

GYMNASE PROVENCE
TRAVAIL DE MATURITE 2015

Les limites intrinsèques du nœud ferroviaire Lausanne-Renens

Répondant
Javier Iglesias

Philippe Dubuis

Lausanne, le 13 novembre 2015

1. Résumé	3
2. Introduction	4
3. Principe de gestion du trafic ferroviaire	5
3.1. Bureau de l'horaire	5
3.2. Régulateur	6
3.3. Aiguilleur	6
3.4. Chef de circulation	7
3.5. Spécialiste information	7
4. Le nœud ferroviaire Lausanne-Renens actuel	8
5. Limites actuelles du trafic sur trois voies	9
5.1. Option possible afin d'augmenter la capacité du trafic	10
6. Le projet Léman 2030	11
6.1. Eléments principaux du projet Léman 2030	12
6.2. Conflits C1 et C2	14
6.3. Résolution des conflits C1 et C2	15
6.4. Pourrait-on se passer du saut-de-mouton ?	16
6.5. Bénéfices du projet Léman 2030	17
7. Conclusion	18
8. Crédits photo	19
9. Remerciements	19
10. Annexes	20
10.1. Calcul de la cadence maximale théorique	20
10.1.1. Sur trois voies	20
10.1.2. Sur quatre voies	20
10.2. Fonctionnement d'un tableau horaire	20
10.3. Suppression de trains	21
10.4. Lexique ferroviaire	21

1. Résumé

En 2010, les CFF et leurs partenaires se sont lancés dans une réflexion visant à désengorger le trafic de la région lausannoise. Ce projet intitulé Léman 2030 sera pleinement opérationnel, comme son nom l'indique, en 2030 et constitue une contribution majeure à la construction d'une véritable métropole lémanique¹. Il permettra en effet d'absorber la future augmentation de pendulaires. Ce TM est l'occasion de revenir en première partie sur le mode de gestion du trafic ferroviaire actuel.

La deuxième partie du TM traite du projet Léman 2030 et explique en quoi la quatrième voie et ses éléments spécifiques tels que le saut-de-mouton sont indispensables à l'évolution du trafic ferroviaire dans les décennies à venir. Ainsi, grâce à l'ajout de la quatrième voie et la modernisation de toutes les installations de sécurité sur les trois voies actuelles, le temps de distancement² de 3 à 5 minutes passera à 2 minutes. Le nombre de sillons³ augmentera ainsi de 32 à 96, ce qui optimisera le trafic futur. Les nouvelles lignes S5 et S6 circuleront sans engendrer des retards sur d'autres trains. Cela permettra aussi à toutes les lignes de RER de s'arrêter à la halte de Prilly-Malley.

Le saut-de-mouton quant à lui résoudra le conflit actuel à la tête Est de la gare de Lausanne provoqué par les nombreux cisaillements⁴ des trains entrant et quittant la gare. Grâce à ce saut, le trafic pourra être mixé de telle façon que les trains entreront en gare de Lausanne directement sur la bonne voie réduisant ainsi au maximum les cisaillements à la tête Est. Pour que cela fonctionne, la quatrième voie est indispensable afin de garantir un sens de marche unique sur chacune des quatre voies.

Quant aux deux gares aux extrémités du nœud ferroviaire, Renens subira de grandes modifications dans le but de faciliter l'accès aux voyageurs. A Lausanne, la gare sera remodelée de fond en comble pour ce qui est de l'accès aux quais par les voyageurs et sera, au niveau des rails et aiguillages, fortement simplifiée grâce au saut-de-mouton qui servira à mixer le trafic à la place des nombreux aiguillages des têtes Est et Ouest.

Ainsi, le projet Léman 2030 ajoutera de la densité, de la fluidité, mais également du confort aux usagers qui seront toujours plus nombreux dans cette métropole lémanique qui se bâtit.

¹ <http://www.metropolelemanique.ch/docs/10-04-14-presentation-Broulis.pdf>, le 4 octobre 2015.

² Temps minimum admis entre deux trains.

³ Autorisation à faire circuler un train défini en termes de poids, longueur et profil sur une ligne donnée du réseau ferroviaire selon des horaires précis.

⁴ Circulation d'un train croisant une voie et donc empêchant un autre train de circuler sur cette voie.

2. Introduction

Chaque jour, il est possible d'observer depuis le Gymnase Provence des dizaines de trains qui parcourent une grande partie de la Suisse. Ces dizaines de trains transitant à travers la Suisse et la Romandie empruntent pour la plupart l'axe Renens-Lausanne, l'un des axes ferroviaires les plus importants du pays. Cette liaison, composée de trois voies, est en pleine mutation. Les CFF et le canton de Vaud planifient l'ajout d'une quatrième voie afin de fluidifier le trafic et de passer à la cadence « quart d'heure » pour ce qui est des trains régionaux du canton. L'avantage de cette nouvelle voie est de pouvoir garantir un sens de marche défini sur chacune des voies (2 voies par sens) et de séparer ainsi le trafic qui arrive et part en gare de Lausanne pour la Suisse-Allemande et le Valais.

A travers ce TM, nous nous intéresserons à la situation présente de l'axe Renens-Lausanne en décrivant ses limites, notamment en estimant les limitations des infrastructures actuelles dont le nombre maximal de trains que l'on peut faire rouler sur la liaison Renens-Lausanne. Nous analyserons en quoi les trois voies actuelles sont insuffisantes au futur trafic, ce qui est une des limitations majeures à laquelle répond la construction d'une quatrième voie munie d'un «saut-de-mouton⁵».

Pour bien comprendre les limitations imposées par la situation actuelle, il nous faut tout d'abord bien comprendre le fonctionnement de la gestion du trafic, et des procédures permettant de moduler le trafic : l'ajout de trains, suppression de trains et gestion des urgences sur le rail.



Figure 1 : Train spécial de matériel vide roulant entre Berne et Sion via Lausanne-Triage, ici à la hauteur du gymnase Provence sur la voie 300. Ces deux locomotives BR 193 de type Vectron, destinées au trafic BLS Cargo, seront testées entre Sion et Sierre.

⁵ Pont ferroviaire permettant à une ou plusieurs voies d'en croiser une ou plusieurs.

3. Principe de gestion du trafic ferroviaire

La gestion du trafic ferroviaire est très complexe et organisée de façon précise, faisant intervenir de nombreux acteurs. Aussi, avant d'entrer dans le cœur du sujet, il est essentiel de comprendre les problématiques relatives à la régulation et à l'exploitation du trafic et quels en sont les intervenants.

