu'au téléphérique de la Grande-Motte, datent de 1967 et 1972. Il devenait impératif - voire urgent - avec les J.O. de les remplacer par un système plus performant. La STGM avait donc le choix entre des télécabines grosses porteuses type DMC, ou un funiculaire. La STGM a opté pour un funiculaire souterrain qui respecte l'environnement, à la différence des pylônes qui défigurent le site. Ensuite, le tunnel permet de monter l'eau et de descendre les eaux usées du restaurant d'altitude "Le Panoramic" (3 016 m) et de supprimer aussi les pylônes électriques qui alimentent les différentes installations d'altitude.

Un tunnel foré en pleine montagne

Au mois de mars 1989, le ministère de l'Environnement autorisait la rénovation de l'équipement de la Grande-Motte et le Comité des UTN (Unités touristiques nouvelles) donnait son accord le 10 juillet suivant. Le tracé initial prévoyait un passage sous la langue du glacier de la Grande-Motte, mais les derniers forages géologiques firent apparaître l'existence d'un glacier fossile. Un autre itinéraire a donc été étudié. Le problème n'étant pas de déterminer la composition des couches, mais plutôt de savoir ce qu'il y a entre elles, surtout dans ce massif aussi tourmenté. Ces forages conduisirent à deux constatations : la longueur de creusement en méthode traditionnelle dans la

moraine du départ a dû être doublée par rapport aux 50 mètres prévus et déterminés par sondages sismiques ; puis, de décaler de 40 mètres vers l'Est le tracé dans la zone située à l'aval des gares intermédiaires des télécabines, pour trouver du rocher à peu près sain. Dans cette œuvre d'une longueur de 3 400 m en inclinaison moyenne de 310 ‰, c'est la société allemande Hochtier qui s'engage. Elle a comme référence le tunnel de Funival. Un tunnelier de 170 m de long et d'un poids de 400 tonnes est mis en place.

Les déblais sont fractionnés et fluidifiés dans l'immense appendice de 170 m qui suit la tête, récupérés à la station inférieure, décantés dans des cuves et l'eau est remontée vers le tunnelier. Les boues sont ensuite envoyées dans un bassin de décantation, puis, une fois sèches, sont emportées par camion. Une masse de boue même séchée ne peut rester sur place, elle constitue toujours un danger latent même après plusieurs années de repos.

Après avoir creusé le talus de la moraine et installé l'infrastructure de base, les ingénieurs allemands sont confrontés à un premier problème, la moraine est plus large que prévue.

Il faut donc l'attaquer avec une pelleteuse et monter des cadres d'acier. Après avoir ouvert une tranchée de 240 m de long en rampe de 180 ‰, le tunnelier peut entrer en action alors que derrière on s'active à recouvrir la tranchée avant l'hiver. Les 60 premiers mètres de tunnel ont été pénibles en raison de la présence d'eau et de gros blocs qui rendaient l'avancement délicat en matière de sécurité, puis la vitesse de croisière de l'ordre de 3 m par jour a été atteinte. Le 4 décembre 1989, jour de la Sainte Barbara, une petite fête eut lieu. La tradition veut que tout tunnel doit être baptisé et avoir une marraine, seule femme ayant ensuite le droit de pénétrer dans la galerie. Au cours de cette sympathique manifestation, l'épouse de Mr. Baudin, maire de Tignes, a donné son prénom au tunnel, baptisé ainsi Denise. Après 21 mois de travail, le 1er octobre 1991 à 13 h 30, le tunnel de la Grande-Motte a été percé.

Ensuite viennent les travaux de finition, réglage de la voie et surtout mise hors d'eau du tunnel. En effet, il est absolument nécessaire qu'en hiver la formation de stalagmite de glace n'eut pas lieu, l'espace entre le tunnel et les caisses des voitures n'étant que de 15 cm. Il reste à définir la nature du revêtement et les moyens d'arrêter la fissuration du revêtement lors de sa dilatation et contraction suivant les époques de l'année due aux variations climatiques très importantes à cette altitude.

Les voitures

Les installations télécabines actuelles de la Grande-Motte permettent de transporter 1 600 personnes/heure par sens. La grande révolution avec le funiculaire est de pouvoir transférer vers les cimes et en tout confort 3 000 personnes/heure, un progrès considérable. Mais déplacer un aussi grand nombre de personnes sur 3 400 m en 6 mn demande une capacité de transport par voyage de 335 passagers. Aucun véhicule ne pouvant y pallier, c'est un train de deux voitures qui s'avère nécessaire. Chaque voiture a une longueur de 15,5 mètres et pèse 16 tonnes. Les voitures montées sur bogies rouleront à la vitesse de 12 m/s, soit 43,2 km/h.

Le matériel roulant a été pensé par le désigner IDPO, dont le responsable est O. Neerman, lequel a déjà œuvré pour le métro de Lyon et le tramway de Grenoble. Les véhicules sont cylindriques, d'un diamètre de 3,60 m, de même forme que le tunnel. C'est une nouveauté qui entraîne quelques difficultés de construction. Les voitures ont un solide châssis, sous lequel est accroché le câble, et toute une série d'arceaux formant une structure en aluminium sur laquelle s'accroche le revêtement intérieur et extérieur qui est en plastique. La difficulté réside dans cette structure aluminium qui n'est pas ronde, mais de forme ovoïde. La structure du véhicule devant se retrouver verticale en pente moyenne, le développement de la coupe est un cylindre coupé de biais. La réalisation de cette forme ovoïde, sur laquelle se rapporte les pièces moulées intérieures et extérieures, comporte des tolérances de fabrication de l'ordre du millimètre. La fixation des pièces plastiques intérieures et extérieures se fait par velcros sur une tôle d'aluminium prise en sandwich. Ce genre de fixation n'a jamais été réalisé en extérieur. Cette fixation apporte différents avantages, rapidité de montage, possibilité de remplacement au cours de l'exploitation. La réalisation des vitres demande beaucoup d'attention, elles sont de deux types différents suivant les côtés et de forme très spéciale. C'est une réalisation dont le designer rend les contraintes très difficiles mais qui sera très belle. Un modèle en vraie grandeur a été réalisé par les ateliers CFD à Montmirail, puis expédié à Aytré ou Defi 22, chargé de l'habillage, a effectué les premiers montages et en a tiré les enseignements pour la réalisation des voitures. Les portes sont réalisées par la société Faiveley qui déjà bénéficie de l'expérience acquise avec le funiculaire des Deux-Alpes. Il faut dire que les portes n'ont pas le même comportement sur les pentes qu'à l'horizontale et les mécanismes souffrent d'une façon différente. Signalons enfin que les voitures ne sont pas équipées d'intercirculation, mais elles sont munies de portillons permettant, en cas de nécessité d'évacuation, de l'effectuer par les extrémités.

Le freinage

Les équipements de freinage sont réalisés par Von Roll comme pour le funiculaire de Bourg-Saint-Maurice. Le problème pour CFD a été le freinage d'urgence qui crée des contraintes dans l'ensemble de la caisse au moment d'une décélération trop brutale. Normalement, le freinage d'urgence est prévu avec une décélération acceptable, afin de ne pas entraîner des accidents du côté des personnes. Notons que la réaction du frein ne s'effectue pas sur le bogie, mais sur la caisse. Le bogie supporte le frein mais n'est pas soumis aux contraintes engendrées. Afin de ne pas avoir une liaison caisse-bogie trop importante, le bogie lui-même n'a qu'une action de portage, c'est une bielle de réaction entre la caisse et le frein qui reçoit l'effort. Rappelons au passage pour la compréhension du freinage-funiculaire, que le frein n'agit pas sur les roues, mais qu'il enserre le champignon du rail, d'où son action très énergique et que le nombre de pinces entrant en action est fonction de la décélération calculée. Mais il reste le cas, très improbable, de rupture simultanée de toutes les tuyauteries du système de freinage qui aurait pour conséquence la mise en action immédiate de tous les freins. Cas très

défavorable dont il a fallu tenir compte dans le calcul des contraintes de la caisse. Enfin pour le confort, la liaison caisse-bogie est réalisée par des blocs en caoutchouc.

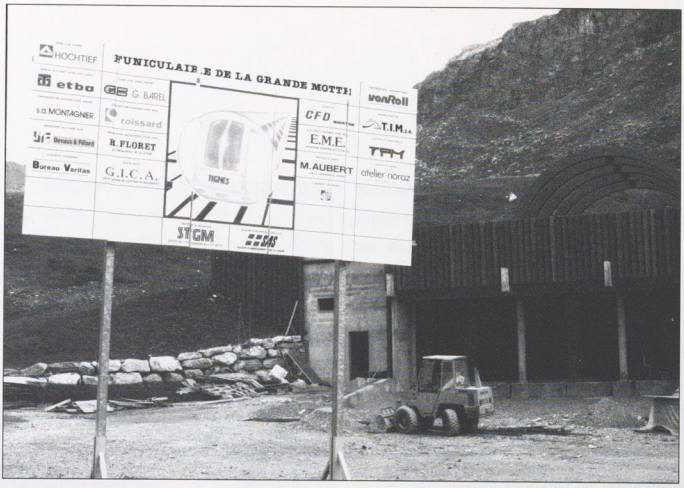
Les derniers funiculaires réalisés sont munis d'un câble-lest (ou de tension) régularisant la tension du câble tracteur, ces funiculaires ayant un profil concave. A Tignes, le funiculaire n'est équipé que d'un câble tracteur ; Le profil étant convexe, reste que Von Roll a dû s'affranchir de certaines contraintes, mais le gain de poids est important.

Les automatismes de Tignes

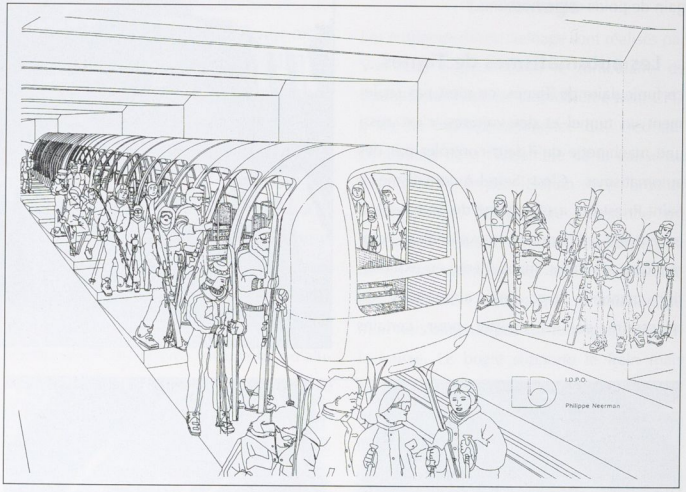
Le funiculaire de Tignes, ce n'est pas seulement un tunnel et des voitures, c'est aussi une machinerie qu'il faut contrôler par des automatismes. C'est Seirel-Automatisme à Saint-Priest qui a été chargé de ce travail. Il est en effet prévu pour une exploitation automatique des trains, mais, même en exploitation manuelle avec des cabiniers, il est nécessaire de les assister pour certains

Septembre 92 : la première des quatre voitures, en provenance de Montmirail, arrive à Tignes.

Vue en enfilade de l'intérieur d'un train.



Devant la gare inférieure, la liste des intervenants du funiculaire de la Grande-Motte.



Dû à Philippe Neerman, la vision future d'un train funiculaire en gare.

gestes, de connaître à tout instant l'état de la machinerie et d'en contrôler son activité.

