

Extension du concept **Swissmétró** grâce à la navigation fluviale

Autor(en): **Cool, Y. L. / Prenloz, T. U. / Witt-Fey, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **124 (1998)**

Heft 8

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79382>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Extension du concept *Swissmétro* grâce à la navigation fluviale

Par Y.L. Cool,
T.U. Prenloz et
C. Witt-Fey,
Transmondia Sàrl
P.B. 1-498
Singapour

Le concept de *Swissmétro* est si révolutionnaire et prometteur que ce n'est que peu à peu, pas à pas que l'on en explore les différentes potentialités. Les progrès réalisés tout au long de la démarche qui doit conduire à sa réalisation ouvrent des perspectives nouvelles, dont il s'agit de dégager des axes pour des développements inédits, à la lumière des problèmes qui se posent chaque jour.

L'article qui suit illustre cette démarche en présentant une proposition propre à valoriser et rentabiliser *Swissmétro* en lui adjoignant des tâches supplémentaires au service de l'économie et du pays en général.

Rédaction

1. Eléments de départ

1.1 Situation de la navigation fluviale en Suisse

Le *Bulletin technique de la Suisse romande (BTSR)*, dont est issu *Ingénieurs et architectes suisses*, a longtemps fait la part belle aux problèmes de la navigation fluviale et milité pour sa promotion dans notre pays¹. C'est ainsi qu'en 1941, cette revue exposait dans ses colonnes le projet d'un canal reliant le Léman au Rhône pour donner une suite aux assurances des autorités françaises quant à l'étude de la navigation sur le Rhône, de Lyon à la frontière suisse [1]². Cet ouvrage était destiné à faire partie d'un canal trans-helvétique et à faire pendant aux aménagements fluviaux alors projetés au nord de Bâle.

On trouve des noms célèbres parmi les promoteurs de cette liaison, puisque le bureau de Maillart passe en revue, en 1942, les différentes solutions précédemment proposées pour la liaison Léman-Rhône à Genève, avant de soumettre son propre projet (fig. 1) [2]. Cet objet suscite d'intenses discussions [3], constructives comme il se doit dans un périodique de cette tenue. En plein conflit mondial, l'optimisme reste de mise: « Nous devons, en temps de guerre, préparer l'après-guerre, puis la paix qui suivra bien une fois. L'unité de gabarit devra alors supprimer les transbordements pour permettre à nos bateaux d'aller d'un fleuve à l'autre, par les

écluses et les bras de mer, chercher leur cargaison aux ports maritimes les plus favorables à notre économie: le marché suisse, si disputé par la concurrence des grandes routes océaniques, profitera de cette émulation dans la mesure où il saura la faire jouer. Nos services basent l'étude des projets de voie navigable sur le type de bateau automoteur de 600 à 900 tonnes qui, placé à la base de l'aménagement mineur du Rhin jusqu'à Constance, devra pouvoir traverser la Suisse par l'Aar et le canal d'Enteroches jusqu'au Léman. [...] Il suffira donc que le Rhône français permette le passage de ce bateau pour que la Suisse puisse diriger sa navigation également vers le Rhin, le Danube et le golfe de Marseille... » [4]. En 1943, l'Association suisse pour la navigation du Rhône au Rhin lance un concours d'idées pour « une voie navigable reliant le Rhône au Léman », pour lequel elle reçut 37 projets [5], allant d'une liaison entre le Vengeron et Chèvres à celle conduisant du Port-Noir à la Queue-d'Arve, les autres balayant l'espace compris entre ces deux extrêmes (fig. 2). La liste des

concurrents comprend des noms alors déjà prestigieux ou qui allaient le devenir.

Le Service fédéral des eaux continue d'accorder une attention soutenue à la navigabilité du Rhône et à la liaison Léman-Rhin, problématique traitée par son directeur dans le *BTSR* [6].

