

# Swissmetro : un express sous vide



Pierre Bonnefoy  
Neil Edmondson  
Yves Paumier

*L'Allemagne a décidé le 2 mars dernier de construire une première ligne du Transrapid Hambourg-Berlin qui sera exploitée d'ici une dizaine d'années. Elle a aujourd'hui résolu les principaux problèmes techniques du train à lévitation magnétique (Maglev). Le moins que l'on puisse dire est que la gestation de ce projet fut longue, puisque l'idée de se déplacer grâce à un système électromagnétique apparut pour la première fois dans les années 30 avec Herrmann Kemper.*

*L'ingénieur suisse Rodolphe Nieth fait partie de cette génération d'aménagistes qui ont élaboré de grandes idées depuis une vingtaine d'années. Son propre projet, un métro à lévitation magnétique baptisé Swissmetro, permettra de relier chaque ville principale de la Confédération en 12 minutes. Sa particularité par rapport au maglev Transrapid allemand : il se déplacera dans un tunnel sous vide — ou plutôt sous très basse pression.*

**A**llons-nous connaître une révolution technologique dans les transports ferroviaires ? Du premier train à vapeur jusqu'au TGV, la roue a subi des améliorations techniques importantes. Cependant, nous sommes toujours restés dans le même cadre, celui de la roue. Aujourd'hui, grâce à l'introduction de principes physiques nouveaux comme la lévitation magnétique, nous allons vivre un *saut* technologique qui transformera radicalement la société et la vie de chaque citoyen.

Mais avant de se pencher sur le *Swissmetro*, et afin de mieux apprécier les enjeux de cette nouvelle technologie, regardons comment et dans quelles conditions le chemin de fer est né au début du siècle passé.

## L'approche technique

De tout temps, l'homme a eu besoin de transporter des charges lourdes. Au même rythme que la population et l'urbanisation, les besoins de transports pour l'agriculture, les carrières et les mines croissaient. L'homme a trouvé dans la nature certaines réponses encore satisfaisantes aujourd'hui comme, par exemple, les rivières. Etant donné que les carrières et les mines ne se trouvaient pas toujours à proximité d'un axe fluvial, il fallait creuser des canaux. C'est ce que fit Vauban (1633-1707) pour acheminer les pierres des Vosges jusqu'à la ville nouvelle qu'il voulait construire dans la plaine d'Alsace : Neuf-Brissac.

Sur terre, la route empierrée fut la solution courante — solution peu satisfaisante car des ornières se formaient vite sous le poids des charges. Dans les mines, l'on essaya alors de poser des planches jointives sous les roues cerclées de fer des tombereaux mais, hélas, elles s'usaient trop vite ou se cassaient. Certains retirèrent alors le cerclage de fer des roues, trop agressif pour les bois. Ensuite, il fallut alléger le tombereau. Enfin, d'autres proposèrent — quelle audace ! — de poser des bandes de fer sur les plan-

ches. A cette époque, le fer était réservé aux usages nobles (les armes, la ferronnerie,...) mais de là à en mettre sous les roues de charrois plein de terre... C'est ce qui fut pourtant réalisé avec bonheur. Cela fonctionnait si bien qu'un problème inattendu apparut : les chariots allaient trop vite dans les pentes et se heurtaient aux voûtes des galeries de la mine. Quelqu'un d'ingénieux trouva bon d'ajouter un bourrelet au bord extérieur des bandes de fer, puis sur le bord des roues ferrées. Au croisement des galeries, il n'y avait pas ce rebord ce qui permettait de faire tourner le tombereau dans l'autre direction.

Ainsi après une trentaine d'années d'évolutions et d'inventions (aiguillages,...) on aboutit à la solution retenue universellement : un essieu de roues d'acier épaulées reposant sur une voie de rails d'acier en forme de champignon, légèrement inclinés vers le centre et posés sur des traverses (poutres de bois) non jointives, le tout sur un ballast de cailloux. Ce choix fut le bon car le contact acier sur acier est celui qui offrait le plus d'adhérence pour un moindre frottement.