Pour ce grand funiculaire, il a été nécessaire d'installer dans la machinerie trois moteurs de 800 kW, qui doivent fonctionner ensemble. Il est donc impératif de contrôler les couples des moteurs afin d'éviter des écarts de puissance d'un moteur à l'autre. Un ensemble "courant continu-variateur" est maître de la vitesse et deux ensembles "moteur-variateur" sont asservis en couple. Pour réaliser ces fonctions, les trois moteurs à courant continu de 800 kW, associés à trois variateurs à courant continu de 3 000 A sous 500 V, sont commandés par trois armoires de puissance qui intègrent la puissance électronique des moteurs, eux-mêmes gérés au niveau régulation par une armoire pilote. Les trois armoires de puissance reçoivent une consigne de vitesse

mais ne l'élaborent pas, elles doivent avoir un dialogue avec une armoire de commande qui sera le cœur du système. L'armoire de commande a pour rôle de gérer l'ensemble de marche du funiculaire au niveau des auxiliaires de marche, c'est-à-dire tout ce qui est machinerie ; réducteurs, pompes, centrales hydrauliques, ventilation, accouplements... soit tous les auxiliaires mécaniques qui entrent dans le fonctionnement de la machine. Cette armoire de commande va aussi, en fonction du type de marche demandée par le conducteur, générer une marche et des références de vitesse. Pour la gestion générale de l'installation, deux automates de sécurité ont pour rôle de gérer toute l'installation au niveau sécurité et contrôle du funiculaire, un certain nombre de sécurité étant gérées d'une manière plus traditionnelle par une logique câblée du type chaîne à relais. Les deux automates de sécurité vont dialoguer entre eux à travers un réseau de communication et faire une analyse de concordance des informations reçues de l'ensemble de la machine et contrôler en permanence la cohérence de ces informations. S'il y a discordance, ils provoquent l'arrêt de l'installation.

Dans cette armoire de commande, un autre automate, entièrement autonome va contrôler la référence vitesse, courbe de la vitesse du funiculaire, en fonction du type de marche demandée, et l'arrêt automatique à l'arrivée aux stations. C'est aussi cet automate qui va gérer la tombée du frein aux stations, alors que le véhicule est à vitesse nulle et l'immobiliser, ainsi que la coupure de traction, c'est-à-dire la mise hors service des moteurs.

Pilotage du funiculaire automatique

A partir d'un ordre de mouvement, départ du véhicule à la station, l'automate pilote va générer une accélération constante du véhicule après un palier de vitesse de sortie de gare. Le véhicule va accélérer jusqu'à une vitesse pré-réglée par l'opérateur, soit une vitesse de 1 à 12 m/s. On entend par opérateur soit la personne étant au pupitre de la machinerie, soit un des deux cabiniers. Si on est en marche automatique, c'est le cabinier qui donnera l'ordre de mouvement. Un système de télé-transmission, à travers une boucle inductive dans le tunnel, permet le dialogue entre les véhicules et la machinerie. Après cette phase de mise en accélération, le véhicule fait son trajet et l'automate pilote, en fonction de la vitesse, fait son calcul et détermine le point où commencera la décélération afin d'effectuer l'entrée en gare du véhicule, point de visée approximativement à l'entrée des quais. Une fois que le point de ralentissement est déterminé, il va décrire une courbe de ralentissement vitesse-distance, qui va être une parabole et une rampe linéaire dans le temps pour atteindre le point visé. La vitesse va donc décroître jusqu'à un point physique sur la voie, un détecteur magnétique qui va faire basculer la vitesse sur une référence fixe de 1 m/s, vitesse d'approche de la gare. Ce point est situé à une dizaine de mètres avant le début des quais. Puis le véhicule va continuer à la vitesse d'un mètre seconde jusqu'à un autre détecteur magnétique qui va faire basculer la vitesse sur 0,2 à 0,3 m/s, vitesse d'entrée en gare le long des quais jusqu'à un troisième détecteur magnétique qui donne le point d'arrêt.

Poma 2000 de Laon est un site d'étude ou se suivent différents types de voies - voie unique, double voie. Ici une voiture sur une section à double voie imbriquée.

ANNEXES

La réglementation et la sécurité des funiculaires et crémaillères

Les funiculaires et les crémaillères sont des chemins de fer, personne ne dira le contraire, mais ce sont des chemins de fer très spéciaux. Pour quelques-uns, la pente est si forte que l'on a quelque difficulté à déterminer de quelle famille ils font partie : funiculaire ou ascenseur ? La réglementation en fait considère qu'un ascenseur ne doit pas s'écarter de plus de 13° de l'axe vertical. Permettre la circulation de matériel transportant des voyageurs sur de telles pentes demande des mesures de sécurité. Il faut que le conducteur de l'engin ou des trains reste maître de sa vitesse et qu'il puisse en obtenir l'arrêt dans des conditions normales. Mais chacun ayant ses propres critères, il a fallu un jour mettre une réglementation sur pied. Ainsi relate-t-on, en 1892, des tests effectués sur le funiculaire de Notre-Dame-de-la-Garde : "Plusieurs essais ont démontré la puissance des câbles et des freins. Surcharger chacune de 10 tonnes de fonte et 8 tonnes d'eau, les cabines arrêtées sur leur frein, les câbles ont été détendus et l'énorme surcharge est restée accrochée par les freins sans le moindre mouvement".

Autour de 1950, les essais de matériel en service étaient encore limités, essai du frein de secours à un moment choisi par le contrôleur et essai de lâcher dans la pente maximum, étaient les buts principaux du contrôle des appareillages. L'essai de lâcher est assez spectaculaire. La voiture est immobilisée sur la pente, puis à l'aide de tire-fort, elle est montée un peu plus haut afin que le câble de traction prenne suffisamment de mou. Lorsque la distance est suffisante, elle est accrochée à une sorte de parallélogramme, puis les goupilles de sécurité sont ôtées les unes après les autres, jusqu'au retrait de la dernière, à ce moment-là, la voiture plonge. Le frein-parachute doit alors entrer automatiquement en action en enserrant le rail. Si rien ne se passe, le conducteur a la ressource d'utiliser le frein de secours. Reste ensuite le câble qui, lorsqu'il sera tendu arrêtera la voiture. Mais jamais aucun essai dans notre histoire n'a été aussi loin.

Le Service technique des remontées mécaniques et le rôle de l'Etat

Au niveau des funiculaires, il existe deux textes, une circulaire du 17 décembre 1954 de la Direction générale des Chemins de fer qui dit aux préfets qu'il est nécessaire d'effectuer des essais et qu'une surveillance générale des installations et en particulier des câbles doivent faire l'objet de mesures minutieuses au fur et à mesure de leur vieillissement.

Une deuxième circulaire du ministère des Transports du 12 octobre 1964, fait le rapprochement avec les essais que l'on fait sur les téléphériques. Chaque année, elle indique que l'on doit effectuer des visites, des vérifications, des essais de freinage et qu'il doit y avoir des révisions de matériel. Un funiculaire comme une crémaillère sont des remontées mécaniques, ces remontées ont été redéfinies par la "loi montagne" et elles sont soumises au contrôle de l'Etat.

L'Etat considère que c'est un moyen de transport et qu'il est de son ressort de le contrôler par l'intermédiaire de la Direction départementale de l'Equipement (DDE).

Dans les DDE de montagne, il y a une petite cellule que l'on nomme BDARM (Bureau départemental des appareils de remontées mécaniques), dont la tâche sur le département est de contrôler les remontées mécaniques. Les contrôler d'abord avant la construction, à l'instruction des dossiers, sur plans, puis surveillance de la construction. Quand l'appareil est construit, le BDARM procède aux essais de réception et puis au cours de toute la vie des appareils, surveille qu'ils restent en sécurité.

Il y a donc une visite de contrôle annuelle, mais rien n'empêche des visites impromptues. Si l'exploitant d'une remontée mécanique a un problème, il doit en avertir le bureau de contrôle et consigner les anomalies et les réparations au registre exploitation.

Le Service technique des remontées mécaniques ou STRM a plusieurs rôles : s'occuper de la réglementation, si des points sont omis, les créer ou modifier la réglementation et donner des avis sur les matériels prototypes. Or, tous les funiculaires sont des matériels prototypes, aucun ne ressemble à l'autre. A l'origine, les remontées mécaniques étaient considérées comme des voies ferrées d'intérêt général. L'Etat a donc un rôle ancien dans les essais.

L'évolution de la réglementation

Les essais sont obligatoires et se font en présence des services départementaux. Il y a quelques années, peu de tests étaient effectués sur une installation, il faut dire que les équipements étaient très rustiques. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, les appareils sont compliqués, ils sont truffés de sécurité et au cours d'une visite annuelle, tous les dispositifs sont contrôlés. Si auparavant une visite annuelle durait une journée, aujourd'hui une semaine est nécessaire. Les crémaillères sont assimilées aux remontées mécaniques, donc soumises au même règlement que les téléphériques ou les funiculaires.

Autant les téléphériques ont une réglementation, revue en mai 1989, autant les funiculaires et les crémaillères ne font pas l'objet d'une réglementation française. Il était prévu d'en réaliser une, mais pendant longtemps ces installations n'ont plus été construites. La construction a repris en 1986-87 ; on a donc commencé à écrire un certain nombre de choses et un document sortira en 1992-93 avec l'Europe. On s'est appuyé sur ce qui existe en Suisse, et sur les parties communes avec les funiculaires, on s'appuie sur le règlement des téléphériques.

L'avantage de la réglementation française par rapport aux règlements étrangers est d'admettre l'innovation. Ce qui fait que le domaine des remontées mécaniques est plus éclectique en France. Mais chaque nouvelle réalisation, comme il est dit plus haut, a reçu l'aval, avant que la réalisation puisse commencer. Il doit être en particulier vérifié que le nouvel appareil apporte toujours plus de sécurité que le précédent, et ceci doit être démontré.

Le déroulement des essais

Les remontées mécaniques ont toujours deux freins par "motrice". On entend par motrice, la machinerie du funiculaire, ou la locomotive pour une crémaillère. Par deux freins, on entend deux systèmes de freinage diffé-

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com

rents. Sur le véhicule, un système de freinage doit être embarqué.

On commence toujours les essais par les types de freinage et chacun séparément. On mesure que les décélérations réglementaires sont respectées, tant mini que maxi. En théorie, les freins sont réglés par l'entreprise avant la campagne d'essais, mais il est souvent nécessaire de faire des réglages au cours des essais afin de les mettre aux normes.

Il faut savoir que sur les appareils modernes, si une sécurité n'est pas bonne, elle doit automatiquement en déclencher une autre. Ceci n'était pas le cas sur les anciennes installations, si une sécurité ne fonctionnait pas, on avait toujours la possibilité d'appuyer sur un deuxième bouton. Aujourd'hui, tout doit être automatique, mais une fonction manuelle est quand même gardée. Ces contrôles demandent du temps généralement la journée. Ces appareils étant automatisés, la vérification est d'autant plus longue. Sur les véhicules, on teste le freinage embarqué. Il faut noter que sur les véhicules modernes, ce n'est pas une paire de freins qui se trouve sur le véhicule, mais plusieurs paires de freins qui se déclenchent suivant la position du véhicule sur la ligne. Par exemple, profil différent, donc puissance de freinage nécessairement différente. Ceci est géré automatiquement, le véhicule connaît toujours sa position sur la ligne. Le profil étant en mémoire, d'autre part, le calage de la mémoire est toujours refait automatiquement au terminus, d'où nécessité de vérifier si les paramètres sont exacts et correctement gérés.