3.1. Bureau de l'horaire

Contrairement à ce que l'on peut penser, le trafic ferroviaire est tout à la fois rigide, tenu à des horaires stricts, et dynamique. Tous les jours des trains supplémentaires circulent sur le réseau Suisse. Il en existe deux types: le premier concerne les trains annoncés 24 heures à l'avance. Dans ce cas, c'est le bureau de l'horaire qui s'en occupe. Il doit trouver un sillon, et créer ensuite la marche de ce train supplémentaire sur un tableau horaire en veillant à ce qu'il ne pèjore pas la marche d'autres trains. Il est à noter qu'en Suisse, le temps de sécurité entre 2 trains ne peut pas être inférieur à 2 ou 3 minutes, tout dépend de l'équipement de sécurité installé sur le tronçon.

Le deuxième type de train supplémentaire est celui annoncé au minimum 90 minutes avant qu'il ne parte (souvent un train de chantier exceptionnel). Cette tâche est traitée par le Bétrano⁶ qui fait le même travail que le bureau de l'horaire mais dans un temps très limité.

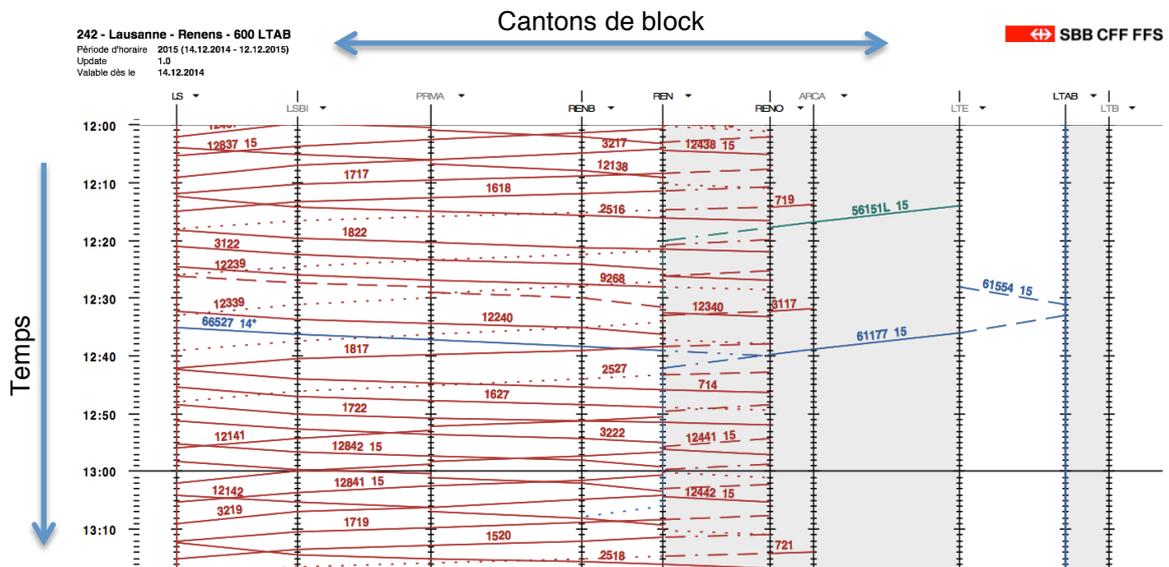


Figure 2 : Extrait d'un tableau horaire de la ligne Lausanne-Renens avec les différents trains représentés par les diagonales. Ce type de tableau horaire est publié chaque année par le bureau de l'horaire au moment du changement d'horaire et c'est ce type de tableau (mais cette fois-ci informatisé) que le régulateur doit gérer.

Pour comprendre comment fonctionne un tableau horaire, voir l'annexe 10.2.

⁶ Personne s'occupant de trouver le plus rapidement possible un sillon libre pour un train annoncé au minimum 90 minutes avant qu'il ne parte.

3.2. Régulateur

Chaque tronçon se voit affecter un régulateur dont le rôle principal est de décider quel train va rouler et quel train va s'arrêter. Il déplace lui-même les différents parcours de trains sur les tableaux horaires des lignes en question, en fonction de leur retard ou avance de sorte que deux trains ne se percutent pas. Ainsi si un train a du retard, le régulateur va d'abord privilégier les trains à l'heure puis il va essayer de trouver le plus rapidement possible un sillon libre afin de laisser partir le train en retard. Dans le cas du trafic voyageur, un train en retard est retardé plus encore voire même supprimé (cf. annexe 11.3 sur la suppression des trains) en gare étant donné que les trains à l'heure sont toujours privilégiés par rapport aux trains en retard.

Les horaires des trains de marchandises sont établis de telle façon que ces derniers sont immobilisés dans certaines gares le temps nécessaire afin de rattraper un éventuel retard ou corriger une avance.

Le régulateur a également comme tâche de décider en cas de retard d'un train si oui ou non, la correspondance est maintenue. En cas de retard, les correspondances des trains régionaux actuels (S1, S2, S3, S4, S11, S21, S31) ne sont jamais conservées. Elles le sont normalement pour les RE, ICN, IR, IC et EC si le retard n'excède pas les 10 minutes tout en sachant que l'on réserve quatre minutes aux usagers pour effectuer un changement de train, ce qui est suffisant pour traverser complètement la gare de Lausanne, soit de la voie 1 à la voie 9.



Figure 3 : Poste régulateur pour la région Léman (Riviera, Lausanne, Lausanne Ouest et Venoge) se trouvant au Centre d'Exploitation Ouest (CEO), à l'Avenue de la Gare, Lausanne.

3.3. Aiguilleur

A l'horizon 2025, la gestion de tout le réseau suisse sera concentrée sur quatre lieux: à Olten et Zürich pour la Suisse alémanique, à Lausanne pour la Suisse romande et à Pollegio pour la Suisse italienne. Le poste d'aiguilleur est de ce fait en train de disparaître.

A ce jour, il existe encore quelques postes d'aiguillages tels qu'à Lausanne, Renens ou Payerne.

Le travail d'un aiguilleur consiste à aiguiller les trains passant dans sa gare d'attache et à assurer les différentes manœuvres. A Lausanne, l'aiguilleur ne va

pas directement obéir au régulateur, mais va passer par le chef de mouvement qui lui donnera l'autorisation de rentrer ou sortir les trains en gare par l'illumination d'un bouton correspondant à la voie qu'il doit emprunter et d'un autre bouton correspondant à la voie de sortie ou d'entrée du train en gare. L'aiguilleur aura comme rôle de dessiner, à partir de l'illumination de ces boutons, le parcours du train. Si l'aiguilleur n'a aucune contrainte quant à la mise en place du parcours du train, il n'aura qu'à appuyer ou tirer les deux boutons illuminés par le chef de mouvement pour que le Domino 55⁷ crée un itinéraire préférentiel (le plus court). Par contre, en cas de longs trains qui peuvent péjorer le bon déroulement du passage d'autres trains en gare, l'aiguilleur doit lui-même créer un itinéraire préférentiel grâce aux "signaux nains" (signal utilisé uniquement pour la manœuvre).



Figure 4 : Poste d'aiguillage de la gare de Lausanne de type Domino 55.

