



Changement d'écartement – changement de destin La modernisation de la ligne Le Locle–Les Brenets

Marcus RIEDER
Bernd BOPP



CCRR CENTRE DE COMPÉTENCE
TRAFIC RÉGIONAL RIEDER

août 2014

Changement d'écartement – changement de destin La modernisation de la ligne Le Locle–Les Brenets

Marcus RIEDER
CCRR
Naegelseestrasse 26
CH-8406 Winterthur
+41 52 202 16 32
rieder@ccrr.ch

Bernd BOPP
–
Lehenstrasse 63
CH-8037 Zurich
+41 43 536 64 45
bernd.bopp@gmx.net

août 2014

Mandant:

Commune des Brenets
Rue du Lac 22
Case postale 58

Madame Yolande HÜGLI

Représentante du mandant

N° CCRR: 2014_01

Mots clés

Transports publics ferroviaires régionaux, infrastructure, changement d'écartement.

Citation

RIEDER Marcus, BOPP Bernd, Changement d'écartement – changement de destin La modernisation de la ligne Le Locle–Les Brenets, CCRR – Centre de Compétence Trafic Régional Rieder, Winterthur, août 2014.

Table des matières

Table des matières.....	ii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	vi
Abréviations	x
1 Condensé	1
2 Introduction.....	3
2.1 Contexte général.....	3
2.2 Périmètre géographique	4
2.3 Contexte en matière de transports.....	5
2.4 Les résultats escomptés de l'étude.....	8
2.5 Structure de l'étude.....	9
3 Faisabilité au niveau de l'infrastructure ferroviaire	11
3.1 Tracé de la ligne	11
3.2 Extension des profils des tunnels	16
3.3 Aménagement des haltes et gares	25
3.4 Aménagement des passages à niveau.....	43
3.5 Conclusions	48
4 Coût de la mise à voie normale.....	50
4.1 Démantèlement de la ligne existante.....	51
4.2 Éléments de ligne	52
4.3 Éléments des gares et haltes.....	54
4.4 Ouvrages d'art	55
4.5 Service de remplacement	60
4.6 Divers.....	60
4.7 Conclusions	61

5	Potentiel de la ligne mise à voie normale.....	62
5.1	Méthode utilisée.....	62
5.2	Densité de la population et des emplois autour des haltes.....	63
5.3	Lignes adjacentes.....	68
5.4	Estimation du potentiel en termes de voyageurs.....	74
5.5	Conclusions.....	75
6	Coût d'exploitation de la ligne mise à voie normale.....	76
6.1	Vue d'ensemble de l'offre.....	76
6.2	Produits commerciaux.....	77
6.3	Coûts complets de la ligne.....	78
6.4	Analyse de sensibilité des résultats.....	79
6.5	Conclusions.....	81
7	Impact de la ligne sur l'aménagement du territoire.....	83
7.1	Aménagement du territoire à l'échelle locale.....	83
7.2	Aménagement du territoire à l'échelle régionale.....	96
7.3	Conclusions.....	103
8	Conclusions et recommandations.....	105
9	Bibliographie.....	112
9.1	Livres, brochures, études, articles de presse.....	112
9.2	Législation et messages.....	116
	Annexes.....	I

Liste des tableaux

Tab. 1: Vue d'ensemble des données techniques de la ligne LL–LB	2
Tab. 2: Indicateurs techniques de base pour le tracé à voie normale.....	12
Tab. 3: Volume de roche à extraire des tunnels	19
Tab. 4: Type et longueur du matériel roulant dans le trafic régional	26
Tab. 5: Coûts du démantèlement de la superstructure	52
Tab. 6: Coûts du démantèlement de l'infrastructure actuelle entre LL et LB	52
Tab. 7: Structure des coûts pour les éléments de ligne	53
Tab. 8: Coût total pour les éléments de ligne LL–LB	53
Tab. 9: Structure des coûts pour les éléments des gares et haltes	54
Tab. 10: Coût de la construction des gares et haltes sur la ligne Le Locle–Les Brenets	54
Tab. 11: Coûts des murs de soutènement sur la ligne Le Locle–Les Brenets	56
Tab. 12: Coût standard pour le percement de tunnels selon la technique utilisée	57
Tab. 13: Coût de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB	58
Tab. 14: Coût de certains tunnels réalisés en Suisse ces dix dernières années	58
Tab. 15: Coût de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB'	59
Tab. 16: Coût total de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB	59
Tab. 17: Coût total du service de remplacement.....	60
Tab. 18: Coût total de la rectification de la ligne LL–LB	61
Tab. 19: Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB hors TVA	61
Tab. 20: Facteur d'accessibilité selon Walther	63
Tab. 21: Effectif et densité de la population autour des gares et haltes.....	65
Tab. 22: Potentiel en termes de population habitant autour des gares et haltes	65

Tab. 23: Nombre et densité des emplois autour des gares et haltes	66
Tab. 24: Potentiel de la ligne en termes d'emplois autour des gares et haltes	67
Tab. 25: Potentiel de la ligne LL–LB à voie normale en 2020	73
Tab. 26: Potentiel de la ligne LL–LB en fonction de la densité de population	74
Tab. 27: Potentiel de la ligne avec la ligne de bus de ramassage TULB prolongée	75
Tab. 28: Vue d'ensemble de l'offre de la ligne LL–LB	77
Tab. 29: Recettes de la ligne LL–LB	77
Tab. 30: Éléments de base pour le calcul de prix de l'énergie	78
Tab. 31: Éléments des coûts d'exploitation	78
Tab. 32: Vue d'ensemble des coûts d'exploitation de la ligne LL–LB	79
Tab. 33: Coûts complets selon l'approche par km productif.....	79
Tab. 34: Degré de couverture des coûts avec l'approche alternative	80
Tab. 35: Vue synoptique des tarifs et recettes	81
Tab. 36: Vue d'ensemble des sols constructibles	88
Tab. 37: Vue d'ensemble des sols dans la propriété publique autour de la halte du Chalet	91
Tab. 38: Vue d'ensemble des terrains détenus par les pouvoirs publics autour de la gare du Locle.....	96
Tab. 39: Vue d'ensemble des coûts pour les deux contournements routiers	101
Tab. 40: Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB, hors TVA	108