Les freins ont d'autres fonctions, par exemple, si l'appareil part en survitesse, automatiquement les freins doivent se déclencher. Les freins se déclenchent aussi par dévirage, c'est-à-dire, si la cabine part dans le sens opposé au sens voulu. Puis l'on contrôle les entrées en gares, ralentissement, point d'arrêt.

Il faut noter que les commandes des automatismes ne doivent pas être tributaires de la même centrale, elles doivent être alimentées par des circuits différents. On ne fait jamais confiance à un automate qui gérerait seul une installation. Les sécurités doivent toujours être séparées des commandes.

Le câble roule sur des galets, on doit savoir si le câble reste sur les galets, qu'il ne vient pas en contact avec des corps étrangers. Pour cela, le câble est isolé. Les galets étant isolés, si le câble vient en contact avec une masse, les sécurités se déclenchent. C'est un peu comme un circuit de voie. La tension du câble est également contrôlée : si celui-ci prend du mou, un système de tension doit entrer en action. Le câble doit toujours être tendu.

Reste ensuite la dernière vérification qui est surtout visuelle, à savoir le bon état général des installations. Enfin, les moyens de sauvetage s'il se passe quelque chose ; comment aller au secours des personnes dans les pires conditions ? Il y a donc un plan de sauvetage de prévu et du matériel stocké. En principe, un essai de sauvetage a lieu une fois par an. Les exploitants sont tenus de faire une série d'essais tous les jours, toutes les semaines et tous les mois, et les épreuves sont consignées. Le service de contrôle local reste vigilant et s'assure que ces essais sont bien réalisés.

Les constructeurs

AKROS

Cette entreprise est implantée à Chambéry depuis plus de cinquante ans. Elle s'est spécialisée dans la réalisation de réducteurs de vitesse et elle est devenue l'un des principaux constructeurs français de treuils spéciaux.

En 1988, Akros développe un nouveau système automatique de transfert de personnes. L'originalité a été de mettre sur rail des cabines d'ascenseurs et de les baptiser ATT, Ascenseur Tout Terrain.

Avec un effectif de 50 personnes, dont une dizaine d'ingénieurs, l'entreprise réalise un chiffre d'affaires de 40 MF.

DEFI 22

Cette SARL est née en 1987 à l'occasion de la suppression de la "section 22" (polyester) de la société Alsthom. Le 1er septembre, quatorze anciens salariés de cette section se sont regroupés pour former leur entreprise. Aujourd'hui, elle emploie 45 personnes et possède une usine de 2450 m^2 à Aytré. Sous la conduite de Jean-Paul Bodin, cette équipe s'est spécialisée dans la fabrication de pièces complexes composites classées feux-fumées. Défi 22 a réalisé, en particulier, des pièces de structure et de décoration pour le métro de Lyon, les voitures-bar du TGV, les tramways de Nantes et Grenoble. Avec la signature du contrat pour l'habillage du funiculaire de Tignes, la fabrication de ce "costume synthétique" propulse Défi 22 plus haut encore. Le chiffre d'affaires pour l'exercice de 1990-1991 devrait être de 18000 KF.

CFD INDUSTRIE

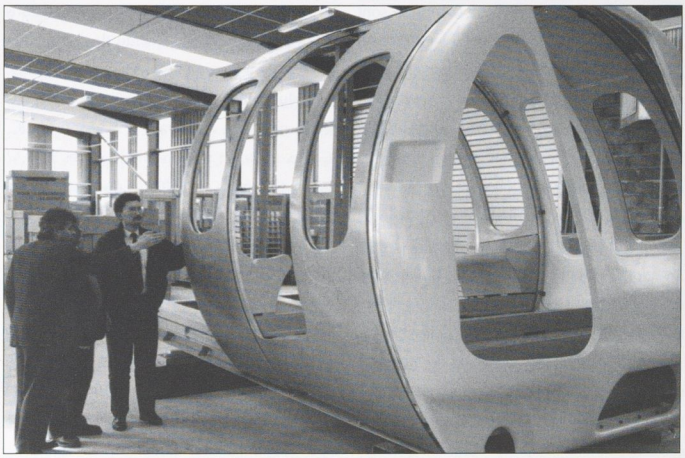
La Compagnie des Chemins de fer départementaux (CFD) fut fondée le 4 août 1881 par des personnalités belges et françaises. Son premier Siège social était implanté au 20 avenue de l'Opéra à Paris. La première concession fut la ligne de Port-Boulet à Chateaurenault le 26 septembre 1882 en voie d'un mètre. En 1939, les CFD étaient à la tête de 2000 km de voies ferrées. Après la guerre, en 1952, le réseau était réduit à 400 km. Aujourd'hui, elle n'exploite plus que la ligne Autun-Avallon et devrait reprendre celle de Mézy à Montmirail. Avec la vive concurrence de l'automobile, les lignes dites "départementales" tentent de réagir en limitant les frais d'exploitation inhérents à l'emploi de la traction vapeur. La première locomotive diesel-électrique système Ward-Léonard fut réalisée en 1925 pour ces lignes. Différentes réalisations CFD allaient naître à la suite de cette expérience dans les ateliers des réseaux CFD. Les plus belles réussites furent les BB 400 à voie métrique (Vivarais, Provence, POC, Corse...) ou en voie normale et les 60432 et 60433 pour la SNCF. Côté autorails, il faut noter les engins type 900 destinées aux lignes SNCF du Morvan, puis beaucoup plus tard la série SY pour la Provence, suivi des X 1200 Corse et X 5000 du Blanc-Argent. CFD est entré dans le domaine funiculaire en réalisant les caisses du Poma à Laon, puis avec Thonon, ARC 1600 et Tignes, CFD a vraiment acquis un savoir-faire en la matière.

SKIRAIL

La société Skirail a été créée en 1982 pour étudier et réaliser des installations de remontées mécaniques. En cinq ans, Skirail était devenu le deuxième constructeur français de remontées mécaniques. Toutefois en 1987, Pomagalski, leader mondial des RM achète Skirail, qui poursuit son activité au sein du groupe Poma. Installée à Sillingy, près d'Annecy, cette entreprise d'ingénierie et ensemblier, de 20 personnes, traite des marchés clé en main et elle a constitué autour d'elle une équipe de sous-traitant et de fournisseurs. S'appuyant sur son expérience dans le transport par câble, Skirail a diversifié son marché. Pour les stations de sports d'hiver, elle propose des télésièges quatre places pince fixe et sa gamme de funiculaires de 5000 à 50 mètres. Pour les courtes distances, elle réalise ce qu'elle dénomme "Autolift", des petits funiculaires, ascenseurs inclinés, fonctionnant automatiquement. Skirail pense que le marché funiculaire ne fait que s'ouvrir. En effet, le parc français représente 4000 RM (20000 dans le monde) et que la durée moyenne de vie d'une RM est de vingt ans. Il y a donc sur le seul territoire français 200 RM à remplacer, chaque année, et les appareils funiculaires ont leur place.

SEIREL AUTOMATISMES

Société fondée par trois personnes (Jean Sechet - Robert Vaujany - Henri Combier) en 1985 et qui emploie aujourd'hui quinze personnes. Son chiffre d'affaires a été, en 1991, de 16 millions de francs, dont 60 % proviennent des remontées mécaniques. Elle est installée à Saint-Priest. Seirel a travaillé pour les funiculaires de Lyon-Saint-Jean et Fourvière, Funival, Bourg-Saint-Maurice, Zygofolis, le Pic-du-Jer et Tignes.



A Aytrée, Défi 22 met au point le prototype du funiculaire de la Grande-Motte.

Les dérivés des funiculaires et crémaillères

Le mot funiculaire du latin "funiculus", petite corde ou qui est composé de cordes, est à rapprocher de "fun", de l'ancien français, qui désigne des mots de la même famille : corde, rets, ou "funamen", ensemble de cordage. Le mot funiculaire a un rapport avec tout ce qui a trait à la traction à l'aide d'une corde.

Pour terminer cette étude, nous avons voulu par "un clin d'œil", voir toutes les solutions mettant la corde dans un contexte de traction. Toutefois, nous n'évoquerons pas les téléphériques et ses dérivés, sujet beaucoup trop important.

Des funiculaires de poche

Depuis quelques années dans les villes, les déménageurs, afin de rendre leur travail moins pénible, utilisent un appareil élévateur rétractable, véritable funiculaire de poche. Deux fers en "U" permettent le déplacement d'un plateau, qui monte ou descend mû par un câble, au gré des besoins, s'arrêtant face à la fenêtre de l'appartement à déménager.

Un funiculaire tire-fesses

Sur une voie de 30 cm en cornières de duralumin, posée sur des traverses et ballastée, les luges à roulettes, portant une personne, montent les unes après les autres. Pour hisser au sommet du plan ces curieux petits wagons, une perche de téléski est utilisée. Arrivées au sommet, les luges se détachent et utilisent ensuite une piste de descente en matériaux synthétiques, et à chacun d'éprouver l'ivresse de la vitesse. Les animateurs des stations de sports d'hiver apprécient la réutilisation des téléskis en été. Une douzaine de pistes de 50 à 350 m fonctionne en été pour la plus grande joie des jeunes et des moins jeunes !

Les ascenseurs tout terrain

"Un ATT au quotidien c'est une aide automatique des plus précieuses pour oublier les escaliers fastidieux et les allées en forte pente".

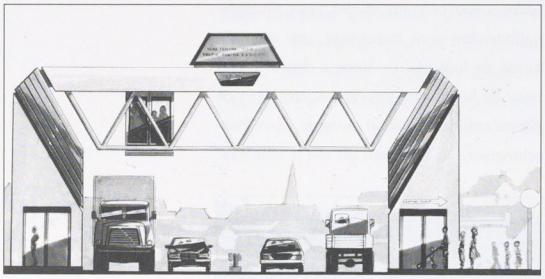
Akros a spécialement étudié, pour s'intégrer parfaitement dans le paysage, une nouvelle forme de funiculaire. Akros a choisi le créneau de la desserte privée avec un choix de petites cabines, dues au designer Alain Ronschmeryer, du bac vitré au salon tubulaire.

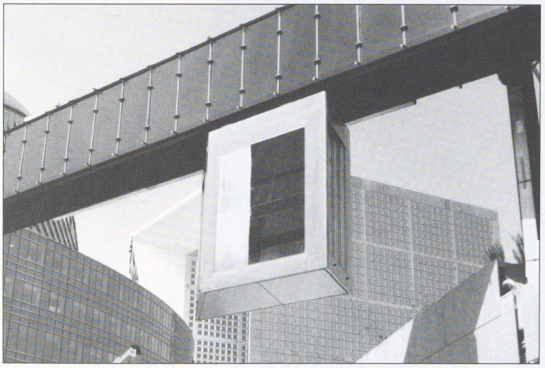
Au Lioran, en 1987, une curieuse réutilisation des tire-fesses pour pratiquer la luge d'été.

