

Ligne 150
 Désignation Genève - Lausanne
 Projet kilomètres 60.0 – 0.0

Canton(s)  Vaud,  Genève

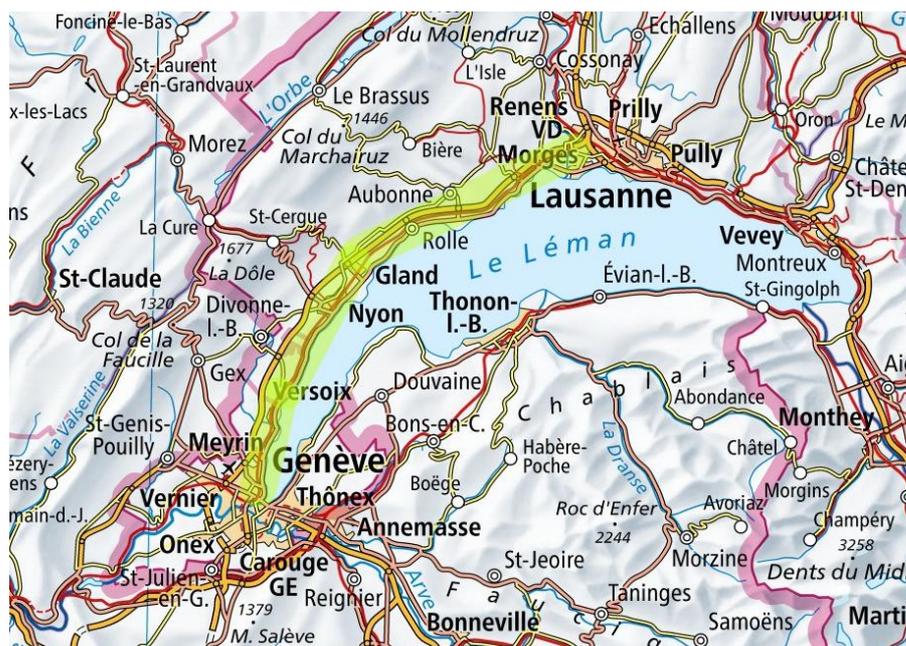
Commune(s) --

Etude PRODES EA 2035, préparation pour une étape suivante

Genève – Lausanne, nouvelle ligne

Numéro ISP 1157445

Phase Etude prospective



ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE

RAPPORT TECHNIQUE

VERSION	-	a	b
DOCUMENT	100310.01.04- RN1016/Dwtl/Bhr	100310.01.04Dwtl/Bhr	100310.01.04- RN1016b/Dwtl
DATE	31 mai 2022	30 septembre 2022	30 mai 2023
ELABORATION	Hugo Arrachart	Hugo Arrachart	Hugo Arrachart
VISA	Olivier de Watteville	Olivier de Watteville	Olivier de Watteville
COLLABORATION	Gaëlle Abi Younes Mauro Pascale	Gaëlle Abi Younes Mauro Pascale	Gaëlle Abi Younes Mauro Pascale
DISTRIBUTION	CFF (1 ex.) OFT (1 ex.) BG (1 ex)	CFF (1 ex.) OFT (1 ex.) BG (1 ex)	CFF (1 ex.) OFT (1 ex.) BG (1 ex)

ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE - RAPPORT TECHNIQUE

TABLE DES MATIÈRES		Page
1	Résumé	1
1.1	Objectif, périmètre et méthodologie	1
1.2	Phase 1 : Identification et sélection des couloirs	2
1.3	Phase 2 : Développement et sélection des variantes de tracé	2
1.4	Phase 3 : Approfondissement des variantes retenues	3
1.5	Estimation des coûts	4
1.6	Conclusion	5
2	Présentation générale du mandat	6
2.1	Contexte	6
2.2	Cadre	6
2.3	Objectifs	7
2.4	Périmètre de planification	7
3	Situation de référence, fonctions et exigences	9
3.1	Situation initiale	9
3.1.1	Situation au sein du réseau CFF de la ligne Genève – Lausanne	9
3.1.2	Desserte actuelle, situation de référence et objectifs de desserte	10
3.2	Fonctions attendues du projet	11
3.3	Exigences techniques attendues	12
3.3.1	Vitesse	12
3.3.2	Entraxe	12
3.3.3	Gabarit ferroviaire	12
3.3.4	Géométrie des voies	12
3.3.5	Rayon de raccordement verticaux	13
3.3.6	Déclivités : pentes et rampes maximales	13
3.3.7	Longueur des quais	14
3.3.8	Système de sécurité (ETCS)	14
3.3.9	Raccordement nouvelle ligne – ancienne ligne	14
3.3.10	Appareils de voies	14
4	Approche méthodologique	16
4.1	Méthodologie générale de l'étude	16
4.2	Terminologie utilisée	16
5	Phase 1 : Identification et sélection des couloirs	17
5.1	Méthode utilisée	17
5.2	Évaluation du couloir Lac	17

ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE - RAPPORT TECHNIQUE

5.2.1	Couloir Lac – Variante sous-lacustre	17
5.2.2	Couloir Lac – Variante en surface	18
5.3	Première sélection des couloirs	18
5.3.1	Méthode d'évaluation	18
5.3.2	Tronçon Vengeron – Nyon	19
5.3.3	Tronçons Nyon - Allaman et Allaman – Morges	21
5.3.4	Tronçon Morges – Renens	23
5.4	Seconde sélection des couloirs	25
5.4.1	Méthode d'évaluation	25
5.4.2	Tronçon Vengeron – Nyon Ouest	26
5.4.3	Tronçons Nyon Ouest – Nyon Est – Allaman	27
5.4.4	Tronçon Allaman – Morges	28
5.4.5	Tronçon Morges – Renens	29
5.5	Bilan de l'analyse des couloirs	29
5.6	Typologie de desserte de Nyon et Morges	29
5.6.1	Caractérisation des typologies de dessertes	30
5.6.2	Conclusion sur les typologies de dessertes de Nyon et Morges	33
6	Phase 2 : Développement et sélection des variantes de tracés	34
6.1	Méthode de génération des variantes de tracé	34
6.1.1	Points d'accroche de Pregny	35
6.1.2	Point d'accroche de Renens	35
6.2	Présentation globale des tronçons entre (Pregny –) Vengeron et Renens	35
6.2.1	Tronçon 1 : (Pregny –) Vengeron - Pierre-Féline	37
6.2.2	Tronçon 2 : Pierre-Féline – Gland Ouest	38
6.2.3	Tronçon 3 : Gland Ouest – La Côte	39
6.2.4	Tronçon 4 : La Côte – Perroy	40
6.2.5	Tronçon 5 : Perroy – Morges	41
6.2.6	Tronçon 6 : Morges – Denges	42
6.2.7	Tronçon 7 : Denges – Renens	43
7	Phase 3 : Approfondissement des variantes retenues	44
7.1	Tronçon 1 : (Pregny -) Vengeron – Pierre-Féline	44
7.1.1	Pregny – Vengeron : Variante unique en tunnel direct	44
7.1.2	Vengeron – Pierre Féline : Variante unique en tranchée couverte sous autoroute au niveau de Coppet	45
7.2	Tronçon 2 : Pierre Féline – Gland Ouest	46
7.2.1	Typologie de desserte de Nyon 1a	46
7.2.2	Typologie de desserte de Nyon 1b	50
7.2.3	Typologie de desserte de Nyon 2	52
7.2.4	Typologie de desserte de Nyon 3	53

ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE - RAPPORT TECHNIQUE

7.2.5	Typologie de desserte de Nyon 4	55
7.3	Tronçon 3 : Gland Ouest – La Côte : Variante unique en tranchée couverte sous l'autoroute	57
7.4	Tronçon 4 : La Côte – Perroy : Variante unique en tranchée couverte sous l'autoroute	57
7.5	Tronçon 5 : Perroy – Morges	59
7.5.1	Variante ligne actuelle à 4 voies	59
7.5.2	Variante tunnel court	60
7.5.3	Variante tunnel long	60
7.5.4	Tronçon commun entre le Boiron et Morges	61
7.6	Tronçon 6 : Morges – Denges	62
7.6.1	Exploitation entre Morges et Denges	62
7.6.2	Modification de l'entrée à Lausanne-Triage depuis Morges	63
7.7	Tronçon 7 : Denges – Renens	64
7.7.1	Accès au bypass de/vers Yverdon	64
7.8	Bilan global	66
7.9	Identification des possibilités de réalisation par étapes infrastructurelles cohérentes	66
8	Évaluation des coûts	69
8.1	Méthode de chiffrage employée	69
8.2	Chiffrage par tronçon	69
8.2.1	Tronçon 1 – Pregny – Pierre-Féline	69
8.2.2	Tronçon 2 – Pierre-Féline – Gland Ouest	70
8.2.3	Tronçon 3 – Gland Ouest – La Côte.	73
8.2.4	Tronçon 4 – La Côte – Perroy	74
8.2.5	Tronçon 5 – Perroy – Morges	75
8.2.6	Tronçon 6 – Morges – Denges	75
8.2.7	Tronçon 7 – Denges – Renens	76
8.3	Bilan des coûts	77
9	Conclusion	78
10	Annexes	1
10.1	Annexe N°1 : Synthèse des études précédentes	2
10.1.1	Étude réalisée par BG Ingénieurs Conseils en 1975	2
10.1.2	Projet de Sara Ibanez, 2013	2
10.1.3	Projet de R. Weibel (2013)	3
10.1.4	Projet de viaduc d'E. Brühwiller (2013)	3
10.1.5	Rapport de la Citrap (2014)	3
10.1.6	Rapport MRS Partner, 2018	4
10.1.7	Synthèse	5
10.2	Annexe 2 : Analyse des types de surface par tronçon	6

ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE - RAPPORT TECHNIQUE

10.3	Annexe 3 : Vue générale des tracés retenus	7
10.4	Annexe 4 : Vues détaillées par tronçon des tracés retenus	8
10.5	Annexe 5 : Prise de position des Cantons de Vaud et Genève	12
10.6	Annexe 6 : Prise de position de l'OFROU	13
10.7	Annexe 7 : Vue d'ensemble des caractéristiques techniques et des coûts par tronçon étudié	11

1 Résumé

1.1 Objectif, périmètre et méthodologie

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- § Disposer d'un catalogue de variantes pour une nouvelle ligne entre Lausanne et Genève, afin de pouvoir anticiper les prochaines étapes d'aménagement
- § Disposer des éléments permettant de choisir la meilleure variante à retenir pour les modules de l'étape d'aménagement 2035 Allaman–Morges, troisième voie et Gilly–Bursinel–Rolle, voies de dépassement.

Le périmètre de l'étude s'étend de Genève à Lausanne selon le corridor en rouge dans l'illustration ci-dessous.

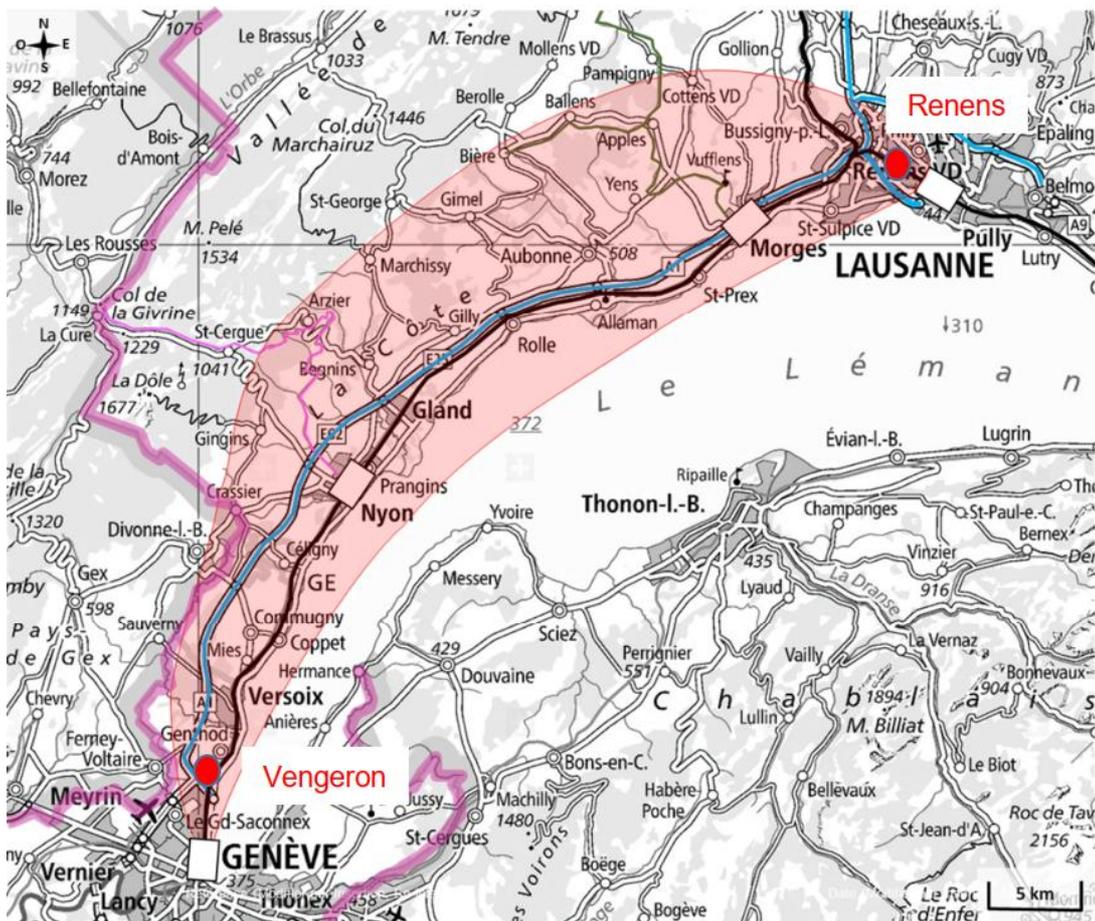


Figure 1: Représentation du périmètre d'étude

Les nœuds de Genève et Lausanne ne font pas partie du périmètre proprement dit, celui-ci se limite à Renens-Ouest et au Vengeron. Entre Renens et Lausanne, 4 voies sont déjà offertes. Au sud du Vengeron, le raccordement dans le nœud de Genève est étudié dans le cadre du mandat "Genève, Stratégie ferroviaire 2050+" actuellement en cours. Pour permettre le chiffrage de l'ensemble de la nouvelle ligne Genève – Lausanne, la variante consistant à raccorder la ligne nouvelle à la ligne actuelle au niveau de Pregny a été considérée dans le cadre du présent mandat.

La génération des variantes de tracés étudiées et présentées dans ce rapport s'est faite selon une méthodologie en 3 phases successives :

La phase 1 identifie et sélectionne les couloirs envisageables au sein du périmètre d'étude pour implanter les variantes de tracés. Ces couloirs sont caractérisés sommairement afin de procéder à une sélection des couloirs ou portions de couloir présentant le meilleur potentiel pour y développer des variantes de tracés. Par ailleurs, la problématique de la desserte de Nyon et Morges est également abordée durant cette phase.

La phase 2 développe, analyse et sélectionne des variantes de tracés implantées au sein des couloirs retenus en fin de phase 1.

La phase 3 étudie plus en détail les variantes de tracés retenus à l'issue de la phase 2.

À l'issue de la phase 3, les **coûts de réalisation** des variantes de tracés retenues ont été évalués à +/- 50% en utilisant la [méthode de calcul des coûts de l'OFT](#).

1.2 Phase 1 : Identification et sélection des couloirs

Sur l'ensemble de la ligne, 5 couloirs ont été analysés :

- Couloir Jura : au nord de l'autoroute A1
- Couloir autoroute A1 : à proximité de l'autoroute
- Couloir centre : entre l'autoroute et la ligne actuelle
- Couloir ligne actuelle : à proximité de la ligne existante
- Couloir lac : en surface ou sous-lacustre au sud de la ligne existante

Pour des raisons de faisabilité technique et d'impact sur le bâti existant au niveau des accès, le couloir lac a été très vite abandonné pour la suite de cette étude.

Quatre familles de critères ont été utilisées pour départager les couloirs à poursuivre et ceux à abandonner, à savoir l'offre, la faisabilité technique, l'environnement et les coûts de réalisation. Sur l'ensemble du tracé, les couloirs Jura et Centre ont été éliminés. Le couloir Jura a été abandonné à cause d'une implantation complexe surtout entre Genève et Coppet, ainsi que des liaisons avec Nyon et Morges longues et coûteuses à réaliser. Pour le couloir Centre, les impacts sur le bâti et le paysage auraient été trop importants et jugés inacceptables.

La suite de l'étude s'est donc concentrée sur les couloirs A1 et ligne existante. Entre Le Vengeron et Allaman, le couloir A1 est le plus prometteur avec des impacts limités par rapport aux autres choix possibles. Entre Allaman et Morges plusieurs solutions restent envisageables à ce stade de l'étude entre l'autoroute et la ligne actuelle. De Morges à Renens, le couloir A1 et ligne actuelle se confondent et ne laissent qu'une faible portion d'espace disponible pour implanter une double voie supplémentaire.

1.3 Phase 2 : Développement et sélection des variantes de tracé

Cette phase présente les caractéristiques géographiques des variantes de tracé, la délimitation de chaque tronçon et les solutions techniques proposées pour franchir les "points durs".

Les principaux points durs identifiés sont constitués notamment des traversées de localité comme Coppet, Nyon, Gland et Rolle. Pour Coppet, Gland et Rolle, une solution similaire sous la forme d'une tranchée couverte / insertion sous l'autoroute pourrait être applicable. Nyon en revanche doit être appréhendé d'une autre manière. Un éventail de variantes suivant quatre typologies a été établi

pour balayer le champ des possibilités. Dès Allaman, le bâti se densifie progressivement le long de la ligne existante. L'étude a démontré que la desserte de Morges ne peut se faire que par la gare actuelle. Entre Perroy et Le Boiron, trois solutions ont été mises en évidence :

- 4 voies le long de la ligne actuelle, avec des impacts conséquents sur l'existant,
- tunnel court entre Allaman et Le Boiron ,
- tunnel long entre Perroy et Le Boiron.

Du Boiron jusqu'à Morges, la seule solution permettant d'éviter un impact important sur le bâti consiste à élargir la plateforme existante à 4 voies.

Les tunnels présentent des impacts paysager et sur le bâti existant faibles mais nécessitent un investissement important dès 2035 pour assurer l'offre. La variante le long de la ligne actuelle est moins chère mais impacte plus l'existant et présente une compatibilité relativement faible dans les étapes de construction entre la 3ème voie en 2035 et une 4ème à horizon 2050 (cf. étude préliminaire en cours).

Entre Morges et Renens, le tracé suivra la ligne actuelle pour avoir un faisceau de 4 voies. Le passage au niveau de Lausanne-Triage et de la bifurcation d'Archy s'annonce délicat à gérer, les infrastructures sont proches les unes des autres. En construire de nouvelles demandera une logistique importante et une étude de faisabilité approfondie afin que la réalisation de la nouvelle ligne ne vienne pas créer des conflits supplémentaires avec les accès à Lausanne-Triage et à la bifurcation d'Archy de/pour la ligne du Pied-du-Jura.

1.4 Phase 3 : Approfondissement des variantes retenues

Pour établir un chiffrage qui soit fiable, les variantes proposées pour chaque tronçon ont dû être analysées pour définir les éléments techniques nécessaires à l'établissement d'un coût de chaque tronçon.

Tronçon Vengeron – Pierre-Féline : Le tracé forme une grande courbe, à l'image du tracé de l'autoroute en prenant soin d'éviter autant que possible de passer sous les habitations. Pour la traversée de Coppet, le principe de glisser la voie ferroviaire sous une des voies autoroutières pour ne pas impacter de bâtiments a été présenté à l'OFROU qui se déclare prêt à entrer en matière à condition de ne pas perturber le trafic autoroutier (prise de position détaillée en annexe 6). La même méthode sera employée pour Gland et Rolle.

Tronçon Pierre-Féline - Gland-Ouest : il s'agit bien là de la desserte de Nyon. Quatre types de desserte ont été générées :

- Contournement + raccordements vers Nyon : solution avec le plus d'infrastructure mais offrant aussi le plus de souplesse d'exploitation. C'est aussi la plus onéreuse car la majorité des tracés est en souterrain.
- Uniquement les raccordements : ici, le choix est fait de faire passer tout le trafic entre Genève et Lausanne par la gare actuelle de Nyon. Dès lors, d'important travaux dans la gare devront être réalisés. Les raccordements seront des infrastructures souterraines avec des pentes supérieures à 12.5‰ pour le raccord ouest et d'une longueur d'environ 2km.
- Contournement avec gare périphérique A1 : Cette fois-ci, le parti est pris d'éviter l'agglomération Nyonnaise et de rester le long de l'A1 avec une gare périphérique. Le Canton de Vaud a déjà émis d'importantes réserves sur cette variante qui va à l'encontre de sa politique de gestion du territoire.
- Tracé intermédiaire : le concept est de faire un tracé exclusivement souterrain passant à la limite de l'urbanisation de Nyon avec une gare périphérique. Compte tenu de la grande

longueur en souterrain et de sa complexité, cette variante est présentée mais n'a pas été retenue par le groupe de travail.

Tronçon Gland-Ouest – La Côte : Pour traverser Gland, c'est le concept de tranchée couverte sous l'autoroute qui est repris à l'image de Coppet.

Tronçon La Côte - Perroy : Là encore pour traverser la localité de Rolle, c'est le concept de tranchée couverte sous l'autoroute qui est repris. Cette solution couteuse permet de s'affranchir de nombreuses contraintes en milieu urbain (impact bâti, foncier, nuisance, procédures).

Tronçon Perroy – Morges : trois variantes ont été retenues et sont actuellement analysées en cours d'étude préliminaire :

- Variante 3 voies + 4ème voie spatialement séparée au niveau de St-Prex : dans le cas où la 3ème voie serait réalisée en 2035, une 4ème voie serait ajoutée ultérieurement le long de l'existant. Néanmoins, il sera techniquement compliqué d'assurer la compatibilité ascendante entre la 3ème voie et la 4ème voie ultérieure, nécessitant notamment un tracé souterrain et un saut-de-mouton au niveau de St-Prex .
- Variante tunnel court : passage très délicat sous l'autoroute A1 puis tracé en souterrain depuis le viaduc sur l'Aubonne jusqu'au Boiron
- Variante tunnel long : de même que pour le tunnel court, le point de départ se situe à l'ouest du village de Perroy et se poursuit jusqu'au Boiron.

Tronçon Morges – Denges : De Morges à Renens, la ligne nouvelle sera une extension de la ligne actuelle avec sa mise à 4 voies. Pour avoir une répartition du trafic compatible avec l'accès à Lausanne-Triage et la desserte du trafic régional par des quais extérieurs, le trafic rapide sera sur les voies centrales et le trafic lent à l'extérieur. L'infrastructure envisagée garantit l'accès à Lausanne-Triage à niveau pour les trains de marchandise. La voie lente extérieure Genève - Lausanne reste au niveau actuel et passe au-dessus des trois autres voies (deux rapides et une lente Lausanne - Genève) qui plongent en terrier.

Tronçon Denges – Renens : Les schémas et éléments techniques présentés dans ce rapport sont issus de l'étude cantonale Vaud 2050 réalisée en 2021. Ce tronçon s'intègre à la fois dans le cadre de l'étude ligne nouvelle Genève - Lausanne mais aussi dans celui du nœud de Lausanne et de l'accès au triage. Les infrastructures sont déjà denses, il ne sera pas aisé de venir construire toutes les nouvelles infrastructures imaginées.

1.5 Estimation des coûts

Les coûts ont été estimés sommairement à +/-50% selon la méthode OFT pour donner un ordre de grandeur de la réalisation d'une ligne nouvelle entre Genève et Lausanne. Les chiffres sont exprimés en millions de francs HT et sont donnés par tronçon puis par module (dans le développement du rapport). L'ensemble de la ligne nouvelle est estimé entre 6.6 et 9.9 milliards CHF selon les variantes retenues. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des coûts par tronçon.

Tronçon	km	coût min	coût max	coût/km min	coût/km max
Prégny - Pierre Féline	16.1	2 241	2 241	139	
Pierre Féline Gland-Ouest	8.1	565	2 879	70	355
Gland-Ouest - La Côte	5.1	858	926	168	182
La Côte - Perroy-Foot	5.8	1 042	1 042	180	
Perroy-Foot - Morges	11.4	1 040	1 969	91	173
Morges - Denges	4.1	379	379	92	
Denges - Renens	4	500	500	125	
Total	54.6	6 625	9 936	121	182

Plusieurs points tels que la desserte de Nyon ou le tronçon Allaman – Morges présentent encore des options ouvertes. De ce fait, plusieurs variantes ont été générées d'où la présence de fourchette de prix (basse et haute) pour certains tronçons. De grandes disparités sont visibles suivant le choix des variantes retenues. Par exemple pour Nyon, le coût au kilomètre passe de 70 Mio CHF à 355 Mio CHF. Les décisions politiques et techniques concernant Nyon auront un impact significatif sur les coûts. La liaison avec la ligne existante à Genève a également été étudiée sommairement et chiffrée avec une variante unique se raccordant à Pregny. Autrement, les ouvrages les plus chers restent les tranchées couvertes sous l'autoroute pour traverser les localités urbaines estimées à 200'000 CHF/m. À titre de comparaison, les autres tronçons en tunnel "classique" se chiffrent à 100'000 CHF/m.

1.6 Conclusion

La présente étude devait permettre de répondre à deux objectifs :

- Disposer d'un catalogue de variantes pour une nouvelle ligne entre Lausanne et Genève, afin de pouvoir anticiper les prochaines étapes d'aménagement
- Disposer des éléments permettant de choisir la meilleure variante à retenir pour les modules EA 2035 Allaman–Morges, troisième voie et Gilly-Bursinel–Rolle, voies de dépassement.

L'étude a ainsi permis de définir que le positionnement de la ligne nouvelle serait majoritairement le long de l'A1 avec également certains tronçons le long de la ligne actuelle. La desserte de Nyon, tout comme la connexion au niveau des nœuds de Genève et Lausanne nécessiteront des études approfondies pour déterminer la meilleure solution possible. Pour la desserte de Morges, une seule variante est envisagée consistant à passer par la gare existante, les autres ayant toutes été abandonnées.

La compatibilité entre l'EA 2035 et la vision à long terme de 4 voies entre Genève et Lausanne a également été démontrée mais avec cependant quelques réserves selon la variante qui sera choisie entre Morges et Allaman.

Les pentes et rampes maximales ont été limitées au maximum à 12.5‰ pour accepter le trafic marchandise, sauf sur certaines sections relativement courtes. Cela implique cependant des ouvrages plus longs et donc un coût plus important. Des optimisations seront à chercher pour la dimension et l'implantation des ouvrages.

Les coûts ont été chiffrés à +/- 50% selon la méthode de l'OFT. Comme plusieurs variantes restent encore possibles, c'est une fourchette de prix qui est annoncée pour cette nouvelle infrastructure entre 6.6 et 9.9 milliards de CHF.

2 Présentation générale du mandat

2.1 Contexte

Les perspectives d'évolution du trafic voyageurs et marchandise à long terme tendent à indiquer qu'une extension à quatre voies de la ligne Genève – Lausanne sera nécessaire à cet horizon. Par ailleurs, les infrastructures actuelles et planifiées ne permettent pas d'assurer une offre régionale avec une cadence de base minimum de 30' dans toutes les haltes de l'agglomération Lausanne – Morges et du Grand Genève (plusieurs haltes ont été fermées depuis le début du siècle suite au manque de capacité en trafic régional).

Dans le contexte du remplacement des vols court-courriers par le rail, cet axe est également stratégique pour un développement futur des liaisons transfrontalières en direction de Lyon, pôle de correspondances extrêmement intéressant pour rallier le Sud et l'Ouest de la France, ainsi que la Péninsule ibérique.

Compte tenu des difficultés d'une extension du nombre de voies sur le tracé actuel (forte charge du trafic, densité du bâti le long de cette ligne, réactions des utilisateurs et des riverains envers les nuisances dues aux chantiers, aucune opportunité de coupure), l'option d'une augmentation de la capacité via un nouveau tracé doit être envisagée et étudiée. En outre, les autorités cantonales vaudoises et genevoises ainsi que certains parlementaires demandent l'étude d'une nouvelle ligne qui soit indépendante du tracé actuel.

L'étape d'aménagement 2035 (EA 2035) permettra d'augmenter singulièrement le nombre de trains entre Genève et Lausanne puisque leur nombre passera de 6 trains par heure et par sens en 2022 à 10 trains par heure et par sens à l'horizon de réalisation de l'EA 2035. À cet horizon sont prévus en particulier les aménagements suivants :

- § Création d'une voie supplémentaire entre Denges et Morges (EA2025),
- § Création de voies supplémentaires entre Allaman et Morges (EA 2035),
- § Création d'une voie de dépassement entre Gilly-Bursinel et Rolle (EA 2035).

Il importe dès lors d'assurer au maximum la **compatibilité des investissements qui seront engagés pour la réalisation des projets d'augmentation de la capacité entre Genève et Lausanne inscrits dans l'EA 2035 avec la possible création ultérieure d'une nouvelle ligne Genève – Lausanne.**

Pour disposer d'une première vision sur cette problématique, les CFF ont mandaté BG afin de réaliser la présente étude prospective. Cette étude est donc financée par l'OFT, dans le cadre des mesures de l'EA 2035.

2.2 Cadre

L'étude a été suivie par un groupe de direction de projet composé de représentants de l'Office Fédéral des Transports (OFT) et des Chemins de Fer Fédéraux (CFF).

Un groupe d'accompagnement technique a également suivi les différentes étapes. Ce groupe était composé de représentants de l'OFT, de l'Office Fédéral des Routes (OFROU), de la Direction Générale de la Mobilité et des Routes du canton de Vaud (DGMR), de l'Office Cantonal des Transports du canton de Genève (OCT) et des CFF.

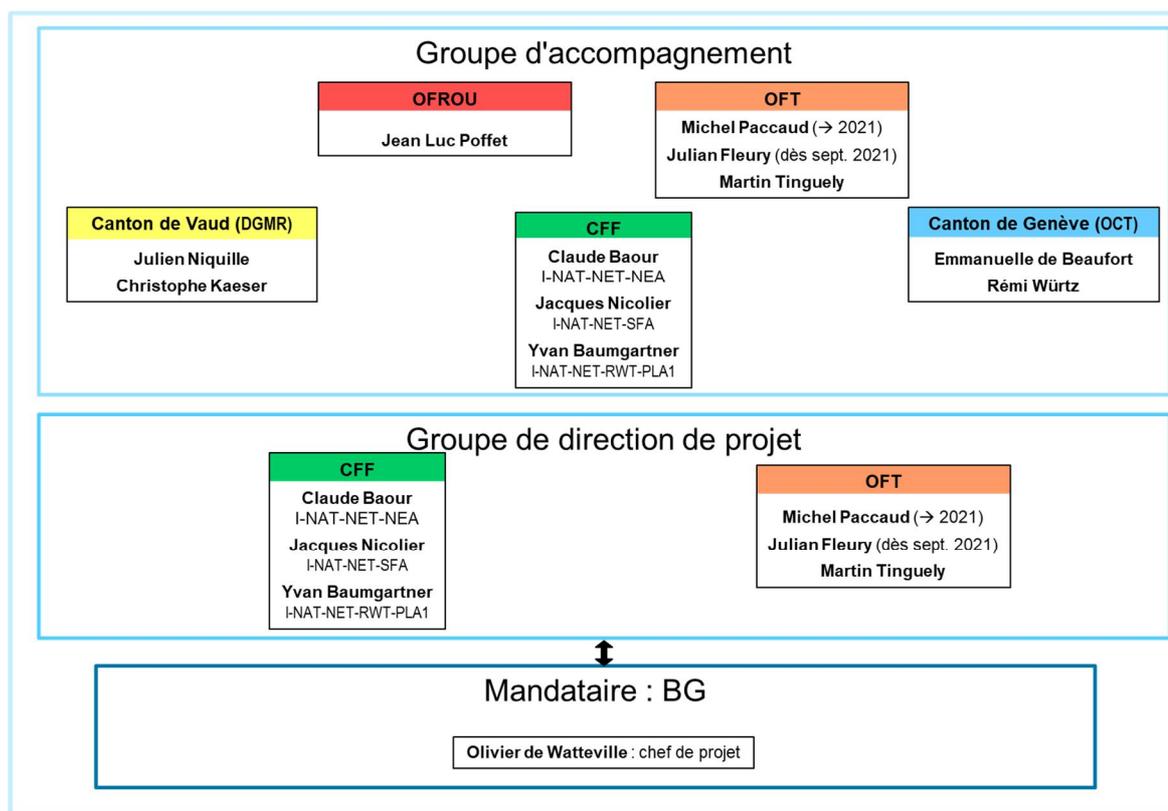


Figure 2 : Organisation de projet

2.3 Objectifs

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- § Disposer d'un catalogue de variantes pour une nouvelle ligne entre Lausanne et Genève, afin de pouvoir anticiper les prochaines étapes d'aménagement
- § Disposer des éléments permettant de choisir la meilleure variante à retenir pour les modules de l'étape d'aménagement 2035 Allaman–Morges, voies supplémentaires et Gilly–Bursinel–Rolle, voies de dépassement dynamique.

2.4 Périmètre de planification

Le périmètre de l'étude s'étend :

- § De Genève à Lausanne selon le corridor en rouge dans l'illustration ci-dessous.

- § Les nœuds de Lausanne et Genève sont cependant situés hors périmètre de l'étude. Par conséquent, les points de raccordement à la ligne actuelle considérés dans ce mandat sont le secteur du Vengeron côté Genève et la tête ouest de la gare de Renens (points rouges sur la figure ci-dessous).
- § Entre Renens et Lausanne, la ligne actuelle est déjà à 4 voies (mise en service décembre 2022).
- § L'accroche à Genève est analysée dans le cadre de l'étude cantonale du nœud de Genève (Stratégie ferroviaire Genève 2050+). Dans le cadre du présent mandat, une solution de raccordement sur la ligne actuelle à l'Est de Cornavin à la hauteur de Pregny a été proposée à titre indicatif et analysée en seconde partie d'étude (dès le chapitre 6) afin de disposer d'une vision complète à 4 voies entre Genève et Lausanne.
- § Si l'opportunité se présente, ce périmètre inclut l'étude d'un nouveau raccordement à la ligne du Pied du Jura qui viendrait en plus du raccordement actuel d'Archy.

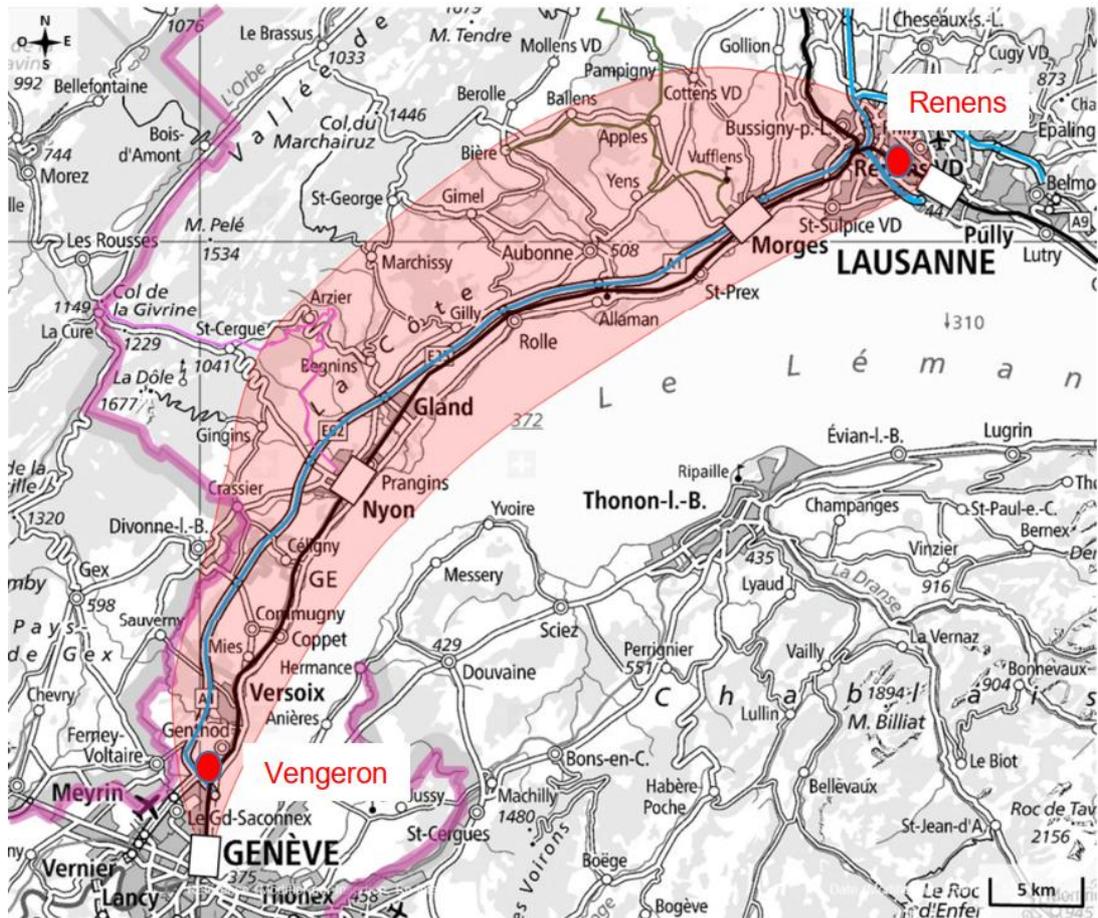


Figure 3: Représentation du périmètre d'étude

3 Situation de référence, fonctions et exigences

3.1 Situation initiale

3.1.1 Situation au sein du réseau CFF de la ligne Genève – Lausanne

La ligne actuelle Genève – Lausanne est située à l'extrémité Ouest du réseau CFF.



Figure 4: Situation de la ligne Genève – Lausanne au sein du réseau CFF

Elle relie entre elles les deux principales agglomérations de Suisse Romande soit Genève et Lausanne, en passant par les pôles régionaux de Nyon et Morges.

Elle constitue surtout le seul lien ferroviaire entre Genève et le reste de la Suisse, aucun itinéraire de substitution n'étant disponible. Ainsi en cas de perturbation sur la ligne, il est actuellement obligatoire de reporter les voyageurs sur d'autres moyens de transports, ce qui constitue une situation particulière sur le réseau CFF.

Notons enfin qu'il s'agit d'une ligne particulièrement chargée, non seulement par le trafic circulant au sein de la "métropole lémanique" mais également parce qu'elle concentre le trafic de trois lignes principales que sont la ligne du Pied du Jura (Yverdon, Neuchâtel etc.), celle du Plateau (Fribourg, Berne etc.) et celle du Simplon (Vevey, Montreux, Martigny etc.).