3.4. Chef de circulation

Dans la majorité des gares en Suisse, ce sont des chefs de circulation qui remplacent les aiguilleurs. Ces chefs de circulation seront concentrés à Lausanne et à Olten et géreront plusieurs gares en même temps alors qu'auparavant, il y avait un ou plusieurs aiguilleurs par gare pour faire ce travail.

3.5. Spécialiste information

Le spécialiste information est responsable de communiquer les informations aux usagers des trains. Son rôle est de mettre et de garder continuellement à jour les systèmes d'information optiques et acoustiques.

Si un train est dévoyé⁸, supprimé, retardé ou si sa composition est changée, c'est au spécialiste information que revient la tâche d'informer la clientèle.

⁷ Poste d'aiguillage

⁸ Changé de voie.

4. Le nœud ferroviaire Lausanne-Renens actuel

Le nœud ferroviaire Lausanne-Renens, emprunté journalièrement par environ 50'000⁹ pendulaires, est constitué de 3 voies et, depuis le 29 juin 2012, d'une halte au centre du nœud, celle de Prilly-Malley qui relie les gares de Renens et Lausanne qui elles-mêmes sont connectées au reste de la Suisse.

Tous les jours, plusieurs dizaines de trains circulent à travers ce nœud pour rejoindre les quatre coins de la Suisse. Lors des heures de pointe, on dénombre pas moins de 30 trains par heure, soit un train toutes les 2 minutes circulant sur une des trois voies.

A travers ce nœud circulent des lignes très importantes telles que les IC Genève-Aéroport – St-Gall, les ICN Lausanne – Bâle CFF/St-Gall, les IR Genève-Aéroport – Brig et même les EC Genève – Milan, qui sont très utilisées par les pendulaires. Entre Lausanne et Renens circulent aussi les six lignes de RER ainsi que les deux lignes de RE permettant aux pendulaires de rejoindre rapidement une grande partie du canton de Vaud.

A ce jour, l'offre proposée par les CFF aux pendulaires utilise quasi-complètement l'infrastructure à disposition laissant très peu de possibilités d'ajouter des trains.

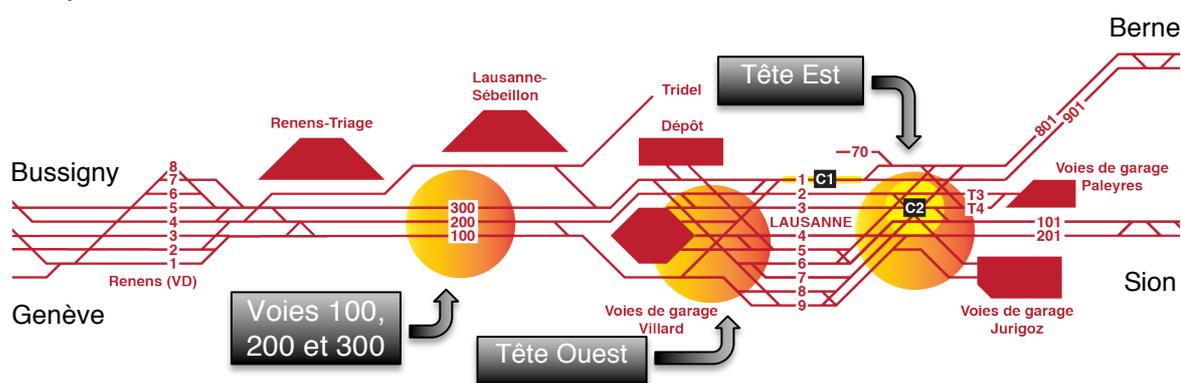


Figure 5 : Schéma de la ligne actuelle Renens-Lausanne.

La figure 5 décrit la ligne ou nœud Renens-Lausanne. On peut voir la tête Est de la gare de Lausanne où le trafic ferroviaire est mixé en grande partie afin d'être dirigé dans la direction de Berne ou du Valais, et dans la direction opposée soit pour Genève ou Bussigny.

La voie 100 a normalement un sens défini. Elle est utilisée par les trains allant en direction de Renens, la 300 pour ceux allant en direction de Lausanne.

Les voies 200 et 300 ont un sens variable et servent de complément aux deux autres voies. Si la voie 300 doit être utilisée dans le sens inverse pour une raison quelconque, la 200 accueille le trafic de la 300. Sinon, elle est utilisée en fonction des trains qui roulent. Si deux trains circulent en même temps en direction de Renens, ces deux trains circuleront sur les voies libres en fonction de la disponibilité momentanée comme par exemple l'après-midi vers 15h45 lorsque l'EC part en même temps que l'ICN de Lausanne. Même processus dans le sens inverse.

⁹ <http://www.cff.ch/groupe/entreprise/projets/extension-du-reseau-ferroviaire/projets-en-suisse-romande-et-en-valais/leman-2030/apercu/leman.html>, le 17 octobre 2015.

La voie 200 est aussi empruntée par les trains allant en direction du Valais et s'arrêtant sur les voies 3 à 6 de la gare de Lausanne afin de limiter les cisaillements sur la tête Ouest de la gare.



Figure 6 : Photo prise à l'entrée Ouest de la gare de Lausanne montrant les voies 100, 200 et 300 de gauche à droite.

5. Limites actuelles du trafic sur trois voies

Le trafic entre Lausanne et Renens utilise actuellement aux heures de pointe environ 75 % de la capacité des trois voies, soit environ 32 sillons sur les 42 sillons théoriques¹⁰.

L'offre des CFF pour 2019¹¹ est augmentée en prévoyant l'ajout de deux nouvelles lignes de RER (S5 et S6) et un arrêt pour chaque ligne de RER (S1, S2, S3, S4, S5 et S6) à Prilly-Malley.

Pour rendre possible cette nouvelle offre, les CFF ont dû repenser le nœud ferroviaire Lausanne-Renens, et ont conclu qu'il était impératif de construire une quatrième voie.

Théoriquement, il reste sur les 42 sillons une dizaine de sillons disponibles pour des trains spéciaux ou trains de marchandises. Pour répondre au besoin généré par l'ajout des deux nouvelles lignes S5, S6 et l'arrêt de toutes les lignes RER à Prilly-Malley, 12 sillons supplémentaires sont nécessaires. Sachant que chaque train s'arrêtant à Prilly-Malley utilise deux sillons du fait du temps d'arrêt à la halte, on peut ainsi faire le calcul suivant :

32 sillons actuels + 4 sillons (arrêt S2 et S4) + 8 sillons (S5 et S6) = 44 sillons.

Sachant que la capacité maximale théorique supportée actuellement par les trois voies est de 42 sillons par heure, il manquerait 2 sillons pour satisfaire cette nouvelle offre prévue pour 2019. Ce calcul ne tient pas en compte des imprévus inévitables (ajout de trains, trains spéciaux, transport de marchandises). Il est donc impossible avec les trois voies actuelles de contenir tout ce trafic futur.