Dans le même principe, des dessertes d'hôtels ou de villages de vacances voient le jour. Elles permettent dans des sites escarpés de la desserte automatique des différents niveaux, parking, accueil, zones de loisirs, plages, afin de faciliter les déplacements tout en ayant une surface d'occupation des sols très réduite. Enfin, la dernière innovation est de mettre les ascenseurs dehors, de jouir du paysage, et de les intégrer aux constructions. A Bourg-Saint-Maurice, un ATT longe l'escalier de desserte entre la SNCF et le funiculaire. Il est tellement discret que cette réalisation est passée inaperçue. Ou bien à Evreux, une desserte d'immeuble en terrasse qui permet un accès direct et panoramique de chaque appartement. C'est un décor dynamique qui anime les façades et bien plus sympathique pour l'utilisateur que d'être enfermé dans les cages grises que nous connaissons. La traction funiculaire continue sa révolution et ne manquera pas de nous étonner dans les années à venir.

Quand la fiction s'installera dans votre ville, vous passerez par dessus les voitures sans effort.

A la Défense, la fiction est devenue réalité.





Télédéfense : un passe-piétons

Sortir de l'univers de la Défense à Paris, se rendre d'une tour à une autre, quitter des bureaux climatisés pour un passage dans des lieux à courants d'air, n'est pas toujours agréable. Pour relier facilement, à l'abri des aléas climatiques, les nouveaux bureaux de la tour Bull avec le CNIT Infomart, Skirail a réalisé un système de transport horizontal automatique de personnes. Ce moyen de transport, très semblable à une cabine d'ascenseur, permet, ici, un déplacement de 27 m. Une structure d'acier noir constituée d'une poutre rail horizontale, supportée par deux pylônes verticaux, relie les deux bâtiments. La poutre tube a une hauteur de 1,50 m et une largeur de 1,20 m. Elle sert à la fois de chemin de roulement, de guidage, du chariot et de logement pour le treuil moteur. Une cabine de douze places, en acier inox et verre, circule sous la poutre à laquelle elle est suspendue. Cette cabine de forme trapézoïdale s'adapte aux façades des deux bâtiments contre lesquels elle vient s'appliquer. Ces façades sont équipées comme la cabine de portes palières coulissantes automatiques. Le treuil moteur de 5 KVA, situé à l'extrémité et à l'intérieur de la poutre côté CNIT, actionne le câble de traction. La sécurité est garantie par un ensemble d'automatisme et de sécurité similaires à ceux des ascenseurs. La commande d'appel est assurée par des

boîtes à boutons. Cet ensemble est loin de dénaturer son environnement, il permet une jonction aisée et rapide de deux bâtiments.

Skirail ne veut pas en rester là et espère développer un système dérivé en milieu urbain. Pour cela, Skirail a déposé un brevet pour un appareil "Passe-Piétons".

Cet appareil est beaucoup plus complexe que le télédéfense. Sur chaque trottoir une mini-tour est équipée de portes palières. Réunissant les deux tours, une poutre à treillis. Dans cet ensemble circule une cabine de type ascenseur. Cette cabine, par un système breveté, Skirail s'élève d'abord au niveau de la poutre, puis l'emprunte et redescend dans l'autre mini-tour.

Souhaitons que le passe-piétons se développe et remplace les passerelles qui enjambent les routes à grande circulation, passerelles souvent pénibles aux usagers.

Les funiculaires de la Grande Guerre

Pour approvisionner le front, la voie de 60 fut mise à contribution, rendant d'immenses services. Mais dans les Vosges, le profil du terrain est tel que le chemin de fer classique se heurte parfois à une impossibilité de gravir les crêtes. Afin de s'affranchir de cette difficulté, on eut recours à la traction funiculaire. Quelques images prises le 4 août 1916 nous sont parvenues tel le plan incliné au Rudling à Gazon-de-Faing. Funiculaire rustique où des galets de bois côtoient des galets d'acier et où les wagons ne comportent aucune sécurité en cas de rupture du câble. Pourtant cette installation épargnera bien des fatigues et apportera une meilleure logistique aux troupes.

Dans les Vosges, le funiculaire militaire de Gazon-de-Faing le 4 août 1916.

Le plus gros funiculaire de France

Le canal de la Marne au Rhin, près des villages de Saint-Louis-Arzviller et Lutzelbourg doit franchir un seuil par un chapelet de 17 écluses se succédant sur quatre kilomètres. Cette section demande une journée de navigation. Afin d'abréger le parcours, un plan incliné a été mis en service le 27 janvier 1969. Seules deux autres réalisations de ce genre existent à Krasnorjask sur l'Ienissei en URSS et Ronquières sur le canal Charleroi-Bruxelles en Belgique. Ces deux ouvrages sont du type longitudinal, alors que celui de Saint-Louis-Arzviller est le seul en Europe du type transversal.

L'ouvrage est imposant. Le canal débouche dans une grande gare d'eau. La seule échappée est fermée par une porte levante. Plus haut se dresse une grande bâtisse blanche dominant un chemin de fer incliné d'une largeur exceptionnelle. A l'extrémité du bâtiment, une tour semblable à un poste

L'imposant funiculaire à bateau de St-Louis d'Arzviller.

Notez les deux voies supportant ce funiculaire et au centre la poutre guide.

d'aiguillage à ses pieds, l'autre branche du canal est fermée par une autre porte levante. Sur ce chemin, lentement, monte un grand caisson de 43 m rempli d'eau et contenant une péniche ! Ce chemin de fer incliné est long de 108 m et en pente de 410 ‰, rachetant un dénivelé de 44,55 m. En haut des murs, bordant deux grandes fosses, deux voies ont été posées. C'est sur ces voies que circule le chariot-bac. Cette pièce de 450 tonnes repose sur huit bogies groupés en duo. Séparant les deux fosses, un mur central a été édifié. Ce mur a été garni de bandes métalliques et le chariot lors de ses déplacements prend appui le long des bandes afin de guider d'une façon parfaite ce dinosaure.

Hisser une masse pareille de 450 tonnes, d'une façon conventionnelle, aurait demandé beaucoup trop d'énergie : aussi on a eu recours à la technique funiculaire. Le chariot-bac est en équilibre grâce à deux contrepoids de 225 tonnes qui circulent sur les voies centrales de la fosse. L'entraînement est assuré par deux tambours motorisés de 3,35 m de diamètre ! Ici une autre disposition spéciale a été utilisée : les tambours comportant chacun 14 rainures ; ce sont deux nappes de 14 câbles qui relient le chariot-bac aux deux contrepoids mobiles. Il faut noter que les câbles ne parcourent que 180° autour des tambours, ce qui est suffisant pour entraîner le monstre.

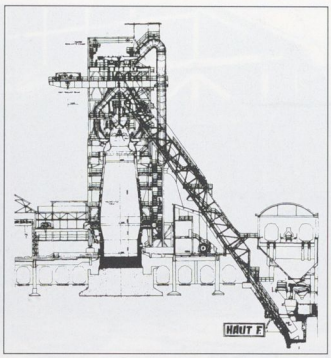
L'immobilisation des treuils est assurée par quatre grands sabots s'appliquant sur deux tambours lisses solidaires des tambours rainurés. Le plus gros funiculaire de France assure 20 à 30 passages par jour, dont une dizaine de péniches et chaque mouvement demande une douzaine de minutes. Des visites guidées de l'ouvrage et des promenades en bateau avec le passage par ce funiculaire sont organisées par les syndicats d'initiatives de Saint-Louis et Lutzelbourg.

Les Skips

Le haut-fourneau de Rombas hisse sa superstructure jusqu'à 63 m dans le ciel lorrain. A l'intérieur de cet amas de ferraille, entrecoupé de passerelles comme une fusée prête au départ, dort un monstre de 1128 m^3. Sa ceinture mesure 9,60 m de diamètre et sa gueule s'élève à plus de 25 m de haut.

Pour le nourrir, on a aménagé un vaste hangar où arrivent des trains de charbon et de minerai de fer que l'on vide dans une immense panse, réserve stratégique afin de permettre une alimentation continue et régulière de la bête. Cette nourriture, savamment mélangée et dosée, descend à travers des goulottes et, 15 m plus bas, comme voulant retourner à la terre dont elle fut extraite.

Entre cette panse et la gueule d'où sortent des gaz délétères, fournaise, prémices de l'enfer, un funiculaire appelé Skip fait la navette des centaines de fois par jour dans un bruit de ferraille qu'amplifient les superstructures, montant à chaque voyage 6 m^3 de nourriture. Petit monstre à quatre roues roulant sur quatre rails inclinés à 64° et terminant sa course par une salutation à son père androgyne dans un bruit de tonnerre.



Méconnus, les Skips alimentent la faim des hauts-fourneaux.

Les cabestans

Depuis l'origine du chemin de fer, jusque vers les années 1950, les gares étaient équipées de plaques tournantes ; elles avaient l'avantage de permettre le passage d'une voie à l'autre, d'avoir des voies à angle droit, de laisser des wagons dans des endroits impossibles. Restait à trouver une solution afin de bouger ce matériel. Au début, ce fut l'homme, ou le cheval, voir un bœuf qui tirait le wagon à déplacer, puis on eut l'idée d'utiliser le cabestan électrique. C'était un gros tambour de fonte mu par moteur. Il suffisait d'appuyer sur une pédale pour qu'il se mette à tourner. Le manœuvrier faisait alors deux tours à sa corde autour du tambour, il n'avait plus, ensuite, qu'à l'accompagner afin qu'elle garde suffisamment de serrage, pour prendre mouvement et tirer le wagon. De nombreux tambours annexes (dits "poupées") non motorisés permettaient d'aller dans les fonds de cours chercher le wagon à manœuvrer.

Ce genre de manœuvres qui engendra des accidents de personnes fut finalement interdit. La photographie présentée est extraite d'affiches de prévention des accidents du Nord.

En février 1926, manœuvre au cabestan d'un wagon à St-Denis.

Page de droite, le pont transbordeur de Marseille.

Chaniers, le bac à traille sur la Charente.

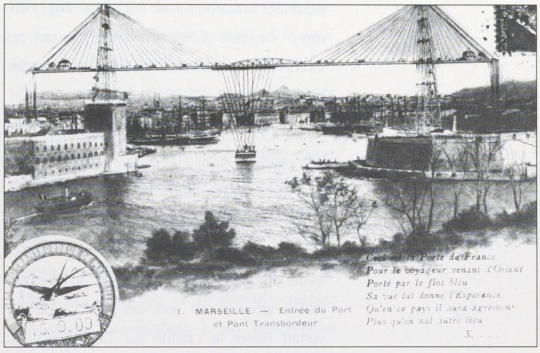
La traction des péniches

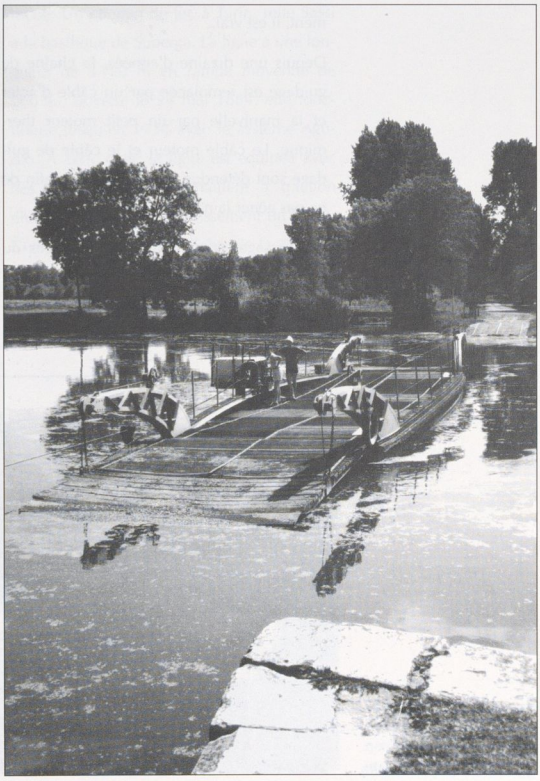
Le anciens ont connu le long de nombreux canaux du Nord de la France et le long du canal de la Marne au Rhin ces chemins de fer parallèles aux canaux. En ces temps, les chalands n'étaient pas motorisés et il était nécessaire de les remorquer. Jusqu'à la fin du XIX[e], on avait recours aux chevaux, parfois aux humains, puis l'électricité se développant, en 1920 des compagnies ferroviaires de remorquage se créèrent et plus de 1 000 km de canaux furent équipés. L'on put voir 1 800 petites locomotives électriques remorquant, à l'aide d'une corde, les bateaux non motorisés. Ces lignes disparurent dans les années 1960-70.

