ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Pré étude du projet de Master en Génie Civil

Gare de Lausanne 2050: Concepts d'extension

Semestre d'Hiver 2010

Elève:

Dimitri Burnier

Suivi par:

Jean-Daniel Buri

David Tron

Panagiotis Tzieropoulos

Tables des matières

1. Introduction 3
2. Objectifs et tâches de la pré-étude 3
3. Démarche et objectifs du travail de Master 5
4. Horizons temporels 5
5. Périmètre géographique 6
5.1 Gare de Lausanne 6
5.2 Nœud Lausannois 7
5.3 Périmètre d'influence 8
6. Etude des projets concernant la gare de Lausanne. 9
6.1 Extension infrastructures. 9
6.1.1 En gare de Lausanne 9
6.1.2 Sur le nœud Lausannois 10
6.1.3 Sur le périmètre élargi. 11
7. Extension de l'offre 13
7.1 Structure nodale Suisse 13
7.2 Ligne Lausanne-Genève 15
7.3 Ligne Lausanne-Aigle 15
7.4 Ligne Lausanne-Fribourg 17
7.5 Ligne Lausanne-Yverdon et Lausanne-Vallorbe 17
8. Analyse de la gare de Lausanne 19
8.1 Horaire actuel 19
8.2 Horaire 2018 20
8.3 Horaire 2030 20
8.4 Déséquilibre 22
8.5 Vérification de la capacité d'accueil de la gare de Lausanne à l'horizon 2030. 23
8.6 Réutilisation de voies à l'intérieur du nœud temporel. 24
8.7 Raisonnement sur les correspondances. 24
9. Etude Comparative 26
9.1 Raison du recours en souterrain : 26
9.2 Gare d'Anvers 28

9.3 Gare de Berne 29
9.4 Gare de Zurich 30
9.5 Gare de Stuttgart 31
9.6 Séparation par type de trafic 32
9.7 Classement par affectation 32
9.8 Conclusion de l'étude comparative 33
10. Conclusion générale et pistes pour la suite 33
11. Bibliographie 34
Annexe I : RER Vaudois. 35

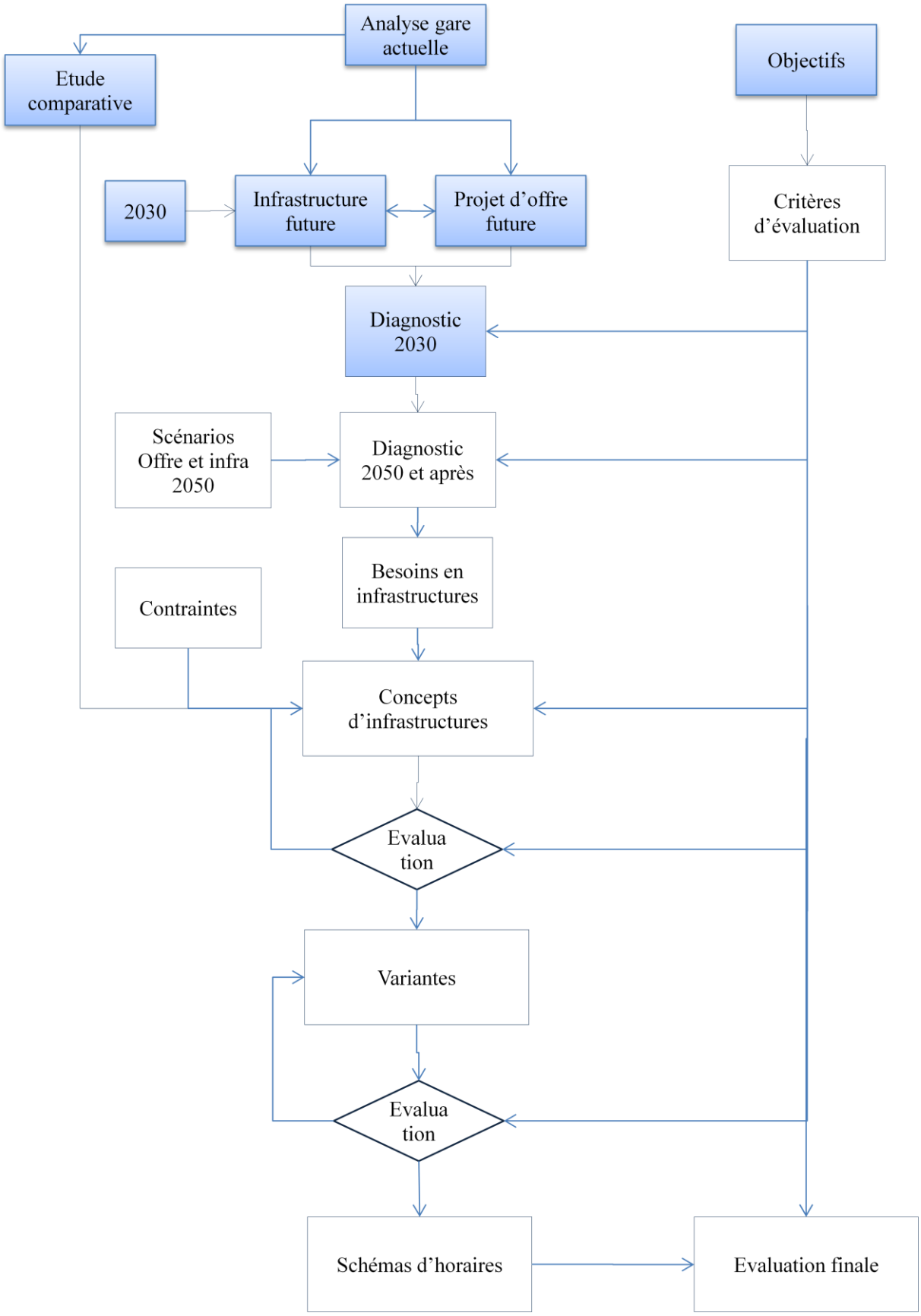
1. Introduction

La région lémanique connaît un fort développement démographique actuellement et cette tendance semble se prolonger selon les démographes. La mobilité est aussi en augmentation continue, le transport ferroviaire avec elle. Rien qu'entre 2005 et 2020, une croissance de l'ordre de 50 à 110 % de la demande est prévue sur les axes voisins de Lausanne.[1] De nouvelles infrastructures verront le jour autour de la gare et du nœud lausannois ainsi que sur l'axe Lausanne-Genève, qui est actuellement déjà très sollicité. Si le développement est connu et maitrisé jusqu'en 2030, qu'en est-il des horizons plus éloignés ? Le travail de Master qui suivra cette pré étude, se penche sur la question de la gare de Lausanne à l'horizon 2050 voire même plus loin. Si le développement ferroviaire continue comme il se profile, la gare de Lausanne et ses huit voies à quai traversantes ne suffiront plus à satisfaire la demande en trafic. Les alentours de la gare lausannoise étant très construits, la question d'un agrandissement passera par des infrastructures sur un autre niveau, vraisemblablement en souterrain.

2. Objectifs et tâches de la pré-étude

Le rôle de la pré-étude du projet de Master et de se familiariser avec le sujet, de définir les grandes lignes de l'étude, et de commencer les premières recherches. Dans ce cas présent, la pré-étude s'occupe des projets planifiés jusqu'à l'horizon 2030. Il est prévu d'établir un diagnostic sur la gare de Lausanne et son fonctionnement jusqu'à cette échéance. Une étude comparative sur des agrandissements en souterrain d'autres gares est également réalisée dans ce travail.

[1] *Vers une mobilité durable : les transports publics à l'horizon 2020.* Département des infrastructures Service de la mobilité, 2006.



En Bleu : Phase de pré-étude.

3. Démarche et objectifs du travail de Master

La démarche du travail de Pré-étude et du travail de Master est présentée dans le schéma ci-contre. La démarche du travail de Master sera affinée au début de ce dernier.

La phase de pré-étude rassemble les données et les études afin de réaliser le diagnostic à l'horizon 2030. Suite au diagnostic, des concepts seront crées, puis évalués selon les objectifs. De certains concepts découleront des variantes, qui seront également évaluées selon les objectifs du travail.

A noter qu'il est difficile d'estimer à quelles précisions ces variantes aboutiront car ce travail est limité dans le temps, mais pas forcément dans la « matière » à étudier.

Les objectifs principaux du travail de Master sont les suivants ; ils seront détaillés au début du travail en lui-même.

- Permettre le développement de l'offre ferroviaire au droit du nœud lausannois, à l'horizon 2050 et au-delà.
- Proposer des solutions raisonnables et mesurées en termes de dimensions et de faisabilité.

4. Horizons temporels

Le travail de Master s'appuie sur un horizon 2050 et même au-delà. Afin de ne pas concevoir quelque chose d'obsolète déjà rapidement après sa réalisation, il est important de regarder le plus loin possible est de proposer des solutions modifiables et agrandissables.

La partie de la pré-étude ce fixe sur l'horizon 2030. Cet horizon est relativement bien planifiable et des ébauches d'horaires sont déjà disponibles.

5. Périmètre géographique

Afin de structure le travail et les aires géographiques en jeu, trois périmètres géographiques sont définis ici.

5.1 Gare de Lausanne

Premièrement, le périmètre de construction de la future gare de Lausanne. C'est à l'intérieur de ce périmètre que les infrastructures d'une éventuelle gare en temps que telle seront construites. Le bâtiment de la gare actuelle est classé, alors que la halle situé au nord-ouest sera vraisemblablement reconvertie en musée d'art (en rouge tous deux). Ces bâtiments ne pourront donc certainement pas être démolis ou modifiés. A noter que ce périmètre est en trois dimensions, puisqu'il s'agira probablement d'une gare en souterrain. Le périmètre en souterrain est plus large, puisqu'il n'est plus gêné par les constructions en surface. Par contre, la ligne de métro M2 passant par-dessous la gare constitue une contrainte importante, d'autant qu'elle est proche de la surface.

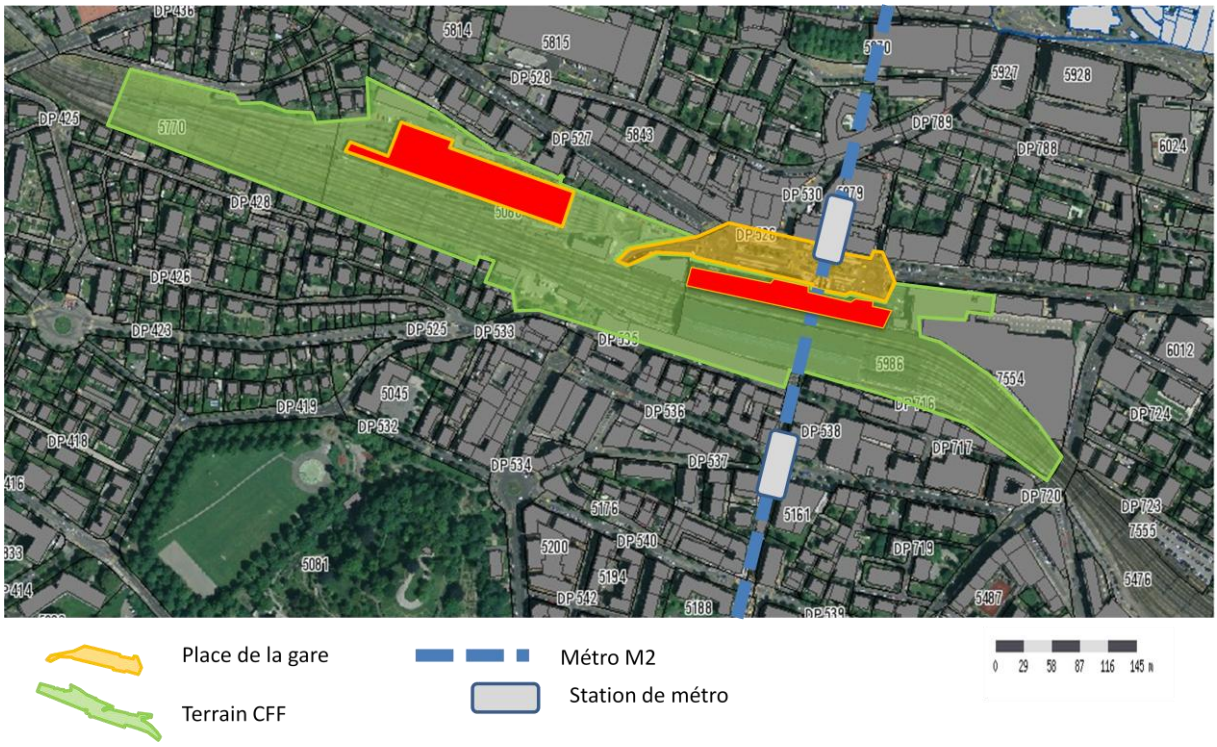


Figure 1: Périmètre de la gare de Lausanne

5.2 Nœud Lausannois

Le deuxième périmètre géographique correspond aux voies du nœud lausannois. Il comprend tout le tronçon Lausanne-Renens, avec les voies partant en direction de Genève et du pied du Jura à l'ouest, et en direction du Valais et de Berne à l'est. La ligne de Sébeillon, qui évite la nouvelle gare de Prilly-Malley par le nord, fait également partie de ce périmètre. (En bleu sur la figure)