3.1.2 Desserte actuelle, situation de référence et objectifs de desserte

Desserte actuelle : La desserte actuelle de la ligne Genève – Lausanne est représentée schématiquement dans la figure ci-dessous, à laquelle s'ajoutent deux sillons fret planifiés par heure et par sens entre Genève -La Praille et Lausanne-Triage :

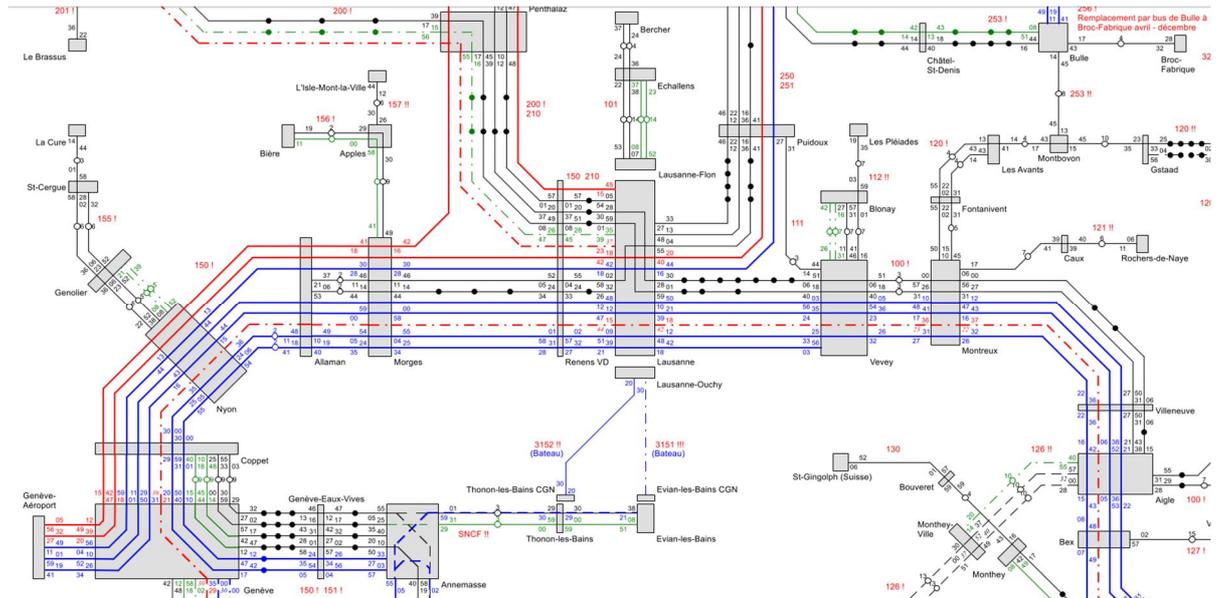


Figure 5 : Représentation simplifiée la desserte actuelle voyageurs (état 2020, source CFF)

État de référence : situation planifiée pour EA 2035 :

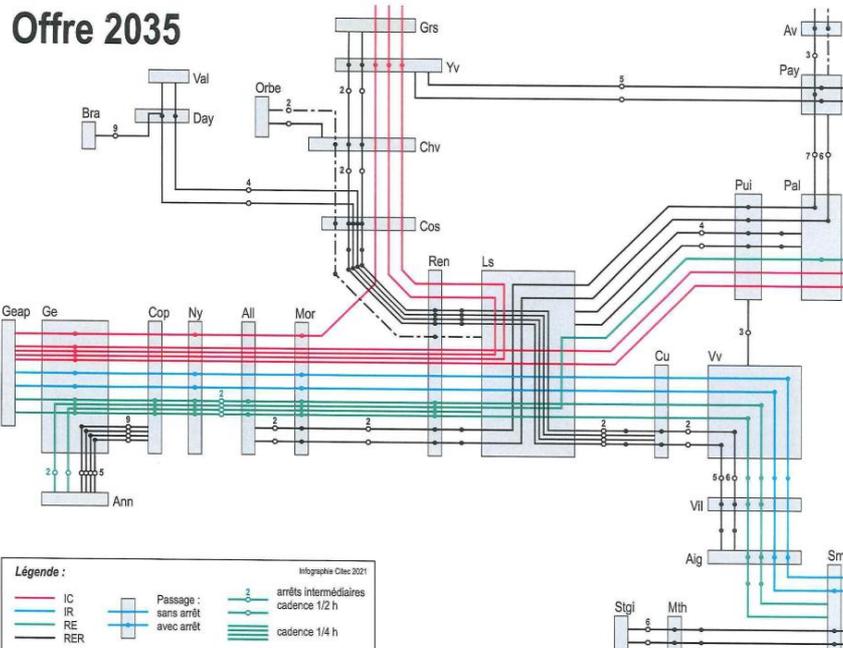


Figure 6 : Représentation simplifiée la desserte voyageurs prévue en 2035 (source CFF)

La figure ci-dessus présente la desserte planifiée à l'horizon 2035, à laquelle s'ajoutent deux sillons fret planifiés par heure et par sens entre Genève-La Praille et Lausanne-Triage.

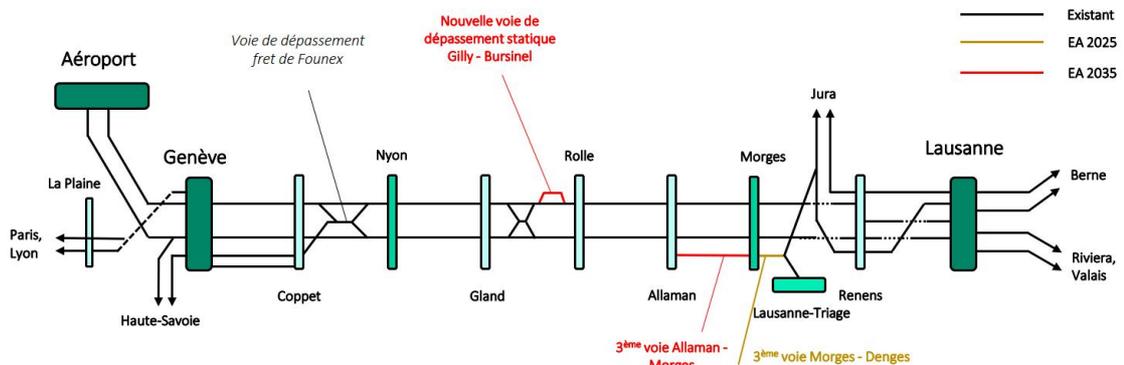


Figure 7 : Représentation simplifiée du réseau projeté PRODES 2035 (source : BG)

Pour rendre possible cet objectif de desserte, les principales modifications prévues de l'infrastructure à l'étape d'aménagement 2035 (EA 2035) sont les suivantes :

- § Création d'une voie de dépassement entre Gilly-Bursinel et Rolle (EA 2035),
- § Création de voies supplémentaires entre Allaman et Morges (EA 2035),
- § Création d'une voie supplémentaire entre Morges et Denges (EA 2025).

3.2 Fonctions attendues du projet

Deux fonctions principales sont attendues du projet étudié.

Augmentation de la capacité ferroviaire

Grace à sa création, la nouvelle ligne ferroviaire Genève – Lausanne permettrait de doubler la capacité sur cet axe. La répartition du trafic sur les deux lignes est prévue de la manière suivante :

La nouvelle ligne accueillera :

- Principalement du trafic voyageurs Grandes Lignes (EC, TGV, IC, IR),
- Éventuellement du trafic marchandises.

La ligne existante accueillera :

- Du trafic voyageur Régional (RER et RE),
- Du trafic marchandises,
- Du trafic voyageurs Grandes Lignes (EC, TGV, IC, IR), notamment en cas de perturbation sur la nouvelle ligne.

Création d'une redondance

La nouvelle ligne devra être autant que possible indépendante de la ligne existante pour permettre une redondance de l'offre, à minima celle Genève-Lausanne non-stop (EC, TGV, IC).

Des liaisons intermédiaires entre les deux nœuds de Genève et Lausanne sont cependant souhaitables d'une part pour faciliter la desserte des gares de Nyon et Morges (voir chapitre 5.7 Typologie de desserte) et d'autre part pour permettre une souplesse d'exploitation en cas de perturbation sur l'une des deux lignes. La possibilité d'une réalisation par étapes est également un élément important.

3.3 Exigences techniques attendues

Afin d'atteindre les objectifs énoncés, plusieurs exigences techniques sont à respecter. Ces différentes exigences sont décrites dans les paragraphes ci-dessous.

3.3.1 Vitesse

Sur les sections entièrement nouvelles et indépendantes de la ligne actuelle, la ligne nouvelle devra permettre une vitesse de 160 à 200 km/h. Le choix entre 160 et 200 km/h se fera ultérieurement (hors du présent mandat) lors d'analyses plus détaillées qui permettront de préciser d'une part les gains de temps de parcours amenés par une vitesse supérieure à 160 km/h et d'autre part les surcoûts qui en découlent en termes d'aménagement (rayons plus larges et gabarit des tunnels plus généreux par exemples) et d'exploitation (notamment consommation d'énergie supplémentaire et usure du matériel et de l'infrastructure plus importante).

En cas de mise à 4 voies de certains tronçons de la ligne actuelle, la vitesse de ligne actuelle ne devra pas être diminuée, elle devra même pouvoir être augmentée si cela est possible par de faibles modifications du tracé (corrections de courbes). Cela dit, l'augmentation de la vitesse n'est pas un objectif de la présente étude. Le temps de parcours ne doit cependant pas être augmenté pour autant.

3.3.2 Entraxe

L'entraxe en pleine voie dépend de la vitesse de circulation des trains. Pour des vitesses jusqu'à 160 km/h, l'entraxe est de 3,80 m. Pour des vitesses supérieures à 160 km/h, l'entraxe est de 4,50 m. Lorsqu'il y a plus de 2 voies, la/les voie(s) centrale(s) doi(ven)t disposer d'un dégagement de sécurité qui impose un entraxe fonction de la vitesse des trains, dans notre projet min. 5,20 m à garantir au moins d'un côté.

En gare, l'entraxe est de 4,50 m s'il y a des tâches de services. En l'absence de celles-ci l'entraxe de pleine voie peut être maintenu. Mais les dégagements de sécurité doivent être garantis pour chaque voie (source : DE-OCF).

Sur les ouvrages d'art, la largeur de l'ouvrage à double voie sera de 10 m. Hors ouvrage d'art et sur terrain plat, la largeur de la plateforme ferroviaire à double voie sera de 15 m.

3.3.3 Gabarit ferroviaire

Compte tenu des objectifs de vitesses de la ligne cités ci-avant, la catégorie de gabarit sera celle de l'OCF 4. En effet, cette catégorie est indiquée pour les nouvelles lignes améliorées visant une vitesse supérieure à 160 km/h ainsi que la circulation de trafic fret.

3.3.4 Géométrie des voies

Le règlement CFF R I-22046 définissant les éléments constitutifs du tracé géométrique des voies et des appareils de voie à écartement normal pour des vitesses jusqu'à VR = 250 km/h est à utiliser comme référence pour la planification de la présente étude prospective.

En particulier, les valeurs limites de planification et les valeurs normales (par ex. le dévers normal selon les chiffres 3.4.1 b) et 3.4.3 b)) doivent être respectées.

Le chiffre 10.1 du R I-22046 fournit un « choix de tracé réglementaire pour courbes circulaires avec courbes de raccordement » pour différentes vitesses. Le chiffre 10.1.3 s'applique à notre projet et donne les valeurs limites de planification suivantes :

Paramètres	Vitesse de roulement, V_r [km/h]			
	160	200		
		Règle Générale	Alternative	Cas exceptionnel ⁽¹⁾
Rayon minimal, R_{min} [m]	1'645	3'200	4'000	2'250
Dévers, d [mm]	62	78	62	110
Insuffisance de dévers, i_d [mm]	122	70	56	100
Valeurs limites de planification, $did/dt - dd/dt$ [mm/s]	36 - 44	30 - 35	30 - 35	30 - 35
Longueur de courbe de raccordement, L_c [m]	150	130 ⁽²⁾	104 ⁽³⁾	205

Figure 8 : Valeur de planification

(1) En cas exceptionnel et si des coûts supplémentaires conséquents peuvent être évités (consultation du service spécialisé responsable pour la voie ferrée)

(2) Avec des longueurs de courbe de raccordement $L_c = 240$ m, une augmentation de vitesse future à $V_r = 230$ km/h serait possible en cas de besoin.

(3) Avec des longueurs de courbe de raccordement $L_c = 192$ m, une augmentation de vitesse future à $V_r = 230$ km/h, voire à 250 km/h serait possible en cas de besoin.

3.3.5 Rayon de raccordement verticaux

Les rayons des raccordements verticaux doivent être les plus grands possibles. Pour une ligne nouvelle, il est d'usage de prévoir des rayons $R_v = 20\ 000$ m à 25 000 m.

Leurs valeurs limites sont calculées comme $R_{vmin} = 0.35 R^2$ ce qui donne :

$R_v \text{ min} = 14\ 000$ m à 200 km/h.

$R_v \text{ min} = 9\ 000$ à 160 km/h.

3.3.6 Déclivités : pentes et rampes maximales

Pour des lignes mixtes qui doivent accueillir du trafic voyageurs et marchandises, ce qui est le cas pour notre projet, les valeurs limites pour les pentes longitudinales sont définies dans l'Anforderungsmanagement-Plattform (AMP) de Netzdesign.

Valeurs limites pour les pentes longitudinales		
Champ d'application		Personne de contact
Sur les lignes et dans les gares		No./Version 210-001 1
Exigence		Date 28.02.2019
Application	Conception	Valeur limite
Ligne	Pente longitudinale déterminante (moyenne glissante sur 1 km)	Max. 12.5‰
	Pente longitudinale locale supérieure à 500 m pour les portails de tunnel ou les sauts de mouton (pas d'arrêt de train !)	Max. 35.0‰
	Pentes longitudinales dans les tunnels	Min 4.0‰, max. à itérer
Gares	Anciennes installations avec traitement des trains (composition, séparation ou stationnement des trains) non freinés	Max. 2.0‰
	Nouvelles installations avec prise en charge des trains	Max. 0.5‰
	Installations sans prise en charge des trains	Valeurs selon « ligne »
Voies de garage	Installations avec traitement du train freiné (mise en sécurité max. 30 min avec frein à air comprimé, sinon avec frein à main, frein à ressort ou sabot de frein)	Max. 20.0‰
Base	pentes longitudinales	
Mots clé	Inclinaison longitudinale, rampes, renversements	
		Commentaires
		Les pentes longitudinales ont une influence significative sur l'exploitation (temps de parcours, capacité des lignes) et sur les coûts des infrastructures et du matériel roulant. Les valeurs limites spécifiées permettent d'établir le tracé de voie sans besoin de consulter les services spécialisés. Si les valeurs limites sont dépassées, le tracé doit être discuté avec les services spécialisés (I-AT). Le document de base contient plus de détails.

Figure 9 : exigences des CFF pour les pentes de ligne mixte

3.3.7 Longueur des quais

- § Les gares desservies par des trains de type EC, TGV, IC ou IR auront des quais de 420 m pouvant accueillir des compositions de **400 mètres**.
- § Pour les autres gares qui accueilleront uniquement des trains RE, la longueur des quais devra permettre d'accueillir des compositions de **300 mètres**.
- § Pour les autres gares qui accueilleront uniquement du trafic régional, la longueur des quais devra permettre d'accueillir des compositions de **225 mètres**.

3.3.8 Système de sécurité (ETCS)

D'après le DE-OCF, pour des vitesses supérieures à 160 km/h, il faut recourir à un **ETCS level 2**.

3.3.9 Raccordement nouvelle ligne – ancienne ligne

Les raccordements entre la nouvelle et l'actuelle ligne seront conçus de manière à ne pas pénaliser le temps de parcours de la ligne nouvelle. Ainsi, les appareils de voie et les raccordements devront être accessibles idéalement à 140 km/h. Pour des raisons techniques, cette vitesse pourrait être diminuée (130-110 km/h) pour autant qu'elle ne péjore pas l'offre.

3.3.10 Appareils de voies

Les principes du règlement R I-22046, en particulier le « concept d'utilisation des appareils de voie standards » (chiffre 6.3), doivent être strictement respectés.

En règle générale :

- § L'utilisation d'appareils de voie en forme fondamentale est à viser.
- § Seuls des branchements simples sont autorisés sur une ligne nouvelle.

- § En ce qui concerne les appareils de voie de bifurcation, on choisit, pour une vitesse donnée, le type d'appareil de voie de dimension supérieure ou l'on signale, dans la branche déviée, une vitesse inférieure que le type d'appareil de voie l'autoriserait.
- § La disposition d'appareils de voie dans la zone d'influence de ponts doit être évitée (cf. R I-22068 ; de plus et indépendamment des appareils de voie, les appuis mobiles des ponts doivent se trouver, dans la mesure du possible, en alignement).

Références :

- § DE-OCF Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (742.141.11), état au 1er novembre 2020.
- § R I-22046 Règlement interne CFF – Tracé géométrique de la voie à écartement normal, édition du 1.1.2013.
- § R I-22068 Règlement interne CFF – Exigences imposées aux ponts par la voie ferrée et aménagement de la superstructure dans la zone d'influence de ponts du 1.3.2015.

4 Approche méthodologique

4.1 Méthodologie générale de l'étude

La génération des variantes de tracés étudiées et présentées dans ce rapport s'est faite en 3 phases successives :

La phase 1 identifie et sélectionne les couloirs envisageables au sein du périmètre d'étude pour implanter les variantes de tracés. Ces couloirs sont caractérisés sommairement afin de procéder à une sélection des couloirs ou portions de couloir présentant le meilleur potentiel pour y développer des variantes de tracés. Par ailleurs, la problématique de la desserte de Nyon et Morges est également abordée durant cette phase.

La phase 2 développe, analyse et sélectionne des variantes de tracés implantées au sein des couloirs retenus en fin de phase 1.

La phase 3 étudie plus en détail les variantes de tracés retenus à l'issue de la phase 2.

À l'issue de la phase 3, les **coûts de réalisation** des variantes de tracés retenues ont été évalués à +/- 50%.

4.2 Terminologie utilisée

Pour plus de clarté, les termes utilisés tout au long de l'étude sont définis ci-dessous :

Couloirs : les couloirs sont des fuseaux géographiques parallèles entre eux qui suivent l'orientation générale de l'axe Genève – Lausanne. Ils sont délimités à leurs extrémités par les nœuds de Genève et Lausanne. Cinq couloirs possibles ont été identifiés et sont les suivants :

- § Couloir Jura : fuseau situé au Nord-ouest de l'autoroute A1.
- § Couloir Autoroute : fuseau sur et aux abords de l'autoroute A1.
- § Couloir Centre : fuseau situé entre l'autoroute A1 et la ligne actuelle.
- § Couloir Ligne actuelle : fuseau sur et aux abords de la ligne actuelle.
- § Couloir Lac : fuseau situé au Sud-est de la ligne actuelle.

Tronçons : le linéaire entre Genève et Lausanne est séparé en plusieurs tronçons développés selon les besoins spécifiques inhérents à une ville ou à une partie du territoire.

Les tronçons sont les suivants :

- § (Pregny –) Vengeron – Nyon
- § Nyon – Allaman
- § Allaman – Morges
- § Morges – Renens

NB : en fonction des besoins, ces principaux tronçons pourront par la suite être redécoupés en sous-tronçons.

5 Phase 1 : Identification et sélection des couloirs

5.1 Méthode utilisée

Les couloirs définis ci-dessus ont été analysés en trois temps :

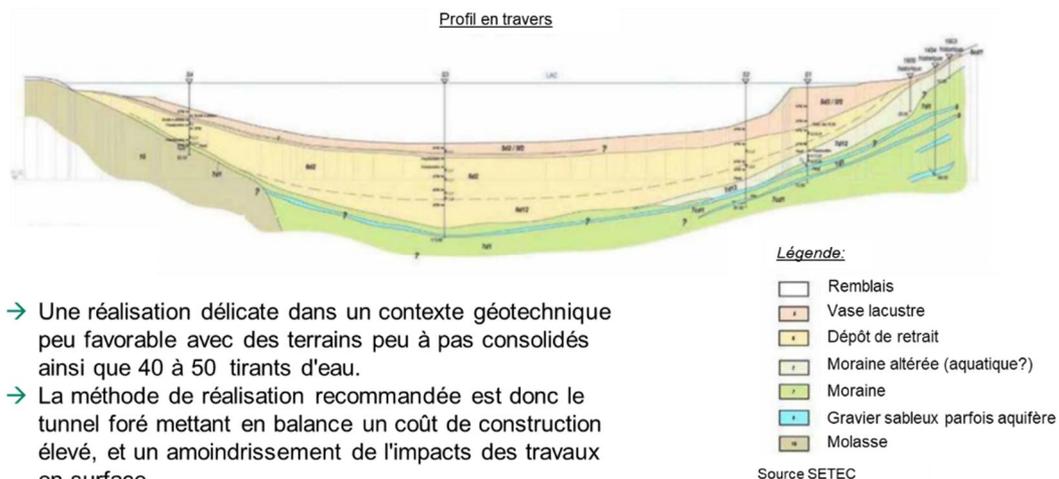
- § Dans un premier temps, le couloir Lac a été analysé sur la base d'un avis d'experts. Dans un second temps, une analyse sommaire à dire d'experts a permis de faire une première sélection parmi les tronçons des 4 couloirs restants.
- § Enfin dans un troisième temps, une analyse plus détaillée des tronçons restants a été effectuée, permettant d'aboutir à la liste des tronçons de couloir à retenir pour la suite de l'étude.

5.2 Évaluation du couloir Lac

5.2.1 Couloir Lac – Variante sous-lacustre

L'analyse d'une variante sous-lacustre s'est faite d'un point de vue uniquement technique. En effet, l'opportunité de construire un tunnel sous-lacustre a été rapidement abandonnée pour des raisons de difficultés techniques, de géologie défavorable et donc de coût.

- § **Contexte géologique défavorable** : les sols en profondeur du lac se caractérisent par une couche épaisse de dépôts de retrait reposant sur une couche de moraine au centre du lac et de molasse en ses extrémités. Ce contexte géotechnique peu à pas consolidé, auquel s'ajoute 40 à 50 m de tirant d'eau, offre des conditions extrêmement défavorables à la construction d'un tunnel. Bien qu'un tel ouvrage minimiserait l'impact des travaux en surface, il représente un coût considérable.



- Une réalisation délicate dans un contexte géotechnique peu favorable avec des terrains peu à pas consolidés ainsi que 40 à 50 tirants d'eau.
- La méthode de réalisation recommandée est donc le tunnel foré mettant en balance un coût de construction élevé, et un amoindrissement de l'impacts des travaux en surface.

Figure 10 : Exemple de contexte géologique du lac Léman (Source : CETEC, étude traversée de la Rade à Genève, 2013)

- § **Difficulté technique – rampes d'accès** : à la profondeur du lac s'ajoute une hauteur de creuse nécessaire à l'arrivée dans un sol suffisamment stable pour accueillir un tunnel. Une telle profondeur de creuse entraîne des pentes de rampe d'accès voyageurs très longues ou alors avec des valeurs supérieures aux maximaux précédemment définis. Diminuer la profondeur de creuse, impliquerait d'investir dans des techniques de stabilisation de sol extrêmement coûteuses.

§ **Coût** : La berge du lac présente une pente relativement importante, la courbe de niveau 350 m se trouve à quelques centaines de mètres au maximum du rivage. Compte tenu des rayons de courbure et des pentes admissibles, le tunnel serait implanté dans la vase surmontant les formations de retrait, dont la densité n'est que légèrement supérieure à celle de l'eau. La seule technique envisageable pour y construire un tunnel est celle des caissons en béton préfabriqué immergés dans une souille préalablement draguée, puis remblayés pour les protéger. La stabilité des parois de la souille étant précaire, il serait indispensable de les assurer à l'aide de rideaux de palplanches. La portance du fond de fouille n'étant pas suffisante pour garantir à long terme l'absence de mouvements différentiels entre les caissons, il faudrait le renforcer sur une profondeur de plusieurs mètres en y intégrant une grande quantité de blocs rocheux de grande taille, comme pour des colonnes ballastées. La fabrication des caissons en béton nécessiterait la création d'une darse spécifique de très grande taille.

Les opérations de dragage, remorquage et coulage des caissons nécessitent donc des équipements et compétences spécifiques qui rendent le coût de ce type d'ouvrage très supérieur à celui des tunnels forés dans les terrains compétents présents sur la rive et dans le versant Nord du lac. En conséquence des difficultés techniques de réalisation, le coût de réalisation d'un tunnel sous-lacustre sera également élevé. À titre de comparaison, le projet de traversée de la rade à Genève (projet de tunnel routier) a été devisé à environ 3,1 milliards de CHF pour un ouvrage relativement court en comparaison de la nouvelle ligne à construire. La réalisation d'un tunnel sous-lacustre sur l'ensemble du tracé entre Genève et Lausanne (environ 55 km) serait donc d'un ordre de prix supérieur à celui d'une variante en surface.

5.2.2 Couloir Lac – Variante en surface

Une variante en surface entre la rive du lac et le couloir ligne actuelle (partie terrestre du couloir Lac) présente également de grandes difficultés de réalisation en raison de la forte concentration urbaine en bordure immédiate ou non loin des rives du Lac, qui plus est souvent haut de gamme et parfois protégée (maisons de maître).

En conclusion, le couloir lac est abandonné et ne sera pas approfondi dans la suite de l'étude.

5.3 Première sélection des couloirs

5.3.1 Méthode d'évaluation

Dans un premier temps, le développement et la caractérisation des couloirs se fait à dire d'experts, et se voit attribuer une appréciation de **1 à 3 (1 : mauvais, 2 : moyen, 3 : bon)**.

Les couloirs sont caractérisés selon les critères et sous-critères suivants :

§ Offre – Exploitation

- Gain de capacité : augmentation de l'ensemble de la capacité sur l'axe Genève - Lausanne.
- Redondance : éloignement suffisant du nouveau tracé par rapport à la ligne actuelle (pour assurer l'indépendance) tout en assurant la possibilité de passer les trains d'une ligne à l'autre à Nyon, Morges ou en ligne.
- Impact sur l'exploitation durant la construction du fait qu'aucune interruption de ligne prolongée n'est envisageable.

§ Technique

- Difficulté de réalisation : ouvrages importants, risque géologique, techniques nouvelles.
- Possibilité de réalisation par étapes : évaluée uniquement en phase 2.
- Caractéristique de tracé pour le fret : pente limitée à 12,5‰.

§ **Environnement**

- Environnement humain bâti : impact sur les constructions et réseaux.
- Environnement humain cultivé : impact sur les vignes et SDA.
- Environnement naturel : impacts sur les zones protégées.
- Effet de coupure paysagère : création de nouvelles coupures longitudinales.

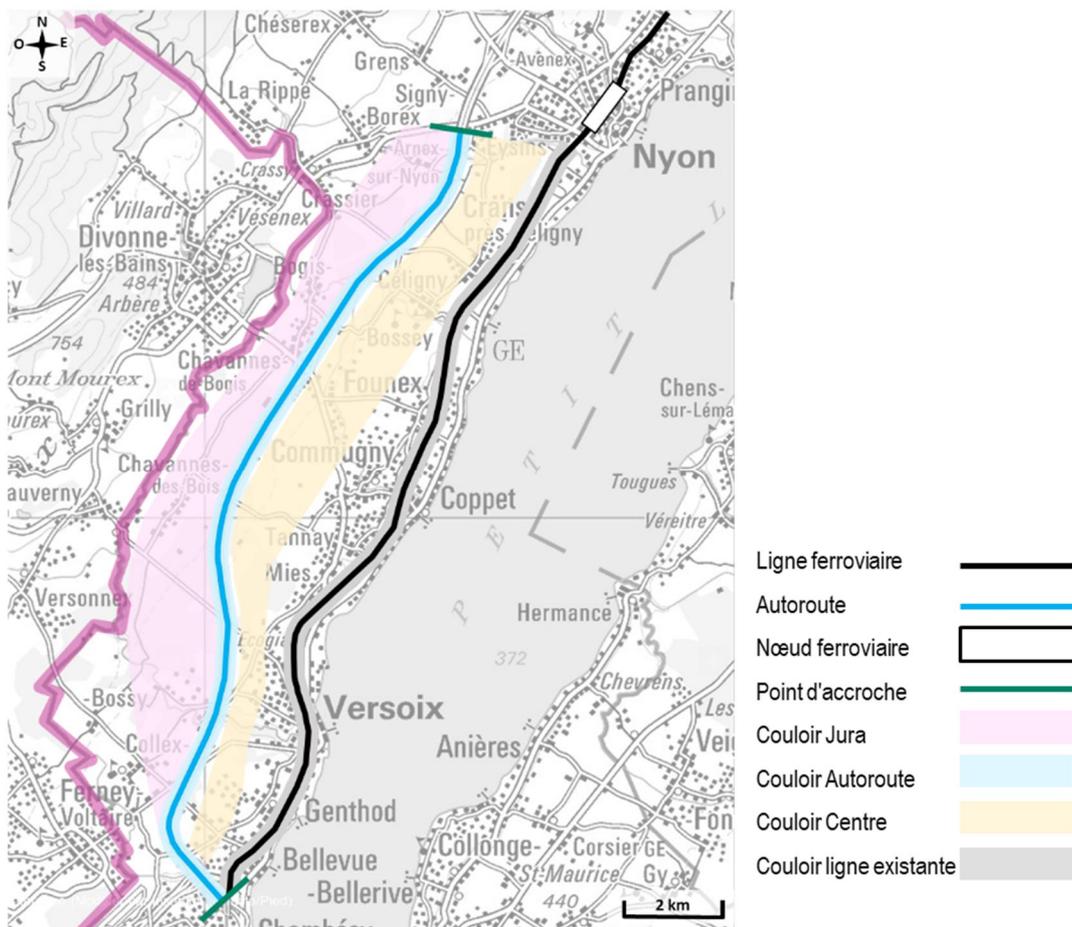
§ **Économie** : coût¹ de réalisation du projet.

Sur la base des appréciations reçues pour chacun de ces critères, une appréciation globale de chaque couloir pour un tronçon donné est effectuée. Une recommandation est alors formulée :

- § Tronçon de couloir abandonné : ne sera pas retenu pour la suite de l'étude.
- § Tronçon de couloir à approfondir : sera étudié plus en détail lors de la seconde sélection de couloir pour savoir s'il est pertinent de le retenir ensuite en phase 2.
- § Tronçon de couloir à poursuivre : est retenu pour la suite de l'étude en phase 2.

5.3.2 Tronçon Vengeron – Nyon

Les couloirs pour ce tronçon se présentent comme suit :



¹ Fourchette de coût : l'appréciation des coûts dépend principalement du linéaire à créer ou à réaménager, de la longueur des ouvrages d'art ainsi que des contraintes géologiques (qui ont un fort impact sur les coûts).

Caractéristique		Vengeron - Nyon			
		Ligne existante	Centre	Autoroute	Jura
Offre-exploitation	Gain capacité				
	Redondance	2	3	3	2
	Impact sur exploitation durant construction	2	3	3	3
Technique	Faisabilité/risque	2	2	3	3
	Réalisation par étapes	3	2	2	1
	Comptabilité fret				
Environnement	Bati	1	1	3	3
	Cultivé	2	2	2	2
	Naturel	2	2	3	3
	Effet de coupure	3	1	3	1
Economie	Coût de réalisation	2	1	3	1
Bilan moyen		2	2	3	2
Conclusion selon dire d'experts		Approfondissement	Abandon	Poursuite	Abandon

Figure 11 : Caractérisation primaire des couloirs sur le tronçon Vengeron - Nyon

Couloir Ligne existante : à l'exception d'un impact important sur le bâti, le couloir le long de la ligne existante présente des notes homogènement moyennes aux critères. Le mauvais impact sur le bâti est compensé par l'absence d'effet de coupure. Il est donc recommandé d'approfondir l'analyse de ce couloir. De plus ce couloir servira de base de comparaison.

è À APPROFONDIR + BASE DE COMPARAISON

Couloir Centre : malgré des possibilités de redondance élevées et un impact favorable sur l'offre et l'exploitation en général, le couloir Centre présente un impact moyen à mauvais sur l'environnement aussi bien construit que cultivé, qui, pour être amoindri, augmenterait la complexité technique (nombre important d'ouvrages d'art à créer d'où un coût de réalisation relativement élevé). La combinaison de ces facteurs peu à pas favorables additionnés aux effets de coupure importants entraîne l'exclusion de ce couloir pour le tronçon Vengeron – Nyon.

è ABANDONNÉ

Couloir Autoroute : le couloir le long de l'A1 est favorable sur la quasi-totalité des critères. Seul son impact sur l'environnement cultivé est moins bon, mais sans être supérieur à l'impact qu'auraient les autres couloirs proposés. Son coût est le plus favorable en comparaison aux autres couloirs.

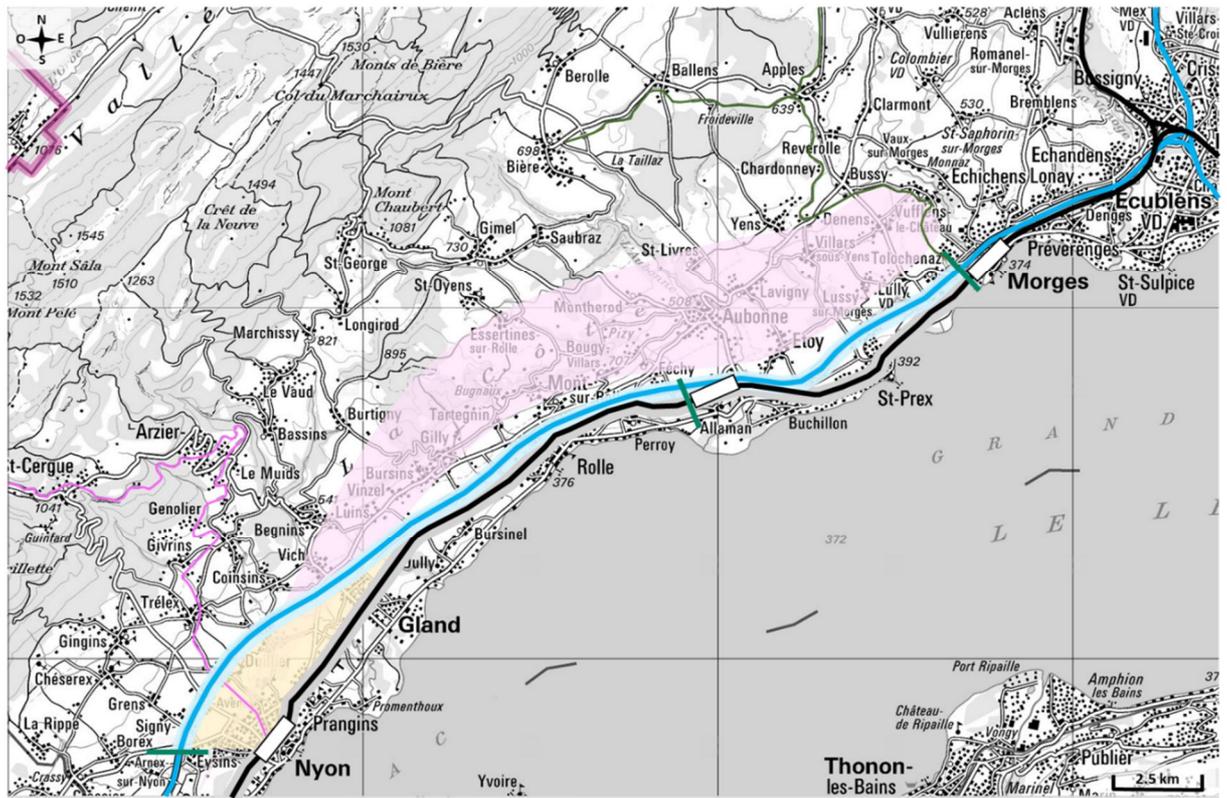
è À POURSUIVRE

Couloir Jura : le couloir Jura présente un impact minime sur les infrastructures ainsi que sur le réseau existant. De plus, sa faisabilité technique est aisée. Cependant, la position géographique de ce couloir sur ce tronçon réduit sensiblement sa largeur disponible du fait de la proximité de la frontière. Par ailleurs, la création de liaisons intermédiaires entre l'ancienne et la nouvelle ligne entraînerait des effets de coupure extrêmement importants et un surcoût considérable. Une note mauvaise est donc attribuée au critère effet de coupure. Finalement, il est jugé non opportun de poursuivre l'analyse de ce couloir sur le tronçon Vengeron – Nyon.

è ABANDONNÉ

5.3.3 Tronçons Nyon - Allaman et Allaman – Morges

À ce stade de l'étude, les deux tronçons Nyon – Allaman et Allaman – Morges ont été analysés ensemble. Les couloirs pour ces tronçons se présentent comme suit :



Caractéristique		Nyon - Morges			
		Ligne existante	Centre	Autoroute	Jura
Offre-exploitation	Gain capacité				
	Redondance	3	2	3	2
	Impact sur exploitation durant construction	2	2	3	3
Technique	Faisabilité/risque	2	2	3	1
	Réalisation par étapes	3	2	2	1
	Comptabilité fret				
Environnement	Bâti	1	1	3	3
	Cultivé	2	2	2	2
	Naturel	2	2	3	3
	Effet de coupure	3	2	3	1
Economie	Coût de réalisation	2	1	2	1
Bilan moyen		2	2	3	2
Conclusion selon dire d'experts		Approfondissement	Abandon	Poursuite	Abandon

Figure 12: Caractérisation primaire des couloirs sur le tronçon Nyon - Morges

Couloir Ligne actuelle : malgré des effets de coupures presque inexistants, l'intérêt du couloir Ligne actuelle sur le tronçon de Nyon-Morges est à relativiser car son impact sur l'environnement bâti est important, tout comme son impact sur l'environnement naturel et cultivé. Ces emprises sont certes parfois déjà réservées (dans le cadre du projet de 3^{ème} voie continue entre Genève et Lausanne) mais entraînent des investissements importants dans des procédures auprès des riverains et de la Confédération. Malgré une notation moyenne, les perspectives hautes de redondance et de faible coupure entraînent la conservation du couloir Ligne actuelle le long des tronçons Nyon – Allaman et Allaman – Morges.

è À APPROFONDIR

Couloir Centre : l'implantation d'une nouvelle ligne ferroviaire au sein du couloir Centre présente de nombreux inconvénients sur ce tronçon, notamment à cause de l'important impact que la construction de celle-ci aurait sur l'environnement bâti et naturel de la zone. Passant par le centre-ville de plusieurs agglomérations de la Côte, la densité d'habitation est au plus haut. Les investissements de gestion des riverains seraient donc extrêmement importants et à ceux-ci s'ajouteraient des méthodes de construction coûteuses nécessaires pour intégrer la réalisation de la nouvelle ligne à l'offre actuelle. Enfin, notons que ce couloir est souvent particulièrement étroit sur ces tronçons car les couloirs Autoroute et Ligne actuelle sont parfois très proches dans ce secteur. L'abandon du couloir Centre sur les tronçons Nyon – Allaman et Allaman – Morges est donc recommandé.

è ABANDONNÉ

Couloir Autoroute : la création de la nouvelle ligne ferroviaire au sein du couloir Autoroute est extrêmement favorable. À l'exception de son impact sur l'environnement cultivé (grande densité de zones viticoles) évalué à "moyen", l'ensemble de ces critères sont évalués comme très favorables. La notation moyenne du critère coût est due à la densité de zones viticoles qui seraient impactées par l'implantation de la nouvelle ligne. En effet, l'investissement pour amoindrir les impacts auprès des cultivateurs serait important. Par conséquent, ce couloir est jugé favorable pour les tronçons Nyon – Allaman et Allaman – Morges.

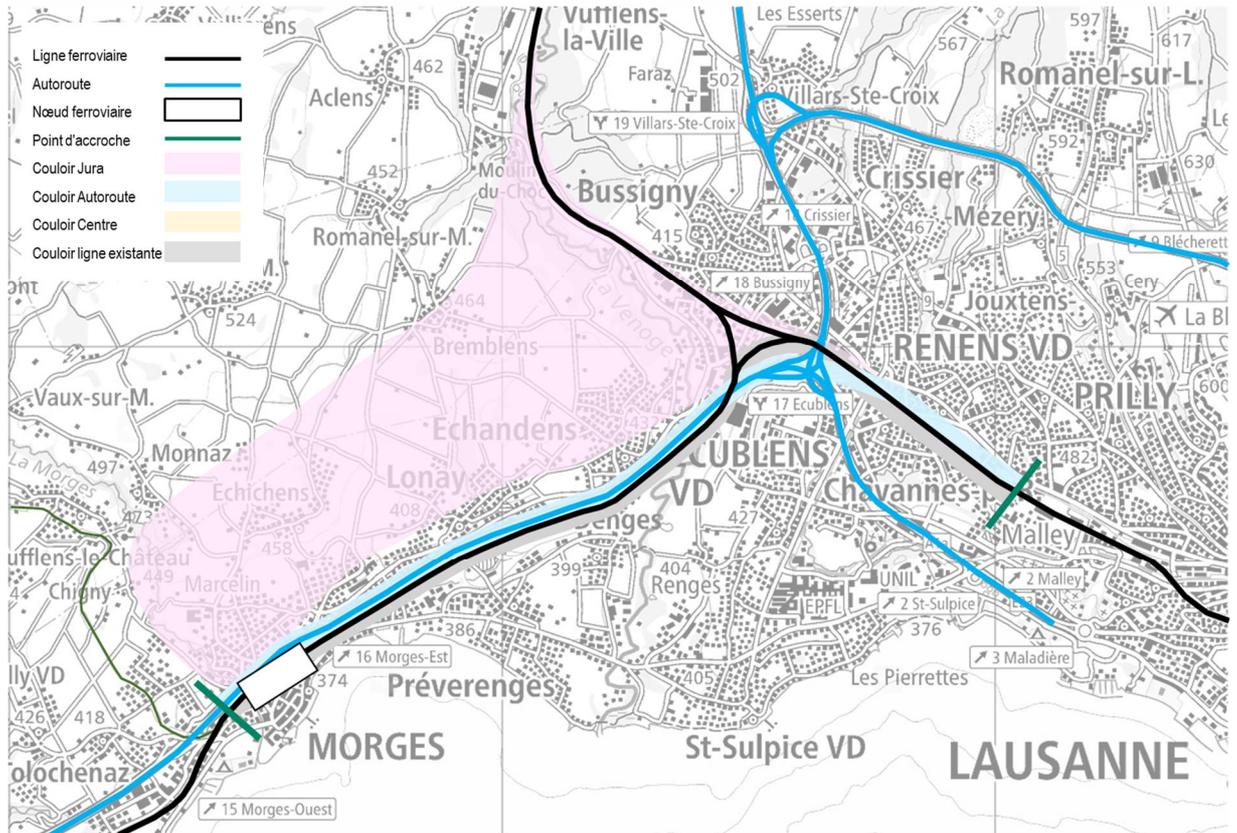
è À POURSUIVRE

Couloir Jura : le couloir Jura a un impact sur l'environnement naturel jugé minime mais important sur l'environnement cultivé. L'effet de coupure est relativement important car le couloir Jura traverse plusieurs zones bâties, qui ne pourront être évitées que par des ouvrages d'où un coût de réalisation important. Finalement, seule une réalisation essentiellement souterraine permettrait d'éviter ces inconvénients mais conduirait à un coût de réalisation très élevé. La combinaison de ces critères défavorables entraîne l'abandon du couloir Jura sur les tronçons Nyon – Allaman et Allaman – Morges.

