

LA SUISSE :

PAYS DU CHEMIN DE FER + PAYS DE MONTAGNES = PAYS DE LA CRÉMAILLÈRE

Le voyage en Suisse de fin mai 2008 nous a donné l'occasion de faire du chemin de fer à crémaillère : sur les deux lignes du Rigi bien sûr, et aussi sur le Brünig, mais il a de plus permis d'être en vue (au moins de la station inférieure) de plusieurs autres lignes de ce type : les rochers de Naye à Montreux, le Brienz Rothorn Bahn, le Pilatus Bahn, mais aussi les Schöllenen au portail nord du Saint Gothard. N'oublions pas sur le chemin du retour, le samedi 31, Martigny, Aigle et Bex. Et malgré le fait que nous soyons en Suisse, nous sommes passés aussi à proximité d'une ligne disparue : le Brunnen - Morschach (Axenstein) !

Ceci nous rappelle que la crémaillère est une spécialité très suisse, ce qui explique le titre en forme d'équation du présent document. Les lignes qui suivent donneront, de façon non exhaustive, quelques notions générales sur cette technique.

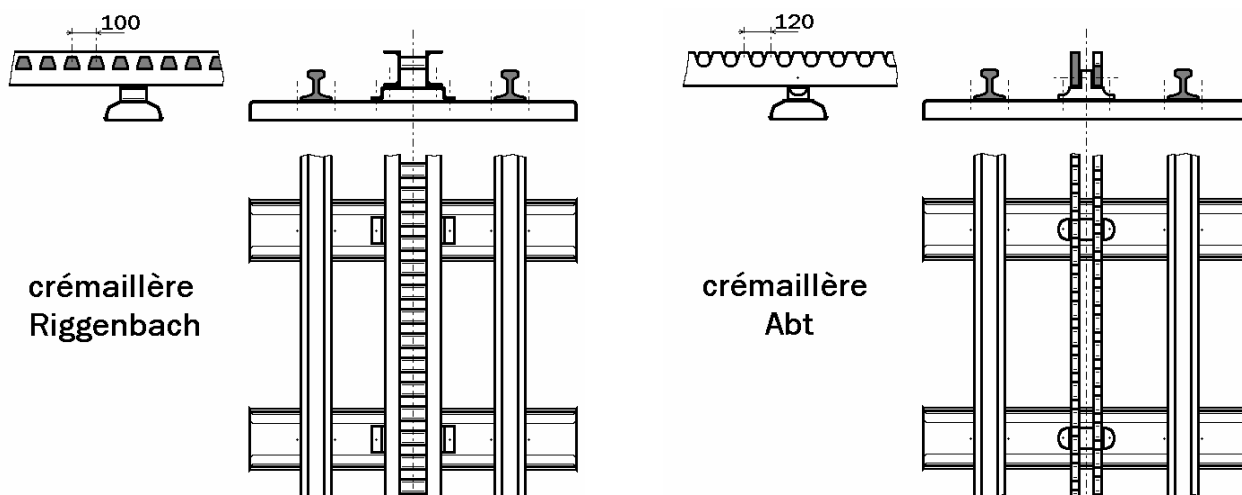
PRINCIPAUX TYPES DE CRÉMAILLÈRES

Crémaillère Riggerbach

Cette crémaillère, qui est la plus ancienne des quatre types décrits, est constituée de deux profilés métalliques parallèles, en général en forme de U, entre lesquels sont fixés, par rivetage ou soudure, des barreaux trapézoïdaux formant les dents de la crémaillère. L'ensemble présente l'aspect d'une échelle. Le pas de la denture est de 100 mm. Par rapport au modèle d'origine, il existe diverses variantes (crémaillères Klose, Pauli...) désignées de façon générale par le terme de crémaillères à échelons.

Crémaillère Abt

Elle est constituée par deux lames parallèles dans lesquelles sont taillées des dentures droites de pas 120 mm. Les dents de chaque lame sont décalées d'un demi pas, soit 60 mm. Cette disposition vise à assurer une meilleure continuité dans l'engrènement de la roue dentée. Celle-ci est double avec des dents, elles aussi, décalées.



Crémaillère Strub

Apparue plus récemment que les deux types précités, cette crémaillère est de conception plus simple, puisque constituée d'une seule denture droite au pas de 100 mm taillée dans le champignon d'un rail spécial de genre Vignole.