Liste des figures

Fig. 1: Fréquentation de la ligne LL–LB entre 1892 et 1953	4
Fig. 2: Vue d'ensemble de la ligne ferroviaire et du bus	5
Fig. 3: Vue d'ensemble de la ligne	12
Fig. 4: Rayons de courbure examinés.....	13
Fig. 5: Rayons de courbure 3 et 4 avec le pont routier de la RC169	14
Fig. 6: Courbe n° 3	14
Fig. 7: Courbes n° 3 et n° 4.....	15
Fig. 8: Profil longitudinal de la ligne Le Locle–Les Brenets.....	16
Fig. 9: Coupe transversale des tunnels de la ligne Le Locle–Les Brenets	17
Fig. 10: Profil d'espace libre nécessaire pour l'OCF 2 et profil du tunnel.....	18
Fig. 11: Comparaison entre profil actuel et profil visé, volume à extraire.....	19
Fig. 12: Machine à attaque ponctuelle envisageable pour l'augmentation du profil.....	20
Fig. 13: Machine à attaque ponctuelle envisageable pour l'augmentation du profil.....	20
Fig. 14: Augmentation du profil du tunnel de Bundesheimer (D) et d'un tunnel CFF '	21
Fig. 15: Exigences en termes de chemin de fuite et de main courante.....	23
Fig. 16: Images de la gare des Brenets avec les différents bâtiments	27
Fig. 17: Situation actuelle avec la topologie des voies à la gare des Brenets	28
Fig. 18: Situation actuelle de la gare des Brenets avec les dimensions des installations ..	29
Fig. 19: Situation de la gare des Brenets avec deux voies de 150 m	30
Fig. 20: Plan de niveau de la gare des Brenets, avec les deux voies	31
Fig. 21: Aménagement de la gare des Brenets, avec deux voies	31
Fig. 22: Situation de la gare des Brenets, avec les deux voies et les quais	32

Fig. 23	Situation de la halte des Frêtes avec accès au hameau des Frêtes.....	33
Fig. 24:	Situation de la halte des Frêtes.....	33
Fig. 25:	Plan d'installation d'un quai à 150 m aux Frêtes	34
Fig. 26:	Plan d'installation d'un quai de 75 m aux Frêtes	35
Fig. 27:	Illustration des installations standards pour le quai des Frêtes	35
Fig. 28:	Chemin d'accès vers la halte des Frêtes	36
Fig. 29:	Vue d'ensemble des interconnexions à la halte du Chalet	38
Fig. 30:	Liaison entre la halte ferroviaire et la halte bus du Chalet	39
Fig. 31:	Situation d'accès de la halte du Chalet	39
Fig. 32:	Configurations possibles du quai de la halte du Chalet	40
Fig. 33:	Configuration du quai de 75 m de la halte du Chalet	40
Fig. 34:	Installations actuelles de la halte du Chalet	41
Fig. 35:	Configuration possible de la gare du Locle après la mise à voie normale	42
Fig. 36:	Situation du quartier «Malpierrez» avec le sentier forestier	44
Fig. 37:	Chemin forestier vers la halte des Frêtes.....	45
Fig. 38:	Situation du PN 2 à la ferme Feuz	46
Fig. 39:	Situation du PN 3 avec le chemin forestier qui y accède	47
Fig. 40:	Situation des trois PN sur la ligne ferroviaire avec les chemins d'accès	47
Fig. 41:	Pont ferroviaire qui surplombe la rue de la Côte	55
Fig. 42:	Mesures d'aménagement des tunnels pour gagner en hauteur au St-Gothard	57
Fig. 43:	Zones de chalandise des gares et haltes de la ligne Le Locle–Les Brenets.....	64
Fig. 44:	Qualité de desserte en TP en fonction de la fréquence et de la distance à parcourir	68
Fig. 45:	Évolution de la demande jusqu'en 2020	70

Fig. 46:	Réseau à voie normale possible dans le canton de Neuchâtel.....	74
Fig. 47:	Zones de chalandise de la gare des Brenets	84
Fig. 48:	Les différentes zones de chalandise aux Brenets.....	85
Fig. 49:	Rayon de 200 m autour du centre du quartier de la gare avec les différents propriétaires	87
Fig. 50:	Rayon de 500 m autour de la halte du Chalet.....	89
Fig. 51:	Bande de 250 à 500 m au-dessus de la halte du Chalet	91
Fig. 52:	Tracé du funiculaire entre la gare du Locle et le centre-ville'	93
Fig. 53:	Périmètre situé au-dessus de la gare du Locle	94
Fig. 54:	Bande de 250 à 500 m située au-dessus de la gare du Locle	95
Fig. 55:	Installation de la halte CFF La Clef et plan de la situation	98
Fig. 56:	Plan cadastral avec zones de chalandise autour des gares et haltes.....	101
Fig. 57:	Concept d'offre possible Les Brenets–St-Imier	110
Fig. 58:	Position des courbures analysées.....	I
Fig. 59:	Rayon de courbure n° 1 à la sortie du tunnel de Monterban.....	I
Fig. 60:	Rayon de courbure n° 2 après la halte des Frêtes.....	II
Fig. 61:	Rayons de courbure n° 3 et 4 au pont routier de la RC 169	II
Fig. 62:	Rayon de courbure n° 5 à la ferme du Bas des Frêtes	III
Fig. 63:	Rayons de courbure n° 6 et 7 au tunnel de Rayat	IV
Fig. 64:	Rayon de courbure n° 8 à l'entrée du tunnel du Châtelard	V
Fig. 65:	Données techniques d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 250-Q	VI
Fig. 66:	Performance d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 250.....	VII
Fig. 67:	Données techniques d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 380-Q	VII
Fig. 68:	Carte de la charge du réseau routier neuchâtelois	VIII

Fig. 69: Plan indiquant les services au centre du village.....	IX
Fig. 70: Plan indiquant les diverses zones de la commune	X
Fig. 71: Les différentes zones à bâtir aux Brenets	XI

Abréviations

A/R	aller/retour
al.	alinéa
art.	Article
ASPFMN	Association pour la Sauvegarde du Patrimoine Ferroviaire des Montagnes Neuchâteloises
AUD	Agglomération Urbaine du Doubs
BAV	Bundesamt für Verkehr
BV	Bâtiment voyageur
C-Agglom.	Convention instituant le Groupement locale de coopération transfrontalière «Projet d'agglomération franco-valdo-genevois», en vue d'en assurer la gouvernance
CE	Communauté Européenne
cf.	confer
CFF	Chemins de fer fédéraux suisses
chap.	Chapitre
CHF	Franc suisse
ch.	Chiffre
CMN	Chemins de fer des Montagnes neuchâteloises
CTJ	Conférence Transjurassienne
CTR	Centre de traitement et de réadaptation
DCF	Degré minimal de couverture des frais
DE-OCF	Disposition d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer

DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DOMINO	Rame modernisée pour le trafic régional
ETCS	European Train Control System
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
FF	Feuille fédérale
FLIRT	Flinker Leichter Innovativer Regional Triebzug
GLCT	Groupement Local de Coopération transfrontalière
GLCT	Groupement Local de Coopération transfrontalière
GSM-R	Global System for Mobile Communication Standards Railway
GTW	Gelenktriebwagen
H	Route principale (Hauptstrasse)
h	heure
hab.	Habitant
ICN	InterCity Neigezug
IS	Installation de sécurité
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
km	Kilomètre
LAT	Loi sur l'aménagement du territoire
LCdF	Loi fédérale sur les chemins de fer
LCF	La Chaux-de-Fonds
Lhand	Loi sur l'égalité pour les handicapés
LL–LB	Le Locle–Les Brenets