Figure 2: Périmètre du nœud lausannois

5.3 Périmètre d'influence

Le réseau suisse et un grand filet dont le nœud lausannois n'est qu'une seule maille. Toutes modifications d'infrastructure peu modifier l'offre loin à la ronde, car l'horaire est complexe et très serré. Cependant, les schémas nodaux à l'horizon 2030 sont connus et ne dépendent pas tellement de la gare de Lausanne. Dans ce travail, le trafic grande ligne sera considéré comme une contrainte et ne sera pas rediscuté. C'est pourquoi les lignes étudiées seront limitées aux distances couvertes par le trafic régional (RER) et moyenne distance (RE) en partance de Lausanne.

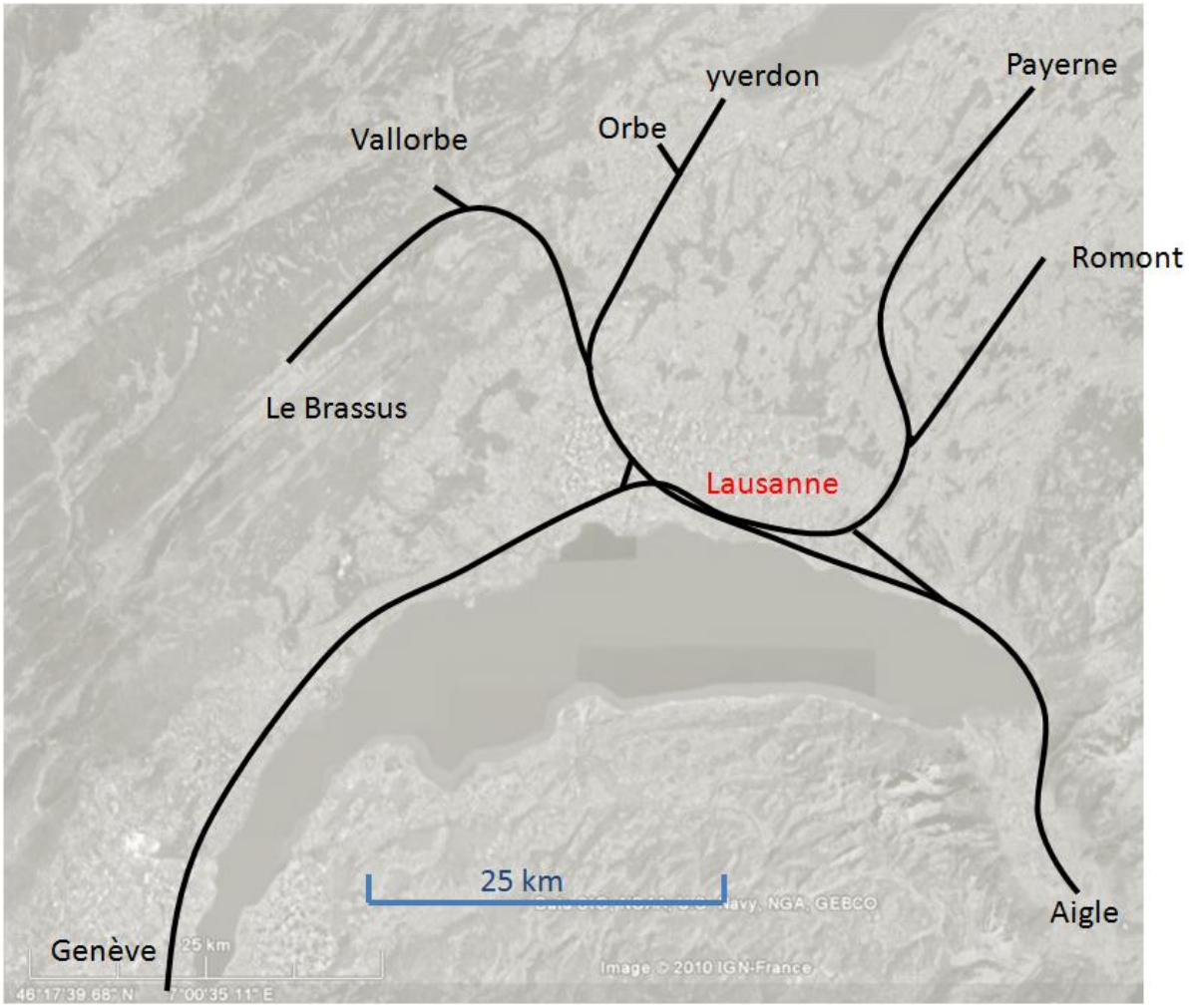


Figure 3: Périmètre d'influence

6. Etude des projets concernant la gare de Lausanne.

A la faveur des projets ferroviaires ZEB et Rail 2030, les infrastructures de la gare de Lausanne, son nœud et ses alentours subiront plusieurs améliorations. Le chapitre suivant décrit ces projet selon à quel périmètre ils appartiennent.

6.1 Extension infrastructures.

6.1.1 En gare de Lausanne

1) .Prolongation des quais et nouveau sous-voie :

Les quais lausannois seront prolongés à 420 m à l'ouest afin de permettre à des trains plus longs de s'arrêter. Ces nouveaux trains permettront d'augmenter l'offre en passagers sur les grandes lignes. Afin d'accéder aux voies, un troisième passage sous-voie et planifié tout à l'ouest de la gare. Le prolongement de ces voies condamne plusieurs aiguilles à l'entrée ouest de la gare. Ainsi, moins de mouvements de trains seront possibles à l'entrée de la gare. La construction de la quatrième voie et du saut-de-mouton (ci-après) sont intimement liés à cette restructuration. La voie 9, au sud de la gare, est actuellement courte et ne peut accueillir que des trains régionaux. Il est prévu de la prolonger, pour quelle atteigne elle-aussi les 420m. Cette extension risque de condamner quelques bâtiments qui sont situés sur des terrains CFF.

➔ Horizon 2020-2030

2) Redistribution des aiguillages :

Les aiguillages à la sortie ouest seront redistribués de façon à ce que les voies 1,3 et 4 soient orientées sur la ligne de Berne, alors que les voies 6, 7, 8 et 9 seront orientées sur la ligne du Simplon. La ligne 5 servira aux deux destinations.

➔ Horizon 2020-2030

3) Aménagement Lausanne-Paleyres :

Les voies de garages de Lausanne-Palyeres seront aménagées pour accueillir des longs trains rebroussant à Lausanne. Ils libéreront ainsi des places en quai. Il s'agit actuellement notamment de l'ICN qui bloque une voie entre les minutes 15 et 45.

➔ Horizon 2015

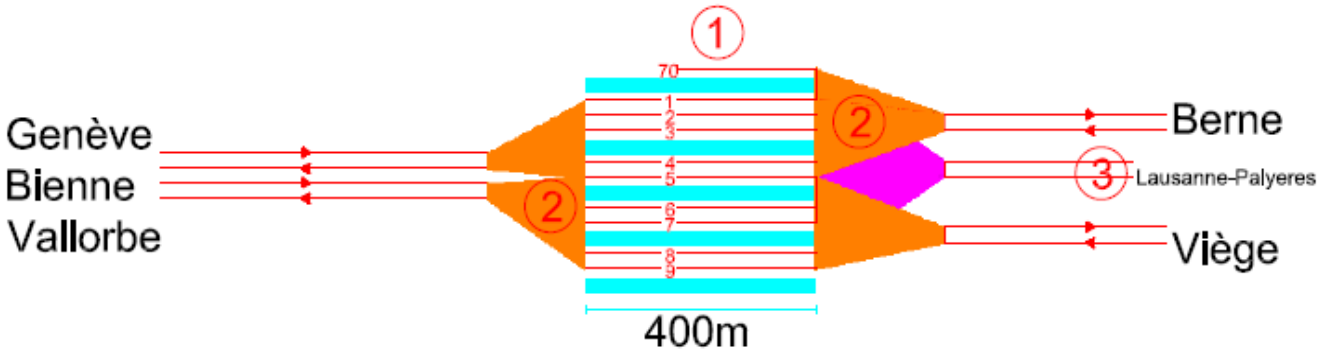


Figure 4: Développement des infrastructures en gare de Lausanne

6.1.2 Sur le nœud Lausannois

4) Gare de Prilly-Malley :

Elle aura pour but de desservir le quartier se développant autour de Malley. Les trains RER s'y arrêteront. Elle n'aura que peu d'influence sur l'horaire. Le temps perdu pour cet arrêt sera certainement compensé sur le reste des tronçons RER grâce aux nouvelles rames FLIRT.

➔ Horizon 2012

5) Quatrième voie entre Lausanne et Renens :

La quatrième voie permettra d'avoir constamment deux voies dans chaque sens entre Lausanne et Renens. Les directions seront alternées à la sortie de Lausanne et en faisceau après le saut de mouton.

➔ Horizon 2018

6) Saut de mouton :

La deuxième voie à partir du nord se retrouvera tout au sud, à l'aide d'un saut de mouton. Il permettra de réorienter le trafic. A l'est du saut de mouton, les trains seront organisés selon leurs directions futures (ligne de Berne ou ligne du Simplon).

➔ Horizon 2018

7) Réaménagement de la sortie Ouest du nœud Lausannois.

La sortie ouest du nœud sera réorganisée afin de pouvoir mieux orienter les trains en direction d'Yverdon et de Genève (voir figure).

➔ Horizon 2018

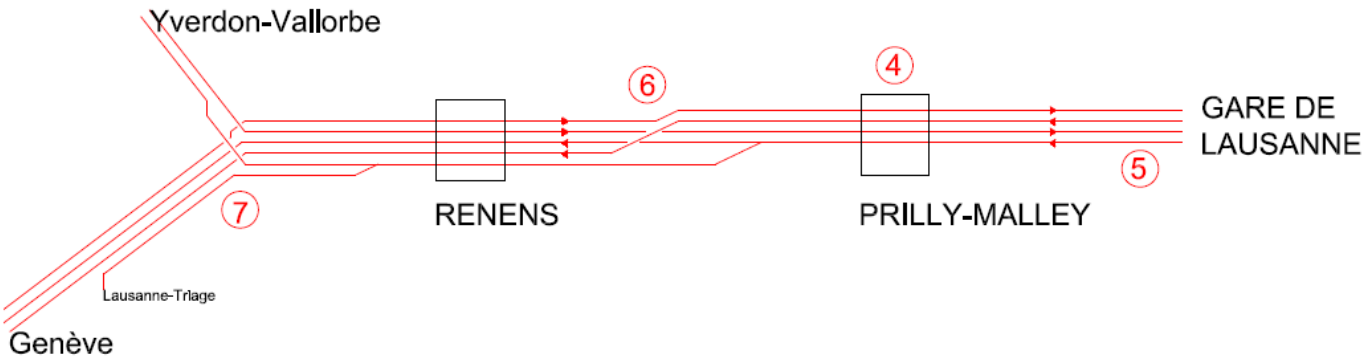


Figure 5: Future infrastructure sur le nœud lausannois

6.1.3 Sur le périmètre élargi.

8) Troisième voie entre Renens et Allaman :

La question de la troisième voie entre Renens et Allaman est actuellement en discussion, et sa réalisation à l'horizon 2030 n'est pas certaine, faute de financement assuré. Cette voie supplémentaire étant vouée au trafic régional, elle libérera des sillons pour les trains grandes lignes. Ce travail tiendra compte de cette voie.