Sur le Canal de Marne au Rhin à Lutzelbourg un tracteur tire une péniche.

Les ponts transbordeurs

Très spectaculaires étaient les ponts transbordeurs de Marseille, Nantes, Rochefort et Rouen. Permettre le passage des navires de haute mer et les mâts des grands voiliers était incompatible avec la construction d'un pont ; pourtant l'intense activité des villes portuaires nécessitait le passage d'une rive à l'autre. Les barques des passeurs étaient nombreuses, mais restait le problème des lourdes charges. On édifia donc sur les rives des tours métalliques dépassant les 80 m. Ces tours, parfois distantes de 165 m, comme à Marseille, portent un tablier métallique sur lequel est aménagé un chemin de roulement. Dessus circulait un chariot portant, au bout d'une forêt de haubans, une nacelle routière. Sur le côté de la nacelle, un édicule abritait le pilote du pont transbordeur. Le moteur électrique et les treuils servant à la manœuvre du chariot étaient parfois directement sous son contrôle comme à Rouen. Les ponts transbordeurs étaient des funiculaires horizontaux.





Un bac funiculaire

Chaniers, sur la Charente, à six kilomètres de Saintes, possède peut-être le dernier bac à "traille".

Les premières grandes embarcations étaient poussées sur l'eau à l'aide de grandes perches de bois prenant appui sur le fond du fleuve. Pour éviter la dérive due au courant, la marée se faisant sentir à Chaniers, un cordage fut tendu à travers la rivière. Ce câble passait entre quatre poulies deux par deux, à chaque extrémité du bateau et maintenait ainsi le bac sur une trajectoire perpendiculaire au courant. Un deuxième câble, plus libre sur lequel les hommes tiraient tout en

poussant la barque avec les pieds, était l'élément moteur. C'est ce procédé qui est encore utilisé aujourd'hui bien que modernisé.

Avant 1914, les cordes sont remplacées par des chaînes. Si la chaîne de guidage reste à peu près ce qu'était la corde, la chaîne motrice passant toujours entre ses poulies de guidage, passait aussi entre deux plateaux de fonte comportant des ergots. L'un des plateaux, poussé sur son axe par un ressort venait serrer la chaîne sur l'autre plateau. Une manivelle entraînait le tout bien doucement, il est vrai.

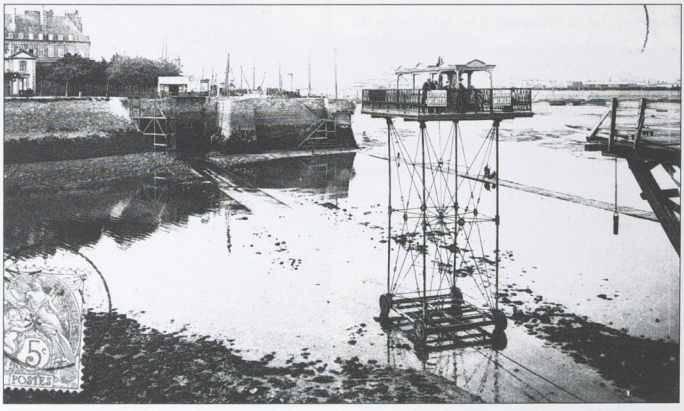
Depuis une dizaine d'années, la chaîne de guidage est remplacée par un câble d'acier et la manivelle par un petit moteur thermique. Le câble moteur et le câble de guidage sont détendus après le passage afin de ne pas gêner la navigation.

Les passages sont normalement assurés du lever au coucher du soleil. Le personnel est celui du service départemental de l'Hydrologie.

Un funiculaire sous-marin

Pour en terminer avec les transports funiculaires et l'eau : un funiculaire horizontal sous-marin entre Saint-Malo et Saint-Servan. M. Loroyer, architecte à Saint-Servan proposa en 1872 un projet de "Railway-bac" qui fut mis en service le 10 février 1874 et "cette ingénieuse invention fut de supprimer tout ennui de voyage entre Saint-Malo et Saint-Servan".

L'idée a été de poser sur le fond marin une dalle portant deux rails parallèles unissant les quais. Sur cette voie submersible circulait un chariot mû par une chaîne sans fin. Sur une rive fut installée une machine à vapeur afin d'animer la chaîne. Sur le chariot, 13 mètres au-dessus, une plate-forme permet l'accostage direct aux quais. Le receveur donnait le signal de départ et d'arrivée par coup de trompe afin que la machine à vapeur fut mise en route ou stoppée. Un jour, un vapeur entra en collision avec le Railway-bac, vers 1910, on décida le remblaiement de la passe. La vieille carcasse resta longtemps sur les quais, sans utilité.



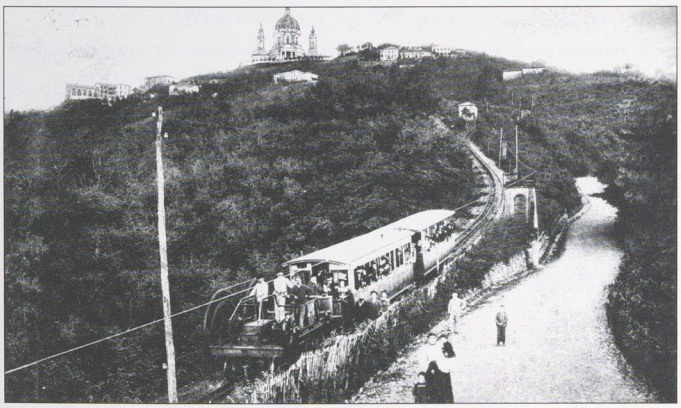
Le curieux pont roulant de St-Malo qui à marée haute ne laissait apparaître que sa nacelle.

Le système Agudio ou la crémaillère qui garde sa ficelle

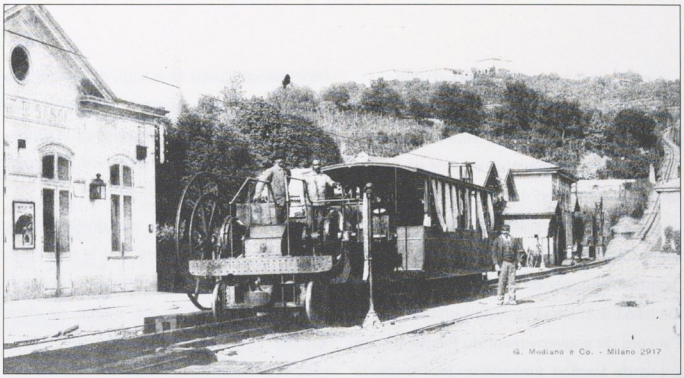
L'italien Tommaso Agudio vint terminer ses études à l'Ecole centrale des Arts et Manufacture de Paris en 1850. Il avait alors 23 ans. Puis il exerça quelques temps les fonctions d'ingénieur à la Compagnie de l'Est avant de retourner en Italie.

De 1862 à 1864, Agudio fait procéder avec l'accord du gouvernement du Piémont à des essais de traction funiculaire. En France, le gouvernement impérial ordonne en 1868 des essais comparatifs entre les systèmes Fell et Agudio. Une ligne à voie unique d'une longueur de 1 500 m est mise en service en 1873 à Lanslebourg avec une pente de 261 ‰. Son idée est de transmettre l'énergie à la locomotive qui agira sur une crémaillère, par l'intermédiaire d'un câble. Le principe du transport d'énergie par câble n'est pas inédit. Des industries ont utilisé longtemps ce principe. Une source d'énergie hydraulique comme à Lanslebourg, ou plus tard à vapeur, anime un câble sans fin. Il suffit, au passage de ce câble pour disposer de l'énergie sur le lieu du travail, de monter une poulie sur laquelle repose le câble. A la poudrerie de Sevran (93), ce principe d'utilisation du transport d'énergie a été largement utilisé pour des raisons de sécurité.

Le chemin de fer Agudio est constitué d'une voie avec une crémaillère. Sur le côté de la voie, supporté par des poulies, circule le câble. La locomotive est munie de deux grandes roues, sur le côté, mues par le câbles qui s'enroule et se déroule autour. Ces roues transmettent à un mécanisme débrayable pignon-crémaillère l'énergie reçue. Un chemin de fer, à Turin, relie Sassi à la basilique de Superga. La ligne a une longueur de 3120 m en rampe moyenne de 200 ‰; ouverte le 24 mai 1884, elle fonctionne jusqu'en 1934 avec le système Agudio. A cette date, la ligne est équipée avec des locomotives à crémaillère à traction électrique. Pour le franchissement du Mont-Cenis, Agudio tentera d'obtenir la concession, mais après l'essai comparatif. C'est le système Fell qui sera finalement retenu. A Turin en 1882, c'est Fell qui tentera d'obtenir



Câble et crémaillère : Agudio allia les deux systèmes afin d'animer ses locomotives.



En 1910, un train Agudio à Sassi.

la concession, mais elle lui sera refusée en faveur d'Agudio.

Un aérotrain à crémaillère

Nous terminerons par un transport qui espérait être révolutionnaire. L'ingénieur Bertin avec l'aérotrain, qui battit un record de vitesse de 422 km/h à Gometz le 22 janvier 1969, espérait aussi révolutionner les transports à courtes distances avec un monorail à crémaillère sur coussin d'air !

Le Tridim a été présenté à la presse en 1973 à Transport Expo au Bourget. Le Tridim est un petit véhicule à quatre places circulant sur une piste en "T" renversé. L'âme dans sa partie inférieure sert au guidage. Le véhicule est muni de quatre patins qui prennent appui et glissent le long de l'âme. La partie supérieure du ⊥ est munie de deux crémaillères, une de chaque côté. Curieux ! Locher en 1889 a été le premier à utiliser cette disposition. Devant les difficultés de mise au point des moteurs linéaires et désirant s'affranchir de la roue, le Tridim prend sa propulsion en s'engrenant sur la double crémaillère. Enfin, des ventilateurs permettent la sustentation de cet aérotrain. Sur le côté, deux mini-rails permettent la prise de courant. Cet aérotrain a retenu beaucoup l'attention des visiteurs, mais aucune application en dehors du circuit d'essai ne vit le jour, comme quoi le génie humain repose parfois sur le vent ! "A la science et en avant" (Rimbaud).

Le monorail à crémaillère d'Emosson

A la limite de la frontière suisse s'est achevé en 1975 le barrage d'Emosson, réalisation franco-suisse qui avait débuté en 1967. Belle réalisation qui a nécessité 1,1 million de m3 de béton pour retenir 200 millions de m3 d'eau française et suisse et qui produisent 634 millions de kW/h par an.