¹⁰ Voir annexe 10.1.1.

¹¹ <http://urlz.fr/2DmC>, le 27 juillet 2015.

5.1. Option possible afin d'augmenter la capacité du trafic

Une solution possible consisterait à renouveler tous les équipements de sécurité afin de passer à un distancement de sécurité de 2 minutes. On augmenterait ainsi le nombre de sillons disponibles à 72, et répondrait donc potentiellement à l'offre de 2019.

Pourquoi cette solution n'a-t-elle pas été retenue? Elle n'aurait permis qu'une petite augmentation de sillons, ce qui n'aurait engendré qu'une faible augmentation du trafic.

Une quatrième voie dotée d'un saut-de-mouton serait alors la solution.

Pour comprendre l'enjeu de cette nouvelle voie, il faut considérer un périmètre plus large. A chaque extrémité de ce tronçon se trouvent deux nœuds ferroviaires importants, Lausanne et Renens où convergent les lignes du Valais et de Berne ainsi que les lignes de Neuchâtel et de Genève, ce qui entraîne un grand nombre de cisaillements.

Ainsi lorsqu'un IR venant de Lucerne via Berne entre en gare de Lausanne, il doit s'arrêter à quai sur la voie 7 pour ensuite emprunter la voie 100¹². Il va donc devoir cisailer une grande partie de la tête Est de la gare de Lausanne, ce qui va empêcher les autres trains (IR, EC, S, ICN) de sortir, entrer ou manœuvrer en gare. Ce scénario se répètera plusieurs fois par heure, environ 15 fois par heure, soit toutes les quatre minutes. On passerait à 17 cisaillements par heure en 2019 avec l'ajout des lignes S5 et S6 limitant tout autre mouvement.

Pour remédier à ce problème de cisaillements à la tête Est du nœud, un saut-de-mouton est impérativement nécessaire afin de mixer le trafic (voir chapitre 6.2).

A ce jour, l'horaire est construit de telle façon que les trains peuvent avoir une certaine marge de retard sans préteriter le trafic ferroviaire et cisailent sans problème la tête Est de la gare de Lausanne. Une hausse de trafic ne le permettrait plus car plus aucune marge de retard ne pourrait alors être admise¹³.

Enfin, concernant les trois voies, s'il devait y avoir le moindre souci sur l'une d'elles, le trafic serait amené à transiter sur deux voies, une pour chaque sens, ceci alors qu'avec trois voies disponibles, il est possible de compter sur la voie 100 avec un sens de marche défini et les voies 200 et 300 avec un sens de marche variable. Dans cette éventualité, avec deux voies disponibles aux heures pleines, on arriverait à la cadence d'un train toutes les 4 minutes (~30 trains par heure) si on ne tient pas compte des retards dus aux passagers, à l'infrastructure (halte Prilly-Malley) et aux travaux. Ainsi, on peut donc rapidement cumuler des minutes et pénaliser de ce fait tous les autres trains.

Tout ceci explique la nécessité d'une quatrième voie et de la construction d'un saut-de-mouton.

¹² Voir figure 5.

¹³ Source : régulateur CFF au CEO, 23 juin 2015.

6. Le projet Léman 2030

Le projet de la quatrième voie est né en 2010 dans le «Plan cadre Lausanne 2010» traitant de l'infrastructure nécessaire au développement futur du trafic ferroviaire entre Cossonay, Allaman et Lausanne. Dans ce cadre, les cantons de Vaud, de Genève et les CFF ont échafaudé le projet Léman 2030 dont le coût avoisine le milliard de francs pour la seule infrastructure ferroviaire. Le cadre de ce projet a été élargi à la rénovation des gares, l'ajout d'une quatrième voie et d'un saut-de-mouton. Ce coût a été additionné à celui de différents autres projets de développement ferroviaire en Suisse donnant naissance au paquet d'investissement intitulé FAIF¹⁴ dont le montant cumulé est de 3 milliards. Le 9 février 2014, le projet FAIF a été approuvé par 62% des citoyens suisses¹⁵ demandant à la confédération de libérer ces 3 milliards¹⁶.

Qui dit amélioration de la ligne, dit aussi amélioration des gares. Ainsi, tant la gare de Lausanne que celle de Renens vont connaître de grands changements dans les années 2015 à 2030.



Figure 7 : Projection du futur saut-de-mouton se trouvant à la hauteur du dépôt TL à Malley. L'ICN, roulant en direction de Renens, empreinte la voie 580, soit le saut-de-mouton, qui lui permet d'enjamber les voies 380 et 480.

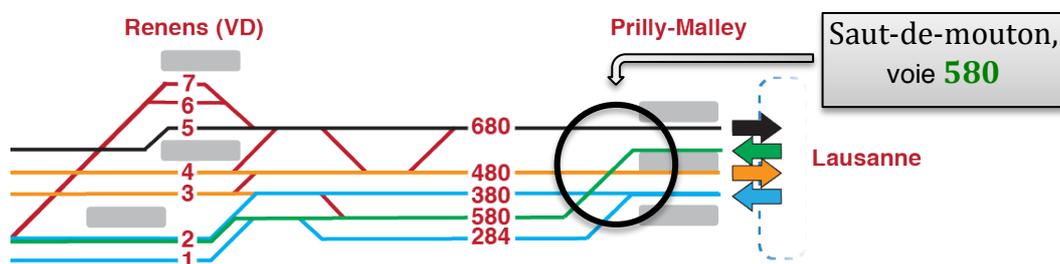


Figure 8 : Schéma des quatre voies et du saut-de-mouton enjambant les voies 380 et 480.

¹⁴ FAIF : Projet de Financement et d'Aménagement de l'Infrastructure Ferroviaire.

¹⁵ <http://www.bav.admin.ch/fabi/04576/index.html?lang=fr>, le 25 juillet 2015.

¹⁶ <http://www.lematin.ch/suisse/Genève-et-Vaud-profileront-des-milliards-du-rail/story/28044387>, le 6 octobre 2015.

La gare de Lausanne va être modifiée en profondeur. Les quais vont être agrandis, la marquise¹⁷ va être déplacée de plus d'un mètre vers le nord, le faisceau de voies de garage Villard¹⁸ va disparaître au profit de l'arrivée de la 4^e voie et la gestion du trafic en gare va être simplifiée par la suppression d'un grand nombre d'aiguillages.

Concernant la gare de Renens, il est prévu de la modifier surtout au niveau des quais qui vont être rehaussés, agrandis et leur accès sera amélioré grâce à la création d'une passerelle côté Ouest et d'un second passage sous-voies. Ceci améliorera donc le confort d'utilisation, mais également l'accessibilité, cette gare étant l'une des dernières importantes à ne pas offrir d'accès libre à des personnes à mobilité réduite.

