

Ligne ferroviaire nouvelle

entre Genève et Lausanne

Avril 2014



citrap-vaud.ch

communauté d'intérêts pour les transports publics, section vaud

CITRAP GENÈVE
COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊTS POUR LES TRANSPORTS PUBLICS

Ligne ferroviaire nouvelle entre Genève et Lausanne

Avril 2014

Daniel Mange, Michel Béguelin, Eugen Brühwiler,
Frédéric Bründler, Michael Chatelan, Pierre Hofmann,
Sara Ibáñez, Eric Loutan, Boris Schereschewsky,
Yves Trottet, Rodolphe Weibel

citrap-vaud.ch

communauté d'intérêts pour les transports publics

Tél. 021 693 26 39
Fax 021 693 67 31
CCP 10-11166-3
IBAN CH62 0900 0000 1001 1166 3

Courrier D. Mange, Station 14, 1015 Lausanne
Courriel daniel.mange@epfl.ch
Internet citrap-vaud.ch

CITRAP GENÈVE

COMMUNAUTÉ D'INTÉRÊTS POUR LES TRANSPORTS PUBLICS

Tél. 076 321 91 18
CCP 17-251901-9
IBAN CH53 0900 0000 1201 7860 3

Courrier Case postale 211, 1211 Genève 8
Courriel info-geneve@citrap.ch
Internet citrap.ch/geneve

Remerciements

Les auteurs remercient très chaleureusement les personnalités suivantes qui ont contribué, par leur exposé, leur texte, leur conseil ou leur écoute, à enrichir le présent rapport :

Rémy Berguer, auteur de la figure 1.1, à Colombier-sur-Morges ; **Anne-Sylvie Borter**, responsable de l'édition du rapport, Repro - Centre d'impression EPFL, à Lausanne ; **Dimitri Burnier**, ingénieur, Transports publics fribourgeois, à Fribourg ; **Gérald Cretegny**, syndic, président du Conseil régional du district de Nyon, député, à Gland ; **Roland Ecoffey**, chef de l'Office des affaires extérieures, Etat de Vaud, à Lausanne ; **Patrick Eperon**, secrétaire patronal, coordinateur du Comité rail-route Vaud-Genève, à Paudex ; **David Favre**, secrétaire général adjoint, Département de l'environnement, des transports et de l'agriculture (DETA), canton de Genève, à Genève ; **Joël Flückiger**, ingénieur, BG Ingénieurs Conseils SA, à Lausanne ; **Olivier Français**, conseiller municipal et directeur des travaux, conseiller national, à Lausanne ; **Benoît Gaillard**, collaborateur personnel de la cheffe de département et délégué départemental à la communication, Département des infrastructures et des ressources humaines (DIRH), Etat de Vaud, à Lausanne ; **Nathalie Hardyn**, directrice adjointe, Chambre de commerce, d'industrie et des services de Genève (CCIG), à Genève ; **Blaise Hochstrasser**, directeur général, Direction générale des transports (DGT), DETA, à Genève ; **Vincent Krayenbühl**, directeur général, Direction générale de la mobilité et des routes (DGMR), DIRH, Etat de Vaud, à Lausanne ; **François Marthaler**, ancien conseiller d'Etat, à Prilly ; **Julien Niquille**, ingénieur EPFL, responsable offre et projets de transport public, DGMR, DIRH, Etat de Vaud, à Lausanne ; **Didier Pantet**, membre du comité de la citrap-vaud.ch, à Bière ; **Yannick Parvex**, ingénieur, associé promodal.ch, à Lausanne ; **Benoît Pavageau**, directeur, Transports collectifs, DGT, DETA, à Genève ; **Bertrand Schrago**, économiste, associé promodal.ch, à Lausanne ; **Martin Schuler**, professeur honoraire EPFL, membre de la Communauté d'études pour l'aménagement du territoire (CEAT), à Lausanne ; **Laurent Staffelbach**, délégué direction CFF Infrastructure, Concept Léman 2030, à Lausanne ; **Panos Tzieropoulos**, directeur LITEP, EPFL, à Lausanne ; **Jean Vernet**, planificateur d'horaires, à Montreux ; **Patrick Vianin**, chef Voie ferrée, CFF Infrastructure, à Berne, ancien directeur TransRUN SA, à Neuchâtel.

Communauté d'intérêts pour les transports publics (CITraP)

La mobilité constitue l'une des préoccupations majeures de la population. La Communauté d'intérêts pour les transports publics (CITraP Suisse), porte-parole national des usagers, a été créée en 1974 pour répondre à ces attentes ; la CITraP est organisée aujourd'hui en huit sections régionales qui couvrent la plus grande partie du territoire suisse. La section genevoise (CITraP Genève), créée en 1976, et la section vaudoise (citrap-vaud.ch), créée en 1993, visent toutes deux à défendre les intérêts des usagers des transports publics sur le plan local, régional et national.

Le présent rapport constitue une proposition commune des sections CITraP Genève et citrap-vaud.ch (désignées dans la suite du rapport par l'unique acronyme CITraP), et a été adopté le 14 janvier, respectivement le 16 janvier 2014, par leurs comités respectifs.

TABLE DES MATIÈRES

Abréviations	3
Résumé	5
1 Introduction : urgence sur l'axe Genève – Lausanne	7
1.1 Plan Rail 2050, un projet majeur de la CITraP	
1.2 Urgence pour la Métropole lémanique et le Grand Zurich	
1.3 Les échéances cruciales de 2025 et 2030	
2 L'explosion de la Métropole lémanique	11
2.1 Croissance et pénurie	
2.2 Manque de capacité à Genève Cornavin : deux voies à aménager	
2.3 Lausanne à l'étroit : des quais plus longs	
2.4 La ligne Genève – Lausanne : 150 ans de ronronnement	
2.5 Rail 2000 et la saga de la 3e voie	
2.6 L'union sacrée Genève-Vaud et la 3e voie	
2.7 La 3e voie aujourd'hui : espoir ou enlèvement ?	
2.8 Analyse et diagnostic : feu vert pour une ligne nouvelle	
2.9 Ligne nouvelle Genève – Lausanne : un projet historique et trois variantes contemporaines	
3 Le projet visionnaire de Bonnard & Gardel	17
3.1 A 300 km/h sur une ligne nouvelle	
3.2 Neuf corridors du fond du lac jusqu'au pied du Jura	
3.3 Le projet Bonnard & Gardel : audace et pertinence	
3.4 Les leçons du projet de Bonnard & Gardel	
4 Le projet Bonnard & Gardel revisité par Sara Ibáñez	21
4.1 Urgence sur l'axe Genève – Lausanne	
4.2 De neuf esquisses au tracé final	
4.3 Des milliards pour l'aménagement, des millions pour la maintenance	
4.4 Six scénarii pour un bilan économique optimiste	
4.5 Les leçons du projet de Master de Sara Ibáñez	
5 En symbiose avec l'autoroute : le projet de Rodolphe Weibel	25
5.1 Rail saturé dans le bassin lémanique	
5.2 L'autoroute A1 existe, je l'ai rencontrée...	
5.3 Vers un rapprochement rail-route	
5.4 En symbiose avec l'autoroute existante de Genève à Allaman	
5.5 D'Allaman à Renens et à Cossonay en compagnie de l'autoroute en projet	
5.6 L'addition finale avec ou sans le triangle de Bussigny	
5.7 Les leçons du projet de Rodolphe Weibel	

6	Le viaduc d'Eugen Brühwiler	33
6.1	Première idée forte : la route enjambe le rail	
6.2	Seconde idée forte : double voie sur pile étroite	
6.3	Deux idées fortes pour un viaduc ferroviaire sur l'autoroute	
6.4	Un tracé en viaduc possible	
6.5	Estimation des coûts	
6.6	Les leçons de l'esquisse d'Eugen Brühwiler	
7	Notre projet : ligne nouvelle parallèle à l'autoroute	39
7.1	Ligne nouvelle plutôt que 3e voie	
7.2	La ligne nouvelle et son tracé	
7.3	Ligne nouvelle et autoroute : une pierre, deux coups	
7.4	Une traite plutôt qu'un phasage	
7.5	Ligne nouvelle en surface, enterrée ou surélevée ?	
7.6	Extensions possibles vers Nyon et vers Bussigny	
7.7	Conclusion : une ligne parallèle à l'autoroute	
8	Le nerf de la guerre : le financement des infrastructures	45
8.1	De la Confédération au partenariat public-privé	
8.2	Des milliards pour les transports publics : le projet FAIF de la Confédération	
8.3	La Confédération peut emprunter...	
8.4	...et les cantons peuvent préfinancer	
8.5	Le partenariat public-privé en dernier recours	
8.6	Conclusion : financement novateur pour lignes nouvelles	
9	Conclusion : agir à Berne et dans la Métropole lémanique	49
9.1	De Genève à Lausanne : ligne nouvelle plutôt que 3e voie	
9.2	Ligne nouvelle Genève – Lausanne : planification et financement	
9.3	Vers une nouvelle convention Genève-Vaud ?	
9.4	Urgence d'un avant-projet pour la ligne nouvelle	
Annexe 1	« Plan Rail 2050. Plaidoyer pour la vitesse »	51
A1.1	Notre vision : la Suisse dans l'Europe à grande vitesse	
A1.2	Grande vitesse ferroviaire : luxe ou nécessité ?	
Annexe 2	Stratégie ferroviaire du Conseil fédéral	53
Annexe 3	Ligne à grande vitesse	55
Annexe 4	Le nouveau fonds d'infrastructure ferroviaire FIF	57
	Bibliographie	59
	Note sur les auteurs	61

Abréviations

AGV : automotrice à grande vitesse
BFUP : béton fibré à ultra-hautes performances
BG : BG ingénieurs-conseils SA, Lausanne, anciennement Bonnard & Gardel
BLS : Berne-Lötschberg-Simplon
BNS : Banque nationale suisse
Carex : Cargo rail express
CERN : Conseil européen pour la recherche nucléaire
CETP : Compagnie d'études de travaux publics SA, Lausanne
CEVA : Cornavin – Eaux-Vives – Annemasse
CFF : Chemins de fer fédéraux
CHF : franc suisse
citrap, CITraP : communauté d'intérêts pour les transports publics
cm : centimètre
CO₂ : dioxyde de carbone
DIF : développement de l'infrastructure ferroviaire (en allemand : ZEB)
EPFL : Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
EPFZ : Ecole polytechnique fédérale de Zurich
ETCS : European train control system (système européen de contrôle des trains)
EuroCity (EC) : train international de qualité
FAIF : financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire
FIF : fonds d'infrastructure ferroviaire
FTP : financement des projets d'infrastructure des transports publics
HES : Haute école spécialisée
ICE : InterCityExpress (train à grande vitesse allemand)
ICN : InterCity-Neigezug (InterCity pendulaire)
IGöV : Interessengemeinschaft öffentlicher Verkehr
InterCity (IC) : train rapide, d'un centre à l'autre
InterRegio (IR) : train interrégional, rapidement d'une région à l'autre
km : kilomètre
km/h : kilomètre à l'heure
kV : kilovolt (1000 volts)
LGV : ligne à grande vitesse
LITEP : groupe pour l'intermodalité des transports et la planification (EPFL)
LRTP : Loi sur le réseau des transports publics (Genève)
m : mètre
MCHF : million de francs suisses
mm : millimètre
m/s² : mètre par seconde au carré (unité d'accélération)
m2 : ligne 2 du métro lausannois (Ouchy – Croisettes)
m² : mètre carré
OFROU : Office fédéral des routes
OFT : Office fédéral des transports
ONG : organisation non gouvernementale
ONU : Organisation internationale des nations unies
PPP : partenariat public-privé
PRODES : programme de développement stratégique
Regio (R) : train régional s'arrêtant à toutes les stations
RegioExpress (RE) : train régional, rapidement dans les régions
RER : Réseau express régional
TGV : train à grande vitesse (France)
TTC : toutes taxes comprises
TVA : taxe sur la valeur ajoutée
ZEB : zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur (en français : DIF)

Résumé

Avec le Grand Zurich, la Métropole lémanique est la région de Suisse qui connaît aujourd'hui le plus fort développement économique et démographique. La congestion des axes routiers et ferroviaires est l'une des conséquences négatives de cette vitalité; pour le rail, les CFF prévoient le doublement du nombre des voyageurs sur l'axe Genève–Lausanne entre 2010 et 2030.

Si les gares de Genève et Lausanne vont connaître des transformations spectaculaires, il n'en est pas de même pour l'axe qui les relie. A l'exception d'améliorations ponctuelles dans les gares de Chambésy, de Mies et sur le tronçon Renens–Lausanne (pose d'une 4e voie), la ligne historique, vieille de plus de 150 ans, reste inchangée.

Le projet dit de « 3e voie » (aujourd'hui Léman 2030) prévoit à l'horizon 2050 la cadence au quart d'heure pour les trois catégories de trains InterCity, InterRegio et RegioExpress, ainsi que pour les Réseaux express régionaux genevois et vaudois; les CFF planifient pour cet objectif la pose de deux voies supplémentaires entre Gland et Rolle, et d'une 3e voie entre Allaman et Renens. Budget actuel de l'opération: 2,8 milliards de francs. Durant les 10 à 15 ans des travaux, avec les contraintes liées au maintien d'un trafic croissant, les coûts d'exploitation augmenteront considérablement alors que la clientèle ne verra aucune amélioration, sinon une péjoration de l'horaire.

Pour un investissement d'environ un milliard de plus (soit une fourchette comprise entre 3,8 et 4,4 milliards), mais sans coûts d'exploitation supplémentaires permanents durant les travaux, la CITraP Genève et la citrap-vaud.ch (désignées ci-après par l'acronyme CITraP) proposent la construction en une traite d'une ligne à double voie entièrement nouvelle, reliant Genève à Renens sans station intermédiaire et à l'écart du tracé historique. Un tel aménagement offrirait les prestations suivantes qui sont exclues du projet de 3e voie:

- La sécurité de l'exploitation, par le doublement de l'axe Genève–Renens; Genève ne sera plus coupée du restant de la Suisse en cas d'incident ou d'accident sur l'une des lignes.
- La stabilité de l'horaire, par une stricte répartition du trafic à longues distances (TGV, EuroCity, InterCity, ICN, InterRegio) sur la ligne nouvelle et du trafic interrégional, régional et de fret sur la ligne historique.
- L'élimination de tous les problèmes transitoires créés par un chantier de longue durée sur la ligne historique en exploitation.
- La capacité, avec un axe à 5 voies de Genève à Coppet, et à 4 voies de Coppet à Lausanne; ce surcroît de capacité permet la restauration du trafic régional de Coppet à Allaman via la ligne historique, et la réouverture de six stations, de Founex à Perroy, avec leurs parkings d'échange.
- La possibilité d'introduire des trains rapides (TGV, ICE ou EuroCity roulant entre 250 et 350 km/h) compatibles avec les standards du réseau européen à grande vitesse.

Dans le présent rapport, la CITraP décrit trois profils en travers pour une réalisation de la ligne nouvelle: en surface, enterré ou semi-enterré, et surélevé (en viaduc); chaque variante sera choisie, tronçon par tronçon, en fonction des conditions locales. A côté du financement fédéral conventionnel, des montages financiers originaux sont passés en revue tels que le fonds souverain, le fonds d'investissement national, le grand emprunt public ou, en dernier recours, le partenariat public-privé. La planification du projet fédéral FAIF (financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire) joue un rôle crucial pour la réalisation d'une ligne nouvelle Genève–Lausanne et impose, pour un achèvement durant la 2e étape (2025-2030), une planification durant la 1ère étape (2017-2025).

La CITraP plaide donc pour l'insertion de la planification de la ligne nouvelle Genève–Lausanne dans la 1ère étape de FAIF, pour une nouvelle convention Genève-Vaud assurant le pré-financement de ce chantier et, enfin, pour la réalisation immédiate d'un avant-projet à l'aide des 16 millions de l'actuelle convention Genève-Vaud dévolus jusqu'à ce jour à l'étude des tronçons Gland–Rolle et Allaman–Renens du projet de 3e voie.

1. INTRODUCTION: URGENCE SUR LA LIGNE GENÈVE-LAUSANNE

1.1 Plan Rail 2050, un projet majeur de la CITraP

Plan Rail 2050 est un projet de la CITraP visant la transformation à long terme du réseau ferroviaire suisse (Annexe 1) [Mange *et al.* 2010] [Mange *et al.* 2012]. Tant pour le financement que pour l'aménagement de l'infrastructure ferroviaire, la CITraP plaide pour un plan d'ensemble s'étendant jusque vers 2050. Nous avons proposé dès 2010 trois étapes majeures, que le Conseil fédéral a confirmées dans son message FAIF, financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire (Annexe 2) [Message 2012] :

- La 1^{ère} étape CADENCE généralise l'horaire cadencé à l'heure, voire à la demi-heure, avec une durée de parcours entre les gares principales (nœuds de correspondance) égale à l'heure.
- La 2^e étape FREQUENCE introduit la cadence au quart d'heure sur les axes les plus chargés du réseau et entraîne la construction de lignes nouvelles là où les besoins en capacité l'exigent; des durées de parcours de 45 minutes entre nœuds peuvent être envisagées, en particulier dans le triangle Berne–Bâle–Zurich. Les lignes nouvelles doivent être compatibles avec l'étape VITESSE et, par conséquent, aménagées pour des vitesses élevées.
- La 3^e étape VITESSE conduit à l'objectif final: le réseau idéal des années 2050; cette étape est destinée à amarrer la Suisse au réseau européen à grande vitesse –dont elle est actuellement isolée–, tout en accélérant les relations entre toutes les régions du pays grâce à une durée de parcours entre gares principales diminuée de moitié, soit 30 minutes entre Lausanne et Berne, entre Berne et Zurich, entre Bâle et Zurich par exemple.

Depuis des décennies, les pays voisins de la Suisse ont bien compris l'attrait pour la clientèle des trains intervalles circulant à des vitesses élevées (TGV en France et ICE en Allemagne) et ont développé des infrastructures adaptées en conséquence. En Europe, le standard de vitesse pour la construction de nouvelles lignes est égal ou supérieur à 320 km/h. La Suisse est ainsi reliée aux principales capitales européennes par des TGV ou des ICE roulant en dehors de nos frontières à des vitesses comprises entre 200 et 320 km/h, mais limitées sur notre territoire à 160 km/h ou, exceptionnellement, à 200 km/h (tronçon Matstetten–Rothrist, tunnel de base du Lötschberg).

La Suisse est donc menacée d'évitement: la liaison Lyon–Genève–Berne–Zurich–Munich, dont la vitesse n'excède pas 80 km/h sur certains tronçons, va être concurrencée plus au nord par la nouvelle ligne TGV Rhin-Rhône sur l'axe Lyon–Besançon–Belfort–Strasbourg–Stuttgart–Munich. A terme, il sera plus rapide de faire le trajet en TGV entre Genève et Bâle par Besançon et Belfort que par la ligne du Pied du Jura! Aujourd'hui déjà, la liaison Lyon–Bâle–Zurich via la ligne à grande vitesse Rhin-Rhône est de 4h22, soit une demi-heure plus courte que le trajet habituel via Genève et Berne (4h50).

En conclusion, sans abandonner notre horaire cadencé, il est crucial d'élever la vitesse des trains à grande distance pour les mettre au diapason des standards européens, de nous connecter aux grandes métropoles et de concurrencer le trafic aérien à moyenne distance.

1.2 Urgence pour la Métropole lémanique et le Grand Zurich

L'étape FREQUENCE, à l'horizon 2030, découle de la constatation suivante: l'augmentation du trafic voyageurs nécessite la cadence au quart d'heure sur les axes les plus chargés du pays, comme Genève–Lausanne–Montreux, Berne–Zurich, Zurich–Bâle, Zurich–Winterthour ou Zurich–Lucerne. Dans ce contexte, les tronçons critiques doivent être doublés pour offrir plus de capacité, offrant ainsi l'opportunité de construire des lignes nouvelles adaptées à des vitesses plus élevées.

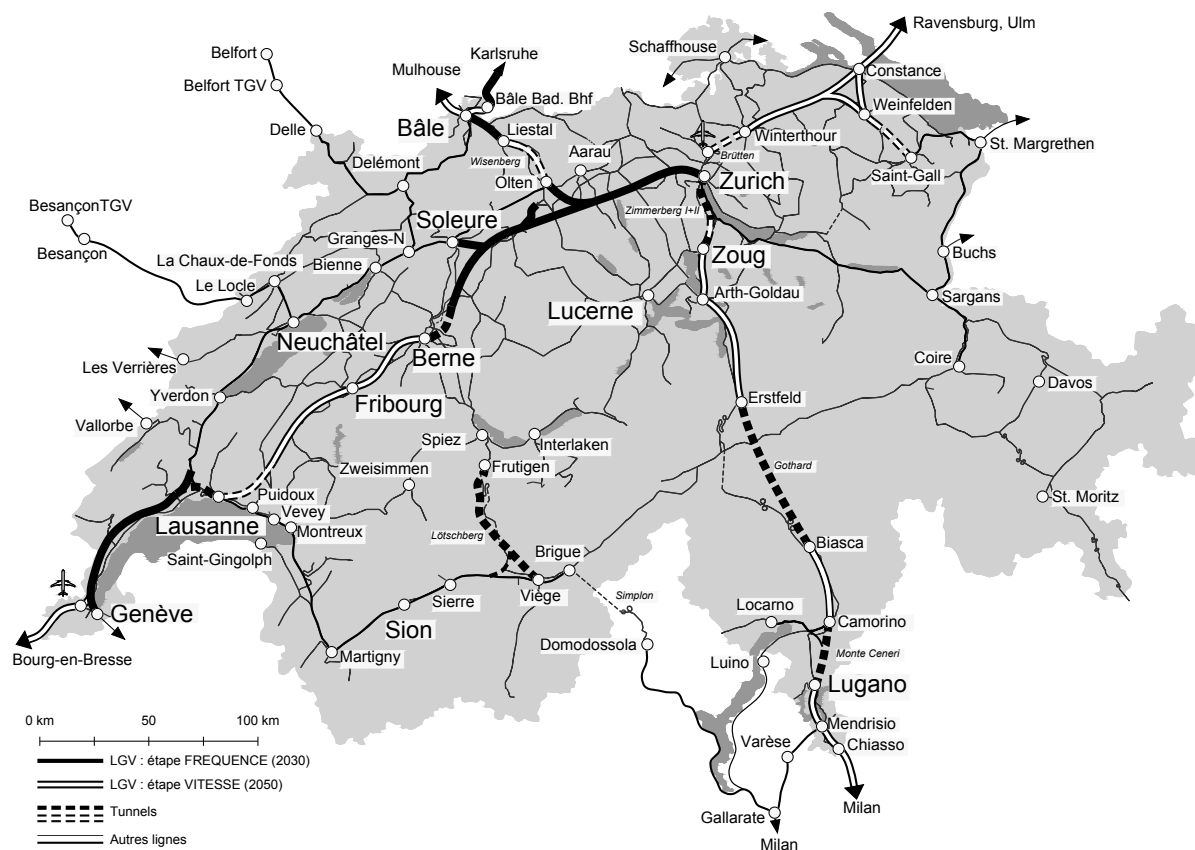


Figure 1.1. Le réseau ferroviaire suisse de demain : esquisse de planification des étapes FREQUENCE (horizon 2030) et VITESSE (horizon 2050). L'étape FREQUENCE voit la réalisation d'une première partie de l'axe ouest-est, de Genève à Lausanne et de Berne à Zurich, tandis que l'étape VITESSE voit l'achèvement de l'axe ouest-est (de Lausanne à Berne et de Zurich-Aéroport à Winterthour), l'achèvement de l'axe nord-sud à grande vitesse (de Bâle à Chiasso via Zurich et le tunnel de base du Saint-Gothard), ainsi que les accrochages manquants au réseau européen (de Bourg-en-Bresse à Genève, de Mulhouse à Bâle, de Winterthour et Saint-Gall à Constance, de Chiasso à Milan) (Figure Rémy Berguer).