L'accès du barrage est un véritable périple touristique. Partant de Chamonix, on emprunte la ligne à voie d'un mètre jusqu'à Le Chatelard-Gietroz après avoir franchi la frontière à Vallorcine. Là, on prend le funiculaire de Barberine construit en 1920 pour acheminer les matériaux du premier barrage. Ce funiculaire long de 1 306 m s'élève de 1 129 à 1 821 mètres avec une rampe maximale de 870 ‰. Puis on emprunte un petit train en voie de 60, long de 1 650 m qui comporte cinq tunnels ; Jusqu'en 1990, il était possible d'emprunter le monorail à cré-

maillère. Cette installation a été déposée au profit d'un deuxième funiculaire ouvert au public le 1er juillet 1991. La ligne, à l'écartement de 0,90 m et en rampe maximale de 726 ‰, permet un débit de 205 personnes par heure.

Le monorail a été mis en service en 1977. La ligne est longue de 200 m et permet en rampe 800 ‰ de gravir les 115 m pour arriver au niveau supérieur du barrage d'Emosson.

La voie du monorail est constituée d'une barre métallique dont la surface supérieure est plate alors que la partie inférieure comporte une crémaillère. Ce rail est fixé au sol, à environ un mètre, par des barres verticales scellées dans du béton.

Deux véhicules de cinq places chacun, sont mus par des moteurs à essence qui permettent une vitesse de 2,5 km/h.

Véhicules bien particuliers, où le voyageur est assis à califourchon. On peut regretter la disparition de cette curiosité, mais il faut dire que la capacité de transport était des plus limitée. Nous signalons que toutefois, il est possible, dans la haute vallée du Rhône en Suisse, de rencontrer ce type de monorail pour le transport du raisin sur les coteaux escarpés de la vallée.

Monorail à crémaillère d'Emosson aujourd'hui disparu et remplacé par un funiculaire.

Plus que curieux, l'aérotrain à crémaillère Tridim présenté à la presse le 28 novembre 1973.

Les projets de funiculaires

AIX-LES-BAINS

On étudie un funiculaire entre la ville basse et haute. Qui sait, le projet de 1887 reverrait-il le jour ?

Autre idée : la desserte du Mont-Revard. La reconstruction de la crémaillère a fait l'objet d'une pré-étude. Ce projet aura probablement du mal à se réaliser. Attendons.

LES 2 ALPES

Aux 2 alpes, un nouvel ensemble funiculaire devrait être mis en chantier, mais cette fois en ville. C'est Skirail qui a le marché et CFD Industrie espère avoir une commande de matériel. Mais des différends retardent le démarrage du chantier. Ce projet est intéressant car il s'agit de trois funiculaires disposés en étoile afin de desservir la commune.

MEUDON

Une résurrection inattendue pourrait avoir lieu : le funiculaire de Meudon. Pour le réaménagement de l'île Seguin et sa liaison avec le métro, l'idée d'un transport hectométrique est dans l'air. De l'autre côté de la Seine, le funiculaire serait reconstruit permettant une bonne relation avec le plateau et la ligne Versailles-Montparnasse...

NOISY-LE-GRAND

Le Syndicat des Transports Parisiens a décidé de mettre en place un système de transport type SK entre la gare RER de Noisy-le-Grand et l'entrée de zone "Maille-Horizon", afin de faciliter l'accès aux bureaux et aux activités qui s'implanteront dans ce secteur. Le SK devrait être mis en service commercial le 1er janvier 1993. Une convention de réalisation et d'exploitation a été signée en juin 1991 et attribuée à RATP-Transcet.

PARIS GARE MONTPARNASSE

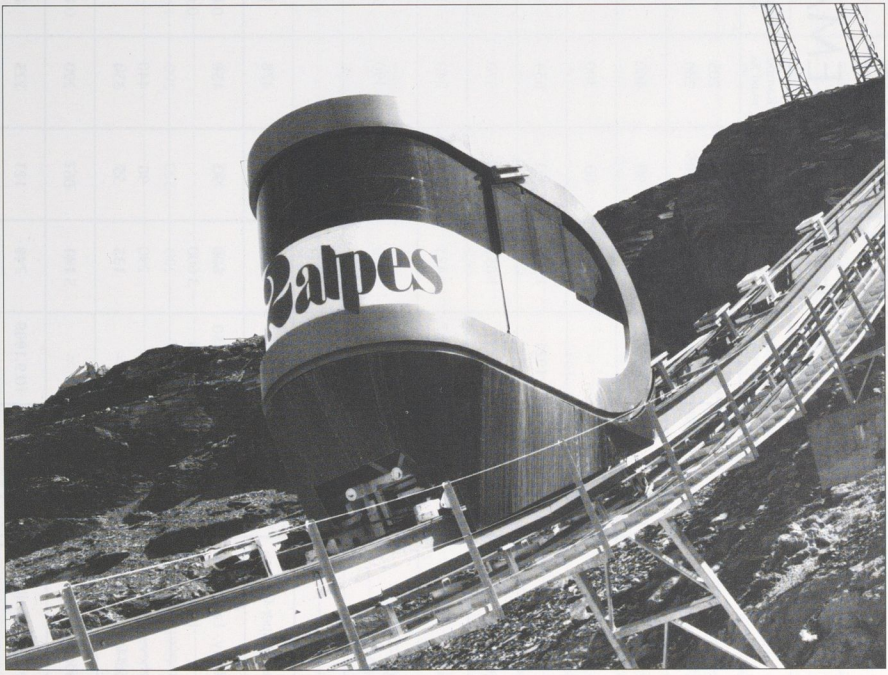
L'arrivée du TGV Atlantique à Montparnasse a fait exploser le trafic grandes lignes de cette gare. Devant la longueur du cheminement entre les quais du TGV et ceux des lignes 4 et 13 du métro (jusqu'à 1 km), on a envisagé l'établissement d'un SK en viaduc. Mais les riverains ont manifesté une vigoureuse opposition à ce projet demandant que le SK soit enterré. Vu le surcoût de cette liaison, on peut se demander quel sens il faut donner au mot enterré !

LE SK DE L'AEROPORT ROISSY-CHARLES-DE-GAULLE

Aéroports de Paris a pris sa décision : le SK 6000 de l'usine Soulé assurera la desserte interne de l'aéroport Roissy-Charles-de-Gaulle, en remplacement des navettes par autobus. Lancé en novembre 1991, l'appel d'offres international concerne la réalisation de deux lignes. La réalisation de ce réseau représente un investissement de 300 millions au bénéfice des réalisateurs du système, le groupement constitué par Soulé avec la RATP et le Crédit local de France. Les usagers de Roissy utiliseront gratuitement le SK.

LE SK de Villepinte : un système prévu pour l'aéroport de Roissy et Noisy-le-Grand.

Les 2 alpes pourrait être à la pointe du transport par câble avec la réalisation de trois lignes dans la station.



FUNICULAIRES ET CHEMINS DE FER A CREMAILLERES

FU Funiculaire
AI Ascenseur incliné
CR Crémaillère
V Voyageurs
P Privé
M Marchandises
S Voie simple
e Evitement
D Voie double
E Energie électrique

LIGNE	Type	Mise en service	Fin du service	Longueur	Dénivelé	Rampe maxi ‰	Ecartement et voie	Exploitation	Machine	Observations
Aix-les-Bains - Le Revard N.-D. des Eaux	CR FU	5.9.1892 Projet 1887	25-10-1935 Non réalisé	9 200 250	1 290 49,85	205 280	1 Se 1 Se	V V	Vapeur Vap. 20 CV	Déferré
Auron	FU	22.1.1939	1976	195	90	460	1 S	V	E 75 CV	Déferré
Aven-Armand	FU	1963	–	208	60	300	Se	V	E 60 CV	
Axat	FU	1906	1921	1 224	791	654	1 Se	MP	Plan incliné	Déferré
Barèges	FU	1935	Arrêt	1 850	768	570	Se	MP + V	E	1 100 m à l'origine - prolongé 4.3.49 - M : EDF
Besançon	FU	29.6.1913	27.5.1987	423	100 ~	240	1 Se	V	E 32 CV	Equipement hors service resté en place
Bourg-St-Maurice Arc 1 600	FU	23.2.1989	–	3 100	808	390	2 Se	V	E 2 500 kW	
Cap-Ferrat	AI	1927	–	65	30 ~	–	0,60 S	VP	E	
Cannes - Super-Cannes	FU	1928	1966	814	197	478	1 Se	V	E 85 CV	Equipement hors service resté en place
Chambéry - La Reveriaz La Reveriaz	FU CR	1926 1912	vers 1950 1924	600 3 600	90	150	0,60 Se 0,60 Se	MP MP	Plan incliné Vapeur	Déferré Déferré
Courchevel - St-Bon Méribel-les-Alues	AI AI	1.1992 3.1987	– –	290 135	98 55	440 554	2 S 2 S	V V	E 50 kW E 60 kW	
Chamonix - Montenvers	CR	9.8.1908	–	5 141	861	220	1 Se	V	Electrique	Exploitation vapeur jusqu'en 1954
Evian - Neuvecelle	FU	1915	10.9.1969	749	121	225	1 Se	V	E 70 CV	Installation hors service
Fumay	FU	?	?	90 ~			0,60 D	MP	Plan incliné	Déferré

Guerville	AI	1987	–	140	52	340	S	VP	E 25 kW	Voie ⊥ en béton
Grasse	FU	1909	~ 12.1938	544	112	233	1 Se	V	E 75 CV	Déferré
Grotte des Demoiselles	FU	1931	–	160	51,5	360	0,90 Se	V	E	
Isola 2000	AI	7.1989	–	157	52	520	S	V	E 37,5 kW	
La Bourboule-Charlanne	FU	1902	1958	580	253	560	1,44 SS	V	Hydraulique	Déferré
Langres	CR	11.1887	2.1971	472	132	172	1 Se	V	Electrique	Vapeur au début de l'exploitation jusqu'en 1935
Laon	CR Poma	9.7.1899 1.1983	25.1.1971 –	1 511 1 479	100 ~	129	1 Se	V	Electrique E	Déferré
La Schlucht	CR	16.5.1907	1914	10 800	700 ~	220	1 Se	VM	Electrique	Déferré
Le Havre - St-André	FU	17.8.1890	–	343	75	410	1,20 Se	V	E 180 CV	Ecartement à l'origine, aujourd'hui sur pneus voie de 1,30 m
Le Havre - Ste-Marie	FU	1.11.1895	13.3.1896	745		115	1,453 Se	V	Vapeur	Déferré
Le Mont-Dore Capucin	FU	1.7.1898	–	607	175	560	1 Se	V	E 90 CV	Rénové en 1979
Le Tréport	FU	1.6.1902	1939	120	70 ~	620	1 D	V	E	Déferré
Les Deux-Alpes Dome Express	FU AI	29.7.1989	– –	1 722 130	298,8 60	340 355	1,20 Se S	V V	E 1 026 kW E	Gare aval 3 095 - gare amont 3 393,8. Le plus haut funiculaire de France. Sortie skieurs : 3 421 m.
Lourdes - Pic du Jer	FU	16.6.1900	–	1 100	472	560	Se	V	E 150 CV	
Luchon - La Chaumière	FU	14.7.1894	1970	270	150	700	1 D	V	E	Hydraulique à l'origine - Modifié en 1955 - Abandon
Luchon - Superbagnères	CR	17.8.1912	2.1966	5 600	1 170	250	1 Se	VM	Electrique	Déferré
Luchon - EDF Portillon	FU	1938	–	1 200	720	1 080	0,8 S	MP	E 120 CV	Réfection 1991
Luchon - EDF Oo	FU	vers 1920	vers 1970	1 820	760	780	1 S	MP	E 120 CV	Equipement hors-service resté en place