➔ Horizon 2030

9) Troisième et quatrième voie entre Gland et Allaman :

Entre Gland et Allaman, il est prévu de construire une troisième et une quatrième voie, permettant au RE de se sortir des voies centrales le temps que les IC les dépassent. Cela permettra d'instaurer le RE au quart d'heure sur le tronçon Annemasse – Genève – Lausanne.

➔ Horizon 2030

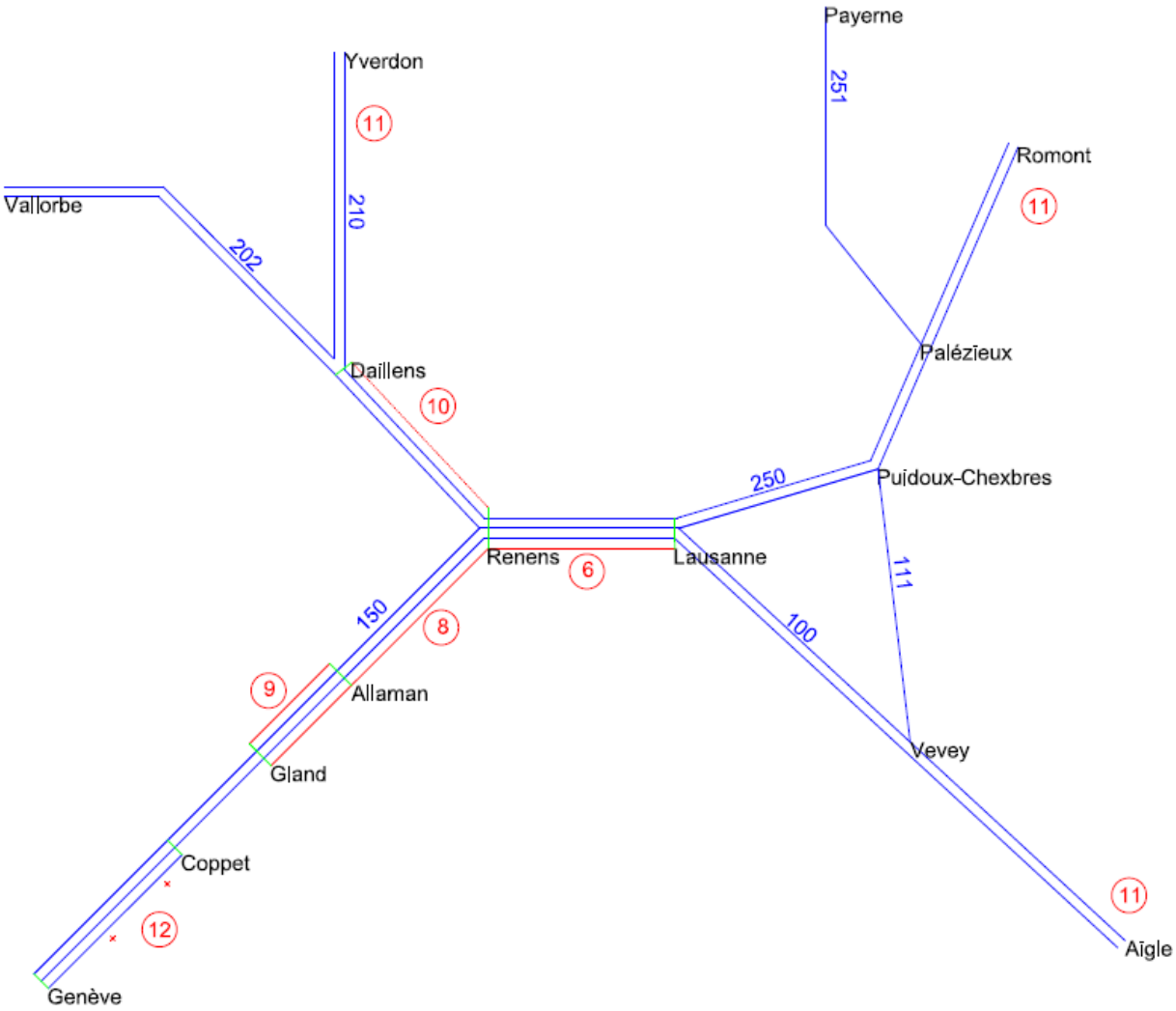


Figure 6: Développement de l'infrastructure d'ici 2030 sur le périmètre d'influence

10) Eventuelle troisième voie entre Renens et Daillens :

Il existe aussi l'éventualité d'une troisième voie entre Renens et Daillens, sur ce tronçon très chargé qui regroupe les trains en direction de Vallorbe et Paris et la ligne du pied du Jura. Pas encore sûr que cette troisième voie soit nécessaire d'ici 2030.

➔ Horizon 2030 ou après

11) Gain de temps sur les grandes lignes :

Il est prévu, à l'aide de réaménagement d'infrastructures et d'achat de nouveau matériel roulant de diminuer le temps de parcours entre Lausanne et Berne en-dessous de 60 minutes (actuellement 66 minutes). Le trajet Lausanne-Viège devrait passer sous les 90 minutes (actuellement 92 minutes avec l'IR). Il est aussi prévu de réduire le temps de parcours Lausanne-Bienne-Zurich sous les 120 minutes. Ces diminutions seront surtout effectuées sur le tronçon Bienne-Zurich. Le tronçon Genève-Lausanne ne devrait pas connaître d'accélération majeure.

➔ Horizon 2030

12) Point de croisement entre Coppet et Genève.

Deux points de croisements sont prévus pour le RER genevois entre Coppet et Genève. Ceci permettra de passer en fréquence quart d'heure sur ce tronçon. D'autre projet de réaménagement du nœud et de la gare genevoise sont prévues mais ne concernent pas directement cette étude.

➔ Horizon 2015

7. Extension de l'offre

A l'horizon 2030, l'offre en transport ferroviaire autour du nœud lausannois subira passablement de modifications. Dans ce chapitre est décrit pour chaque ligne quelle devrait être l'offre à cet horizon. Quelques incertitudes demeurent néanmoins.

7.1 Structure nodale Suisse

La figure ci-dessous explique la structure nodale et exprime les minutes auxquelles les trains grandes lignes sont en gare. A partir de ce schéma, il est possible de définir que les trains grandes lignes direction Genève, Valais, Fribourg et Berne doivent passer au 0|30 par Lausanne. Donc on peut faire l'hypothèse que les trains Genève-Lausanne-Valais et Genève-Lausanne-Berne seront les deux cadencé 0/30 à Lausanne et par conséquent à la suite entre Genève et Lausanne.

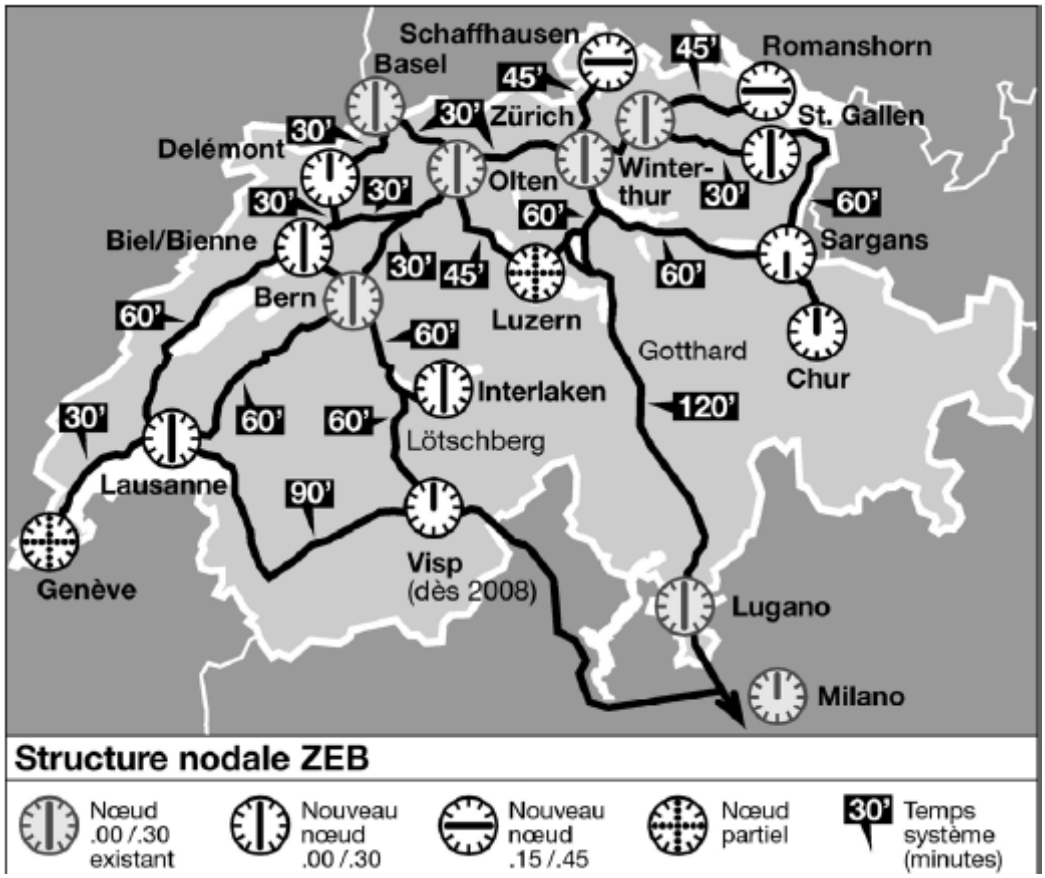


Figure 7: Structure nodale a l'horizon 2030: source: Futur développement de l'infrastructure ferroviaire (ZEB) Base pour le développement des transports publics en Suisse. LITRA, 2007.