Pour la CITraP, deux lignes nouvelles sont absolument prioritaires (Fig. 1.1), de Genève à Renens (y compris la jonction de Denges à Bussigny, en direction d'Yverdon-les-Bains), et de Roggwil (au sud ouest d'Olten) à Zurich-Altstetten, avec le barreau complémentaire d'Olten à Schöftland (projet Rail 2000 plus). L'aménagement simultané de ces deux lignes est justifié par :

- le respect de la stratégie du Conseil fédéral, soit capacité d'abord, vitesse ensuite ;
- l'urgence des besoins en capacité des axes Genève–Lausanne et Olten–Zurich, irriguant les deux régions de la Suisse connaissant le plus fort développement économique et démographique (Métropole lémanique et Grand Zurich) ;
- le coût très élevé, voire supérieur, des travaux de rénovation des lignes correspondantes du réseau historique (2,8 milliards de francs pour des tronçons de 3e et/ou 4e voie entre Coppet et Renens, 6,2 milliards pour les tunnels de l'Eppenberg, du Chestenberg et du Honeret entre Olten et Zurich, soit un total de 9 milliards) ;
- la situation géographique, grâce à laquelle l'accélération des deux extrémités du fuseau Genève–Zurich (Genève–Lausanne et Olten–Zurich) est bénéfique aux deux axes centraux Lausanne–Berne–Olten et Lausanne–Bienne–Olten, toujours caractérisés par l'égalité des temps de parcours.

1.3 Les échéances cruciales de 2025 et 2030

La CITraP défend essentiellement une vision à long terme du réseau ferroviaire suisse, assurant vers 2050 une desserte au quart d'heure des régions métropolitaines, une accélération des déplacements entre toutes les régions du pays et une intégration dans le réseau européen à grande vitesse.

L'étape la plus cruciale à nos yeux, FREQUENCE, entraîne l'aménagement des deux lignes nouvelles de Genève à Lausanne et de Roggwil/Olden à Zurich (projet Rail 2000 plus). Elle devrait idéalement se décomposer en deux phases :

- une 1ère étape de planification, de 2017 à 2025, dans le cadre du budget d'investissement de 6,4 milliards de francs du projet FAIF ;
- une 2e étape d'aménagement, de 2025 à 2030, incluant notamment l'achèvement des deux lignes nouvelles Genève–Lausanne et Roggwil/Olden–Zurich.

Le programme de la 1ère étape actuellement arrêté pour le projet FAIF retient le tronçon Aarau–Zurich (phase de planification), mais n'englobe pas l'axe Genève–Lausanne. Cette lacune devrait être comblée.

2. L'EXPLOSION DE LA MÉTROPOLE LÉMANIQUE

2.1 Croissance et pénurie

En ce début de 21^e siècle, la Suisse connaît une période de prospérité économique et de croissance démographique, elle-même due à une forte immigration. La Métropole lémanique, définie aujourd'hui par la mise en réseau des cantons de Genève et de Vaud, affiche la croissance la plus forte de Suisse, tant en termes d'habitants que d'emplois. Selon les prévisions, cette croissance se poursuivra dans les années à venir; pôle d'excellence technologique et scientifique, la Métropole lémanique est à la pointe de la recherche et de l'innovation, grâce notamment au CERN, aux Universités de Genève et de Lausanne, à l'EPFL, et à son vaste réseau de HES couvrant tous les domaines de la formation. Par ailleurs, la Genève internationale et Lausanne, capitale olympique, sont les deux piliers de la Métropole lémanique qui abrite 31 organisations internationales, 250 ONG, 168 représentations diplomatiques permanentes auprès de l'ONU, ainsi que 51 fédérations et organisations sportives internationales.

Ce développement tous azimuts entraîne une augmentation des besoins de mobilité et une pression considérable sur les infrastructures; il en découle une pénurie de logements et une surcharge des voies de communication autoroutières, routières et ferroviaires. Pour le chemin de fer, les CFF basent leur offre sur les chiffres suivants du trafic voyageurs entre Genève et Lausanne [Léman 2012]:

- en 2000, 25'000 voyageurs par jour;
- en 2010, 50'000 voyageurs par jour;
- en 2030, 100'000 voyageurs par jour.

Le projet Léman 2030 des CFF constitue la colonne vertébrale de la Métropole lémanique. Avec le doublement du trafic prévu entre 2010 et 2030, ce projet pilotera les transformations majeures des gares de Genève et Lausanne, et devra porter un regard complètement neuf sur la ligne historique qui les relie.

En sus d'une surcharge chronique, le problème le plus grave de la ligne Genève–Lausanne est lié à sa configuration très particulière: il n'y a pas d'axe de délestage; en cas de panne ou d'accident, la ligne est interrompue sans possibilité de contournement: Genève reste coupée du restant de la Suisse.

2.2 Manque de capacité à Genève Cornavin : deux voies à aménager

La mise en exploitation de la relation CEVA (Cornavin–Eaux-Vives–Annemasse), dès 2018, entraînera une forte hausse du trafic régional, avec une cadence au quart d'heure en direction de Coppet et d'Annemasse. Avec la nécessité de doubler le nombre de places assises sur les trains grandes lignes entre Genève et Lausanne (10 trains par heure) et avec l'introduction de rames du Réseau

express régional Genève–La Plaine de 225 mètres de long, cadencées au quart d’heure, la gare de Genève devra s’équiper dès 2025 de deux voies supplémentaires. Deux projets ont été étudiés pour satisfaire ce cahier des charges :

- le projet original, budgétisé à 790 millions de CHF et planifié dans FAIF, prévoyait une extension en surface aux dépens des locataires de 190 logements populaires, situés au nord de la gare actuelle, dans le quartier des Grottes ;
- le contre-projet, souterrain, soutenu en particulier par le Collectif 500 et par la Ville de Genève, qui souhaitait éviter le démantèlement du quartier des Grottes à un coût plus élevé.

Une première analyse comparée des deux projets, tant sur le plan de l’infrastructure que sur le plan de l’exploitation, a été achevée en juillet 2013 : elle a mis en évidence la supériorité d’une nouvelle variante souterraine, au nord de la gare actuelle, accueillant deux voies réservées aux trains à destination de l’aéroport. Le coût prévu, y inclus deux longs accès souterrains en direction de l’aéroport d’une part et de la halte de Sécheron d’autre part, s’élève à 1,2 milliard, soit 400 millions de plus que le budget FAIF. L’affinement du projet, qui a l’avantage de résoudre des problèmes de capacité en direction de l’aéroport et de faciliter des extensions ultérieures, ainsi que la recherche d’un financement complémentaire se poursuivront jusqu’en 2015.

2.3 Lausanne à l’étroit : des quais plus longs

La gare CFF de Lausanne est pratiquement saturée : en 2008 déjà, elle voyait défiler chaque jour 640 trains (26 en moyenne par heure) et 70’000 voyageurs. Au début de 2011, le Conseil fédéral propose d’inverser les priorités du DIF (développement de l’infrastructure ferroviaire) et de reporter la réalisation du tunnel du Chestenberg, entre Rapperswil et Mellingen (sur l’axe Aarau–Zurich), au profit d’une transformation intégrale de la gare de Lausanne, pour un budget de 1,05 milliard de francs. Les travaux, prévus entre 2015 et 2025, incluent l’allongement de tous les quais à 420 mètres, le percement d’un troisième passage à piétons souterrain, la construction d’une 4^e voie entre Renens et Lausanne avec un saut-de-mouton (croisement dénivelé), ainsi que la refonte complète des aiguillages entre Renens et Lausanne, associée à de nouvelles installations de sécurité.

En supprimant l’actuelle voie 2, qui ne dessert aucun quai, l’emprise au sud des nouvelles installations a été limitée au minimum, épargnant ainsi la démolition d’un grand nombre de logements.

A plus long terme, vers 2050, la création d’une station souterraine a aussi été évoquée ; pour les CFF, deux solutions seraient à approfondir :

- Soit une nouvelle gare sous l’emplacement de la gare actuelle ; la présence du tunnel du métro m2 implique une gare relativement profonde, sous cet axe, entraînant des accès peu commodes (escalators et batteries d’ascenseurs).
- Soit une nouvelle gare sous la colline de Montbenon, à mi-chemin entre la gare CFF et celle du Flon ; un tel emplacement implique de nombreux défis techniques pour y faire parvenir les trains depuis le réseau CFF. Cette dernière variante a fait l’objet d’une recherche approfondie menée à l’EPFL en 2011 [Burnier 2011].

2.4 La ligne Genève–Lausanne : 150 ans de ronronnement

Le 25 juin 1858, il y a plus de 150 ans, la ligne Genève–Lausanne était inaugurée ; la voie entre Genève et Lausanne a été si bien tracée qu’elle n’a nécessité pratiquement aucune transformation majeure depuis sa création. Une deuxième voie a été néanmoins réalisée entre 1868 et 1879, suivie par le gros chantier de l’électrification en 1925. A l’exception des nœuds de Genève (jusqu’à Coppet) et de Renens–Lausanne, le seul chantier récent a été réalisé à fin 2006 sous la forme d’une troisième voie de dépassement, d’une longueur de 800 mètres, à la hauteur de Gilly-Bursinel, entre Nyon et Rolle.

Sur le plan technique, le tracé de la ligne Genève–Lausanne est assez favorable, et autorise des vitesses de 140 km/h pour les trains classiques, et 160 km/h pour le matériel roulant inclinable à pendulation active (du type ICN, InterCity pendulaire). Son profil est celui d'une ligne de plaine, avec des rampes de 10 à 11‰ ; le train le plus rapide parcourt le trajet de 60 kilomètres en 33 minutes, à une moyenne de 109 km/h.

La capacité de la ligne est à peine suffisante pour le trafic d'aujourd'hui, particulièrement aux heures de pointe. Outre les convois de fret, quatre types de trains voyageurs empruntent cet axe :

- les trains InterCity (IC) et EuroCity (EC), sans arrêt de Genève à Lausanne ;
- les trains ICN et InterRegio (IR), directs ou avec arrêts à Nyon et à Morges ;
- les trains RegioExpress (RE), avec arrêts à Coppet, Nyon, Gland, Rolle, Allaman, Morges et Renens ;
- les trains Regio et ceux du Réseau express régional vaudois circulant sur les tronçons partiels de Genève à Coppet, respectivement d'Allaman à Lausanne.

2.5 Rail 2000 et la saga de la 3e voie

La voie ferrée Genève–Lausanne concentre le trafic irriguant cinq itinéraires principaux : le Pied du Jura, avec les lignes vers Bienne, puis Bâle ou Zurich, le Plateau, avec les lignes vers Berne, puis Lucerne ou Zurich, et, enfin, le Valais, avec la ligne Brigue–Milan. Cette particularité fait de ce tronçon le plus chargé de Suisse romande.

Au début des années 2000, les sillons horaires étaient en grande partie mobilisés par les trains régionaux, du fait de leurs nombreux arrêts. Le projet Rail 2000 a donc conduit à une réforme de la desserte régionale selon un découpage du tronçon Genève–Lausanne en trois sections :

- De Genève à Coppet la demande très forte a entraîné l'aménagement d'une troisième voie réservée au seul trafic régional.
- De Coppet à Allaman, le trafic régional a été suspendu et remplacé par des bus rabattant les passagers sur les stations desservies par les trains RegioExpress : Coppet, Nyon, Gland, Rolle et Allaman ; le prix à payer a été relativement élevé : fermeture de six stations CFF, y compris leurs parkings d'échange, et performances réduites du service de bus (durée des parcours, qualité des arrêts et des correspondances péjorées).
- D'Allaman à Lausanne, le trafic régional pouvait subsister grâce à la capacité suffisante du tronçon Renens–Lausanne équipé de trois voies.

La 3e voie de Genève Cornavin à Coppet, d'une longueur de 13,5 kilomètres, a été mise en service en 2004. Sur ce tronçon, les deux voies côté Jura sont réservées au trafic grandes lignes, la voie restante côté lac au trafic régional ; ce parti pris implique l'existence d'une gare de croisement au Creux-de-Genthod.

Le succès du transport ferroviaire et l'augmentation continuelle du trafic sur l'axe Genève–Lausanne ont fait de la 3e voie entre Coppet et Renens une revendication politique majeure de la région lémanique, voire de la Suisse occidentale. Malgré une alliance des acteurs politiques de tous bords, la saga de la 3e voie reste aujourd'hui inachevée.

2.6 L'union sacrée Genève-Vaud et la 3e voie

Sous l'égide de la Métropole lémanique, les Conseils d'Etat genevois et vaudois signent le 2 avril 2009 un protocole visant notamment à désengorger le trafic ferroviaire entre Genève et Lausanne en prévoyant [Protocole 2009] :

- Un prêt aux CFF pour le préfinancement de la réalisation anticipée, en 2018 au lieu de 2022, de

la 4e voie entre Renens et Lausanne, dans le cadre du projet DIF (développement de l'infrastructure ferroviaire).

- Un prêt aux CFF pour le préfinancement de la réalisation anticipée des évitements de Chambésy et de Mies, dans le cadre du projet d'agglomération franco-valdo-genevois (fin 2017); ces évitements sont nécessités par l'introduction de la cadence à 15 minutes pour les trains régionaux.
- Une avance de fonds aux CFF pour le préfinancement des études de la 3e voie Allaman-Renens, dans le cadre du projet Rail 2030.

Le financement alloué à ces projets, 312 millions de francs, est assuré aux 2/3 par le canton de Vaud et à 1/3 par le canton de Genève. Le protocole valdo-genevois est finalement entériné par l'OFT et les CFF le 21 décembre 2009 sous la forme d'une convention-cadre affinant les objectifs et la répartition du financement pour l'ensemble de la ligne Genève-Aéroport–Lausanne [Convention 2009]. Cette convention est concrétisée dans le canton de Vaud par l'« Exposé des motifs et projets de décrets » d'octobre 2010, accepté par le Grand Conseil les 1 et 8 février 2011 [EMPD 2010] et, dans le canton de Genève, par la « Loi sur le développement des infrastructures ferroviaires » du 27 janvier 2011 [LDIF 2011].

Dès 2011, l'ensemble de ces aménagements constitue le programme Léman 2030.

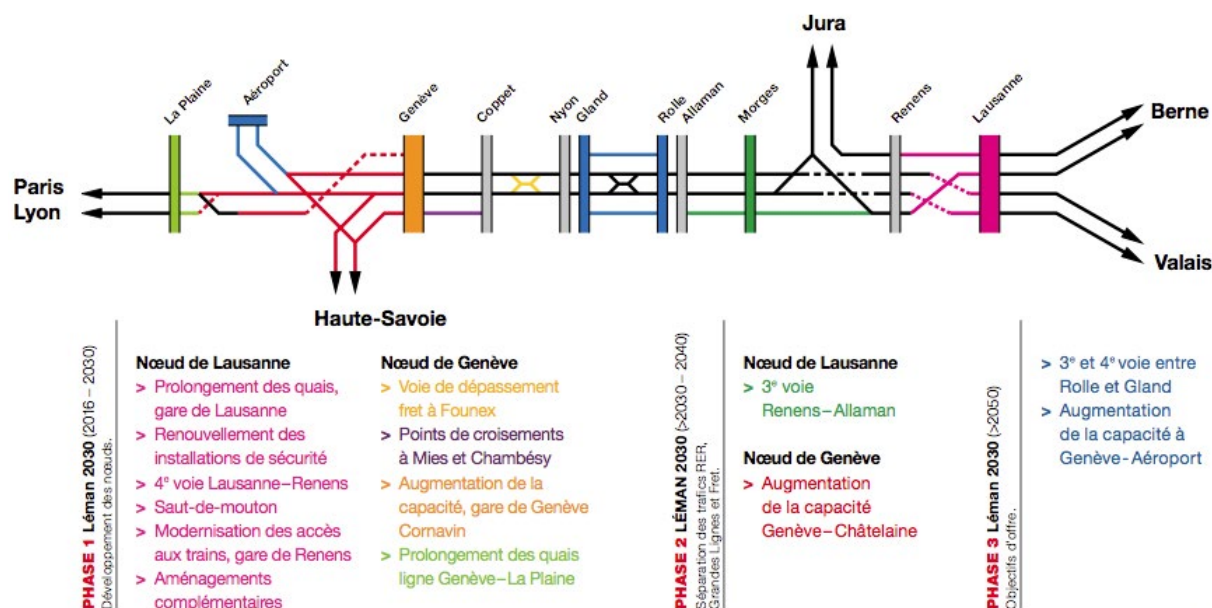


Figure 2.1. Schéma de la ligne Genève–Lausanne et détails des aménagements prévus pour les trois phases du projet Léman 2030 [Léman 2012].

2.7 La 3e voie aujourd'hui : espoir ou enlisement ?

La brochure « Léman 2030. Le rail, avenir de la Métropole lémanique », éditée en 2012 conjointement par la Métropole lémanique, les cantons de Vaud et de Genève, l'OFT et les CFF, a été très largement distribuée aux pendulaires de la ligne Genève–Lausanne [Léman 2012]; ce document fait donc le point sur la situation actuelle du projet Léman 2030, qui se décompose en trois phases (Fig. 2.1) :

- La 1ère phase, de 2016 à 2030, inclut principalement la transformation des deux gares de Genève et Lausanne; elle englobe, sur la ligne Genève–Lausanne, les deux points de croisement de Chambésy et Mies, la voie de dépassement fret à Founex (entre Coppet et Nyon), la transformation de la gare de Renens, ainsi que la 4e voie Renens–Lausanne avec son saut-de-mouton.
- La 2e phase, au-delà de 2030, prévoit essentiellement une 3e voie d'Allaman à Renens pour permettre le trafic régional au quart d'heure sur ce tronçon.
- La 3e phase, au-delà de 2050, prévoit une 3e et 4e voie entre Gland et Rolle pour assurer la cadence au quart d'heure des trois catégories de trains IC, IR et RE.

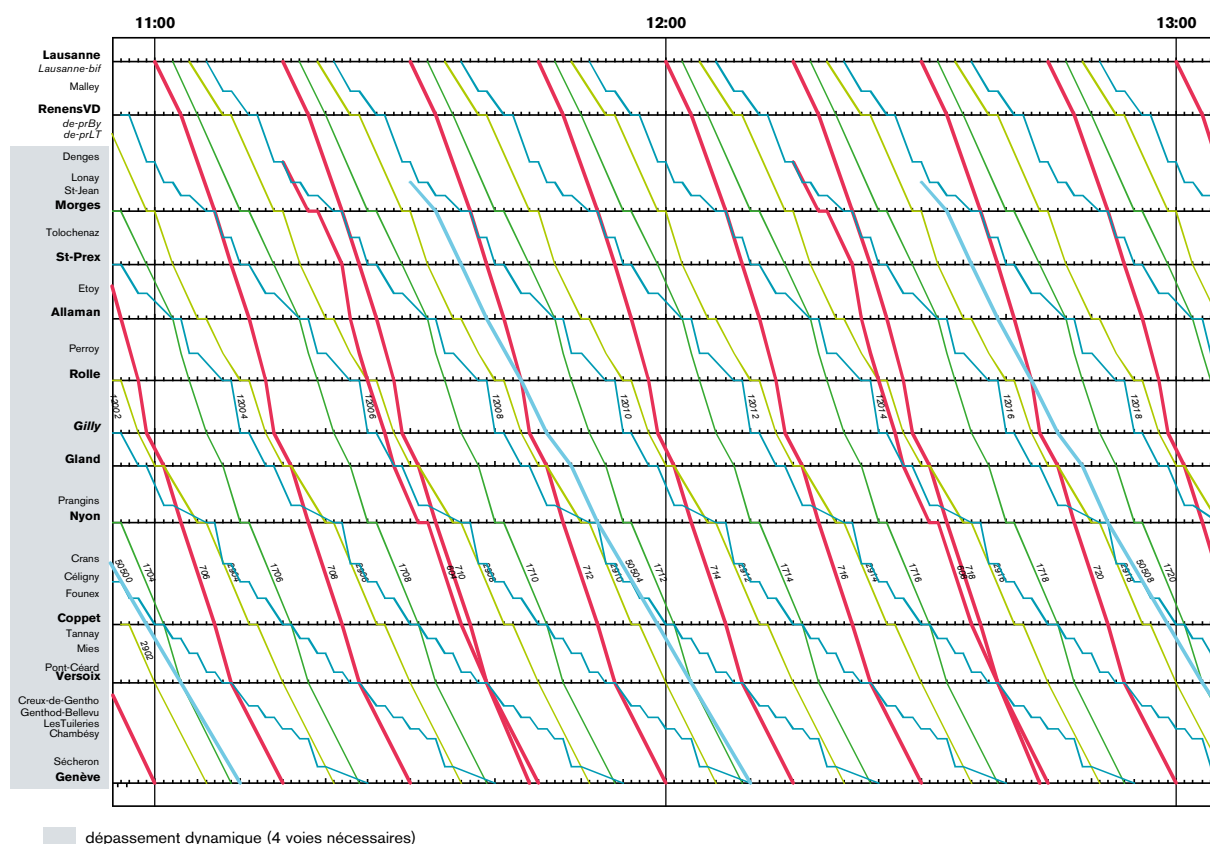
La dernière version du projet FAIF (juillet 2013) prévoit pour l'étape d'aménagement 2025 la construction de deux voies de dépassement sur l'axe Genève–Lausanne, l'une à Founex, entre Cop-

pet et Nyon (prévue pour 2017), l'autre entre Morges et Renens (330 millions au total). A plus long terme, une troisième, voire une quatrième voie, sont planifiées entre Gland et Rolle (600 millions).