è ABANDONNÉ

5.3.4 Tronçon Morges – Renens

Les couloirs pour ce tronçon se présentent comme suit :



Caractéristique		Morges - Renens			
		Ligne existante	Centre	Autoroute	Jura
Offre-exploitation	Gain capacité				
	Redondance	3		2	2
	Impact sur exploitation durant construction	3		2	3
Technique	Faisabilité/risque	2		2	2
	Réalisation par étapes	3		2	1
	Comptabilité fret				
Environnement	Bati	2		2	2
	Cultivé	2		3	2
	Naturel	2		3	2
	Effet de coupure	2		3	3
Economie	Coût de réalisation	1		2	1
Bilan moyen		2		2	2
Conclusion selon dire d'experts		Approfondissement		Poursuite	Abandon

Figure 13 Caractérisation primaire des couloirs sur le tronçon Morges - Renens

Couloir Centre : sur ce tronçon, le couloir Centre n'existe pas car les couloirs Ligne actuelle et Autoroute deviennent un seul et même couloir.

Couloir Ligne actuelle et Autoroute : l'implantation de la nouvelle ligne au sein du couloir Ligne actuelle entre Morges et Renens est avantageuse du point de vue de l'impact de celle-ci sur l'environnement naturel et cultivé. Traversant des terrains ayant déjà été aménagés pour recevoir une ligne ferroviaire, les zones vertes sont suffisamment éloignées des voies pour permettre un dédoublement de l'infrastructure ferroviaire. Cependant, les possibilités d'augmentation de l'offre d'exploitation sont limitées et la faisabilité technique présente quelques difficultés (notamment la

création de passages supérieurs/inférieurs ferroviaires et routiers dans le secteur de Crissier). Après analyse, ce fuseau semble relativement performant et est proposé d'être approfondi.

è À APPROFONDIR

Couloir Centre : sur ce tronçon, le couloir Centre n'existe pas car les couloirs Ligne actuelle et Autoroute deviennent un seul et même couloir.

Couloir Jura : on observe un équilibre au sein des critères entre bon et mauvais. Cependant une analyse complémentaire permet de recommander l'abandon de ce couloir. En effet, à cause de l'abandon du couloir Jura sur le tronçon Nyon – Allaman – Morges, la nécessité de relier le couloir Jura entre Morges et Renens au couloir qui sera retenu entre Nyon et Morges impliquerait un contournement ou une traversée importante et délicate de l'agglomération Morgienne.

è ABANDONNÉ

Couloir avec passage par l'EPFL : entre Morges et Renens, la possibilité d'un tracé ferroviaire passant par les Hautes-Ecoles a été analysée dans l'étude cantonale VAUD 2050 réalisée par BG. Cette solution n'a pas été retenue pour la ligne nouvelle à cause d'un tracé très contraint par la topographie et les infrastructures existantes. Le franchissement des installations de Lausanne-Triage nécessite un débranchement souterrain complexe à insérer. La remontée vers la gare existante de Lausanne est tout aussi compliquée avec des pentes de 30 ‰ et un rayon de courbure de l'ordre de 800 m. La trémie d'insertion dans la plaine de Sébeillon nécessiterait de reprendre l'ensemble du faisceau de voies et passer sous la halte de Prilly-Malley pour être en souterrain. Son coût élevé, de l'ordre d'1.5 milliards CHF, est également très dissuasif.

Ainsi, au terme de cette première sélection, nous avons la situation suivante :

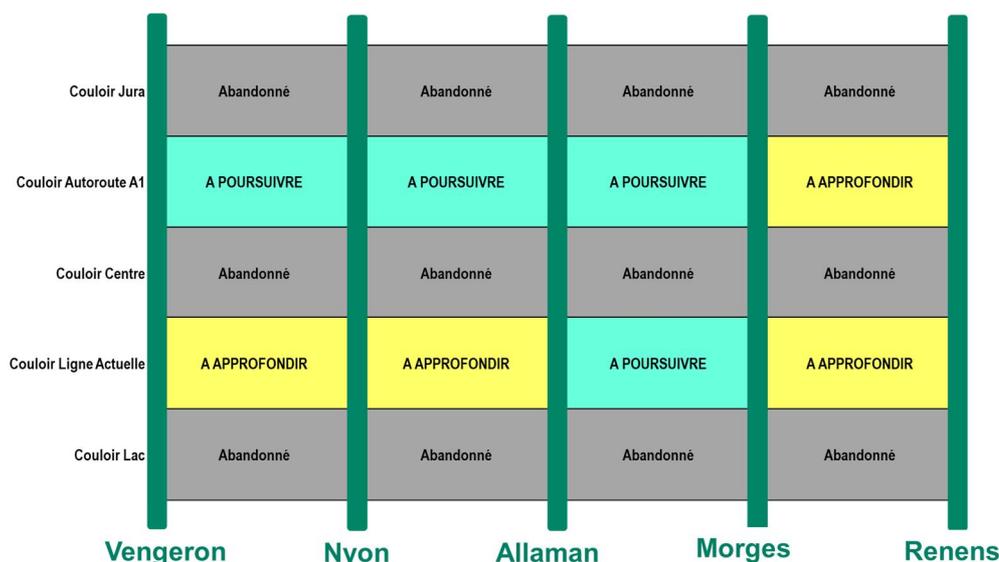


Figure 14 : État d'avancement de l'étude au terme de la première caractérisation

En résumé, les meilleurs couloirs pour une nouvelle ligne à 2 voies entre Genève et Lausanne se situent majoritairement le long de l'autoroute ou le long de la ligne actuelle.

5.4 Seconde sélection des couloirs

5.4.1 Méthode d'évaluation

Durant cette seconde sélection, la caractérisation des tronçons de couloir non éliminés se précise. Elle consiste en une quantification sur le tronçon de couloir considéré des impacts créés par le tracé. Ces impacts sont les suivants :

- Impacts de la ligne nouvelle sur les réseaux électriques et routiers (mètres de lignes haute tension et nombre de passages inférieurs et supérieurs impactés,
- Impacts sur le bâti (habitations, industrie et commerces),
- Impacts sur l'environnement (zones protégées, aires forestières),
- Impacts sur les surfaces cultivées (zones agricoles, surface viticole et SDA).

À noter que les effets climatiques (génération de CO₂) ne sont pas encore pris en compte à ce stade de l'étude.

Ces données sont récoltées sur une bande de 20 m de large de part et d'autre (côté Jura et côté Lac) de l'axe du tracé imaginé. Dans un premier temps, l'analyse se base sur une comparaison non pondérée des surfaces impactées.

	Description	Méthode de décompte / unités	Signe
Impacts sur les réseaux	Nombre de passages inférieurs / supérieurs impactés	unité	
	Jonctions autoroutières / accès technique / aires de repos	unité	
	Linéaire de ligne haute tension	m linéaire	
Impacts sur le bâti	Zone d'habitation	m ²	H
	Zone d'activité (artisanale, industrielle, etc.)	m ²	A
Impacts sur l'environnement	Zone protégée	m ²	P
	Aires forestières	m ²	F
Impacts sur les surfaces cultivées	Surface d'assolement	m ²	SDA
	Surface viticole	m ²	V
	Zone agricole	m ²	A

Figure 15 : Critères d'évaluation des couloirs et méthodologie de quantification des données

Afin de permettre une analyse plus détaillée du passage à Nyon, un nouveau tronçon est ajouté. Le tracé est donc maintenant départagé en 5 tronçons :

- § Vengeron – Nyon Ouest.
- § Nyon Ouest – Nyon Est.
- § Nyon Est – Allaman.
- § Allaman – Morges.
- § Morges – Renens.

Les impacts sont analysés de nouveau par tronçons pour les différents couloirs restant à analyser et sont ensuite comparés. Les cartes permettant de visualiser ces impacts sont données en annexe 2. Les graphiques de comparaison sont présentés ci-dessous. Pour chaque tronçon de couloir, celui-ci est présenté en calculant les impacts de chaque côté (Jura ou Lac) de l'infrastructure concernée

(A1 ou ligne actuelle). Chaque tronçon de couloir a donc à présent deux sous-variantes, une Lac et une Jura (sans rapport avec les couloirs Lac et Jura qui ont été abandonnés précédemment).

5.4.2 Tronçon Vengeron – Nyon Ouest

Vengeron - Nyon Ouest

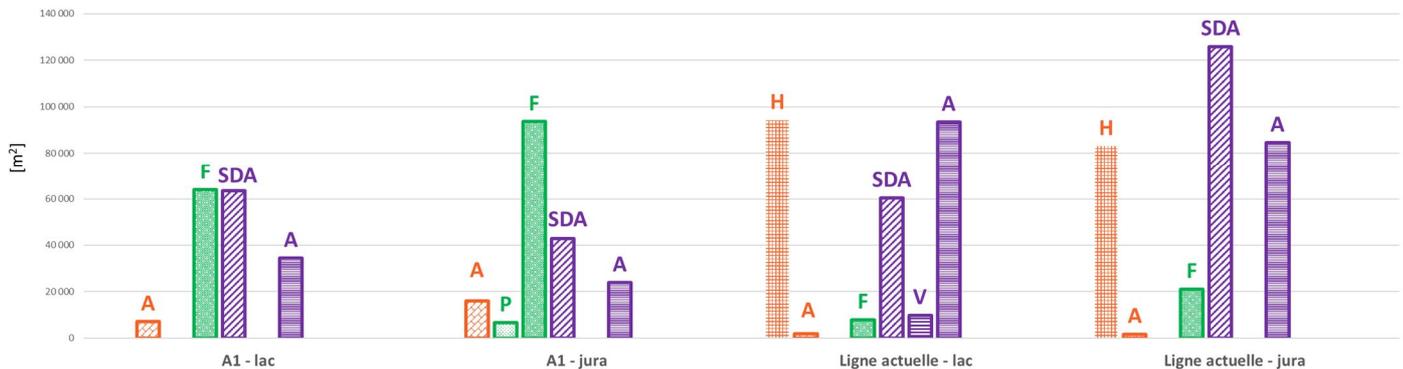


Figure 16 : Tableau comparatif d'impacts du tronçon Vengeron - Nyon Ouest

Une nouvelle ligne au sein du couloir Ligne actuelle sur le tronçon Vengeron-Nyon Ouest aurait un impact largement supérieur sur les zones d'habitation, les surfaces SDA et les surfaces agricoles qu'un tracé au sein du couloir Autoroute (A1). Les surfaces forestières ne sont pas négligeables mais restent d'une importance moindre comparées aux habitations et aux SDA. **Le couloir Autoroute est donc définitivement retenu pour la phase 2 de l'étude sur le tronçon Vengeron – Nyon Ouest.**

	Description	Méthode de décompte / unités	Signe
Impacts sur les réseaux	Nombre de passages inférieurs / supérieurs impactés	unité	
	Jonctions autoroutières / accès technique / aires de repos	unité	
	Linéaire de ligne haute tension	m linéaire	
Impacts sur le bâti	Zone d'habitation	m ²	H
	Zone d'activité (artisanale, industrielle, etc.)	m ²	A
Impacts sur l'environnement	Zone protégée	m ²	P
	Aires forestières	m ²	F
Impacts sur les surfaces cultivées	Surface d'assolement	m ²	SDA
	Surface viticole	m ²	V
	Zone agricole	m ²	A

5.4.3 Tronçons Nyon Ouest – Nyon Est – Allaman

Nyon Ouest - Nyon Est

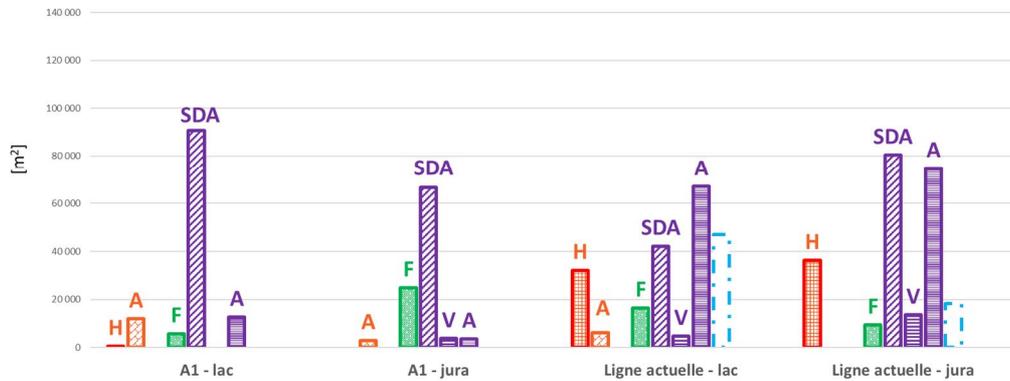


Figure 17:

Tableau comparatif d'impacts du tronçon Nyon Ouest - Nyon Est

	Description	Méthode de décompte / unités	Signe
Impacts sur les réseaux	Nombre de passages inférieurs / supérieurs impactés	unité	
	Jonctions autoroutières / accès technique / aires de repos	unité	
	Linéaire de ligne haute tension	m linéaire	
Impacts sur le bâti	Zone d'habitation	m²	H
	Zone d'activité (artisanale, industrielle, etc.)	m²	A
Impacts sur l'environnement	Zone protégée	m²	P
	Aires forestières	m²	F
Impacts sur les surfaces cultivées	Surface d'assolement	m²	SDA
	Surface viticole	m²	V
	Zone agricole	m²	A

Nyon Est - Allaman

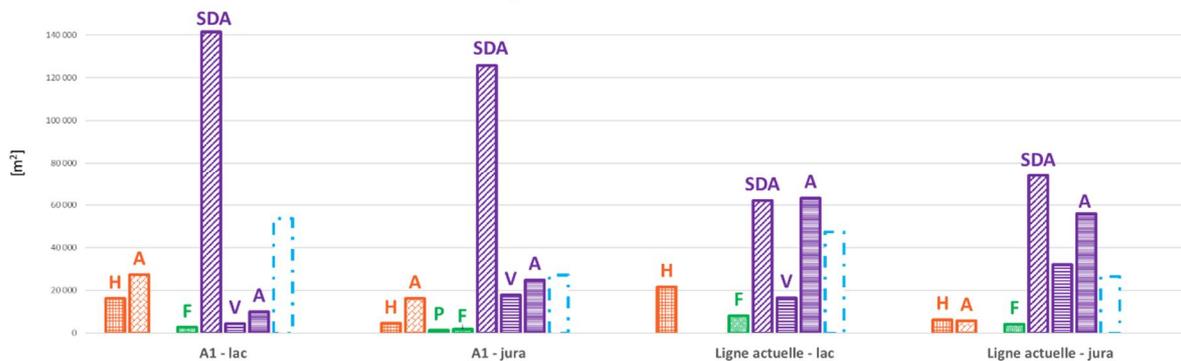


Figure 18 : Tableau comparatif d'impacts du tronçon Nyon Est – Allaman

Bien que l'impact de la nouvelle ligne sur les SDA dans le couloir Autoroute soit très conséquent (des deux côtés Lac et Jura), l'addition des surfaces agricoles et zone d'habitation impactées par un tracé au sein du couloir Ligne actuelle représente un investissement plus important. Il est donc recommandé l'abandon du couloir Ligne actuelle.

Le couloir Autoroute est donc définitivement retenu pour la phase 2 de l'étude sur le tronçon Nyon Ouest – Allaman

Cependant, la desserte de Nyon par la gare actuelle restant une option, la création de tronçons de raccordement depuis le couloir A1 en direction de la gare actuelle reste à analyser pour la suite de l'étude.

5.4.4 Tronçon Allaman – Morges

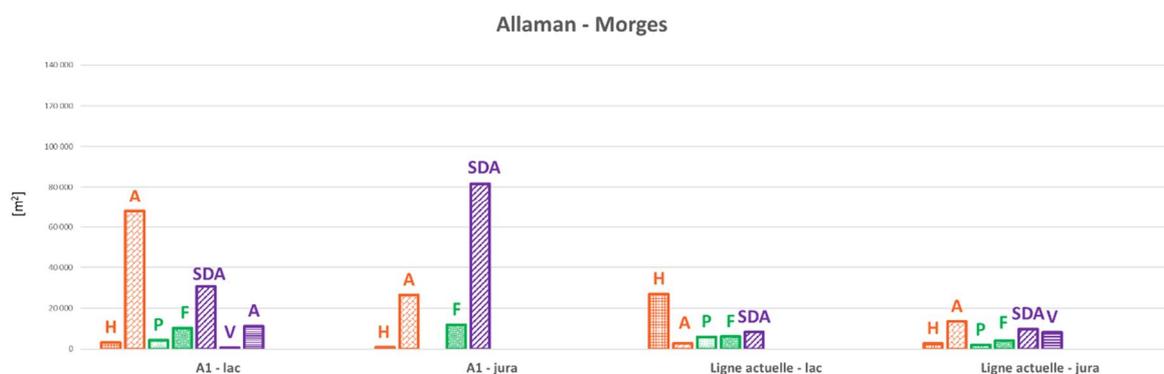


Figure 19 : Tableau comparatif d'impacts du tronçon Allaman - Morges

Les impacts du couloir A1 sont essentiellement sur des surfaces agricoles et de SDA, à contrario ceux du couloir Ligne actuelle sont essentiellement sur des surfaces bâties (habitation ou activité). Il est donc relativement difficile de départager ces deux couloirs, **il a donc été décidé de les conserver pour la suite de l'étude en approfondissant chacun d'eux.**

	Description	Méthode de décompte / unités	Signe
Impacts sur les réseaux	Nombre de passages inférieurs / supérieurs impactés	unité	
	Jonctions autoroutières / accès technique / aires de repos	unité	
	Linéaire de ligne haute tension	m linéaire	
Impacts sur le bâti	Zone d'habitation	m ²	H
	Zone d'activité (artisanale, industrielle, etc.)	m ²	A
Impacts sur l'environnement	Zone protégée	m ²	P
	Aires forestières	m ²	F
Impacts sur les surfaces cultivées	Surface d'assolement	m ²	SDA
	Surface viticole	m ²	V
	Zone agricole	m ²	A

5.4.5 Tronçon Morges – Renens

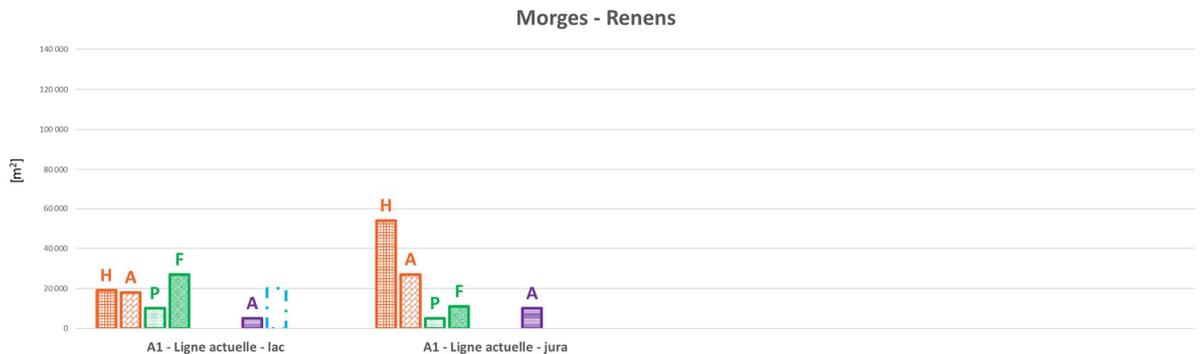


Figure 20 : Tableau comparatif d'impacts du tronçon Allaman - Morges

Ce tronçon est particulier en ce sens que les couloirs Autoroute et Ligne actuelle sont vraiment très proches l'un de l'autre, l'autoroute et la ligne actuelle étant à quelques mètres de distance seulement. De ce fait le côté lac du couloir Autoroute et le côté Jura du couloir Ligne actuelle n'existent pas. Il ne reste donc plus que le côté Jura du couloir Autoroute et le côté lac du couloir Ligne actuelle. Par simplification d'appellation, il a été décidé de fusionner ces deux couloirs en un seul dont les impacts de part et d'autre de l'ensemble A1-Ligne actuelle sont présentés ci-dessus.

Ce tronçon est relativement contraint par le manque de place disponible et les impacts potentiellement importants sur des surfaces essentiellement déjà bâties (habitations). **Ce couloir, devenu unique, est de facto à conserver pour la suite de l'étude.**

5.5 Bilan de l'analyse des couloirs

Les diverses études déjà réalisées (une synthèse est présentée en annexe 1) ainsi que les analyses effectuées dans cette partie ont permis de définir les tronçons de couloir à retenir sur l'ensemble du périmètre entre Genève et Lausanne.

La caractérisation des différents couloirs montre que l'environnement de la ligne actuelle entre Le Vengeron et Allaman est très contraint ce qui conduit à ne retenir que le couloir Autoroute sur cette portion du périmètre.

Entre Allaman et Morges, la situation est moins contrastée si bien que les options de tracés le long de la ligne actuelle ou le long de l'autoroute restent ouvertes à ce stade de l'étude. Toutefois les analyses du chapitre 5.3.3 démontrent que le couloir A1 présente des avantages indéniables en termes de réduction des impacts sur l'exploitation ferroviaire durant les travaux, sur le bâti et donc des riverains et également une meilleure redondance (séparation de la ligne nouvelle d'avec la ligne actuelle).

Enfin entre Morges et Renens, la seule possibilité envisageable est constituée de l'étroit couloir ligne actuelle/A1 qui se trouvent confondus l'un avec l'autre sur cette portion du tracé.

5.6 Typologie de desserte de Nyon et Morges

Comme expliqué au chapitre 3.2, la nouvelle ligne aura pour fonction attendue d'accueillir le trafic grande ligne de type EC, IC et IR. Si les EC et IC sont sans arrêt entre Genève et Lausanne, les IR doivent pour leur part desservir les gares de Nyon et Morges. Par ailleurs construire une nouvelle

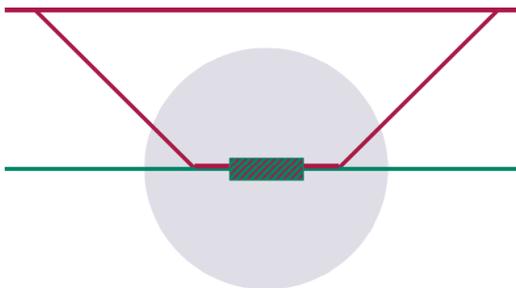
ligne uniquement pour les produits de type IC n'améliorerait que faiblement la capacité de l'axe actuel et irait à l'encontre des principes d'améliorer l'offre sur les courtes et moyennes distances.

Une possibilité de desserte de Nyon et Morges depuis la ligne nouvelle est donc impérative et à prendre en compte dès ce stade de l'étude. Cette desserte n'est cependant pas obligatoirement à assurer via les gares existantes, la réalisation de nouvelles gares est également envisageable. Plusieurs typologies de desserte sont alors envisageables.

5.6.1 Caractérisation des typologies de dessertes

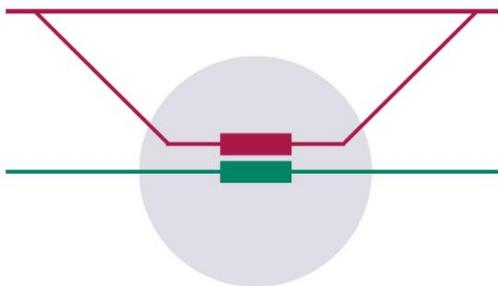
Les chapitres suivants décrivent les principes de chaque typologie de desserte pour les deux points de desserte intermédiaire envisagés (Nyon et Morges).

5.6.1.1 Type 1 – Ligne périphérique directe avec voies de connexion à la gare existante (adaptation nécessaire de la gare existante)



- § La nouvelle ligne évite le nœud et, en parallèle au tracé existant, se connecte à la gare existante.
- § Ne passent en gare que les trains qui doivent s'y arrêter.
- § Bonnes possibilités de réalisation par étapes.
- § Difficulté de réalisation – forte interaction avec l'exploitation et le bâti.
- § Bonne redondance et évitement de la gare actuelle pour les trains non-stop.

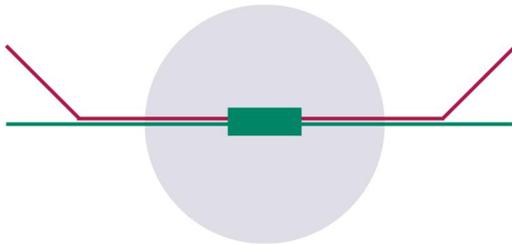
5.6.1.2 Type 1 bis – Ligne périphérique directe avec voies de connexion à une deuxième gare centrale (construction)



Nouvelle gare adjacente (éventuellement souterraine)

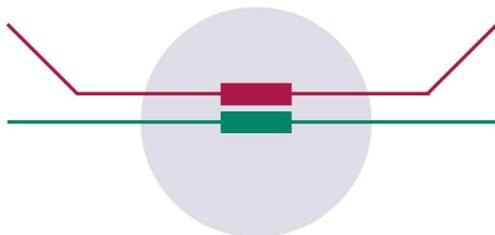
- § La nouvelle ligne évite le nœud et, en parallèle au tracé existant, se connecte à une nouvelle gare.
- § Ne passent en gare que les trains qui doivent s'y arrêter.
- § Nouvelle gare (éventuellement souterraine) adjacente à l'existante.
- § Possibilités de réalisation par étapes limitées en cas de gare souterraine car à priori sans connections ferroviaire entre les lignes actuelle et nouvelle.
- § Difficulté de réalisation – très forte interaction avec le bâti.
- § Bonne redondance et évitement de la gare actuelle pour les trains non-stop.
- § L'orientation pour accéder à la bonne gare et au bon quai se complexifie pour les voyageurs.

5.6.1.3 Type 2 – Ligne nouvelle via la gare existante (adaptation nécessaire de la gare existante)



- § La nouvelle ligne passe par la gare existante, celle-ci est à adapter.
- § Tout le trafic se retrouve concentré en gare, y compris les trains non-stop.
- § Bonnes possibilités de réalisation par étapes.
- § Difficulté de réalisation – forte interaction avec l'exploitation et le bâti.
- § Bonne redondance mais pas de possibilité d'évitement de la gare.

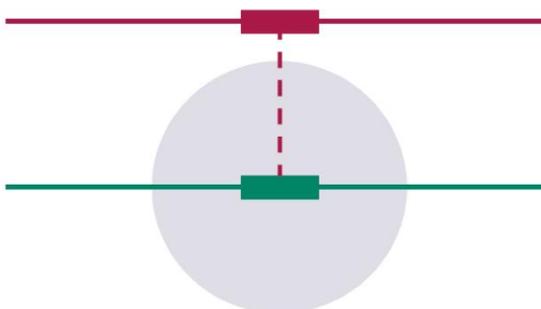
5.6.1.4 Type 2 bis – Ligne nouvelle via une deuxième gare centrale (construction)



Nouvelle gare adjacente (éventuellement souterraine)

- § La nouvelle ligne se connecte à une nouvelle gare (éventuellement souterraine) adjacente à la gare actuelle.
- § Tout le trafic se retrouve concentré en gare, y compris les trains non-stop.
- § Possibilités de réalisation par étapes limitées en cas de gare souterraine car à priori sans connections ferroviaire entre les lignes actuelle et nouvelle.
- § Difficulté de réalisation – forte interaction avec le bâti.
- § Bonne redondance avec possibilité d'évitement de la gare.

5.6.1.5 Type 3 – Ligne directe avec desserte périphérique



- § La nouvelle ligne évite complètement le nœud, mais dessert une nouvelle gare périphérique.
- § Lien entre la gare périphérique et le nœud existant via un autre système de transport (train à voie métrique, bus, télécabine, autre...).
- § Réalisation par étapes possible seulement avec un surcoût important (point de connexion provisoire à créer).
- § Bonne redondance mais pas de possibilité d'échange entre les deux lignes sans une ligne de transport ad-hoc supplémentaire.

Cette typologie est encore très rare en Suisse et ainsi, un benchmark sur quelques gares périphériques existantes en Europe a été réalisé et comparé avec les potentielles futures gares périphériques de Nyon et Morges. Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques de ces gares périphériques (les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'habitants concernés) :

	Avignon TGV (92'130)	Valence TGV (142'668)	Belfort-Montbéliard TGV (74'850)	Nyon (18'260)	Morges (14'614)
Mise en service	2001	2001	2011		
Localisation	6 km au S-O du centre-ville	11 km au Nord du centre-ville	Entre Belfort et Montbéliard	3 km au N-O du centre-ville (faisceau A1)	3.5 km au N-N-O du centre-ville (faisceau Jura)
Ligne ferroviaire	LGV Méditerranée	LGV Méditerranée	TGV Rhin-Rhône		
Liaison gare du centre	TER 4 min (au ¼ d'heure)	TER 8 min (env. 1.25 trains/heure)	Montbéliard : Bus 25 min Belfort: Bus (33min) + TER (10 min)		
Développement alentours	Zone industrielle de la Courtine Centre hospitalier	Parc d'activité de Rovaltain (162 ha)	Quartier des affaires Centre hospitalier		
Fréquentation annuelle - Gare périphérique - Gare centre-ville	- 3'678'716 (TGV) - 2'158'528	- 3'297'316 - 565'960	- 1'006'802 (TGV)	17'000 voyageurs / jour (2019) Annuel (*250) = 4'250'000	18'000 voyageurs / jour (2019) Annuel (*250) = 4'750'000

Figure 21 : Synthèse des caractéristiques de gares périphériques

Il apparaît que la construction des gares périphériques peut entraîner un étalement urbain et s'accompagne d'un développement industriel et commercial. La liaison entre la nouvelle et l'ancienne gare se fait en général via une ligne de transports urbain ou ferroviaire (métro, bus urbain, télécabine etc...).

5.6.2 Conclusion sur les typologies de dessertes de Nyon et Morges

5.6.2.1 Desserte de Nyon

La décision relative à la typologie de la desserte de Nyon ne sera pas seulement un choix de technique ferroviaire mais également un choix d'aménagement du territoire. Le Canton de Vaud a pris position en défaveur de la typologie 3. Pour rappel, cette typologie prévoit le contournement de Nyon le long de l'autoroute avec la création d'une gare périphérique en correspondance avec les trains du NStCM. La Direction de l'aménagement du territoire ne souhaite pas la création d'une telle infrastructure qui est, selon elle, en désaccord avec la politique de densification urbaine et de limitation des impacts sur les surfaces agricoles. Cette prise de position est disponible dans les annexes.

Pour les typologies 1 et 2, elles devront nécessairement passer par la gare de Nyon. Dans ce cas, la gare actuelle devra être passablement modifiée. En effet, l'étude d'une gare souterraine a été sommairement étudiée mais les contraintes de terrain ont très vite stoppé cette possibilité. D'un point de vue géologique et altimétrique, l'infrastructure se serait retrouvée au niveau, voir sous le niveau, de la nappe phréatique du Lac Léman (car il est alors nécessaire de passer sous les cours d'eau bordant la gare). La faisabilité n'est donc pas garantie et il est clair que les coûts auraient de toute façon fortement augmenté. De ce fait, si ces typologies 1 ou 2 sont retenues, la gare de Nyon devra subir des modifications. Les groupes de direction de projet et d'accompagnement s'accordent à dire qu'elles seront plus importantes pour la typologie 2 que la typologie 1 (l'intégralité du trafic passant par la gare actuelle dans la typologie 2).

À ce stade d'étude, les trois possibilités sont encore faisables, aucune n'a été éliminée par le groupe de direction de projet et d'accompagnement.

5.6.2.2 Desserte de Morges

Selon les mêmes schémas de typologie, la desserte de Morges a été également analysée. Les typologies 1 et 3 ont été rapidement écartées. Un contournement de l'agglomération par l'arrière-pays et l'implantation d'une gare périphérique sont effectivement techniquement très compliqués avec des impacts nombreux et un coût très élevé. Le relief imposerait un tracé quasiment tout en souterrain et les sections en surface impacteraient des zones viticoles ainsi que de nombreuses surfaces d'assolement.

Le choix restant est donc de passer uniquement par la gare actuelle de Morges (typologie 2), pour laquelle seules des adaptations mineures seront possibles du fait du manque d'espace disponible avec le centre-ville au Sud, les MBC et l'autoroute au Nord. L'idée d'une gare souterraine a aussi été étudiée mais comme à Nyon, c'est un problème d'altimétrie qui est apparu. L'infrastructure se serait retrouvée sous le niveau du lac.

De ce fait, la ligne nouvelle passera par la gare de Morges actuelle.

6 Phase 2 : Développement et sélection des variantes de tracés

6.1 Méthode de génération des variantes de tracé

Les différentes variantes de tracés ont été générées à partir des différents éléments déterminés dans les chapitres précédents :

- Point d'accroche du tracé côté Genève et Lausanne
- Desserte de Nyon et Morges
- Inscription du tracé dans les tronçons de couloirs retenus au chapitre 5

Ainsi selon les tronçons de tracé considérés, parfois seule une variante principale de tracé est envisageable, ce qui est le cas pour :

- Tronçon Le Vengeron – Nyon-Ouest : tracé le long de l'autoroute A1
- Tronçon Nyon-Est – Allaman : tracé le long de l'autoroute A1
- Tronçon Morges – Renens : tracé le long de l'autoroute A1/Ligne actuelle

Dans d'autres cas, plusieurs variantes de tracés sont envisageables :

- Tronçon Nyon Ouest – Nyon Est : tracés selon les typologies de desserte 1, 2 ou 3.
- Tronçon Allaman – Morges : tracé le long de l'autoroute A1 ou le long de la ligne actuelle

Ces variantes de tracés peuvent ensuite se décliner en sous-variantes de tracés qui seront étudiées plus en détail par la suite (voir phase 3).

Les points d'accroche du tracé de la ligne nouvelle sont fixés en amont des nœuds de Genève et de Lausanne. Du côté de Genève, le périmètre de l'étude prospective est limité au Vengeron (jonction autoroutière de l'A1). L'accroche à Genève est analysée dans le cadre de l'étude cantonale du nœud de Genève (Stratégie ferroviaire Genève 2050+). Dans le cadre du présent mandat, une solution de raccordement sur la ligne actuelle à l'Est de Cornavin à la hauteur de Pregny est proposée à titre indicatif et analysée afin de disposer d'une vision complète à 4 voies entre Genève et Lausanne. Pour Lausanne, la situation est différente dans la mesure où 4 voies sont déjà existantes entre Renens et Lausanne avec la création du saut-de-mouton ; la tête Ouest de la gare de Renens a donc été retenue comme point d'accroche.

6.1.1 Points d'accroche de Pregny



Figure 22 : point d'accroche Genève-Pregny

Le raccordement se fera via un saut-de-mouton ou un terrier suivant la meilleure variante qui n'a pas été étudiée en détails dans le cadre de cette étude. Le terrain naturel se prête à l'insertion d'un portail de tunnel et partira en direction du Jura pour se détacher de la ligne actuelle. À noter que le projet d'augmentation de capacité de la gare de Genève (gare souterraine) prévoit déjà l'ajout d'une 4^{ème} voie dans ce secteur.

6.1.2 Point d'accroche de Renens

Du côté de Lausanne, la section Lausanne – Renens étant déjà à 4 voies, c'est la tête Ouest de la gare de Renens qui a été retenue comme point d'accroche du tracé. Cette situation permettra de profiter du saut-de-mouton existant entre Renens et Lausanne pour distribuer convenablement le trafic entre les lignes du Plateau et du Simplon.

6.2 Présentation globale des tronçons entre (Pregny –) Vengeron et Renens

Traiter l'ensemble des variantes sur un seul tronçon Pregny – Renens aurait été peu clair et imprécis. Il a été décidé de faire un état des lieux des points durs du tracé et de les faire correspondre à un tronçon. L'objectif est d'avoir une solution pour franchir chaque point dur. Une présentation globale de ces tronçons est faite ci-dessous avant de traiter plus en détail chaque tronçon.



Figure 23 : vue générale des tronçons et variantes étudiées (voir aussi Annexe)

6.2.1 Tronçon 1 : (Pregny –) Vengeron - Pierre-Féline

Il s'agit du plus long tronçon de la ligne nouvelle (16,1 km). Il permet de franchir le point dur du Vengeron avec son nœud autoroutier et ses habitations denses. En d'autres termes, c'est le tronçon qui permet de sortir de Genève et à la ligne nouvelle de se détacher de la ligne actuelle.

Il est subdivisé en deux sous-tronçons :

- Pregny – Vengeron (à titre indicatif pour l'évaluation des coûts, hors périmètre d'étude)
- Vengeron – Pierre-Féline

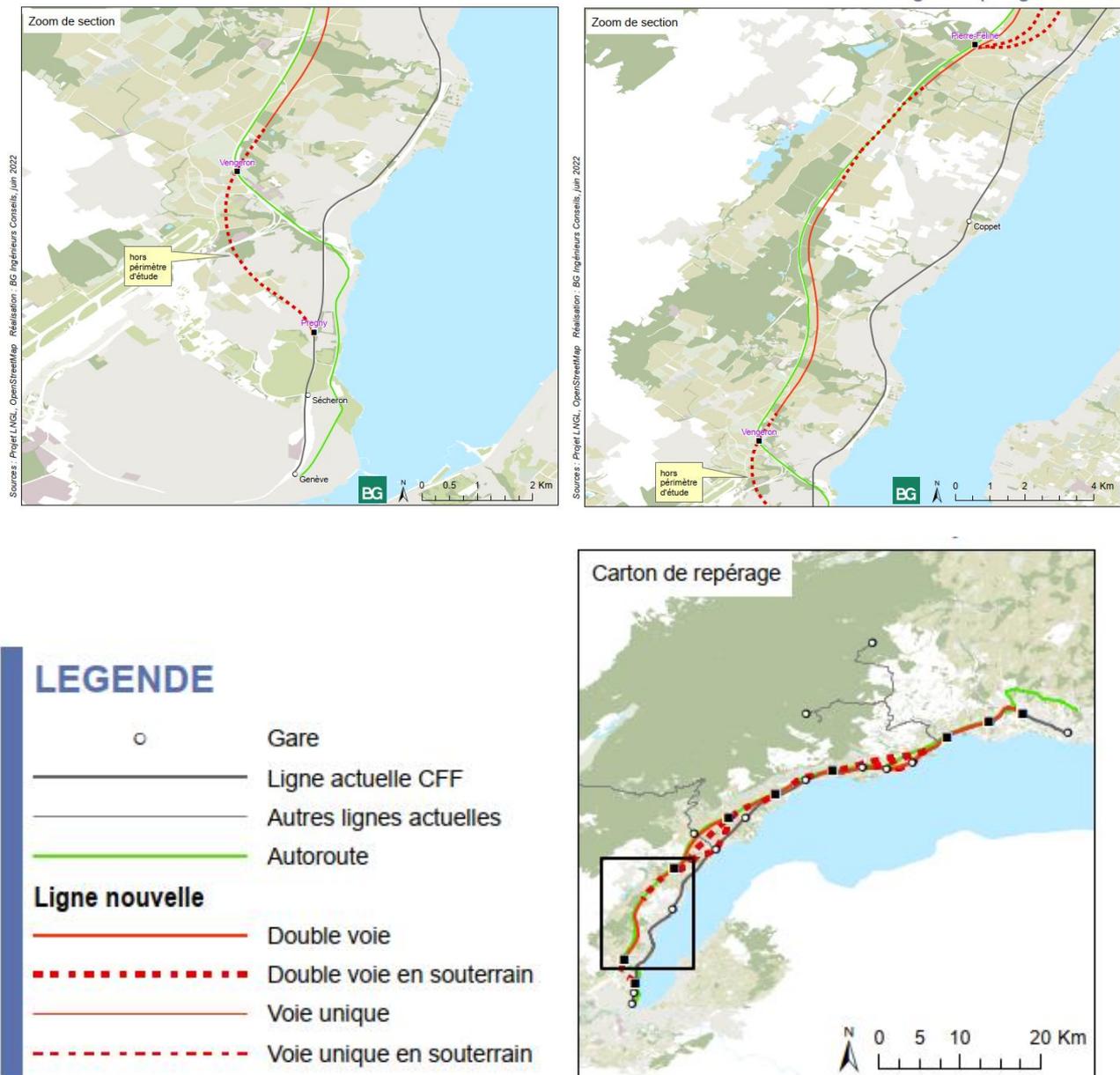


Figure 24 : sous-tronçons Pregny – Vengeron (hors périmètre d'étude) et Vengeron – Pierre-Féline

Le passage au niveau de la jonction autoroutière de Coppet est particulièrement délicat, il sera traité en détail en phase 3. Le tronçon prend fin au niveau de l'aire d'autoroute de Pierre-Féline.