La crémaillère Riggerbach est faite d'éléments assemblés, ce qui donne un ensemble lourd et encombrant. La crémaillère Abt, constituée d'une double denture, est un mécanisme complexe nécessitant, lui aussi, l'assemblage de plusieurs pièces.

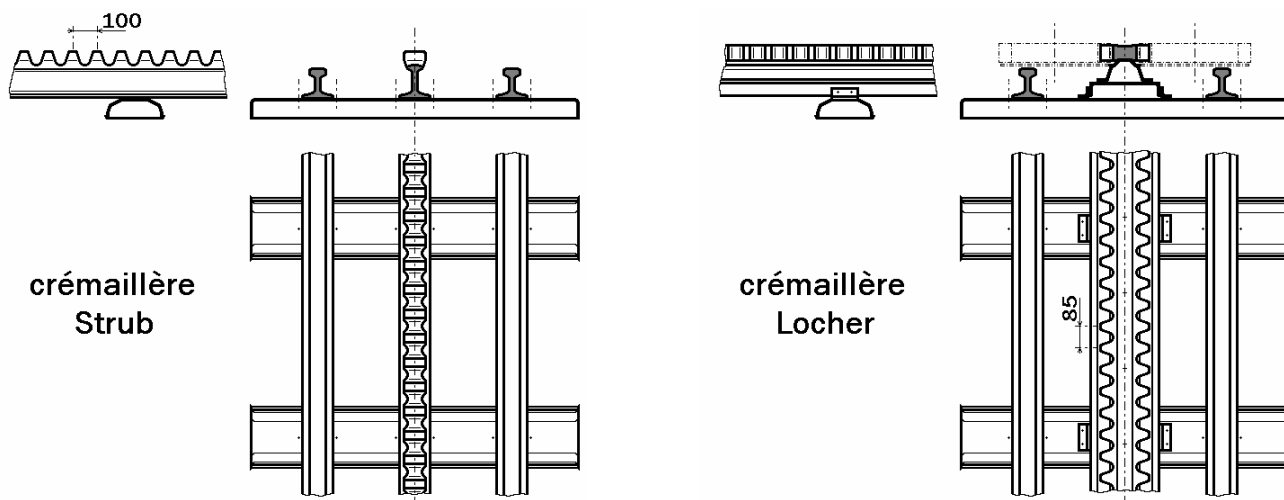
A l'inverse, le type Strub consiste en un profilé monobloc qui peut être posé à la manière d'un rail ordinaire. Sur les véhicules, les pignons à simple denture sont d'un montage plus simple. Le champignon de la crémaillère permet l'utilisation de pinces de sécurité empêchant le soulèvement des véhicules.

Crémaillère Locher

Bien que ce ne soit pas le type le plus répandu, cette crémaillère mérite d'être citée pour son caractère exceptionnel (au prix cependant d'une réalisation complexe et onéreuse), du fait de sa conception pour une ligne elle-même hors du commun. Il s'agit de la ligne du Pilate (Pilatus Bahn), près de Lucerne, qui possède la plus forte rampe au monde pour une crémaillère (480 ‰).

Ces conditions particulières ont amené les concepteurs à abandonner la disposition habituelle des crémaillères, avec une lame verticale comportant les dents en partie supérieure sur lesquelles s'engrène une roue tournant dans un plan vertical. La réaction de la roue dentée engrenant sur la crémaillère tend à soulever cette roue. Ce phénomène, accentué par la rampe très forte sur le Pilatus, pourrait produire une sortie du pignon de la crémaillère, notamment en cas de choc accidentel entraînant des réactions violentes, avec tous les risques de dérive catastrophique que cela comporte. Pour annuler ce risque, la crémaillère du Pilatus Bahn est disposée à plat, c'est à dire dans un plan parallèle à celui de la voie. Avec une seule crémaillère ainsi placée, la réaction évoquée précédemment tendrait à plaquer les boudins de roues systématiquement contre la face interne d'un des deux rails. Pour équilibrer cette réaction, on a donc disposé une seconde crémaillère, à l'opposé dans le même plan. On obtient ainsi la crémaillère Locher telle qu'on peut la voir sur le schéma ci-après.