Dans ce qui suit nous montrerons que, si la transformation totale des nœuds de Genève et Lausanne apportera un véritable bol d'oxygène à ces deux villes, les projets concernant la ligne Genève–Lausanne sont insuffisants en regard des prévisions de trafic évoquées par les CFF eux-mêmes. Au-delà de la 3e phase de Léman 2030, de nombreux experts s'accordent sur la nécessité de disposer de 4 voies continues de Genève à Lausanne.

2.8 Analyse et diagnostic : feu vert pour une ligne nouvelle

Face à la croissance du trafic entre Genève et Lausanne (de 50'000 voyageurs par jour en 2010 à 100'000 en 2030), les CFF prévoient à terme une offre au quart d'heure pour les trois catégories de trains IC, IR et RE.



Pour le Conseil fédéral, la stratégie du projet FAIF est claire (Section 1.2 et Annexe 2) : en cas de construction d'une ligne nouvelle visant à augmenter la capacité, l'adaptation à une vitesse élevée doit être pris en compte. Dans le droit fil du Conseil fédéral, nous soutiendrons l'aménagement d'une ligne nouvelle, apte à une vitesse élevée et reliant sans arrêt intermédiaire la sortie de la gare de Genève Cornavin (Genève-Sécheron) à l'entrée de la gare de Renens. Par opposition à l'élargissement de la ligne historique (passage de 3 à 4 voies de Genève à Coppet et passage de 2 à 4 voies de Coppet à Renens), la construction d'une ligne nouvelle satisfait d'un seul coup les trois exigences majeures du transport ferroviaire moderne :

- La fiabilité ; en complétant la ligne historique par une ligne nouvelle, on double le tracé, évitant ainsi le chaos en cas d'incident ou d'accident sur l'un des axes ; de plus, on sépare les convois (trains TGV, EuroCity, InterCity, InterRegio et ICN sur la ligne rapide, trains interrégionaux, régionaux et marchandises sur la ligne historique) pour bannir la mixité des trafics, grande consommatrice de sillons.
- La capacité ; l'aménagement d'une ligne nouvelle entraîne l'existence de quatre voies au moins sur l'ensemble du tracé (5 voies entre Genève et Coppet) et permet de restaurer le trafic régional entre Coppet et Allaman (réouverture de six stations CFF avec leurs parkings d'échange).
- La vitesse ; seule une ligne nouvelle, aux rayons de courbure généreux, peut garantir une vitesse d'exploitation supérieure à 200 km/h ; avec du matériel roulant puissant à motorisation répartie (hypothèses idéales : vitesse maximale de 320 km/h, accélération et décélération constantes de 1 m/s^2), la distance Genève–Lausanne (60 km) serait parcourue en 14 minutes, avec 4 km d'accélération (1,5 minute), 52 km à 320 km/h (11 minutes) et 4 km de décélération (1,5 minute).

Enfin, les désagréments d'un chantier de cette importance seraient très pénalisants dans le cas de la construction d'une troisième et d'une quatrième voie attenante à la ligne actuelle –entraînant notamment le ralentissement de tous les trains pendant des années–, tandis qu'ils seraient beaucoup moins perceptibles pour une ligne nouvelle, construite à l'écart du tracé historique.

2.9 Ligne nouvelle Genève – Lausanne : un projet historique et trois variantes contemporaines

La récente réévaluation financière du tronçon de troisième voie entre Allaman et Renens, soit 1,9 milliard pour 17 kilomètres (valeur 2011), démontre que le prix d'une simple amélioration de la ligne actuelle est supérieur au coût d'une ligne entièrement nouvelle, à double voie et partiellement enterrée (de l'ordre de 1,2 milliard de francs pour 17 km, soit environ 0,7 milliard par 10 km) [Trottet 2011].

Même si certains tronçons de la ligne actuelle Genève–Lausanne doivent être adaptés à un trafic régional en pleine expansion (voies de croisement à Chambésy et Mies, voie de dépassement fret à Founex, par exemple), le trafic national et international plaide donc pour la réalisation d'une ligne entièrement nouvelle, adaptée à des vitesses élevées.

En 1974 déjà, les CFF étaient conscients du problème de saturation prévisible de la ligne Genève–Lausanne ; le projet d'une ligne nouvelle a fait alors l'objet d'une remarquable étude de Bonnard & Gardel [Bonnard 1975].

La suite de notre rapport s'articule autour d'un résumé du projet historique de Bonnard & Gardel (Chap. 3), suivi d'une mise à jour dudit projet par Sara Ibáñez (Chap. 4). Deux variantes totalement nouvelles, l'une imaginée par Rodolphe Weibel et construite en symbiose avec le réseau autoroutier (Chap. 5), l'autre conçue en viaduc sur l'autoroute et due à Eugen Brühwiler (Chap. 6) complètent la gamme des solutions proposées pour une ligne nouvelle Genève–Lausanne. Notre projet final est finalement décrit dans le chapitre 7. Des sources de financement alternatives sont évoquées (Chap. 8) avant de proposer un calendrier pour les actions à entreprendre aujourd'hui (Chap. 9).

Les caractéristiques essentielles des lignes à grande vitesse (LGV) européennes figurent dans l'annexe 3.

3. LE PROJET VISIONNAIRE DE BONNARD & GARDEL

3.1 À 300 km/h sur une ligne nouvelle

Le 15 mai 1974, la Direction du 1er arrondissement des CFF, à Lausanne, confie à l'association de Bonnard & Gardel (BG), ingénieurs-conseils SA, et de la Compagnie d'études de travaux publics SA (CETP), un mandat pour l'étude préliminaire d'une liaison ferroviaire rapide entre Genève et Lausanne. La justification de cette étude était la suivante :

- le trafic rapide (250 à 300 km/h) est incompatible avec la ligne actuelle ;
- en séparant les trafics rapide et lent, on libère de la capacité sur la ligne historique pour le trafic régional ;
- cette ligne s'insère dans une future ligne magistrale Genève–Lausanne–Berne–Zurich ;
- cette ligne s'inscrit dans le plan directeur des liaisons par chemins de fer à grande vitesse au niveau européen.

L'étude préliminaire avait pour but de déterminer et réserver les « corridors » ou bandes de territoire aptes à recevoir une telle ligne ; l'analyse devait être aussi large que possible et procéder à un inventaire de toutes les variantes et de leurs contraintes.

3.2 Neuf corridors du fond du lac jusqu'au pied du Jura

Le rapport intermédiaire, remis par BG et CETP aux CFF en juin 1975 [Bonnard 1975], repose sur une démarche hiérarchique selon cinq niveaux : le périmètre, la zone, le couloir, le corridor et, enfin, le tracé définitif.

Le périmètre est défini par un axe de Genève à Lausanne, partant de Genève-Parc de l'Ariana pour arriver au niveau de Bussigny, sans gare ni connexion intermédiaire avec la ligne historique.

La zone est définie comme un espace territorial homogène au point de vue de la géographie et du réseau de transport existant (autoroute A1 et ligne CFF) ; cinq zones sont ainsi définies, depuis une zone sous-lacustre, avec un tracé entièrement souterrain, jusqu'à une zone proche du pied du Jura.

Le couloir est une bande de territoire assez large (plus de 100 mètres) inclus dans une des cinq zones définies auparavant. En partant d'une exploitation réservée aux seuls trains de voyageurs, avec une vitesse maximale de 250 km/h, impliquant des rayons minimaux de 2'950 mètres et des pentes maximales de 25‰, on dénombre finalement quatre variantes de couloirs pour le tronçon Genève–Rolle, et dix variantes pour le tronçon Rolle–Lausanne, tous concentrés sur le tracé de l'autoroute A1, à une distance maximale de 2 kilomètres de celle-ci.

Dans chaque couloir, on cherche enfin un corridor, large de 100 mètres au maximum, et parfaitement adapté à la topographie. Des quatre variantes de couloirs du côté Genève on déterminera quatre variantes de corridors, dénommées Ge1 à Ge4 (Fig. 3.1), tandis que du côté Lausanne on définira cinq variantes de corridors, dénommées Ls1 à Ls5, découlant des dix variantes de couloirs (Fig. 3.2).

Enfin, une brève évaluation des investissements conclut le rapport intermédiaire: toutes les variantes de corridors ont des coûts voisins, compris entre 377 et 430 millions de francs (valeur 1975). L'étude culmine par l'édition d'une carte à l'échelle 1:25'000 présentant les détails d'implantation des quatre variantes de corridors du tronçon Genève (Ge1 à Ge4) et des cinq variantes de corridors du tronçon Lausanne (Ls1 à Ls5).

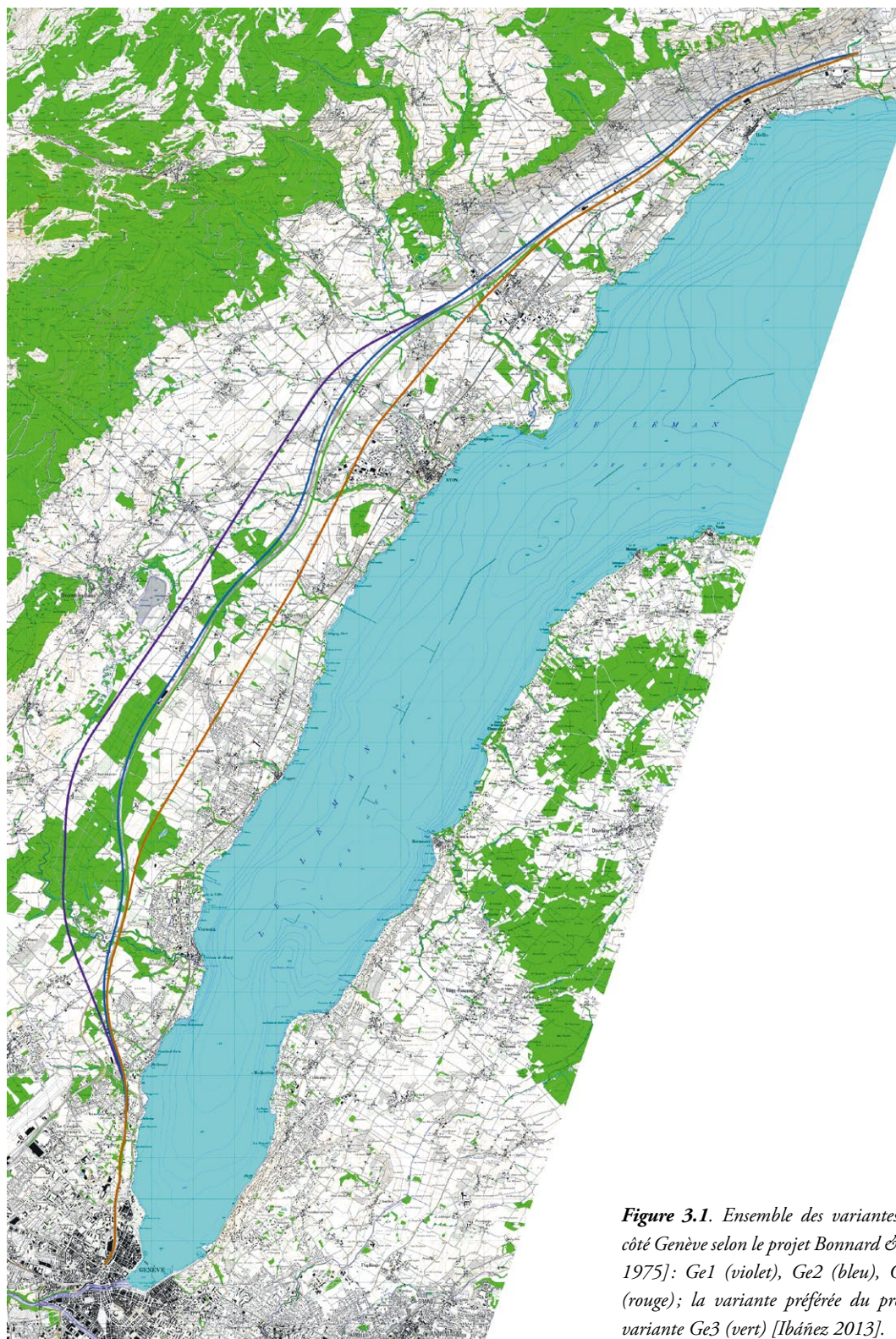


Figure 3.1. Ensemble des variantes des corridors du côté Genève selon le projet Bonnard & Gardel [Bonnard 1975]: Ge1 (violet), Ge2 (bleu), Ge3 (vert) et Ge4 (rouge); la variante préférée du projet Ibáñez est la variante Ge3 (vert) [Ibáñez 2013].

3. 3 Le projet Bonnard & Gardel : audace et pertinence

Ce projet, inconnu du grand public, frappe par son audace et sa pertinence : en 1975, six ans avant le lancement du premier TGV français entre Paris et Lyon, les ingénieurs de BG et CETP avaient déjà parfaitement intégré les trois niveaux d'interaction d'une ligne à grande vitesse : sur le trafic régional – puisqu'une ligne nouvelle libère des sillons sur la ligne historique –, sur le trafic national – en reliant plus rapidement les métropoles suisses –, et sur le trafic international – en s'insérant dans le schéma européen des lignes à grande vitesse.

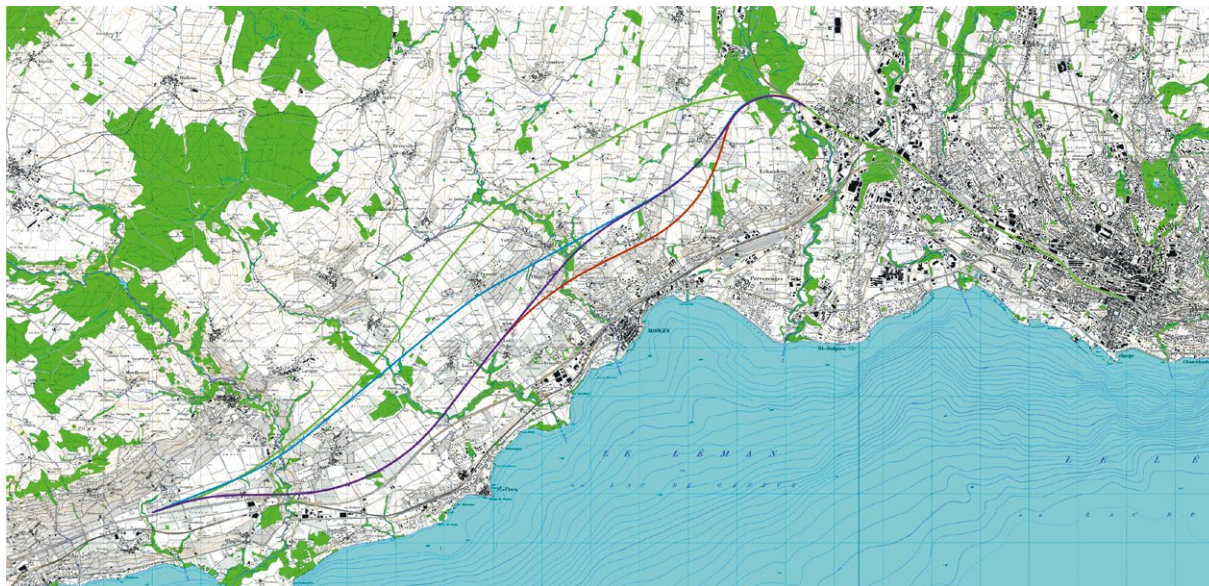


Figure 3.2. Ensemble des variantes de corridors du côté Lausanne selon le projet Bonnard & Gardel [Bonnard 1975] : Ls1 (vert), Ls2 (bleu), Ls3 (violet), Ls4 (rouge) et Ls5 (pas visible ici) ; la variante préférée du projet Ibáñez est la variante Ls1 (vert) [Ibáñez 2013].

3. 4 Les leçons du projet de Bonnard & Gardel

Nous retenons du projet de Bonnard & Gardel les points essentiels suivants qui seront en principe acquis pour la suite de notre étude :

- Une ligne nouvelle relie Genève à Lausanne sans station intermédiaire ; réservée au seul trafic voyageurs à longue distance (trains EuroCity, InterCity, InterRegio), elle exclut le trafic marchandises ; elle est conçue pour une vitesse de 250 km/h au minimum.
- L'étude systématique de tous les tracés possibles entre Genève et Lausanne converge vers une réalisation ferroviaire dans le périmètre de l'autoroute A1, à une distance maximale de 2 kilomètres de celle-ci.

4. LE PROJET BONNARD & GARDEL REVISITÉ PAR SARA IBÁÑEZ

4.1 Urgence sur l'axe Genève – Lausanne

Aujourd'hui déjà la ligne Genève – Lausanne est surchargée par la circulation des cinq types de trains qui la parcourent : InterCity, InterRegio, RegioExpress, RER et fret ; les prévisions des CFF – doublement du nombre des voyageurs de 2010 à 2030 – annoncent une saturation imminente. L'absence d'itinéraire de détournement rajoute au manque de capacité une fragilité de l'exploitation.

C'est à partir de ce constat que Sara Ibáñez a consacré son travail de Master EPFL, intitulé « Etude prospective d'une ligne nouvelle Lausanne – Genève » [Ibáñez 2013], à une mise à jour du projet historique de Bonnard & Gardel [Bonnard 1975].

Les hypothèses de base sont identiques à celles finalement retenues dans le rapport Bonnard & Gardel : une ligne nouvelle relie Genève à Lausanne sans station intermédiaire ; elle est réservée au seul trafic des voyageurs, avec une vitesse maximale de 250 km/h.

4.2 De neuf esquisses au tracé final

Les quatre variantes de corridors du côté de Genève – dénommées Ge1 à Ge4 selon la terminologie de Bonnard & Gardel – et les cinq variantes du côté Lausanne – Ls1 à Ls5 – ont été analysées selon les huit critères suivants :

- le temps de parcours ;
- la capacité ;
- la redondance, incluant les éventuels raccordements à la ligne actuelle ;
- les risques d'accidents ferroviaires et l'augmentation de ces risques due à la présence d'ouvrages d'art (ponts, viaducs, tunnels) ;
- la réalisation par étapes, incluant les possibilités de se raccorder à la ligne actuelle ;
- les nuisances sonores ;
- les coûts d'achat de terrains, de construction et de maintenance ;
- l'esthétique et l'insertion dans le paysage.

Chaque critère est noté de 1 à 5 (très mauvais, mauvais, moyen, bon, très bon). Pour chacun des neuf tronçons on dresse un profil graphique pour les huit critères retenus. Une comparaison visuelle de ces profils met en évidence le meilleur tronçon du côté Genève, Ge3, et le meilleur tronçon du côté Lausanne, Ls1. Le tracé définitif est donc constitué par la combinaison des tronçons Ge3 et Ls1 (Fig. 4.1).

Du côté Genève, le tronçon Ge3 est directement relié à Genève Cornavin depuis la halte de Séche-

ron ; du côté Lausanne, la ligne nouvelle dessert la gare principale Lausanne CFF et se raccorde au réseau actuel à la hauteur de la tête ouest de la gare de Bussigny.

38 ans après la parution du rapport de Bonnard & Gardel, le développement urbain implique plusieurs modifications du tronçon original Ge3. Trois zones critiques (à la hauteur de Duillier, de Gland et de Rolle) nécessitent un nouveau tracé surélevé (viaduc) surplombant l'autoroute A1, tandis qu'à la hauteur de Bellevue, à l'entrée de Genève, le tracé Ge3 devrait être déplacé vers le nord.