Que reste-t-il aujourd'hui de ces magnifiques projets? Même si certains milieux continuent de croire au développement de la navigation fluviale en Suisse, l'évolution du contexte socio-politique exclut une réalisation d'aussi grande envergure – d'ailleurs largement hypothéquée par nombre d'obstacles semés sur son tracé potentiel. Le grand canal français Rhin-Rhône est mort de la même mort, condamné par son impact sur les sites naturels et habités qu'il aurait traversés, ainsi que par une probable absence de rentabilité.

1.2 Evolution de *Swissmétro*

A l'origine, ce projet de transport de voyageurs souterrain prévoyait des véhicules de 3,6 m de diamètre et de 200 m de long circulant à 370 km/h dans un tunnel sous vide d'air poussé, propulsés par des moteurs électriques linéaires, avec une sustentation et un guidage électromagnétiques, alimentés en énergie électrique sans contact [7], [8].

Les problèmes d'aérodynamique, traités en 1994 dans cette revue [9], ont conduit à revoir la section originale pour le tunnel, sans que la rentabilité prévue pour *Swissmétro* [10] ne semble avoir été af-

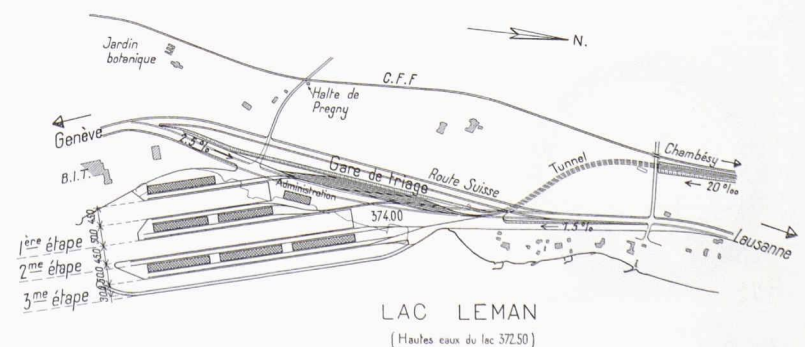


Fig. 1. - Le port de transit prévu par le projet du bureau Maillart au Reposoir [2]

¹ De 1922 à 1939, le *BTSR* a été organe officiel de parution de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

² Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

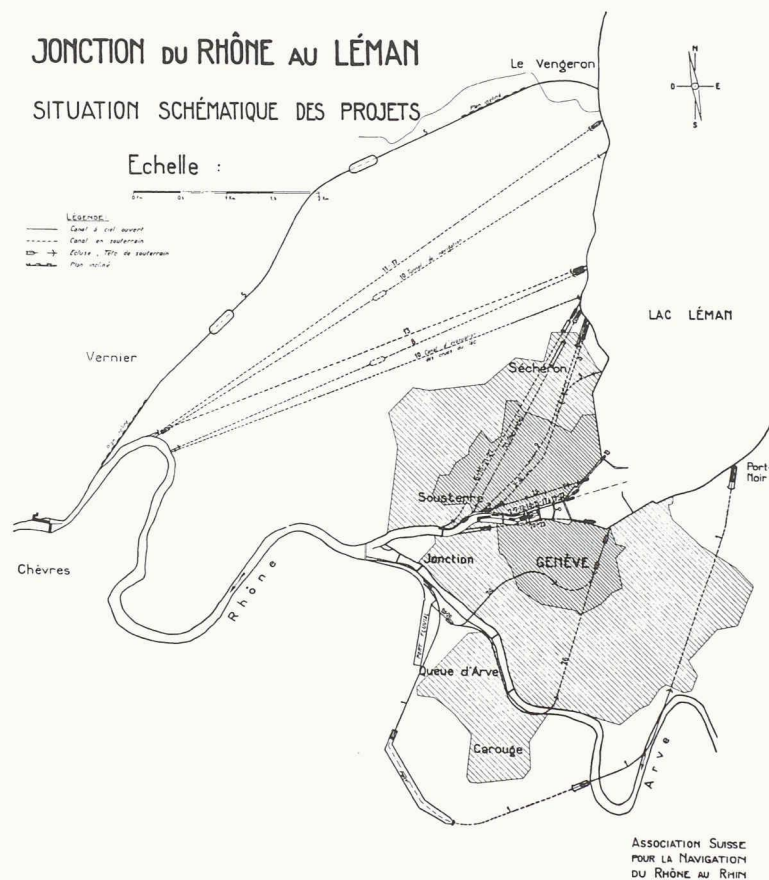


Fig. 2.- Implantation des projets antérieurs au concours d'idées en vue de la jonction du Rhône au Léman [5]: on remarquera le tunnel de navigation de 6 km prévu entre le lac (Reposoir) et le Rhône (Vernier) par un projet de l'Etat élaboré en 1920. Le jury du concours a éliminé d'office les propositions de tracés souterrains antérieurs.

fectée par l'importante augmentation de la section au cours de l'évolution du projet (fig. 3). Celle-ci a en effet passé de 15,90 m² [7] à 21,24 m² (+33,5%) [12], puis à 23,76 m² (+43,4%) [13]. Or la rentabilité constitue un fac-

teur important pour un type de liaison dont le rôle dans le trafic voyageurs ne saurait rester que fort modeste à l'échelon national ou européen [11]. L'un des arguments irréfutables des promoteurs de ce projet

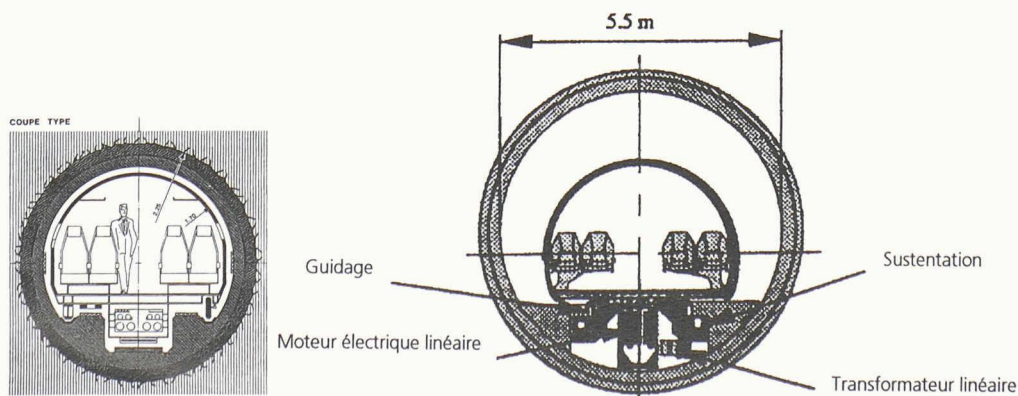


Fig. 3. - Evolution de la section type de Swissmétro (échelle identique). A gauche: coupe type présentée en 1988 [7]; à droite: profil tiré d'une publication de 1997 [13]

d'avant-garde réside dans le fait qu'étant réalisé entièrement sous terre, il échappe aux innombrables oppositions rencontrées par exemple par Rail 2000 et qui ne manqueront pas aux nouvelles transversales ferroviaires alpines. C'est à la lumière de cette constatation, ainsi que de l'intérêt présenté par la conjonction d'un guidage électromagnétique et d'une transmission d'énergie sans contact que nous nous sommes intéressés à explorer de possibles synergies avec Swissmétro, tant pour profiter de ses atouts que pour essayer de lui apporter de nouveaux éléments de rentabilité.