LVG	Lückenlos verschweisstes Gleis
m	Mètre
MAS	Mesures d'autosauvetage dans les tunnels
min	Minute
Mpa	Mégapascal
NLB	Compagnie de Navigations sur le Lac des Brenets
NZZ	Neue Zürcher Zeitung
OACOT	Office des affaires communales et de l'organisation du territoire
OCF	Ordonnance sur les chemins de fer
OFS	Office fédéral de la statistique
OFT	Office fédéral des transports
OITRV	Ordonnance sur l'indemnisation du trafic régional de voyageurs
OPCTR	Ordonnance sur les parts cantonales dans les indemnités et les aides financières pour le trafic régional
OTHand	Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics
OTV	Ordonnance sur le transport de voyageurs
p.	Page
PAP	Procédure d'approbation des plans
PK	Point kilométrique
PMR	Personne à mobilité réduite
PN	Passage à niveau
pp.	Pages

PPP	Partenariat public-privé
R	Rayon de courbure
RADN	Tableau de parcours avec les vitesses autorisées
RC	Route cantonale
RCJU	République et Canton du Jura
RCNE	République et Canton de Neuchâtel
RdB	Chemin de fer Régional des Brenets
RER	Réseau Express Régional
RhB	Chemins de fer rhétiques
RS	Recueil systématique
RSG	Recueil systématique genevois
RTE	Ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire
SA	Société anonyme
SAT	Service de l'aménagement du territoire
SIG	Système d'information géographique
SITN	Système d'information du territoire neuchâtelois
SOB	Schweizerische Südostbahn
STI	Spécifications techniques d'interopérabilité
STUVA	Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen
TGV	Train à grande vitesse
TJM	Trafic journalier moyen
TP	Transports publics

TransN	Transports publics neuchâtelois
TRN	Transports régionaux neuchâtelois
TRV	Transport régional de voyageurs
TSG	Technique de sécurité et de gestion
TULB	Transports Urbains Les Brenets
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UM	Unité multiple
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
UTP	Union des Transports Publics
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
véh./j.	Véhicule par jour
voy./j.	Voyageurs par jour
ZHFD	Zone d'habitation à faible densité
ZHHD	Zone d'habitation à haute densité

1 Condensé

L'étude permet de trancher la question de la faisabilité technique de la transformation de la ligne Le Locle–Les Brenets (LL–LB) en ligne à voie normale. En ce qui concerne la transformation de l'infrastructure ferroviaire (tracé, tunnels, gares etc.), le projet est réalisable avec une réserve concernant les rayons de courbure des passages en forme de S. Les données techniques à notre disposition concernant le tracé existant ne permettent pas de trancher définitivement quant à l'ampleur des adaptations nécessaires pour obtenir un rayon de courbure minimal de 150 m sur toute la ligne. En tout cas, nous conseillons d'envisager des rayons de courbure de 200 m, car avec un tel rayon les rails peuvent être soudés, ce qui diminue les coûts d'entretien de la ligne. L'adaptation du profil des tunnels pour la mise au gabarit de la voie normale ne pose pas de problème technique particulier. La technique utilisée sera déterminée par un appel d'offres. Il est possible d'équiper les gares et haltes d'un quai d'une longueur minimale de 75 m, voire 100 m, en respectant les prescriptions légales en faveur des PMR. La gare terminus des Brenets sera équipée de deux quais de 150 m permettant une exploitation efficace de la ligne. Le coût d'une transformation de la ligne à voie normale s'élève à environ 36 millions de francs, avec une réserve pour l'assainissement de certaines courbes portant le total à 41 millions de francs. Le potentiel s'établit à quelque 1000 voyageurs les jours ouvrables, à condition qu'on prolonge la ligne de bus au moins jusqu'à Villers-le-Lac, voire Morteau/Les Fins. Il n'y a pas de déséquilibre entre les coûts et le potentiel, car il faut inclure dans le calcul les avantages au niveau de la capacité de la gare du Locle et de la flexibilisation de l'exploitation de la ligne La Chaux-de-Fonds–Col-des-Roches. En se basant sur ce potentiel, le degré de couverture des coûts atteint environ 38,5 % même dans des circonstances défavorables à la ligne. Le gain en termes d'économie d'échelle obtenu en intégrant la ligne LL–LB dans une exploitation allant au moins jusqu'à La Chaux-de-Fonds n'est pas inclus dans le calcul. Au niveau de l'aménagement du territoire, le projet permettra à la commune des Brenets de créer un réel quartier de la gare, avec une zone d'habitat dense établissant un lien avec le centre du village. Au niveau suprarégional, le projet favorisera la cohérence territoriale de l'AUD en intégrant St-Imier. Le changement d'écartement entre LL et LB offre à toute la région concernée la possibilité de renforcer le développement de l'habitat autour des gares concernées et de mieux coordonner les infrastructures de transport avec l'aménagement du territoire.

Le tableau ci-après donne une vue d'ensemble des principaux indicateurs découlant de l'étude.

Élément	Unité
Coût de changement d'écartement entre Le Locle et Les Brenets	41 mil. CHF
Potentiel voyageur les jours ouvrables	1000 voy./j.
Degré de couverture de la ligne	38.5 %
Durée du chantier (fermeture complète de la ligne)	6 mois

Tab. 1: Vue d'ensemble des données techniques de la ligne LL–LB

2 Introduction

Dans ce chapitre introductif, nous décrivons le contexte général dans lequel s'inscrit l'étude. Un bref historique de la ligne Le Locle–Les Brenets (LL–LB) sera suivi d'une délimitation du périmètre géographique et d'une description du contexte en matière de transports. Ensuite, une énumération des objectifs de la présente étude précédera le descriptif de la structure de l'étude.

2.1 Contexte général

Au début de l'époque des constructions de lignes ferroviaires, dans les années 1850, on voyait grand dans le jura franco-suisse. L'idée consistait à relier Besançon à la Suisse via une ligne à voie normale qui passerait par Les Brenets, avec Les Brenets comme première halte sur territoire suisse d'une ligne internationale. En 1853, une concession prévoyant le prolongement de la ligne Besançon–Les Brenets vers Les Convers par Le Locle et La Chaux-de-Fonds, puis vers la plaine du Seeland par le vallon de St-Imier, a été accordée aux chemins de fer du Jura industriel par le Conseil fédéral.¹ Mais ensuite, les circonstances ne se sont pas révélées propices à ce projet et les plans ont glissé au fond d'un profond tiroir.

Le réseau ferroviaire à voie normale des montagnes neuchâteloises a été construit dans les années 1860. La ligne vers Besançon a été ouverte très tard, en 1884, comme ligne régionale. Les montagnes neuchâteloises obtenaient enfin un accès ferroviaire vers la France.