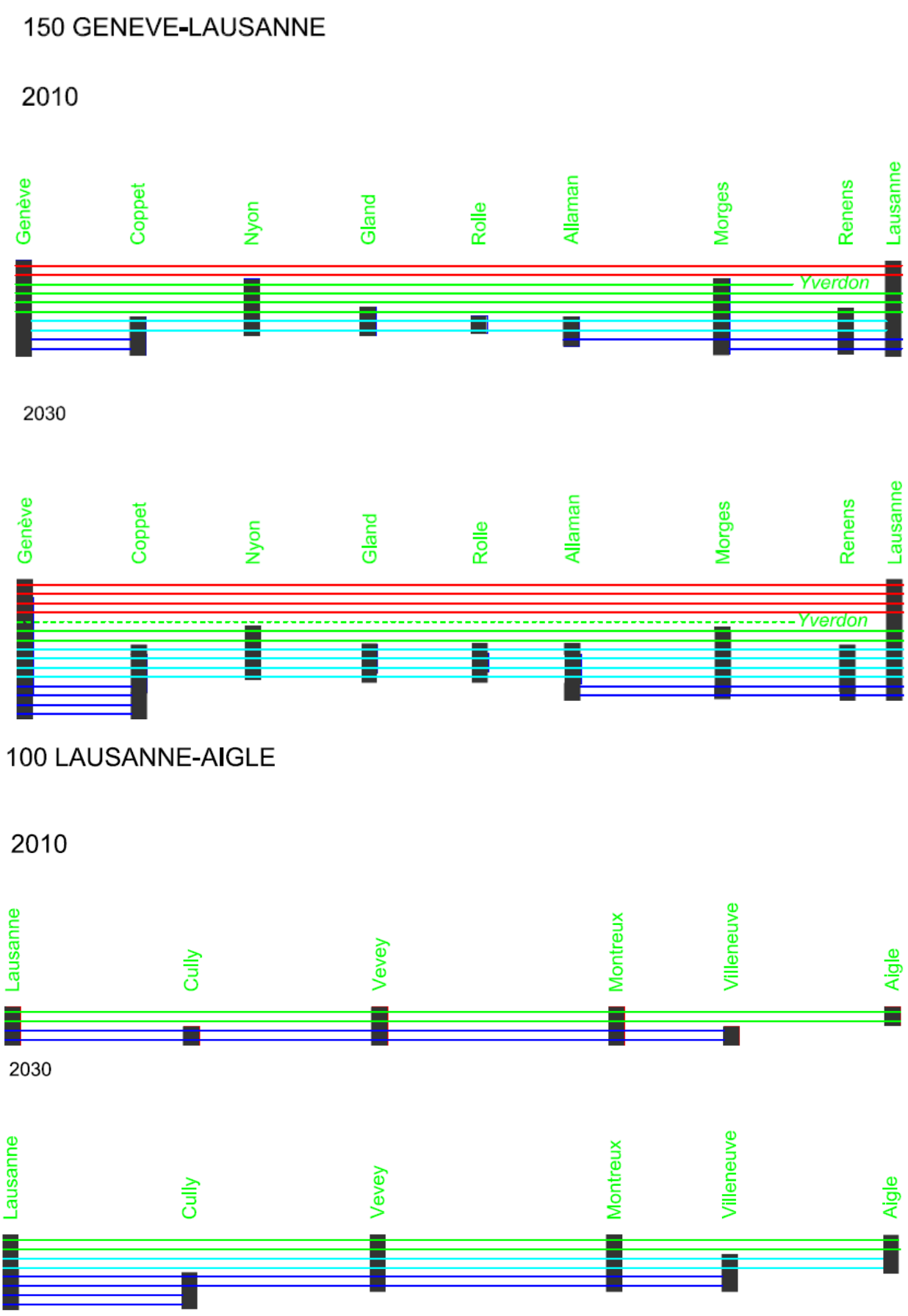


Figure 8: Offre en 2010 et 2030 en direction de Genève et d'Aigle

7.2 Ligne Lausanne-Genève

- ➔ 4 IC en batterie de deux. En direction de Berne et du Valais (deviennent des IR)
- ➔ 2 IR s'arrêtant seulement à Nyon et Morges
- ➔ Peut-être l'ICN direct entre Genève et Yverdon
- ➔ 4 RE s'arrêtant à sept gares sur le tracé.
- ➔ 4 RER Coppet – Genève
- ➔ 2 RER Allaman – Lausanne – Palézieux

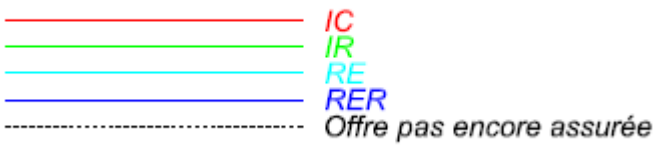
12 trains au départ de Lausanne

7.3 Ligne Lausanne-Aigle

- ➔ 2 IR pour Brigue
- ➔ 2 RE en direction du Bas-Valais, probablement Aigle, St-Maurice ou Martigny.
- ➔ 2 RER Yverdon – Lausanne – Cully
- ➔ 2 RER Vallorbe – Lausanne – Villeneuve ou Aigle
- ➔ Parfois un EUROCITY en direction de Milan

8-9 trains au départ de Lausanne

Légende des figures ci-contre et ci-après:



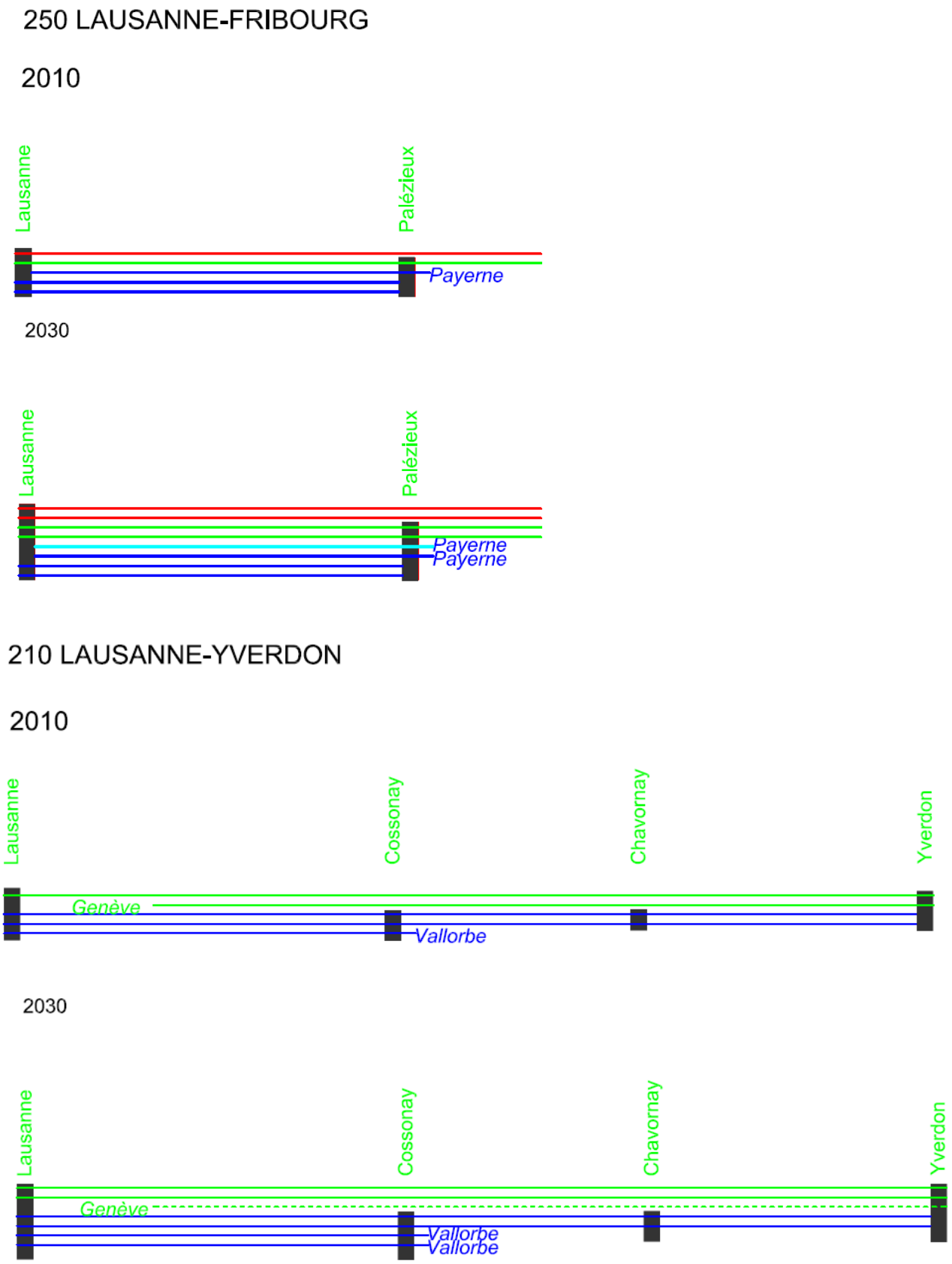


Figure 9: Offre en 2010 et en 2030 en direction de Palézieux et d'Yverdon.

7.4 Ligne Lausanne-Fribourg

- ➔ 2 IC pour Berne - St-Gall à Fribourg
- ➔ 2 RE Genève – Berne s'arrêtant à Palézieux, Romont et Fribourg
- ➔ 2 trains en direction de la Broye (probablement un régional et un RegioExpress)
- ➔ 2 RER Allaman – Lausanne – Palézieux.

8 trains au départ de Lausanne

7.5 Ligne Lausanne-Yverdon et Lausanne-Vallorbe

- ➔ 2 ICN pour Bâle/St-Gall
- ➔ Peut-être l'ICN direct entre Genève et Yverdon
- ➔ 2 RER Cully – Lausanne – Yverdon
- ➔ 2 RER Villeneuve – Lausanne – Vallorbe
- ➔ TGV pour Paris, fréquence difficile à estimer.

Entre 6 et 7 trains au départ de Lausanne

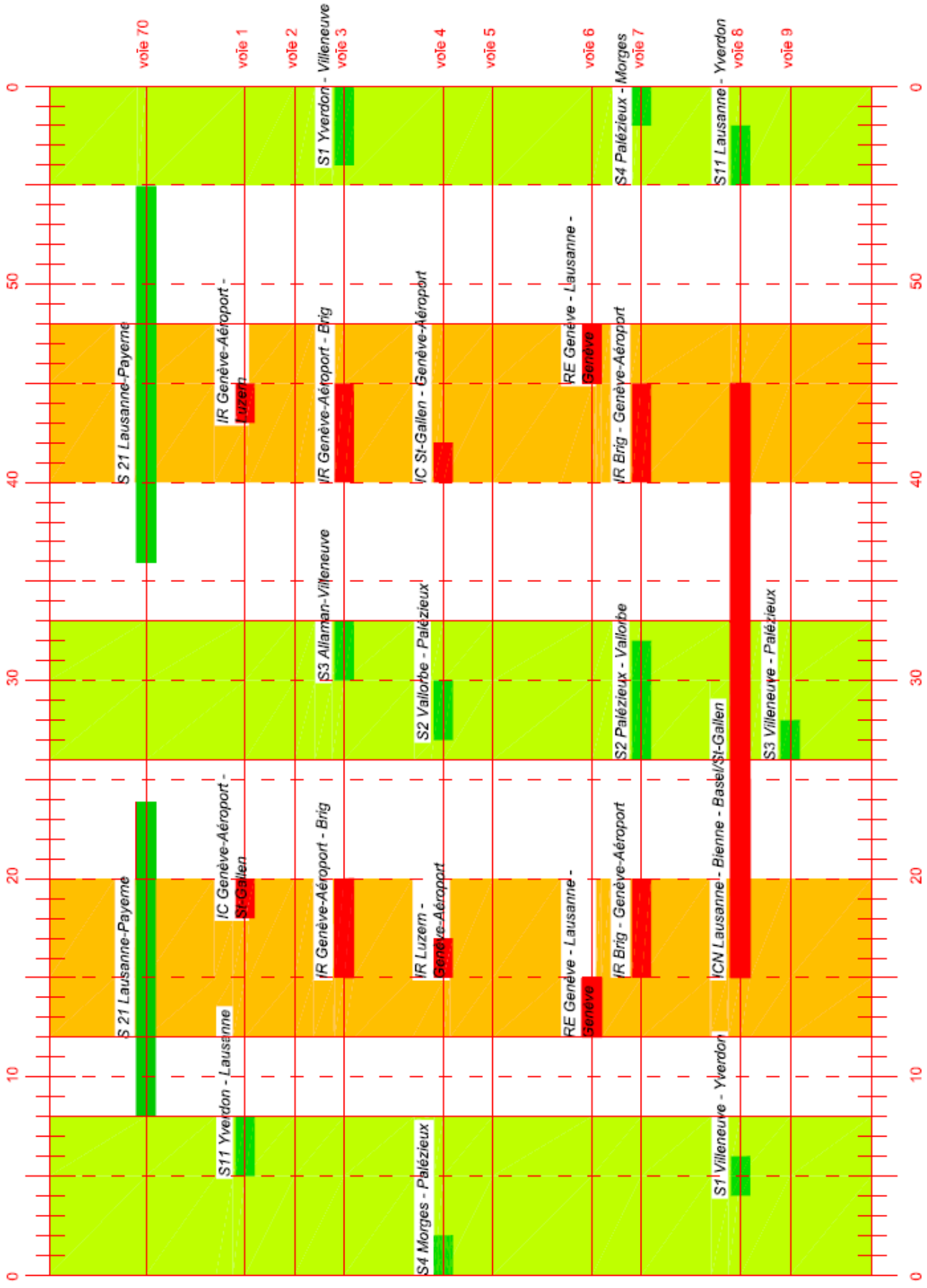


Figure 10: Plan d'affectation des voies en gare de Lausanne en 2010

8. Analyse de la gare de Lausanne

La figure ci-contre montre le plan d'affectation des voies de la gare lausannoises à une heure creuses typique. Ne figure pas sur cette figure les trains spéciaux d'heures de pointes et les trains longues distances EUROCITY et TGV. Les bandes vertes et oranges illustrent les temporalité trafic régional/grandes lignes.