2. La navigation souterraine

On connaît depuis longtemps des exemples de tunnels faisant partie de voies navigables, par exemple en France. Il s'agit notamment là de quelques-unes des solutions envisagées dès 1909 pour relier à Genève le Léman au Rhône à l'intention de la navigation commerciale fluviale, de toute évidence pour réduire les nuisances de la construction et de l'exploitation d'un canal à ciel ouvert. Le fait que cette liaison n'a pas été réalisée n'est aucunement à imputer à cette particularité, car la résistance victorieuse au canal trans-helvétique est largement due à l'impact que sa réalisation aurait eu sur les sites du Plateau suisse.

La navigation fluviale est-elle condamnée en Suisse? La liaison Rhône-Rhin à grand gabarit – ou au moins à gabarit moyen –, dont l'attrait est multiplié par la mise en service du canal Rhin-Main-Danube, fait-elle définitivement partie des utopies?

C'est là qu'intervient l'impulsion donnée par Swissmétro, dont les atouts peuvent profiter à la renaissance de la navigation fluviale dans notre pays:

- absence totale d'impact sur l'environnement et sur l'habitat
- mise en œuvre de technologies de pointe, auxquelles s'ajoutent, pour la navigation souterraine proposée ici:
- large indépendance du relief et

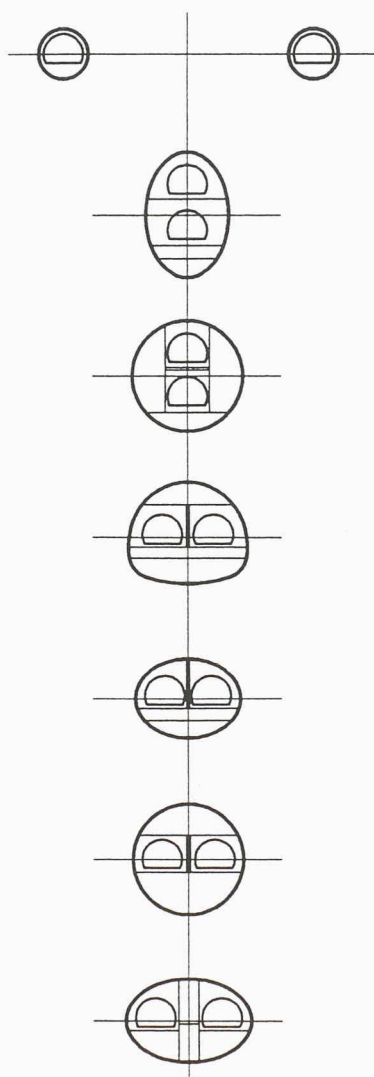


Fig. 4. – Les différentes propositions étudiées pour les tunnels de Swissmétro [14]. En haut: solution retenue pour le tronçon pilote Genève-Lausanne

- tracé optimal, d'où économie d'énergie,
- indépendance des conditions climatiques et atmosphériques.

2.1 L'idée de base

Le percement des tunnels de Swissmétro implique des travaux de grande envergure, mais également d'une grande discrétion. Il apparaît que leur section ne revêt pas l'importance qu'on a pu leur attribuer au niveau des coûts,

puisqu'il s'est révélé possible de l'augmenter sans mettre en cause l'économie du projet [12].

Nous proposons donc de mettre cela à profit pour augmenter encore la section actuellement prévue de façon à aménager au-dessus du tracé de Swissmétro un canal navigable³. Le trafic fluvial participera évidemment aux coûts directs de percement dans la mesure des suppléments liés à l'augmentation de la section, mais contribuera à diminuer pour Swissmétro l'ensemble des autres frais: études de tracé, géologie, organisation de chantier, chaîne d'évacuation des déblais, surveillance des travaux, contrôle de qualité, etc.

En créant une voie navigable nord-sud, on offre une nouvelle possibilité, hautement écologique et économique, au transit des marchandises, contribuant à désengorger les routes.

Par ailleurs, l'importance de cette relation, tant pour l'économie nationale que pour l'environnement, pourra contribuer à mettre un frein aux opposants à Swissmétro, qui n'y voient qu'une réalisation de prestige, destinée à une minorité de voyageurs.