La ligne Le Locle–Les Brenets, dite le Régional des Brenets (RdB), a été ouverte après la ligne Besançon–Le Locle en 1890, à voie métrique. Deux haltes intermédiaires se trouvent entre Le Locle et Les Brenets (Le Chalet et Les Frêtes). La décision de construire la ligne à voie métrique s'avère peu judicieuse actuellement, car la ligne est techniquement isolée du reste des lignes ferroviaires des montagnes neuchâteloises.

¹ FF du 28 janvier 1854, Convention entre le Gouvernement du haut État de Berne et les délégués de la commission centrale du chemin de fer par le Jura industriel, p. 340.

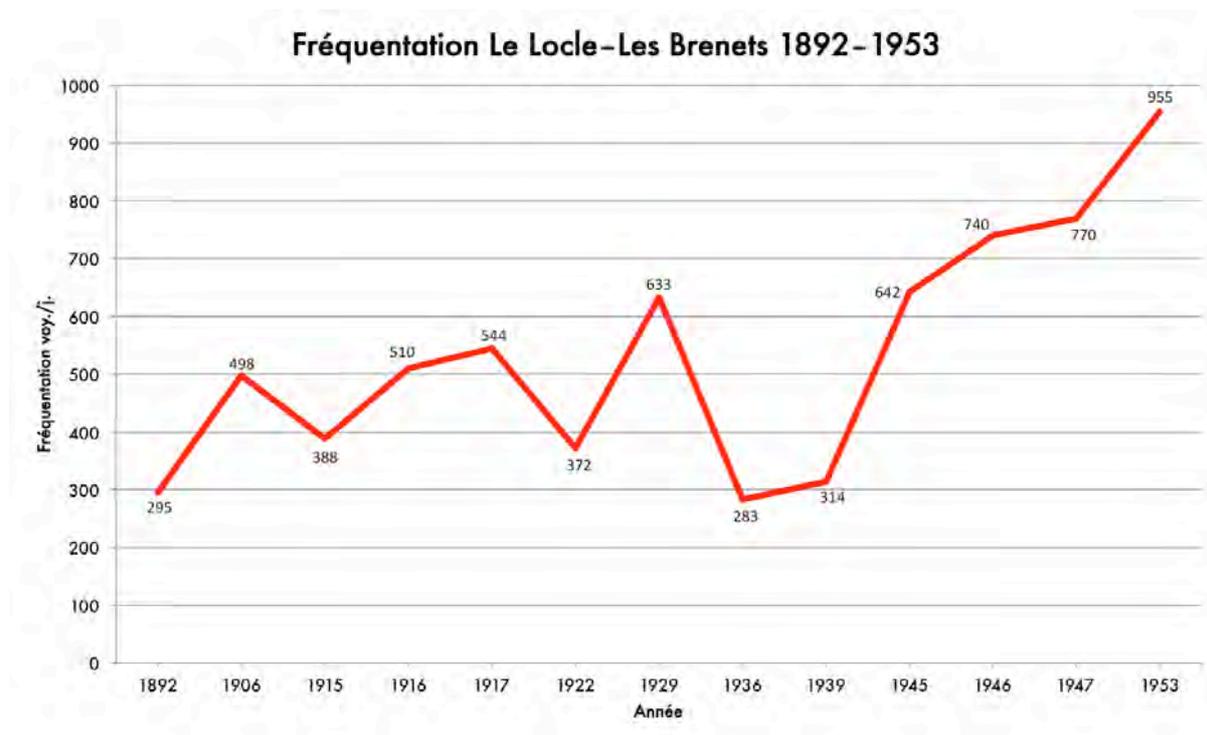


Fig. 1: Fréquentation de la ligne LL–LB entre 1892 et 1953²

La ligne a été électrifiée en 1950: une mesure décisive pour la ligne Le Locle–Le Brenets, car si l'on avait alors estimé que cette électrification n'était pas justifiée, la ligne n'existerait plus. L'électrification a constitué une modernisation cruciale, permettant une exploitation efficace de la ligne jusqu'à nos jours. Le tableau ci-dessus montre l'essor de la ligne après l'électrification, jusqu'à atteindre un niveau de fréquentation proche de 1000 voy./j., deux fois la valeur actuelle.

Aujourd'hui, les collectivités territoriales, et notamment la Commune des Brenets, doivent à nouveau prendre une décision majeure quant à la modernisation de la ligne, en vue de promouvoir le développement économique, social et humain de la région concernée.

2.2 Périmètre géographique

L'étude est centrée sur les communes des Brenets et du Locle, dont les territoires sont concernés par la ligne ferroviaire. Outre les communes directement concernées, il faut intégrer dans l'étude le rayonnement du projet de modernisation de la ligne ferroviaire sur l'Agglomération Urbaine du Doubs (AUD), voire le canton de Neuchâtel.

² Jacobi Sébastien, Centenaire des Montagnes neuchâteloises (CMN), Plaquette éditée par la Compagnie des CMN, La Chaux-de-Fonds 1990, pp. 19–25.