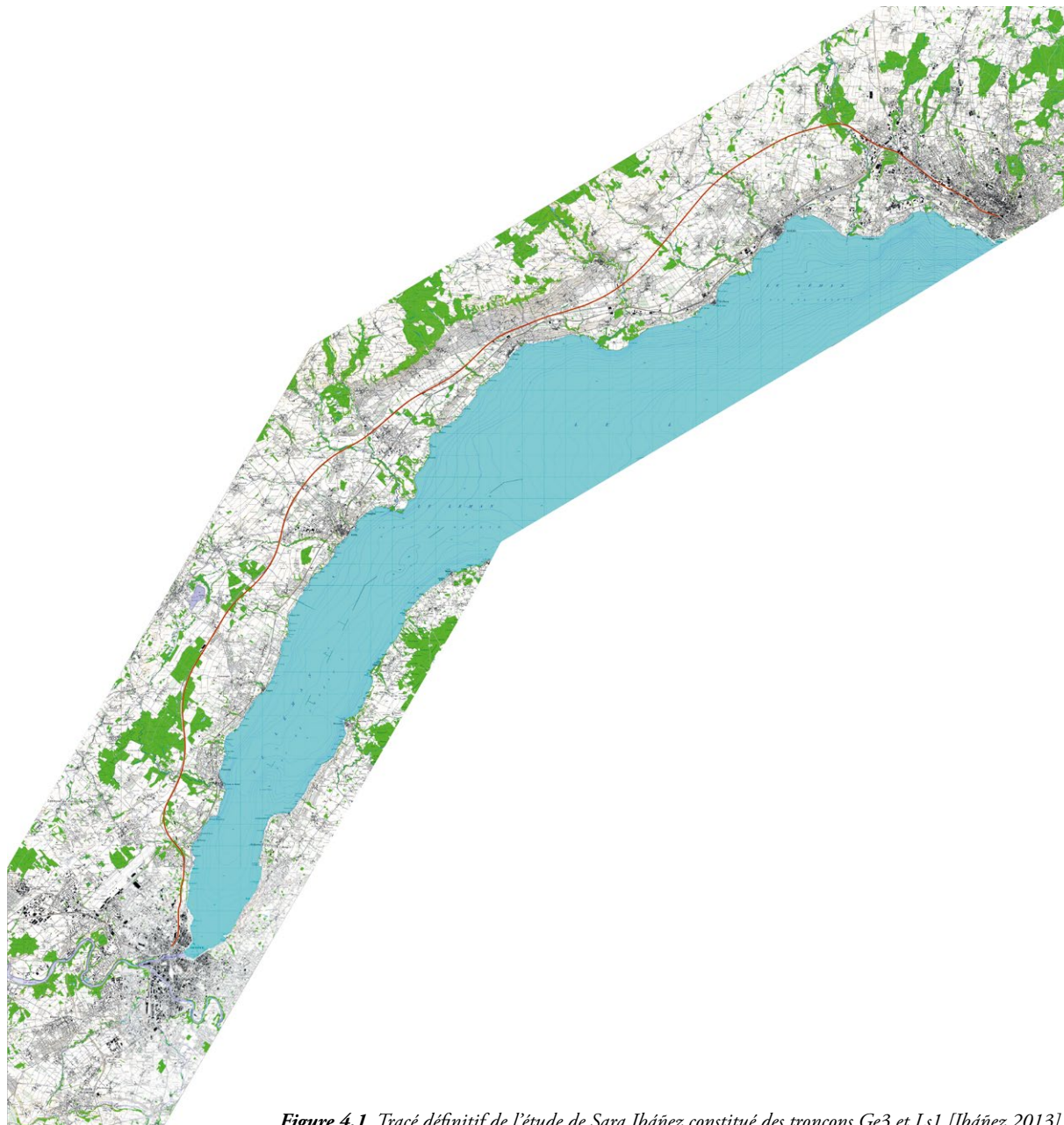


Figure 4.1. Tracé définitif de l'étude de Sara Ibáñez constitué des tronçons Ge3 et Ls1 [Ibáñez 2013].

Le projet de Sara Ibáñez suggère en outre un double raccordement de la ligne nouvelle avec les têtes ouest et est de la gare de Nyon, sur la ligne actuelle, d'une longueur totale de 6,8 kilomètres (Fig. 4.2) ; cet aménagement vise à améliorer la fiabilité de l'exploitation et à permettre, en cas de perturbation sur l'un des axes, un déstasse sur l'autre.

4.3 Des milliards pour l'aménagement, des millions pour la maintenance

La longueur totale de la nouvelle ligne s'élève à 62,4 kilomètres entre les gares de Genève Cornavin et Lausanne CFF; elle est complétée par les deux raccordements vers Nyon totalisant 6,8 kilomètres. Après avoir dressé le profil en long de la ligne principale Genève–Lausanne et des raccordements de Nyon, on dénombre les ouvrages suivants:

- 36,7 km de tronçons à ciel ouvert, estimés à 28'000 CHF/mètre;
- 28,3 km de ponts ou viaducs à structure métallique, estimés à 58'000 CHF/mètre;
- 3,1 km de tranchées ouvertes, estimées à 40'000 CHF/mètre;
- 1,1 km de tunnels à 2 tubes, d'une surface de 65 m² par tube, estimés à 85'000 CHF/mètre.

En adoptant des rayons minimaux de 4'000 mètres et un dévers (la surélévation du rail extérieur dans une courbe) maximal de 160 millimètres, la ligne pourrait permettre des vitesses supérieures à 250 km/h, avec une déclivité maximale de 25‰.

En supposant, par exemple, l'utilisation des rames AGV (automotrices à grande vitesse) d'Alstom à 11 caisses, la durée du trajet Genève–Lausanne est comprise entre 17 et 18 minutes avec une vitesse maximale de 250 km/h, soit une réduction de 45% du temps de parcours actuel (33 minutes).

En admettant le prix unitaire des aiguillages spécialisés pour la grande vitesse à 8 millions de CHF, l'estimation finale pour la ligne de base (62,4 km) et l'interconnexion de Nyon (6,8 km) s'élève à 2'973 MCHF; en rajoutant 10% pour les aménagements divers (parois antibruit, transformation des réseaux routier, d'eau et d'électricité, conservation du paysage et protection de l'environnement), l'investissement final dit majoré se monte à 3'271 MCHF.

Les frais de maintenance annuels sont estimés à 50'000 CHF/km de voie unique. Pour la ligne de base (62,4 km à double voie) et l'interconnexion de Nyon (6,8 km à double voie), ces coûts s'élèveraient à environ 7 MCHF/an.

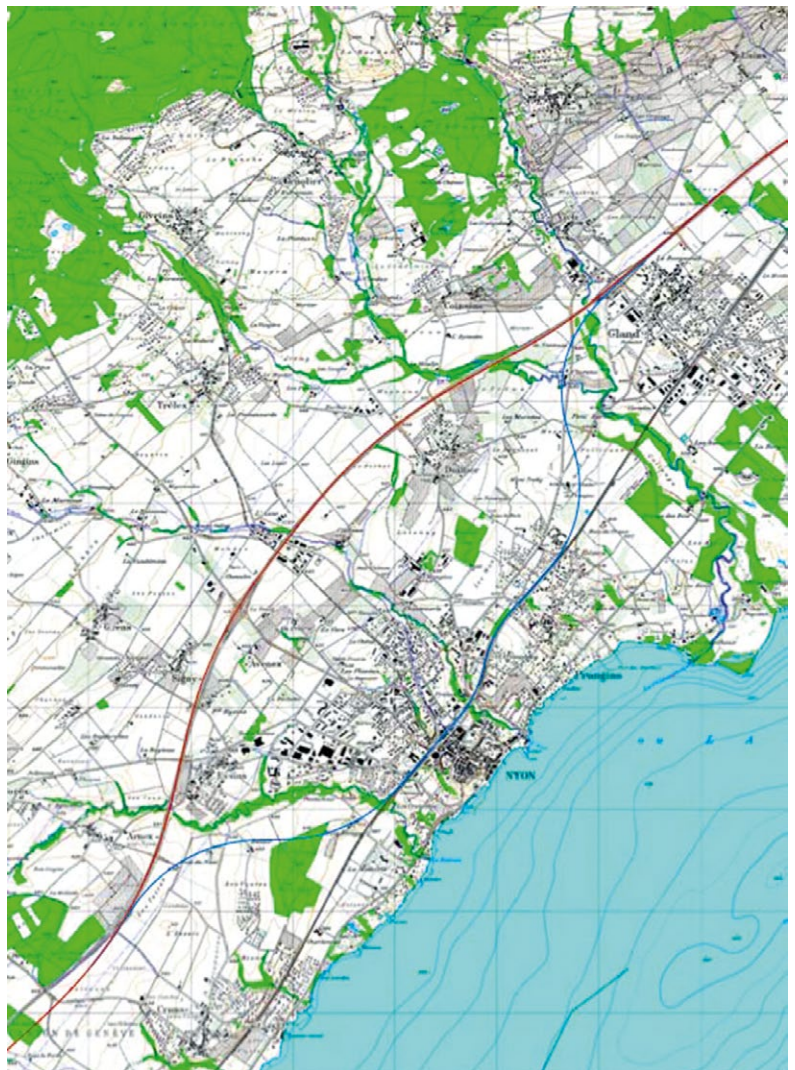


Figure 4.2. Raccordements de la ligne nouvelle Genève–Lausanne (en rouge) en direction des têtes ouest et est de la gare de Nyon (en bleu) [Ibáñez 2013].

4.4 Six scénarii pour un bilan économique optimiste

Le bilan économique de la ligne nouvelle Genève–Lausanne peut être évalué en calculant l'expression suivante :

$$\text{Bilan} = \text{Recettes} - \text{Coûts d'investissement} - \text{Coûts de maintenance}$$

où le terme Bilan sera positif si les recettes sont supérieures à l'ensemble des coûts d'investissement et de maintenance. Dans l'expression ci-dessus il a été admis que les coûts d'investissement sont amortis sur 100 ans et que les coûts de maintenance annuels sont inchangés pendant la même période. Le chiffre crucial des recettes dépend du nombre des voyageurs circulant chaque jour entre Genève et Lausanne. L'analyse de cette demande est basée sur les deux paramètres essentiels suivants : un facteur positif, l'amélioration de l'offre, basée sur la réduction du temps de parcours, et un facteur négatif, l'augmentation du prix du titre de transport.

Sara Ibáñez envisage enfin six scénarii pour l'évaluation de l'offre : trois scénarii pour l'augmentation des coûts du billet (10%, 20% et 30%), calculés pour chacun des deux scénarii (optimiste et pessimiste) relatifs à l'attractivité de l'offre. Une simulation simplifiée, basée sur l'évaluation 2012 des recettes et des coûts, permet enfin de calculer la valeur du Bilan qui s'avère positif pour la valeur originale de l'investissement et fluctue autour de l'équilibre pour la valeur majorée.

En résumé, dans le cadre des hypothèses admises par Sara Ibáñez, l'avenir économique d'une ligne nouvelle de Genève à Lausanne semble assuré.

4.5 Les leçons du projet de Master de Sara Ibáñez

Les points essentiels suivants émergent du travail de Sara Ibáñez :

- A l'exception de quatre tronçons critiques sur le corridor Ge3, entre Bellevue et Rolle, le tracé Ge3-Ls1, déjà mis en évidence dans l'étude Bonnard & Gardel, semble toujours réalisable à ce jour.
- Les estimations des coûts et des recettes, bien que très grossièrement évaluées, sont optimistes et confirment l'avis des experts CFF qui considèrent la ligne Genève–Lausanne comme la plus rentable du réseau suisse.
- La nouveauté suggérée par Sara Ibáñez, un double raccordement de la ligne nouvelle avec les têtes ouest et est de la gare de Nyon, sur la ligne actuelle, peut améliorer sensiblement la fiabilité de l'exploitation ; cet élément pourrait subsister dans le projet final.
- L'estimation du budget total de la ligne nouvelle Genève–Lausanne est comprise entre environ 3'000 et 3'300 MCHF, y inclus le double raccordement à Nyon.

5. EN SYMBIOSE AVEC L'AUTOROUTE : LE PROJET DE RODOLPHE WEIBEL

5.1 Rail saturé dans le bassin lémanique

Le réseau ferroviaire des CFF, dans la région ouest du lac Léman, comprend trois lignes qui convergent en un triangle situé à Bussigny. Ce triangle permet le trafic direct entre Genève et Lausanne, entre Genève et Yverdon-les-Bains et entre Yverdon-les-Bains et Lausanne. Ce réseau a été construit à la fin du 19^e siècle, et ses tracés n'ont guère subi de modifications. Les rayons de courbure en plan ne permettent pas d'approcher les vitesses que la technique ferroviaire actuelle autorise. L'explosion du trafic à moyenne distance et le développement de réseaux express régionaux, autour de Genève et de Lausanne, ont pour conséquence la saturation pratiquement généralisée de ces lignes.

L'objectif poursuivi par le présent projet est double. Il s'agit :

- d'augmenter massivement la capacité de ces lignes ;
- de permettre aux trains modernes des vitesses élevées, compatibles avec les standards européens.

Il serait anachronique, et donc inutilement dispendieux, de ne réaliser que l'un de ces deux objectifs comme le message FAIF du Conseil fédéral l'a déjà souligné (Annexe 2).

5.2 L'autoroute A1 existe, je l'ai rencontrée...

L'inauguration de l'autoroute A1 entre Genève et Lausanne remonte à 1964. Ce tronçon initial a été ensuite progressivement intégré au réseau des routes nationales par son raccordement à l'autoroute A9, vers Vevey et Berne ou le Valais, puis par l'A1 encore, en direction d'Yverdon-les-Bains, puis vers Berne ou Neuchâtel.

Le degré de surcharge des tronçons autoroutiers est quantifié par l'Office fédéral des routes (OFROU) au moyen de notes allant de 1 (extrêmement chargés) à 4 (chargés). L'OFROU a classé le tronçon entre l'échangeur du Vengeron, à la sortie de Genève, et Coppet en note 2 sur 4, et le tronçon Coppet–Nyon en note 3 sur 4, donc tous deux nécessitant des mesures. Quant au tronçon compris entre la jonction de Morges-Est et l'échangeur de Villars-Sainte-Croix, il est affecté de la note 1 sur 4, qui rend son aménagement urgent. Une circonstance particulière s'ajoute à ce constat : la traversée de Morges, conçue en 1960, n'est plus conforme aux exigences actuelles de qualité de vie urbaine ; il en découle la nécessité de contourner cette ville. Les exigences conjointes d'un contournement de Morges et d'une augmentation de capacité de l'A1 entre la jonction est de Morges et l'échangeur de Villars-Sainte-Croix ont incité l'OFROU et les autorités locales à envisager un tronçon nouveau, reliant l'A1 à l'ouest de Morges à cet échangeur. Le tracé de ce nouveau tronçon, dont la mise en service est prévue pour 2030, n'est pas encore arrêté, plusieurs communes émettant de solides réserves sur le tracé esquissé. La commune de Bussigny, en particulier, propose

que l'autoroute passe par la zone industrielle d'Aclens, au Moulin du Choc, l'écartant ainsi de ses friches de développement et de sa zone alluviale inscrite à l'inventaire fédéral.

Même si la totalité de l'autoroute ne fait pas l'objet de mesures immédiates pour résoudre ses problèmes de capacité, il ne fait pas de doute que l'échéance de la saturation est proche. Aujourd'hui, il est pratiquement acquis que l'ensemble du tronçon de Genève-Aéroport jusqu'à Nyon fera l'objet d'un élargissement (passage de 2 à 3 pistes dans chaque sens) envisagé à l'horizon 2020.

L'autoroute A1 Genève–Lausanne est l'une des plus anciennes de Suisse et sa présence a orienté l'urbanisation. Chacun sait aujourd'hui ce que signifie le voisinage d'une autoroute, et tout le monde s'en est protégé. Son élargissement devrait donc provoquer moins de difficulté politique que son doublement selon un autre tracé.

De Genève à Allaman, le tracé de l'autoroute est généreux. Les rayons de courbure sont de l'ordre de 5'000 mètres, donc parfaitement compatibles avec la géométrie d'une ligne ferroviaire à grande vitesse (Annexe 3). Entre Allaman et Villars-Sainte-Croix, l'esquisse proposée par l'OFROU est en grande partie souterraine, et ne dépend guère des conditions géologiques, qui sont homogènes sur toute sa longueur. Le tracé reste donc ouvert.

5.3 Vers un rapprochement rail-route

Avec la prise de conscience de plus en plus aigüe de l'exigüité du territoire, il faut absolument tenter de regrouper les infrastructures lourdes sur le même tracé. Un tel regroupement permet en effet d'économiser de l'espace, de respecter les paysages et de réduire les nuisances. La pression politique contre l'extension des infrastructures de transport est de plus en plus forte, et contraint à des mesures de protection de plus en plus coûteuses et, bien souvent, à des procédures très longues.

Une concentration judicieuse permet de satisfaire les besoins simultanés de la route et du rail. C'est le pari qui a conduit cette étude. Le chemin de fer, non sans raison, bénéficie d'une grande bienveillance politique, au contraire de la route. Le triplement et, plus encore, le quadruplement des voies sur le tracé actuel, entre Genève et Renens, pose des problèmes difficiles, notamment aux passages des agglomérations et de leurs gares. En outre, le tracé actuel, ancien, ne permet pas d'envisager une augmentation sensible de la vitesse des convois, désormais aptes à des vitesses élevées.

Si les instances ferroviaires privilégient l'extension à trois ou quatre voies du tracé actuel, malgré les difficultés évoquées, plutôt que la construction d'un nouveau tracé, plus moderne et plus rapide, c'est qu'elles devinent la difficulté politique d'un projet de tracé nouveau, grevant une bande supplémentaire de terres.

5.4 En symbiose avec l'autoroute existante de Genève à Allaman

La solution ferroviaire esquissée ici entre Genève et Allaman permet de résoudre le dilemme du chemin de fer, celui de devoir choisir entre deux solutions également boiteuses : élargir le tracé actuel à grands coûts et sans avantage de vitesse, ou créer un nouveau tracé, politiquement improbable.

Politiquement, la réalisation conjointe des deux éléments, l'élargissement de l'autoroute et la construction d'une nouvelle ligne de chemin de fer dans le même périmètre, est opportune ; l'aménagement de la ligne ferroviaire sera assez favorablement accueilli, et l'opportunité de profiter de ce chantier pour élargir l'autoroute apparaîtra raisonnable.

Au départ de Genève, le projet propose à terme un double raccordement du réseau actuel au nouveau tracé (Fig. 5.1) :

- dans une 1^{ère} étape, la ligne nouvelle quitte la ligne existante Genève–Lausanne peu avant la station de Chambésy et rejoint le tracé de l'autoroute A1 à la hauteur de Collex-Bossy ; ce tron-



Figure 5.1. Raccordements entre le réseau ferroviaire actuel (en bleu; 1e étape: Genève Cornavin–Chambésy–Collex-Bossy, 2e étape: Genève-Aéroport–Collex-Bossy) et le tracé de l'autoroute A1 (en rouge). © 2013, Office fédéral de topographie swisstopo.

- çon de 3,4 kilomètres est réalisé sous forme d'un tunnel réservé au seul chemin de fer ;
- dans une 2e étape, prévue dans Plan Rail 2050, un nouveau tronçon quitte la gare de Genève-Aéroport, transformée dès lors en station de passage, pour rejoindre la ligne nouvelle peu avant Collex-Bossy.



Figure 5.2. Tracés conjoints de la ligne ferroviaire nouvelle (en bleu) et de l'autoroute A1 (en rouge) de Genève jusqu'au triangle de Bussigny; les cercles permettent de calculer les rayons de courbure de l'autoroute. © 2013, Office fédéral de topographie swisstopo.

De Collex-Bossy à Allaman, les rayons de courbure de l'autoroute sont de l'ordre de 5'000 mètres (le plus serré étant d'environ 3'500 mètres) et permettent d'envisager pour le rail une vitesse de 320 km/h puisque le tronçon est réservé au seul trafic voyageurs (Fig. 5.2). Sur ce tronçon de 34 kilomètres, le projet prévoit d'enfoncer les voies dans le terrain, en tranchée ouverte (Fig. 5.3) sur les 3/4 de la distance, et de les enterrer pour le quart restant dans une tranchée couverte (Fig. 5.4), afin de préserver efficacement les régions traversées des nuisances sonores des trains à grande vitesse. La construction en tranchée couverte est exigeante en espace, car la grande vitesse nécessite deux tubes séparés de section importante pour limiter la surpression provoquée par le passage des trains.

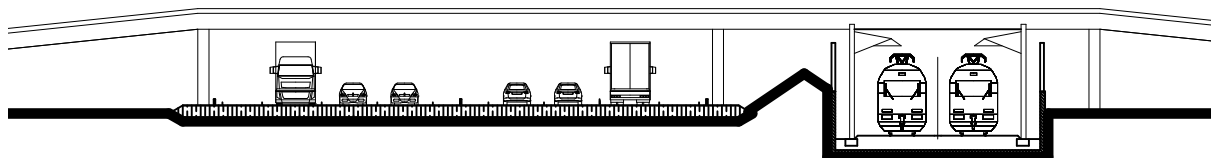


Figure 5.3. Autoroute et ligne ferroviaire cohabitant en tranchée ouverte.

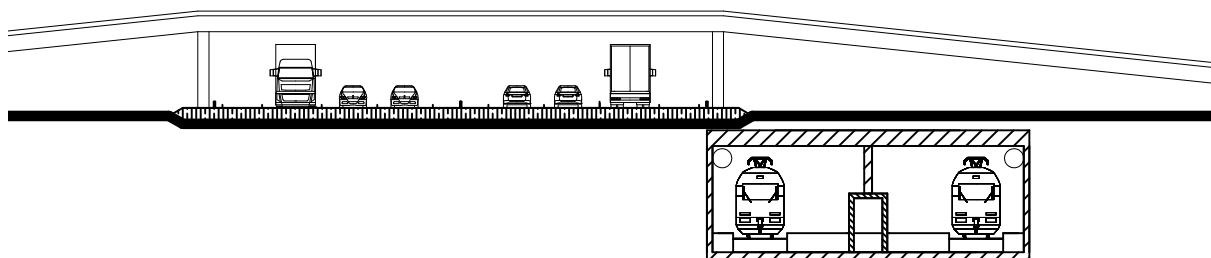


Figure 5.4. Autoroute et ligne ferroviaire cohabitant en tranchée couverte.

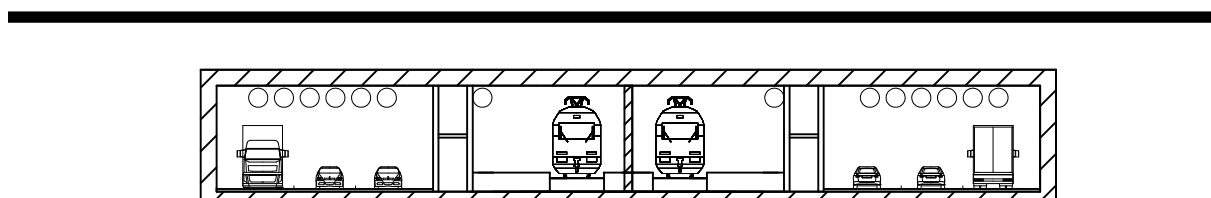


Figure 5.5. Tunnel mixte ferroviaire routier en tranchée couverte.

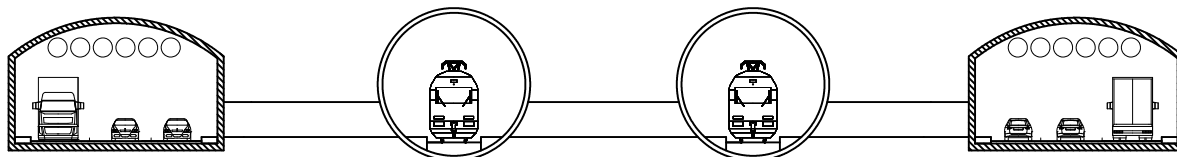


Figure 5.6. Tunnel mixte ferroviaire routier profond.