8.1 Horaire actuel

La gare lausannoises se vide et se rempli donc actuellement quatre fois par heure. Les trains « longue distance », à savoir les IC, Direct, IR, et RegioExpress ainsi que le régional pour la Broye fréquentent la gare aux alentours des minutes 15 et 45. Par contre, les trains régionaux (RER) passent par Lausanne aux alentours des minutes 0 et 30.

Ce dédoublement est tout-à-fait logique. Cela permet aux trains régionaux de traverser Lausanne, sans empiéter sur les sillons directs. Le nœud direct 15/45 est dicté par le temps de parcours entre Lausanne et Berne, qui est légèrement supérieur à l'heure. Le nœud bernois étant au 0|30, celui de Lausanne et décalé d'un quart d'heure. Cependant, le nœud n'est pas aussi précis, puisque sur la ligne Lausanne-Berne, un train s'arrête à Romont et Palézieux et l'autre pas. De la même manière les IR sur la ligne du Simplon n'ont pas le même nombre d'arrêt.

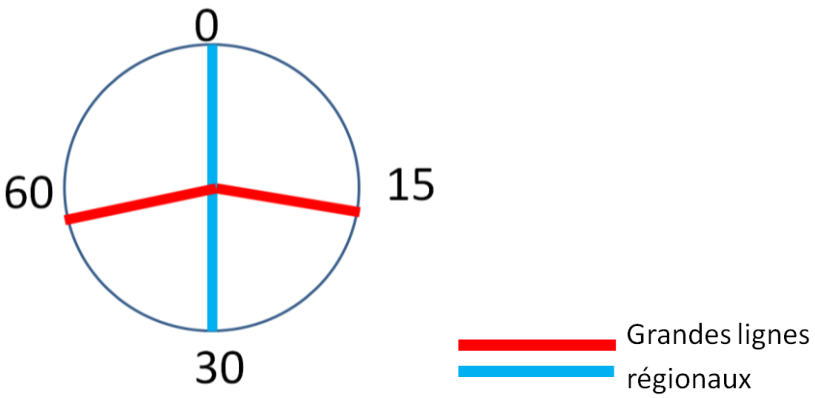


Figure 11: Concept horaire simplifié en gare de Lausanne pour 2010

8.2 Horaire 2018

De manière générale, l'offre grande ligne sera mieux cadencée à la demi-heure, ce qui devrait équilibrer le nœud 15/45. Par ailleurs, l'horaire 2018 verra le RER se développer fortement sur le tronçon central Cully-Cossonay avec la fréquence au quart d'heure. Les régionaux sur l'axe Aigle-Yverdon passeront déphasés par rapport aux quarts d'heure, alors que les régionaux de l'axe Allaman-Palézieux passeront aux alentours des minutes 0/30.

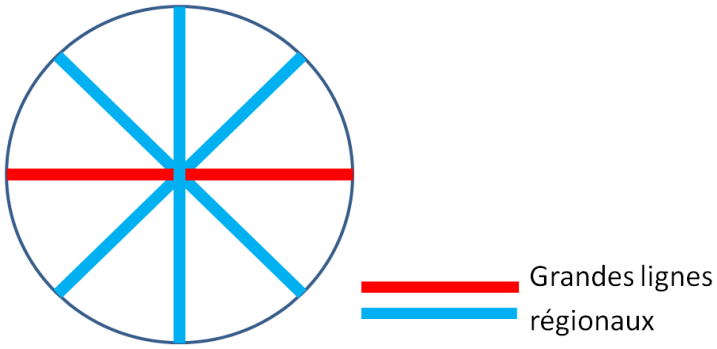


Figure 12: Concept d'horaire simplifié en gare de Lausanne pour 2018

8.3 Horaire 2030

D'ici à 2030, le temps de parcours entre Lausanne et la capitale sera réduite en-dessous d'une heure. Ceci aura pour effet de tourner le nœud grandes lignes en 0/30. Les RER ne devraient pas subir beaucoup de changement. L'inconnue subsiste pour les futurs RegioExpress. A priori ces derniers passeront tous les quarts d'heures depuis Genève, et seront cadencé toutes les demi-heures en direction du Bas-Valais et de Fribourg.

- Deux RE partiront peu après les IC de Genève donc devrait passer environ 20 minutes plus tard en gare de Lausanne. Ils perdront encore quelques minutes après en direction soit de Berne soit du bas-Valais avant de se faire rattraper par les IC/IR suivants et donc stopper leur course.
- Deux RE partiront peu avant les IC de Genève et se feront dépasser entre Gland et Allaman et passeront donc quelques minutes après le nœud 0/30 à Lausanne.

Une autre solution verrait partir les RE partir en même temps que les IR de la gare de Lausanne direction Genève. Leurs temps d'arrêt à Renens permettraient de se faire distancer par les IR. Une analyse plus fine par ligne sera nécessaire, au début du projet de Master.

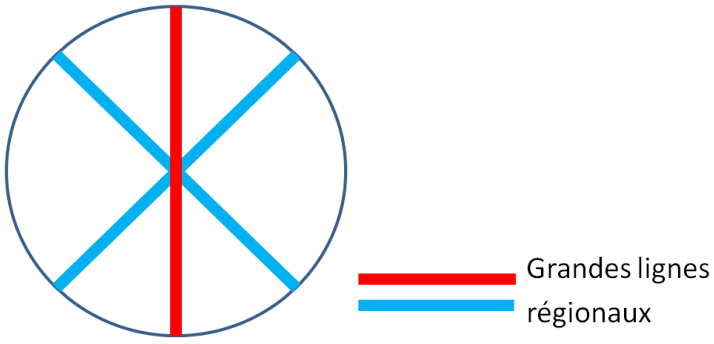


Figure 13: Concept d'horaire simplifié en gare de Lausanne pour 2030

Si le parcours des IC est connu, le destin des IR et des RE Genève-Lausanne est moins connus. Ils devraient cependant néanmoins continuer plus loin (Valais ou Fribourg) ou se retourner et s'en aller direction Yverdon. La solution ci-dessous permet qu'aucun train grande ligne ne se termine à Lausanne :

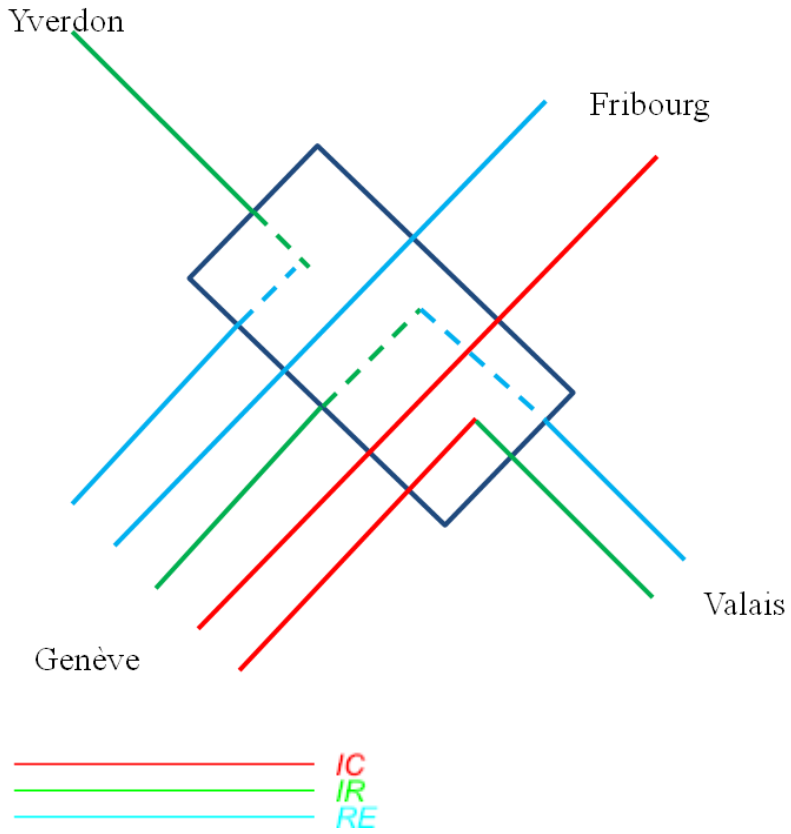


Figure 14: Transit possible de tous les trains longue distance a travers Lausanne

Plusieurs possibilités existent, mais si l'ICN à le temps de rebrousser chemin, aucun train ne devrait terminer sa course à Lausanne.

8.4 Déséquilibre

Le nœud lausannois est actuellement en léger déséquilibre est-ouest. En effet, parmi les trains réguliers, on dénombre, onze trains en direction de l'ouest et neuf en direction de l'est. Cette tendance semble se préciser pour 2016 (14-11) et vraisemblablement aussi pour 2030 (20-16). Ceci implique le rebroussement de plusieurs trains en gare de Lausanne.

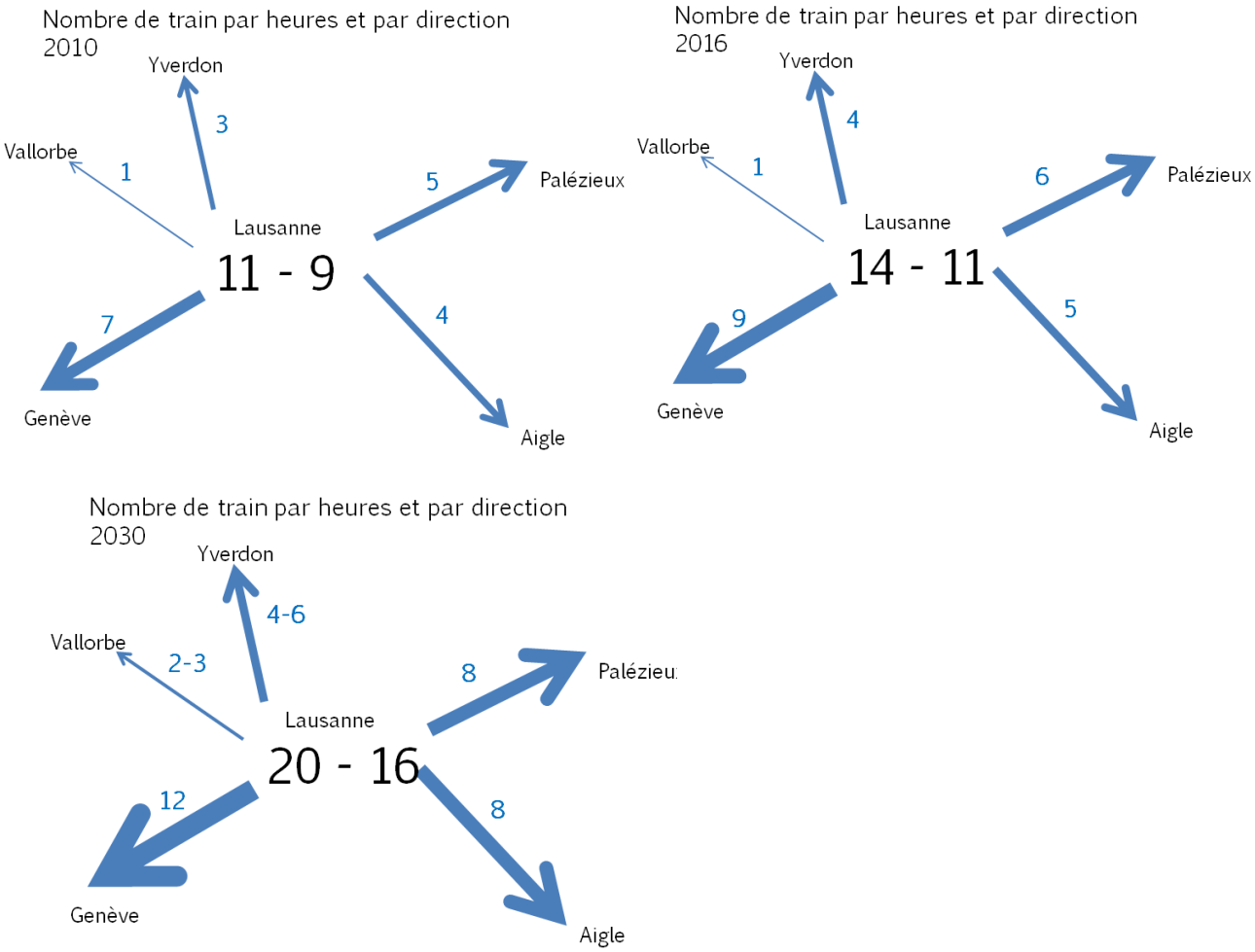


Figure 15: Illustration du déséquilibre du nœud lausannois en termes de direction.