Le transfert de la route à la navigation intérieure d'une grande partie du trafic interne suisse et – qui sait? – d'une fraction du trafic de transit est de nature à rallier à Swissmétro les milieux écologiques soucieux de ménager tant l'énergie que l'environnement.

2.2 Conception des canaux

Diverses possibilités ont été examinées par les responsables de Swissmétro pour la section des tunnels (fig. 4), certaines prévoyant de grouper les deux tunnels nécessaires [14], alors que la

³Au terme d'une étude approfondie, cette disposition s'est révélée plus favorable que l'inverse du point de vue de la réalisation, contrairement à une impression première.

solution finalement retenue comporte deux tunnels séparés, distants l'un de l'autre de 25 m.

Les tunnels groupés côte à côte offriraient l'avantage d'une grande section à percer, dans laquelle le canal navigable aurait assez facilement trouvé place, mais elle aurait impliqué pour la navigation un trafic à sens unique alterné. Bien que les distances entre les stations de Swissmétro où auraient pu être aménagées des zones de croisement fussent courtes, l'impact sur la fluidité du trafic eût été pénalisant.

Le couplage avec la navigation offre à Swissmétro une plus grande latitude dans le dessin de la section utile, mais nous ne nous sommes pas penchés sur cet aspect.

Les variantes présentées dans [14] montrent que la section finale ne doit pas forcément être circulaire, de sorte qu'il nous a été possible de l'optimiser en fonction des conditions fixées par la navigation. Pour cela, nous nous sommes basés sur la section retenue par le service fédéral des eaux dans son étude de navigabilité de 1945 [6] (fig. 5), circonscrite dans un cercle de 5 m de rayon. L'adjonction à chacun des tunnels de la section nécessaire à la navigation est indiquée par la figure 6. On notera que

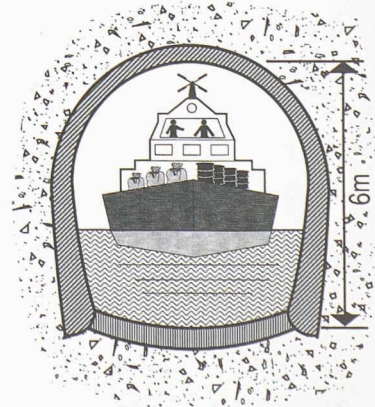


Fig. 5. – Coupe type proposée par l'Office fédéral des eaux (d'après [6])