Tout ceci ne faisait pas encore un train. Il fallait lui ajouter la machine à vapeur. Dans l'Europe du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'animal ou l'homme, et même l'enfant constituait la force motrice principale. C'était aussi le cas dans les mines de Saint-Etienne (créées par l'Ordonnance de 1823), que nous prendrons en exemple. Après extraction, le minerai était acheminé vers la Loire. La tâche était facilitée par le dénivellement : il suffisait de descendre sur une bonne voie ferrée pour atteindre Andrezieux-sur-Loire. Les chevaux remontaient ensuite les tombereaux vides vers la mine. Mais pour augmenter la production, il fallait trouver une autre solution de traction. On essaya la machine à vapeur qui servait déjà, en poste fixe, comme pompe d'extraction de l'eau de ruissellement du fond des mines. L'énergie provenait de la condensation de la vapeur en eau dans un cylindre. Ce fut un échec : les chevaux allaient plus vite que la machine.

Il semble malgré tout plus simple d'améliorer l'outil que la nature : on

avait déjà les meilleurs chevaux de trait, mais les Anglais avaient mis au point une meilleure machine. Elle tirait son énergie non pas de la condensation de la vapeur, mais de la qualité du gaz — vapeur d'eau vive — très dynamique, qui se condensait à l'air libre ; elle crachait la vapeur en grands panaches, au lieu d'attendre de la condenser. On l'acheta, puis une autre encore meilleure qui remplaçait la grande marmite d'eau bouillante par de nombreux tubes léchés par les flammes. L'efficacité augmenta, mais le poids de l'engin aussi et la machine enfonça la voie dans la terre. En allégeant la machine, le manque d'adhérence l'empêchait de tirer le train de tombereaux. Alors, on construisit une machine à vapeur vive lourde, sur une voie lourde. En Angleterre, James Watt (1736-1819) fit encore quelques inventions indispensables comme un autorégulateur qui dispensait les chauffeurs de réglages incessants. La machine moderne était née dans ses grandes lignes.

Cette révolution que fut l'invention du train au XIX<sup>ème</sup> siècle se limita-t-elle aux besoins de la mine ? Non, car on aboutit très vite à la création de nouveaux commerces. L'existence des manufactures de Saint-Etienne est liée à l'apparition d'un commerce de gros, remontant depuis le Rhône et la Loire. L'enrichissement de la bourgeoisie nouvelle suscita partout et dans tous les domaines, l'idée de réseaux. C'est par exemple, l'époque où naquirent les Compagnies d'Orléans, du Midi, du Nord à partir de la première ligne touristique, sans vocation fonctionnelle, entre le quartier prolétaire et marginal de Paris-Saint-Lazare et le château de Saint-Germain-en-Laye. Parallèlement, Eugène Freyssinet (1879-1962) lança la construction d'un réseau de canaux.

L'approche technique que nous venons de décrire consiste en une addition des différents éléments : voie ferrée + machine à vapeur = train. En fait, il s'agit d'une description a posteriori de l'invention. Dans notre exemple, les besoins spécifiques de la mine nécessitent la mise en œuvre de réponses techniques. Poussées par la

demande accrue, celles-ci évoluent. A un certain moment la complexité et la spécialisation aboutissent à la naissance d'une technologie et d'un corps professionnel à part entière, les cheminots, qui créent une économie liée à un produit ou un service nouveau, et qui vont même jusqu'à influencer la culture du moment.

Cette approche, dite « libérale », même si elle paraît *logique*, est parfaitement fautive pour rendre compte de l'apparition d'une nouvelle technologie. En effet, l'invention ne naît pas d'un *besoin*, mais d'une *idée*.

Léonard de Vinci (1452-1519), avait eu trois siècles plus tôt, une *idée* : remplacer la force musculaire par la force mécanique, à une époque où *aucun besoin ne s'en faisait sentir*. Il avait élaboré une solution sous la forme d'un cylindre utilisant de la poudre noire. Bien plus tard, Leibniz (1646-1716), relança les études sur Léonard à l'Académie des Sciences de Colbert, et Denis Papin (1647-1714) reprit l'idée (1687). Les Anglais donnèrent refuge à Papin et à son invention qu'ils enterrèrent pendant près d'un siècle, malgré le *fardeur* de Cugnot (1771). La révolution américaine permit à Robert Fulton (1765-1815) de développer la machine à vapeur pour la navigation sur l'Hudson. Finalement, l'Angleterre décida d'utiliser la machine à vapeur car elle permettait d'extraire l'eau de ruissellement, et donc de creuser plus profondément les mines. C'est alors le début de la Révolution industrielle grâce, non pas aux pragmatiques soucieux d'accroître leur productivité mais à l'idée de Léonard de Vinci, Gotfried Leibniz et Denis Papin de remplacer le travail musculaire de l'homme par des machines. Tant pis pour les pragmatiques, mais les grandes avancées de l'histoire sont l'œuvre d'idéalistes.