De plus, toutes les installations ferroviaires et la signalisation seront remises à neuf, celles-ci arrivant en fin de vie et ne répondant plus aux attentes du projet Léman 2030 en terme de sécurité. A la hauteur des IRL (Ch. du Clozel, Renens), un tout nouveau bâtiment a d'ailleurs été construit entre 2014 et 2015 par les CFF afin de centraliser les installations de sécurité et ainsi permettre aux trains de rouler à une cadence de deux minutes.

6.1. Eléments principaux du projet Léman 2030

Dans le cadre du projet Léman 2030, la quatrième voie est l'élément central qui permettra d'absorber l'augmentation de trafic. Cependant comme indiqué plus loin dans le chapitre 6.4., à elle-seule, la quatrième voie ne résoudra pas les problèmes de la future augmentation du trafic. Elle augmentera le nombre de sillons par heure de 42 actuellement à environ 96¹⁹. Un autre élément primordial doit être également construit: le saut-de-mouton entre Renens et Prilly-Malley qui limitera les problèmes de cisaillement.

Grâce à cet ouvrage, les CFF pourront séparer le trafic en provenance ou en direction de Berne ou du Valais en gare de Lausanne. Le trafic valaisan sera alors concentré sur la partie sud (côté lac) de la gare et le trafic bernois se trouvera côté nord (côté montagne) de la gare ce qui évitera tout cisaillement de voie par un train lorsqu'il entrera ou sortira côté Est de la gare. Pour rendre cela possible, la quatrième voie est indispensable afin que chaque voie ait un sens de marche défini entre Lausanne et Renens.

Concernant la gare de Lausanne, le projet Léman 2030 couvre également son remodelage. A ce jour, celle-ci se compose de plusieurs dizaines d'aiguillages permettant de passer sur toutes les voies indépendamment de la provenance du train. Bon nombre de ces aiguillages seront rendus obsolètes dès la mise en service du saut-de-mouton. Une réduction des infrastructures permettra de rentrer en gare de manière plus rectiligne, de ne pas cisailer de parcours et de réduire l'incidence des pannes au niveau des aiguillages. La simplification des voies permettra sa future gestion de manière informatisée via le CEO²⁰ (voir chapitre 3.).

Ce remodelage présentera tout de même quelques désavantages. Le premier concerne les potentiels dérangements sur l'une des 4 voies de l'axe Renens-

¹⁷ Ouvrage composé de verre abritant les quais.

¹⁸ Faisceau de voies de garage se trouvant à l'ouest de la gare de Lausanne.

¹⁹ Voir annexe 10.1.2.

²⁰ Centre d'exploitation Ouest.

Lausanne. Désormais, il ne sera possible de déplacer le trafic côté lac ou montagne qu'en empruntant la voie 5 qui fera office de "pont" entre les deux parties de la gare, ce qui implique qu'un seul train à la fois pourra traverser la gare.

Le deuxième désavantage touche aux capacités de manœuvres. Il faut savoir que toute gare importante a besoin de zones de manœuvres et de stockage de matériel roulant. Au terme de la modernisation de la gare de Lausanne, l'accès aux voies de garage Paleyres²¹ restera le même. Pour les trains allant se garer ou partant des faisceaux de garage Jurigoz²² par contre, cela ne pourra désormais se faire que par la voie 9, ce qui rendra plus compliquées les manœuvres de rames de la voie 1 à Jurigoz. Les rames devront systématiquement passer par l'entrée des Paleyres.

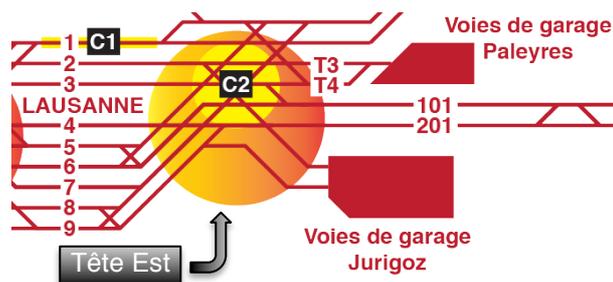


Figure 9: Schéma de la situation actuelle de Lausanne permettant de situer les voies de garage de Paleyres et Jurigoz



Figure 10: Exemple de cisaillement de la tête Ouest de la gare de Lausanne par un IR pour Sion. Les chiffres de 1 à 5 permettent de poser des points de repère entre la photo et le schéma de la figure 11.

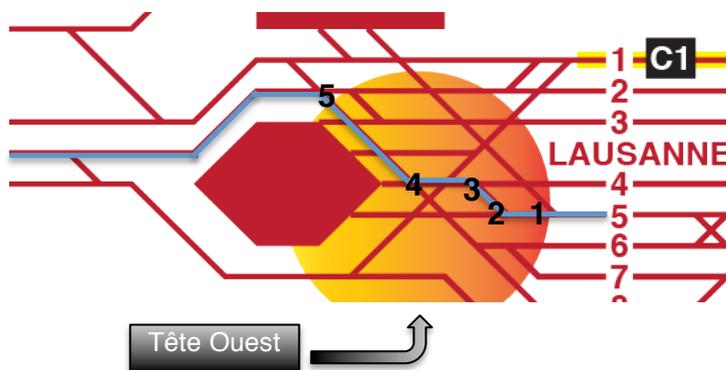


Figure 11: Tracé du cisaillement de la tête Ouest effectué par l'IR pour Sion. Les chiffres de 1 à 5 permettent de poser des points de repère entre le schéma et la photo de la figure 10.

²¹ Faisceau de voies de garage à l'Est de la gare de Lausanne.

²² Faisceau de voies de garage au Nord-Est de la gare de Lausanne.

6.2. Conflits C1 et C2

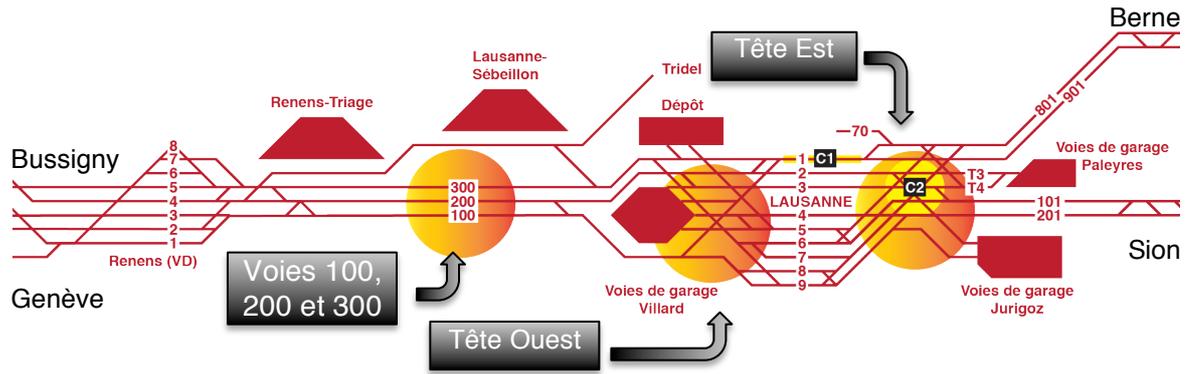


Figure 12 : Schéma de la ligne actuelle Renens-Lausanne.