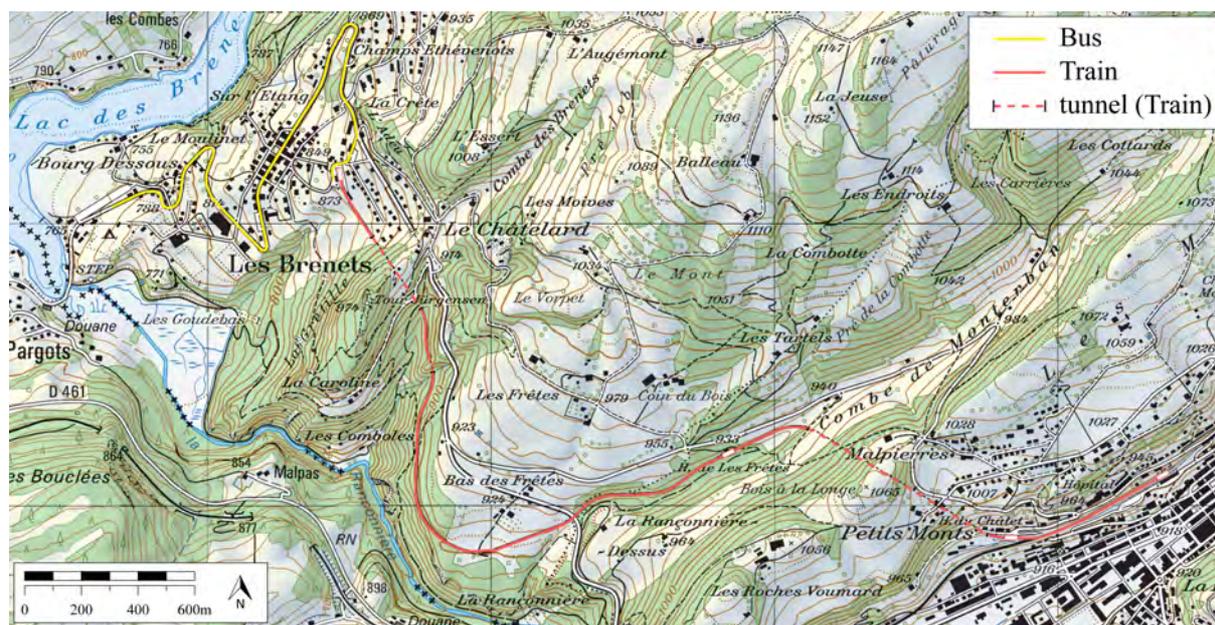


Fig. 2: Vue d'ensemble de la ligne ferroviaire et du bus³

2.3 Contexte en matière de transports

INFRASTRUCTURE ROUTIERE

Les Brenets sont reliés au Locle d'une part et à Villers-le-Lac d'autre part par la route cantonale RN169. Au Locle, un projet de contournement est devisé à quelque 460 millions de francs. Ce projet est gelé suite à la votation de novembre 2013 sur l'augmentation du prix de la vignette. L'objectif de l'augmentation de la vignette consiste à assurer le financement de différents projets routiers, dont le contournement du Locle (H20) et de La Chaux-de-Fonds (H18) (cf. Tab. 39).

Les flux routiers sont très intenses aux Brenets comme au Locle et provoquent quotidiennement des embouteillages importants dans toute la région. Ces flux, essentiellement transfrontaliers, trouvent leurs origines dans les déplacements entre domicile et lieu de travail. Il ne faut pas sous-estimer non plus les flux non transfrontaliers.

OFFRE DE TRANSPORTS PUBLICS ROUTIERS

Une ligne de bus interurbaine relie la gare des Brenets au parking dit le Pageot (Transports Urbains Les Brenets, TULB). Cette ligne est exploitée depuis 2009 par CarPostal et elle est financée conjointement par la Commune des Brenets et le Canton de Neuchâtel (RCNE). Son

³ Source de la carte: Office fédéral de topographie swisstopo, 2014.

objectif est d'offrir aux frontaliers la possibilité de laisser leur voiture dans un parking situé hors du centre du village, de façon à ne pas traverser celui-ci. La gare des Brenets offre des correspondances efficaces vers Le Locle. Ce service est gratuit.

INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE

La ligne métrique LL–LB relie la commune des Brenets à la ligne à voie normale Neuchâtel–Besançon, à la gare du Locle.⁴ La ligne compte 4,2 km dont environ 1 km de tunnels. Elle est entièrement électrifiée. Il n'existe aucune possibilité de croisement, si ce n'est à la gare terminus, aux Brenets. La ligne n'est pas équipée d'un système de sécurité. Par conséquent, un seul train peut y circuler à la fois. Deux automotrices et un wagon pilote sont en service sur la ligne.

OFFRE DE TRANSPORTS PUBLICS FERROVIAIRES

Les jours ouvrables, il y a 21 A/R cadencés. Le temps de parcours s'élève à 7 minutes. Les haltes intermédiaires sont des haltes à la demande. Le soir, en week-end, un service de bus est proposé aux noctambules entre Le Locle et Les Brenets. L'horaire comporte encore des lacunes l'après-midi et le soir.

OFFRE DE NAVIGATION SUR LE LAC DES BRENETS

Deux compagnies de navigation, une suisse et une française, interviennent sur le lac des Brenets. Mais seule la compagnie suisse dessert le port des Brenets. Celle-ci, la Compagnie de navigation sur le lac des Brenets (NLB), offre un service à vocation touristique sans remplir une fonction de transports publics (desserte des localités comptant au moins 100 habitants durant toute l'année).⁵ La desserte se fait principalement entre les ports des Brenets et du Saut-du-Doubs. Il n'y a pas de desserte de Villers-le-Lac. La compagnie de navigation française sur le lac des Brenets dessert uniquement les riverains français. Le service n'est assuré que pendant la période touristique, donc en été entre mai et octobre. La NLB offert à la demande un service de bus entre le port des Brenets et Col-des-Roches ou la gare des Brenets.

⁴ Voie normale = distance entre les rails de 1435 mm, voie métrique = distance entre les rails de 1000 mm.

⁵ RS 745.11, Ordonnance sur le transport de voyageurs (OTV), du 4 novembre 2009, état le 1^{er} juillet 2013, art. 5, al. 3.

PROBLEMATIQUE DES TRANSPORTS PUBLICS ET NOTAMMENT DE LA LIGNE FERROVIAIRE

Les problèmes de fond de la ligne ferroviaire Le Locle–Les Brenets peuvent être résumés en sept points:

- La ligne est isolée en raison de l'absence de liaison à une autre ligne métrique.
- Le matériel roulant est en fin de vie (à remplacer en 2015).
- Le matériel roulant n'est plus conforme à la législation (Loi sur l'égalité pour les handicapés [LHand] et Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics [OTHand]).^{6, 7}
- Les haltes et gares ne sont pas conformes aux exigences de la législation (Loi sur l'égalité pour les handicapés [LHand]).
- Le degré de couverture des coûts est inférieur à 30 % → Transfert vers la route possible.
- Absence de ligne de bus de ramassage de Villers-le-Lac vers la gare des Brenets.
- Faible fréquentation, mais potentiel pouvant être développé.

Le problème de la ligne Le Locle–Les Brenets réside dans l'adaptation du matériel roulant et de l'infrastructure aux exigences légales. Plus précisément aux exigences de la loi sur l'égalité pour les handicapés, qui exige un accès autonome aux transports publics. Par conséquent, il faut adapter le matériel roulant (achat de nouveau matériel roulant car l'adaptation du matériel existant n'est pas possible) et réaménager les haltes et gares (rehaussement des quais, adaptation des accès aux gares et haltes, création d'accès aux installations annexes). Le délai transitoire s'achève le 31 décembre 2023. Selon l'ordonnance sur l'indemnisation du trafic régional de voyageurs (OITRV), art. 19, al. 3, il faut un taux de couverture d'au moins 30 % pour que la Confédération participe aux investissements des infrastructures d'exploitation.⁸ Or la ligne ferroviaire Le Locle–Les Brenets n'atteint pas un taux de couverture de 30 %. Il faut donc chercher une alternative offrant un meilleur rapport coûts-bénéfice. Dans le cas concret, il s'agit du transfert vers la route.

⁶ RS 151.3, Loi fédérale sur l'élimination des inégalités frappant les personnes handicapées (Loi sur l'égalité pour les handicapés, LHand) du 13 décembre 2002, état le 1^{er} juillet 2013, art. 3, let. b.

⁷ RS 151.34, Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OTHand) du 12 novembre 2003, état le 1^{er} juillet 2010, art. 2.

⁸ RS 745.16, Ordonnance sur l'indemnisation du trafic régional de voyageurs (OITRV) du 11 novembre 2009, état le 1^{er} juillet 2013.