5.5 D'Allaman à Renens et à Cossonay en compagnie de l'autoroute en projet

Sur l'ensemble du tronçon d'Allaman jusqu'à la hauteur de Monnaz/Echichens, au nord de Morges (Fig. 5.7), le rail et la nouvelle autoroute de contournement suivent le même tracé et peuvent partager le même ouvrage, comme la tranchée couverte de la figure 5.5 ou le tunnel profond de la figure 5.6. La ligne ferroviaire Genève–Lausanne quitte enfin l'autoroute vers Monnaz, puis traverse en souterrain le versant ouest de la vallée de la Venoge, enjambe en viaduc cette rivière ainsi que les industries et commerces de cette zone, pour rejoindre le faisceau ouest de la gare de Renens.

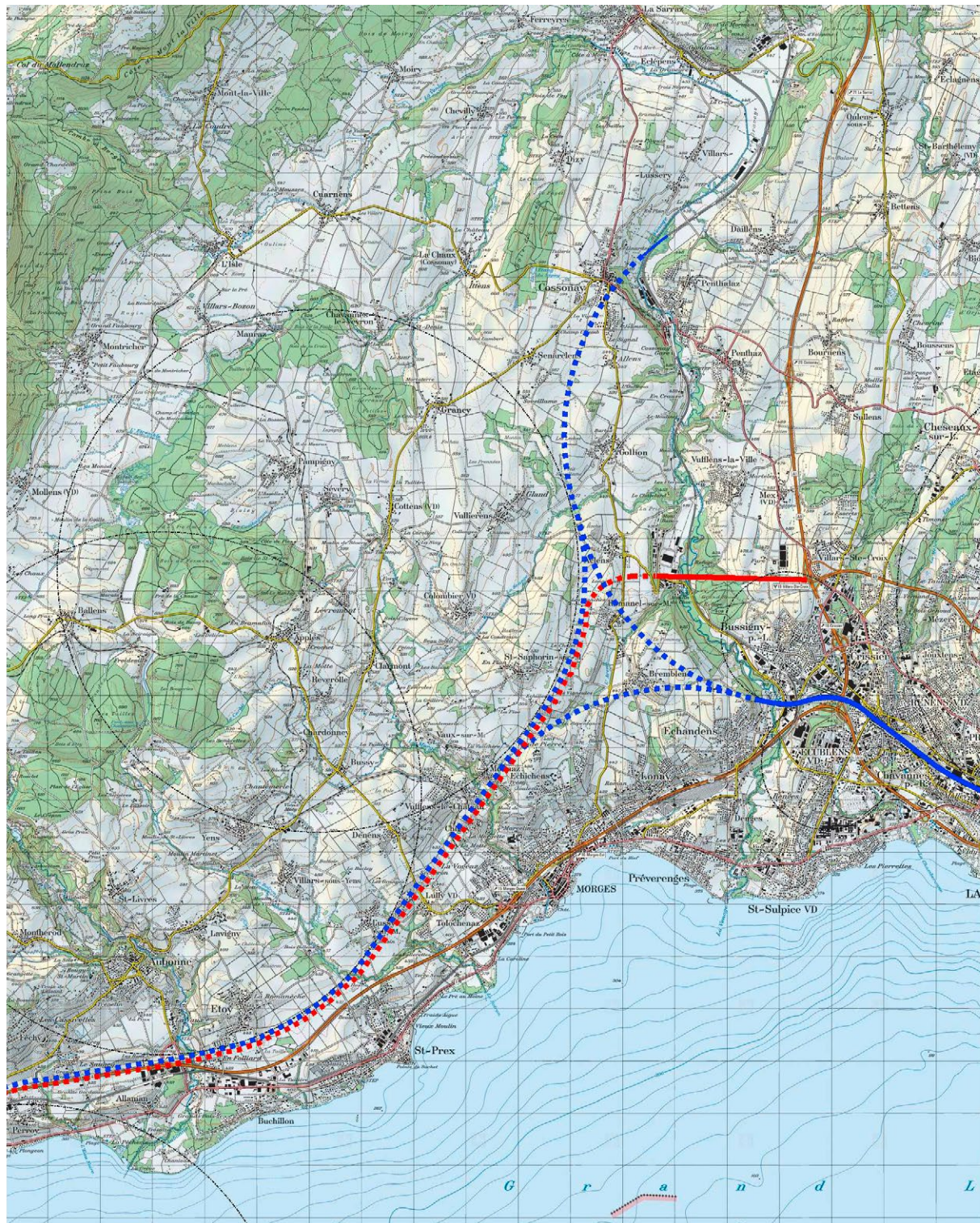


Figure 5.7. Nouveau tracé de l'autoroute de contournement A1 (en rouge) entre Allaman et Villars-Sainte-Croix cohabitant avec la ligne ferroviaire nouvelle (en bleu). © 2013, Office fédéral de topographie swisstopo.

Le triangle de Bussigny est complété par les deux tronçons suivants :

- de Monnaz/Echichens à Aclens, où la ligne ferroviaire cohabite avec l'autoroute jusqu'à la hauteur de Romanel-sur-Morges, puis poursuit en souterrain jusqu'à Aclens ;
- de Cossonay à Bussigny via Aclens, où la ligne ferroviaire alterne entre tunnels et tranchées.

En adoptant les normes de la grande vitesse pour trains de voyageurs seulement, avec une déclivité maximale de 4%, on peut représenter le profil d'une variante possible pour le tronçon d'Allaman à Cossonay (Fig. 5.8), où le tracé passe systématiquement sous le lit des rivières à l'exception de l'Aubonne et de la Venoge.

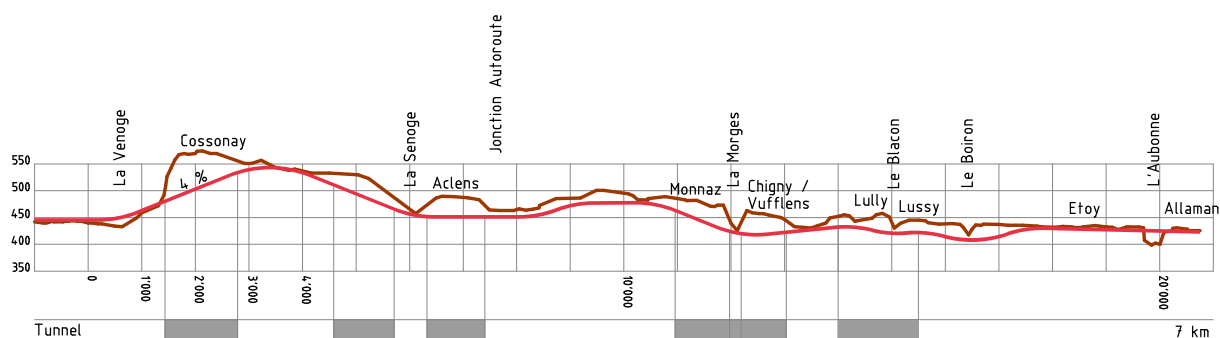


Figure 5.8. Profil en long du tronçon ferroviaire (en rouge) d'Allaman à Cossonay avec pente maximale de 4%.

		Pont/ Viaduc	Rail seul en tunnel	Rail seul en tranchée	Rail + route en tunnel profond (Fig. 5.6)	Rail + route en tranchée commune (Fig. 5.5)	Rail seul en tranchée ouverte voisine de l'AR (Fig. 5.3)	Rail seul en tran- chée couverte voisine de l'AR (Fig. 5.4)	Totaux
Coûts unitaires	CHF/m	59'000	98'000	79'000	99'000	87'000	29'000	79'000	
De Genève à Renens									
De Chambésy à Collex-Bossy	m		3'400						3'400
De Collex-Bossy à Allaman	m						27'100	6'800	33'900
D'Allaman à Monnaz	m				4'600	4'600			9'200
De Monnaz à Bussigny	m		2'600	2'600					5'200
De Bussigny à Renens	m	2'000							2'000
Longueur du trajet	m	2'000	6'000	2'600	4'600	4'600	27'100	6'800	53'700
Coût	MCHF	118	588	205	455	400	786	537	3'090
De Cossonay à Bussigny									
Longueur du tronçon	m		7'900	2'700					10'600
Coût	MCHF		774	213					988
Raccordement des deux lignes Genève – Lausanne et Cossonay – Lausanne									
De Monnaz à Romanel	m				2'500	800			3'300
De Romanel à Aclens	m		1'400	500					1'900
Longueur du tronçon	m		1'400	500	2'500	800			5'200
Coût	MCHF		137	40	248	70			494
Coût total	MCHF								4'571

Figure 5.9. Tableau récapitulant les coûts (prix 2012, TTC, -10%/+30%) des tronçons Chambésy–Renens (ligne Genève–Lausanne), Monnaz–Aclens et Cossonay–Bussigny (triangle de Bussigny); AR: autoroute A1.

5.6 L'addition finale avec ou sans le triangle de Bussigny

La description détaillée des tronçons, avec leurs divers modes de construction et leur prix par mètre linéaire, est résumée dans le tableau de la figure 5.9. Deux estimations ont été menées :

- la première concerne le seul tronçon de Chambésy à Renens : c'est le tronçon de base de la ligne nouvelle Genève–Lausanne, dont le budget s'élève à 3'090 MCHF, avec une marge comprise entre -10% et +30% (soit de 2'800 à 4'000 MCHF) ;
- la seconde prend en compte les deux tronçons complémentaires du triangle de Bussigny, soit les tracés de Monnaz à Aclens (494 MCHF) et de Cossonay à Bussigny (988 MCHF), soit un total de 1'482 MCHF avec la marge habituelle de -10% à +30% (soit de 1'400 à 2'000 MCHF).

Ces évaluations sont basées sur les coûts effectifs de réalisations similaires, qui ont toutes leurs caractéristiques propres : par rapport à ces réalisations, il en est ici qui sont plus favorables, d'autres qui pèsent davantage. Au chapitre des particularités qui pourraient péjorer le coût d'ensemble du présent projet, on peut mentionner :

- les passages routiers situés sous l'autoroute actuelle, nécessitant une reprise là où la ligne ferroviaire est réalisée en tranchée couverte, sous l'autoroute actuelle (Fig. 5.4) ;
- les cinq jonctions d'autoroute dans les cas où la ligne ferroviaire est réalisée en surface, dans le périmètre immédiat de celle-ci (Fig. 5.3) ;
- l'aménagement de la ligne ferroviaire pour le franchissement des ponts sur la Versoix et sur l'Aubonne (viaduc d'Allaman).

A l'inverse, il faut relever la topographie pratiquement plate que suit le tracé, ainsi qu'une géologie favorable, très homogène sur toute sa longueur, constituée de moraine recouvrant plus ou moins la molasse.

La proximité immédiate de l'autoroute occasionnera à la fois des avantages et des inconvénients. Une économie de coûts immobiliers et une accessibilité plus facile aux chantiers réduiront les coûts, mais l'exiguïté de certains passages compliquera l'exécution des travaux.

5.7 Les leçons du projet de Rodolphe Weibel

Il ressort du projet de Rodolphe Weibel les points essentiels suivants :

- La géométrie très généreuse de l'autoroute A1 permet la cohabitation étroite, en surface ou en souterrain, avec une nouvelle ligne ferroviaire.
- La ligne Genève–Lausanne est complétée par l'aménagement complet du triangle de Bussigny permettant un accès direct, à grande vitesse, de l'Arc lémanique en direction du Pied du Jura et vice-versa.
- Le budget total s'élève à environ 3'100 MCHF pour la ligne nouvelle de Chambésy à Renens, auquel pourrait se rajouter un coût d'environ 1'500 MCHF pour l'aménagement complet du triangle de Bussigny (avec la marge de -10% à +30%).

6. LE VIADUC D'EUGEN BRÜHWILER

6.1 Première idée forte : la route enjambe le rail

6.1.1 Projet thurgovien d'une semi-autoroute : variante « Ensemble »

A la demande du Conseil d'Etat du canton de Thurgovie, le professeur EPFL Eugen Brühwiler a proposé au printemps 2012 plusieurs variantes pour combiner sur un même tracé la nouvelle semi-autoroute Bodan– Vallée de la Thur, entre Weinfelden et Romanshorn, avec l'actuelle voie ferrée [Brühwiler 2012]. La variante « Ensemble », qui est résumée ici, est la plus radicale : elle prévoit dans la région d'Amriswil la construction de la semi-autoroute en viaduc sur la ligne ferroviaire déjà existante ; la figure 6.1 montre une illustration de l'aspect extérieur du viaduc.

Cette variante ménage particulièrement l'occupation de l'espace et n'a pas d'impact crucial sur l'exploitation agricole et le paysage. Comparée à d'autres variantes, la construction d'un viaduc d'une longueur d'environ 3,5 kilomètres demande une plus grande quantité de matériaux, est techniquement exigeante mais aisément réalisable. Les coûts de construction d'un tel viaduc sont sensiblement plus élevés que ceux d'une route à ciel ouvert, mais nettement inférieurs à ceux d'un tunnel routier.

Le viaduc tout en longueur est plus ou moins visible dans le paysage selon le point de vue de l'observateur : sa conception doit donc être irréprochable ; l'impact visuel du viaduc dans le paysage peut alors valoriser la zone urbanisée. En outre, des mesures de protection contre le bruit doivent être intégrées dans la conception de l'ouvrage à proximité des zones d'habitation.

En août 2013, le Conseil d'Etat thurgovien a décidé d'abandonner la variante « Ensemble » suite à une comparaison de variantes et à une consultation de la population ; celle-ci a été largement intégrée dans un processus participatif de planification et a préféré très clairement un tracé conventionnel aménagé en surface, qui consomme beaucoup de terres agricoles et qui envahit le paysage rural par une large bande routière en tranchée ouverte. La réticence de la population par rapport à l'impact visuel d'un ouvrage « aérien » et le coût de construction plus élevé ont largement pris le dessus par rapport aux autres critères d'un développement durable de la région et de ses agglomérations.

6.1.2 Les enjeux d'une construction surélevée

La conception du viaduc ne se limite pas à l'ouvrage seul, mais comprend son intégration dans le paysage (Fig. 6.1). Ainsi, il est envisageable que des groupes d'arbres supplémentaires soient disposés le long du viaduc, afin de marier l'ouvrage avec son environnement.

L'impact visuel sera minimal avec un ouvrage élancé et moderne. La construction en béton précontraint à haute performance est composée d'une dalle avec des poutres de bord, reposant sur des colonnes. Cette construction légère en éléments préfabriqués se prête bien à un chantier rationalisé.

La paroi antibruit pourra être cylindrique, afin d'atténuer le bruit de manière efficace. Les surfaces pour la protection contre le bruit, relativement importantes, seront de préférence composées d'un matériel transparent. Il est également envisageable de couvrir les surfaces sud de l'ouvrage avec des panneaux solaires pour la production d'électricité.

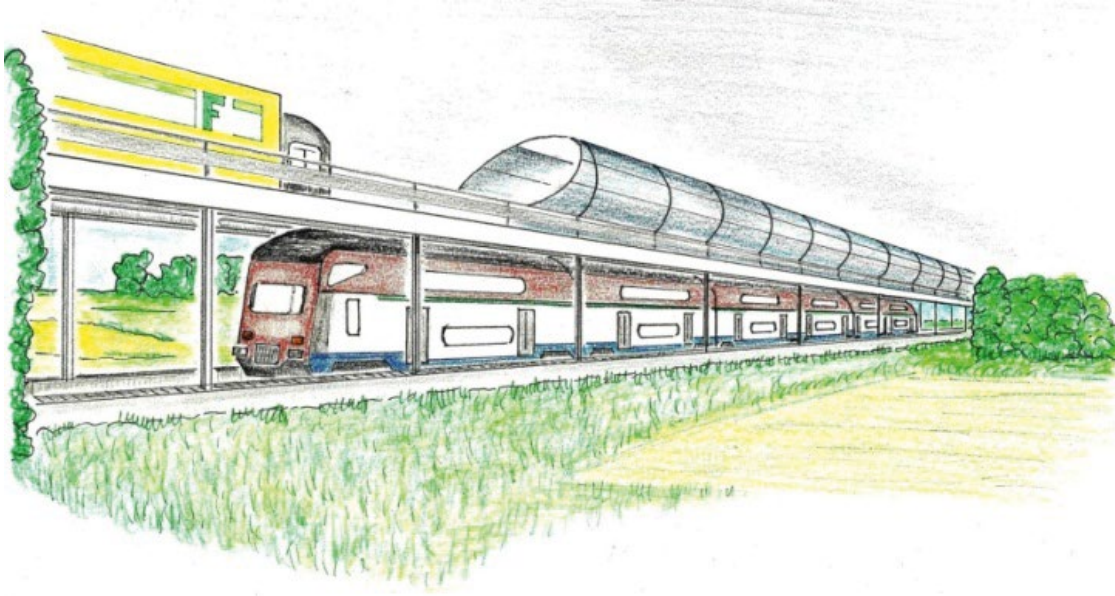


Figure 6.1. Illustration de la variante « Ensemble » basée sur un viaduc routier surplombant la voie ferrée [Brühwiler 2012].

6.1.3 Défis techniques et parades aux risques

Pour un ouvrage tout en longueur, un chantier rationalisé est d'une importance déterminante pour la durée et les coûts de construction. Les options qui s'imposent sont la préfabrication et la construction légère. Pour les coûts de construction, l'expérience suggère une valeur de 40'000 CHF/m d'un viaduc routier bi-directionnel.

Les risques suivants sont à considérer :

- Un élément de protection au niveau des piliers du viaduc peut faire face au danger d'un déraillement d'un train.
- La probabilité d'un incendie de wagon marchandises est faible vu le trafic fret très réduit sur cette ligne ferroviaire et le petit nombre de changements de voie ; des mesures de protection standards contre l'incendie pour des structures en béton armé sont suffisantes. Un incendie sur le viaduc (camion-citerne, par exemple) peut être géré avec les mesures courantes pour ce genre de risque.
- Le risque sismique sera pris en compte par une construction parasismique.
- La répartition des charges et la disposition des joints de dilatation sont déterminantes pour la construction d'un viaduc d'une telle longueur. Les joints dépendent du type de la structure porteuse ; en principe, un ouvrage monolithique avec un minimum de joints est préférable, car ceux-ci exigent de l'entretien et, au vu de leur position en dessus des lignes de contact, ne seront pas facilement accessibles.

6.2 Seconde idée forte : double voie sur pile étroite

6.2.1 Viaduc historique à ravalier

Sur la ligne Berne–Neuchâtel du chemin de fer Berne-Lötschberg-Simplon (BLS) un grand viaduc franchit la vallée de la Sarine à la hauteur de Gümmenen. Cet ouvrage, construit pour voie unique entre 1898 et 1901, a une longueur totale de 400 mètres ; il comporte 27 arches en plein cintre en

maçonnerie et une travée en construction métallique, de type treillis, de 63 mètres, pour franchir le fleuve. L'ouvrage est en bon état, et le défi actuel consiste à le transformer pour accueillir une double voie ferrée (équipée pour une vitesse de 160 km/h) sans remettre en question son héritage esthétique.

6.2.2 Elargissement du tablier sans transformation des arches ?

Sur une idée d'Eugen Brühwiler, Elodie Bultot s'est occupée du projet de modification du viaduc. Dans son projet de Master EPFL, intitulé « Examen et projet d'élargissement du viaduc ferroviaire de Gümmenen » [Bultot 2009], elle a d'abord démontré que la structure actuelle pouvait supporter deux voies de circulation par élargissement du tablier, sans transformation de l'infrastructure, en particulier des 27 arches.

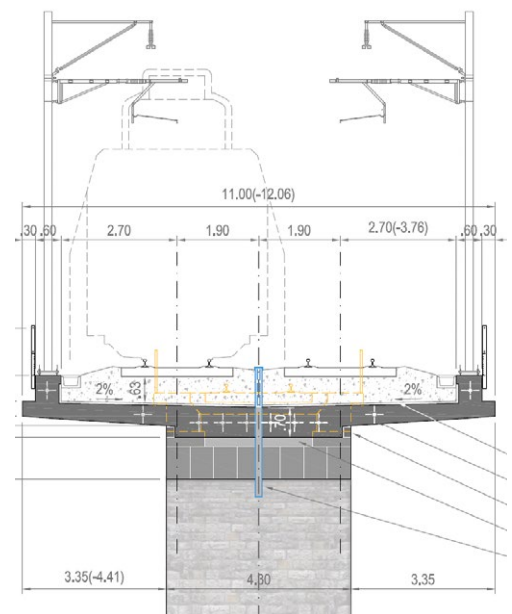
Le tablier existant est donc remplacé par une nouvelle dalle supportant la double voie ferrée (Fig. 6.2). Plusieurs variantes de dalle ont été étudiées, et la solution préférée repose sur une réalisation mixte en béton et BFUP (béton fibré à ultra-hautes performances) en couche mince (3 cm) à la surface supérieure de la dalle.

Si la solution retenue est idéale sur le plan esthétique, elle nécessite des travaux sur le viaduc actuel qui doit rester en exploitation (à l'exception d'une interruption unique pendant au maximum un mois). Une réalisation avec des éléments de dalle préfabriqués couplée à une gestion rigoureuse du chantier sont envisagées.

La compagnie BLS a mis le projet au concours en 2012 selon la ligne générale proposée par Eugen Brühwiler et Elodie Bultot. Le jury du concours a choisi le Team Fürst Laffranchi pour mener à bien la transformation [bls 2013] (Fig. 6.2) ; le projet gagnant ainsi que les trois projets finalistes et les douze autres concurrents sont détaillées dans un numéro spécial de la revue TEC21 intitulé « Saanenviadukt erweitert » [TEC21 2013].



Figure 6.2. Viaduc sur la Sarine près de Gümmenen avec tablier à double voie : projet lauréat du Team Fürst Laffranchi [TEC21 2013].