Sur la figure 12 représentant la situation actuelle de la ligne Renens-Lausanne, nous observons de gauche à droite les voies d'arrivées de Bussigny et Genève, la gare de Renens, les voies 100, 200 et 300 et enfin la gare de Lausanne.

La figure 12 montre également les deux points de conflits majeurs, que l'on retrouve sur la figure 13, qui freinent le développement du trafic du nœud Lausanne-Renens.

Le premier point est nommé C1. Il s'agit de l'obligation faite à tout train de marchandises de traverser la gare de Lausanne sur la voie 1²³. Cette obligation a été mise en vigueur suite à un déraillement d'un train de marchandises transportant des produits chimiques dans ce secteur le 29 juin 1994²⁴. En effet auparavant, de nombreux trains de ce type en provenance de Fribourg étaient aiguillés sur les voies 2, 3, 4 ou 5. A cette époque, ils n'étaient pas formés de telle façon que les wagons lourds soient à l'avant du train et que les wagons légers soient à l'arrière. Suite aux efforts de compression des tampons engendrés par la configuration des parcours, le risque de croisements de ceux-ci inhérents aussi aux différences de poids créèrent un danger trop élevé pour l'exploitation. Afin d'éviter tout nouvel incident, le trafic de marchandises venant de Fribourg passe désormais par la voie 1.

Le deuxième point délicat est indiqué sous C2. Il s'agit de la tête Est de la gare de Lausanne empruntée par la plupart des trains de grandes lignes ainsi que des trains de marchandises qui partent de la gare de Lausanne des voies 3, 4 ou 5 pour aller en direction du Valais et également des trains provenant de Berne et allant s'arrêter sur les voies 5 ou 7. Tous ces trains, qu'ils sortent ou qu'ils entrent en gare de Lausanne, cisailent par le biais des aiguillages une grande partie de la tête Est de la gare, ce qui empêche tout autre mouvement de train.

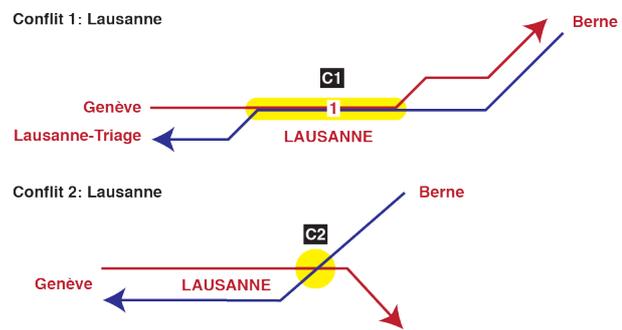


Figure 13 : Schéma des conflits en gare de Lausanne.

²³ Source : aiguilleur de la gare de Lausanne, le 22 juin 2015.

²⁴ https://fr.wikipedia.org/wiki/Accident_ferroviaire_de_Lausanne, le 10 novembre 2015

6.3. Résolution des conflits C1 et C2

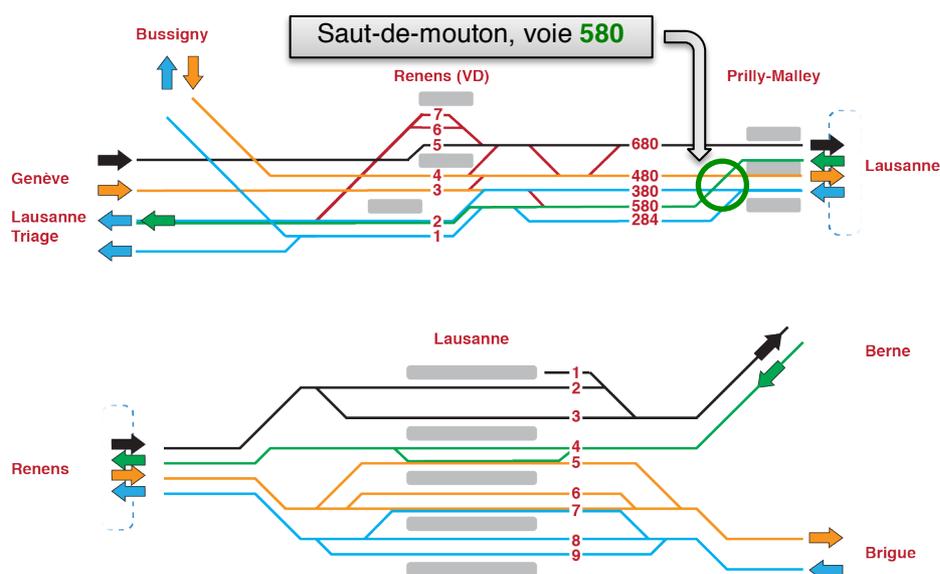


Figure 14 : Schémas de la ligne Renens-Lausanne avec la quatrième voie et le saut-de-mouton ainsi que de la gare de Lausanne après sa réorganisation totale.

Grâce à la quatrième voie et au saut-de-mouton, le trafic va pouvoir être trié entre la gare de Renens et la halte de Prilly-Malley. En gare de Lausanne, celui-ci sera séparé en parties bien distinctes qui seront au Nord le trafic bernois (ligne noire/verte) et au Sud le trafic valaisan (ligne jaune/bleue), résolvant le conflit C2 (voir paragraphe 6.2., figure 12). Le bypass²⁵ (voie 284) est la voie permettant d'éviter de passer sous le saut-de-mouton et sera utile aux trains en direction d'Yverdon.

Le saut-de-mouton sera utilisé par tous les trains provenant de Fribourg en direction Genève. Sans ce saut, ces trains seraient comme actuellement redirigés automatiquement sur les voie 5 ou 7 via la tête Est de la gare de Lausanne, ce qui engendrerait des cisaillements et donc ne résoudrait pas le problème du conflit C2.

La gare de Lausanne sera séparée en quatre parties de deux voies, cela permettant d'avoir un sens de marche défini. Comme les trains emprunteront la voie attribuée, le problème du conflit C1 (voir figure 13) sera résolu. En cas d'occupation de celle-ci, ils pourront utiliser l'autre voie à disposition. De plus, les trains de marchandises utiliseront la voie offerte en fonction de l'occupation de la gare. Ce point n'est pour l'instant pas encore clarifié.

²⁵ Voie de contournement du saut-de-mouton.

6.4. Pourrait-on se passer du saut-de-mouton ?

Au vu des travaux lourds engendrés par le saut-de-mouton, il est légitime de se demander si une variante sans saut-de-mouton serait réaliste.