LIGNE	Type	Mise en service	Fin du service	Longueur	Dénivelé	Rampe maxi ‰	Ecartement et voie	Exploitation	Machine	Observations
Lyon - rue Terme	FU	3.6.1862	1864	489	70	160	1,445 D	VM	Vap. 150 CV	Train de 3 voitures à 2 niveaux - usure anormale du câble
Croix-Rousse	FU	1865	?							Train de 2 voitures + train 1 voiture et truck
	FU	1915	31.12.1967						E 500 CV	2 trains 1 voiture + truck - Déferré
Lyon - Croix-Paquet	FU	1891	1972	463	76	173	1,445 D	VM	Vapeur	
Croix-Rousse	CR	7.12.1974		671	76	173	1,44 D	V	Electrique	Automotrices SML
	CR	2.5.1978		936	90	173	1,44 D	V	"	- prolongement Hôtel de Ville
	CR	10.12.1984	–	2 450	90	173	1,44 D	V	"	Automotrices Alsthom - prolongement Cuire
Lyon - St-Jean - St-Just	FU	8.8.1878	?	822	98	183	1,44 D	VM	Vapeur	FU à wagon compensateur
	CR	1901	1957	830	98	183	1 D	VM	E	
	FU	17.4.1958	1985	838	98	183	1 Se	V	E	
	FU	1986	–	783	92	183	1 Se	V	E 70 CV	
Lyon	FU	1900	24.5.1970	431	117	310	1 Se	V	E	
St-Jean-Fourvière	FU	11.12.1970	–	431	117	310	1,30 Se	V	E 160 CV	
St-Paul - Fourvière	FU	6.12.1900	24.12.1937	500	130	243	1,44 D	VM	Vapeur	Déferré
Marseille										
N.-D. de la Garde	AI	30.7.1892	11.9.1967	84	72,74	1 731	D	V	Hydraulique	Pompes vapeur 25 CV
Menton - Annonciade	FU	1914	Vers 1936	340	140	450	1 Se	V	E 50 CV	
Riviera Palace	CR	23.2.1903	Vers 1914	528	–	266	1 Se	V	Electrique	
Turbie	CR	10.2.1894	8.3.1932	2 660	–	250	1 Se	V	Vapeur	
Meudon - Bellevue	FU	1893	1934	183	52	300	1,40 Se	V	Vap. 54 CV	
Morlaix	FU	10.5.1905*	Construction arrêtée	180	59,30	342	1,20 Se	V	Hydraulique	Non terminé - le tunnel subsiste * Début des travaux
Morzine	AI	1987	–	48	25	520	S	V	E	
Nancy	FU	21.1.1905	1.6.1908	229	60 ~	290	D	V	E 29 CV	Funiculaire à cabines débrayables
Nice - Le Piol	FU	12.1883	5.1884	66	21	337	0,60 D	V	Hydraulique	Déferré
Hermitage	FU	1906	vers 1941	544	112	233	1 Se	V	E 14 CV	Déferré

Nice - Grand Palais	FU	1930	vers 1975	70	17	250	0,70 S	V	E 20 CV	Equipement hors-service resté en place
Zigopolis	FU	1.7.1987	10.1991	137	34,50	252	1 Se	V	E 148 kW	Déferré
Noyant - La Mine Bleue	FU	1916	7.1936	220	126	1 234	3 S	MP	Vapeur	Deux installations identiques
	FU	1989	–	220	126	1 234	0,60 S	MP	E	Descenderie de Service
	AI	23.3.1991	–	220	126	1 234	2,2 S	V	E	Moteur hydraulique polycylindrique
Paris Belleville	FU	25.8.1891	18.7.1924	2 044		70	1 Se	V	Vapeur	Tramway câble-car
Montmartre	FU	5.6.1891	1.10.1990	108	36	352	1,44 D	V	Hydraulique	Pompe à vapeur - Arrêt entre 1.11.31 et 2.2.35 puis E 50 w
	AI	5.10.1991	–	108	36	352	1,44 D	V	E 160 kW	
Tour Eiffel	AI	1899	–	128,61	115,73	4 761	3,81 D	V	E	Vérin hydraulique
Pau	FU	10-1905	–	103	32	300	1 Se	V	E 35 CV	Arrêt entre 1952-1954 puis en 1962
Penly	FU	6.5.1992	–	287	88	307	2 Se	VP	E 280 kW	
Rocamadour	AI	6.1989	–	156	56	360	S	V	E	
Rouen - Bonsecours	FU	12.6.1892	25.5.1915	402,90	132	360	1,20 Se	V	Hydraulique	
Saint-Gervais - TMB	CR	20.9.1909	–	12 300	1 808	250	1 Se	V	E	Exploitation vapeur jusqu'en 1954
St-Hilaire-du-Touvet	FU	19.7.1924	–	1 480	687	830	1 Se	V	E 63 CV	
St-Martin-de-Vésubie EDF	FU	1958	–	1 600	620	400 ~	1 S	MP	E 140 CV	Rénové en 1968
St-Paul-Trois-Châteaux	FU	1847	1934	1 000		200	1,44 D	MP	Plan incliné	Déferré
Salève	CR	1.1893	1937	5,800+3,400	735	250	1 Se	V	Electrique	Etrembières-Monnetier fermé en 1932 - Déferré
Thonon	FU	2.8.1888	–	243	46,5	217	1,10 Se	V	E	Hydraulique jusqu'en 1951 - Modernisation 13.7.1990
Tignes-Grande-Motte	FU	Chantier	–	3 437	1 920	310	1,20 Se	V	E	Le plus long funiculaire de France Sortie à 3 032 m d'altitude
Val-d'Isère - Funival	FU	22.1.1988	–	2 280	908	530	1,20 Se	V	E	
Vaujany	AI	1988	–	60			S	V	E	
Villepinte	SK	3.6.1986	–	310	Nul	–	D	V	E 45 kW	

Sources de documentation

Aménagement et Montagne, n° 93

Association des Amis du Vieil Alais - M. Turpin

Bretagne d'Hier - Morlaix - Marthe-le-Clech

Bulletin de la société des amis de Meudon

Bulletin Municipal, n° 14 de Neuvecelle

Bulletin POMA - Infos

Chemin de Fer du Revard

Chemins de Fer Régionaux et Urbains

Chemin de Fer à crémaillère de la Rhune - SHEM

Documents Akros

Documents Skirail

Document Soretex

Documents STRM

En crémaillère de Luchon à Superbagnères - J. Bergeon

Est Républicain - juin 1908

Génie Civil

Géographie - Lartilleux

Histoire d'Aix-les-Bains et sa région

Histoires des châteaux forts de France - Salch

Histoire de la traction électrique - LVDR

J3E, n° 602 - 3 octobre 1990

Journal *La Montagne*

La grotte des Demoiselles - Guilhem de Grully

La Mine du Cap Garonne

La revue *La Nature*

La Tour Eiffel - Machinerie et ascenseurs

La Vie du Rail

Le Courrier Savoyard

Le Dauphiné - 16 juillet 1990

Le tramway de Chapareillan et le funiculaire de Saint-Hilaire-du-Touvet - Patrice Bouillin

Les tramways de Nice et de la Côte d'Azur - J. Robert

Le funiculaire du Capucin - Philippe Planeix

Le Ménager - 20 juillet 1990

Le Mois de Penly, n° 60

Les Petits Trains de Jadis - Ed. du Cabri

Le Ski Français - mars 1991

Marseille passé et présent - Ed. Champion

Mémoire de M. Fressigne - Saint-Paul 3 Châteaux

Oignies-en-Thierache 1830-1970 - tome III

Oignies et l'industrie ardoisière

Ouest-France

Paris-Normandie

Pays et Gens de France - Larousse

Schienenseilbahnen - Walter Hefti

Sud-Ouest - avril 1991

Crédit photos

Aciéries de Rombas : 215.
Alix : 73.
Chemins de fer de Montenvers : 174 b.
J. Bazin : 193 b.
Brenot (coll.) : 8 b.
Borgé (coll) : 135 h, 144.
Y. Broncard : 138 b, 146 h, 172 b, 216 b.
P. Carenco : 113.
Decauville Ainé : 87 b, 172 h.
FACS : 61.
F. Fontaine : 152 h, 166 h.
Garot : 72 b, 98.
M.C. Gennesseaux : 217 b.
A. Jacquot : 141 h, 143 h.
F. Jolly : 70 hd.
Keystone : 145 h.
G. Laforgerie : 48 hd, 55 b, 93, 152 bd, 214.
B. Laville : 220 b, 221 b.
La Vie du Rail (photothèque) :
5, 6, 7 bd, 8 h, 17 h et b, 18, 19 h, 21, 22, 23, 24 h, 25 h, 27, 31, 32 h et m, 34 h, 35 h, 42, 43, 44 h, 51 h, et bg, 56 h, 59, 70 hg, 71, 72 h, 74, 76, 80 h et m, 87 hg, 92 h, 101, 106, 107, 108, 110, 111, 113 d, 114, 120 h, 121 h, 122 h, 123 hg, 125, 126 h et m, 128, 129, 130, 131, 134, 137 h, 138 h, 139 h, 147 d, 150, 157, 159, 161 h et b, 162, 165, 169, 170, 171, 173, 189, 191, 195, 196 h et m, 213, 216 h, 217 h, 218, 219, 220, 221 h.
J. Avenas : 7 bg, C. Besnard : 37, 38, 39 ; R. Breton : 81, 83 h ; Briffaut (coll) : 145 bg ; R. Bru : 66, 80 b ; E. Brulé : 25 b, 161 m, 164 h ; L. Bromberger : 183 ; M. Carouge : 88, 89, 90 ; M. Chlastacz : 70 b ; Commault (coll) 32 b ; J. David : 211 ; F. Fenino : 25 m ; J. Gennesseaux : 4, 10, 11 hg, 11 hd, 13, 14, 15, 29, 41 b, 47 bd, 48 hg, 48 bd, 49 h, 53, 63, 64, 83 b, 85, 86, 111 g, 120 b, 121 b, 122 b, 123 hd, 123 b, 151 b, 152 bg, 184, 186, 187, 204, 223 ; collection : 35 bd, 115, 117, 210 (CFD Industrie). M. Imbert : 99 b ; Lelaidier : 149, 151 h ; H. Leaument : 67 h ; E. Martin : 174 h ; N. Neumann : 67 b ; D. Paris : 7 hd, 24 b, 47 bg, 135 b, 138 m, 141 b, 142 b, 145 bd, 146 b ; J. Paillard : 143 m, 147 g (coll) ; Pelletier : 44 b ; Perrelli : 47 b, 48 bg ; L. Pilloux : 163, 167 h, 175, 178, 180 ; P. Ramette : 49 b, 76 b, 167 b, ; J.C. Roca : 220 h ; R. Planès : 35 bg ; C. Recoura : 34 b ; Wright (coll) 30.
Musée d'Histoire de Marseille : 94.
J.L. Poggi : 68, 164 b, 166 b.
J. Robert : 103.
B. Rozé : 17 m, 19 b, 27 m, 54, 196 m ; collection : 50, 51 bd, 75, 99 h, 102, 143 b, 192.
Sarthe-L. Desres : 78, 79.
STVI : 181.
Société Eiffel : 37 b.
Editions Studio Mayer : 193 h.
M. Vincent : 154, 155.
Voies Ferrées : 11 b.
Skirail : 45, 104, 132, 176, 212.
Warin : 126 b.