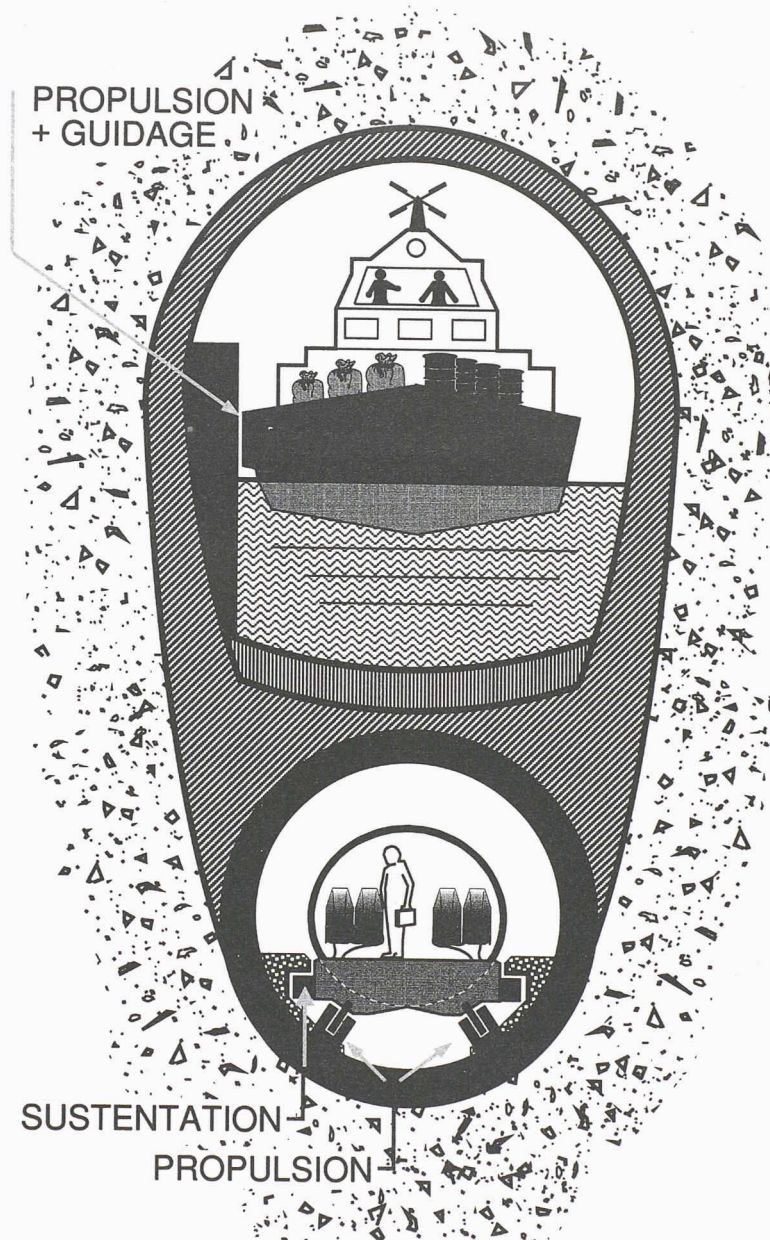


Fig. 6.- Coupe type d'un tunnel combiné *Swissmétrô-navigation*

la partie inférieure du cercle est utilisée pour créer le radier séparant le canal du tunnel de *Swissmétrô*. Il est à remarquer que contrairement à ce qui est le cas pour *Swissmétrô*, il n'est pas nécessaire d'assurer une étanchéité quasi absolue, ni d'installer les équipements sophistiqués indispensables pour assurer la sécurité des voyageurs de *Swissmétrô* – un éclairage sommaire étant suffisant en tout et pour tout –, de sorte que les coûts unitaires de réalisation seront considérablement inférieurs.

2.3 Aspects financiers

En 1988, le coût moyen des tunnels de *Swissmétrô* avait été estimé à 8,25 millions de francs par km [7], soit 10,61 millions de nos francs actuels. Un canal navigable

souterrain pose des exigences techniques bien moindres que celles liées aux tunnels de *Swissmétrô*: il n'a pas besoin de présenter le même degré d'étanchéité et ses équipements sont considérablement plus sommaires, d'où un coût moindre par unité de surface de la section.

Compte tenu des coûts indépendants du volume excavé (équipements de chantier, puits, voies d'accès, personnel de surveillance, indemnités aux riverains des puits et des dépôts de matériaux, etc.), l'augmentation du prix au km n'est pas en relation linéaire avec la section des tunnels. L'augmentation de cette dernière pour recevoir une voie navigable entraîne un surcoût bien inférieur au coût de réalisation de canaux navi-

gables en surface: pas d'achat de terrain ou d'expropriation, pas de coûteux impacts sur les autres voies de communication (ponts!), pas de mesures de sécurité, etc.

On peut donc raisonnablement attendre de cette symbiose une rentabilité pour les deux modes de transport ainsi conjugués, étant entendu que des études plus approfondies sont encore nécessaires pour confirmer ce postulat.