Avec une quatrième voie simple sans saut-de-mouton, le trafic entre Lausanne et Renens serait certes plus éparé et il serait donc plus facile au régulateur de trouver des sillons libres entre Lausanne et Renens (voir annexe 10.1.2). Cependant, cela ne permettrait pas de résoudre le conflit C2 car comme nous l'avons vu dans le chapitre 6.2., sans le saut-de-mouton, le trafic serait obligé d'être trié au niveau de la tête Est de la gare de Lausanne.

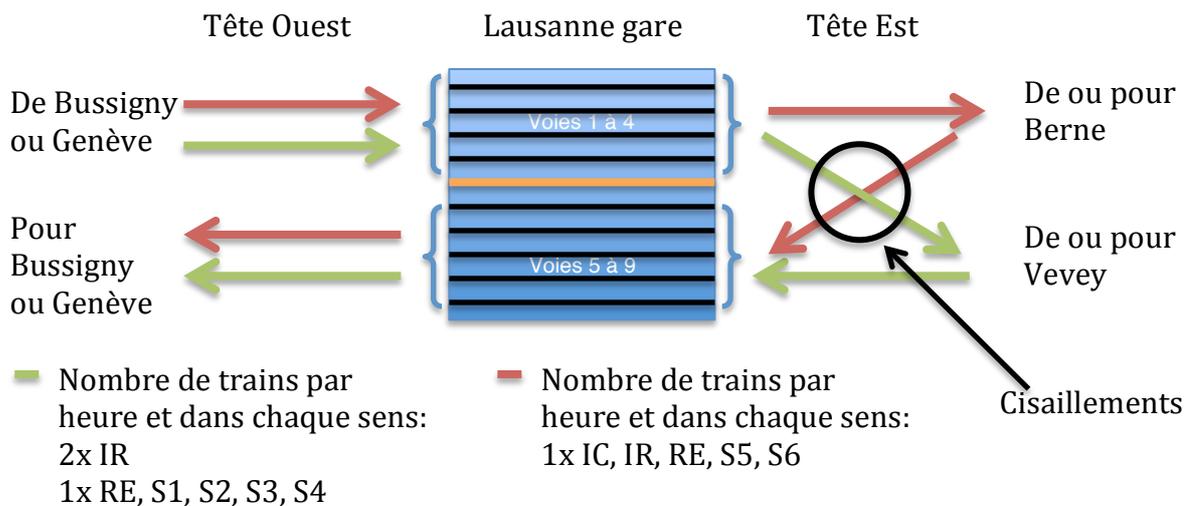


Figure 15 : Schémas montrant le problème des cisaillements à la tête Est de la gare de Lausanne sans le saut-de-mouton.

La lecture de la figure 15 permet de comprendre la nécessité du saut-de-mouton. En effet, sans ce saut, les cisaillements reviendraient à plus de 12 par heure à la tête Est de la gare de Lausanne, soit en moyenne un toutes les 5 minutes, ce qui minimiserait les mouvements de manœuvre ou tout autre mouvement sur la tête Est.

6.5. Bénéfices du projet Léman 2030

Grâce à ce projet de renouvellement et d'amélioration du nœud Lausanne-Renens, le trafic ferroviaire va être fortement augmenté et l'offre future anticipée par les CFF pourra se concrétiser. Il s'agit d'une offre adaptée²⁶ au développement de la métropole lémanique. Rappelons-nous qu'entre 2000 et 2010, le nombre de voyageurs par jour a doublé en passant de 25'000 à 50'000 et selon les prévisions des CFF²⁷, ce nombre sera à nouveau multiplié par deux ces 20 prochaines années. On passera ainsi de 50'000 voyageurs journaliers en 2010 à plus de 100'000 voyageurs journaliers en 2030. Absorber une telle augmentation de trafic ne pourrait se faire sans des investissements importants et nous ne pouvons que saluer l'anticipation de la part des CFF et des autorités politiques tout comme des citoyens qui ont soutenu ce projet. Si Léman 2030 a certes un coût, celui-ci doit être compris comme un investissement essentiel pour le futur en permettant de répondre à la forte demande du flux pendulaire.

Qui dit renouvellement et amélioration de l'infrastructure, dit aussi renouvellement du matériel roulant pour transporter le futur flux de voyageurs. C'est également ce que les CFF ont entrepris. Entre 2006 et 2007, ils ont mis en service les Flirt pour remplacer les NTN²⁸ sur les lignes du RER Vaud. Puis, entre 2012 et 2014, ce fut au tour des Kiss, les fameux RE à deux étages, de prendre le relais des vieilles compositions sur les réseaux régionaux. Dès fin 2016 arriveront les premiers Twindexx, de tous nouveaux trains à deux étages qui remplaceront les compositions actuelles Re 460+Dosto²⁹ sur les IC Genève Aéroport – St-Gall. Ce nouveau matériel permettra de transporter en même temps plus de personnes, de rapprocher les régions et d'offrir l'environnement attendu pour des travailleurs toujours plus mobiles habitués à tirer profit de leurs temps de déplacement pour conduire des activités professionnelles. D'un point de vue technique, ces nouvelles compositions permettent une accélération et une décélération plus rapide ainsi qu'une vitesse plus élevée dans les courbes, ce qui a comme conséquence un gain de temps.

En résumé, les CFF dépensent plusieurs milliards du fond FAIF pour répondre à la continuelle augmentation du flux pendulaire et pour offrir des conditions de transports toujours optimisées.

²⁶ Info Léman 2030 | n° 3 novembre 2014.

²⁷ <http://www.ccig.ch/blog/2012/07/extension-de-cornavin-attention-a-lentree-en-gare>, le 2 octobre 2015.

²⁸ Ancienne rame composée au minimum d'une motrice de type RBDe 560 et d'une voiture pilote.

²⁹ Voiture deux étages IC2000 A ou B.

7. Conclusion

Comme présenté dans ce travail, le projet Léman 2030 est d'une importance non seulement régionale mais nationale. Au-delà des considérations purement ferroviaires, il s'agit d'un projet stratégique s'inscrivant pleinement dans les ambitions du bassin lémanique, une région qui a su s'affirmer comme un pôle de développement économique majeur³⁰. Parmi les conditions-cadres de ce développement comptent pour beaucoup la disponibilité d'un réseau de transport en commun efficace et fiable³¹. D'ici à cette date, la demande aura passé, selon les prévisions, à près de 100'000 voyageurs quotidiens et cette quatrième voie ainsi que le saut-de-mouton qui lui est associé permettront d'adapter l'offre ferroviaire à cette nouvelle donne. Au-delà de cette prévision, ce ne sera plus la liaison Lausanne-Renens qui posera problème mais bien la capacité de la gare de Lausanne qui n'aura plus assez de quais pour que tous les trains puissent s'y arrêter. Une solution a d'ailleurs déjà été envisagée à l'horizon « après-demain », soit pour l'après 2030 qui serait de construire une gare souterraine identique à ce qui a été fait à Zürich, ce qui augmenterait encore l'offre aux pendulaires. Mais cela n'est qu'une projection futuriste.