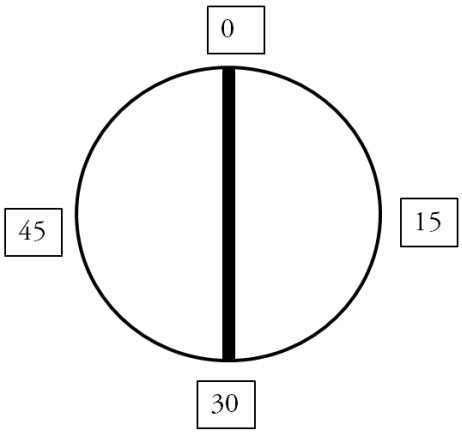
8.5 Vérification de la capacité d'accueil de la gare de Lausanne à l'horizon 2030.

D'ici 2030, l'offre en train augmentera sensiblement alors que le nombre de voie ne changera pas. Seuls les projets sur la voie 9 et la réorganisation des aiguillages devront permettre de faire passer tous les trains offerts. Au total, il s'agit d'environ 35 liaisons chaque heure. Il s'agit par la suite de tenter de les placer dans l'horaire, afin de contrôler qu'on ne se trouve pas avec plus de huit trains simultanément en gare. Plusieurs incertitudes demeurent néanmoins, notamment sur les RE, comme expliqué dans le chapitre 8.3

Autour des minutes 0 et 30 :

- ➔ 2 IC pour Genève-Aéroport (en batterie)
- ➔ 1 IC pour Berne-Zurich
- ➔ 1 IR pour le Valais
- ➔ 1 ICN pour Neuchâtel-Bienne
- ➔ 1 IR pour Genève
- ➔ 2 RE éventuels ?

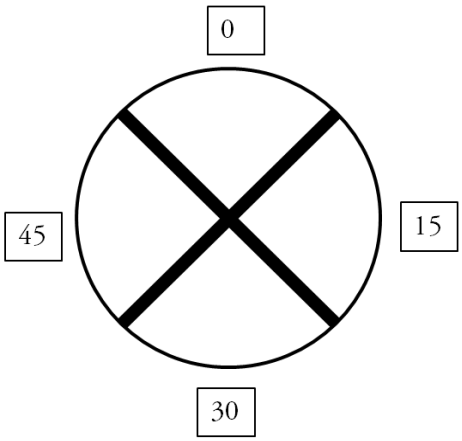
6-8 trains réguliers



Autour des minutes 7-8, 22-23, 37-38 et 52-53 :

- ➔ 2 RER de l'axe Vallorbe/Yverdon – Cully/Aigle
- ➔ 1 RER de l'axe Allaman/Lausanne
- ➔ 1 RE pour Genève
- ➔ 1 RE pour le Bas-Valais ou Fribourg-Berne

5 trains réguliers



A cela s'ajoutent :

- ➔ Les trains pour la Broye, dont les horaires sont difficilement prévisibles aujourd'hui. Ils partiront vraisemblablement de la voie 70 et n'affecteront pas les autres voies.
- ➔ Le TGV pour Paris, qui ne sera vraisemblablement pas cadencé comme les autres trains. Il serait judicieux de le faire éviter les minutes 0/30 dans la gare de Lausanne. Cependant, le TGV subit aussi d'autres contraintes horaires plus loin dans sont tracé.
- ➔ EUROCITY : L'Eurocity Genève-Milan ne sera pas nonplu cadencé comme le reste des trains. Il prendra vraisemblablement la place d'un des deux IC entre Genève et Lausanne.

➔ Des éventuels trains spéciaux aux heures de pointes. Etant supplémentaires par rapport à l'offre de base, ils seront probablement décalés par rapport aux autres en gare de Lausanne.

Les huit voies à quais suffiront donc à accueillir tous les trains en 2030, puisque aux minutes les plus critiques au maximum six à huit voies selon les scénarios seront nécessaires. Tant mieux, car aucun agrandissement n'est prévu à cet horizon là.

8.6 Réutilisation de voies à l'intérieur du nœud temporel.

Il y aura vraisemblablement au moins six minutes entre le passage du premier IC et IR pour/de Genève. En comptant deux minutes d'arrêt par train traversant, il reste quatre minutes entre les deux trains. Cela peut-être suffisant pour réutiliser la même voie.

8.7 Raisonnement sur les correspondances.

Grandes lignes :

Les relations grandes lignes suivantes ne se feront pas de manière directe et nécessiteront des correspondances en gare de Lausanne :

➔ Relation Yverdon – Genève
➔ Relation Yverdon – Fribourg
➔ Relation Yverdon – Valais
➔ Relation Fribourg – Valais

Les relations entre Yverdon et Genève dépendent du prolongement de l'ICN en direction de Genève. Néanmoins l'ICN doit de toute façon rebrousser en gare de Lausanne. De ce fait, il arrivera certainement tôt dans le nœud, et repartira tard, pour effectuer la manœuvre de rebroussement. De ce fait toutes les correspondances pour Yverdon devraient être assurées. La relation Fribourg-Valais sera peut-être réalisée entre les IC et IR. Cependant, si les horaires sont parfaitement symétriques et centrés sur Lausanne, la correspondance sera difficile à effectué (cf.figure). L'IC arrivant en premier dans le nœud sera celui repartant du nœud en dernier dans l'autre sens. Si les IC se croisent peu après Lausanne, les correspondances seraient possibles.

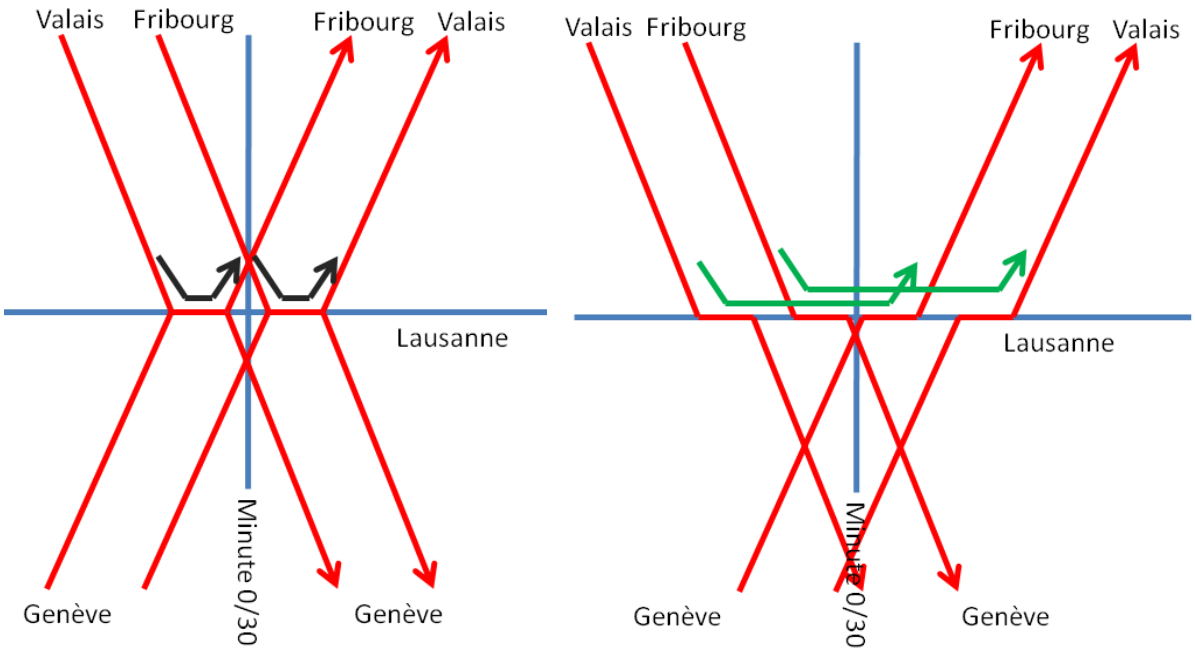


Figure 16: Configuration possible des IC en gare de Lausanne

Sinon, cette correspondance peut également être réalisée entre RE ou entre IC/IR et RE. Une liaison directe est également envisageable entre le valais et Fribourg par la ligne des vignes entre Puidoux-Chexbres et Vevey, qui est d'ailleurs en train d'être rachetée par les CFF.[2]

Réseau régional :

Au niveau RER des correspondances devront également être assurées entre les deux axes.

- Si les trains passent aux mêmes minutes, alors il faudra que les trains s'arrêtent plusieurs minutes en gare de Lausanne (normalement 5)
- Si les trains ne passent pas exactement aux mêmes minutes alors les correspondances seront probablement unilatérales. (dans un sens mais pas dans l'autre)
- Si les trains utilisent le même quai, le temps de correspondance peut-être diminué. (par exemple aux voies 5 et 6.)

[2] 24 Heures du 5 janvier 2010.

9. Etude Comparative

L'objectif de l'étude comparative est de rassembler des données utiles sur des projets similaires. Ceci afin d'une part de s'inspirer et d'analyser ce qui a été fait et pourquoi cela a été fait.

9.1 Raison du recours en souterrain :

La première étape de cette recherche consiste à définir quelles sont les raisons du passage au souterrain. Après un tour d'horizon, il est possible de dégager quatre cas différents qui ont poussés le réseau et les gares vers le souterrain. Souvent, les raisons peuvent être une combinaison de plusieurs cas.

Cas 1 : Construction nouvelle :

Le réseau ferré national souhaite relier un nouveau point d'intérêt à son réseau. Il s'agit ici d'une construction totalement nouvelle. Ce cas de figure est souvent lié aux activités aéroportuaires. Le transport aérien nécessite des grosses infrastructures en surface et, se situe généralement à l'extérieur de la ville. Les infrastructures de transport y menant sont souvent en souterrain, car la surface est occupée par les pistes. Beaucoup d'aéroports ont étés construits ou déplacés récemment. On peut citer parmi ces cas, les gares de Genève-Aéroport (1987), et Zurich-Aéroport (1980) en Suisse. Mais aussi Amsterdam-Schiphol et le nouvel aéroport d'Hong-Kong, dans un rayon plus large. Les constructions de nouvelles lignes TGV sont aussi souvent liées à des constructions souterraines pour les gares, soit parce que la gare en surface ne permet pas d'accueillir ce nouveau trafic (Bologne, Gérone), soit parce que la gare est elle-aussi nouvelle et située en zone urbaine.

Cas 2 : Requalification urbaine :

L'enterrement de gare intervient aussi parfois dans des grands projets de requalification urbaine. La gare est alors enterrée pour laisser de la place en surface à d'autres projets et enfouir les « nuisances » de la gare. La gare est souvent redimensionnée par la même occasion. La surface est souvent bien revalorisée car il s'agit de quartier souvent centrés et proche des transports publics ! Plusieurs exemples existent au Pays-Bas et en Espagne notamment.