2.4 Les résultats escomptés de l'étude

Pour éviter le transfert du service ferroviaire vers la route, ce qui entraînerait une dégradation significative de la desserte de la commune des Brenets, on peut envisager de moderniser l'infrastructure ferroviaire en la transformant en voie normale. Cette idée permettrait à la ligne d'échapper au transfert vers la route pour les raisons suivantes:

- Utilisation de matériel roulant existant et adapté aux exigences de la législation (matériel roulant CFF ou TransN)
- Intégration du tronçon Le Locle–Les Brenets dans la ligne Le Locle–La Chaux-de-Fonds dont le taux de couverture est supérieur à 30 %
- Adaptation possible des haltes et gares de la ligne avec la mise à voie normale (adaptation de l'infrastructure dans la gare du Locle possible simultanément)

En outre, la modernisation de la ligne le passage à la voie normale présente les avantages supplémentaires suivants:

- Solution des problèmes de capacité de la gare du Locle en prolongeant un train sur deux vers Les Brenets (allègement de l'occupation des voies de la gare du Locle)
- En cas de la réalisation du RER neuchâtelois, avec une cadence de 30 minutes et plus entre La Chaux-de-Fonds et Le Locle, la gare du Col-des-Roches sera complètement surchargée par le prolongement de tous les trains vers cette gare; le prolongement d'un train sur deux vers Les Brenets permet d'éviter cette issue
- Utilisation du temps mort du matériel roulant en gare du Locle en prolongeant des trains vers Les Brenets

Le but principal de l'étude consiste à démontrer la faisabilité technique et financière de la mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets. Elle traite les points suivants:

- Faisabilité au niveau du tracé, avec des propositions en cas de problèmes
- Faisabilité au niveau des tunnels, avec l'extension au gabarit à voie normale
- Faisabilité au niveau des gares et haltes (gare du Locle exclue), en se basant sur la législation en vigueur
- Faisabilité au niveau des passages à niveau (PN), en se basant sur la législation en vigueur
- Calcul du coût global de la mise à voie normale de la ligne, en se basant sur les coûts des éléments structurants de l'opération (tunnels, gares, haltes, PN, système de sécurité, électrification etc.)

- Esquisse de l'offre dans le contexte d'un RER neuchâtelois, ligne de bus vers Villers-le-Lac incluse
- Potentiel de la ligne modernisée au niveau voyageur, potentiel touristique inclus
- Estimation approximative du coût d'exploitation de la ligne modernisée
- Proposition de financement du projet de modernisation de la ligne
- Impact possible de la modernisation de la ligne Le Locle–Les Brenets sur l'aménagement du territoire

Les résultats escomptés de l'étude doivent permettre à la commune des Brenets de prendre position face à sa propre population et aux autorités supérieures. L'étude doit fournir une vue d'ensemble à tous les acteurs concernés.

2.5 Structure de l'étude

Dans une première étape, nous traiterons ci-après de l'infrastructure avec tous les éléments permettant d'analyser la transformation de voie métrique en voie normale. La question à éclaircir est celle de la faisabilité technique du changement d'écartement, sans construction de nouveaux tronçons de ligne. Bref: peut-on utiliser le tracé existant, avec ses rayons de courbure et sa géométrie de voie, pour poser des rails en écartement normal?

La question de la faisabilité technique est suivie de la question du coût financier d'une telle transformation. L'objectif consiste ici à préciser et détailler le plus possible l'investissement nécessaire.

Le chapitre suivant sera consacré à la question du potentiel. Avec la mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets, des liaisons directes vers La Chaux-de-Fonds, Neuchâtel et Bienne seront réalisables. Quel est l'impact de la mise à voie normale sur la fréquentation de la ligne et quelles autres mesures seront nécessaires pour atteindre un niveau justifiant le maintien du projet proposé? Ce sera la question de fond posée dans ce chapitre.

De la question du potentiel découle celle du coût d'exploitation – une question cruciale, car ce sont les coûts d'exploitation qui décident du maintien d'un service, car ils interviennent tous les jours, contrairement aux coûts uniques d'investissement. Le chapitre consacré aux coûts d'exploitation permettra d'estimer les coûts probables d'une exploitation intégrée dans le réseau à voie normale.

Le dernier chapitre abordera la question de l'aménagement du territoire dans le contexte de la mise à voie normale de la ligne. Quelles sont les incidences pour la commune des Brenets, en termes d'aménagement du territoire, de la présence de ce nouvel axe de transports publics? Quelles seront les adaptations souhaitables au niveau de l'aménagement du territoire pour rendre plus judicieuse la modernisation complète de la ligne?

Cette étude sera clôturée par des conclusions et des recommandations à l'attention des autorités communales, de part et d'autre de la frontière, et cantonales, voire fédérales.

3 Faisabilité au niveau de l'infrastructure ferroviaire

Dans ce chapitre, il s'agit de démontrer la faisabilité technique de la mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets en traitant les éléments d'infrastructure suivants:

- Tracé de la ligne
- Extension du gabarit des tunnels
- Aménagement des haltes et gares (sans la gare du Locle)
- Aménagement des passages à niveau (PN)

Ce chapitre se termine par une vue d'ensemble des éléments d'infrastructure et une conclusion sur la faisabilité au niveau de l'infrastructure.

3.1 Tracé de la ligne

Nous tentons ici de prouver que le tracé existant à voie métrique peut être utilisé pour poser des voies à écartement normal.⁹ L'obstacle principal lors de la mise à voie normale d'une ligne à voie métrique réside dans les rayons de courbure. Malheureusement, TransN n'était pas en mesure de nous fournir la géométrie de la voie entre Le Locle et Les Brenets. Selon le tableau de parcours RADN de TransN, qui indique la vitesse commerciale sur la ligne, on y roule à une vitesse de 55 km/h.¹⁰ Cette vitesse correspond à un rayon de courbure minimal de 130 m. Toutefois, sur certains tronçons de la ligne, la vitesse autorisée est limitée à 45 km/h, ce qui correspond à un rayon de courbure de 90 m. Nous avons donc admis que les plus petits rayons de courbure de la ligne atteignent 90 m. La pente maximale sur la ligne LL–LB s'élève à 30 ‰. Cette pente ne représente pas un obstacle particulier, car la ligne Neuchâtel–La Chaux-de-Fonds comporte déjà une pente maximale de 31 ‰.¹¹ L'objectif principal consiste à maintenir le temps de parcours actuel, soit 7 min.

⁹ Cette section a été réalisée en collaboration avec Bernd BOPP, spécialiste des infrastructures métriques, cf. Bopp Bernd, Das Verhalten von lückenlos verschweissten Gleisen (LVG) in engen Radien der Meterspur, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Schriftenreihe 166, Zürich, Mai 2014.

¹⁰ TransN - cmn, R301.31 – RADN, du 1^{er} avril 2014.

¹¹ Wägli, Hans G., Le rail suisse en profil, Un guide de voyage technique, Avec traversées alpines et lignes périphériques à l'étranger, Distances, plans de voies, ouvrages d'art, projets, État au 1.1.2010, AS Verlag & Buchkonzept AG, Zurich 2010, p. 35.