Le souci d'augmenter la capacité de transport n'est d'ailleurs pas nouveau. Bien avant le projet Léman 2030, en 1970 déjà, une solution à l'augmentation de flux pendulaire fut proposée par la société Swissmetro SA. Celle-ci envisageait de construire une sorte "d'immense métro"³² fonctionnant par sustentation magnétique et pouvant atteindre une vitesse de plus de 500 km/h. Ce métro express devait transiter de Genève à St-Gall en passant par Lausanne, Berne et Zürich en permettant de rejoindre ces villes en un temps record. Ce projet est en arrêt depuis 2009³³ tant pour des questions d'investissements que de problèmes techniques à résoudre. L'objectif était pourtant le même : faire de la Suisse un village, favoriser le rapprochement entre les grands centres économiques, répondre à un mode de travail de plus en plus itinérant.

Plusieurs solutions ont donc été évaluées, ce depuis de nombreuses années afin de répondre à une demande toujours renouvelée. Aujourd'hui les CFF et la Suisse romande ont un projet commun qui est en cours de réalisation. Nul doute que ce projet demandera encore des ajustements, mais le chemin est tracé et nous ne pouvons que nous réjouir de cette anticipation qui soutient l'émergence de la région lémanique 2.0.

³⁰ <http://www.metropolelemanique.ch/docs/10-04-14-presentation-Broulis.pdf>, le 4 octobre 2015.

³¹ http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/organisation/dinf/sm/fichiers_pdf/TP2020_sm_061010.pdf, le 30 octobre 2015.

³² <https://fr.wikipedia.org/wiki/Swissmetro>, le 24 juillet 2015.

³³ <http://www.swissmicrotechnology.com/legacy/?page=a7dd12b1dab17d2&type=eco&id=6350>, le 24 juillet 2015.

8. Crédits photo

- Figures 6, 10: www.passiontrain.ch, le 25 juillet 2015
- Figures 1, 3, 4, 15 : Philippe Dubuis
- Figure 7 : <http://www.24heures.ch/vaud-regions/lausanne-region/quatrieme-survole-mise-enquete/story/10003220>, le 15 juillet 2015
- Figure 2 : <http://www.tableaux-horaires.ch>, le 13 juillet 2015
- Figures 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14 : SBB CFF FFS, modifié le 31 octobre 2015 par Philippe Dubuis

9. Remerciements

Un tout grand merci à M. Daniel Bérard, Chef d'unité Nœud Lausanne, qui m'a permis de faire un stage très enrichissant et intéressant de deux jours au sein du poste directeur de la gare de Lausanne et du CEO.

Un tout grand merci aussi à tous les collaborateurs et collaboratrices de la gare de Lausanne qui ont porté une grande attention à mon travail de maturité et répondu avec intérêt à mes nombreuses questions.

Je remercie aussi Javier Iglesias, le répondant de ce TM, pour son suivi et son aide tout au long du TM.

10. Annexes

10.1. Calcul de la cadence maximale théorique

10.1.1. Sur trois voies

En prenant en compte les distancements minimaux exigés par les installations de sécurité qui sont de 3 minutes sur les voies 100 et 200 et 5 minutes sur la voie 300, on peut faire le calcul suivant :

Voie 100 $60' \div 3 = 20$ sillons

Voie 200 $60' \div 3 = 20$ sillons

Voie 300 $60' \div 5 = 12$ sillons

Nombre de sillons maximal = 52 sillons

Seuls 80 % des sillons sont utilisés par les trains, les 20 % restant sont en réserve pour l'exploitation, soit 42 sillons.

10.1.2. Sur quatre voies

Le distancement minimal de sécurité sera de 2 minutes grâce au renouvellement des installations de sécurité. Avec ces données on peut faire le calcul suivant

Voies 100 à 400 $60' \div 2 \times 4 = 120$ sillons

Seuls 80 % des sillons sont utilisés par les trains, les 20 % restant sont en réserve pour l'exploitation³⁴, soit 96 sillons.

10.2. Fonctionnement d'un tableau horaire

Un tableau horaire représente un tronçon et a pour but de montrer la marche des trains qui le parcourent.

Il se compose de deux axes, l'axe des abscisses représente les différents cantons de block qu'un train doit traverser sur le tronçon et l'axe des ordonnées représente le temps en minute.

Les traits :

- rouges correspondent aux trains voyageurs
- bleus correspondent aux trains de marchandises
- verts correspondent aux trains de service (transfert de locomotive, de matériel vide)

³⁴ Plan cadre Lausanne 2010.

10.3. Suppression de trains

Dans le cadre du trafic voyageur, les trains roulent selon un horaire public et ne sont supprimés que dans de rares exceptions :

La première raison concerne les trains accusant trop de retard, surtout s'ils risquent de fortement retarder d'autres trains qui rouleraient à l'heure.

La deuxième raison touche les trains voyageurs assurant plusieurs parcours aller-retour avec un rebroussement très rapide. Ainsi si un train arrive, imaginons avec 15 minutes de retard au terminus, et que normalement il n'a que 6 minutes pour rebrousser chemin, il partira dès le départ avec 9 minutes de retard, ce qui à nouveau risque de péjorer le bon roulement des autres trains. Ainsi, un train voyageur qui accuse un trop gros retard sera supprimé au cours de son parcours afin de pouvoir assurer la ligne retour à l'heure. Quant aux voyageurs, ils seront redirigés sur la correspondance suivante.

NB : Les trains à l'heure sont toujours privilégiés par rapport aux trains en retard.

Chez Cargo, les suppressions de trains sont plus fréquentes étant donné que le trafic marchandise est dépendant de la demande. Un train de marchandise peut être supprimé par CFF Cargo s'il n'a pas assez de charges à transporter ou pour toutes autres raisons, ce qui permet de libérer un sillon et donc d'accepter un nouveau train.

10.4. Lexique ferroviaire

- Canton de block: section de rail de protection; à un moment donné seul un train peut circuler sur un canton de block.
- Cisaillement : Circulation d'un train croisant une voie et donc empêchant un autre train de circuler sur cette voie.
- Etre dévoyé : être changé de voie.
- **FAIF** : Projet de **F**inancement et d'**A**ménagement de l'**I**nfrastructure **F**erroviaire.
- Saut-de-mouton : Pont ferroviaire permettant à une ou plusieurs voies d'en croiser une ou plusieurs.
- Sillon : Autorisation à faire circuler un train défini en termes de poids, longueur et profil sur une ligne donnée du réseau ferroviaire selon des horaires précis³⁵.

³⁵ <http://trasse.ch/fr/faq>, le 11 novembre 2015