6.2.2 Tronçon 2 : Pierre-Féline – Gland Ouest

Ce tronçon est délimité par l'aire d'autoroute de Pierre-Féline à l'Ouest et par le croisement entre la Route de l'Etraz et l'autoroute A1 à l'Est, situé avant Gland. Il s'agit de déterminer comment le tracé va desservir Nyon et traverser ce secteur. 5 possibilités de tracés sont envisagées pour desservir Nyon, basées sur les 3 typologies présentées en phase 1. Elles seront détaillées en phase 3. Le tronçon se termine avant d'entamer la traversée de Gland et de revenir à une variante de tracé unique.

**Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
 Section Gland Ouest - Pierre-Féline (longueur 8,1 km / total 54,6 km)**

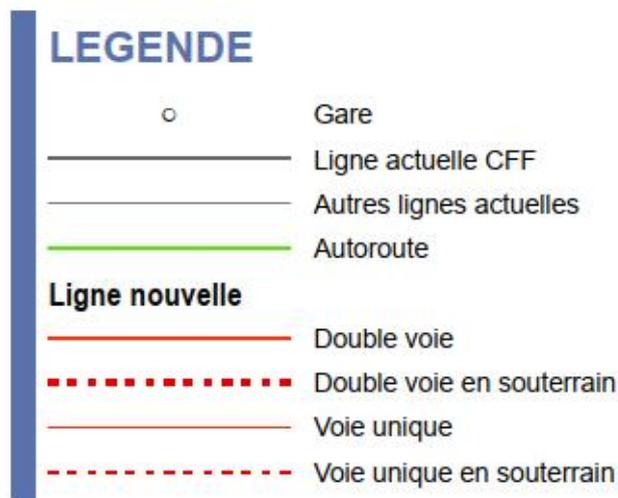
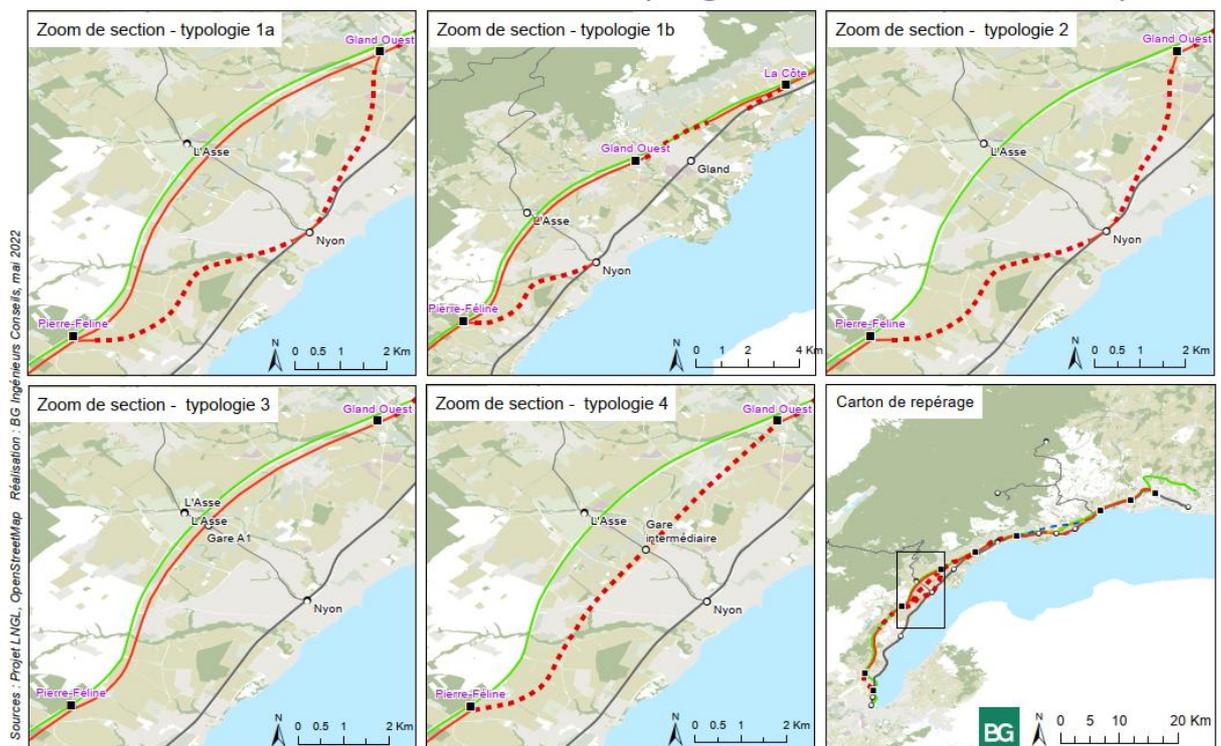


Figure 25 : tronçon Pierre-Féline – Gland Ouest

6.2.3 Tronçon 3 : Gland Ouest – La Côte

Rapidement après Nyon s'enchaîne un autre point dur : la traversée de Gland qui sera traitée en détails en phase 3. Le point de jonction avec le tronçon Pierre-Féline - Gland Ouest ne bougera pas du point de vue de sa situation géographique mais pourra être aérien ou souterrain en fonction de la variante retenue pour le tronçon Pierre-Féline – Gland Ouest. Le point d'accroche de La Côte est l'aire d'autoroute du même nom. Au niveau de ce point de repère, la ligne de chemin de fer actuelle et l'autoroute sont séparées d'environ 400 m, ce qui pourrait constituer une opportunité de raccordement entre la nouvelle ligne et la ligne actuelle. À noter que ce raccordement est repris dans la typologie 1b de la desserte de Nyon ci-avant.

**Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
 Section La Côte - Gland Ouest (longueur 5,1 km / total 54,6 km)**

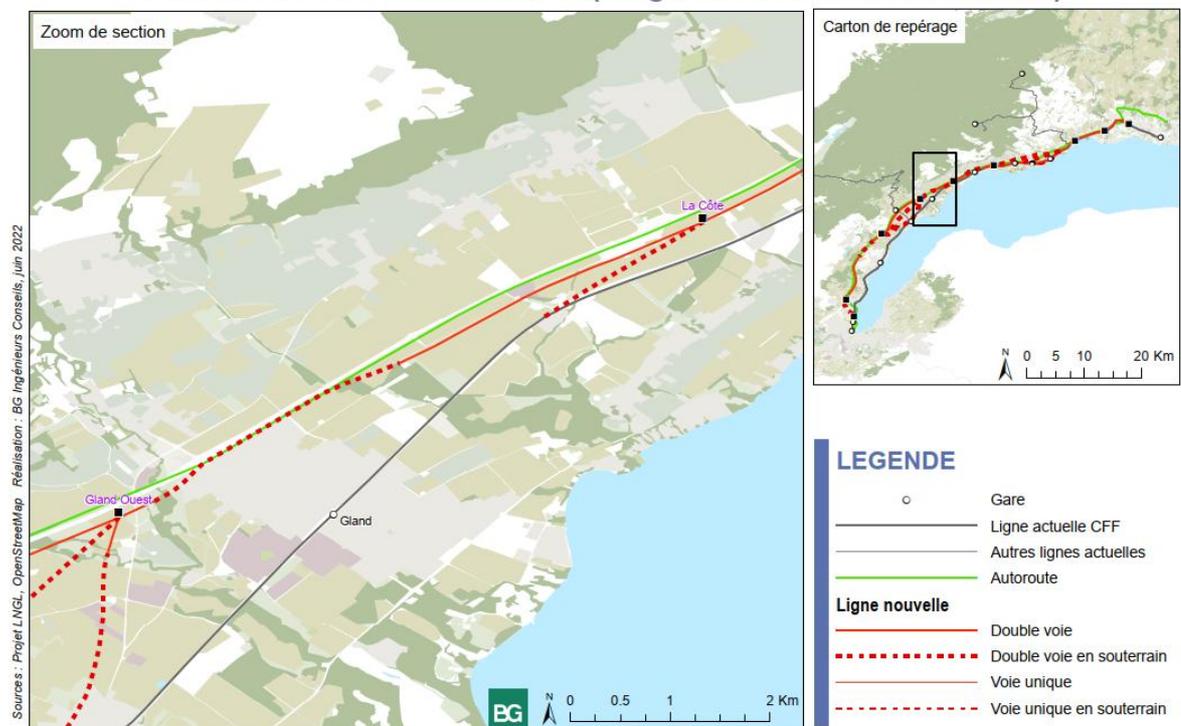


Figure 26 : tronçon Gland Ouest - La Côte

6.2.4 Tronçon 4 : La Côte – Perroy

Dans la continuité, le tronçon La Côte – Perroy permet de franchir la ville de Rolle où une jonction autoroutière est à franchir dans un contexte urbain dense. Le traitement de ce point dur sera analysé en détail en phase 3.

**Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
 Section Perroy - La Côte (longueur 5,8 km / total 54,6 km)**

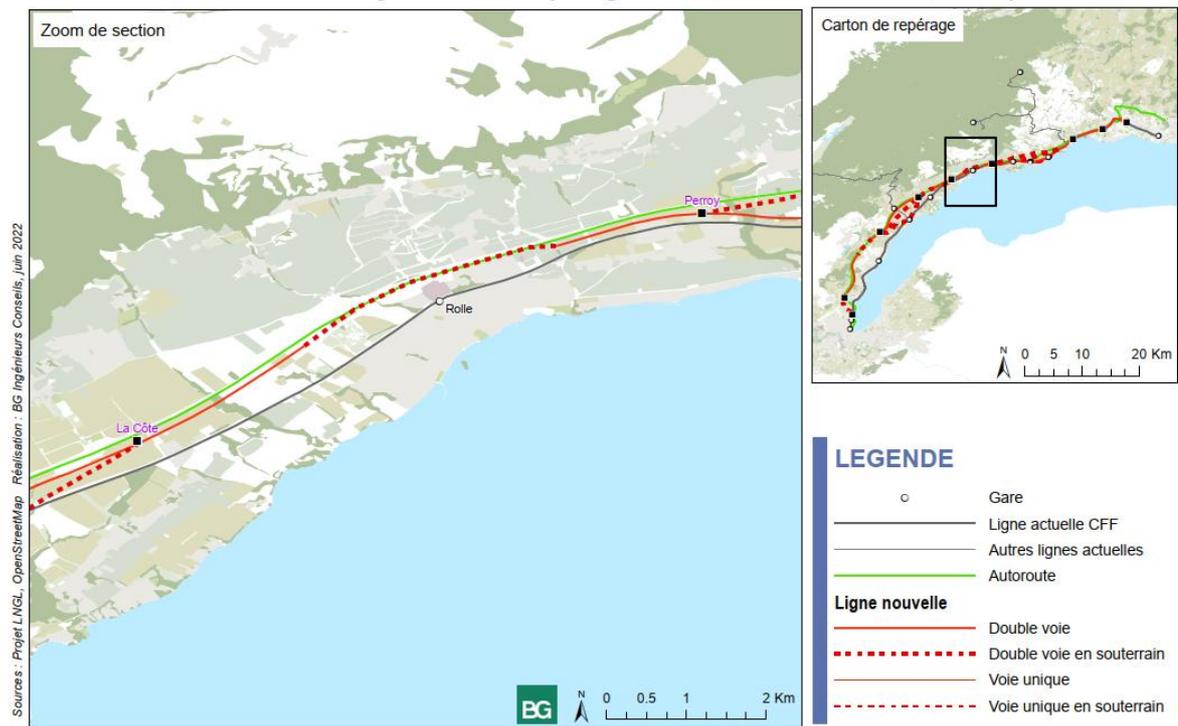


Figure 27 : tronçon La Côte - Perroy

6.2.5 Tronçon 5 : Perroy – Morges

Ce tronçon fait l'objet d'une étude particulière dans le cadre de la réflexion menée pour EA 2035. Une étude préliminaire est menée sur ce tronçon en parallèle à la présente étude. Il ressort de ces réflexions que 3 variantes de tracés sont envisageables entre Perroy et Morges. **Ces trois variantes ont toutes en commun la mise à 4 voies de la ligne actuelle entre Morges et le franchissement du Boiron.** En effet la réalisation d'un autre tracé n'est pas possible dans cette partie de l'agglomération morgienne sans occasionner des impacts sur les zones bâties qui ont été jugés inacceptables par le groupe de direction de projet et de suivi. Pour le reste du tronçon, ces variantes se distinguent comme suit :

- **Construction d'une 4^{ème} voie en surface le long de la ligne actuelle** (à l'exception du passage au droit de St-Prex qui devra se faire en souterrain), qui aurait déjà reçu une 3^{ème} voie en surface à l'horizon 2035. À Perroy, un raccordement sera nécessaire entre le tronçon La Côte – Perroy (situé le long de l'A1) et la ligne actuelle avant l'entrée ouest en gare d'Allaman qui sera également aménagée pour permettre le passage de la ligne nouvelle.
- **Construction d'un tunnel "court" entre le pont sur le Boiron (nouvel ouvrage) et le franchissement de l'Aubonne (nouvel ouvrage).** À Perroy, un raccordement sera nécessaire entre le tronçon La Côte – Perroy (situé le long de l'A1) et la ligne actuelle avant l'entrée ouest en gare d'Allaman qui sera également aménagée pour permettre le passage de la ligne nouvelle.
- **Construction d'un tunnel "long" entre le pont sur le Boiron (nouvel ouvrage) et le raccordement avec le tronçon La Côte – Perroy (situé le long de l'A1)**

Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne Section Morges - Perroy (longueur 11,4 km / total 54,6 km)

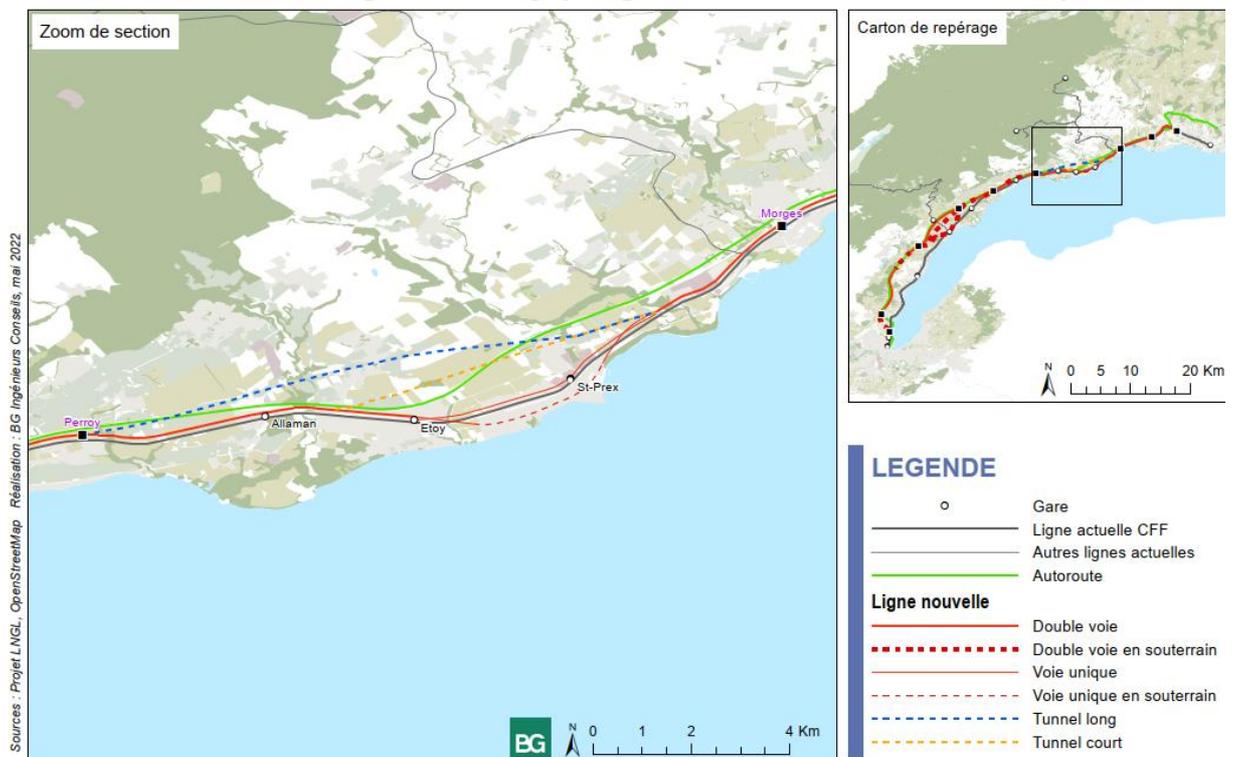


Figure 28 : tronçon Perroy - Morges

6.2.6 Tronçon 6 : Morges – Denges

Entre Morges et Denges, une seule variante a été retenue, celle de mettre la ligne actuelle à 4 voies. Le tronçon s'arrête à Denges afin de traiter séparément le tracé au-delà pour prendre en compte la complexité des accès à la gare de Lausanne-Triage.

**Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
 Section Denges - Morges (longueur 4.1 km / total 54,6 km)**

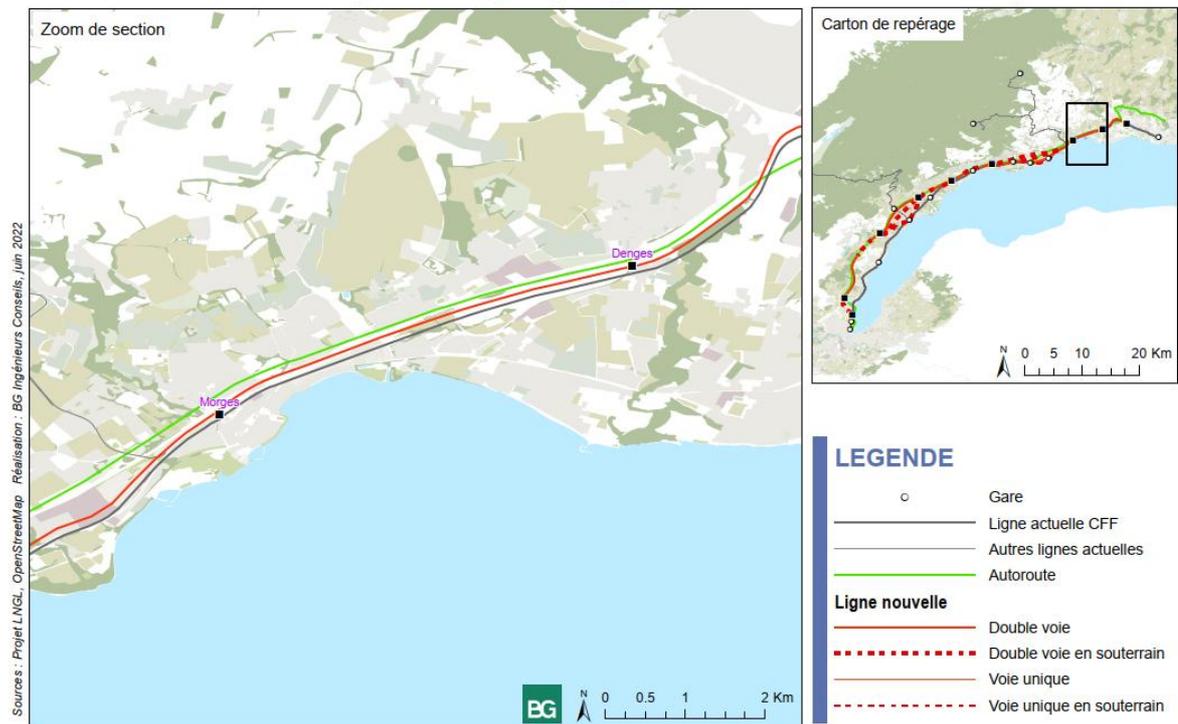


Figure 29 : tronçon Morges – Denges

6.2.7 Tronçon 7 : Denges – Renens

Une étude particulière de ce périmètre, mandatée aux CFF, a été menée dans le cadre des études du Canton de Vaud « Vaud 2050 » pour trouver des solutions réalistes sur ce tronçon. En accord avec la DGMR du canton de Vaud et l'OFT commanditaire de la présente étude prospective, les résultats de l'étude commandée par le Canton de Vaud sont directement intégrés dans le présent document.

**Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
 Section Renens - Denges (longueur 4,0 km / total 54,6 km)**

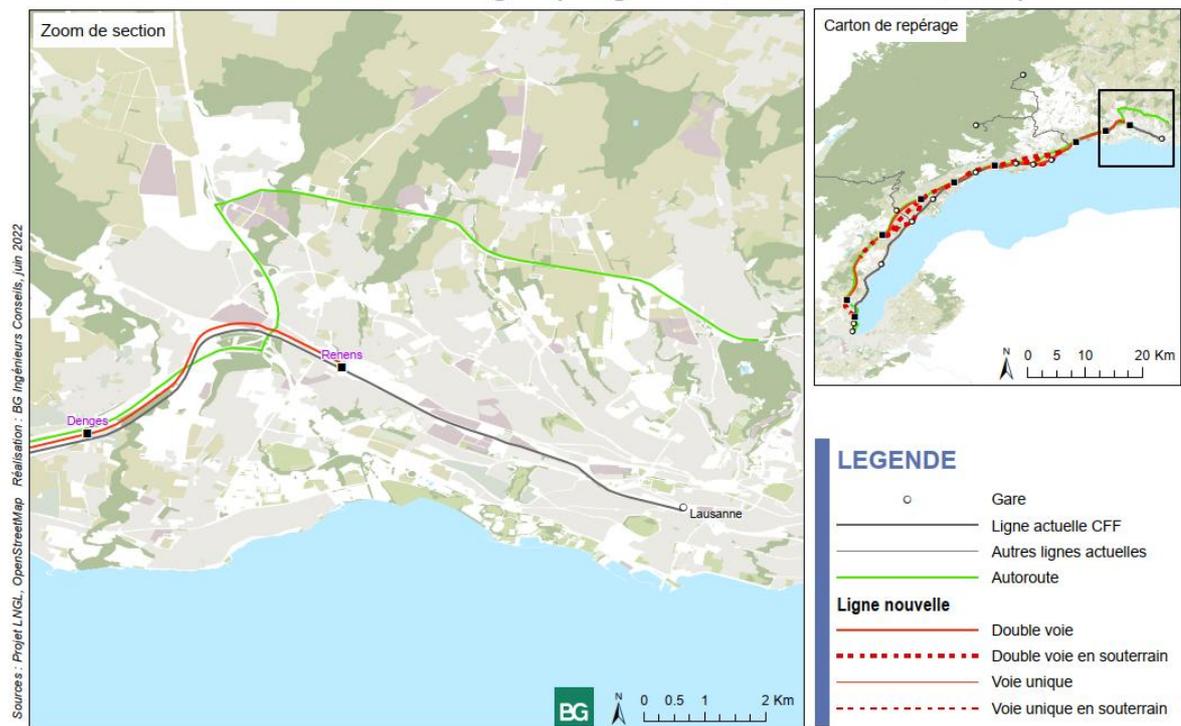


Figure 30 : tronçon Denges - Renens

7 Phase 3 : Approfondissement des variantes retenues

Après avoir identifié les tronçons et les différents points durs du tracé, il est maintenant possible de présenter le détail des variantes de chaque tronçon.

7.1 Tronçon 1 : (Pregny -) Vengeron – Pierre-Féline

7.1.1 Pregny – Vengeron : Variante unique en tunnel direct

Compte tenu des fortes contraintes pour arriver au centre de Genève, la solution souterraine semble être la meilleure option. Des variantes en surface ont été tentées mais sans donner de résultats exploitables. Le tracé général retenu s'éloigne de la ligne actuelle par une courbe en direction du Jura avant de bifurquer vers le Nord-Est en direction de Lausanne et de se raccorder le long de l'autoroute A1. L'insertion du côté de Genève est relativement facile. Le portail de tunnel s'enfonce dans le talus adjacent à la ligne actuelle et se retrouve rapidement sous terre. Le tracé évite quasiment toutes les habitations afin de limiter au maximum les reprises en sous-œuvre. Le tracé coupe perpendiculairement l'autoroute à deux reprises, la profondeur au droit de ces infrastructures est de 25 à 30 m ce qui devrait éviter tout conflit. La trémie de sortie en direction de Lausanne sera sans difficulté majeure, aucune habitation ne sera impactée mais une emprise foncière non négligeable sera utilisée pendant les travaux pour réaliser la tranchée couverte et le portail. La trémie à l'air libre mesurera 300 m sur 10 m de large soit environ 3 000 m² de surface impactée.

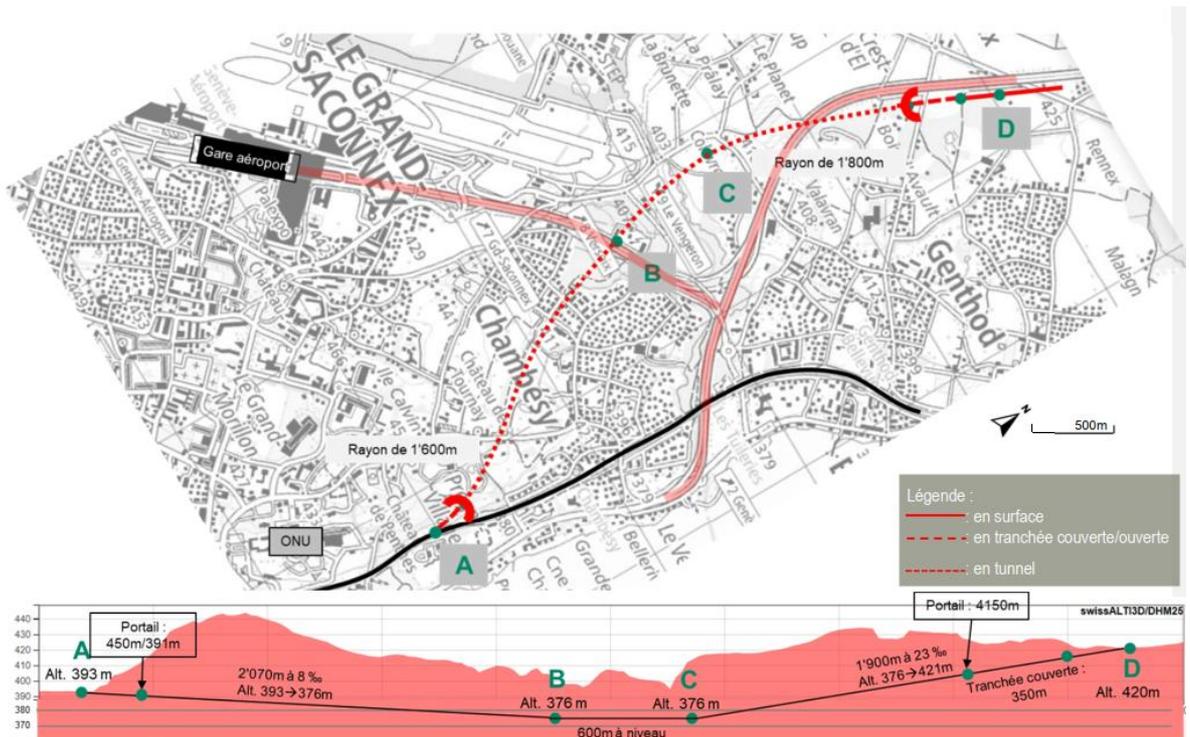


Figure 31 : tracé général et profil en long du tunnel du Vengeron

7.1.2 Vengeron – Pierre Féline : Variante unique en tranchée couverte sous autoroute au niveau de Coppet

Au moment de la construction de l'autoroute A1, son tracé était dissocié des enveloppes urbaines des localités traversées. Aujourd'hui, avec l'étalement urbain, l'autoroute se retrouve encerclée par le bâti existant aussi au niveau de ses jonctions. L'insertion en surface d'une nouvelle infrastructure telle que la nouvelle ligne ferroviaire entre Genève et Lausanne est compliquée, l'objectif étant de maintenir le tracé le long de l'autoroute pour éviter une nouvelle coupure paysagère qui impacterait l'acceptabilité du projet. Au niveau de ces points durs, un principe de cohabitation des infrastructures a été proposé et validé. La solution proposée consiste à venir glisser la ligne ferroviaire sous l'autoroute, sous la forme d'une tranchée couverte. Une double voie ferroviaire a le gabarit de deux voies d'autoroute, l'ouvrage sera restreint à l'une ou l'autre des doubles voies autoroutières. Le concept de construction suivant est ainsi proposé et pourrait éventuellement être combiné à un élargissement à 2x3 voies de l'autoroute :

1. Réalisation préalable d'un élargissement provisoire de l'autoroute.
2. Déviation du trafic sur la double voie qui a été élargie au préalable, afin de maintenir le même nombre de voies de circulation (2x3 voie entre Genève et Nyon ; 2x2 voies entre Nyon et Renens).
3. Destruction de la double voie neutralisée et décaissement du gabarit nécessaire à la tranchée couverte
4. Construction du caisson de la tranchée couverte.
5. Reconstruction de la double (ou triple) voie autoroutière sur la tranchée couverte et réouverture en condition nominale de la circulation automobile
6. Réalisation et pose des éléments du génie et de la technique ferroviaire.

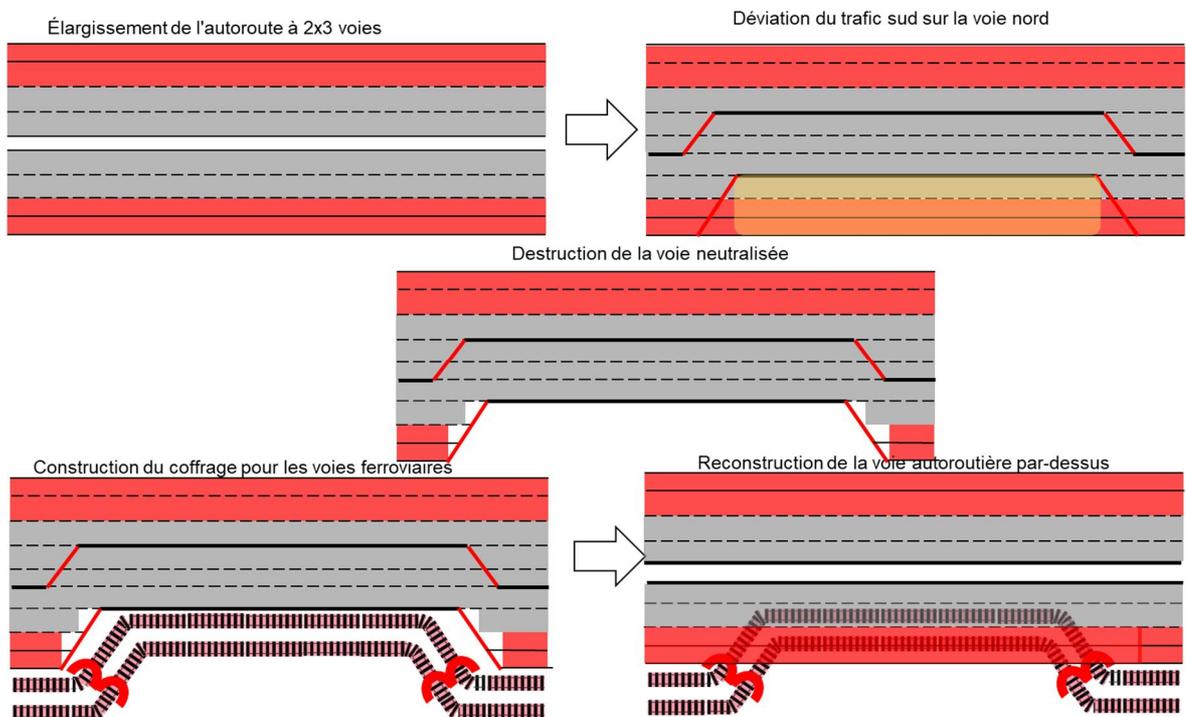


Figure 32 : principe d'insertion de la ligne nouvelle sous l'autoroute (cas d'une section de l'A1 à 2x2 voies)

A noter que d'autres solutions moins impactantes sont également envisageables avec passage en tunnel sous l'autoroute, ces solutions devront être abordées lors des études ultérieures.

Au niveau de la jonction autoroutière de Coppet, le principe énoncé ci-dessus s'applique. La trémie d'insertion court sur 600 m et le point d'insertion sous l'autoroute est situé avant les habitations. La tranchée couverte sous l'autoroute s'étend sur 1 250 m, distance nécessaire pour éviter les obstacles bâtis. S'ensuit une tranchée couverte sur 650 m avant de commencer la trémie et de reprendre le profil du terrain naturel. Au niveau de Coppet, le tracé souterrain s'adapte parfaitement au profil naturel car ce dernier forme une longue colline. Le tracé va écrêter cette colline avec des pentes nulles. De part et d'autre de l'ouvrage, les déclivités sont respectivement de 9.6 ‰ et 11 ‰. Ce concept de tranchée couverte sous l'autoroute sera repris aux passages de Gland et Rolle.

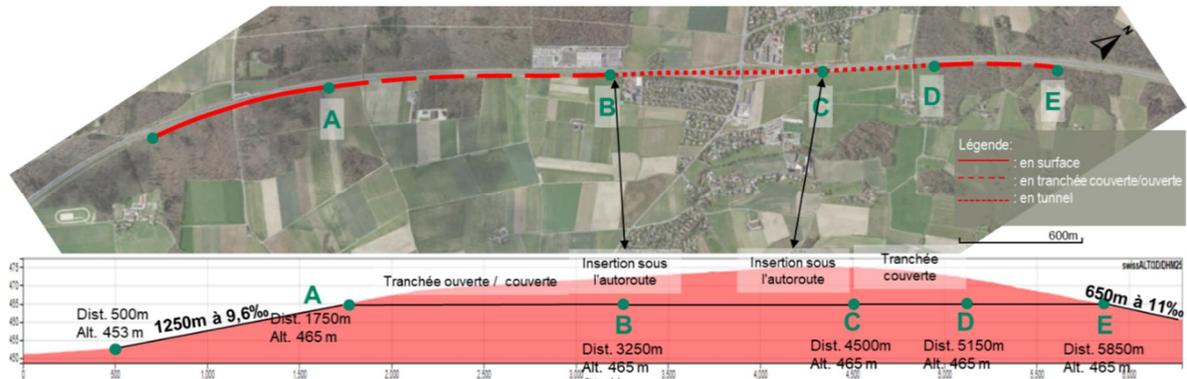


Figure 33 : traversée de Coppet sous l'autoroute A1

7.2 Tronçon 2 : Pierre Féline – Gland Ouest

Ce tronçon traite du point dur de la desserte et de la traversée de Nyon. Cinq possibilités de desserte ont été générées, avec parfois des sous-variantes de tracés, sur la base des trois types de typologies identifiés en phase 1.

7.2.1 Typologie de desserte de Nyon 1a

La typologie 1a est caractérisée par un tracé de contournement de Nyon le long de l'autoroute et des raccordements entre la ligne nouvelle et la gare actuelle de Nyon.

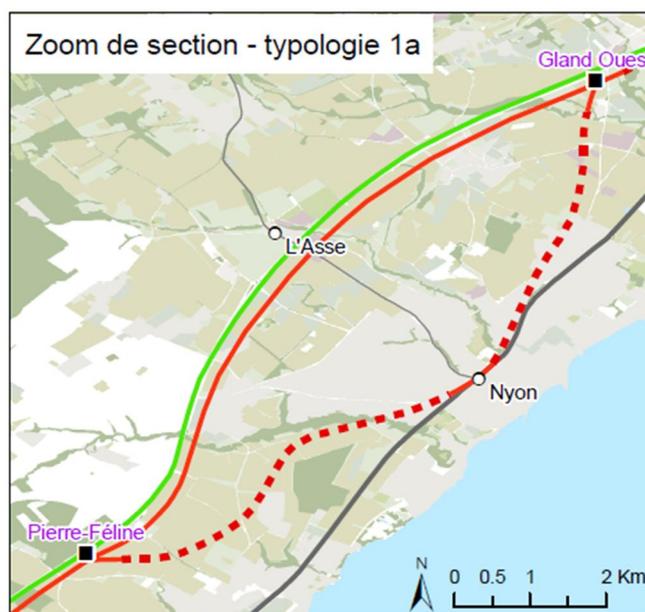


Figure 34 : Typologie de desserte de Nyon 1a

7.2.1.1 Variantes de contournement de Nyon le long de l'A1

Pour contourner Nyon, trois variantes ont été générées. Pour des raisons de cohérence, les documents présentés tiennent également compte du tronçon suivant, à savoir la traversée de Gland.

Variante 1 : Tunnel court

La physionomie du terrain naturel est similaire à celle de Coppet. Le terrain forme une colline et il paraît pertinent de passer au travers par des ouvrages souterrains. Le tracé devra franchir Le Boiron de Nyon (point B) et ce pour toutes les variantes, grâce à un viaduc de 200 m. L'insertion sous terre s'effectue en trois temps avec tout d'abord 700 m de tranchée ouverte (à partir au point C) suivi de 300 m en tunnel foré. Le point d'attention sera le passage sous la jonction autoroutière (point C'). S'ensuit 1 500 m de tunnel foré entre C' et D' pour passer sous l'Asse (point D) puis 1 100 m de tranchée couverte entre D' et E'.

Du point de vue des pentes, le tracé présente des pentes variant de 5 à 12,5 ‰ mais est à plat entre C et E. ; entre E et F le tracé suit le terrain naturel et les pentes sont limitées à 12.5 ‰ sur 2 000 m et se raccorde au point F à la fin de la tranchée couverte sous l'autoroute à Gland (selon le principe adopté pour le passage sous la jonction de Coppet, voir paragraphe précédent). Le point F représente la fin de la tranchée couverte sous l'autoroute avant la jonction de Gland.

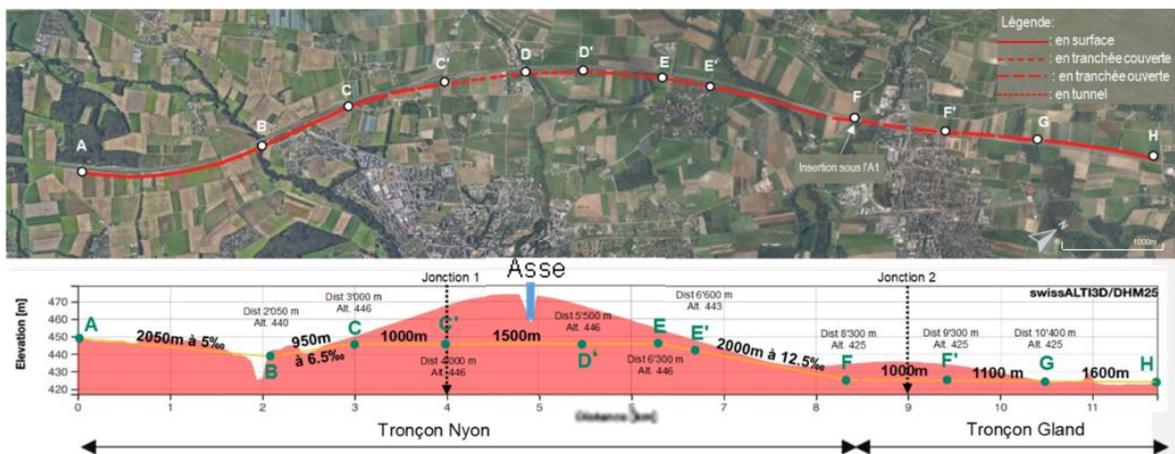


Figure 35 : variante de contournement de Nyon en tunnel court

Variante 2 : tunnel long

La variante tunnel long est identique à la variante tunnel court jusqu'au niveau de l'Asse. Une fois le cours d'eau dépassé, le tracé reste en souterrain avec un profil descendant à 11.5 ‰ pour directement se raccorder au point d'accroche de Gland (F) sous l'autoroute sans refaire surface. L'ouvrage comprendra 2 150 m de tranchée couverte et un tunnel foré d'une longueur totale de 2 850 m. La jonction entre le tunnel foré et la tranchée couverte sous l'autoroute vers Gland s'effectuera en tranchée couverte de 1 450 m de long.