Le tableau suivant reprend les indicateurs techniques de base pour définir le tracé de la ligne LL–LB comme ligne à voie normale. Ces indicateurs doivent être respectés pour la transformation de la ligne à voie normale.

Indicateur technique	Mesure
Vitesse commerciale minimale sur la ligne [km/h]	45
Rayon de courbure minimal [m]	150
Temps de parcours maximal [min]	7
Longueur de la ligne [m]	4'119

Tab. 2: Indicateurs techniques de base pour le tracé à voie normale

Nous avons fixé le rayon de courbure minimal à 150 m, car cela permet d'utiliser la ligne avec tous les véhicules, sans restrictions, ce qui représente un enjeu majeur.¹²

La carte suivante montre le profil de la ligne en l'état actuel (en rouge).

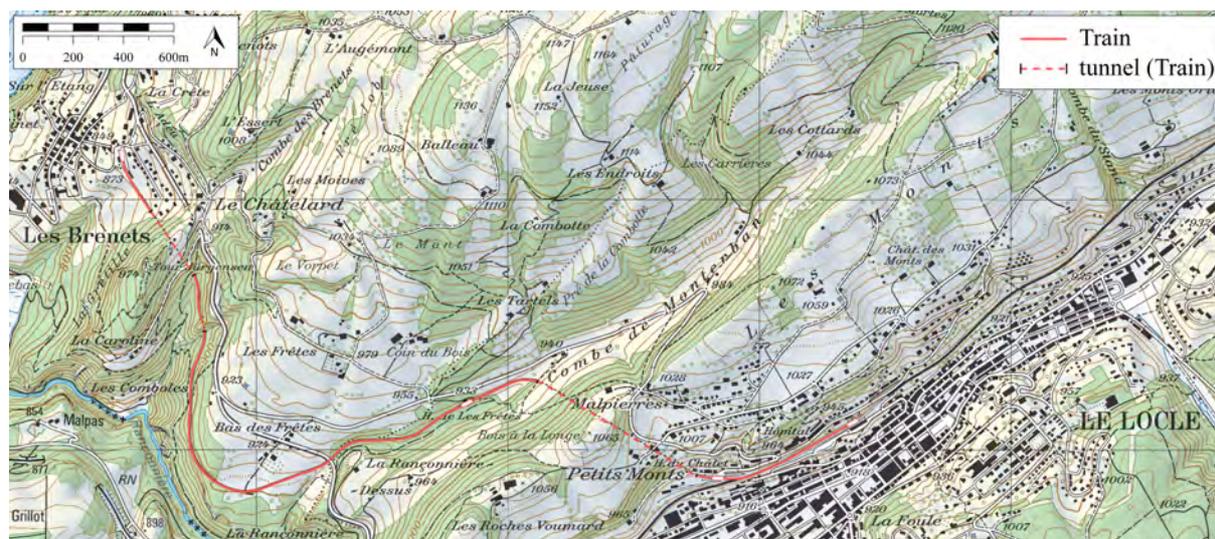


Fig. 3: Vue d'ensemble de la ligne¹³

Dans une première étape, nous avons analysé les rayons de courbure les plus critiques pour une mise à voie normale. Nous avons identifié huit endroits potentiellement critiques et les avons indiqués sur la carte suivante.

¹² UTP, D RTE 22040, Guide pratique de la voie ferrée, Écartement normal, Manuel, Berne 2009, p. 18.

¹³ Source de la carte: Office fédéral de topographie swisstopo, 2014.



Fig. 4: Rayons de courbure examinés

L'examen a révélé que les rayons de courbure 3 et 4, formant un S, sont les plus critiques. En l'absence de données techniques précises, nous avons estimé que ces courbes présentent un rayon de 90 à 130 m. L'endroit présente une difficulté supplémentaire avec le passage sous le pont routier de la RC 169, au PK 2.2. Le passage du pont est large de 5 m et long de 14 m. Il détermine la géométrie de la voie à cet endroit car l'objectif consiste à obtenir des rayons de courbure de 150 m et il faut un bref tronçon en ligne droite pour le passage sous le pont routier. La carte suivante montre l'état actuel du passage sous le pont routier.



Fig. 5: Rayons de courbure 3 et 4 avec le pont routier de la RC169

L'objectif de la mise à voie normale de la ligne consiste à obtenir des rayons de courbure de 150 m. Cela semble possible à première vue, car un espace suffisant est disponible sur place.



Fig. 6: Courbe n° 3



Fig. 7: Courbes n° 3 et n° 4

Pour avancer une conclusion plus définitive en ce qui concerne cette courbe en S avec des rayons minimaux de 150 m, il faut des données plus précises que celles dont nous disposons actuellement. Dans une prochaine étape du projet, il faudra confirmer la faisabilité de la rectification de la courbe en forme de S avec des rayons de courbure de 150 m. À ce stade, nous ne sommes pas en mesure de confirmer cette faisabilité.

Une autre courbe en forme de S se situe au niveau du petit tunnel de Rayat. Elle semble poser moins de problèmes, car elle est plus aisément rectifiable que la courbe passant sous le pont routier de la RC 169 – l'extension du profil du tunnel de Rayat permet en effet de corriger le tracé pour obtenir un rayon de courbure de 150 m pour la courbe n° 7. Néanmoins, là aussi, il faut des données plus précises pour déterminer définitivement la faisabilité du tracé.

Les autres rayons de courbure ne posent pas de problèmes particuliers pour la mise à voie normale de la ligne (cf. les cartes en annexe Fig. 59 à Fig. 64).

Sur la base des données à notre disposition, nous pouvons donc confirmer la faisabilité du tracé entre Le Locle et Les Brenets à l'exception des courbes n° 3, 4 et 7.

3.2 Extension des profils des tunnels

Les tunnels sont des ouvrages d'art clés dans le projet de mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets (LL–LB). Le profil longitudinal suivant montre les trois tunnels de la ligne, pour une longueur totale de 1056 m.