6.3 Deux idées fortes pour un viaduc ferroviaire sur l'autoroute

Les deux idées fortes décrites ci-dessus peuvent se combiner élégamment pour suggérer une variante en viaduc de la ligne nouvelle Genève–Lausanne :

- La première idée forte incite à superposer sur le même tracé l'autoroute et la ligne ferroviaire nouvelle. Contrairement au projet « Ensemble » de Thurgovie, il est opportun d'imaginer dans le

cas valdo-genevois la valorisation de l'autoroute A1 existante (élargie ou non) par la construction d'un viaduc pour la nouvelle ligne ferroviaire par-dessus les pistes autoroutières.

- La seconde idée forte nous précise une réalisation possible du viaduc ferroviaire : des piles minces, érigées dans le terre-plein central ou dans l'un des bords de l'autoroute, portent la double voie ferroviaire, elle-même entourée d'un demi-cylindre absorbant le bruit, semblable à celui visible pour la route surélevée de la figure 6.1.

La figure 6.3 esquisse une solution possible où les piles sont concentrées sur l'un des bords de l'autoroute. La stabilité de l'ouvrage est assurée par un large talon souterrain.

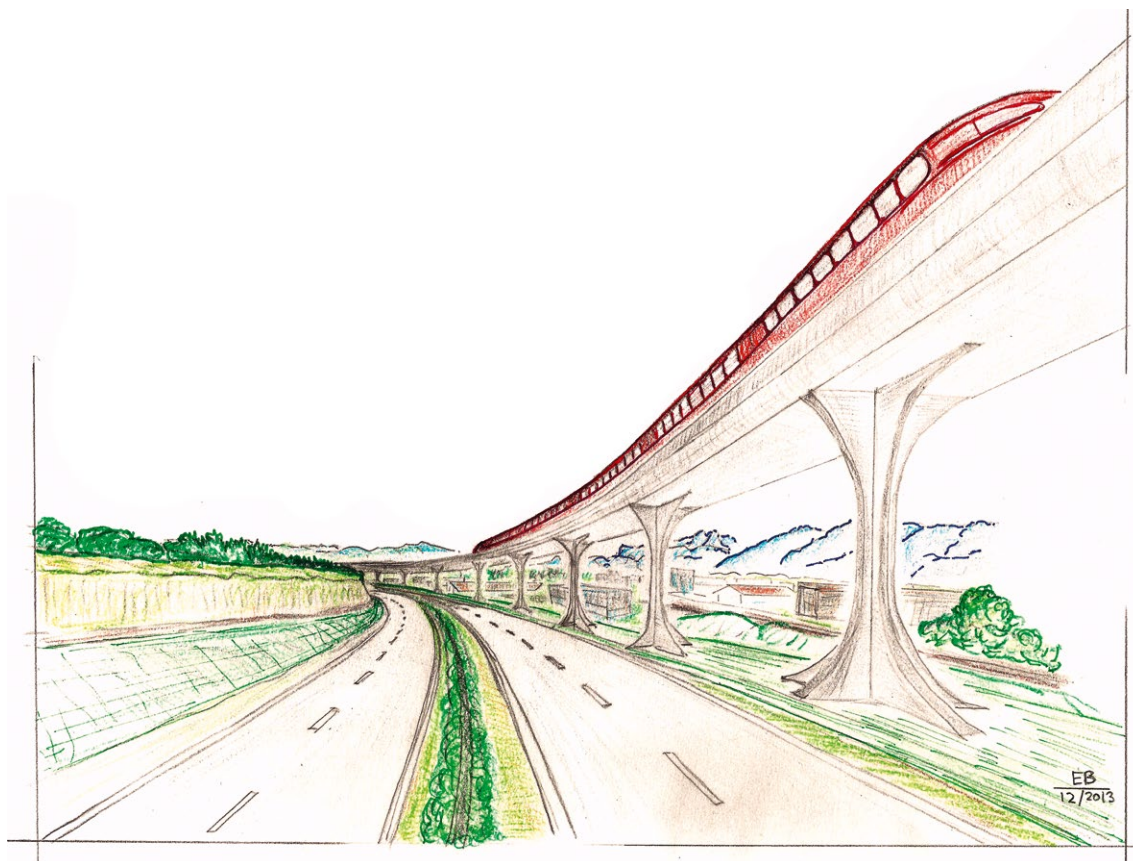


Figure 6.3. Esquisse d'une solution où les piles sont concentrées sur l'un des bords de l'autoroute (figure d'Eugen Brühwiler).

6.4 Un tracé en viaduc possible

De Collex-Bossy à Allaman (Fig. 5.2), la géométrie de l'autoroute (Section 5.4) autorise un tracé presque exclusivement surélevé. Il existe néanmoins une série de points qui nécessiteront un examen approfondi :

- La jonction entre la ligne CFF actuelle, dans la région de Chambésy, à l'autoroute A1, dans la région de Collex-Bossy ; le tracé en souterrain proposé par Rodolphe Weibel (Fig. 5.1) pourrait constituer une solution possible.
- L'ensemble des passages supérieurs traversant l'autoroute et, en particulier, l'ensemble des jonctions. Si le passage du viaduc par-dessus les jonctions et les passages supérieurs est imaginable, on sera plus probablement contraint à concevoir de cas en cas une nouvelle traversée routière souterraine.

Le tracé est relativement difficile entre Allaman et Morges, vu la présence d'une courbe et d'une contre-courbe relativement serrées ; là aussi, le tracé mixte autour de la nouvelle autoroute de contournement conçu par Rodolphe Weibel pourrait constituer une variante possible (Fig. 5.7).

Entre Morges et Renens, les contraintes urbanistiques et géologiques sont plus sévères. Il semble difficile d'imposer aux Morgiens, qui souffrent depuis 1964 de la coupure de leur ville par l'autoroute, une aggravation de la situation actuelle. Il en découle deux variantes possibles :

- La ligne nouvelle se construit en parallèle, ou éventuellement par-dessus la voie ferroviaire existante, selon le trajet rectiligne de Morges à Denges-Echandens.
- La ligne nouvelle rejoint un tracé souterrain tel que présenté par Rodolphe Weibel dans la section 5.5 (Fig. 5.7).

6.5 Estimation des coûts

Une estimation grossière des coûts est effectuée ici sur le seul tronçon Chambésy–Renens qui est divisé selon les trois lots suivants :

- De Chambésy à Collex-Bossy, selon le projet de Rodolphe Weibel, soit un tracé en souterrain pour le chemin de fer seul (3,4 km estimés à 333 MCHF) (Fig. 5.9).
- De Collex-Bossy à Allaman, en viaduc sur l'autoroute actuelle A1, selon l'esquisse d'Eugen Brühwiler (viaduc à 60'000 CHF par mètre linéaire, 34 km au total, estimés à 2'040 MCHF).
- D'Allaman à Renens en empruntant le tracé en tranchée couverte et tunnel selon le projet de Rodolphe Weibel (16,4 km estimés à 1'450 MCHF) (Fig. 5.9).

Le coût total de la ligne nouvelle de Chambésy à Renens s'élève finalement à environ 3'800 MCHF.

6.6 Les leçons de l'esquisse d'Eugen Brühwiler

Les conclusions essentielles du projet d'Eugen Brühwiler sont les suivantes :

- La symbiose entre le rail et la route est riche en opportunités (économie de terrains, regroupement des nuisances, etc.) et en défis (construction surélevée entraînant notamment des défis d'insertion dans le paysage et de nuisances sonores).
- Une réalisation en viaduc sur une portion importante de l'autoroute est possible, à un coût voisin (3'800 MCHF) de celle des autres aménagements en surface (projet de Sara Ibáñez, compris entre 3'000 et 3'300 MCHF) ou en souterrain (projet de Rodolphe Weibel, budget de 3'100 MCHF avec une marge de -10% à +30%, soit de 2'800 à 4'000 MCHF).

7. NOTRE PROJET : LIGNE NOUVELLE PARALLÈLE À L'AUTOROUTE

7.1 Ligne nouvelle plutôt que 3e voie

A l'exclusion des transformations des gares de Genève et de Lausanne, et de l'insertion d'une 4e voie dans les stations de Chambésy, de Mies et sur le tronçon Renens–Lausanne, la rénovation de la ligne Genève–Lausanne se résume aujourd'hui – sous l'appellation projet Léman 2030, anciennement « 3e voie » – aux travaux suivants [Léman 2012] :

- 1ère phase. deux voies de dépassement pour convois de fret à Founex et Denges (1ère étape FAIF, horizon 2025) : 330 millions CHF ;
- 2e phase. une 3e voie entre Allaman et Renens (au-delà de 2030) : 1'900 millions CHF.
- 3e phase. deux voies supplémentaires entre Gland et Rolle (au-delà de 2050) : 600 millions CHF.

Le budget du projet actuel dit de 3e voie s'élève donc à 2,83 milliards de CHF. D'après les CFF, ces travaux permettront la cadence au quart d'heure pour les trois catégories de trains IC, IR et RE sur l'ensemble du tronçon Genève–Lausanne (grâce aux 4 voies entre Gland et Rolle) et le trafic régional au quart d'heure entre Allaman et Renens (3e voie).

Une ligne nouvelle de Genève à Renens, sans station intermédiaire entre ces deux localités, assurerait les prestations suivantes qui sont exclues du projet de 3e voie :

- La sécurité de l'exploitation, par le doublement de l'axe Genève–Renens.
- La stabilité de l'horaire, par une stricte répartition du trafic à longues distances (TGV, EuroCity, InterCity, ICN, InterRegio) sur la ligne nouvelle et du trafic interrégional, régional et de fret sur la ligne historique.
- La capacité, avec un axe à 5 voies de Genève à Coppet, et à 4 voies de Coppet à Lausanne ; ce surcroît de capacité permet une nouvelle extension des Réseaux express régionaux genevois et vaudois, la restauration du trafic régional de Coppet à Allaman via la ligne historique, et la réouverture d'au moins six stations avec leurs parkings d'échange.
- La possibilité d'introduire des trains rapides (TGV, ICE ou EuroCity) compatibles avec les standards du réseau européen à grande vitesse.
- L'élimination de tous les problèmes transitoires créés par un chantier de longue durée sur la ligne historique.

En admettant un coût de 70 à 80 millions de francs par kilomètre pour une double voie enterrée sur 60% de sa longueur [Trottet 2011], et en partant d'une distance de 55 kilomètres, le budget de la ligne Genève–Renens est compris dans une fourchette de 3,8 à 4,4 milliards de francs (valeur 2011), un montant en accord avec les projets de Sara Ibáñez, Rodolphe Weibel et Eugen Brühwiler (Chap. 4 à 6), compris entre 2,8 et 4 milliards.

Les projets de ligne nouvelle et de 3^e voie ne sont donc pas comparables : si la 3^e voie amène un léger bol d'oxygène par rapport au statu quo, seule une ligne nouvelle, d'un surcoût d'environ un milliard, permettra une amélioration radicale de toutes les caractéristiques (fiabilité, sécurité, capacité, vitesse) de la ligne actuelle.

Une récente analyse française consacrée au trafic ferroviaire à grande vitesse [Mathieu 2013] souligne que « les relèvements de vitesse à 200, voire 220 km/h, ne sont possibles que sur de rares et courtes sections de lignes classiques. Les doubléments sur place sont très coûteux (traversées de villes et de villages, impacts sur les ouvrages existants), jusqu'à 40 ou 50 millions d'euros par kilomètre contre 20 à 25 pour une ligne à grande vitesse. Un aménagement de ligne classique est donc coûteux et ne permet que de faibles gains de temps, donc de faibles reports de trafic aérien et routier sur le rail. » L'analyse comparée de la rénovation de l'axe historique Olten–Aarau–Zurich (6,2 milliards de CHF) et de l'aménagement d'une ligne nouvelle Roggwil–Altstetten (4,6 milliards) confirme l'analyse française : la transformation d'une ligne classique peut coûter beaucoup plus cher que la construction d'une ligne nouvelle.

La seule solution pour une amélioration radicale des performances de l'axe Genève–Lausanne est donc une ligne nouvelle, sans station intermédiaire, et non une 3^e voie accolée au tracé historique.

7.2 La ligne nouvelle et son tracé

Le projet historique de Bonnard & Gardel (Section 3.4) et les trois projets contemporains de Sara Ibáñez (Section 4.5), de Rodolphe Weibel (Section 5.7) et d'Eugen Brühwiler (Section 6.6) partagent les caractéristiques suivantes :

- La ligne nouvelle relie Genève à Renens sans station intermédiaire ; elle est réservée au seul trafic voyageurs à longue distance (trains EuroCity, InterCity, InterRegio) et exclut le trafic marchandises, à l'exception des futurs trains de messagerie à grande vitesse (TGV postal, futurs TGV Cargo rail express-Carex) ; elle est conçue pour une vitesse de 250 km/h au moins.
- L'étude systématique de tous les tracés possibles entre Genève et Lausanne suggère une réalisation ferroviaire associée à l'autoroute A1 dont la géométrie généreuse permet une étroite cohabitation.
- La symbiose entre le rail et la route est riche en opportunités : économie de terrains, regroupement des nuisances, etc.
- Les estimations des coûts et des recettes, bien que grossièrement évaluées, permettent l'optimisme et confirment l'avis des experts CFF qui considèrent la ligne Genève–Lausanne comme la plus rentable du réseau suisse.
- La ligne nouvelle se fractionne naturellement en deux tronçons : de Genève à Allaman, elle suit nettement le tracé de l'autoroute actuelle, tandis que d'Allaman à Renens, elle évite Morges selon un tracé qui pourrait être celui du contournement autoroutier de Morges, entre le viaduc sur l'Aubonne et Villars-Sainte-Croix.

7.2.1 De Genève à Allaman : étroite cohabitation avec l'autoroute

Pour ce tronçon, les trois projets présentés dans les chapitres 4 à 6 se rejoignent sur un point cardinal : tous trois composent étroitement avec le tracé de l'autoroute A1. Ce n'est évidemment pas le fruit du hasard :

- Le tracé historique du chemin de fer a provoqué son encombrement : villes, bourgs et villages se sont agglutinés le long de ce tracé, rendant très difficile son élargissement.
- Au contraire, l'autoroute, bien plus récente, génératrice pour ses voisins d'inconforts et non de promesses économiques, a repoussé loin d'elle l'habitation, laissant un large ruban non construit.
- Le tracé historique du chemin de fer a bénéficié dès son origine de la topographie favorable qu'il traverse : il est relativement peu tourmenté. Toutefois, sa comparaison avec celui de l'autoroute ne permet aucune hésitation ; le tracé de l'autoroute présente des rayons de courbure bien plus généreux que celui du rail : ils sont parfaitement adaptés à la grande vitesse ferroviaire.

- La composition de la ligne nouvelle avec l'autoroute réduit à zéro les inconvénients environnementaux : bruit, barrage physique, barrage biologique, barrage visuel, tous sont déjà là. Il est même probable que la conjonction de la nouvelle ligne ferroviaire, soigneusement étudiée, puisse contribuer à réduire l'impact environnemental de l'autoroute.

7.2.2 D'Allaman à Renens en contournant Morges

La balafre qui défigure la ville de Morges constitue un paramètre essentiel de tout nouveau projet d'infrastructure routière ou ferroviaire sur ce tronçon. Elle n'apparaît tout simplement plus acceptable de nos jours, a fortiori il est impossible de l'accentuer.

Sara Ibáñez retient le tracé le plus septentrional des fuseaux étudiés, celui qui s'écarte le plus de l'autoroute actuelle et de l'agglomération morgienne (Fig. 3.2). Le tracé proposé par Rodolphe Weibel est fort voisin de celui de Sara Ibáñez ; il réunit sur un même tracé le chemin de fer et l'autoroute à construire en contournement de Morges (Fig. 5.7).

Le tracé de l'autoroute n'est pas encore définitivement établi. Toutefois, il est déjà acquis que, pour l'essentiel, il sera enterré, afin de préserver l'environnement exceptionnel qu'il traverse. Il ne fait guère de doute que la ligne ferroviaire nouvelle devra suivre le même principe. Il en résulte une certaine liberté dans le choix du tracé, pour autant qu'il respecte les contraintes géométriques autorisant la grande vitesse ferroviaire.

7.3 Ligne nouvelle et autoroute : une pierre, deux coups

Les chantiers d'infrastructure provoquent des gênes considérables non seulement pour les usagers, mais également pour le voisinage ; il est donc souhaitable de les concentrer dans le temps et dans l'espace. Par ailleurs, les axes ferroviaire et autoroutier atteignent tous deux, entre Genève et Lausanne, la limite de leurs capacités : le besoin d'extension de celles-ci est simultané.

Entre Genève et Allaman (§ 7.2.1), la proposition de tracé du chemin de fer proche de l'autoroute amène tout naturellement à suggérer la réalisation simultanée de la ligne nouvelle et de l'élargissement de l'autoroute existante. Entre Allaman et Renens (§ 7.2.2), le même principe s'applique, en conjonction cette fois avec une autoroute nouvelle. Sur les deux tronçons, il en résultera probablement une économie financière directe, mais certainement une très forte économie d'inconvénients et d'impacts environnementaux.

7.4 Une traite plutôt qu'un phasage

Pour des projets de grande ampleur, la réalisation en une seule traite est préférable à l'aménagement très pénalisant en plusieurs étapes.

Tous les bénéfices d'une nouvelle infrastructure ne peuvent être obtenus qu'à la conclusion de l'ensemble des travaux. L'exemple malheureux du tunnel de base du Lötschberg ne doit pas être réédité : réalisé aux deux tiers à simple voie, il a atteint sa limite de capacité dès sa mise en service. Pour achever cet ouvrage, il faut redémarrer tout le processus de projet : études, autorisation, approbation, financement, réalisation, mise en service ; le délai s'en trouve repoussé aux calendes grecques. Entretemps, il y a déjà eu une perte substantielle du savoir-faire acquis lors de la première étape des travaux.

Ces différentes problématiques alourdissent la facture finale, alors qu'une réalisation en bloc permet des économies d'échelle. Il est préférable d'investir un montant important en une fois plutôt que d'adopter une stratégie de phasage plus coûteuse à terme. De plus, la bonne situation financière de la Confédération permet aujourd'hui de financer les grands projets à des taux d'intérêt très attractifs.

7.5 Ligne nouvelle en surface, enterrée ou surélevée ?

Plusieurs variantes d'implantation de la nouvelle ligne ferroviaire le long de l'autoroute actuelle ont été esquissées et examinées; toutes admettent que le bruit des trains à grande vitesse doit être systématiquement atténué par des dispositions d'infrastructure, des parois antibruit au moins :

- Le tunnel, nécessaire pour traverser des zones construites ou des tronçons très profonds, est le profil le plus coûteux (Fig. 5.6).
- Moins onéreuse, la solution qui consiste à glisser une galerie réalisée en tranchée couverte sous l'élargissement prévu de l'autoroute; le profil d'espace libre d'un tel tunnel doit être suffisamment généreux pour que la pression aérodynamique exercée par les trains reste acceptable (Fig. 5.4).
- Une solution semi-enterrée (tranchée ouverte), juste à côté de l'autoroute élargie, promet une circulation silencieuse des trains; la section est nettement plus étroite que celle de la variante précédente, puisqu'elle ne pose pas de problème difficile d'aérodynamique; elle est donc aussi nettement plus économique. Partiellement enterrée, cette variante de profil en travers ne nécessite pas de hautes parois antibruit, et reste donc discrète (Fig. 5.3).
- Côte à côte avec l'autoroute, en surface, cette variante est la plus naturelle, mais rend nécessaires de fortes parois antibruit. C'est la solution la plus économique.
- Il est aussi envisagé une voie surélevée, au-dessus de l'autoroute. C'est la solution la plus économe en surface. Elle crée une barrière visuelle importante, puisqu'il faut ajouter à sa propre hauteur celle des indispensables parois antibruit (Fig. 6.3).

Quatre critères essentiels orientent le choix du profil en travers :

- Le coût de construction; dans l'ordre croissant: le profil en surface (25'000 CHF par mètre courant), la tranchée ouverte (29'000 CHF/m), la voie surélevée (59'000 CHF/m), la tranchée couverte (79'000 CHF/m), le tunnel (98'000 CHF/m pour deux tubes unidirectionnels de 80 m² par tube).
- La disponibilité en terrain.
- La maîtrise du bruit.
- L'effet visuel de barrage; dans l'ordre croissant des nuisances: le tunnel et la tranchée couverte, la tranchée ouverte, le profil en surface, la voie surélevée. Ce dernier critère, le plus subjectif, n'en est probablement pas moins important.

La ligne nouvelle sera composée de tronçons de ces différents profils en travers: des tronçons en tunnel, en tranchée couverte, en tranchée ouverte, en surface ou en voie surélevée. Ce sont les contraintes locales qui détermineront le profil le plus adéquat.

7.6 Extensions possibles vers Nyon et vers Bussigny

Sara Ibáñez (Chap. 4) suggère un double raccordement de la ligne nouvelle avec les têtes ouest et est de la gare de Nyon, sur la ligne actuelle. Cet aménagement pourrait améliorer sensiblement la fiabilité de l'exploitation.

Rodolphe Weibel (Chap. 5) esquisse l'aménagement complet du triangle de Bussigny, permettant de rejoindre à grande vitesse la ligne du Pied du Jura à la hauteur de Cossonay, en provenance de Genève ou de Lausanne. Il soulagerait la ligne très chargée entre Renens et Cossonay du trafic grandes lignes et faciliterait de ce fait l'extension du RER vaudois.

D'autres éléments d'infrastructure pourraient être associés à ce projet qui combine déjà un axe autoroutier et un axe ferroviaire: on songe par exemple à des conduites de combustible –carburant liquide ou gazeux–, ou à des lignes électriques à haute tension, par exemple la ligne à 132 kV Genève–Gland–Bussigny planifiée aujourd'hui le long de l'axe ferroviaire historique [Lettre 2012].

7.7 Conclusion : une ligne parallèle à l'autoroute

L'analyse montre, sans laisser planer aucun doute, les avantages décisifs d'une ligne nouvelle dont le tracé est indépendant de celui de la ligne historique. Pour un investissement du même ordre de grandeur (2,8 milliards pour la 3^e voie parallèle à la ligne historique, de 3,8 à 4,4 milliards pour une ligne nouvelle), les performances en fiabilité, sécurité, capacité et vitesse sont incomparables.