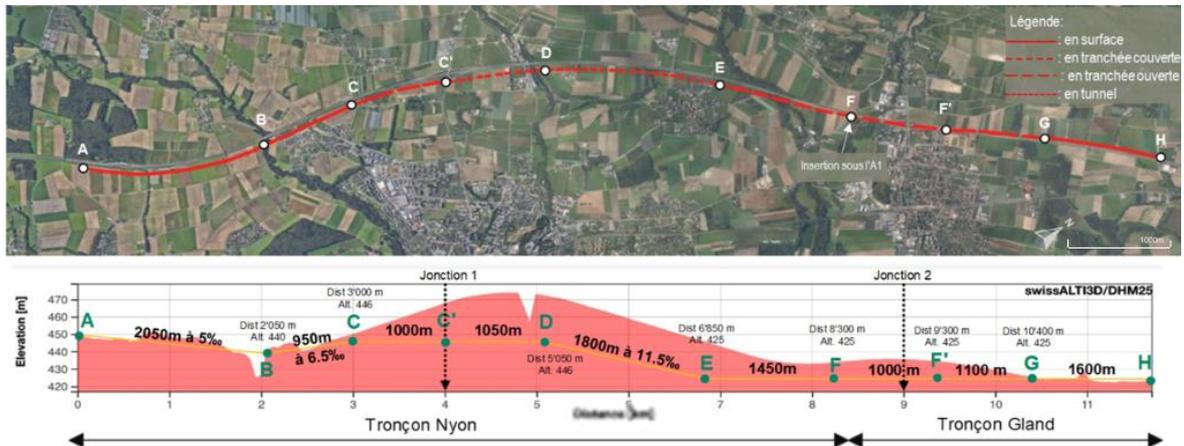


Figure 36 : variante de contournement de Nyon en tunnel long

Variante 3 : tracé en surface

Le tracé en surface permet de se passer d'ouvrage de génie civil conséquent comme les tunnels ou tranchée couverte. Une fois franchi Le Boiron de Nyon, la pente maximale de 12.5 ‰ n'est pas dépassée jusqu'à atteindre l'Asse. Cependant au niveau de la jonction autoroutière de Nyon, les bretelles d'accès devront être reprises de façon à avoir le tracé ferroviaire semi-enterré et les bretelles au-dessus. Pour franchir l'Asse, un viaduc d'environ 250 m sera nécessaire avant d'entamer la descente vers Gland. La pente maximale permise par le terrain naturel est de 15 ‰ sur une distance de 3 300 m. Cette pente est donc préjudiciable pour le trafic fret. Pour rejoindre le point d'accroche sous l'autoroute à l'Ouest de Gland (E), une trémie d'insertion de 450 m sera nécessaire.

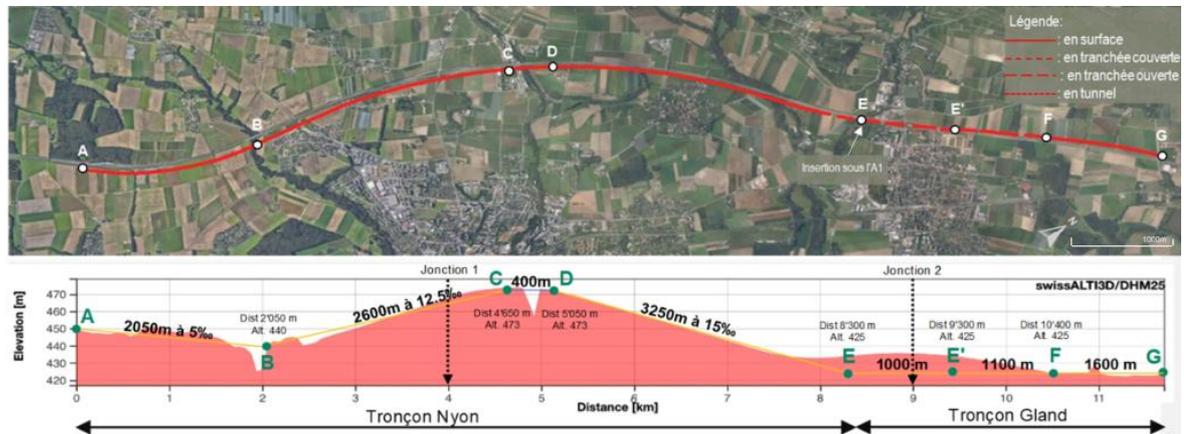


Figure 37 : variante de contournement de Nyon en surface

7.2.1.2 Variantes de raccordements de/vers la gare actuelle de Nyon

Les raccordements entre la ligne nouvelle et la ligne actuelle se feront en tenant compte des hypothèses suivantes :

- Liaisons entre les deux lignes construites à double-voie.
- Raccordement à la ligne nouvelle via des ouvrages dénivelés, soit par une trémie centrale à double voie soit par des liaisons latérales, celle côté Jura étant dénivelée.
- Raccordement à la ligne actuelle se faisant soit à niveau (option retenue pour le chiffrage) soit par des ouvrages dénivelés (à étudier ultérieurement).

Raccordement Ouest

Le débranchement de la ligne nouvelle vers la gare actuelle de Nyon s'effectue avant l'aire d'autoroute de Pierre Féline, ce qui permet de s'affranchir des 51 m de dénivelé par une pente n'excédant pas 17 ‰ sur 2 850 m. Pour obtenir cette pente, le tracé doit être dans sa grande majorité construit en tranchée couverte. Ainsi, sur une distance de 1 900 m, le tracé sera souterrain et permet non seulement de minimiser la pente mais également de réduire l'impact sur les parcelles agricoles. En revanche, pendant les travaux, l'impact sur les surfaces sera conséquent. Sur des distances réduites, la profondeur pourra atteindre 20 m.

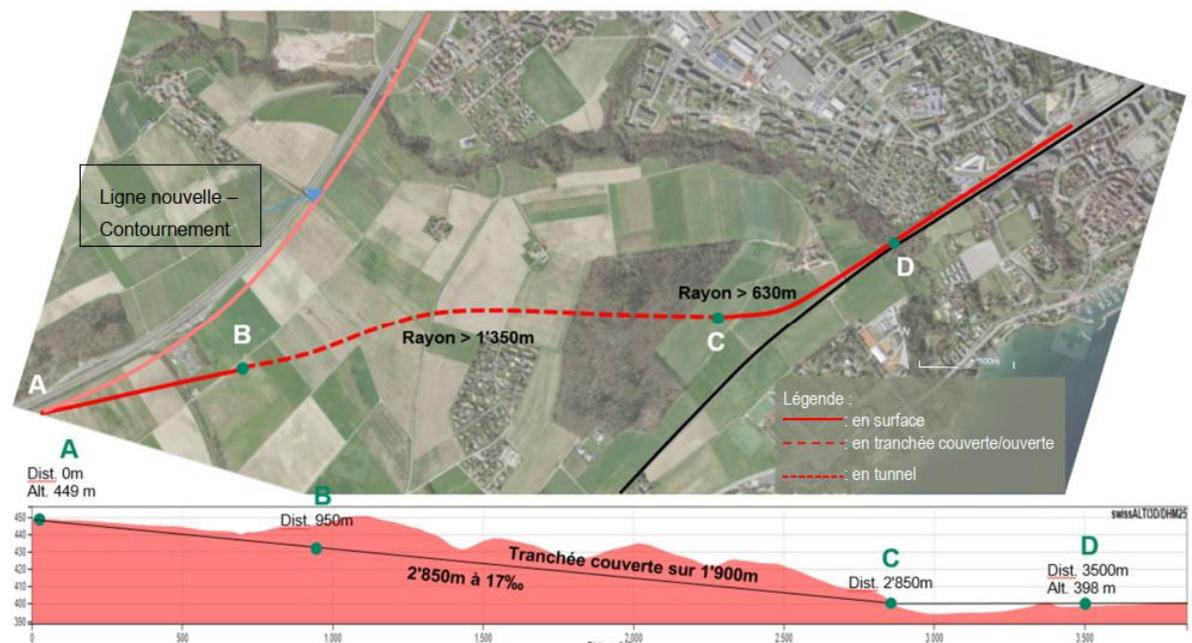


Figure 38 : raccordement Ouest - ligne nouvelle vers gare actuelle

Raccordement Est

Le raccordement Est de Nyon peut se décliner en deux profils différents dont le tracé en situation reste le même.

- § Dans la mesure où le point d'accroche de Gland Ouest serait en surface, un raccordement de faible profondeur mixte tranchée couverte / tunnel foré est envisageable. Peu après la gare de Nyon, la trémie d'insertion est courte, de l'ordre de 150 m, permise par le talus adjacent à la ligne actuelle. Des impacts sur un bâtiment d'habitation sont très probables. Le profil suit le terrain naturel pour faire surface au niveau de Duillier. La distance en tranchée couverte / tunnel est de 1 850 m avec des pentes maximales de 16 ‰. Il est apparu pertinent de laisser le tracé sous terre au droit du village de Duillier pour limiter les nuisances. Un viaduc de 230 m sera nécessaire pour franchir la vallée de la Promenthouse. Cette variante de profil se termine par une trémie d'insertion à 12 ‰ pour poursuivre en tranchée couverte sous l'autoroute au niveau de Gland.
- § La deuxième variante de profil se présente sous la forme d'un tunnel foré entre la ligne actuelle à la sortie de la gare de Nyon et le point d'accroche de Gland Ouest en souterrain sous l'autoroute. Les impacts au niveau de l'insertion après la gare sont toujours présents mais les travaux auront un impact moindre sur les surfaces. De plus, cette variante de profil permet de se passer du viaduc pour franchir La Promenthouse ainsi que de la trémie d'insertion avant Gland Ouest pour replonger sous l'autoroute. La longueur du tunnel est de l'ordre de 3 km avec des pentes maximales de 22 ‰, nécessaires pour passer sous La Promenthouse.

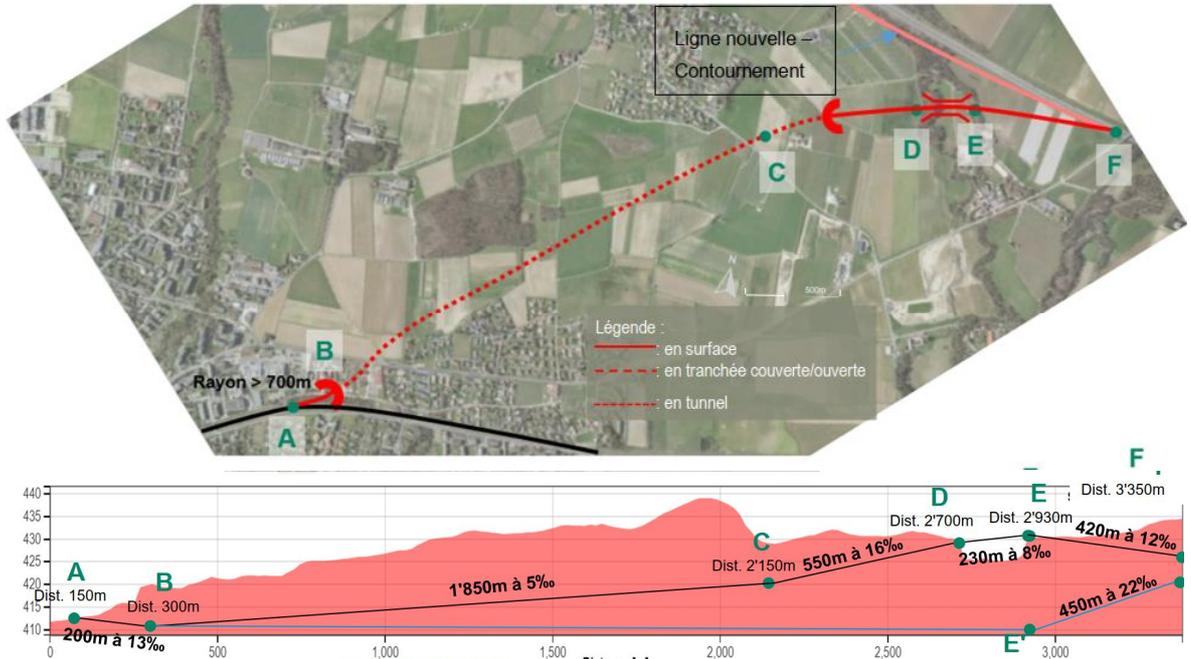


Figure 39 : raccordement Est - Gare actuelle de Nyon vers ligne nouvelle

7.2.2 Typologie de desserte de Nyon 1b

La typologie 1b diffère uniquement de la typologie 1a par son raccord Est qui s'effectue au niveau de l'aire d'autoroute de La Côte, après Gland. Pour tous détails, il convient de se rapporter aux éléments explicités dans la partie "typologie de desserte de Nyon 1a" excepté les paragraphes traitants du raccordement Est.

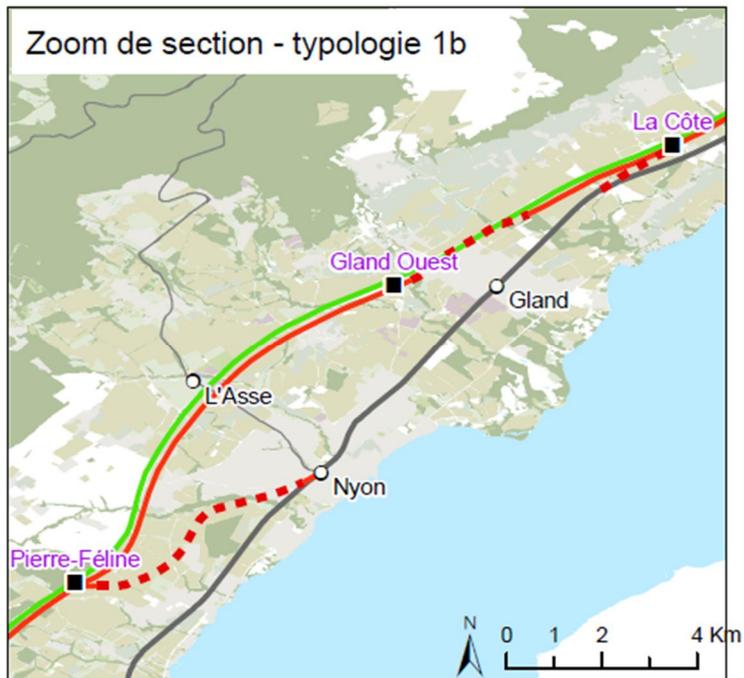


Figure 40 : Typologie de desserte de Nyon 1b

Raccordement Est :

Au droit de l'aire d'autoroute de La Côte, la distance entre la ligne ferroviaire actuelle et l'autoroute est de l'ordre de 400 m. L'idée générale est de profiter de cette faible distance entre les deux infrastructures pour faire le raccordement Est de Nyon entre la ligne nouvelle et la ligne actuelle à ce niveau.

§ Débranchement de la ligne actuelle

Le débranchement commence au même endroit que la voie de dépassement de Gilly-Bursinel. Une voie de chaque côté de la ligne existante part en trémie. La voie Nord rejoint la tranchée couverte, la voie Sud passe sous les voies existantes et les deux nouvelles voies se rejoignent ensuite dans la tranchée couverte en double voie.

§ Tranchée couverte

Pour limiter les impacts sur les surfaces d'assolement, le tracé de raccordement sera en tranchée couverte à faible profondeur. Les emprises temporaires seront importantes mais rendues à la fin des travaux. La longueur de l'ouvrage est de l'ordre de 900 m.

§ Raccordement ligne nouvelle

Pour se raccorder à la ligne nouvelle, l'option étudiée est de remonter avec une trémie de 400 m entre les deux voies principales. La pente maximale est de 17.5‰ sur toute la distance de la trémie.

7.2.3 Typologie de desserte de Nyon 2

La deuxième typologie consiste à faire passer la ligne nouvelle et l'intégralité de son trafic par la gare actuelle de Nyon. Contrairement aux typologies 1a et 1b, il n'y a pas de contournement périphérique de Nyon. Le détail des tracés des raccordements Ouest et Est sont donc les mêmes que pour la typologie 1a (sans les problèmes de raccordement à la ligne nouvelle aux deux extrémités).

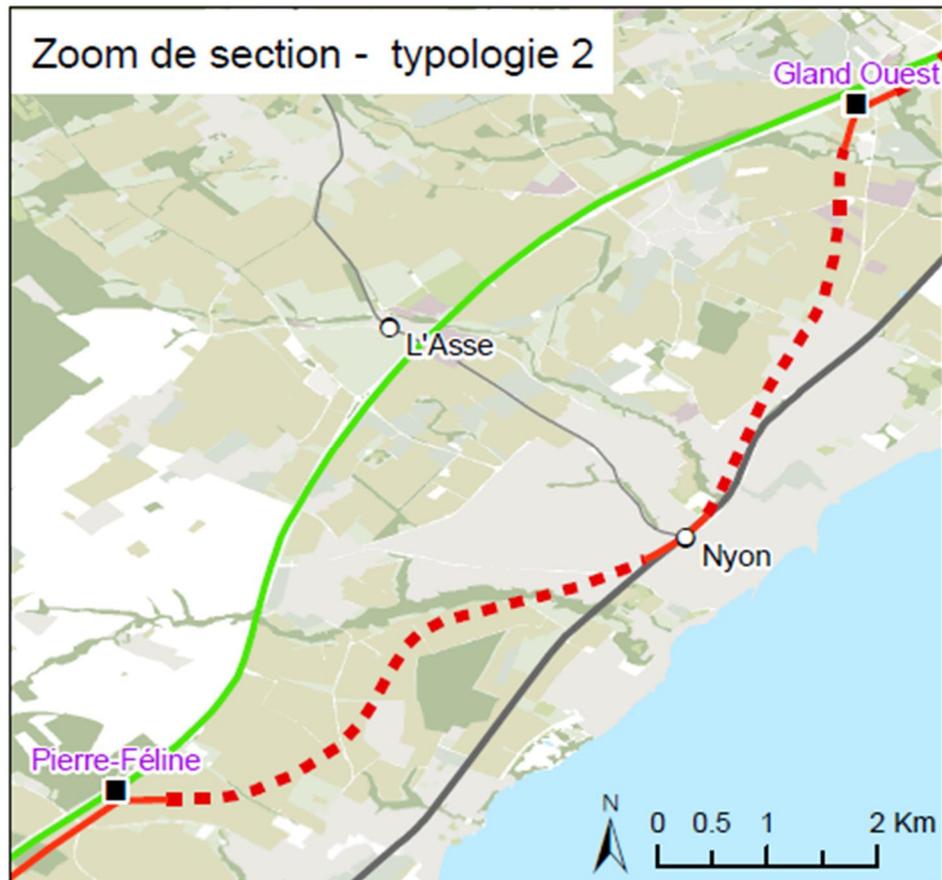


Figure 41 : Typologie de desserte de Nyon 2

Remarques concernant les infrastructures et aménagements en gare actuelle de Nyon pour les typologies 1a, 1 b et 2.

Pour toutes ces typologies, il sera probablement nécessaire d'apporter des modifications infrastructurelles au niveau de la gare de Nyon. Cela dit, la nature exacte de ces modifications n'est pas encore connue, une étude horaire étant nécessaire dans une phase d'étude ultérieure pour en connaître davantage. Ces aménagements seront certainement plus conséquents pour la typologie 2 que pour les typologies 1a et 1b puisque les trains non-stop traverseront dans ce cas également la gare de Nyon.

7.2.4 Typologie de desserte de Nyon 3

La typologie 3 est caractérisée par une desserte périphérique de Nyon. Une gare, appelée gare A1, sera positionnée au niveau de l'Asse et à proximité du Nyon-St-Cergue-La Cure (NStCM) pour assurer une desserte du centre-ville de Nyon.

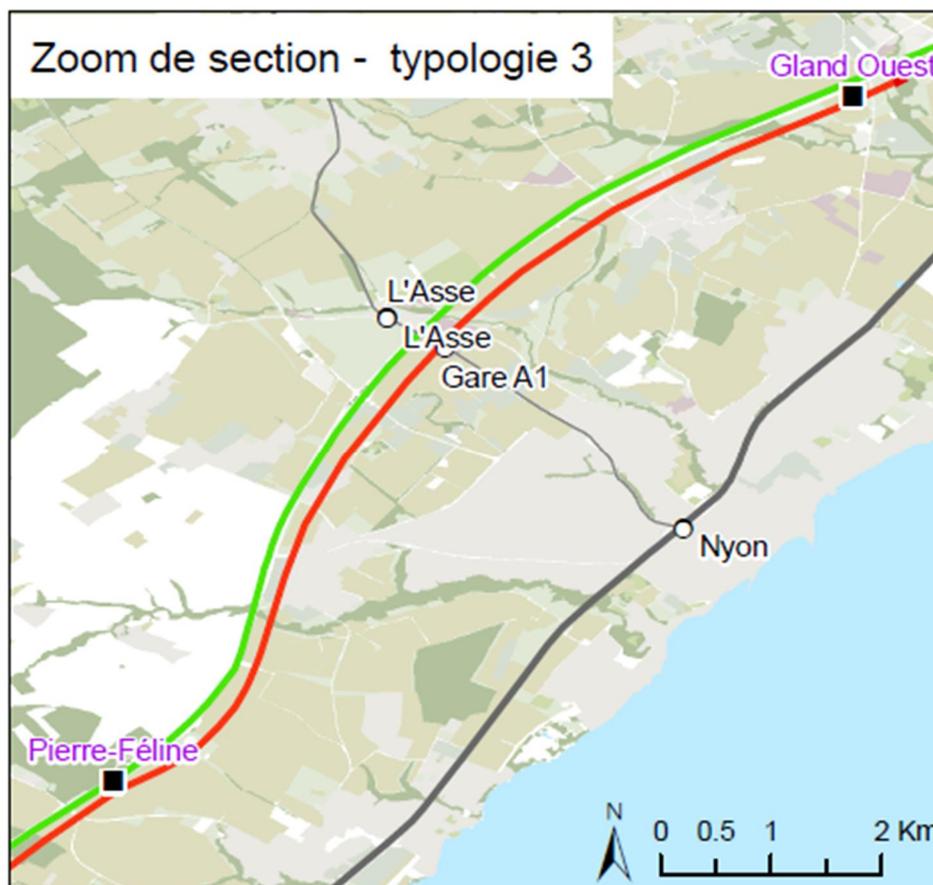


Figure 42 : Typologie de desserte de Nyon 3

Les variantes des profils et des tracés de contournement de Nyon de cette typologie 3 sont identiques à celle de la typologie 1a. La seule différence réside dans la réalisation d'une gare périphérique au niveau de l'Asse. Suivant la variante, cette gare A1 est soit souterraine soit en surface. Pour une vision à long terme, cette gare A1 est imaginée avec quatre voies dont deux à quai (pour des trains de 400 m) et deux voies de transit de sorte que les trains EC/IC ou fret puissent dépasser ceux s'arrêtant à Nyon – gare A1. Les correspondances avec le NStCM devront être étudiées avec soin pour éviter une rupture de charge trop lourde.

7.2.4.1 Variante 1 : tunnel court avec gare A1

Le profil est identique à celui de la variante tunnel court de la typologie 1a, à la différence près de l'implantation d'une gare ferroviaire à quatre voies situées approximativement à 24 m de profondeur. Pour garantir un développement à long terme de l'offre, cette gare est imaginée avec deux voies à quai et deux voies de dépassement, la position respective des voies à quai et de dépassement restant à définir ultérieurement.

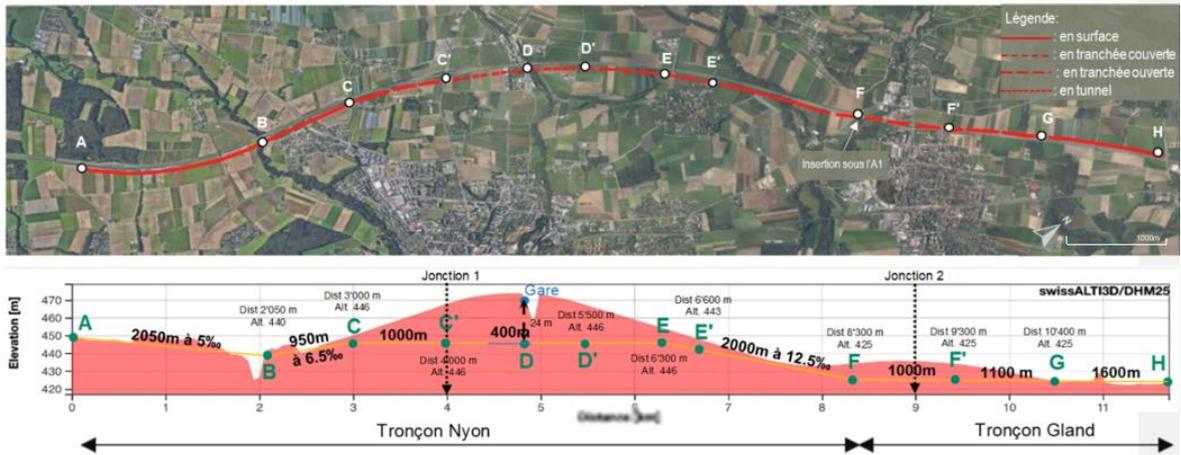


Figure 43 : variante 1 de contournement de Nyon avec gare A1

7.2.4.2 Variante 2 : tunnel long avec gare A1

Le profil est identique à celui de la variante tunnel long de la typologie 1a. La gare souterraine est à la même profondeur, 24 m et ses quais sont adaptés pour des trains de 400 m.

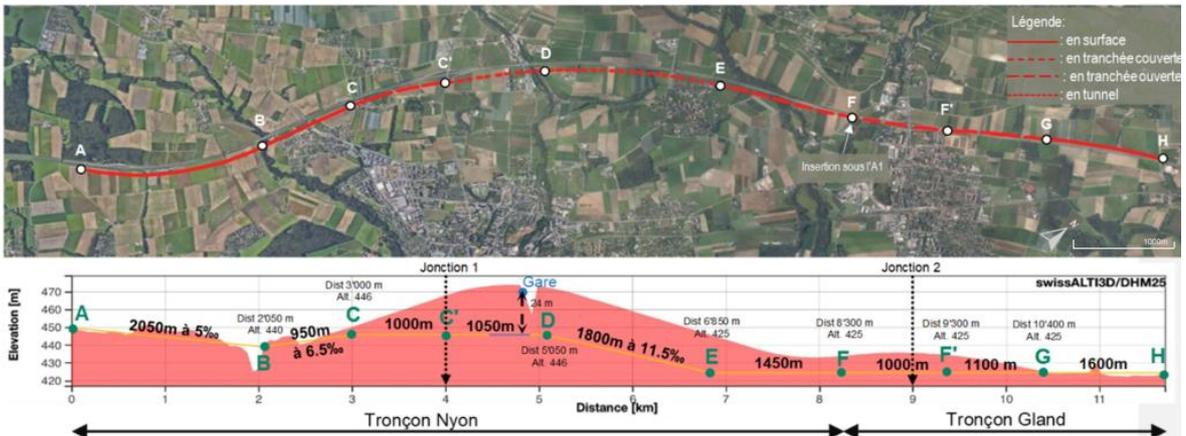


Figure 44 : variante 2 de contournement de Nyon avec gare A1

7.2.4.3 Variante 3 : tracé en surface

Le profil est identique à celui de la variante tracé surface de la typologie 1a. La gare A1 est envisagée sous la forme d'un viaduc au-dessus de l'Asse. Ainsi les emprises sur les surfaces agricoles et bâties seront limitées. La complexité technique est à prendre en compte ainsi que l'impact paysager qui sera important.

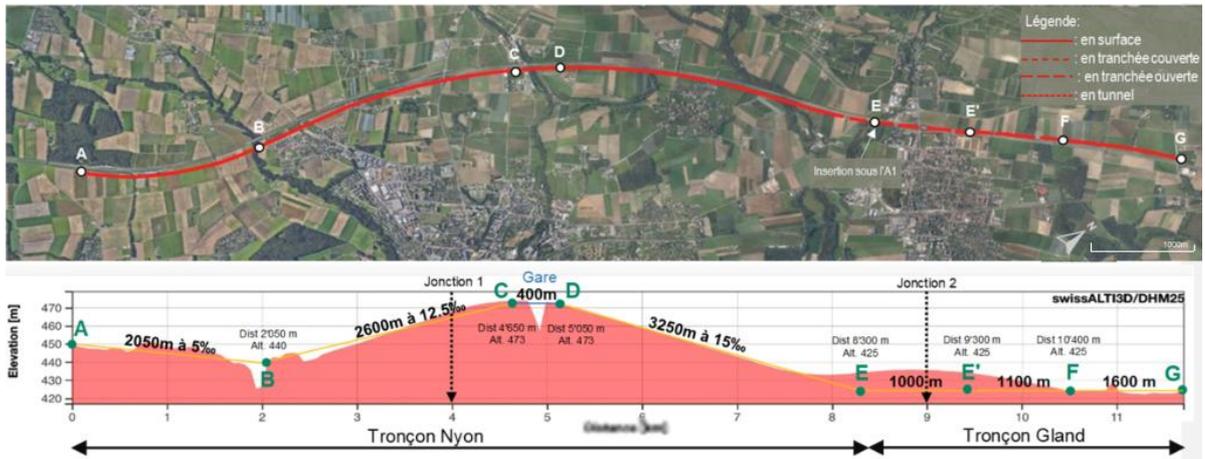


Figure 45 : variante 3 de contournement de Nyon avec gare A1

7.2.5 Typologie de desserte de Nyon 4

Le concept de cette typologie est à rapprocher de la typologie 3 en ce sens qu'il s'agit de desservir Nyon par une gare périphérique sans raccordement à la ligne actuelle. Cependant, par rapport à la typologie 3, le tracé proposé ici se situe approximativement à mi-chemin entre le tracé de l'autoroute et celui de la ligne actuelle. Il s'agit donc essentiellement d'un tracé souterrain sous la ville de Nyon, avec une gare intermédiaire à la limite de l'urbanisation actuelle. Pour cette typologie, deux variantes ont été générées concernant la position de la gare.

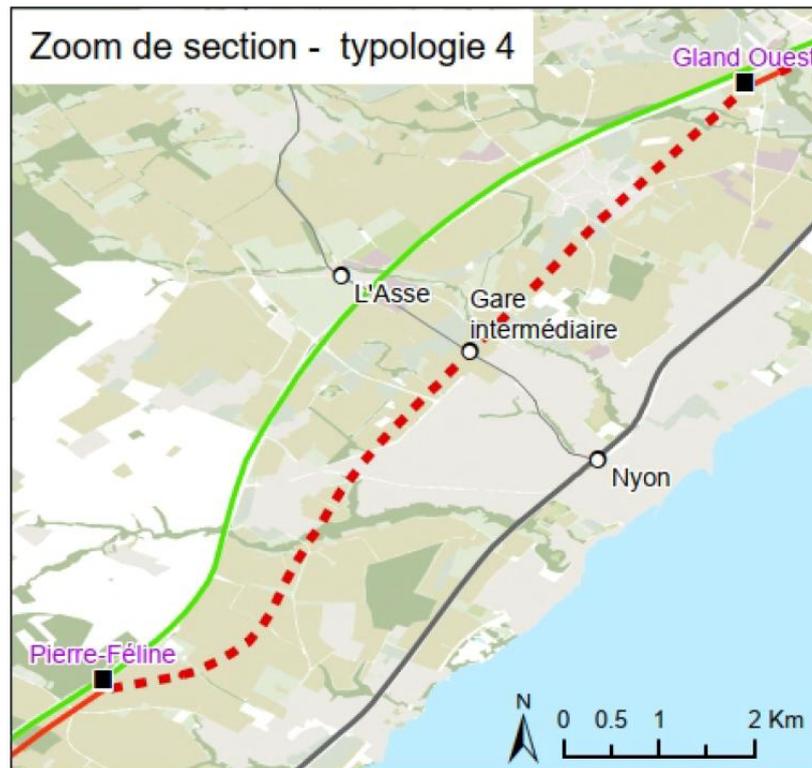


Figure 46 : typologie de desserte de Nyon 4

7.2.5.1 Variante 1 : superposition des gares CFF et NSStCM

La principale contrainte est le dénivelé entre le point de départ du tracé, au niveau de l'aire de Pierre-Féline et le passage sous Le Boiron de Nyon. Au total, 63 m seront à perdre en 2 550 m, soit une pente de 25 ‰. Une analyse pour passer au-dessus du Boiron de Nyon a été faite et il a été conclu que le tracé ne pourrait pas plonger sans impacter des bâtiments résidentiels. Avec ces pentes, le tracé n'est pas compatible avec le trafic fret. S'ensuit une remontée douce à 4 ‰ sur 1 750 m avant d'arriver au palier de la gare souterraine. Située à une profondeur de 25 m, la gare aura les mêmes dimensions que dans la typologie 3, avec deux voies à quai pour des trains de 400 m et deux voies de transit. Elle sera positionnée juste en-dessous de la gare actuelle des Plantaz du NSStCM. La remontée se poursuit avec une pente de 5.5 ‰ sur 3 000 m pour passer sous La Promenthouse. Enfin, une pente de 25 ‰ sera nécessaire pour se raccorder à la tranchée couverte sous l'autoroute de Gland Ouest. Au total, le tracé comprend 1 000 m de tranchée couverte et un tunnel foré bitubes de 6 300 m.

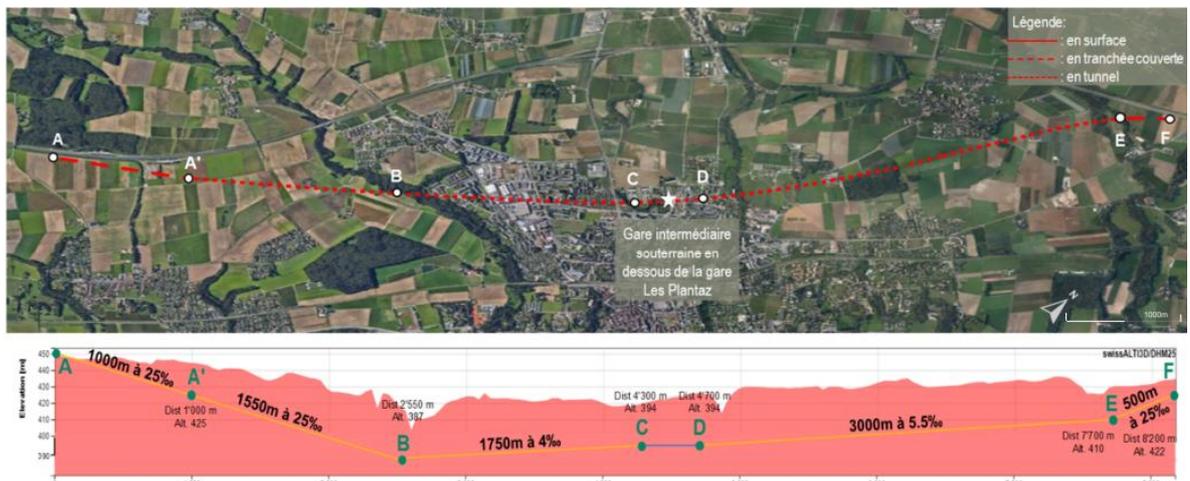


Figure 47 : variante 1 de la desserte intermédiaire de Nyon

7.2.5.2 Variante 2 : décalage des gares

Cette deuxième variante est identique à la première à une exception près. La gare souterraine de la ligne nouvelle et la gare des Plantaz ne sont plus superposées mais décalées. La réalisation est moins complexe et la profondeur nécessaire moins importante.

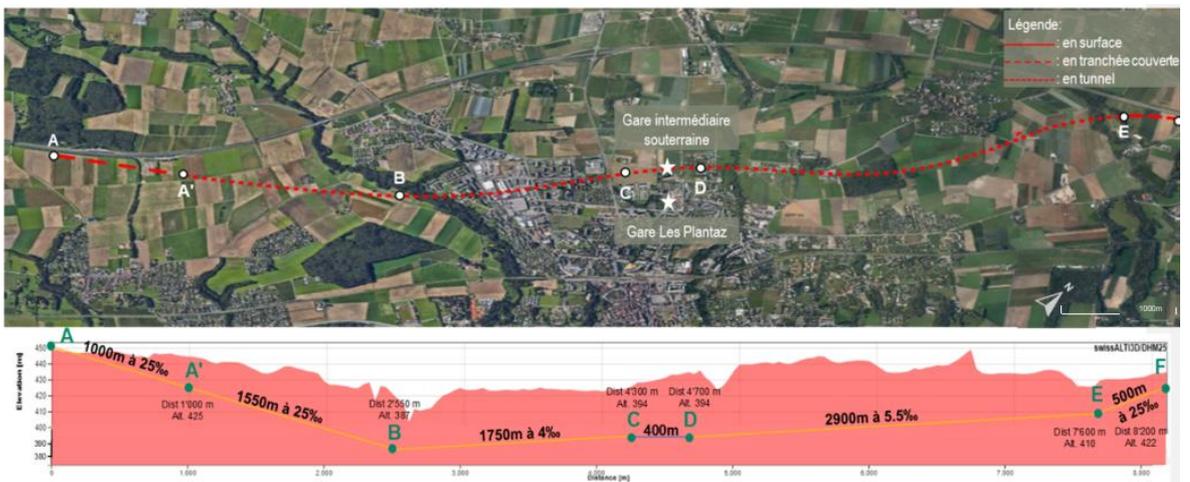


Figure 48 : variante 2 de la desserte intermédiaire de Nyon

7.3 Tronçon 3 : Gland Ouest – La Côte : Variante unique en tranchée couverte sous l'autoroute

En sortie du tronçon de Nyon, la ligne nouvelle arrive rapidement sur le point dur suivant, celui de la traversée de Gland. De même qu'à la hauteur de Coppet, l'autoroute est encadrée par le bâti et le traverser par le nouveau tracé ferroviaire ne semblait pas envisageable.

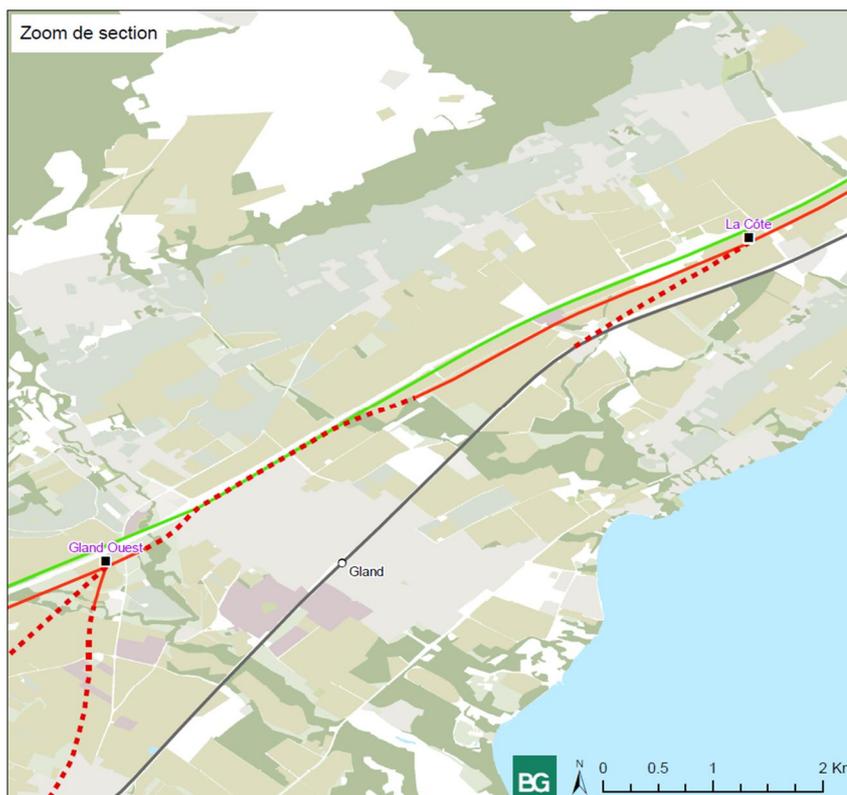


Figure 49 : traversée de la ville de Gland

La configuration des lieux étant similaire à celle de Coppet, il paraît judicieux de réutiliser le même moyen de franchissement. La méthode de la tranchée couverte sous l'autoroute a donc été retenue dans le cadre de cette étude prospective. Pour rappel, le point d'accroche de Gland Ouest est souterrain mais avec une profondeur variable selon le profil retenu pour le raccordement Est. Rappelons également que le raccordement visible à droite sur la figure ci-dessus est celui de la typologie de type 1b.

7.4 Tronçon 4 : La Côte – Perroy : Variante unique en tranchée couverte sous l'autoroute

Ce tronçon traite essentiellement de la traversée de Rolle et de l'aire d'autoroute de La Côte. Pour la traversée de Rolle, plusieurs solutions ont été envisagées, comme le passage à niveau avec reprise sur les bretelles d'autoroute mais les déclivités et les impacts sur le bâti ont rapidement conduit à l'abandon de cette piste.



Figure 50 : tronçon La Côte - Perroy

Une solution de contournement en tunnel a alors été analysée sommairement avec une esquisse de tracé mais après investigation de la nature du sous-sol, le terrain s'avère peu propice à un tunnel et les risques d'impacts sur le bâti existant sont également importants. Pour ces raisons, à Rolle, comme à Coppet et à Gland, la ligne nouvelle est envisagée en tranchée couverte sous l'autoroute. Pour franchir l'aire d'autoroute de La Côte, un tracé ferroviaire semi-enterré a été imaginé avec une reprise des accès routiers. Les impacts sur les surfaces agricoles seront également non négligeables.

À Rolle, la tranchée couverte sous l'autoroute sera longue de 2 100 m environ avec des trémies d'insertion de chaque côté, situées le long de l'autoroute. Au niveau des déclivités, une pente à 19 ‰ est inévitable pour rester au maximum en surface et limiter les coûts. Direction Lausanne, deux choix seront possibles suivant la variante retenue entre Allaman et Morges. Si la variante tunnel long est choisie, le tracé continuera le long de l'autoroute. En revanche, si l'une des variantes ligne actuelle ou tunnel court (qui se raccorde à la ligne actuelle avant Allaman) est préférée, un raccordement dénivélé entre la ligne nouvelle et la ligne actuelle sera nécessaire.