## Les transports en Suisse

Depuis plus de 150 ans déjà, la Confédération Helvétique a une politique volontariste en matière de transport public.

***Il serait donc facile, dans le même esprit, de relier les 6,6 millions d'habitants suisses par un chemin de fer souterrain comme on relierait des quartiers d'une grande ville, d'autant plus que le relief suisse rend la très grande vitesse impraticable sur des distances longues.***

Pour ses chemins de fer, suite à l'achèvement des premiers tunnels alpins du Saint-Gothard (1882) et du Simplon (1906), elle a réalisé l'électrification de ses 71 réseaux pendant la Première guerre mondiale. Cette confédération a toujours pratiqué, la « décentralisation concentrée » en ce qui concerne l'énergie, la poste (très impliquée dans les transports secondaires et le désenclavement par les cars postaux) et les transports. Inversement, la France aurait plutôt tendance à pratiquer la « centralisation déconcentrée » ou la « déconcentration centralisée » — ce qui est probablement l'un des facteurs qui conduisit Louis Armand à souhaiter que la France ait une structure fédérale.

Il serait donc facile, dans le même esprit, de relier les 6,6 millions d'habitants suisses par un chemin de fer souterrain comme on relierait des quartiers d'une grande ville, d'autant plus que le relief suisse rend la très grande vitesse impraticable sur des distances longues.

Par ailleurs, du fait qu'en Suisse les distances sont relativement courtes, les frais d'amortissement et d'exploitation des systèmes de transport sont difficilement recouvrables par les recettes directes, sur le plan comptable. La plupart du temps, les investissements sont couverts par des dota-

tions confédérales ou cantonales plutôt que par des emprunts comme à la SNCF, et pour les trafics locaux et régionaux, le recouvrement des frais d'exploitation est « aidé » par diverses indemnités et subventions — même pour les réseaux privés comme le Jungfraubahn ou le Brig-Visp-Zermatt, très largement bénéficiaires par leur monopole touristique.

Mais dans les deux derniers siècles, il n'y a guère que les ultra-libéraux qui n'ont pas compris qu'une véritable politique d'aménagement a son prix ; d'ailleurs a-t-on jamais demandé à chaque kilomètre de voie routière publique ou de canalisation d'eau qu'il soit rentable isolément ? Les Suisses, souvent taxés d'un conservatisme archaïque, ont compris depuis belle lurette ces règles de base : pour un tel système, ils paient fiscalement à peu près 1500 francs français par personne. De plus, s'il prend la peine de les utiliser, le citoyen suisse paie le prix au kilomètre ferroviaire deux fois et demi plus cher qu'en France ; ceci est d'autant plus étonnant dans un pays où l'automobile assure 8% des déplacements, où la part du rail dans le trafic du fret atteint 42% (transit inclus) et où l'Union Européenne n'est pas là pour octroyer des crédits bon marché ou des subventions.

Les Suisses entendent continuer dans la même voie : ils ont déjà approuvé par référendum deux grands projets. Le premier appelé RAIL 2000, est une sorte de remise à niveau général du service voyageurs, qui engendrerait des temps de parcours moins longs et offrirait une liaison par demi-heure et par direction sur toutes les lignes du pays. RAIL 2000 a reçu l'aval du Conseil fédéral en 1985 avant d'être approuvé par la population lors de la votation nationale du 6 décembre 1987. Le second, approuvé par les Suisses le 28 septembre 1992, est le projet des Nouvelles Lignes Ferroviaires Alpines (NFLA) qui a été proposé par le gouvernement de Berne dans le cadre d'un accord sur le transit conclut peu avant l'Europe des douze. Ceci offre une perspective d'expansion des « routes roulantes » que les Suisses et les Autrichiens ont mis en place pour résorber le flux