Remerciements

Pour mener à bien cette étude, il a été nécessaire de contacter des personnes étrangères à La Vie du Rail. Nous n'avons rencontré qu'aide et gentillesse, qu'elles en soient remerciées. Nous voulons remercier plus particulièrement :

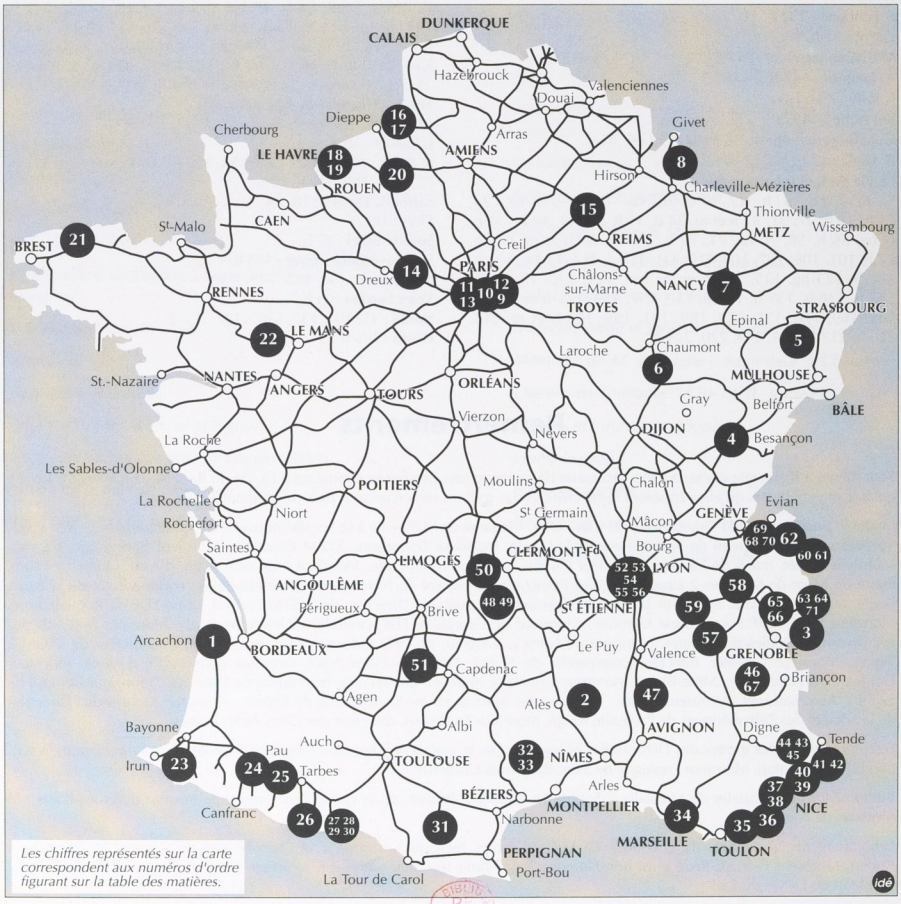
Madame Beate Patzett du Grand Hôtel du Cap-Ferrat, Madame de Maneville à la Société nouvelle d'exploitation de la Tour Eiffel, Messieurs Levet, Chapelin de Notre-Dame-de-la-Garde, Monsieur Bonneteau, STRM Grenoble, Monsieur Buet, maire d'Evian, Monsieur Basset, maire de Vaujany, Monsieur Gindin, maire du Mont-Dore, Monsieur Martinez, maire d'Axat, Monsieur Faure, maire du Mont-de-Lans Les 2 alpes, Monsieur Pernet, maire adjoint de Neuvecelle, Monsieur Pages, maire adjoint de la Bourboule, Monsieur Dayrat, Monsieur Loumeaud, mairie de Chaniers, la Direction de la STVI-Funival, usine EDF de Roquebillière, Monsieur Vidal, EDF Sous-groupe Garonne, Monsieur de Courcelle, EDF, centrale nucléaire de Penly, Monsieur Milliards des Archives municipales de Menton, Monsieur de Coincy, directeur de CFD Industrie, Monsieur Genevray, directeur de STGM à Tignes, Monsieur Cavalier, directeur commercial de Skirail, Monsieur Pierre-Noël, directeur commercial d'Akros, Monsieur Gorgeard, directeur de la Mine-Bleue, Monsieur Carvelato, directeur des services techniques de Saint-Bon, Monsieur Bernard de Seirel - Automatismes, Monsieur Ferros, direction du funiculaire de Saint-Hilaire-du-Touvet, Monsieur Montessuit, Direction de la Société des Téléphériques de l'Aiguille rouge, Monsieur Frayssinet, directeur des Deux Alpes Loisirs.

Les propriétaires des grottes des Demoiselles et leur équipe, la mairie de Thonon-les-Bains, Nice-Matin, Est-Républicain, la section EDF de Menton, Monsieur Fressigne de Saint-Paul-Trois-Châteaux.

Bibliothèques municipales de Marseille : Sophie Le Boulicaut-Brunet ; de la Garde : M. Simon ; de Rouen ; d'Aix-les-Bains ; de Morlaix ; de Nancy.

Laboratoire de Glaciologie de Grenoble, La MJC d'Oignies (Belgique), Monsieur le Chef de gare de Cannes, Monsieur Jean Robert, Monsieur Bernard Rozé ainsi que Florence Porpé pour son aide précieuse. Monsieur Dijol et Monsieur Laville, correspondants de La Vie du Rail.

Table des matières



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

Introduction 5
1 - Le funiculaire d'Arcachon 8
2 - Les plans inclinés de la Vernarède 12
3 - Le train Fell du Mont-Cenis 16
4 - Le funiculaire de Brégille 18
5 - La crémaillère de la Schlucht 20
6 - La crémaillère de Langres 22
7 - Le funiculaire de la Cure d'Air 26
8 - Le funiculaire des ardoisières de Fumay 28
9 - Le funiculaire de Belleville 30
10 - Le funiculaire de Montmartre 33
11 - Les "ascenseurs" de la Tour Eiffel 36
12 - Le "SK" de Villepinte 40
13 - Le funiculaire de Bellevue 42
14 - L'autolift de Guerville 45
15 - Laon : de crémaillère en Poma 46
16 - Le funiculaire de Terrasse 50
17 - Le funiculaire de Penly 52
18 - Le funiculaire de la Côte Saint-André 54
19 - Le funiculaire de la Côte Sainte-Marie 57
20 - Le funiculaire de Bonsecours 58
21 - Le funiculaire de Morlaix 60
22 - Les funiculaires de la Mine Bleue 62
23 - La crémaillère de la Rhune 65
24 - Le funiculaire de Pau 69
25 - Le funiculaire du Pic du Jer 71
26 - Le funiculaire de Barèges 74
27 - Le funiculaire de la Chaumière 76
28 - La crémaillère de Superbagnères 78
29 - Le funiculaire du Lac d'Oô 82
30 - Le funiculaire de Lys-Prat-Long 84
31 - Le funiculaire d'Axat 86
32 - Le funiculaire de l'Aven-Armand 88
33 - Le funiculaire des Demoiselles 89
34 - Le funiculaire de Notre-Dame-de-la-Garde 91
35 - L'essai Fell-Hanscotte de Cap-Garonne 95
36 - Le funiculaire du Cap-Ferrat 96
37 - Le funiculaire de Super-Cannes 97
38 - Le funiculaire de Grasse 100
39 - Les funiculaires de Nice 102
40 - Le funiculaire de Zygofolis 104
41 - La crémaillère de la Turbie 105
42 - Le funiculaire de l'Annonciade 110
43 - Le funiculaire de Saint-Martin de Vésubie 112
44 - Le funiculaire du Rio d'Auron 115
45 - Le Funi-Express d'Isola 2000 116
46 - L'ATT de Vaujany 117
47 - Le plan incliné de Saint-Paul-Trois-Châteaux 118
48 - Le funiculaire du Capucin 119
49- Le funiculaire de Charlannes 124
50 - Le train "Fell" du Puy-de-Dôme 128
51 - Le funiculaire de Rocamadour 132
52 - Le funiculaire de la rue Terme 133
53 - Le funiculaire de la Croix-Paquet 136
54 - Le funiculaire de Saint-Just 140
55 - Le funiculaire Saint-Jean à Fourvière 144
56 - Le funiculaire de Saint-Paul à Fourvière 147
57 - Le funiculaire de Saint-Hilaire-du-Touvet 148
58 - Crémaillère et funiculaire à Montagnole 153
59 - La crémaillère du Revard 156
60 - Le tramway du Mont-Blanc 160
61 - La crémaillère du Montenvers 168
62 - L'Autolift de Morzine 176
63 - Le funiculaire de Bourg-Saint-Maurice 177
64 - Le Funival de Val-d'Isère 179
65 - L'ascenseur incliné de Courchevel 182
66 - L'"ATT" de Méribel-les-Allues 184
67 - Le funiculaire des Deux-Alpes 185
68 - La crémaillère du Salève 188
69 - Le funiculaire d'Evian à Neuvecelle 190
70 - Le funiculaire de Thonon-les-Bains 194
71 - Le funiculaire de la Grande-Motte 198
ANNEXES 205
Dérivés des funiculaires et crémaillères 211

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

Achevé d'imprimer
en décembre 1992

Photocomposition/Photogravure :
Photocompo 2000

Impression :
Imprimerie Nouvelle, Saint-Jean-de-Braye

Conçus pour atteindre aussi bien des lieux touristiques en montagne que les parties hautes des villes bâties sur des sîtes escarpés, les funiculaires et chemins de fer à crémaillère vont connaître leur âge d'or au début du siècle. Cependant, leur rôle va régresser dès que de nouvelles routes atteindront les sîtes qu'ils étaient seuls à desservir, l'escalade pédestre mise à part.

Ces deux dérivés ferroviaires reviennent aujourd'hui en force, tant dans les villes où le transport collectif urbain est enfin reconnu comme antidote à la congestion de la circulation, qu'en montagne où les funiculaires démontrent leur supériorité sur les téléphériques dès que les flux de voyageurs à transporter dépassent un certain seuil.

BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE
3 7502 00772416 6

Participant d'une démarche de transmission de fictions ou de savoirs rendus difficiles d'accès par le temps, cette édition numérique redonne vie à une œuvre existant jusqu'alors uniquement sur un support imprimé, conformément à la loi n° 2012-287 du 1er mars 2012 relative à l'exploitation des Livres Indisponibles du XXe siècle.

Cette édition numérique a été réalisée à partir d'un support physique parfois ancien conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal. Elle peut donc reproduire, au-delà du texte lui-même, des éléments propres à l'exemplaire qui a servi à la numérisation.

Cette édition numérique a été fabriquée par la société FeniXX au format PDF.

La couverture reproduit celle du livre original conservé au sein des collections de la Bibliothèque nationale de France, notamment au titre du dépôt légal.

*

La société FeniXX diffuse cette édition numérique en vertu d'une licence confiée par la Sofia – Société Française des Intérêts des Auteurs de l'Écrit – dans le cadre de la loi n° 2012-287 du 1er mars 2012.

Avec le soutien du

CNL Centre national du livre

Licence eden-19-7-3884186-7-106621233-25337402 accordée le 18 juillet 2023 à 3884186@7.com