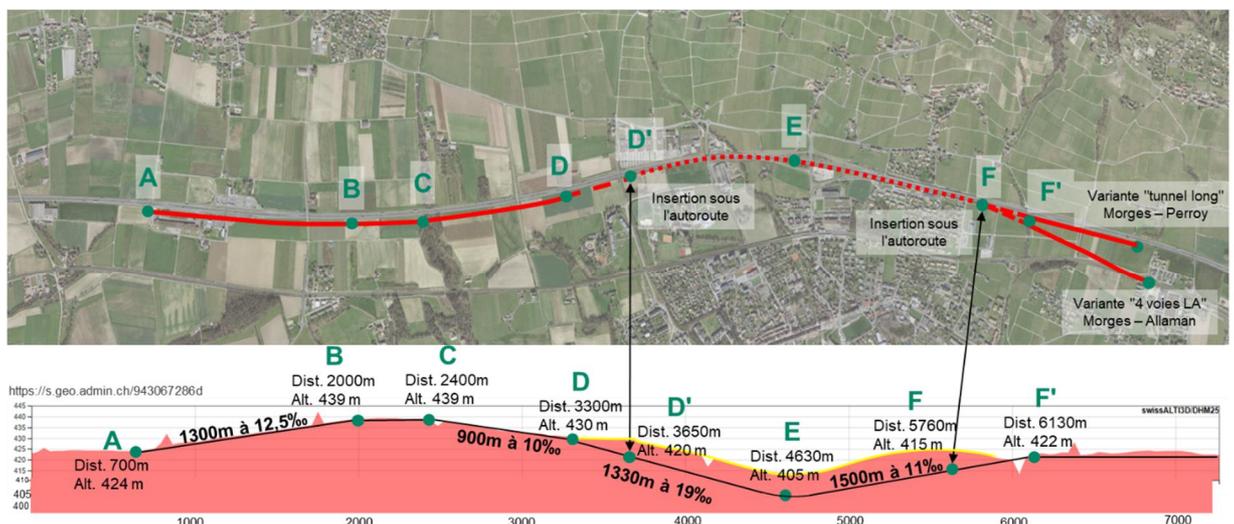


Figure 51 : traversée de Rolle sous l'autoroute

7.5 Tronçon 5 : Perroy – Morges

Dans le cadre du présent mandat, trois variantes de tracés ont été identifiées et sont présentées ci-dessous. Ce tronçon fait par ailleurs l'objet d'une étude préliminaire dans le cadre de la mise en œuvre de l'étape d'aménagement 2035. La présente étude prospective sert de base à l'étude préliminaire en cours, dans le cadre de laquelle une analyse détaillée des variantes est effectuée.

Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne Section Morges - Perroy (longueur 11,4 km / total 54,6 km)

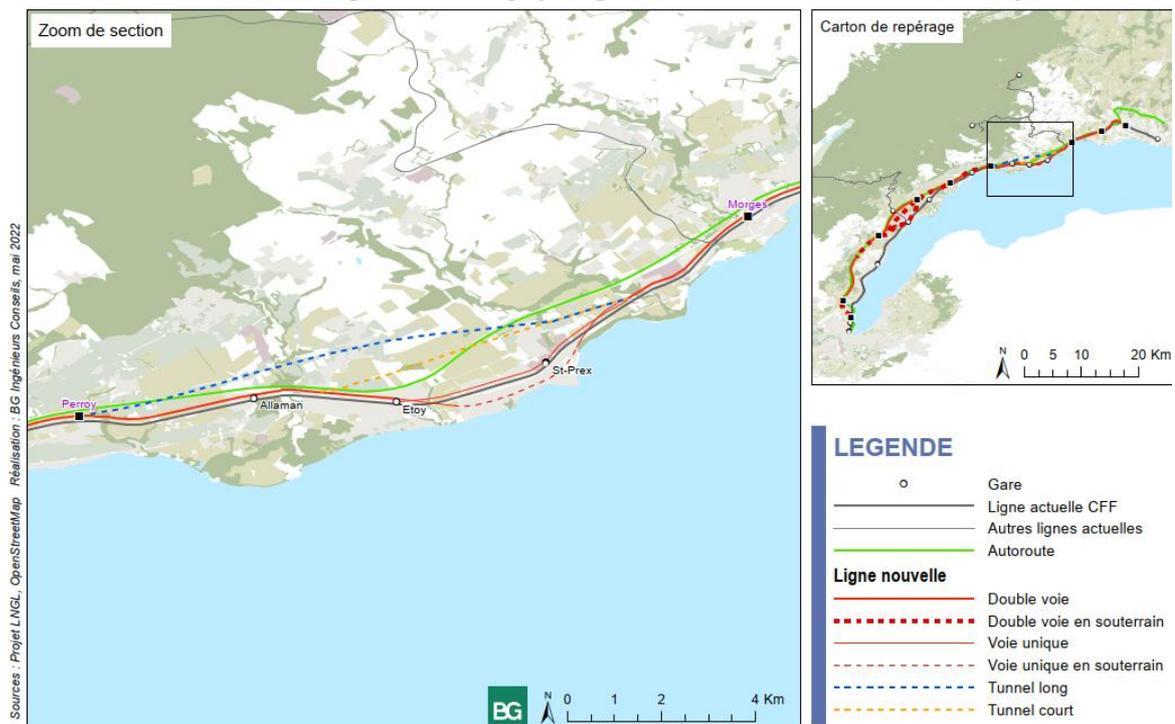


Figure 52 : tronçon Perroy - Morges

7.5.1 Variante ligne actuelle à 4 voies

Cette variante se caractérise par l'utilisation du tracé actuel de la ligne Genève – Lausanne. Deux voies seront rajoutées sur ce tronçon. L'implémentation des voies supplémentaires se trouve soit au Sud soit au Nord ou une de chaque côté des voies existantes, tout en cherchant à minimiser l'impact sur l'environnement et le bâti. L'EA 2035 prévoit 3 voies de Morges à Etoy puis 4 voies d'Etoy à Allaman. L'ajoute de la 4^{ème} voie Morges – Etoy se fera dans un deuxième temps, à l'horizon de la construction de la nouvelle ligne

Le passage de deux à quatre voies se fait moyennant un élargissement conséquent de la plateforme actuelle qui nécessitera la reprise des passages inférieurs et supérieurs existants ainsi que l'élargissement du passage sur le Boiron et un nouveau pont sur l'Aubonne. Le tracé sera totalement à l'air libre hormis en ce qui concerne la traversée de St-Prex pour laquelle l'ajout d'une 3^{ème} voie à l'air libre a été jugée faisable (cf. étude préliminaire "Morges - Allaman, voies supplémentaires" à l'horizon EA 2035) mais pas celui d'une 4^{ème} voie. Cette dernière devra donc traverser St-Prex en souterrain. À noter que cette variante se fera avec des constructions à proximité immédiate des voies de chemins de fer ce qui induira des nuisances supplémentaires pour les riverains et l'exploitation ferroviaire

Le tracé présente de nombreuses courbes, dont certaines seront très difficiles, voire impossible à retoucher. La vitesse maximale sera limitée à 140 km/h, ce qui correspond à la vitesse actuelle maximale sur ce tronçon.

Entre le point d'accroche avec le tronçon précédent à Perroy et la gare d'Allaman, un tronçon à double-voie à travers champs est nécessaire. Afin de ne pas impacter les surfaces d'assolement, une réalisation en tranchée couverte est préconisée. Par ailleurs, la réalisation d'un saut de mouton au droit du point de jonction entre la ligne nouvelle et le tracé de la ligne actuelle (donc à l'Ouest de la gare actuelle d'Allaman) sera sans doute nécessaire en fonction du mode d'exploitation retenu pour cette variante.

7.5.2 Variante tunnel court

Cette variante se caractérise par la réalisation d'un tracé souterrain entre les deux rivières Aubonne et Boiron, afin de diminuer les impacts d'une mise à 4 voies de la ligne actuelle à travers Etoy et St-Prex.

Entre le point d'accroche avec le tronçon précédent à Perroy et la gare d'Allaman, un tronçon à double-voie à travers champs est nécessaire. Afin de ne pas impacter les surfaces d'assolement, une réalisation en tranchée couverte est préconisée. La nouvelle ligne vient ensuite longer la ligne actuelle pour traverser la gare d'Allaman via les voies 1 et 2 (côté Nord), traverser l'Aubonne avant de s'en séparer à nouveau pour passer sous l'autoroute.

Cette variante nécessite donc un second pont sur l'Aubonne situé plus au sud et qui supportera la ligne actuelle, le pont actuel étant réfectionné avant de supporter le tracé de la nouvelle ligne. L'idée de cette variante est ensuite de poursuivre vers Morges via un tracé en grande majorité souterrain. Le tunnel court proprement dit commence sous l'autoroute A1 et se termine au niveau du passage sur le Boiron du côté Morges. Si ce tunnel d'une longueur d'environ 5.3 km pourrait géométriquement être parcouru à 200 km/h, il sera cependant prévu uniquement pour une vitesse de 160 km/h car une vitesse de cet ordre, voire inférieure, sera de toute façon imposée de chaque côté du tunnel le long du tracé actuel.

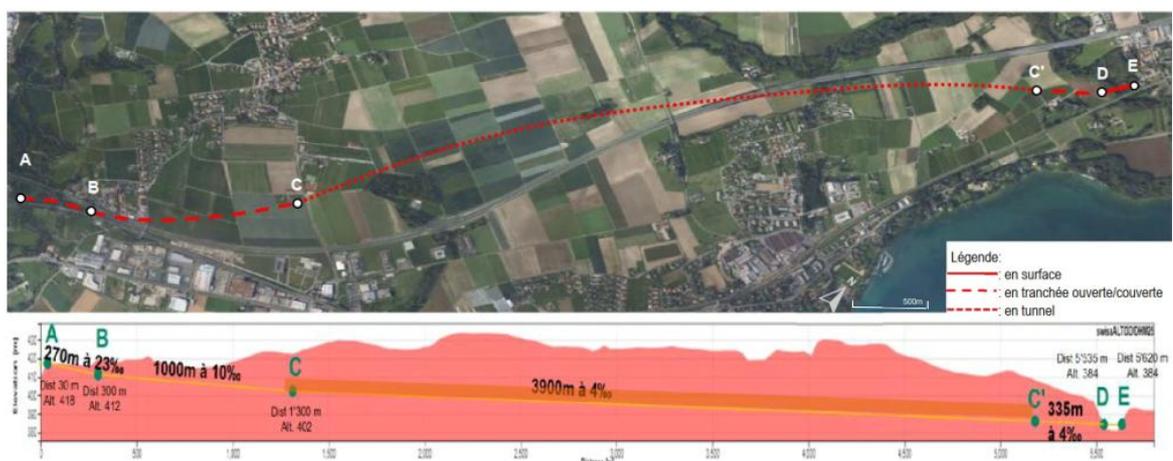


Figure 53 - variante tunnel court

7.5.3 Variante tunnel long

À la différence du tunnel court, la variante tunnel long contourne la gare d'Allaman et se compose d'un tunnel reliant directement Perroy (point d'accroche avec le tronçon précédent côté Ouest) à la

traversée du Boiron (portail situé au même endroit que celui côté Est du tunnel court). Le tunnel sera bordé par deux tranchées couvertes dont une de 300 m côté Ouest, permettant de passer à faible profondeur sous l'autoroute. Le tracé sera presque rectiligne jusqu'au passage du Boiron. L'étude préliminaire en cours doit permettre de décider si le tunnel sera dimensionné pour 200 ou 160 km/h.

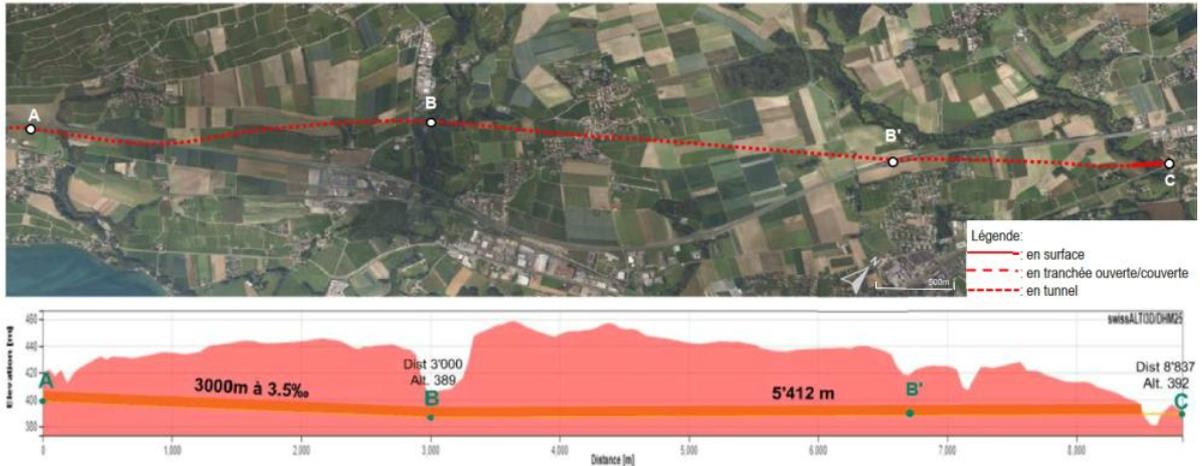


Figure 54 - variante tunnel long

7.5.4 Tronçon commun entre le Boiron et Morges

Les trois variantes décrites ci-dessus se rejoignent au niveau du passage sur le Boiron. Entre ce point et la gare de Morges, plusieurs options ont été étudiées mais le groupe de direction de projet est arrivé à la conclusion qu'il est impossible de poursuivre par un nouveau tracé jusqu'à la gare de Morges. Il serait impossible d'implanter un saut-de-mouton (indispensable pour séparer la ligne nouvelle de la ligne actuelle) et les liaisons entre les voies nécessaires avant la gare de Morges, sans impacts inacceptables sur le quartier de Riant-Bosson.

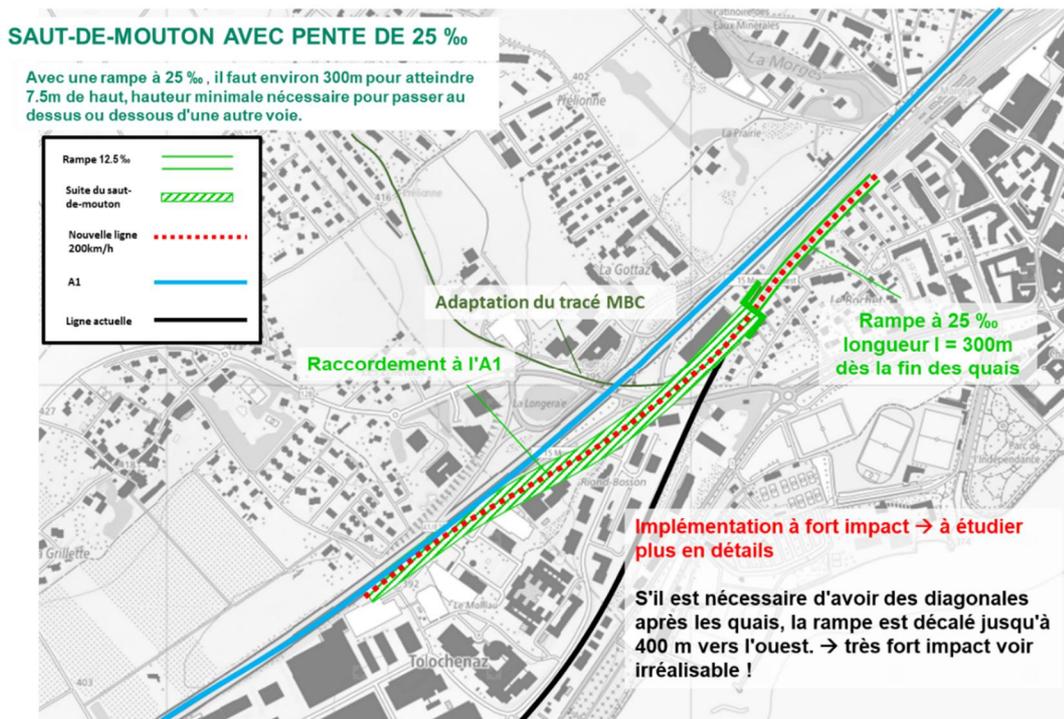


Figure 55 - Implémentation d'un saut-de-mouton à 25% : variante abandonnée

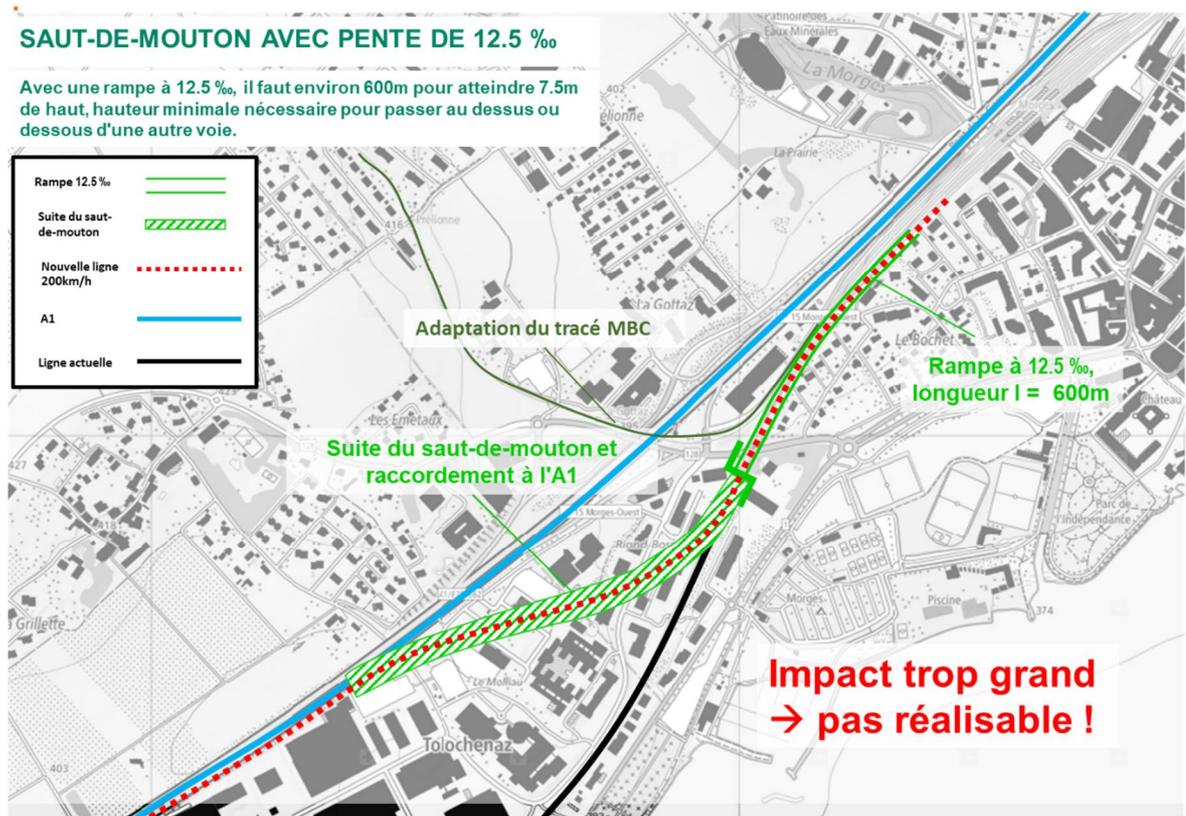


Figure 56 - Implémentation d'un saut-de-mouton à 12.5‰ : variante abandonnée

Cela contraint la nouvelle ligne à venir se mettre le long de la ligne actuelle avec adoption de la vitesse actuelle de 140 km/h.

7.6 Tronçon 6 : Morges – Denges

7.6.1 Exploitation entre Morges et Denges

En gare de Morges, la nouvelle ligne passe directement à travers la gare qui verra transiter l'ensemble du trafic des deux lignes actuelle et nouvelle. Afin de respecter les séparations de sens de trafics en gare de Morges (sens GE – LS sur les voies 3 et 4 et sens LS – GE sur les voies 1 et 2) les trafics aux entrées et sortie de Morges seront donc séparés de manière directionnelle (il n'y aura pas une sous-gare "ligne nouvelle" adjacente à une sous-gare "ligne actuelle").

Par ailleurs, les CFF ont exprimé la volonté de ne plus avoir de distinction entre ligne nouvelle rapide et ligne actuelle lente entre Morges et Renens mais uniquement une ligne à 4 voies homogènes en termes de vitesse. En effet, l'attribution des voies en termes d'exploitation se fera plutôt en lien avec les accès de Lausanne-Triage et du raccordement de Bussigny.

Afin de déterminer si le trafic régional et fret doit plutôt se situer sur les voies centrales ou sur les voies extérieures, la question de l'accès à la gare de Lausanne-Triage et la position des quais des haltes de Morges-St-Jean et Lonay-Préverenges doit être analysée. La figure ci-dessous montre la solution qui a été retenue par les groupes de direction de projet et de suivi :

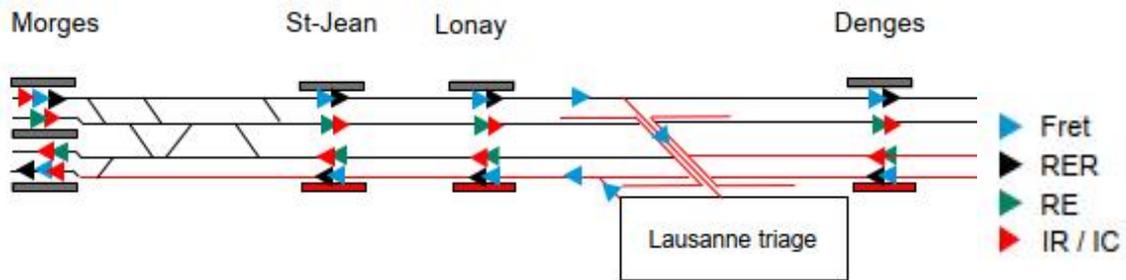


Figure 57 : solution proposée pour l'exploitation des tronçons Morges – Denges

Les raisons de ce choix sont les suivantes :

- La sortie de Lausanne-Triage direction Morges des trains fret provoquerait un conflit avec le trafic rapide provenant de Lausanne si le trafic fret devait rejoindre une voie centrale, ce qui ne sera pas le cas s'il reste sur une voie extérieure (voie nouvelle figurée en rouge ci-dessus à construire au Sud, côté Lac)
- La présence des quais régionaux (en gris ci-dessus) côté Nord des voies et coincés entre la ligne actuelle et l'autoroute rend quasiment impossible un déplacement de ceux-ci pour les insérer au milieu des deux voies direction Lausanne. Leur maintien le long de la voie existante permet de ne pas impacter l'autoroute. À noter que les quais Sud (pour le trafic sens Lausanne – Morges) de Morges-St-Jean et Lonay-Préverenges déplacés dans le cadre de l'EA 2025 devront à nouveau être déplacés encore plus au Sud.

Il s'en suit qu'à Morges le trafic régional et fret seront reçus sur les voies 1 et 4.

7.6.2 Modification de l'entrée à Lausanne-Triage depuis Morges

À la sortie Est de Morges, la ligne nouvelle continuera le long de la ligne actuelle avec l'ajout d'une 4^{ème} voie. En effet, la 3^{ème} voie entre Morges et Denges / Lausanne Triage est en phase d'avant-projet, c'est donc l'état initial à prendre en compte dans la présente étude prospective. Le principal point d'attention est l'accès à Lausanne-Triage côté Est de la halte de Lonay-Préverenges. Dans le cadre de la 3^{ème} voie Morges – Denges, cet accès va être passablement remanié sous la forme d'une voie centrale pour les trains fret, ceux-ci continuant d'accéder à niveau à Lausanne-Triage. Avec quatre voies, le maintien d'un accès à niveau n'est plus envisageable et un concept d'accès dénivelé a été proposé. Il se présente sous la forme d'un terrier où ce sont les trois voies de circulation les plus au Sud qui plongent pour passer sous la voie d'accès à LT. Le maintien de l'accès à LT à niveau est préféré, sinon il faudrait faire tomber les pentes à 12.5‰ ce que ne permet pas la distance disponible. Le terrain naturel et les distances permettent la réalisation d'un tel ouvrage mais sa construction va nécessiter des impacts considérables sur l'existant et sur l'exploitation.

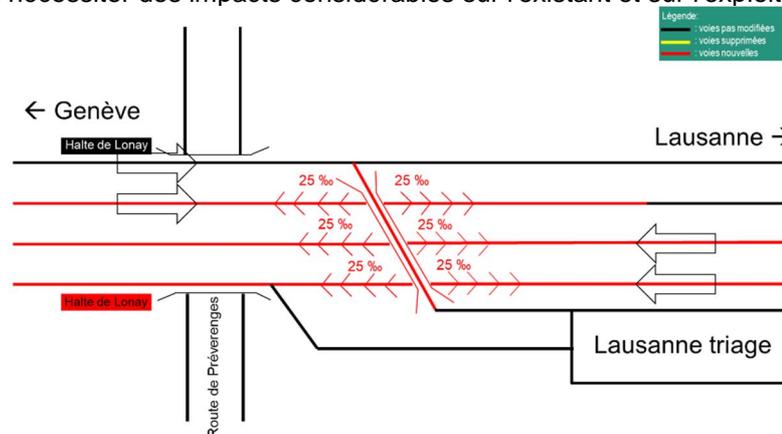


Figure 58 : concept de passage dénivelé d'accès à LT

7.7 Tronçon 7 : Denges – Renens

Ce dernier tronçon est sans doute l'un des plus critiques du point de vue des infrastructures à prévoir. Il ne s'agit pas seulement d'implanter deux voies supplémentaires à côté de l'existant. Ces deux voies doivent s'intégrer dans la logique de développement du nœud ferroviaire de Lausanne ainsi que les accès à Lausanne Triage. Dans le cadre de l'étude VAUD 2050 commandée par le Canton de Vaud aux CFF, les bureaux CITEC et BG ont collaboré pour développer les infrastructures nécessaires en fonction de l'offre planifiée. D'entente avec la DGMR et l'OFT, les résultats de cette étude sont directement utilisés pour le présent projet et sont brièvement décrits ci-dessous.

La variété des origines et destinations des circulations entre Morges et Denges-Echandens ainsi que le fonctionnement de la gare de Renens nécessitent la réalisation d'infrastructures supplémentaires, listées ci-après :

- L'accès au bypass direction Yverdon pour les deux voies directions Renens (en vert ci-dessous),
- La liaison depuis le bypass (en provenance d'Yverdon) pour les deux voies directions Morges (en vert ci-dessous),
- Un terrier à Archy pour permettre d'accéder à l'ensemble des quais de la gare de Renens depuis les deux voies de Morges vers Renens sans conflit de cisaillement (en brun ci-dessous).

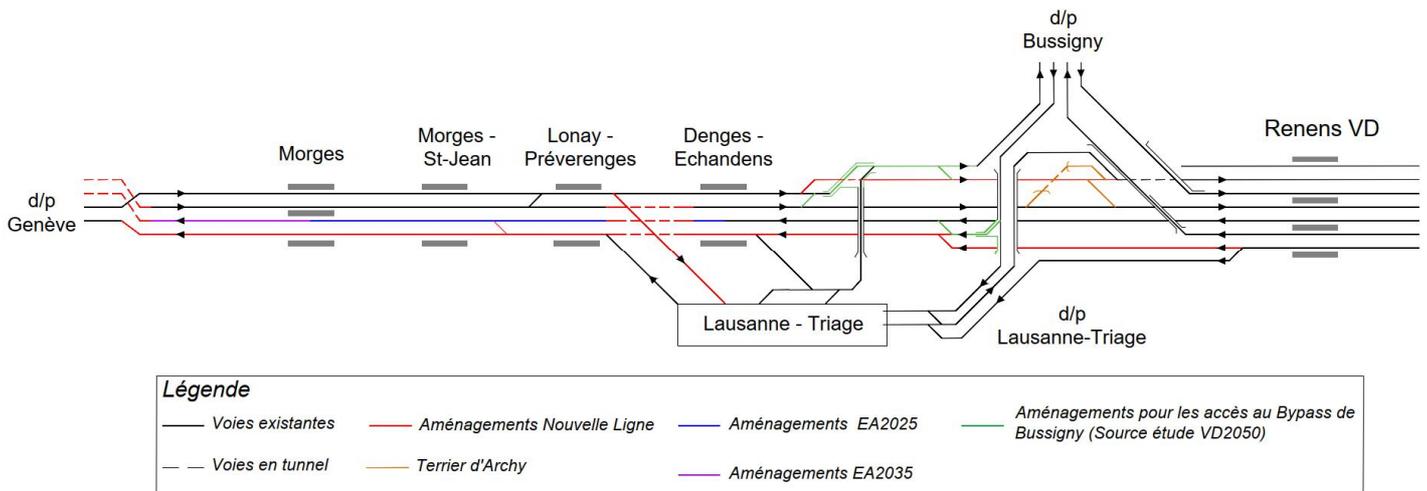


Figure 59 : concept général de modification des voies entre Morges et Renens
 (source : schéma BG sur la base de l'étude VD2050)

7.7.1 Accès au bypass de/vers Yverdon

L'accès au bypass de Bussigny doit demeurer garanti malgré l'ajout de deux nouvelles voies entre Denges et Renens. C'est une modification quasi complète des accès actuels.

Sens Morges – Yverdon :

L'accès au bypass de Bussigny direction Yverdon sera assurée pour les deux voies principales venant de Morges par une rampe venant s'insérer entre celles-ci (voie en vert en haut de la figure ci-dessus). Cette rampe reprendra approximativement le tracé de la rampe actuelle avec une déclivité de 25 ‰ sur une longueur de 300 mètres. Cette distance tient compte des rayons verticaux. Compte tenu de la faible distance entre le faisceau des futures trois voies et cette rampe de raccordement, il sera nécessaire de réaliser cette dernière avec des murs de soutènement pour garantir son implantation.

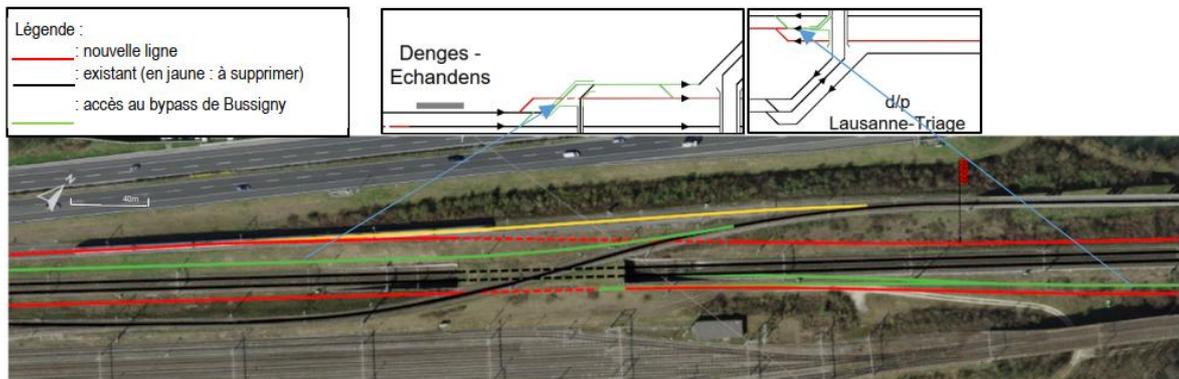


Figure 60 : implantation des accès au bypass avec quatre voies Morges – Renens – partie Ouest

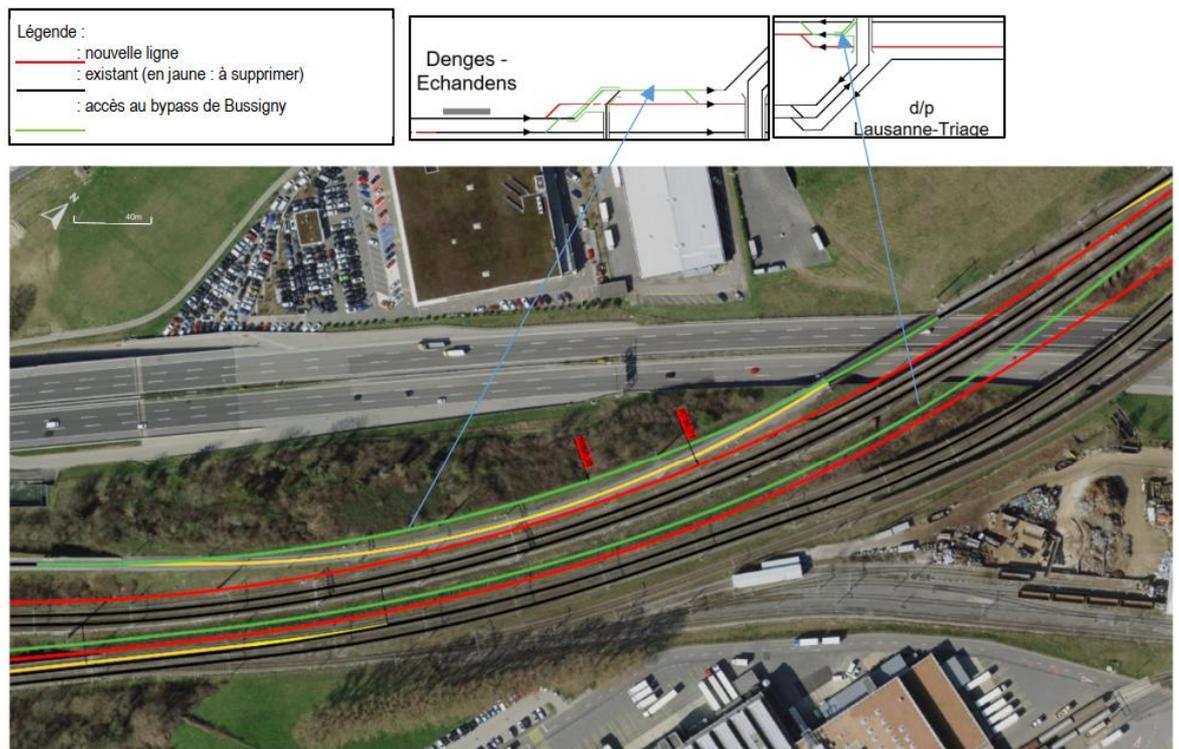


Figure 61 : implantation des accès au bypass avec quatre voies Morges – Renens – partie Est

Sens Yverdon – Morges :

L'insertion du bypass (en vert) côté Genève doit tenir compte des futures 3^{ème} et 4^{ème} voie Morges – Renens (en rouge). Compte-tenu de la différence de hauteur et du faible espace disponible (~15 mètres) entre les voies de fret et les voies principales, la création d'un mur de soutènement est indispensable. La déclivité moyenne sur la pente en provenance du bypass et donnant accès aux deux voies principales direction Morges sera de 25 ‰, pour une distance maximale de 500 mètres.

Cette infrastructure a pour but d'augmenter la capacité de trafic pour une meilleure distribution des trains en gare de Renens afin de les orienter plus aisément par la suite vers les demi-gares adaptées à Lausanne. Le but est de permettre le passage simultané d'un train de la future quatrième voie à la troisième voie (existante) par une diagonale existante et en même temps le passage d'un train de la troisième voie à la future 4^{ème} voie par une nouvelle infrastructure dénivelée. Elle doit s'implanter

au niveau du nœud ferroviaire et autoroutier d'Archy, en courbe et avec de nombreux ouvrages à différents niveaux altimétriques.

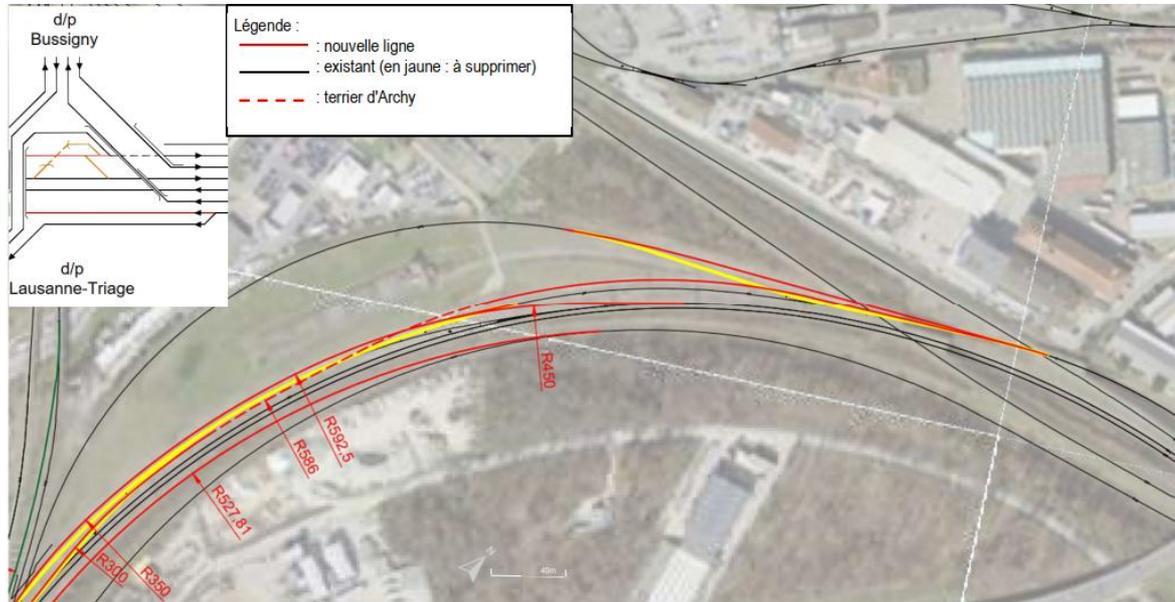


Figure 62 : situation du terrier d'Archy

7.8 Bilan global

Pour chaque tronçon étudié, au moins une variante a été analysée et retenue par le groupe de direction de projet et celui d'accompagnement.

Cependant, il s'agit d'une étude prospective qui, en aucun cas, ne ferme la porte à de nouvelles possibilités. Les variantes présentées devront de toute manière faire l'objet d'une optimisation et d'analyses complémentaires.

L'objectif de maintenir une pente inférieure ou égale à 12.5 ‰ pour accueillir du trafic fret sur l'ensemble du tracé n'a pas pu être tenu pour toutes les variantes. Les tronçons Pregny – Pierre-Féline et La Côte – Perroy sont les seuls à présenter des solutions supérieures à 12.5‰. Tous les autres tronçons présentent au moins une variante inférieure ou égale à 12.5‰. Des pentes supérieures à 12.5 ‰ ont dû être faites pour s'adapter au terrain et limiter la présence d'ouvrages jugés trop conséquents. Des pistes d'optimisation seront à chercher à ce niveau pour garantir la compatibilité de la ligne avec du trafic fret si cet objectif est maintenu.

7.9 Identification des possibilités de réalisation par étapes infrastructurelles cohérentes

Les variantes de tracé définies et retenues dans les chapitres précédents permettent à présent d'identifier les différentes possibilités de réalisation par étapes infrastructurelles cohérentes. Chaque étape devra permettre une mise en service du ou des tronçons concernés et devra donc à chaque fois être connectée au réseau existant à ce moment-là.

De ce point de vue, deux tronçons sont cruciaux pour envisager une possible réalisation par étapes de la ligne nouvelle Genève – Lausanne. Le premier est la desserte de Nyon. Quatre typologies de desserte ont été développées avec pour chacune plusieurs variantes. Le choix de typologie retenu pour Nyon influencera grandement la possibilité de réalisation par étapes de la ligne nouvelle. Le

second tronçon est celui de Perroy à Morges. Trois variantes possibles sont analysées plus en détail dans le cadre de l'étude préliminaire « Morges – Allaman, voies supplémentaires » du programme PRODES 2035. Ce tronçon pourrait être la première étape de réalisation de la ligne nouvelle, qui répondrait à l'offre prévue en 2035.