Cas 3 : Redistribution du nœud ferroviaire de la ville :

Les gares ferroviaires de beaucoup de grandes villes ont été construites, à l'époque, en cul-de-sac. Le système de gare en cul-de-sac péjore le trafic de transit à travers le centre qui doit souvent contourner la ville sur une ceinture. Afin de remédier à ce projet des villes optent pour une ligne traversant la ville, comme un raccourci. Ces lignes sont construites en souterrain, car elles traversent le centre ville. Ces nouvelles lignes sont tantôt dédiées au trafic régional c'est le cas de Bruxelles, Francfort, Munich ou encore des RER parisiens, tantôt au trafic grande lignes et TGV (Anvers, niveau -2, nouvelle ligne diamétrale de Zurich). Les lignes étant en profondeur, des gares souterraines sont construites à de nouveaux emplacements ou/et sous la gare en surface existante.

Cas 4 : Saturation de la gare en surface :

Le projet de gare souterraine intervient aussi lorsque la gare ou la ligne et saturée en surface et que des voies supplémentaires sont nécessaires pour faire circuler les trains. Ainsi le manque de place autour des gares conduit souvent à rajouter des voies en souterrain, particulièrement dans les gares au centre ville. La gare d'Anvers (niveau -1) et le projet de gare souterraine à Berne en sont des bons exemples.

Pertinence pour Lausanne :

Le développement futur de la gare de Lausanne se fera à priori en souterrain, sous la gare existante. La raison en sera la saturation de la gare en surface. Dans ce cas, le quatrième cas est le plus pertinent. Cependant, dans une optique plus large, les cas de redistribution du nœud ferroviaire sont eux-aussi pertinents. Le passage au souterrain peut être accompagné de modification sur le réseau dans un plus grand rayon, et il est envisageable qu'il entraîne une modification d'infrastructure sur le nœud lausannois, voire même plus largement.

9.2 Gare d'Anvers

La gare originelle d'Anvers était une gare en cul-de-sac, orienté au sud, c'est-à-dire en direction de Bruxelles. La majorité des lignes sont orientée en direction du sud, et seulement deux lignes se dirigent en direction du nord et des Pays-Bas. La nouvelle gare d'Anvers, comporte trois niveaux de voies :

- Niveau 0 : Gare originelle. Six voies en cul-de-sac.
- Niveau -1 : Quatre voies en cul-de-sac.
- Niveau -2 : Quatre voies menant au tunnel à deux voies passant sous la ville. Elle est utilisée uniquement par des trains longue distance et haute vitesse.

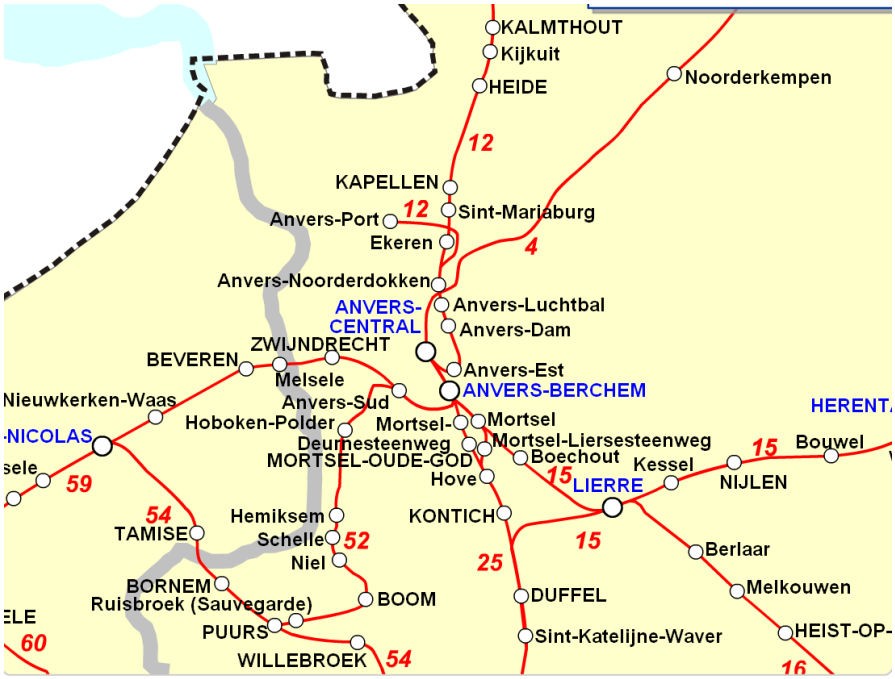


Figure 17: plan des lignes SNCB dans la région d'Anvers. Source : http://hari.b-rail.be/hafas/folders/map_fr.htm

Le plan ci-dessus fait remarquer qu'une gare en cul-de-sac avait plus de sens pour le réseau RER. Anvers est l'exemple type de la gare « déséquilibrée » en termes de direction. Deux lignes arrivent par le nord (4/12) alors que cinq arrivent par le sud (15, 16, 25, 52, 59). Dans un cas comme celui-là, le tunnel traversant alimente la ligne à haute vitesse (4) en direction des Pays-Bas. Par contre, elle ne dessert même pas l'autre ligne (12) en direction du nord.

Le cas d'Anvers est un intéressant car il résout le problème de saturation de la gare grâce au niveau -1 et il permet une modification du réseau avec cette nouvelle ligne sous la ville et le niveau -2 de la gare. Il appartient donc à deux catégories mentionnées ci-dessus.

Entre vingt et vingt-cinq trains rebroussent chaque heure en gare d'Anvers. A première vue, il n'y a pas de temporalité flagrante dans les horaires de trains, ils semblent tous partir à des minutes différentes (pas de concentration 0|30 par exemple).

9.3 Gare de Berne

La gare de Berne est une des principales gares de Suisse. Une douzaine de lignes convergent vers cette gare. Elle est aussi le point de croisement de l'axe du plateau Suisse Genève - St-Gall et celui du Lötschberg Bâle – Italie. Aux heures standards la gare de Berne est fréquentée par quatorze liaisons longue et moyenne distance (IC/IR/RE). A cela s'ajoutent onze RER différents, généralement cadencés à la demi-heure. La gare de Berne est équipée de douze voies à quais en surface (1-10 et 12-13) ainsi que de quatre voies en souterrain (21-24). Ces derniers servent au chemin de fer métrique RBS, dont Berne et le terminus sud.

D'une manière générale :

- Les IC traversent la gare de Berne aux minutes 0/30. Ainsi que le IR Genève-Aéroport – Lucerne.
- Les autres IR et les RE terminent leurs courses à Berne. De manière générale, ils évitent les minutes 0/30 en gare de Berne.
- Sur les onze lignes de S-Bahn, huit sont à voie normales et fréquentent la gare en surface de Berne. Trois se terminent à Berne (depuis l'ouest), les autres sont traversantes. En règle générales ils sont en cadence 30 minutes et sont deux dans les tronçons centraux de l'agglomération. Cela apporte une cadence à 15 minutes au centre de l'agglomération et une cadence à 30 minutes au-delà. Les S-Bahn ne passent donc pas en déphasé total 15/45 mais plutôt au minutes 10/50 et 20/40.

<u>Projet de développement :</u>

Il semble probable que les voies métriques souterraines de Berne soient les premières saturées. Cependant, s'il est nécessaire de reconstruire la gare souterraine, pourquoi ne pas y développer une gare souterraine mixte (voie métrique et voie normale) qui préviendrait la saturation future de la gare en surface.

Plusieurs concepts existent pour ce projet relativement complexe. Deux sont montrés ici. Il s'agit de deux stratégies différentes. Soit favoriser l'axe du Lötschberg soit l'axe Est-Ouest Genève-St-Gall. Une gare souterraine peut donc être dédiée à un axe et pas à un autre.

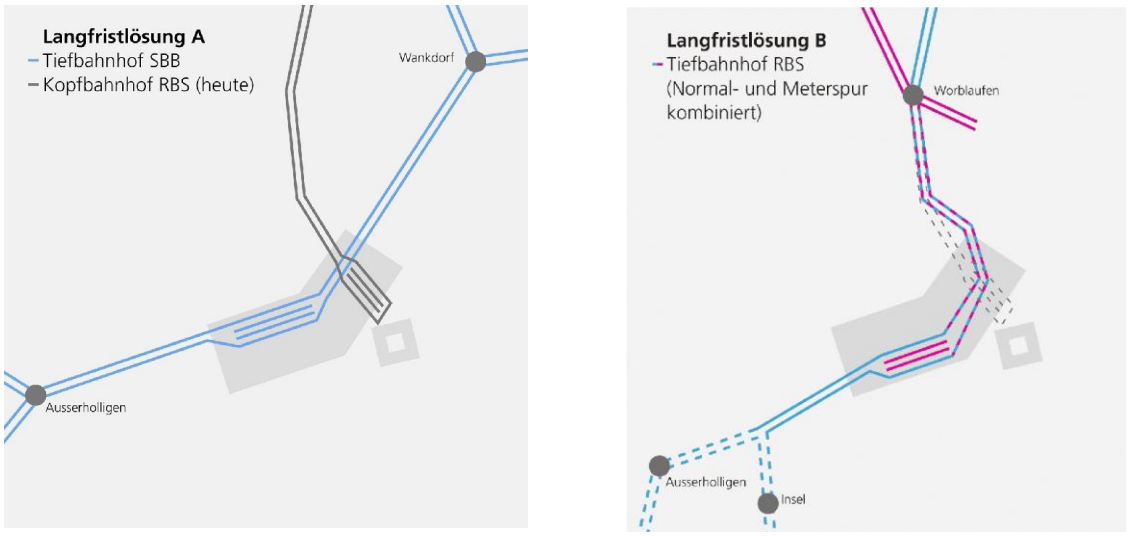


Figure 18: Deux concepts opposés pour la future gare de berne en souterrain (en bleu)
Source: Zukunft Bahnhof Bern Der ZBB-Prozess im Überblick Stand September 2010

9.4 Gare de Zurich

La gare de Zurich est une gare les plus fréquentée du monde avec près de 3000 trains aux départs chaque jours. Il s'agit principalement d'une gare en cul-de-sac. Une liaison souterraine traverse la gare et la ville depuis 1990.

Gare	Voies	Nature	Trafic.
Gleishalle	16	Cul-de-sac	Régional et longue distance
Museumstrasse (1990)	4	Traversante	Régional
SZU	4	Cul-de-Sac	Régional
Sihlpost	4	Cul-de-Sac	
Löwenstrasse (2013)	4	Traversante	Longue distance

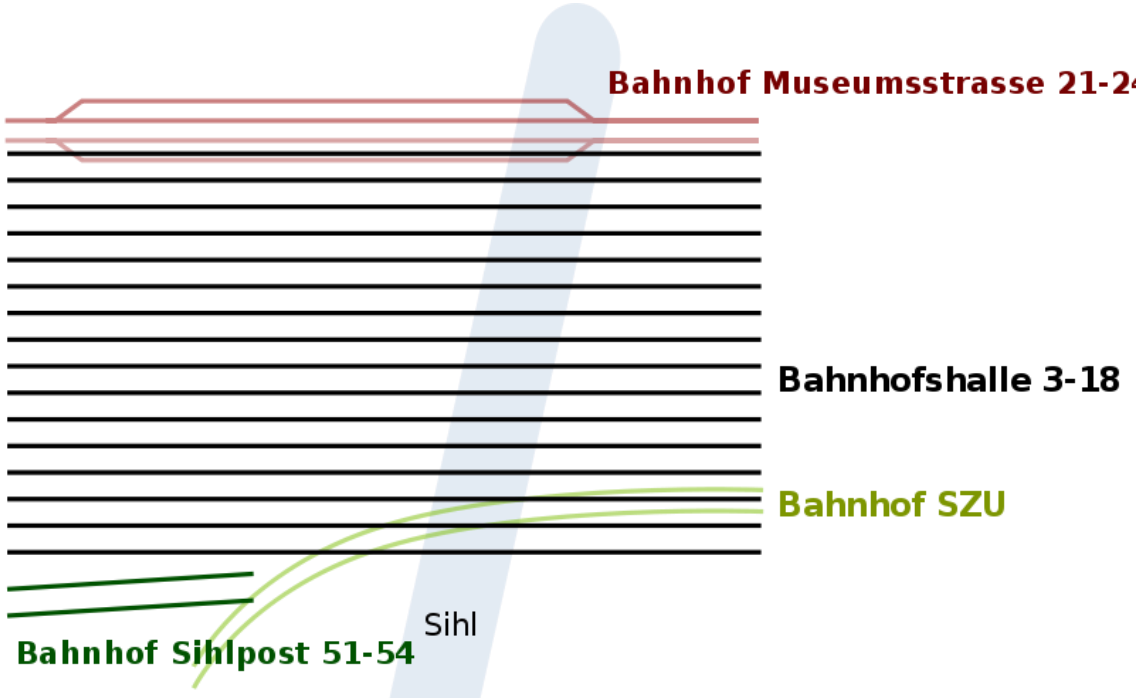


Figure 19: Schéma des voies en gare de Zurich: A noter que la future gare de la Löwenstrasse n'y figure pas. Source : http://de.wikipedia.org/wiki/Z%C3%BCrich_Hauptbahnhof

La gare de « Sihlpost » est une gare provisoire conçue pour décharger la gare principale en attendant la réalisation de la gare traversante de la Löwenstrasse et la ligne diamétrale.[3] A noter que ses voies n'arrivent pas aussi loin que les autres (voir figure ci-dessus). Cette solution provisoire pourrait être envisageable à Lausanne, pour des voies en cul-de-sac, principalement au nord de la gare actuelle aux abords du futur musée des beaux arts.