Deux roues dentées tournant en sens inverse, situées elles aussi dans un plan parallèle à la voie, engrenent de part et d'autre sur les crémaillères.



crémaillère
Strub

crémaillère
Locher

On trouve aussi quelques autres types moins répandus (Marsh...), certains modèles très particuliers étant aujourd'hui disparus.

UN PEU D'HISTOIRE

Les différents genres de crémaillères sont désignés par les noms de leurs inventeurs, qui étaient – sans surprise – presque tous suisses.

Le père des chemins de fer à crémaillère de montagne est assurément Nicolas Riggenschach (1817-1899), d'origine bâloise, qui réalisa la première ligne à crémaillère d'Europe de Vitznau au Rigi, en 1871.

En fait, la première crémaillère au monde fut mise en service en 1869, par Marsh, au Mont Washington dans le New Hampshire aux Etats-Unis. Mais Nicolas Riggenschach avait obtenu le brevet français pour sa crémaillère en 1863.

L'ingénieur suisse Roman Abt fit breveter la crémaillère portant son nom en 1882, la première application datant de 1884 (Harz). Pour l'anecdote, il convient de noter que Abt est bien le patronyme de l'inventeur et non un sigle (A. B. T. par ex.), méprise explicable par la brièveté de l'orthographe du nom, que l'on a pu constater parfois, y compris dans des revues spécialisées.

La crémaillère Locher a été créée par le zurichois Eduard Locher pour l'équipement de la ligne du Pilatus – comme on l'a vu plus haut – qui a été ouverte en 1889. C'est pratiquement le seul emploi, à ce jour, de ce type de crémaillère.

Emil Viktor Strub (1858-1909), originaire des environs d'Olten, mit au point sa crémaillère pour le chemin de fer de la Jungfrau dont la première section a été ouverte en 1898. L'apparition plus récente de ce type de crémaillère fait qu'elle n'a pas connu un développement aussi grand que celui de modèles antérieurs. Toutefois, l'équipement récent de quelques lignes a pu faire appel à cette technique. Nous ne citerons que le cas de la ligne C du métro de Lyon.

QUELQUES DONNÉES PRATIQUES

Du point de vue de l'exploitation, on peut distinguer principalement deux catégories de lignes à crémaillère :

Les lignes équipées entièrement, ou en quasi totalité, de la crémaillère. Ce sont plutôt des lignes de haute montagne à usage touristique, de longueur assez faible, exploitées en antenne, avec des pentes souvent élevées (150, 200, 250 ‰ et plus).

Les lignes comportant une crémaillère sur une partie seulement de leur longueur (en un ou plusieurs tronçons), le reste étant exploité en simple adhérence.

Pour circuler sur ces lignes, le matériel moteur (locomotives ou automotrices) devra disposer de deux mécanismes : un pour la marche sur la crémaillère, un autre pour la marche en adhérence. Cela pourra consister en deux moteurs indépendants, solution valable aussi bien en vapeur qu'en électrique. D'autres dispositions utiliseront, à partir d'un seul moteur, des embrayages ou des coupleurs hydrauliques (solutions convenant bien aux engins Diesel). Dans tous les cas, il faut adapter la chaîne cinématique (rapports d'engrenages, ...) aux couples et vitesses bien différents selon la marche sur crémaillère ou en adhérence.

Même sur les lignes en principe entièrement à crémaillère, les véhicules moteurs sont généralement équipés pour se déplacer en simple adhérence, car les voies de service ou celles du dépôt sont le plus souvent dépourvues de crémaillère pour des raisons de simplification des équipements. Dans ce cas la marche en adhérence se fera à puissance réduite.

Sur les lignes comportant de fortes rampes (au delà de 120 ‰), la réglementation impose de placer l'engin moteur en aval du convoi, autrement dit, la locomotive ou l'automotrice pousse les voitures à la montée et les retient à la descente.

La crémaillère est au moins aussi utile pour le freinage que pour l'effort de traction. Les véhicules remorqués sont, pour tout ou partie, équipés d'une roue dentée engrenant sur la crémaillère, servant au freinage. Les engins moteurs sont toujours équipés de plusieurs dispositifs de freinage : contre-vapeur ou frein Riggenschach sur les locomotives à vapeur, freinage rhéostatique ou à récupération sur les matériels électriques, freins à ruban agissant sur un tambour lié à l'arbre portant la roue de crémaillère, etc.