2.4 Circulation et propulsion

Les péniches circulant dans les tunnels ne peuvent évidemment pas utiliser leurs moteurs diesel, sous peine d'intoxication de leurs équipages et d'avarie de leurs chargements périssables. Là également, le recours aux technologies de *Swissmétrô* fournit la solution. La sustentation étant offerte par Archimède, seule la propulsion est à assurer. A cet effet, les bateaux appelés à circuler dans les tunnels seront équipés d'un appareillage mobile, permettant d'assurer leur déplacement selon le même principe que pour *Swissmétrô*, c'est-à-dire par moteurs linéaires fixés aux rives des canaux souterrains, les induits étant arrimés aux flancs des bateaux. On sait que la navigation est le moyen de transport le moins gourmand en énergie; c'est dire que la consommation d'électricité sera très faible aux vitesses visées, soit environ 20 km/h. Elle pourra donc être couverte sans difficulté par le réseau mis en place pour *Swissmétrô*.

2.5 Concept d'exploitation

L'un des avantages de coupler *Swissmétrô* et navigation souterraine est de profiter d'une large indépendance par rapport au relief. Cela signifie que l'on peut se passer des nombreuses écluses que l'on trouve au long des canaux de surface. Tant pour la navigation que pour *Swissmétrô*, on recherchera un tracé horizontal, synonyme d'économie d'énergie. A long terme, il est en effet payant d'investir dans une infrastructure permettant d'atteindre ce but, plutôt que de devoir verser une

« rente » énergétique comme prix à payer pour des pentes éventuelles. Il est à remarquer que la navigation intérieure exige d'importants équipements dans les ports qu'elle dessert et qui servent de centres intermodaux, étant donné le groupement et la nature pondéreuse des biens transportés. Cela signifie que le nombre de ces éléments d'infrastructure peut être réduit, tout comme les stations de *Swissmétro*, donc que leur réalisation peut être coordonnée avec ces dernières.

Le projet de *Swissmétro* prévoit en priorité la construction d'un axe Genève-Lausanne-Berne-Lucerne-Zurich-St. Gall, puis de celui reliant Bâle au Tessin, les deux étant connectés à Lucerne. Il est évident que l'antenne Lucerne-Bâle est d'un intérêt primordial, puisque c'est d'elle que dépendra la liaison projetée Rhin-Rhône.

Alors que la ville des rives du lac des Quatre-Cantons ne revêt guère d'importance sur le plan commercial, il sera intéressant de prévoir tant à Berne qu'à Lausanne des possibilités de chargement et de déchargement qui pourront être relativement sommaires, sous forme de grues et de monte-charge de grande capacité. L'interface avec le réseau ferré de Suisse occidentale se situera tout naturellement à Genève, où pourront également être traités les biens arrivant du sud par le Rhône rendu navigable entre Génissiat et la cité de Calvin⁴.

L'accès des péniches au réseau navigable souterrain ne se fera qu'en deux points, à Bâle et à Genève, grâce à de puissants ascenseurs hydrauliques. Il est évident qu'une rationalisation de ces navires est hautement souhaitable, afin de faciliter la pose des équipements électromagnétiques mobiles de propulsion. La tendance actuelle

va de toute façon vers une telle normalisation, même pour la navigation fluviale de surface.

2.6 Sécurité

La circulation étant à sens unique dans chaque canal et contrôlée par le système électromagnétique de propulsion, le risque de collision est nul, d'où un degré très élevé de sécurité. La question reste ouverte de savoir s'il convient d'interdire le transit de matières inflammables; il serait concevable de l'autoriser moyennant une homologation sur la base de critères particulièrement sévères. En tout état de cause, le niveau de sécurité est considérablement plus élevé que pour la navigation de surface, avec tous ses aléas.

3. Conclusions

Parmi de larges milieux, un consensus s'est fait pour déplorer l'immobilisme paralysant dans notre pays toute velléité de grandes réalisations. La priorité accordée aux critères économiques et – il faut le dire – un certain populisme font que tout projet important rencontre scepticisme, critique, voire refus d'emblée. *Swissmétro* en est une illustration: à la crainte de la nouveauté s'ajoute l'hostilité au caractère élitiste que veulent y voir certains.