[3] http://de.wikipedia.org/wiki/Zürich_Hauptbahnhof

9.5 Gare de Stuttgart

Le projet de Stuttgart 21 est un projet gigantesque qui inclut, entre autre, une gare souterraine traversante. Ce projet inclus également la construction de plusieurs tronçons de voies souvent souterraines (en rouge sur la figure). Le projet est estimé à plus de 4 milliards d'Euros. [4] Ce projet inclus également une voie rapide entre Stuttgart et Ulm devisée également à plusieurs milliards d'Euros.

La gare de Stuttgart est actuellement principalement en cul-de-sac orienté au nord (15 voies à quai), mais possède également un tunnel traversant sous la ville, principalement utilisé par le S-bahn (2 voies à quai) datant de 1978. Actuellement, le trafic grande ligne comprend huit lignes de trains longue distance, dont six traversantes (ICE/IC) passant toutes les deux heures et quelques trains spéciaux en direction de la France notamment. A cela s'ajoutent quinze lignes régionales (RE, IRE) cadencées toutes les heures ou toutes les deux heures.[5] Les S-bahn sont au nombre de six et traversent tous la gare centrale[6] par le souterrain. Le projet de future gare souterrain prévoit huit voies à quai contre les quinze actuelles en surface. La gare S-bahn souterraine sera maintenue telle quelle, perpendiculaire à la gare centrale.

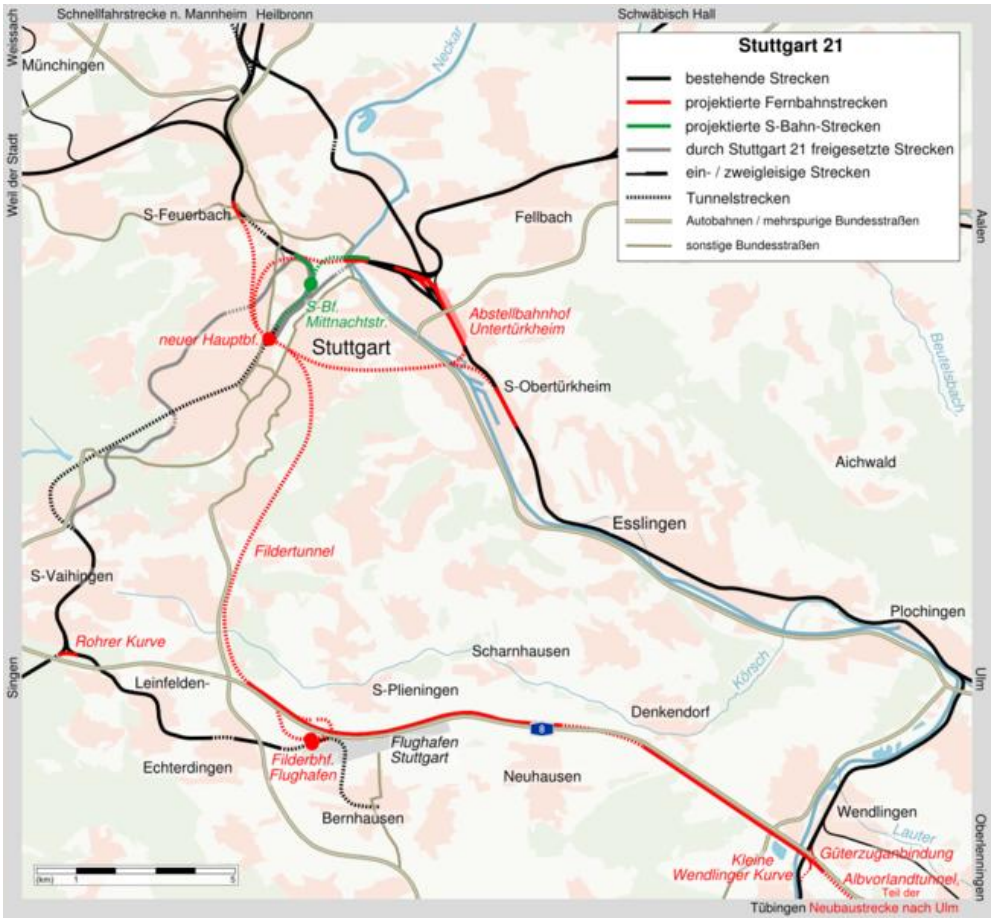


Figure 20: Nœud ferroviaire actuel et futur de Stuttgart. En noir les lignes actuelles. En rouge et vert les futures infrastructures.

[4] La vie du Rail, 13 Octobre 2010, pp. 27-32.
[5] http://de.wikipedia.org/wiki/Stuttgart_Hbf
[6] http://www.bahn.de/s_stuttgart/view/index.shtml

9.6 Séparation par type de trafic

Le trafic régional et longue distance se gênent sur un axe ferroviaire car leurs vitesses sont différentes. Sur certaines lignes, c'est jusqu'à quatre rythmes différents de trafic qui doivent cohabiter. Une séparation de ces trafics doit être réalisée soit dans le temps, soit dans l'espace.

Séparation « temporelle » :

Le trafic de la plupart des lignes de Suisse peuvent être séparées par séparation temporelle des trains. C'est ce qu'il se passe actuellement sur les lignes convergents à Lausanne. Cela à pour conséquence de séparer le nœud de Lausanne en un nœud direct 15/45 et un nœud régional 0/30. Pour faire passer plus de trains, mais sans améliorer les fréquences il est possible d'avoir recours à des batteries de trains, c'est-à-dire grouper les trains qui ont la même vitesse pour perdre moins de sillons.

Séparation « spatiale » :

La séparation spatiale sépare le trafic lent du trafic rapide de manière physique sur une troisième et éventuelle quatrième voie. C'est le cas, par exemple, entre Genève et Coppet ou le trafic régional est à part du trafic grande ligne, sur la troisième voie. Cette séparation peut être totale ou partielle à certains endroits stratégiques. C'est par exemple le cas du futur tronçon à quatre voies entre Gland et Allaman. Cette séparation des trafics, de plus en plus fréquentes dans les réseaux d'agglomération, a des conséquences sur la gare centrale. En effet, les nœuds temporels des deux types de trafics ne sont plus interdépendants, et les trains peuvent donc être dilués différemment dans l'heure.

9.7 Classement par affectation

Le tableau ci-dessous illustre la nature des anciennes et des nouvelles gares décrites dans ce travail.

Nouvelle gare / Gare originelle	Cul-de-Sac	Traversante
Cul-de-Sac	Anvers (niveau -1)	Zurich, Anvers (niveau-2), RER Paris, Stuttgart, Francfort, etc…
Traversante	-	Berne, Barcelona-Sants

Aucun exemple de gare traversante ayant opté pour une nouvelle gare en cul-de-sac en souterrain n'a été trouvé dans cette recherche. Pourtant, cette éventualité n'est pas à éliminer trop rapidement si le trafic entre Lausanne et Genève continue à augmenter et que le « déséquilibre » du nœud lausannois traité au chapitre 8.4 s'accentue.

9.8 Conclusion de l'étude comparative

- Il existe plusieurs cas de figure possibles poussant à la réalisation d'une gare souterraine. La raison du recours au souterrain à Lausanne sera la saturation de la gare en surface mais pourrait être accompagné d'une restructuration du nœud.
- Les projets de gares souterraines étudiés sont en général accompagnés d'autres nouvelles infrastructures autour de la dite gare.
- Le réseau souterrain est utilisé par du trafic régional ou du trafic longue distance. Rarement les deux.
- Le réseau souterrain n'est souvent utilisé par qu'une partie des trains, selon leurs directions. Parfois, seule une partie des lignes est connectée à la gare souterraine.
- Les réseaux régionaux sont de plus en plus séparés physiquement des réseaux longues distances dans les grandes agglomérations.

10. Conclusion générale et pistes pour la suite

Les recherches effectuées jusqu'ici montrent que les infrastructures existantes et planifiées d'ici 2030 suffiront à répondre à la demande, autour du nœud lausannois. Ensuite, les infrastructures nécessaires répondant à une probable augmentation de la demande devront être imaginée. Les infrastructures et l'offre sur le périmètre élargi influenceront l'occupation de la gare de Lausanne. Au-delà de la fréquence à trente minutes qui sera généralisée dans les prochaines années, une fréquence à quinze minutes est imaginable. Cependant, au-delà, la structure nodale ne sera plus nécessaire pour maintenir de bonnes correspondances. Elle risque d'ailleurs d'être handicapante car elle concentre les trains de toutes les directions aux mêmes minutes en gare. Pour répondre à la demande, à deux, trois voire quatre produits différents (IC/IR/RE/RER), une séparation spatiale des trafics sur les lignes les plus chargée est déjà en cours, et sera très probablement continuée.

11. Bibliographie

Rapport et documents :

Vers une mobilité durable : les transports publics à l'horizon 2020. Département des infrastructures Service de la mobilité, 2006.

Convention-cadre relative au développement de l'offre et des infrastructures sur la ligne Lausanne – Genève-Aéroport entre la Confédération Suisse, l'Etat de Vaud et la République et Canton de Genève.

Présentation du conseiller d'Etat vaudois François Marthaler, chef du Département des infrastructures, lors de la Conférence de presse du 3 juillet 2008 sur la Halte de Prilly-Malley.

Etat Rail 2030 : offre et projets. *Matériel de référence état printemps 2010,* CFF : Référence du dossier : 031.10/2010-03-19/306

Futur développement de l'infrastructure ferroviaire (ZEB) *Base pour le développement des transports publics en Suisse.* LITRA, 2007.

Revue :

La Vie du Rail, 13 Octobre 2010, pp.27-32.

Sites internet de compagnies ferroviaires suisses et européennes :

www.cff.ch

www.tableaux-horaires.ch

www.sncb.be

www.sncf.fr

www.bahn.de

www.renfe.es

Autres sites internet :

www.vd.ch/fr/autorites/departements/dinf/service-de-la-mobilite/

Wikipedia.org

Annexe I : RER Vaudois.

Figure 21: RER pour 2018: Source www.letemps.ch

D'autres options existent également avec une fréquence à la demi-heure jusqu'à Vallorbe et Payerne. Une prolongation du RER 5 jusqu'à Palézieux est aussi projetée.

La ligne de la vallée de Joux Le Day - Le Brassus et la ligne Chavornay-Orbe pourraient venir compléter l'offre moyennant quelques modifications d'infrastructures, dans un horizon plus lointain.