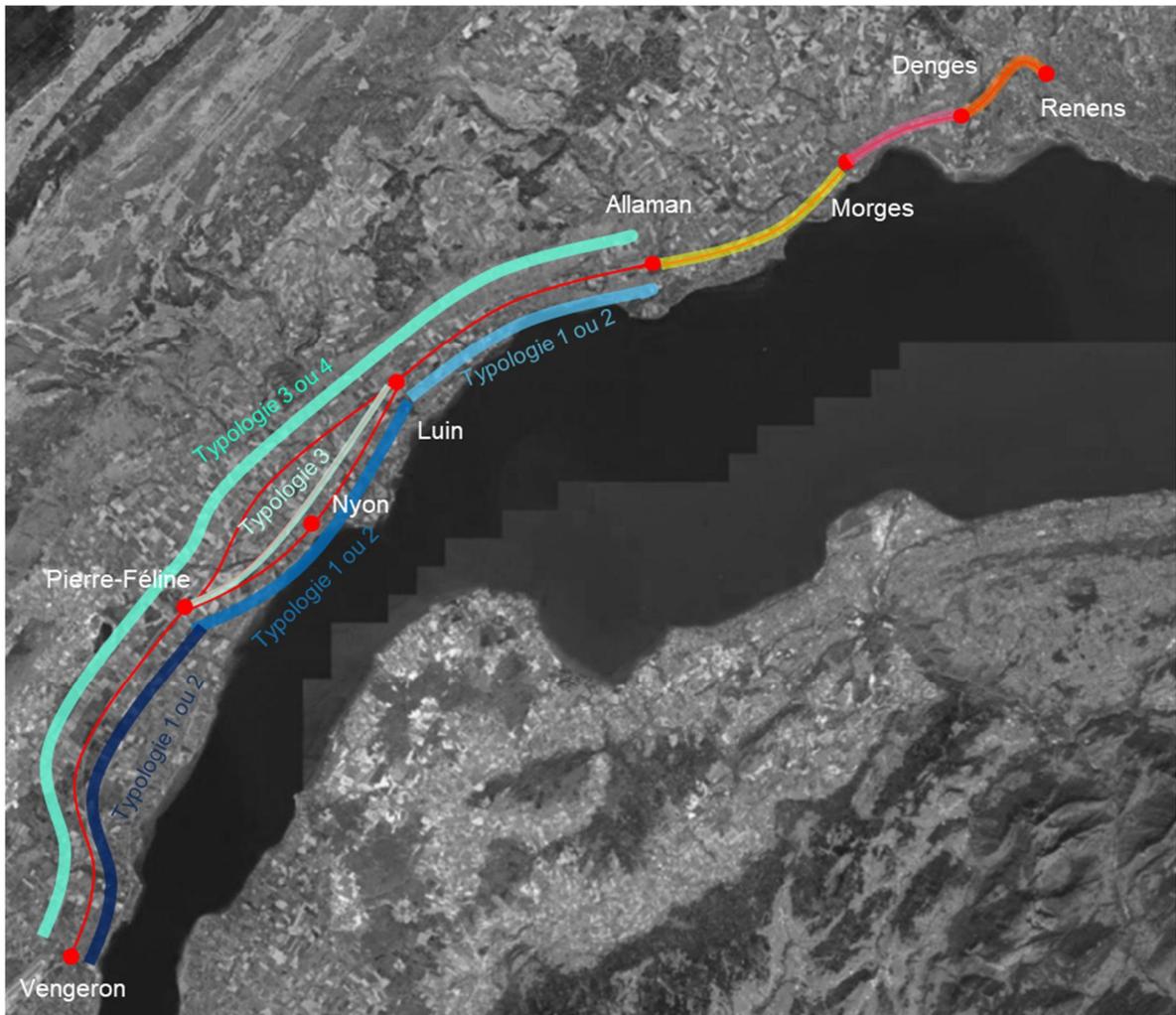


Figure 63 : situation des possibilités de réalisation par étapes cohérentes

Cette contrainte dicte donc assez naturellement les blocs de tronçons qui peuvent être réalisés séparément ou ensemble tout en étant connectés à la ligne existante. Les points de raccordement potentiels entre le nouveau tracé et la ligne actuelle ont permis d'identifier les sections cohérentes. Ces étapes sont listées ci-dessous dans le sens géographique de la ligne de Lausanne à Genève, cet ordre ne représentant pas pour autant un ordre chronologique, car ce dernier sera à définir ultérieurement en fonction des besoins de capacités et des opportunités de réalisation :

Renens – Denges : la mise à 4 voies de la ligne actuelle peut se faire indépendamment du reste du projet, par exemple dans le cadre de la modification du nœud de Lausanne et des accès à Lausanne-Triage.

Denges – Morges : la mise à 4 voies de la ligne actuelle (qui sera déjà à 3 voies à l'horizon de notre projet) peut se faire indépendamment du reste du projet dès que le besoin se fera sentir.

Morges – Allaman/Perroy : à chaque extrémité de ce tronçon existe une possibilité de raccordement à la ligne actuelle, aussi cette section peut-elle être réalisée de manière indépendante également. À noter qu'en cas de réalisation anticipée de cette section et de choix de la variante tunnel long, un raccordement provisoire (ou pas) à la ligne actuelle sera nécessaire entre Perroy et Rolle.

Allaman/Perroy – Le Vengeron (– Pregny) : il existe plusieurs possibilités de découpage en sections cohérentes de cette partie de la ligne nouvelle, ces possibilités étant dépendantes du choix qui sera fait concernant la desserte de Nyon :

§ **En cas de choix d'une desserte de Nyon par les typologies 3 ou 4** (donc sans raccordement à la ligne existante), la nouvelle ligne devra être réalisée en une seule fois entre **Allaman/Perroy et Le Vengeron (- Pregny)**.

§ **En cas de choix d'une desserte de Nyon par les typologies 1 ou 2** (donc avec raccordement à la ligne existante), la nouvelle ligne pourra être réalisée en plusieurs étapes comme suit, l'ordre de réalisation restant là aussi à définir :

§ Etape Allaman/Perroy – La Côte (Luins)/Nyon.

§ Etape Nyon – Le Vengeron (- Pregny).

§ **Contournement de Nyon** : Pour le cas de la typologie 1a / 1b, la réalisation du contournement de Nyon n'a évidemment de sens qu'avec la deuxième étape, indépendamment de la première étape choisie. En outre, il est également envisageable de commencer par réaliser uniquement les raccordements de Nyon (avec l'ensemble du trafic qui passe par la gare actuelle) et dans une étape ultérieure d'ajouter le contournement lorsque le besoin de capacité le justifiera. Toutefois, la gare de Nyon devrait probablement être adaptée pour l'entier du trafic, ce qui pourrait être un faux investissement si le contournement est réalisé ultérieurement (à vérifier dans le cadre des études d'approfondissement).

8 Évaluation des coûts

8.1 Méthode de chiffrage employée

La méthode de chiffrage employée est basée sur le document "Coûts de l'infrastructure ferroviaire - Guide de calcul des coûts des projets d'aménagements" édicté par l'OFT en janvier 2016. Ce document établit une méthode de calcul des coûts et d'analyse des risques qui permet d'avoir une approche comparable avec d'autres projets similaires en Suisse.

Les différentes variantes par tronçons retenus ont donc été chiffrées en utilisant une base de coût 2021 en décomposant les coûts selon les postes de coûts principaux suivants :

- § Coûts d'acquisition foncier.
- § Travaux préparatoires.
- § Travaux de terrassements, travaux spéciaux de GC.
- § Ouvrages d'arts (ponts et tunnels).
- § Voie ferrée.
- § Installations de courant de traction.
- § Installations de sécurité et télécom.
- § Frais généraux, honoraires.

Ces coûts constituent les coûts bruts ; sont ensuite ajoutés 3 suppléments évalués selon le document de l'OFT :

- § Supplément S1 pour les positions non recensées (10% des coûts précédents), ce qui constitue alors le coût de base (= coûts bruts + S1)
- § Supplément S2 pour les risques et chances quantifiables.

Un traitement statistique permet ensuite d'obtenir une espérance mathématique ou valeur moyenne, c'est cette valeur qui figure dans les chiffres donnés ci-dessous.

NB : à ce stade de l'étude, la précision des coûts obtenue est de +/- 50%.

8.2 Chiffrage par tronçon

8.2.1 Tronçon 1 – Pregny – Pierre-Féline

Il n'y a qu'une variante possible sur ce tronçon, le chiffrage en est d'autant plus facile. Deux éléments sont majeurs, le tunnel du Vengeron qui permet de sortir véritablement de Genève et la tranchée couverte sous l'autoroute au niveau de Coppet. Ces deux ouvrages représentent près de 80% de la somme totale de ce tronçon, soit environ 1'750 millions de CHF (Mio CHF) sur les 2'241 Mio CHF établis (SDM de raccordement inclus).

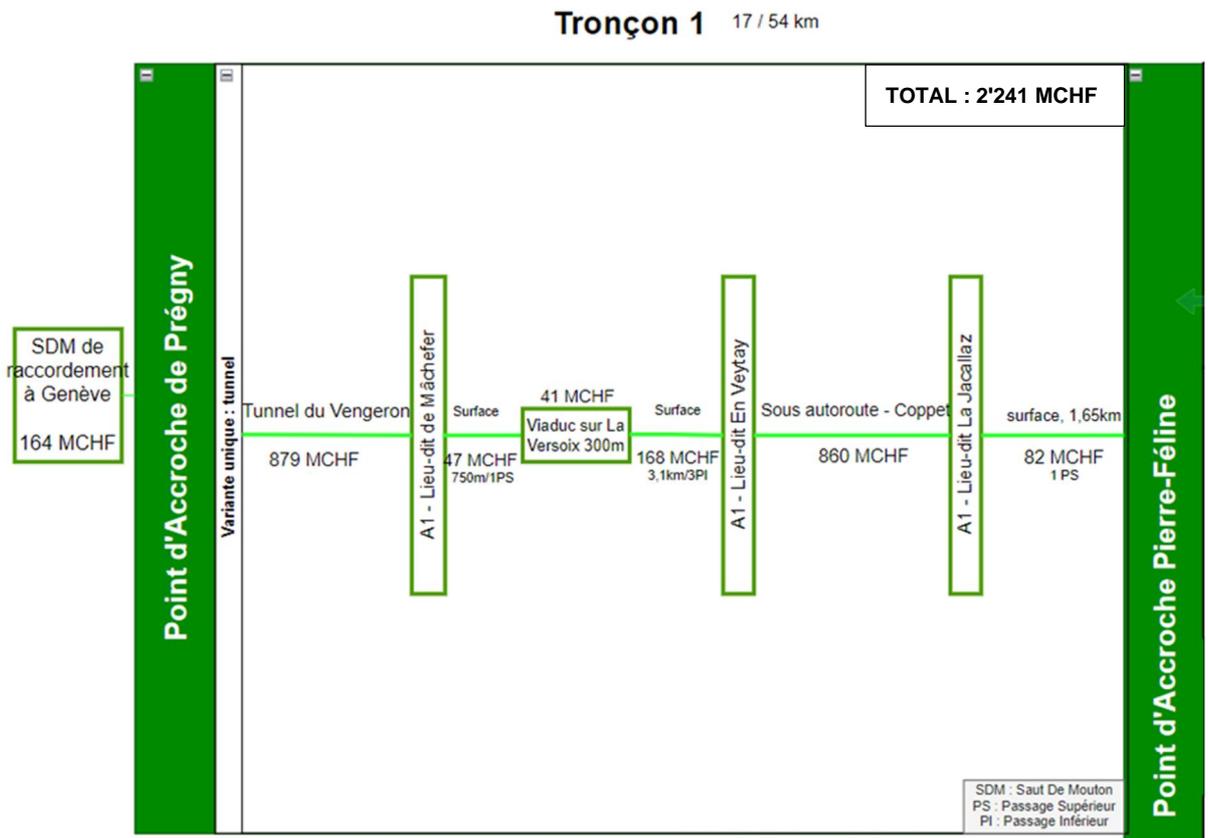


Figure 64 : récapitulatif des coûts entre Pregny et Pierre-Féline

8.2.2 Tronçon 2 – Pierre-Féline – Gland Ouest

Le chiffrage de ce tronçon est plus complexe à analyser. Les éléments sont nombreux et selon deux niveaux de comparaisons. D'abord, une comparaison entre les typologies et ensuite une comparaison entre les variantes d'une même typologie.

§ Coût de la typologie 1a

Pour rappel, la typologie 1a comprend le raccordement à la gare actuelle de Nyon ainsi que son contournement le long de l'autoroute A1. Les raccordements représentent une part considérable du coût total et font partie intégrante de cette typologie. C'est une base fixe de 1 797 Mio CHF. Pour le contournement, la variante la plus élevée reste le tunnel direct à 1 082 Mio CHF et la variante surface à 461 Mio CHF. Finalement, le coût de cette typologie est compris entre 2 879 Mio CHF pour la variante tunnel direct et 2 258 Mio CHF avec la variante en surface.

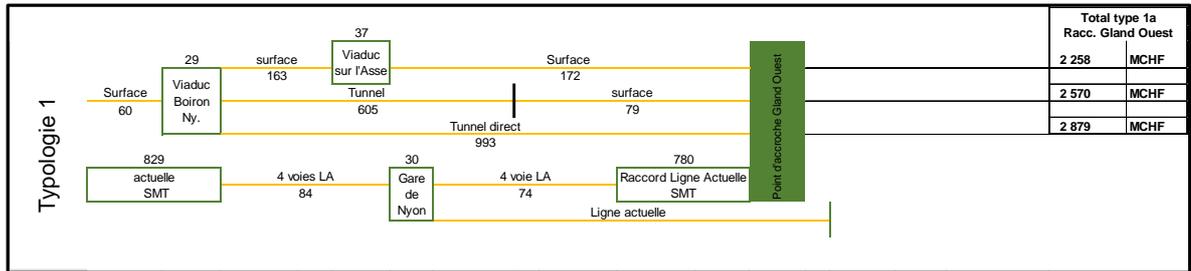


Figure 65 : récapitulatif des coûts de la typologie 1a

§ Coût de la typologie 1b

Les coûts de cette variante sont identiques à ceux de la typologie 1a à l'exception du raccordement de Nyon Est qui s'effectue au niveau de l'aire d'autoroute de La Côte. Ce dernier a été chiffré à 288 Mio CHF contre 780 Mio CHF pour le raccordement initial soit une économie potentielle de 492 Mio CHF (sans tenir compte des conséquences induites sur l'exploitation). Avec ce raccordement court, la typologie 1b est comprise entre 2 313 Mio CHF avec le tunnel direct et 1 662 Mio CHF avec la variante de surface.

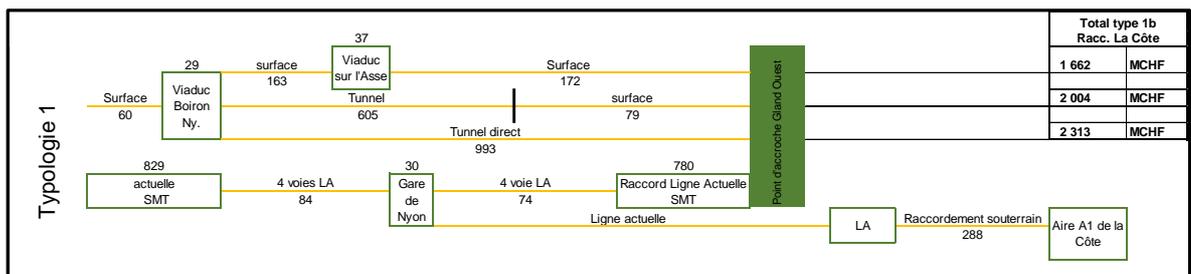


Figure 66 : Récapitulatif des coûts de la typologie 1b

§ Coût de la typologie 2

Comme il n'y a que les raccords qui sont réalisés dans cette typologie, leur prix est moins élevé que dans les typologies 1a et 1b car ils ne nécessitent qu'un seul raccordement dénivelé chacun avec la ligne actuelle. Cependant il est estimé par le groupe de direction de projet que les travaux nécessaires en gare de Nyon par cette variante seront plus importants que dans les typologies 1a et 1b. Le coût total de cette typologie est estimé à 1'591 Mio CHF.

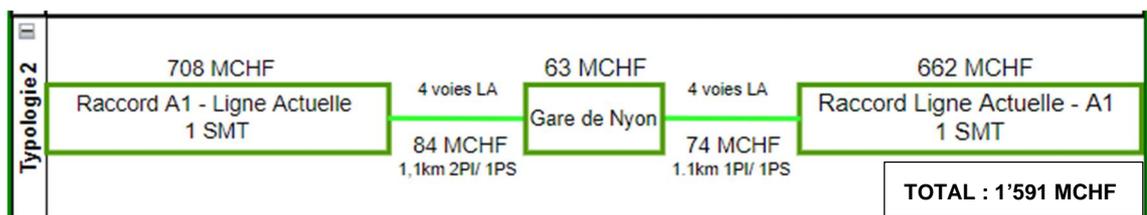


Figure 67 : Récapitulatif de la typologie 2

§ Coût de la typologie 3

Cette typologie contient deux variantes principales. L'une avec une gare périphérique (gare A1) en surface et l'autre en souterrain. Il est évident que la variante souterraine est la plus onéreuse, le prix d'une gare souterraine, qui plus est, à quatre voies demande une technicité supérieure. Le prix d'une telle infrastructure est estimé à 5 fois le prix linéaire d'un ouvrage souterrain. Le coût estimé de la variante souterraine est de 1 586 Mio CHF et la variante de surface de 565 Mio CHF.

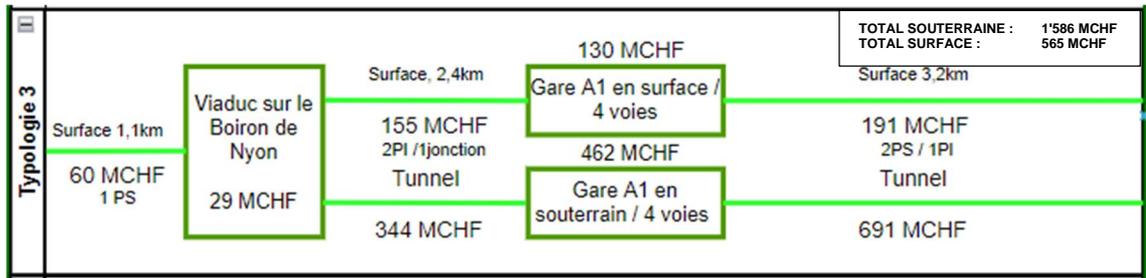


Figure 68 : récapitulatif des coûts de la typologie 3

§ Coût de la typologie 4

La typologie 4 ne comprend que des ouvrages souterrains, son coût est donc important. La gare souterraine se trouvant à grande profondeur, le coût de la technicité augmente lui aussi. Le coût global est estimé 1 953 Mio CHF.

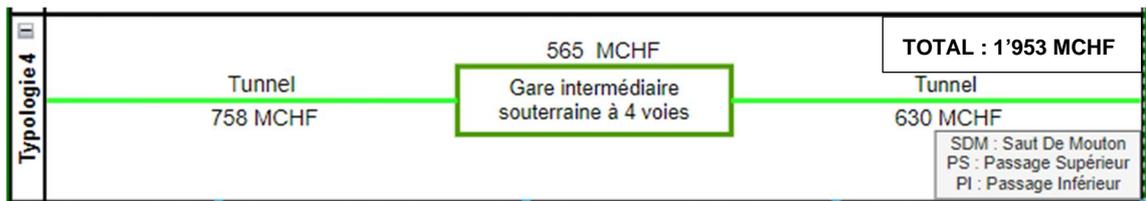


Figure 69 : récapitulatif des coûts de la typologie 4

De toutes les typologies, la 1a reste la plus onéreuse car elle comprend deux nouveaux tracés (contournement et raccordement) mais c'est celle qui offre le plus de possibilités en termes d'exploitation. La typologie 3 est la moins chère avec la création d'une gare périphérique A1 en surface ou souterrain.

Typologie	1a surface	1a surface + tunnel	1a tunnel	1b surface	1b surface + tunnel	1b tunnel	2	3 souterraine	3 surface	4
Coûts (MChf)	2'258	2'570	2'879	1'662	2'004	2'313	1'591	1'586	565	1'953

8.2.3 Tronçon 3 – Gland Ouest – La Côte.

Ce tronçon comprend la tranchée couverte sous l'autoroute de Gland et dépend directement de la variante retenue sur le tronçon précédent. Pour toutes les variantes finissant en souterrain, le raccordement entre les deux tronçons sera souterrain. Pour la variante en surface, une trémie d'insertion sera de nouveau nécessaire pour se raccorder à la tranchée couverte sous l'autoroute de Gland. Le franchissement de l'aire d'autoroute de la Côte a également été pris en compte dans le chiffrage. Le coût total de ce tronçon est estimé à 926 Mio CHF avec trémie et 858 Mio CHF sans trémie (la différence de coûts provenant essentiellement de l'ajout de la trémie).

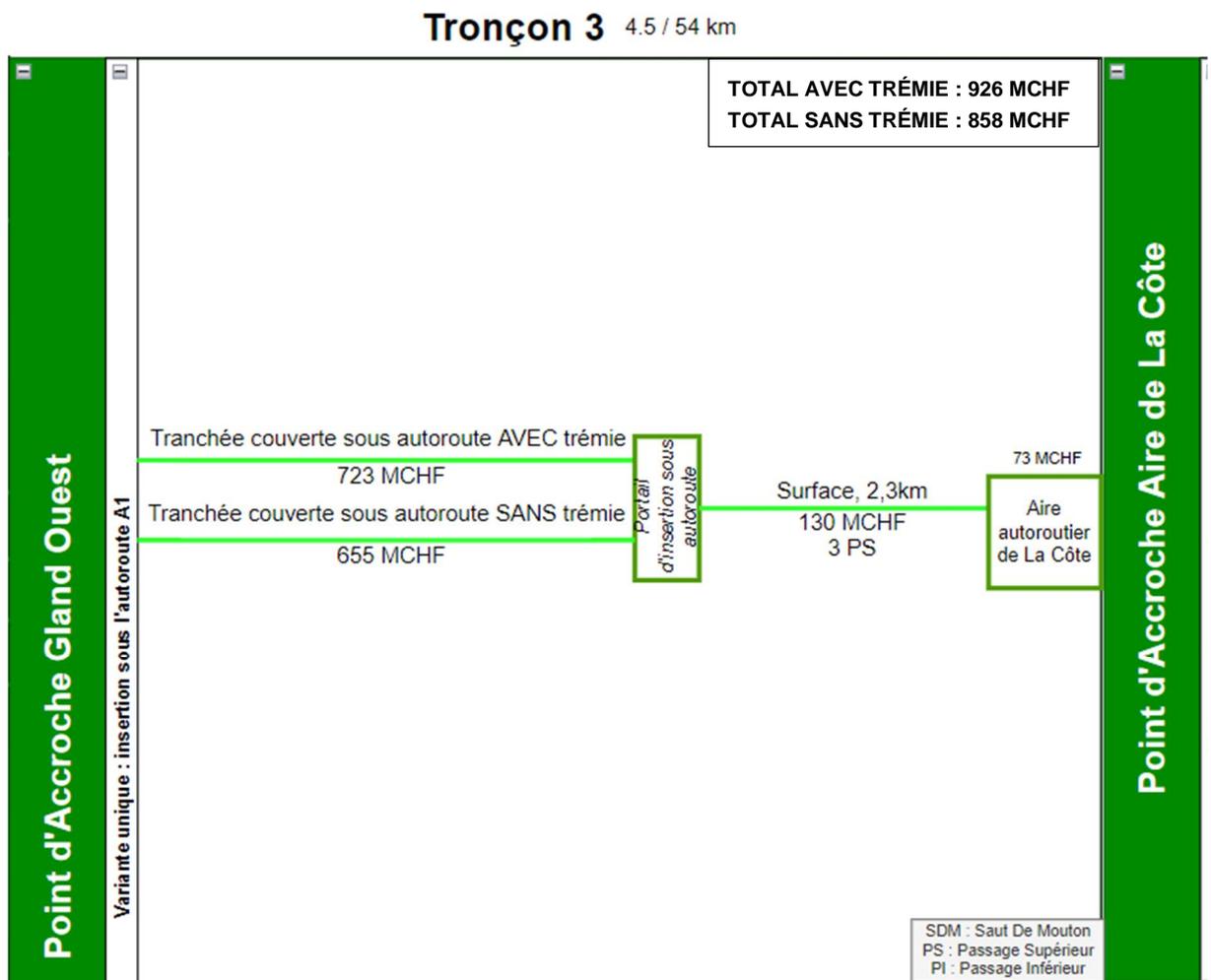


Figure 70 : récapitulatif des coûts entre Gland Ouest et La Côte

8.2.4 Tronçon 4 – La Côte – Perroy

Dans la même configuration que le tronçon précédent, la tranchée couverte sous l'autoroute de Rolle est le seul ouvrage remarquable. C'est aussi lui qui représente la majorité des coûts du tronçon. Le coût global du tronçon est estimé 1 042 Mio CHF.

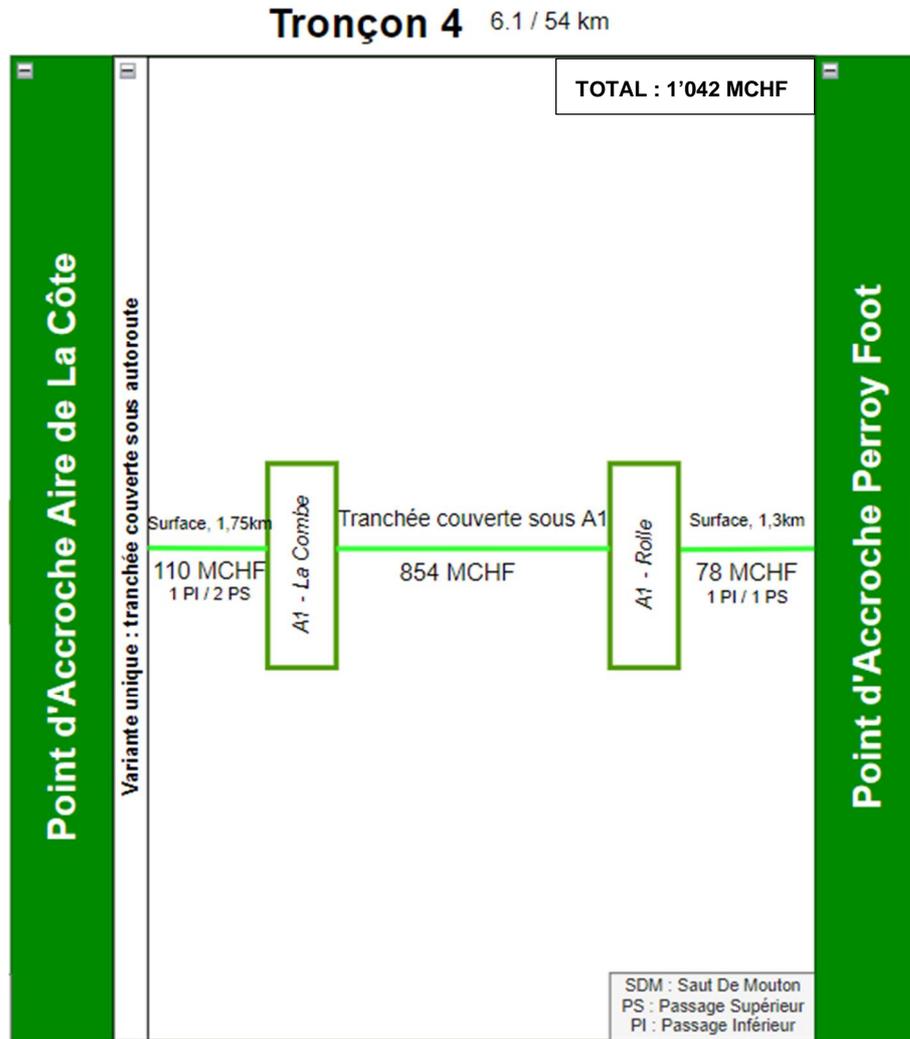


Figure 71 : récapitulatif des coûts entre La Côte et Perroy

8.2.5 Tronçon 5 – Perroy – Morges

Entre Perroy et Morges, le coût global du tronçon est estimé entre 1 969 Mio CHF pour la variante tunnel court, 1 660 Mio CHF pour la variante tunnel long et 1 040 Mio CHF pour la variante ligne actuelle à 4 voies. Attention, ce dernier chiffre correspond à une variante intégralement à l'air libre, réalisée en deux temps. Un premier temps correspondra à l'ajout d'une 3^{ème} voie adjacente aux voies existantes, le second temps comprendra l'ajout d'une 4^{ème} voie à côté des voies existantes, sauf au niveau de St-Prex. L'évitement souterrain de St-Prex pour la 4^{ème} voie n'a pas encore été chiffré à ce jour, il le sera dans le cadre de l'étude préliminaire complémentaire en cours.

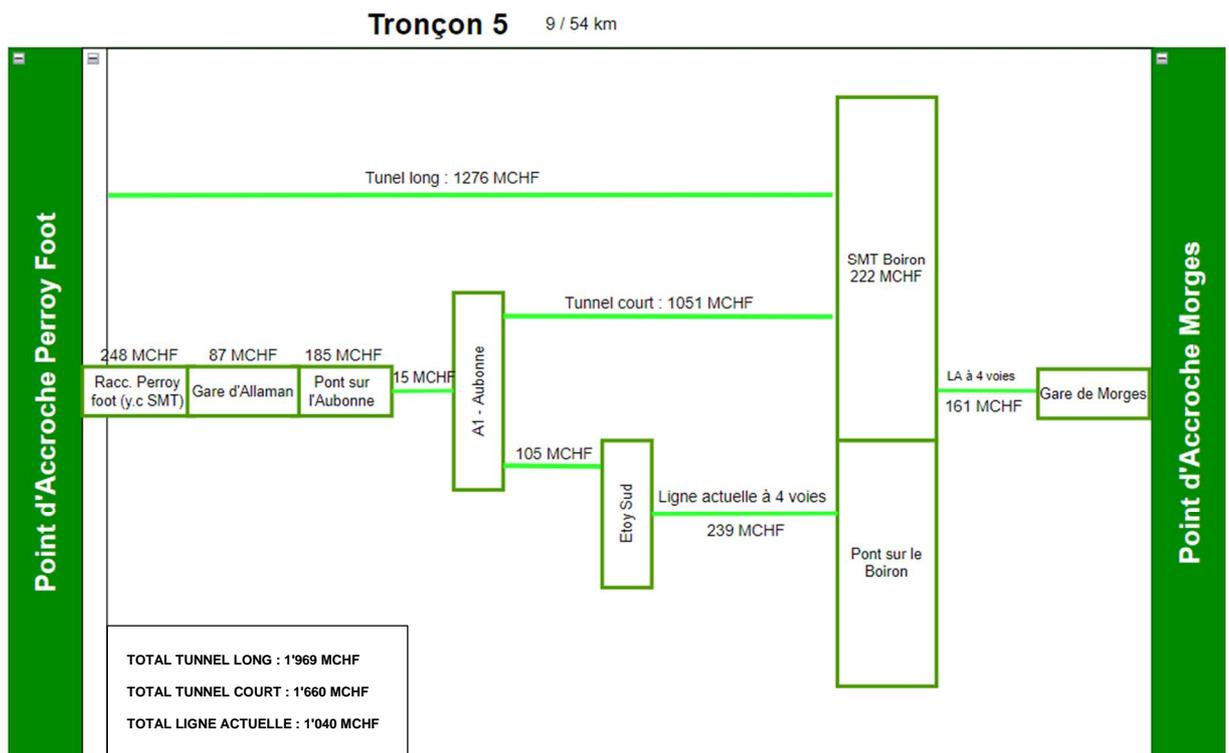


Figure 72 : récapitulatif des coûts entre Perroy et Morges

8.2.6 Tronçon 6 – Morges – Denges

Une seule variante a été retenue dans le cadre de ce tronçon. La mise à 4 voies de la ligne actuelle va nécessiter la reprise des haltes de Morges-St-Jean et Lonay-Préverenges. En réalité, il n'y aura l'ajout que de la 4^{ème} voie, la 3^{ème} étant en phase d'avant-projet au moment de la rédaction de ce présent rapport. L'élément le plus critique est l'accès à Lausanne-Triage dans une configuration à 4 voies. L'ouvrage nécessitera la reprise des trois voies principales pour créer un passage dénivelé. Il a été chiffré à 269 Mio CHF. Le coût global de ce tronçon est quant à lui estimé à 379 Mio CHF.

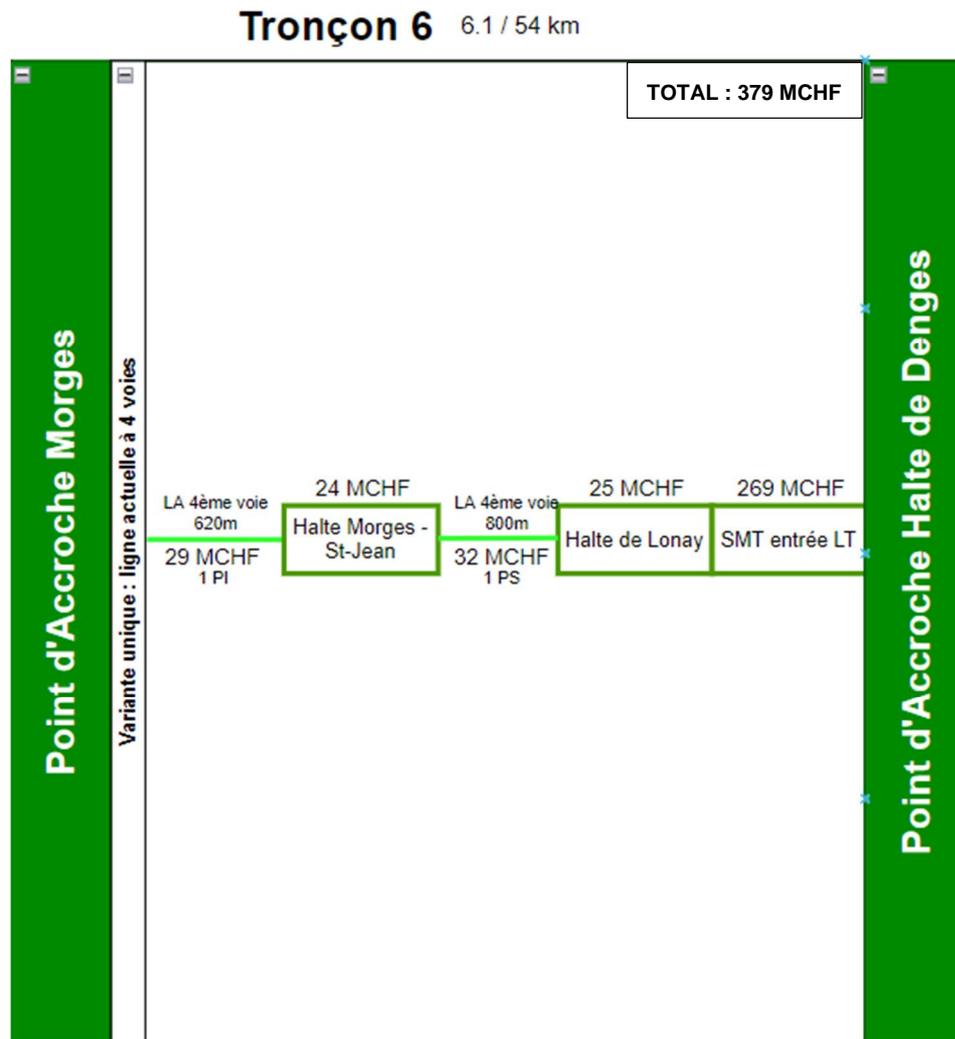


Figure 73 : récapitulatif des coûts entre Morges et Denges

8.2.7 Tronçon 7 – Denges – Renens

Comme expliqué dans le descriptif technique de ce tronçon, les éléments de l'étude VAUD 2050 réalisée par CITEC et BG en 2021-22 ont été repris, il en sera de même pour le chiffrage. Le tableau ci-dessous présente les éléments compris dans le coût entre Denges et Renens. Le nouveau terrier d'Archy représente une part considérable. Tous les ouvrages de cette zone seront particulièrement compliqués à insérer et à construire. Une optimisation est à rechercher de ce côté.

Denges - Renens	Coût (en millions CHF)
3 ^{ème} et 4 ^{ème} voies	114
Accès bypass vers Yverdon	98
Accès bypass vers Morges	102
Terrier Archy	186
TOTAL	500

Figure 74 : récapitulatif des coûts entre Denges et Renens

8.3 Bilan des coûts

Grâce au détail de chaque variante, un premier chiffrage global de la ligne nouvelle Lausanne – Genève a pu être établi. Sur la base des prix de constructions de 2022, le coût global HT est estimé entre 6'625 Mio CHF et 9'936 Mio CHF pour 54,6 km de ligne nouvelle entre Pregny et Renens, le coût moyen par kilomètre est compris entre 121 Mio CHF et 182 Mio CHF. La même déclinaison peut s'opérer au niveau de chaque tronçon ainsi que chaque variante. Se référer à la figure 76 pour avoir le détail de toutes les variantes.

Tronçon	km	coût min	coût max	coût/km min	coût/km max
Pregny - Pierre Féline	16.1	2 241	2 241	139	
Pierre Féline Gland-Ouest	8.1	565	2 879	70	355
Gland-Ouest - La Côte	5.1	858	926	168	182
La Côte - Perroy-Foot	5.8	1 042	1 042	180	
Perroy-Foot - Morges	11.4	1 040	1 969	91	173
Morges - Denges	4.1	379	379	92	
Denges - Renens	4	500	500	125	
Total	54.6	6 625	9 936	121	182

Figure 75 : moyenne des coûts kilométriques par tronçon

9 Conclusion

Pour rappel, la présente étude prospective visait les deux objectifs suivants :

- Disposer d'un catalogue de variantes pour une nouvelle ligne entre Lausanne et Genève, afin de pouvoir anticiper les prochaines étapes d'aménagement
- Disposer des éléments permettant de choisir la meilleure variante à retenir pour les modules EA 2035 Allaman–Morges, troisième voie et Gilly-Bursinel–Rolle, voies de dépassement dynamique.

L'étude a démontré que la mesure prévue à l'étape d'aménagement EA 2035, Allaman–Morges, troisième voie, présente une compatibilité limitée avec un développement ultérieur à 4 voies au total de la liaison entre Lausanne et Genève. L'étude a également permis de dégager des solutions alternatives pour le tronçon Allaman–Morges, qui permettent de réduire significativement les impacts sur l'exploitation et les nuisances pour les riverains, tout en offrant une meilleure redondance en s'éloignant de la ligne actuelle. Ces solutions font l'objet d'approfondissements dans le cadre des études préliminaires en cours entre Allaman et Morges.

Au niveau des caractéristiques générales d'une nouvelle ligne Lausanne-Genève, l'étude a fait ressortir les éléments suivants :

- La meilleure variante pour une nouvelle ligne à 2 voies entre Genève et Lausanne consiste en un tracé majoritairement le long de l'autoroute et en partie le long de la ligne actuelle (essentiellement dans le secteur entre Tolochenaz et Renens en raison de la densité du bâti existant). Cela nécessite la prise en compte des ouvrages autoroutiers ainsi que des éventuels futurs projets d'élargissement de l'autoroute A1. Une coordination des projets sera indispensable.
- Afin de maximiser les capacités disponibles, il y a lieu de rassembler les circulations rapides (IC non-stop et IR avec arrêts intermédiaires à Morges et à Nyon) sur les nouvelles voies. De ce fait, **la desserte de Nyon et de Morges par les trains IR** est nécessaire et conditionne, en partie, les tracés envisageables.
 - o Le choix de la typologie de la desserte de Nyon et des infrastructures nécessaires nécessitera un travail très approfondi. Selon la typologie de desserte choisie, le coût au kilomètre pourrait atteindre plus de 350 Mio CHF.
 - o La desserte de Morges s'avère moins complexe, dans la mesure où il est apparu que la seule solution faisable est de desservir la gare actuelle par la ligne existante. Cela dit, la réalisation des travaux dans ce secteur ne s'en trouvera que plus compliquée, les travaux sur voie en exploitation demandant une logistique accrue et un temps long.
- L'étude a cherché des tracés répondant à l'objectif d'une pente inférieure ou égale à 12,5‰. Cet objectif peut être respecté sur une part importante du tracé considéré au prix cependant d'un accroissement du nombre et de la dimension des ouvrages à réaliser. Il reste cependant a minima 3'230 m de ligne à plus de 12,5‰ (pour la variante la plus « plate », ceci sans compter les sections qui ne verraient pas passer de trafic fret) soit environ seulement 6% du tracé. Des analyses complémentaires seront nécessaires pour optimiser le tracé en fonction des besoins liés au trafic fret en particulier.

Le coût prévisionnel de la réalisation d'une nouvelle ligne Lausanne – Genève est estimé, selon la méthode OFT, entre 6.6 milliards de francs pour la variante la plus économique et plus de 9.9 milliards de francs pour la variante la plus chère (estimation à +/- 50%)

La présente étude prospective a donc permis de jeter les bases relatives à la planification d'une nouvelle ligne ferroviaire entre Lausanne et Genève et servira de référence pour l'étude des mesures relatives aux prochaines étapes d'aménagement, en fonction des objectifs d'offre qui seront retenus.

Le tableau ci-dessous (également en annexe 7) donne les principales caractéristiques techniques des différents tronçons la ligne.

ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE - RAPPORT TECHNIQUE 80

Tronçon	Typologie	Variante	Coût [MCHF]	Déclivité maximale [‰]	Vmin [km/h]	Vmax [km/h]	
Prégnny - Pierre-Féline	-	Variante unique	2 241	23‰ sur 1'900m, passage sous A1	160 km/h sur 1100m, passage sous A1 (R = 1'800 m)	200	
Pierre-Féline - Gland Oues	Typologie 1a	Contournement de la gare de Nyon et desserte Nyon					
		Tunnel court et raccords	2 570	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long et raccords	2 879	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tracé en surface et raccords	2 258	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Raccords Ouest + Est faible profondeur		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 16‰ sur 550m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
	Raccordement Ouest + Est tunnel forré		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 22‰ sur 450m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)		
	Typologie 1b	Contournement de la gare de Nyon et desserte Nyon					
		Tunnel court et raccords	2 004	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long et raccords	2 313	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tracé en surface et raccords	1 662	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Raccordement Ouest + Est aire de La Côte		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte et 17.5‰ sur 400m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
	Typologie 2 - Raccords Est et Ouest avec la gare de Nyon	Raccordement Est faible profondeur	1 591	17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 16‰ sur 550m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
		Raccordement Est tunnel forré	1 591	17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 22‰ sur 450m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
	Typologie 3 - Contournement de la gare Nyon	Tunnel court avec gare	1 277	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long avec gare	1 586	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
Typologie 4 - Tracé intermédiaire	Tracé en surface	565	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200		
	Superposition des gares CFF et NSICM	1 953	25‰ sur 2'550m puis 500m, trémies	200 km/h, à confirmer car long tunnel avec forte pente	200		
Décalage des gares CFF et NSICM	1 953	25‰ sur 2'550m puis 500m, trémies	200 km/h, à confirmer car long tunnel avec forte pente	200			
Gland Ouest - La Côte	-	Point de raccordement profond à Gland	858	10	200	200	
		Point de raccordement proche de la surface à Gland	926	10	200	200	
La Côte - Perroy	-	Variante unique	1 042	19‰ sur 1'330m, insertion sous A1	200	200	
Perroy - Morges	-	Ligne actuelle à 4 voies	1 040	10	140	140	
		Tunnel court	1 969	23‰ sur 270m, trémie côté Allaman	140 km/h, entrée gare de Morges	160	
Morges - Denges	-	Tunnel long	1 659	12.5	140 km/h, entrée gare de Morges	200	
		Variante unique	379	25‰, terrier Lausanne Triage mais sans fret	vitesse ligne actuelle	vitesse ligne actuelle	
Denges - Renens	-	Variante unique	500	25‰ sur 300m, bypass vers Yverdon ; 25‰ sur 500m, bypass vers Morges, mais sans fret	vitesse ligne actuelle	vitesse ligne actuelle	

Figure 76: vue d'ensemble des caractéristiques techniques et des coûts par tronçons étudiés

10 Annexes

Annexe 1 : Synthèse des études précédentes

Annexe 2 : Analyse des types de surface par tronçon

Annexe 3 : Vue générale des tracés retenus

Annexe 4 : Vues détaillées par tronçon des tracés retenus

Annexe 5 : Prise de position des Cantons de Vaud et Genève

Annexe 6 : Prise de position de l'OFROU

Annexe 7 : Vue d'ensemble des caractéristiques techniques et des coûts par tronçons étudiés

10.1 Annexe N°1 : Synthèse des études précédentes

Synthèse des études existantes relatives à la création d'une ligne nouvelle Genève - Lausanne

Une analyse des études existantes a été réalisée afin de créer un benchmark des tracés considérés jusqu'à présent comme les plus optimaux.

10.1.1 Étude réalisée par BG Ingénieurs Conseils en 1975

Méthodologie :

- § Étude systématique de corridors pouvant accueillir la nouvelle ligne.
- § Les variantes peuvent être séparées en 3 catégories : variantes sous le lac, variantes sous le Jura et variantes terrestres (entre le lac et l'autoroute).

Résultats :

- § Les variantes sous le lac sont rapidement abandonnées en raison de leurs coûts et de leur extrême complexité (localisation de la rampe pour descendre sous le lac en ville de Lausanne notamment).
- § Les variantes sous le Jura sont abandonnées en raison de leurs coûts ainsi que de la distance parcourue péjorant le temps de parcours.
- § 9 variantes autour de l'autoroute sont à approfondir car elles présentent des résultats intéressants (coûts, temps de parcours, impact sur l'environnement etc...).

Commentaire : l'étude permet de se convaincre rapidement qu'un tracé sous le lac ou sous le Jura est hautement improbable. De plus, ces tracés ne correspondent plus aux exigences actuelles (raccordement aux infrastructures existantes). Un tracé à proximité directe de l'autoroute semblait d'ores et déjà être le plus cohérent en 1975.

10.1.2 Projet de Sara Ibanez, 2013

Résultats :

- § Le projet propose un approfondissement des sous-variantes terrestres du rapport BG 1975 (4 variantes Lausanne – Allaman et 4 variantes Allaman – Genève).

Les variantes sont comparées selon les critères suivants :

- Risque dû aux ouvrages.
- Capacité.
- Bruit.
- Esthétique.
- Réalisation par étape.
- Redondance.
- Coûts.
- Qualité de service.
- Risque de catastrophe.

Commentaire : l'étude montre l'intérêt d'une variante proche de l'autoroute (notamment sur le tronçon Allaman – Genève). Le projet montre également qu'il est nécessaire de s'éloigner des rives du lac dans l'agglomération Morges-Lausanne à cause de la densité de population.

10.1.3 Projet de R. Weibel (2013)

Résultats :

- § L'idée principale de cette étude est de faire suivre le tracé de l'A1 à la nouvelle ligne ferroviaire pour s'affranchir de beaucoup de contraintes.
- § Aménagement complet du triangle de Bussigny pour :
 - Rejoindre à grande vitesse la ligne du Pied du Jura à la hauteur de Cossonay, en provenance de Genève ou de Lausanne.
 - Soulager la ligne entre Renens et Cossonay du trafic grandes lignes pour faciliter l'extension du RER vaudois.

Commentaire : Ce projet démontre une nouvelle fois l'intérêt de suivre le tracé de l'autoroute et de profiter de l'espace environnant. L'idée principale est de réaliser le nouveau tracé en souterrain ou en tranchée couverte.

10.1.4 Projet de viaduc d'E. Brühwiller (2013)

Résultats :

- § Superposition des tracés de l'autoroute et ferroviaire au moyen d'un viaduc, dont la réalisation est possible selon le schéma suivant : des piles minces, érigées sur le terre-plein central ou sur l'un des bords de l'autoroute, portent la double voie ferroviaire.

Commentaire : Ce projet est très proche des projets précédents. Il propose cependant de superposer le chemin de fer à l'autoroute. L'analyse financière démontrerait sans doute qu'un tel concept présente un coût proche d'un projet souterrain mais un coût supérieur à un projet en surface. La question de l'impact sur le paysage d'un aussi long viaduc et donc de son acceptation politique n'est pas abordée dans l'étude et risque d'être un frein majeur à la réalisation de ce projet, sans parler des contraintes liées à l'entretien des installations ferroviaires et des rayons de l'autoroute, parfois incompatibles avec des tracés ferroviaires.

10.1.5 Rapport de la Citrap (2014)

Méthodologie :

- § Le rapport fait un tour d'horizon et synthétise les études réalisées sur la nouvelle liaison Lausanne Genève :
 - BG 1975.
 - TP Master Sara Ibáñez 2013.
 - Projet Rodolphe Weibel 2013.
 - Projet de viaduc d'Eugène Brühwiller 2013
 - Projet porté par la Citrap 2014.
- § En plus de l'analyse de ces 5 projets, le rapport dresse une analyse du contexte concernant l'évolution de la démographie de la métropole lémanique en rappelant les projets ferroviaires réalisés ou en cours d'étude avancée.

§ Enfin une analyse de l'aspect financier d'un tel projet d'envergure est proposée afin de cerner les enjeux.

Résultats du projet Citrap :

§ **Idée forte** : la seule solution pour une amélioration radicale des performances de l'axe Genève – Lausanne est de créer une ligne nouvelle et non une 3^{ème} voie.

§ **Tracé** : comme déjà présenté dans les études précédentes, un tracé parallèle à l'A1.

- Tracé entre Genève et Allaman : le tracé qui suit l'autoroute A1 présente de nombreux avantages : rayons de courbure adaptés à la vitesse, topographie, environnement, peu d'urbanisation...
- Tracé entre Allaman et Renens : la ligne nouvelle doit contourner Morges pour préserver l'environnement de la ville (contournement ou ligne enterrée).

§ **Phasage des travaux** :

- Des travaux autoroutiers et ferroviaires réalisés de manière simultanée.
- Pas de réalisation en plusieurs étapes pour atteindre une économie d'échelle et obtenir tous les bénéfices de la nouvelle infrastructure.

§ **Profil de la nouvelle ligne** : les contraintes locales détermineront les caractéristiques de la ligne qui comportera des tronçons en tunnels, semi-enterrés, des viaducs...

Commentaire : Le nouveau tracé proposé par la Citrap suit également le tracé de l'autoroute A1 et attire l'attention sur le contournement de Morges.

10.1.6 Rapport MRS Partner, 2018

Méthodologie :

Analyse de 2 variantes pouvant être envisagées individuellement ou comme modules pouvant être combinés. Les 2 variantes sont les suivantes :

- Extension de la ligne actuelle à 4 voies.
- Création d'une nouvelle ligne le long de l'autoroute A1.

Ces 2 variantes sont analysées selon des critères de tracé et d'offre et de trafic ferroviaire.

Résultats :

§ **L'idée forte** : le projet de MRS Partner propose deux variantes pour résoudre les problèmes de capacité et améliorer le temps de parcours entre Lausanne et Genève : ajouter 2 nouvelles voies le long du tracé actuel ou réaliser un nouveau tracé le long de l'autoroute. Le projet propose également des combinaisons des deux variantes.

§ 4 tracés sont jugés comme étant à approfondir à l'issue de l'étude :

- 3^{ème} et 4^{ème} voie sur l'intégralité du parcours ainsi que correction de 14 courbes (gain de 2 minutes).
- + 2 voies ALL-LS puis un nouveau tronçon entre ALL-GE qui suit l'autoroute (gain de 5 minutes pour les IC, gain de 2 minutes pour les RE et IR).

- + 2 voies ALL-LS et NY-GLA et nouveau tronçon GE-NY et GLA-ALL (gains de 5' IR, 3,5' IR, 2' RE).

Commentaire : C'est un rapport assez théorique mais les conclusions sont intéressantes. Le projet de MRS Partner montre qu'ajouter des voies au tracé actuel ne permet pas un gain de temps de parcours significatif. De plus, le projet explore des possibilités de connexion entre un tracé le long de l'autoroute et le tracé actuel pertinentes.

10.1.7 Synthèse

Le tableau ci-dessous résume les principales conclusions des différentes études pour la ligne nouvelle Lausanne-Genève présentées dans les paragraphes précédents en termes de tracé, ouvrages, temps de parcours, connexion et coûts.

Finalement, la principale conclusion qui ressort de ces études est que le tracé optimal pour cette nouvelle ligne serait le long de **l'autoroute A1**.

Étude/ Critères	BG 1975	S. Ibáñez 2013	R. Weibel 2013	E. Brühwiller 2013	Citrap 2014	MRS Partner 2018
Tracé	Lac / Autoroute / Jura	Autoroute	Autoroute	Autoroute	Autoroute	Autoroute et tracé existant
Ouvrages	Tunnel / Plein ciel / Pont	28,35 km pont 1,07 km tunnel 3,12 km tranchée couverte	Majorité tunnel	Majorité ponts	Tunnel / Plein ciel / Pont	Tunnel / Plein ciel / Pont
Temps parcours	-	18,5 min	-	-	-	31 – 34 min
Connexion	Aucune	Nyon	Aucune	Aucune	Nyon / Morges	Nyon / Allaman / Morges
Autres		Source : rapport BG	Triangle de Bussigny inclus		Source : rapport BG, S. Ibáñez, R. Weibel, E. Brühwiller	

Figure 77 - Tableau de synthèse des études précédentes : principales conclusions

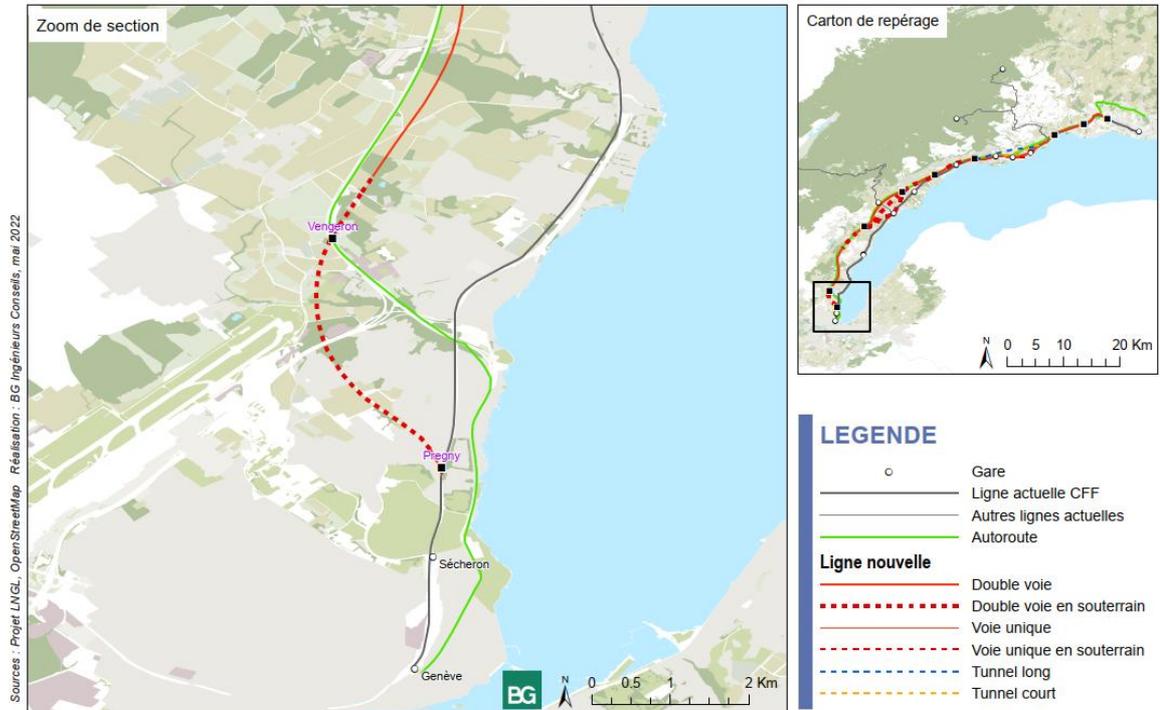
10.3 Annexe 3 : Vue générale des tracés retenus

Suivi des variantes pour la Ligne Nouvelle Genève - Lausanne
Vue globale (longueur totale 54,6 km entre Renens et Pregny)

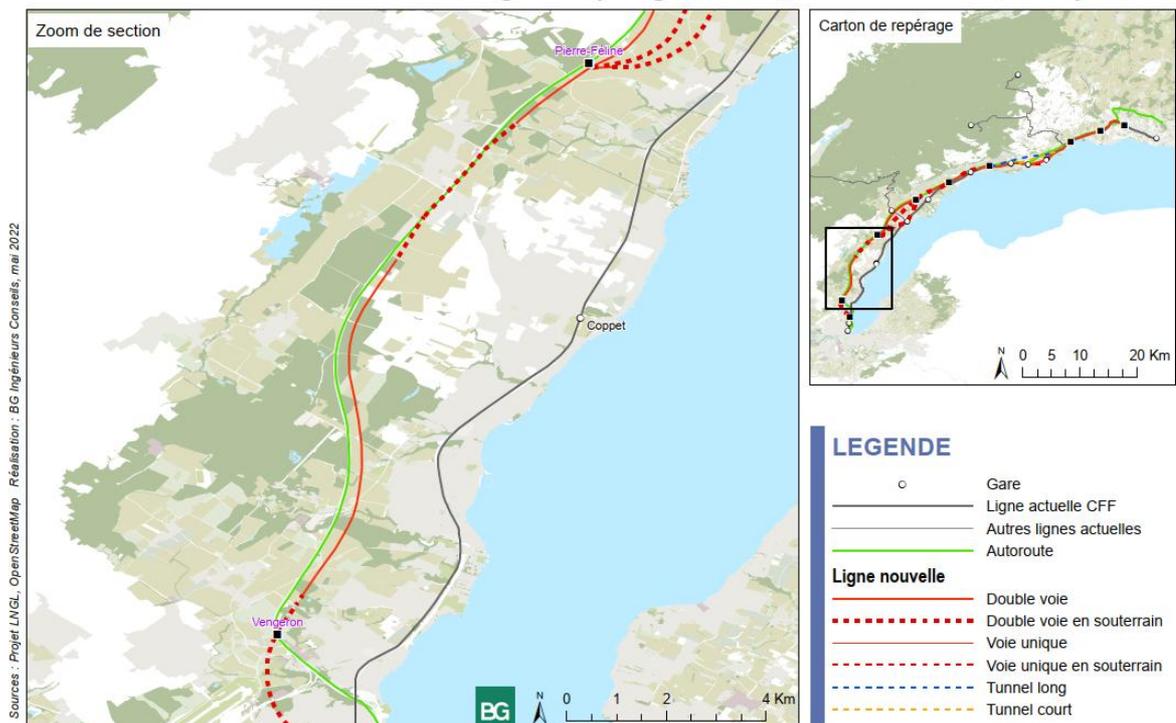


10.4 Annexe 4 : Vues détaillées par tronçon des tracés retenus

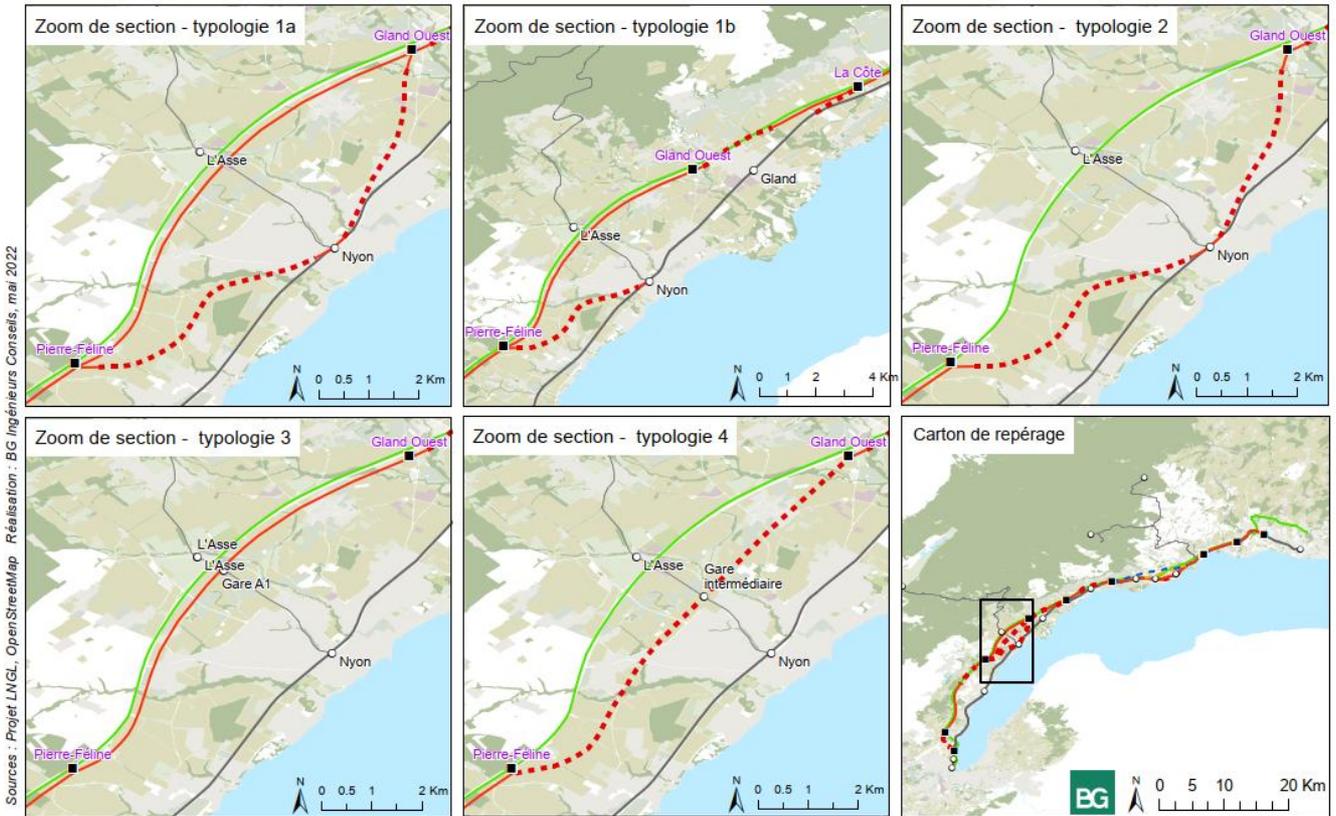
Section Vengeron - Pregny (longueur 3,1 km / total 54,6 km)



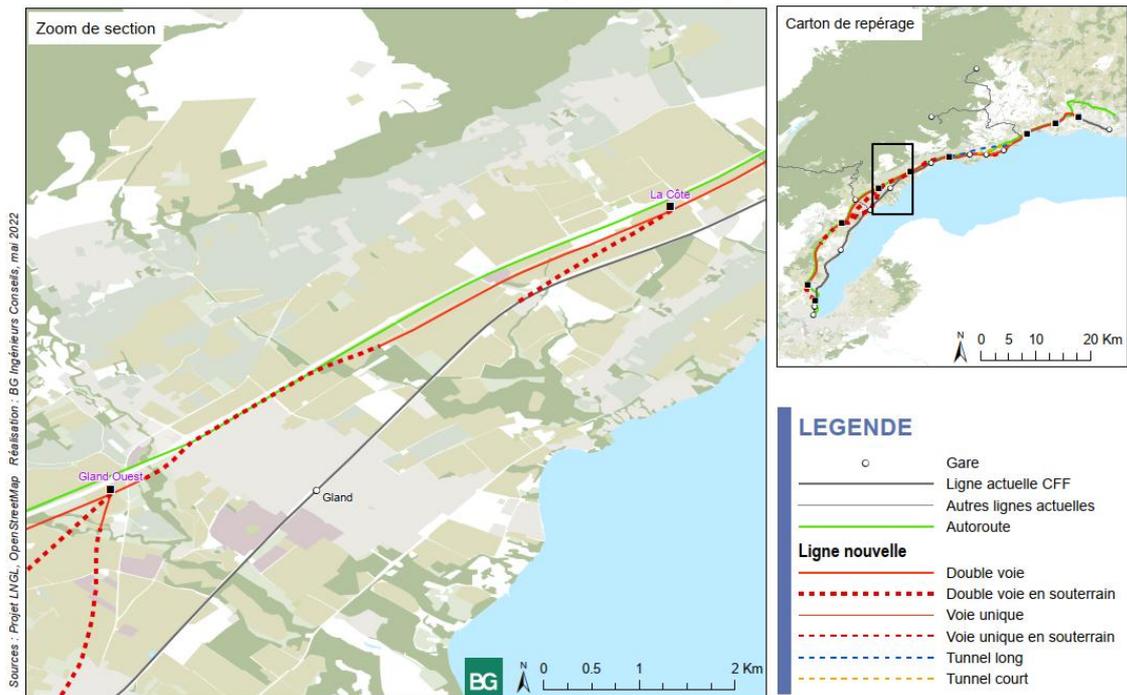
Section Pierre-Féline - Vengeron (longueur 13,0 km / total 54,6 km)



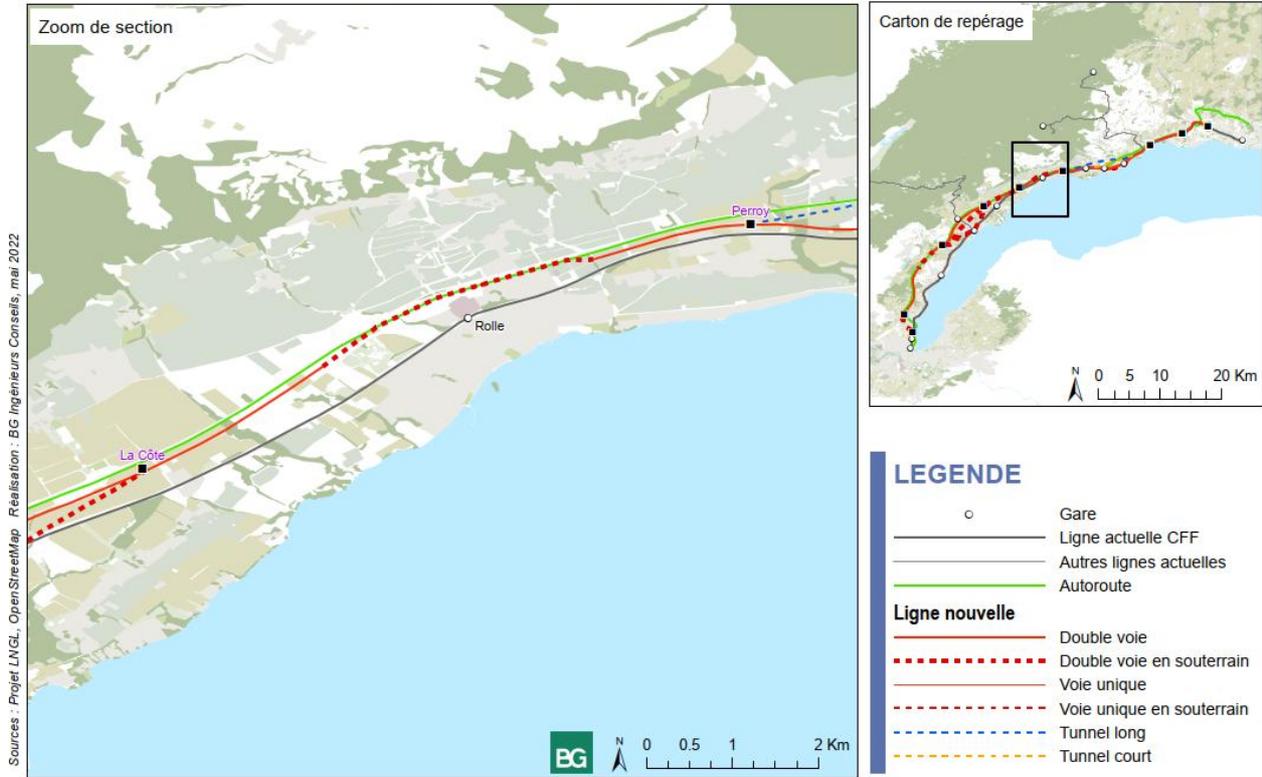
Section Gland Ouest - Pierre-Féline (longueur 8,1 km / total 54,6 km)



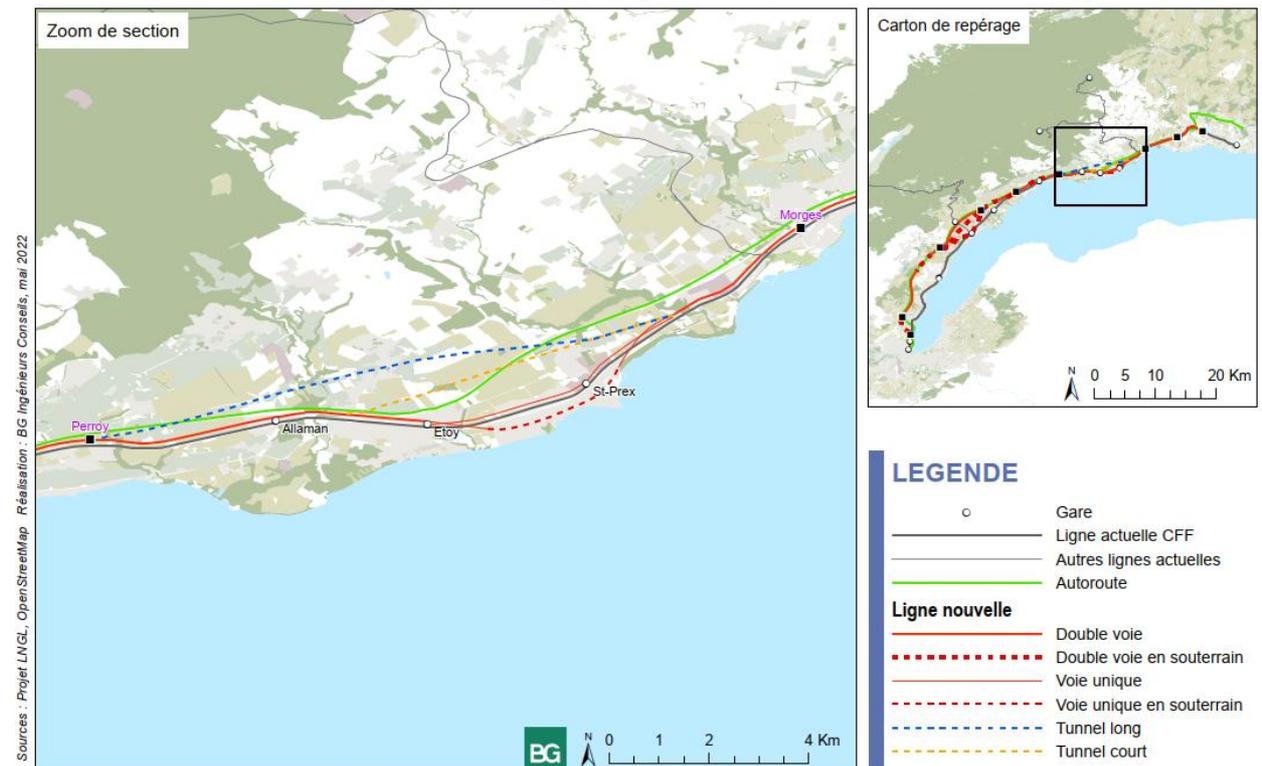
Section La Côte - Gland Ouest (longueur 5,1 km / total 54,6 km)



Section Perroy - La Côte (longueur 5,8 km / total 54,6 km)



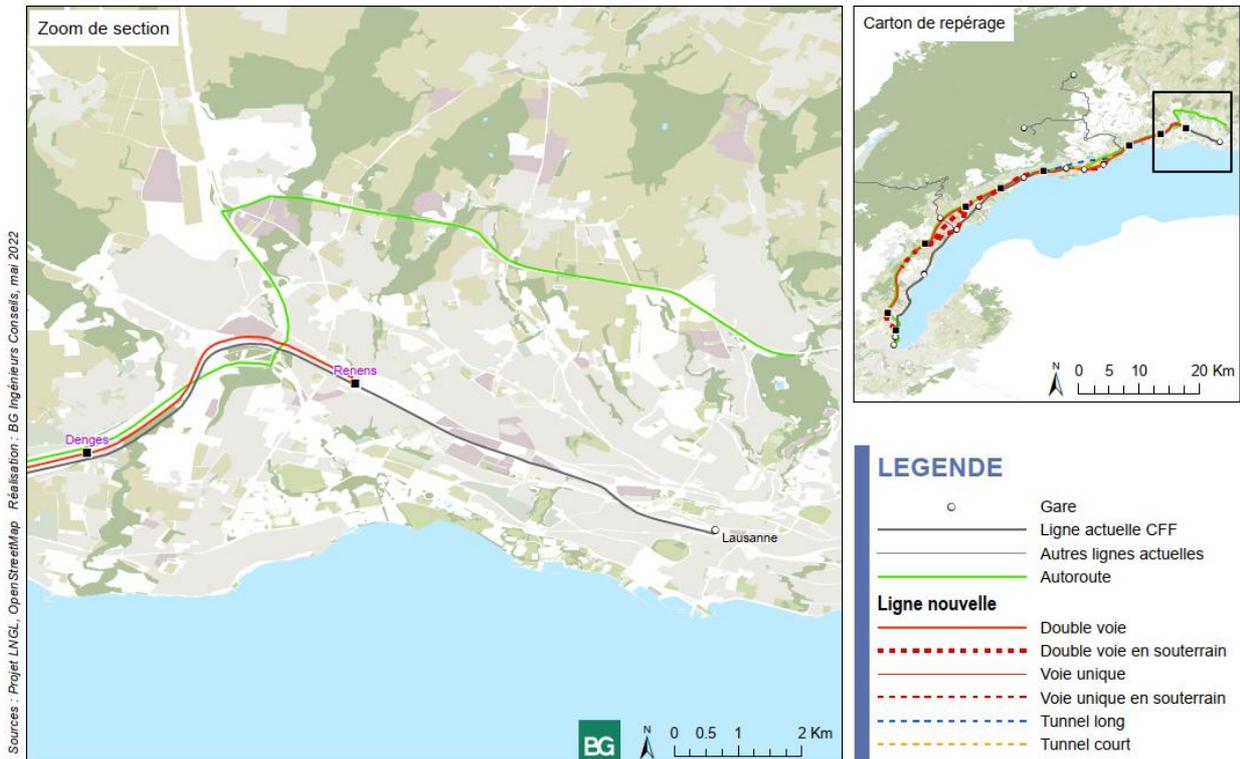
Section Morges - Perroy (longueur 11,4 km / total 54,6 km)



Section Denges - Morges (longueur 4.1 km / total 54,6 km)



Section Renens - Denges (longueur 4,0 km / total 54,6 km)



10.5 Annexe 5 : Prise de position des Cantons de Vaud et Genève

Fournie le 3 avril 2023 par M. Christophe Kaeser,

Responsable du développement de l'infrastructure ferroviaire
Division management des transports DMT
Direction générale de la mobilité et des routes DGMR
Département de la culture, des infrastructures et des ressources
humaines DCIRH
Place de la Riponne 10, CH – 1014 Lausanne

« Dans une vision à court terme, l'étude a permis de dégager des solutions alternatives pour le projet "Morges-Allaman, voies supplémentaires". La réalisation d'un tunnel à double voie entre Morges et Perroy permet de réduire significativement les impacts sur l'exploitation ferroviaire, les nuisances pour les riverains, les modifications importantes d'infrastructures existantes (gares de St-Prex, Etoy et Allaman) tout en offrant une redondance accrue en s'éloignant de la ligne actuelle. Cette solution a fait l'objet d'approfondissements (qui ne font pas partie de la présente étude) dont les conclusions devaient être présentées d'ici à début octobre 2022 pour être inscrites dans le prochain message du Conseil fédéral sur le rapport d'avancement sur les étapes d'aménagement à présenter au Parlement en 2023. Le Canton de Vaud, lors de la consultation de ce message, a clairement demandé l'inscription du projet de tunnel à 2 voies entre Morges et Perroy (variante tunnel long) comme modification du projet de 3e voie le long de la ligne actuelle et soutient encore cette demande. Cette étude démontre qu'il s'agit d'une solution compatible avec la future ligne Lausanne-Genève, contrairement à des «voies supplémentaires » le long de l'actuelle infrastructure Morges-Allaman.

Le Canton de Genève soutient également la réalisation de ce nouveau tronçon à double voie, dissocié de la ligne actuelle. La ligne Genève-Lausanne est un maillon ferroviaire essentiel qui doit impérativement voir ses capacités augmentées et sa stabilité assurée grâce à une infrastructure redondante sur cet axe.

En complément des éléments apportés dans le rapport, le Canton de Vaud est défavorable à la construction d'une gare périphérique à Nyon. Il soutient le raccordement de la nouvelle ligne à la gare existante pour être en accord avec ses directives en matière d'aménagement du territoire et de densification des centres. »

10.6 Annexe 6 : Prise de position de l'OFROU

Fournie le 14 avril 2023 par M. Jean-Luc Poffet,

Responsable du domaine
Département fédéral de l'environnement, des transports, de
l'énergie et de la communication DETEC
Office fédéral des routes OFROU
Division réseaux routiers
Planification des réseaux

Adresse postale : 3003 Berne,

Emplacement : Pulverstrasse 13, 3063 Ittigen

S'agissant du principe de glisser le tracé ferroviaire sous l'autoroute A1, comme évoqué au chapitre 1.4 :

« Nous en avons discuté plusieurs fois, notamment en mars 2022 lors d'une séance auprès de la filiale d'Estavayer-le-Lac. Nous n'avons alors pas exclu la possibilité d'étudier de telles variantes, mais **nous n'avons en aucun cas accepté un tel principe**. Le seul principe que nous pourrions accepter est celui de glisser une ligne ferroviaire sous l'autoroute, **sans perturber le trafic sur l'autoroute**.

Cela pourrait être envisageable, soit en profitant d'une synergie avec des travaux d'élargissement de l'autoroute, soit parce que la ligne ferroviaire est construite en tunnel, sans incidence en surface, soit parce que, durant les travaux ferroviaires, l'autoroute est déplacée, sans diminution du nombre de voies en service au début des travaux, avant d'être reconstruite au-dessus de la tranchée couverte. La question de l'entretien de la tranchée couverte, notamment de son accès en surface devrait également être réglé. Des études complémentaires sont de ce fait nécessaire, avant que l'OFROU puisse se prononcer sur la faisabilité d'un tel principe.

Le principe présenté à la page 45 repose sur le fait que l'élargissement de l'autoroute et l'aménagement de la ligne ferroviaire se font en même temps. Au vu de la temporalité de la réalisation de l'élargissement autoroutier, nous doutons que cela soit réaliste. Le projet général pour l'élargissement autoroutier devrait en effet être approuvé par le Conseil fédéral cette année encore et un début des travaux est de ce fait envisageable d'ici 2030 -2035.

En résumé, l'OFROU est ouvert à la discussion pour trouver des variantes de tracés, mais ne peut pas, au stade actuel, valider le principe de « glisser » la nouvelle ligne ferroviaire sous l'autoroute. »

10.7 Annexe 7 : Vue d'ensemble des caractéristiques techniques et des coûts par tronçon étudié

Tronçon	Typologie	Variante	Coût [MCHF]	Déclivité maximale [‰]	Vmin [km/h]	Vmax [km/h]	
Prégny - Pierre-Féline	-	Variante unique	2 241	23‰ sur 1'900m, passage sous A1	160 km/h sur 1100m, passage sous A1 (R = 1'800 m)	200	
Pierre-Féline - Gland Oues	Typologie 1a	Contournement de la gare de Nyon et desserte Nyon					
		Tunnel court et raccords	2 570	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long et raccords	2 879	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tracé en surface et raccords	2 258	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		<i>Raccords Ouest + Est faible profondeur</i>		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 16‰ sur 550m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
	<i>Raccordement Ouest + Est tunnel forré</i>		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 22‰ sur 450m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)		
	Typologie 1b	Contournement de la gare de Nyon et desserte Nyon					
		Tunnel court et raccords	2 004	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long et raccords	2 313	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tracé en surface et raccords	1 662	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
	<i>Raccordement Ouest + Est aire de La Côte</i>		17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte et 17.5‰ sur 400m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)		
	Typologie 2 - Raccords Est et Ouest avec la gare de Nyon	Raccordement Est faible profondeur	1 591	17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 16‰ sur 550m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
		Raccordement Est tunnel forré	1 591	17‰ sur 2'850m, raccordement Ouest en tranchée couverte ; 22‰ sur 450m, trémie du raccordement Est	120km/h sur 650m, raccordement Ouest ; 120km/h sur 200m, raccordement Est	160 (traversée Nyon)	
	Typologie 3 - Contournement de la gare Nyon	Tunnel court avec gare	1 277	12.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tunnel long avec gare	1 586	11.5	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
		Tracé en surface	565	15‰ sur 3'250m, traversée de Duiller	140 km/h sur 2050m, le long de l'A1 (R = 1'400 m)	200	
Typologie 4 - Tracé intermédiaire	Superposition des gares CFF et NSICM	1 953	25‰ sur 2'550m puis 500m, trémies	200 km/h, à confirmer car long tunnel avec forte pente	200		
	Décalage des gares CFF et NSICM	1 953	25‰ sur 2'550m puis 500m, trémies	200 km/h, à confirmer car long tunnel avec forte pente	200		
Gland Ouest - La Côte	-	Point de raccordement profond à Gland	858	10	200	200	
		Point de raccordement proche de la surface à Gland	926	10	200	200	
La Côte - Perroy	-	Variante unique	1 042	19‰ sur 1'330m, insertion sous A1	200	200	
Perroy - Morges	-	Ligne actuelle à 4 voies	1 040	10	140	140	
		Tunnel court	1 969	23‰ sur 270m, trémie côté Allaman	140 km/h, entrée gare de Morges	160	
		Tunnel long	1 659	12.5	140 km/h, entrée gare de Morges	200	
Morges - Denges	-	Variante unique	379	25‰, terrier Lausanne Triage mais sans fret	vitesse ligne actuelle	vitesse ligne actuelle	
Denges - Renens	-	Variante unique	500	25‰ sur 300m, bypass vers Yverdon ; 25‰ sur 500m, bypass vers Morges, mais sans fret	vitesse ligne actuelle	vitesse ligne actuelle	

**ETUDE PROSPECTIVE POUR UNE LIGNE NOUVELLE ENTRE GENÈVE ET LAUSANNE -
RAPPORT TECHNIQUE**

ANNEXE 5