La moindre atteinte – réelle ou supposée – à l'environnement est d'autant plus farouchement combattue que les opposants n'ont jamais disposé de moyens aussi puissants qu'actuellement.

Or, à une époque où la nécessité de ménager les ressources énergétiques s'impose chaque jour un peu plus, la navigation intérieure ne peut plus être reléguée au rayon des antiquités.

La conjonction d'un réseau souterrain de transport de voyageurs à très haute vitesse et de canaux de navigation constituera la meilleure réponse à ce frein à la créativité. Il assurera de surcroît la création d'emplois de haut niveau et permettra à la Suisse de reprendre son rang parmi les nations figurant

dans l'histoire des progrès de l'humanité [15].

Bibliographie

- [1] KUNZ-BARD, C.: « Le canal de Plainpalais – Liaison entre le Rhône et le lac Léman », *BTSR (Bulletin technique de la Suisse romande)* N° 12 du 14 juin 1941, pp. 133-138
- [2] BUREAU MAILLART, MEISSER, L., WANTZ, E.: « Aménagement d'une voie navigable à travers Genève et d'un port sur le lac Léman », *BTSR* N° 3 du 7 février 1942, pp. 25-34
- [3] PARIS, A.: « A propos de la traversée navigable de Genève », *BTSR* N° 5 du 7 mars 1942, pp. 57-58
- [4] PARIS, A.: « Le Canal transhelvétique. Illusion et réalité », *BTSR* N° 15 du 25 juillet 1942, pp. 175-176
- [5] Concours d'idées pour une voie navigable reliant le Rhône au lac de Genève, *BTSR* N° 6 du 18 mars 1944, pp. 65-79
- [6] MUTZNER, C.: « Le projet de mise en navigabilité du Rhône et le programme d'études pour la liaison Léman-Rhin », *BTSR* Nos 8 du 14 avril 1945, pp. 98-105, et 9 du 28 avril 1945, pp. 113-117
- [7] NIETH, RODOLPHE: « Transport interurbain à grande vitesse: le « *Swissmétro* », *IAS* N° 21 du 5 octobre 1988, pp. 327-333
- [8] « *Swissmétro* – Synthèse de l'étude préliminaire », EPFL, coordination *Swissmétro*, Lausanne, 1993
- [9] FLATT, RENÉ: « Traînée aérodynamique d'un métro à grande vitesse dans un tunnel étroit ». *IAS* Nos 9 du 13 avril 1994, pp. 132-138, et 10 du 27 avril 1994, pp. 163-171
- [10] PERRET, FRANCIS-LUC: « Valeur économique du projet *Swissmétro* », *Industrie et technique* N° 7 du 7 avril 1992
- [11] BATISSE, FRANÇOIS: « La grande vitesse, une goutte d'eau », *LE RAIL*, N° 37, février-mars 1993
- [12] JUFER, MARCEL: « *Swissmétro* – Le défi des transports de la prochaine génération », *Rail international – Schienen der Welt*, novembre 1996
- [13] DESCEUDRES F., MANTILLERI R., TROTTET Y.: « *Swissmétro* – Transport interrégional à grande vitesse », *Tunnels et ouvrages souterrains*, N° 139, Janvier-février 1997
- [14] BADOUX, MARC ET WILHELM, JULES: « *Swissmetro* – Untertagbauten und Pilotstrecke Genf-Lausanne », *SI+A* N° 51/52 du 18 décembre 1997, pp. 1052-1054
- [15] GROSPERRE, XAVIER-DAVID-BÉNÉDICT: « Grands destins d'une petite nation – Contribution de la Suisse à l'Histoire universelle », à paraître aux Editions de l'Avenir Radieux, Sézegnin

⁴ Il est à relever que l'abandon du grand canal Rhin-Rhône mentionné plus haut permet d'escompter un puissant regain d'intérêt de la part des milieux économiques de la région Rhône-Alpes pour l'aménagement de ce tronçon.