Entre Genève et Allaman, l'autoroute offre pour la ligne nouvelle une opportunité évidente : elle ménage un espace suffisant, présente les caractéristiques géométriques permettant la grande vitesse, se tient à distance des habitations, si bien que l'essentiel des problèmes de voisinage se résolvent d'eux-mêmes. Entre Allaman et Renens, le tracé est plus libre, parce qu'essentiellement souterrain.

Les deux infrastructures arrivent à saturation ; l'aménagement simultané de la ligne ferroviaire et de l'autoroute rationalisera notablement les travaux, permettra de réduire les inconvénients de deux chantiers de cette importance, et entraînera de sensibles économies. A ce stade d'étude, les profils en travers (tranchée enterrée, semi-enterrée, en surface ou surélevée) ont une importance relative. Ils n'ont aucune influence sur la décision d'une nouvelle ligne plutôt que d'une 3^e voie, n'en ont pas davantage sur la décision de suivre le tracé d'autoroute entre Genève et Allaman, et n'en ont presque pas sur le choix du tracé entre Allaman et Renens.

Les deux extrémités de la ligne nouvelle Genève–Lausanne devront faire l'objet d'études complémentaires :

- Du côté de Genève, l'accès à la future gare souterraine par un long tunnel, amorcé à la hauteur de Genève-Sécheron, pourrait infléchir notre projet, d'autant plus qu'il s'agit précisément de l'axe consacré au trafic voyageurs à longues distances à destination de Genève-Aéroport ;
- Du côté de Lausanne, plusieurs interrogations demeurent avec, en particulier, les incertitudes liées au projet autoroutier pour le contournement de Morges, le raccordement conventionnel en direction de Bussigny (ligne du Pied du Jura) et l'aménagement éventuel d'une gare souterraine à Lausanne, couplé ou non au tunnel Lausanne–Vauderens (en direction de Berne et de la vallée de la Broye), un projet soutenu à l'unanimité par le Grand Conseil vaudois.

Avec la combinaison de deux chantiers, l'un routier et l'autre ferroviaire, notre nouvelle ligne Genève–Lausanne devient un véritable projet d'aménagement du territoire nécessitant, tant sur le plan cantonal que sur le plan fédéral, l'étroite coopération des services et des offices compétents, en bref, un défi à la hauteur des ambitions de la Métropole lémanique.

8. LE NERF DE LA GUERRE : LE FINANCEMENT DES INFRASTRUCTURES

8.1 De la Confédération au partenariat public-privé

Dans un remarquable article consacré au financement de la 3^e voie Allaman–Renens, paru en octobre 2008 [Danesi 2008], Marco Danesi résume le parcours du combattant pour lever les 400 millions de francs nécessaires à cette époque pour le financement du projet :

« Tout d’abord, c’est à la Confédération de payer. Facture prévue : 400 millions. Si elle ne peut pas ou pas tout de suite, et c’est le cas pour un certain nombre d’extensions à cause des dépassements provoqués par Gothard, les CFF, responsables du réseau, devraient emprunter. Si c’est encore non, une fois la troisième voie intégrée à ZEB2 (deuxième étape du futur développement des projets ferroviaires après Rail 2000 ; autrement dit les laissés-pour-compte de ZEB1) on pourra envisager une avance des cantons, voire des caisses de pension. Enfin, et seulement si les trois options précédentes se révèlent impraticables pour accélérer le processus, le partenariat public-privé rentre en ligne de compte. »

Le résumé magistral de Marco Danesi structure le présent chapitre.

8.2 Des milliards pour les transports publics : le projet FAIF de la Confédération

Le financement des infrastructures d’intérêt national est d’abord la tâche de la Confédération. Si l’on additionne les investissements déjà effectués et ceux qui sont prévus ou rêvés, la Confédération pourrait dépenser entre 75 et 85 milliards de francs jusqu’à 2040 pour développer ses transports publics, principalement ferroviaires [Wuthrich 2009]. Après l’euphorie de Rail 2030, où l’on évoquait des projets dans une fourchette de 12 à 21 milliards de francs, l’avenir financier du rail a été revu à la baisse dans le cadre du FAIF : la première étape de ce projet, à l’horizon 2025, se limitait à 3,5 milliards de francs, un montant critiqué par une grande majorité des participants à la consultation préalable. Après examen par le Parlement fédéral, la nouvelle mouture de FAIF acceptée par le peuple se monte finalement à 6,4 milliards de francs pour les investissements de la 1^{ère} étape, de 2017 à 2025.

Mais, à l’exception des transformations de la gare de Genève, seules deux voies de dépassement à Founex et à Denges, d’un montant de 330 millions, sont incluses dans la 1^{ère} étape de FAIF. Ni le projet de 3^e voie, et encore moins le projet d’une ligne nouvelle, ne sont pris en compte dans l’actuelle planification de FAIF.

On a résumé dans l’annexe 4 les nouvelles sources de financement prévues dans le cadre du projet FAIF accepté en votation populaire le 9 février 2014.

8.3 La Confédération peut emprunter ...

Si l'Etat n'a pas les moyens de financer l'ensemble de ces projets, il faut se tourner vers le secteur privé et trouver des formes de financement innovantes. Directeur, puis président du Conseil d'administration de la Compagnie du Nord-Est, Alfred Escher créa en 1856 le Crédit suisse pour rassembler les moyens financiers nécessaires au développement du réseau ferroviaire helvétique. Après que l'Italie (1869) et l'Empire allemand (1871) eurent accepté de participer financièrement, Alfred Escher présida la Compagnie du chemin de fer du Gothard destinée à construire le tunnel et la ligne du même nom.

A l'instigation du conseiller national Remigio Ratti, les Chambres fédérales ont adopté en 1998 l'article constitutionnel 196, paragraphe 3, lettre f, qui ouvre la porte au financement privé, national ou étranger, en précisant ce qui suit: « Pour financer les grands projets ferroviaires, le Conseil fédéral peut... faire appel aux possibilités d'un financement complémentaire privé ou réalisé grâce à des organisations internationales. »

8.4 ... et les cantons peuvent préfinancer

Les cantons de Genève et Vaud ont démontré, par la signature de la convention du 2 avril 2009, qu'il est possible d'accélérer les travaux d'infrastructure et/ou les études y relatives par un préfinancement au niveau cantonal.

Si le budget cantonal ne suffit pas, d'autres sources de préfinancement sont encore possibles: fonds souverain, fonds d'investissement ou encore grand emprunt public.

Le fonds souverain est un fonds d'investissement détenu par un pays et alimenté par la vente de ses ressources naturelles, par une balance budgétaire excédentaire ou par l'attrait trop puissant de sa monnaie nationale. Suite au combat mené par la Banque nationale suisse (BNS) pour lutter contre la surévaluation du franc, la Confédération pourrait se doter d'un fonds souverain pour investir les montants importants que la BNS accumule. En juillet 2011 déjà, un économiste suggérait la création d'un fonds souverain suisse d'un montant de 100 milliards d'euros et préconisait d'investir dans des actions, des matières premières stratégiques et dans l'immobilier. Les infrastructures ferroviaires nationales seraient également candidates pour un tel investissement.

D'autres personnalités suggèrent aujourd'hui la création d'un fonds d'investissement national, offrant des rendements sûrs, et destiné en priorité aux capitaux du deuxième pilier dont les revenus ont considérablement diminué suite à la crise financière. Pour le conseiller d'Etat vaudois Pierre-Yves Maillard, un tel fonds pourrait assurer l'entretien et la modernisation du réseau énergétique, tandis que pour Jean-Pierre Ghelfi, ancien président de la Banque cantonale neuchâteloise, les transports d'agglomération et les infrastructures ferroviaires constitueraient des projets de choix pour ce type d'investissement. Enfin, l'économiste Samuel Bendahan, député vaudois, a suggéré de son côté le lancement d'un grand emprunt public.

8.5 Le partenariat public-privé en dernier recours

En attendant à plus long terme la création d'un éventuel fonds souverain suisse ou d'un fonds d'investissement national, nous revenons ci-après sur les opportunités du partenariat public-privé (PPP) qui nous semble constituer l'une des voies possibles pour le financement des infrastructures ferroviaires. Il n'est donc aucunement question d'une privatisation, même partielle, de ces infrastructures.

Les lignes à grande vitesse, clairement délimitées au sein du réseau historique, constituent des candidates à des financements nouveaux tels le partenariat public-privé; en France, les quatre lignes déjà construites ou planifiées Perpignan-Figueras, Tours-Bordeaux, Le Mans-Rennes et

Nîmes–Montpellier sont ou seront financées par un PPP. Le PPP désigne toutes les formes de partenariat public-privé, couvrant des montages très différents parmi lesquels figurent essentiellement la concession et le contrat de partenariat.

La concession repose sur un transfert maximal des risques vers l'opérateur privé, qui prend le risque de fréquentation, et se rémunère directement auprès des usagers-clients (péage d'autoroute, péage de parking souterrain, redevance d'infrastructure pour les aéroports et les lignes ferroviaires).

Le contrat de partenariat repose sur une autre répartition des risques: un opérateur privé se voit confier une mission globale de construction, d'exploitation, d'entretien et de financement d'infrastructures. Le contrat de partenariat prévoit la mise à disposition de cette infrastructure, selon des critères de performance prédéterminés, au profit de la personne publique, pendant une durée relativement longue (de 15 à 40 ans); l'opérateur privé est rémunéré par des «loyers» payés par l'autorité publique. A la différence de la concession, le titulaire du contrat de partenariat ne porte pas le risque de fréquentation.

Durant l'automne 2008, le conseiller d'Etat vaudois François Marthaler parlait publiquement d'une première prise de contact avec un groupe financier étranger, la Banque Rothschild [Danesi 2008], tandis que quelques jours plus tard le patron des CFF, Andreas Meyer, annonçait que la Banque cantonale vaudoise explorait les perspectives d'un PPP en collaboration avec les gouvernements vaudois et genevois [Aubert 2008]. A Berne, l'Office fédéral des transports restait sceptique en rappelant que le PPP semble viable uniquement pour des tronçons neufs et isolés, et non pour une 3e voie incluse dans un axe existant.

8.6 Conclusion : financement novateur pour lignes nouvelles

Le niveau très bas des taux d'intérêt incite aujourd'hui à développer de nouvelles formes de rémunération du capital; l'investissement dans la construction de lignes ferroviaires en constitue un exemple. Le financement de nouvelles infrastructures ferroviaires, qui devraient rester en majorité aux mains de l'Etat, pourrait s'appuyer sur un pôle privé, regroupant par exemple des entreprises de travaux publics, des bureaux d'ingénieurs, des caisses de pension, des banques et/ou des actionnaires privés. L'axe Genève–Lausanne–Berne–Zurich, dont la rentabilité est avérée, constitue le candidat idéal pour un tel financement.

Le financement des infrastructures demeure un problème éminemment politique, qui dépasse le cadre de ce rapport; il constituera certainement l'une des préoccupations majeures des parlementaires fédéraux et cantonaux pour la décennie à venir. La CITraP est déterminée à approfondir, à court terme, cette problématique générale dans le cas particulier du projet de ligne nouvelle entre Genève et Lausanne.

9. CONCLUSION: AGIR À BERNE ET DANS LA MÉTROPOLE LÉMANIQUE

9.1 De Genève à Lausanne : ligne nouvelle plutôt que 3e voie

Le chapitre 2 a mis en évidence les limites de la ligne Genève–Lausanne : tracé inchangé depuis plus de 150 ans (impliquant notamment pour tous les trains la traversée de 22 stations intermédiaires), configuration en antenne entraînant l'interruption de tout trafic en cas d'incident même mineur, et capacité à bout de souffle. Au vu des difficultés majeures de l'aménagement d'une 3e voie, tant sur le plan financier (1,9 milliard pour les 17 km d'Allaman à Renens) que sur celui de la réalisation de l'infrastructure, enchevêtrée dans la ligne actuelle, une alternative réellement intéressante pour le long terme est celle d'une véritable ligne nouvelle à double voie. Celle-ci quitterait le tracé historique à la hauteur de Genève-Sécheron pour le rejoindre –sans station intermédiaire– en gare de Renens, juste avant le saut-de-mouton prévu entre la tête est de cette gare et la halte de Prilly-Malley. Le projet détaillé d'une telle ligne pourrait s'inspirer de l'étude de Bonnard & Gardel remise aux CFF en 1975 [Bonnard 1975] et être réalisé par tronçons selon les variantes en surface (Chap. 4), enterrée ou semi-enterrée (Chap. 5), voire surélevée (Chap. 6).

9.2 Ligne nouvelle Genève–Lausanne : planification et financement

On a déjà relevé la nécessité de traiter sur un pied d'égalité la Métropole lémanique et le Grand Zurich (Section 1.2) et, par conséquent, de planifier simultanément l'aménagement des tronçons Genève–Lausanne et Olten–Zurich. La 1ère étape de planification du projet FAIF, s'étendant de 2017 à 2025, inclut effectivement la planification de l'axe Aarau–Zurich, mais exclut l'axe Genève–Lausanne, à l'exception des deux voies de dépassement de Founex et Denges. La première urgence consiste clairement à corriger l'étape 2017-2025 de FAIF pour y faire figurer explicitement la planification d'une mise à niveau de l'axe Genève–Lausanne. En engageant et en finançant les travaux de planification des axes Genève–Lausanne et Aarau–Zurich dans la 1ère étape de FAIF, on rend dès lors possible leur aménagement dans la deuxième étape prévue pour la période 2025-2030. On rappelle à ce propos que le Conseil fédéral soumettra d'ici à 2018 à l'Assemblée fédérale un message pour la 2e étape 2025-2030 du projet FAIF.

Les travaux de planification et d'aménagement de l'axe Genève–Lausanne peuvent être accélérés par un préfinancement cantonal : la Métropole lémanique a déjà saisi cette opportunité en signant l'accord du 21 décembre 2009 [Convention 2009]. Afin de poursuivre la mise à niveau de l'axe Genève–Lausanne dans sa totalité, une deuxième étape de préfinancement nécessite le feu vert du Parlement et l'agrément de l'Office fédéral des transports pour être inscrite dans la planification du projet FAIF.

9.3 Vers une nouvelle convention Genève-Vaud ?

A condition de respecter les règles du jeu fédérales, la Métropole lémanique pourrait élaborer une nouvelle convention pour préfinancer la planification et l'aménagement de l'ensemble de la ligne nouvelle Genève–Lausanne. Mais on trouve dans l'actuelle convention du 21 décembre 2009 les deux extraits suivants qui élargissent singulièrement la marge de manœuvre des deux cantons [Convention 2009] :

- « 5.4 Financement des études d'infrastructures dont la réalisation et le financement ne reposent pas sur une base légale fédérale. Les Cantons s'engagent, sous réserve de l'accord de leur parlement, à financer les frais des études des infrastructures suivantes ne reposant pas sur une base légale fédérale. Sous réserve de l'approbation par l'Assemblée fédérale, l'OFT s'engage à permettre le remboursement des prestations effectuées par les Cantons. »
- « 5.4.2 Etudes pour d'autres infrastructures. Les Cantons peuvent, par le biais de conventions spécifiques ultérieures, s'engager à financer ou à cofinancer d'autres études d'infrastructures ne reposant pas sur une base légale fédérale mais qui sont nécessaires au développement de l'offre sur la ligne Lausanne–Genève-Aéroport ».

Ce préfinancement pourrait faire appel à des montages financiers nouveaux tels qu'ils ont été évoqués au chapitre 8, en particulier un fonds d'investissement national, un grand emprunt public ou, en dernier recours, un partenariat public-privé.

Sur le plan genevois, la « Loi modifiant la loi sur le réseau des transports publics (LRTP) » [Loi 2014], adoptée par le Grand Conseil le 8 novembre 2013, comporte un article qui précise formellement la prise en compte d'une ligne nouvelle de Genève à Lausanne :

- « Article 3, alinéa 2 (nouveau). Par ailleurs, les ouvertures vers une liaison à haute vitesse est-ouest de Saint-Gall à Genève doivent d'ores et déjà être réservées, ce qui permettrait à terme de ménager une utilisation encore plus intensive de la ligne Genève–Lausanne existante pour le trafic régional. »

Toujours dans le canton de Genève, la « Loi sur le développement des infrastructures ferroviaires » [LDIF 2011] doit être révisée dans le courant de 2014 ; il est crucial pour la CITraP que les dispositions en faveur de l'étude de la 3^e voie, voire de la 4^e voie, entre Gland et Rolle, respectivement entre Allaman et Renens (budget d'études de 16 millions) soient préservées en vue de notre proposition de la section 9.4.

9.4 Urgence d'un avant-projet pour la ligne nouvelle

La CITraP estime qu'il est urgent d'explorer sous la forme d'une étude préliminaire le projet d'une ligne nouvelle, reliant sans station intermédiaire Genève-Sécheron à Renens, comme alternative aux phases 2 et 3 de Léman 2030. La CITraP suggère donc d'examiner la possibilité d'utiliser tout ou partie des 16 millions de francs de l'actuelle convention du 21 décembre 2009 [Convention 2009] [EMPD 2010] [LDIF 2011], montant originellement destiné à l'étude des tronçons Gland–Rolle et Allaman–Renens, pour atteindre cet objectif plus général. Une société anonyme pourrait être créée sous l'égide de la Métropole lémanique pour mener à bien un tel avant-projet.

Parallèlement, la convention du 26 novembre 1997 [Convention 1997], liant les CFF à l'Etat de Vaud et visant à sauvegarder les six stations de Founex à Perroy, devrait être réexaminée et, le cas échéant, mise à jour pour assurer la pérennité de ces installations.

ANNEXE 1

« PLAN RAIL 2050. PLAIDOYER POUR LA VITESSE »

A1.1 Notre vision : la Suisse dans l'Europe à grande vitesse

La ligne Genève–Lausanne, inaugurée en 1858, a plus de 150 ans; à l'exception d'améliorations techniques (doublement de la voie, électrification), le tracé d'origine n'a nécessité aucune transformation majeure depuis sa création. Cette pérennité des ouvrages ferroviaires nous incite à viser un avenir lointain et à imaginer aujourd'hui le chemin de fer de la fin de ce siècle.

Il est pratiquement certain que le trafic ferroviaire va augmenter de façon continue au cours des prochaines décennies par la conjonction d'une série de facteurs tels que :

- la raréfaction du pétrole et des ressources énergétiques ;
- la protection de l'environnement et le développement durable ;
- la réduction massive des émissions du gaz CO₂ (dioxyde de carbone) ;
- l'amélioration des performances en vitesse (grande vitesse ferroviaire) ;
- l'augmentation du trafic pendulaire (nomadisme professionnel) ;
- l'augmentation du trafic de loisirs ;
- l'augmentation du nombre des usagers captifs, qui n'ont pas (ou plus) accès à la voiture automobile (jeunes et seniors).

Plusieurs de ces facteurs, et en tout premier lieu la grande vitesse ferroviaire, contribueront au transfert modal, c'est-à-dire à la migration des usagers actuels de la voiture automobile ou de l'avion vers le chemin de fer.

La Suisse bénéficie d'un excellent système de transport public à l'échelle nationale, régionale et locale; le concept Rail 2000 a fait ses preuves, en offrant des relations fréquentes et régulières sur l'ensemble du territoire. Dans le même temps s'édifie en Europe un vaste réseau de chemins de fer à grande vitesse (jusqu'à 350 km/h), reliant la plupart des métropoles.

Pour les auteurs des ouvrages « Plan Rail 2050. Plaidoyer pour la vitesse » [Mange *et al.* 2010] et « Bahn-Plan 2050. Mehr Tempo für die Schweiz » [Mange *et al.* 2012], la vision est claire : la Suisse doit s'intégrer au réseau européen dans les cinq directions-clefs de Karlsruhe, Munich, Milan, Lyon, Paris, et doit développer sur son territoire deux axes à grande vitesse, d'ouest en est, de Genève à Constance et Saint-Gall, et du nord au sud, de Bâle à Chiasso par Zurich et le tunnel de base du Saint-Gothard. Ces deux axes se superposent au réseau actuel qui, loin d'être démantelé, sera irrigué et régénéré par ces lignes nouvelles.

A1.2 Grande vitesse ferroviaire : luxe ou nécessité ?

Dans le contexte économique et politique actuel, nombreux sont ceux qui doutent de l'intérêt, pour la Suisse, d'introduire des lignes rapides. Mais il y a au moins sept raisons qui plaident en faveur de la grande vitesse ferroviaire dans ce pays.

La première raison est la plus évidente mais, paradoxalement, la moins visible : il existe déjà en Suisse des tronçons de ligne à grande vitesse, parcourus à 200 km/h entre Mattstetten et Rothrist (ligne Berne–Olten) ou conçus pour 250 km/h (tunnel de base du Lötschberg, futurs tunnels de base du Saint-Gothard et du Monte Ceneri) ; le potentiel de ces tronçons – enchevêtrés dans le réseau actuel et parcourus par des trains classiques – n'est pas pleinement utilisé.

La deuxième raison est la nécessité pour la Suisse de participer à part entière au développement du réseau européen à grande vitesse dans lequel la plupart de nos voisins (France, Espagne, Benelux, Allemagne, Italie) sont impliquées : la Suisse, au centre de gravité du réseau européen, ne s'y intègre pas encore.

La troisième raison est celle de l'avenir de la Suisse ; ses ambitions économiques, financières et scientifiques sont toujours claires : elle veut et doit figurer dans le peloton de tête. Une telle position implique des infrastructures irréprochables, dont font partie aujourd'hui les lignes à grande vitesse.

La quatrième raison concerne le développement durable et la protection de l'environnement. Le transport ferroviaire entraîne une dépense énergétique modeste par passager transporté ; grâce à la grande vitesse sur rail, le chemin de fer peut remplacer l'avion sur des distances de 1'000 kilomètres ou plus, avec un bilan écologique beaucoup plus favorable. Chaque minute gagnée sur un parcours donné attire des usagers supplémentaires.

La cinquième raison est d'ordre sociologique. Des déplacements plus rapides deviennent indispensables pour les nouveaux pendulaires à grande distance, qui cherchent à concilier une vie de famille sédentaire avec une activité éloignée du domicile : c'est le paradoxe du nomadisme professionnel [Kaufmann 2008].

La sixième raison est d'ordre politique et économique : c'est l'effet réseau. Le matériel roulant à grande vitesse est universel et peut donc irriguer sans transbordement les lignes classiques à partir des axes rapides : l'ensemble du réseau profite des améliorations de vitesse des lignes nouvelles (la ligne de TGV Lausanne–Paris, par exemple, emprunte un axe à grande vitesse de Montbard à Paris sur un tiers seulement du parcours complet).

La septième raison est d'ordre technique. La mise en service d'un axe à grande vitesse libère des sillons sur le réseau classique au profit du trafic local, régional ou de fret.

ANNEXE 2

STRATÉGIE FERROVIAIRE DU CONSEIL FÉDÉRAL

Selon le message FAIF (financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire), la position du Conseil fédéral est aujourd'hui la suivante [Message 2012] :

«6.3.1.3 Base : perspective à long terme pour le chemin de fer

L'objectif est de préserver et même de renforcer l'attrait de la place économique suisse. Il s'agit en outre de donner un caractère durable au développement du territoire, de l'économie et du tourisme. C'est dans cette optique qu'a été élaborée une perspective à long terme pour les chemins de fer (...). Le développement prévu pour le réseau ferroviaire comprend trois étapes :

1. renforcer et compléter le système des nœuds par un horaire cadencé intégral ;
2. augmenter la fréquence de desserte des gares et étendre les capacités ;
3. relever la vitesse de circulation sur certaines lignes.

Une augmentation marquée de la vitesse de circulation conformément au troisième point constitue un objectif à plus long terme (2040 environ). Cependant, les aménagements ferroviaires réalisés d'ici là ne devront pas entraver une évolution vers des vitesses plus élevées. »

La prise de position du Conseil fédéral, postérieure à la première version du Plan Rail 2050 [Mange *et al.* 2010], confirme la stratégie adoptée dans notre étude.

ANNEXE 3

LIGNE À GRANDE VITESSE

Sur le plan européen, une ligne à grande vitesse (LGV) est un axe ferroviaire spécialement aménagé pour permettre la circulation de trains roulant à 220 km/h ou plus. Une telle ligne est caractérisée par [lgv paca 2008] :

- Un roulement roue sur rail, à l'écartement normal européen (1'435 mm).
- Une vitesse maximale supérieure ou égale à 220 km/h, impliquant notamment des courbes à grand rayon (1'500 m pour 200 km/h, 4'500 m pour 300 km/h, 6'250 m pour 350 km/h) et une caténaire adaptée; la limite supérieure de cette vitesse est aujourd'hui arrêtée à 350 km/h.
- Un entraxe (distance entre les axes des deux voies) égal à 4,2 mètres au moins, pour limiter l'effet de souffle au croisement de deux trains (de 4,5 à 4,8 m pour 350 km/h).
- Une déclivité maximale de 35‰.
- La séparation des voies pour les tunnels longs (deux tubes) et/ou l'aménagement de puits de décompression pour limiter les effets de surpression; pour les tunnels à 1 tube, la section d'air peut varier de 60 m² (200 km/h) à 71 m² (270 km/h), tandis que pour les tunnels à 2 tubes, cette section peut varier de 2 × 50 m² (270 km/h) à 2 × 59 m² (350 km/h).
- Des dispositifs de sécurité incluant la signalisation embarquée dans la cabine de conduite; le système ETCS (European train control system) de niveau 2 constitue la norme européenne garantissant l'interopérabilité, c'est-à-dire la circulation sur l'ensemble des LGV européennes.
- Des distances de plusieurs dizaines de kilomètres entre gares.
- Des stations intermédiaires –pouvant être traversées sans arrêt– conçues avec une séparation physique complète des voies d'arrêt et des voies de passage.
- Une clôture complète sur l'ensemble du tracé et l'absence de tout passage à niveau.

La caractéristique la plus importante de la grande vitesse (suisse ou européenne) est la compatibilité totale entre les lignes nouvelles –satisfaisant aux critères énumérés plus haut– et le réseau classique; cette particularité garantit l'absence de rupture de charge (transbordement) et permet la desserte fine du réseau existant (en particulier des gares historiques) à partir du réseau à grande vitesse.

ANNEXE 4

LE NOUVEAU FONDS D'INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE FIF

En mars 2011, le Conseil fédéral a mis en consultation son projet de message FAIF (financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire) [Message 2012] comme contre-projet direct à l'initiative populaire «Pour les transports publics». Après amendements par le Parlement et retrait de l'initiative, ce projet a été soumis au peuple et accepté le 9 février 2014.

Dans son contre-projet FAIF, la Confédération reprend et transforme l'actuel fonds FTP (financement des projets d'infrastructure des transports publics), limité dans le temps, qui devient le nouveau fonds d'infrastructure ferroviaire FIF, à durée illimitée.

Le FIF est destiné à la fois au financement de l'exploitation et du maintien de la qualité du réseau (estimé à environ 60% pour 2025), au financement de l'extension de celui-ci (environ 24%) ainsi qu'au remboursement des avances (y compris les intérêts) consenties au précédent fonds FTP (environ 16%). Ses ressources proviennent du budget ordinaire de la Confédération et des cantons (convention de prestations Confédération-CFF, crédit-cadre et indemnisation en faveur des entreprises de transport concessionnaires), ainsi que des ressources actuelles du fonds FTP (taxe sur la valeur ajoutée, redevance sur la circulation des poids lourds et impôts sur les huiles minérales). S'y rajoutent trois contributions nouvelles, soit une contribution supplémentaire des cantons, une contribution des pendulaires – par le biais d'un plafonnement à 3'000 CHF des déductions fiscales des frais de déplacement dans le cadre de l'impôt fédéral direct – et une contribution des consommateurs, par le biais d'une nouvelle hausse de la taxe sur la valeur ajoutée, limitée à la période 2018-2030.

La contribution des usagers, via la hausse du billet entraînée par le relèvement du prix du sillon (300 millions), ne sera pas versée dans le FIF, mais soulagera directement les budgets des entreprises de transport (CFF Infrastructure dans le cas des CFF).

L'ensemble de ces entrées se monte à 5,03 milliards et se résume comme suit (en CHF par an, prix de 2010).

Budgets de la Confédération et des cantons (2,7 milliards)

- Contribution du budget ordinaire de la Confédération: 2,4 milliards (valeur indexée sur le produit intérieur brut et sur le renchérissement).
- Contributions actuelles des cantons pour les chemins de fer privés: 300 millions.

Ressources actuelles du fonds FTP (1,57 milliard)

- 1 pour mille de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) : 360 millions.
- 2/3 du produit de la redevance sur la circulation des poids lourds : 950 millions.
- Impôts sur les huiles minérales : 260 millions (limités à 2030, soit à la fin du remboursement des avances au FTP).

Contributions nouvelles (0,76 milliard)

- Contribution supplémentaire des cantons : 200 millions.
- Contribution des pendulaires, via l'impôt fédéral direct (2% des recettes) : 200 millions.
- Contribution des consommateurs, soit 1 pour mille de la TVA : 360 millions (limitée de 2018 à 2030).

Le total annuel des entrées se monte ainsi à 5,03 milliards, une somme à peu près équivalente aux engagements du FIF pour la même période (entre 4,5 et 5 milliards par an).

Le FAIF prévoit enfin un investissement de 6,4 milliards pour la 1ère étape d'aménagement (période 2017-2025) du PRODES (programme de développement stratégique) ; l'investissement total du PRODES jusqu'à 2050 est évalué à environ 42 milliards de francs (valeur 2008). Ces investissements sont bien entendu couverts par les produits du FIF sous la rubrique « extension du réseau ».

BIBLIOGRAPHIE

[Aubert 2008] L. Aubert, Le financement privé exploré pour la 3e voie. *24 heures*, 27 novembre 2008.

[bls 2013] bls, *Doppelspurausbau Mauss–Gümmenen: Saaneviadukt Studienauftrag im selektiven Verfahren*. Bern, April 2013.

[Bonnard 1975] Bonnard & Gardel, Compagnie d'études de travaux publics, *Liaison rapide Genève-Lausanne. Rapport intermédiaire*. CFF, Direction du 1er arrondissement CFF, Lausanne, juin 1975.

[Brühwiler 2012] E. Brühwiler, *Bodensee-Thurtal-Strasse (BTS) und Anschluss Oberlandstrasse (OLS) im Raum Oberaach. Studie über eine Linienführung des BTS entlang des SBB-Trassees*. Lausanne, 20. August 2012.

[Bultot 2009] E. Bultot, *Examen et projet d'élargissement du viaduc ferroviaire de Gümmenen*. Projet de Master, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 2009.

[Burnier 2011] D. Burnier, *Gare de Lausanne 2050: concepts d'extension*. Projet de Master en Génie civil, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 2011.

[Convention 1997] *Convention entre les CFF et l'Etat de Vaud, Ligne Berne–Lausanne–Genève et 3e voie Coppet–Genève*. Lausanne, 26 novembre 1997.

[Convention 2009] *Convention-cadre relative au développement de l'offre et des infrastructures sur la ligne Lausanne–Genève-Aéroport entre la Confédération, l'Etat de Vaud, la République et Canton de Genève et les CFF*. 21 décembre 2009.

[Danesi 2008] M. Danesi, Un groupe bancaire prépare une offre pour le financement de la 3e voie CFF. *Le Temps*, 15 octobre 2008.

[EMPD 2010] *Exposé des motifs et projets de décrets*. Canton de Vaud, octobre 2010.

[Ibáñez 2013] S. Ibáñez, *Etude prospective d'une ligne nouvelle Lausanne–Genève*. Projet de Master en Génie civil, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 2013.

[Kaufmann 2008] V. Kaufmann, *Les paradoxes de la mobilité*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2008.

[LDIF 2011] *Loi sur le développement des infrastructures ferroviaires (LDIF-GE)*. Etat de Genève, 27 janvier 2011.

[Léman 2012] *Léman 2030. Le rail, avenir de la Métropole lémanique*. Métropole lémanique, canton de Vaud, République et canton de Genève, Office fédéral des transports, CFF, 2012.

[Lettre 2012] *Lettre d'intention relative au développement des gares de Rolle, Gland, Nyon et Coppet entre l'Etat de Vaud, le Conseil régional du district de Nyon, la ville de Rolle, la ville de Gland, la ville de Nyon, la commune de Coppet et les CFF*. 22 novembre 2012.

[lgv paca 2008] *lgv paca. Conception technique générale: méthodologie*. RFF, juin 2008.

[Loi 2014] *Loi modifiant la loi sur le réseau des transports publics (LRTP)*. République et canton de Genève, 15 janvier 2014.

[Mange et al. 2010] D. Mange, J.-P. Ammann, G. Benz, F. Bründler, A. Faucherre, N. Helke, E. Loutan, B. Schereschewsky, Y. Trottet, J. Vernet, *Plan Rail 2050. Plaidoyer pour la vitesse*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2010.

[Mange et al. 2012] D. Mange, J.-P. Ammann, G. Benz, F. Bründler, M. Chatelan, G. Danielli, A. Faucherre, N. Helke, P. Hofmann, E. Loutan, J. Perrelet, B. Schereschewsky, P. Strittmatter, Y. Trottet, J. Vernet, *Bahn-Plan 2050. Mehr Tempo für die Schweiz*. Rügger Verlag, Zürich/Chur 2012.

[Mathieu 2013] G. Mathieu, J. Pavaux, M. Gaudry, *Evaluation de la contribution du réseau et de la politique ferroviaires à l'objectif du facteur 4. Déplacements des voyageurs à moyenne et longue distance*. Groupement GM-Consultant, JP Conseil, Marc Gaudry/inc, France, mars 2013.

[Message 2012] *Message relatif à l'initiative populaire « Pour les transports publics » et sur le contre-projet direct (Arrêté fédéral portant règlement du financement et de l'aménagement de l'infrastructure ferroviaire, FAIF)*. 18 janvier 2012.

[Protocole 2009] *Protocole d'accord entre le Conseil d'Etat du Canton et de la République de Genève et le Conseil d'Etat du Canton de Vaud*. Prangins, 2 avril 2009.

[TEC21 2013] TEC21, *Saaneviadukt erweitert*. sia, Nr. 25, 14. Juni 2013.

[Trottet 2011] Y. Trottet, E. Loutan, *Nouvelles lignes de chemin de fer à grande vitesse Roggwil-Alttetten & Olten-Schöftland*. citrap-vaud.ch, Lausanne, juin 2011.

[Vernet 2008] J. Vernet, *Problématique générale: tronçons Genève–Lausanne et Lausanne–Bern*. Montreux, 14 novembre 2008.

[Wuthrich 2009] B. Wuthrich, D'ici à 2040, la Suisse envisage d'investir 75 à 85 milliards dans ses transports. *Le Temps*, 30 octobre 2009.

Pages Internet

La page Plan Rail 2050 / Bahn-Plan 2050 de notre site Internet (<http://www.citrap-vaud.ch/nos-groupes-de-travail/gt-plan-rail-2050>) tient à jour l'actualité de la grande vitesse ferroviaire en Suisse, en allemand et en français, y compris notre projet Plan Rail 2050, tandis que la page Liens de ce même site (<http://www.citrap-vaud.ch/liens>) contient les adresses des principales compagnies, administrations et associations suisses liées aux transports publics.

NOTE SUR LES AUTEURS

La plupart des auteurs de ce rapport appartiennent à la section genevoise (CITraP Genève) ou à la section vaudoise (citrap-vaud.ch) de la Communauté d'intérêts pour les transports publics (CITraP), une association suisse (Interessengemeinschaft öffentlicher Verkehr Schweiz, IGöV Schweiz).

Ingénieur électricien, puis docteur ès sciences techniques de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, **Daniel Mange** a été nommé professeur dans cette Ecole où il a dirigé dès 1969 le Laboratoire de systèmes logiques. Dès 2005, il se consacre essentiellement aux transports publics ; à ce titre, il est secrétaire général de la citrap-vaud.ch et a dirigé la publication des livres « Plan Rail 2050. Plaidoyer pour la vitesse », paru en 2010 dans la collection « Le savoir suisse » des Presses polytechniques et universitaires romandes, et « Bahn-Plan 2050. Mehr Tempo für die Schweiz » paru en 2012 chez Rüegger Verlag.

Michel Béguelin a été cheminot aux CFF durant 23 ans (des gares à l'exploitation du 1er arrondissement), puis secrétaire syndical/rédacteur de l'hebdomadaire romand « Le Cheminot », conseiller national de 1987 à 1999, membre durant toute la période de la Commission des transports (président 1994-1995), membre de la délégation suisse auprès du Parlement européen lors de la mise en place de l'Accord de transit, puis conseiller aux Etats de 1999 à 2007 (président de la Commission de gestion pour l'affaire Swissair). Depuis les années 80, membre de la Commission romande de la ligne du Simplon, puis de Transalp 2005, puis de la Communauté d'intérêt de la ligne Simplon-Lötschberg (CISL), enfin d'OuestRail.

Eugen Brühwiler est ingénieur civil diplômé de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich. Il est professeur en maintenance, construction et sécurité des ouvrages à l'EPFL où il enseigne et dirige des recherches dans le domaine des structures existantes, en particulier des ponts. Entre 2005 et 2011, il a présidé le comité de pilotage du Programme national de recherche PNR 54 du FNS (Fonds national suisse de la recherche scientifique) sur la question du développement durable des agglomérations et infrastructures en Suisse. Il y développe un intérêt pour des nouvelles visions d'un développement durable des voies de transport. Spécialisé dans l'examen de la performance des ouvrages d'art existants, en particulier des ponts, il s'engage également en tant qu'expert fédéral pour les monuments historiques.

Passionné par les transports publics depuis son plus jeune âge, **Frédéric Bründler** a toujours souhaité faire carrière dans ce domaine. Très intéressé par les enjeux de la mobilité dans la région lausannoise, il publia en 2005 un premier rapport sur le retour du tramway à Lausanne. Ce rapport sera suivi de plusieurs autres études traitant de sujets similaires et bénéficiant d'un large écho dans les administrations publiques, les entreprises de transports publics ainsi que dans la presse. Travaillant aux tl (Transports publics de la région lausannoise) depuis 2007, il occupe actuellement un poste au sein du service de l'organisation de l'offre. Il collabore de près à la réalisation et à la mise en service de nombreux projets pour la mobilité dans l'agglomération lausannoise. En dehors de ses activités professionnelles, il a rejoint le comité de la citrap-vaud.ch en 2007 où il a siégé en qualité de président de 2010 à 2012.

Michael Chatelan est ingénieur civil diplômé de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, spécialisé en infrastructures, transport et mobilité. Passionné par ce domaine et après un stage chez CFF Infrastructure pour la gestion des grands projets, il travaille actuellement dans un bureau d'ingénieurs-conseils. Il est engagé dans diverses associations pour le développement d'une mobilité multimodale efficiente et milite pour l'entretien et l'extension de l'ensemble des infrastructures en Suisse.

Ingénieur civil diplômé de l'EPFL, **Pierre Hofmann** a fait une carrière en informatique, en Suisse et au Québec. Passionné dès son jeune âge par les chemins de fer et les transports publics, il milite activement au sein de diverses associations dans le domaine de la mobilité. Il est à ce titre vice-président de la section genevoise de la CITraP, membre du comité de la citrap-vaud.ch et membre du comité central de la CITraP Suisse.

Sara Ibáñez Porcar est en voie d'obtenir un diplôme en génie civil de l'Université polytechnique de Valence (Espagne). En 2011, attirée par la réputation de l'école, elle est arrivée à l'EPFL, prête à compléter son expertise en tant qu'ingénieur en transports. Son travail à côté du Dr Panos Tzieropoulos et l'équipe du LITEP lui permettent de réaffirmer sa passion pour ce domaine. À l'heure actuelle son objectif vise à continuer sa formation et travailler pour le développement d'un transport de qualité dans la société du 21^e siècle.

Ingénieur en planification de la mobilité et des transports, **Eric Loutan** se passionne pour les enjeux de l'évolution des déplacements et de l'urbanisation. Il planifie la réorganisation des transports cargos de la Poste Suisse en 2000. Il développe aussi des projets en Afrique. En 2007, Eric Loutan projette un tracé ferroviaire Lausanne–Berne très attractif par la Broye. Chargé de cours à l'Université de Savoie (Master transports), il anime également un atelier transfrontalier étudiant la mobilité sur le territoire Rhône–Alpes–Léman.

Boris Schereschewsky est originaire de Zurich. Il a été responsable de l'organisation et du développement des stages linguistiques et professionnels à l'étranger du Département de l'instruction publique de Genève de 1978 à 2007. Préoccupé depuis de nombreuses années par les questions du développement ferroviaire, il est vice-président de l'Association lémanique pour la promotion du rail (alprail).

Yves Trottet a obtenu le titre d'ingénieur mécanicien HES (Haute école spécialisée) en 1985. En 1998, il a obtenu le diplôme postgrade EPFZ, EPFL, HSG (Hochschule St. Gallen) « Risque et Sécurité » ainsi que l'équivalence EPF (Ecoles polytechniques fédérales) d'ingénieur mécanicien (Registre A). Depuis 2002, il est expert agréé par le Ministère français des transports pour établir des rapports de sécurité et a déjà, dans ce cadre, expertisé une quarantaine d'ouvrages. Partenaire au sein d'un grand bureau suisse d'ingénieurs, il dirige l'unité d'électromécanique composée de plus de trente collaborateurs.

Ingénieur en génie civil formé à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, **Rodolphe Weibel** a participé avec deux associés à la création en 1975 d'un bureau généraliste d'ingénierie dont il a partagé la direction jusqu'en 2005. Dans ce cadre, il a développé en 1989 le projet de mise à niveau de la ligne ferroviaire traversant le Jura entre Dole et le plateau suisse pour intégrer la Suisse au réseau de lignes à grande vitesse; il a conclu cette entreprise en 1993 par la publication de « La Suisse romande à la croisée des chemins de fer », Georg Editeur SA à Genève. Resté depuis lors intéressé aux infrastructures de transport, il a publié en 1999, chez Georg, un essai intitulé « Vérité des prix : une micro-économie des transports ». Plus récemment, dès 2011, c'est la question du Gothard qui a suscité son intérêt : faisant l'hypothèse que la réalisation du tunnel de base aurait pour conséquence de rendre inutilisé le tunnel historique entre Airolo et Göschenen, il a proposé que la transformation de celui-ci en tunnel routier soit examinée.

Ligne ferroviaire nouvelle

entre Genève et Lausanne

Avec le Grand Zurich, la Métropole lémanique est la région de Suisse qui connaît aujourd'hui le plus fort développement économique et démographique. La congestion des axes routiers et ferroviaires est l'une des conséquences négatives de cette vitalité; pour le rail, les CFF prévoient le doublement du nombre des voyageurs sur l'axe Genève–Lausanne entre 2010 et 2030.

Pour un investissement compris entre 3,8 et 4,4 milliards de francs, les auteurs de ce rapport proposent la construction d'une ligne à double voie entièrement nouvelle, reliant Genève à Renens sans station intermédiaire et à l'écart du tracé historique. Un tel aménagement offrirait les prestations suivantes qui sont exclues de l'actuel projet de 3e voie:

- La sécurité de l'exploitation, par le doublement de l'axe Genève–Renens; Genève ne sera plus coupée du restant de la Suisse en cas d'incident ou d'accident sur l'une des lignes.
- La stabilité de l'horaire, par une stricte répartition du trafic à longues distances sur la ligne nouvelle et du trafic interrégional, régional et de fret sur la ligne historique.
- L'élimination de tous les problèmes transitoires créés par un chantier de longue durée sur la ligne historique en exploitation.
- La capacité, avec un axe à 4 voies au moins de Genève à Lausanne; ce surcroît de capacité permet la restauration du trafic régional de Coppet à Allaman via la ligne historique, et la réouverture de six stations, de Founex à Perroy, avec leurs parkings d'échange.
- La possibilité d'introduire des trains rapides compatibles avec les standards du réseau européen à grande vitesse.

Les auteurs plaident donc pour l'insertion de la planification de la ligne nouvelle Genève–Lausanne dans la 1ère étape de FAIF (financement et aménagement de l'infrastructure ferroviaire), pour une nouvelle convention Genève-Vaud assurant le préfinancement de ce chantier et, enfin, pour la réalisation immédiate d'un avant-projet à l'aide des 16 millions de l'actuelle convention Genève-Vaud dévolus jusqu'à ce jour à l'étude des tronçons Gland–Rolle et Allaman–Renens du projet de 3e voie.