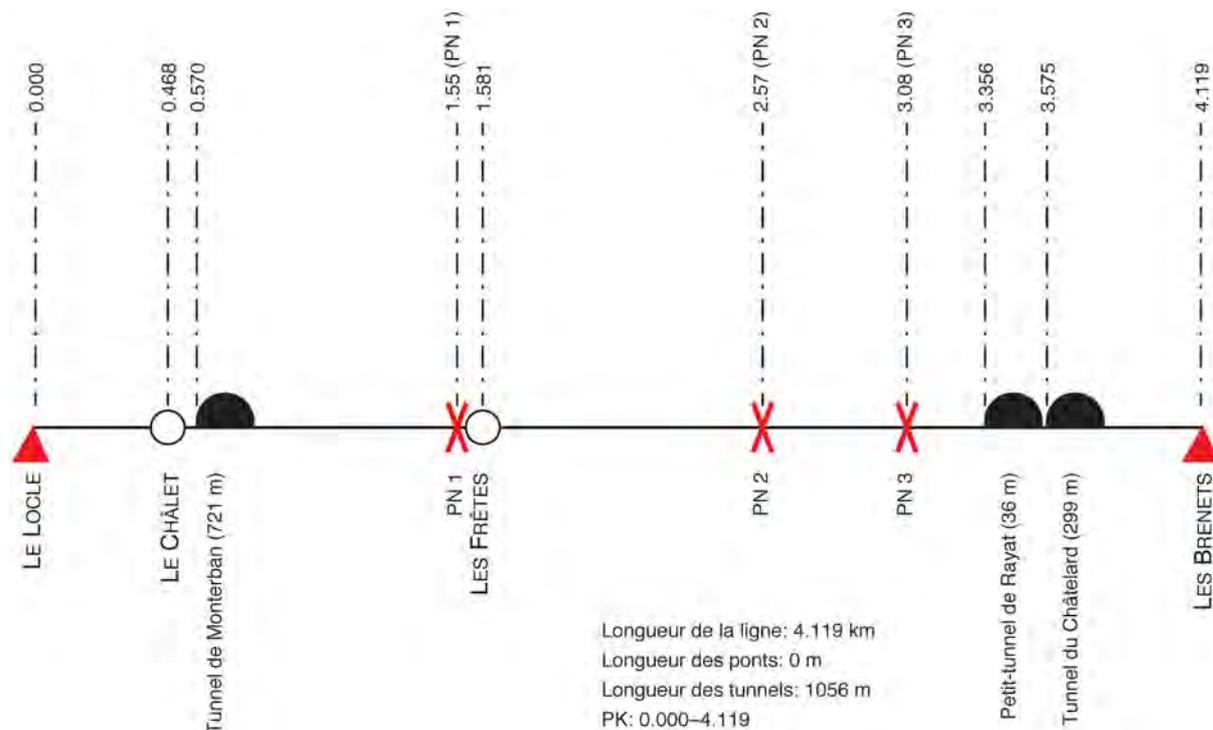


Fig. 8: Profil longitudinal de la ligne Le Locle–Les Brenets

Les tunnels n'ont plus été assainis à fond depuis l'électrification de la ligne en 1950. Comme ils ont été réalisés dans une roche calcaire (problème de drainage), ils nécessiteront tôt ou tard une rénovation totale. Dans le cadre de la mise à voie normale de la ligne LL–LB, la coupe transversale des tunnels pose le principal problème, car leur largeur et leur hauteur sont insuffisantes pour permettre le passage de véhicules et de la caténaire pour une ligne à voie normale. Les trois figures suivantes montrent la coupe transversale actuelle des trois tunnels.

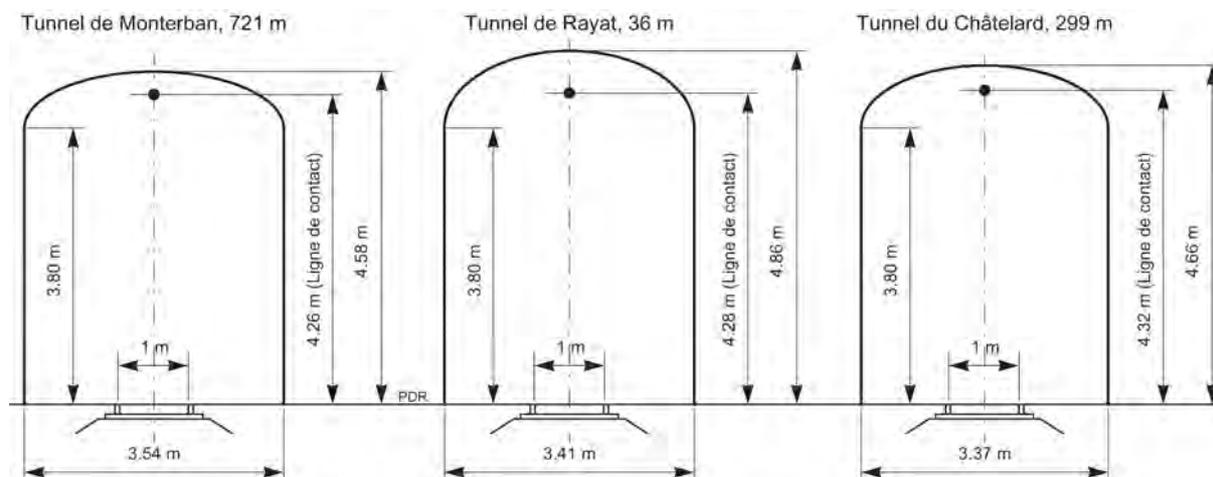


Fig. 9: Coupe transversale des tunnels de la ligne Le Locle–Les Brenets ¹⁴

Le tunnel de Monterban est équipé de 13 petites niches pouvant abriter une à deux personnes. Sinon le tunnel ne contient aucune installation. Même chose pour le tunnel du Châtelard, qui possède cinq niches pouvant abriter une à deux personnes. Le plus petit tunnel, celui de Rayat, n'a aucune installation.

Pour la mise à voie normale, le gabarit de véhicule à envisager est l'OCF 2. Celui-ci permet de rendre les tunnels également accessibles aux voitures à deux niveaux, et il est obligatoire pour toutes les nouvelles installations.¹⁵ Le profil d'espace libre des tunnels doit donc être adapté au gabarit OCF 2. Le profil d'espace libre est le contour de l'espace nécessaire au passage des véhicules et pour satisfaire aux différentes sujétions de l'exploitation.¹⁶ Il prévoit l'espace de sécurité indispensable. La figure suivante montre le profil d'espace libre pour l'OCF 2 et le profil du tunnel (coupe transversale). Elle émane du projet d'abaissement de l'assiette du tunnel de Wasserfluh, réalisé en 2012 sur la ligne Rapperswil–Wattwil–Herisau–Saint-Gall de la Schweizerische Südostbahn (SOB), pour faire circuler du matériel roulant de gabarit OCF 2.¹⁷ Nous disposons ici de dessins techniques avec des données détaillées. L'abaissement du radier et la reconstruction des pieds-droits avec l'installation d'une ligne de contact rigide étaient nécessaires pour gagner de la hauteur. Nous avons repris les indicateurs et les conditions techniques du tunnel de Wasserfluh pour l'adaptation des tunnels de la ligne LL–LB à la voie normale.

¹⁴ Les données techniques ont été transmises par M. Perrenoud, TransN, le 8 mai 2014 à La Chaux-de-Fonds.

¹⁵ UTP, R RTE 20012, Profil d'espace libre, Voie normale, Berne 2012, p. 24.

¹⁶ DETEC, Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF), état au 1^{er} juillet 2014, ad art. 18, Feuille n°: 1N, DE 18.1.1.

¹⁷ Fässler Günther, Wasserfluh-tunnel – Ein Nadelöhr wird erneuert, dans TEC21 Dossier, Erhaltung SOB-Strecke, avril 2012, pp. 28.

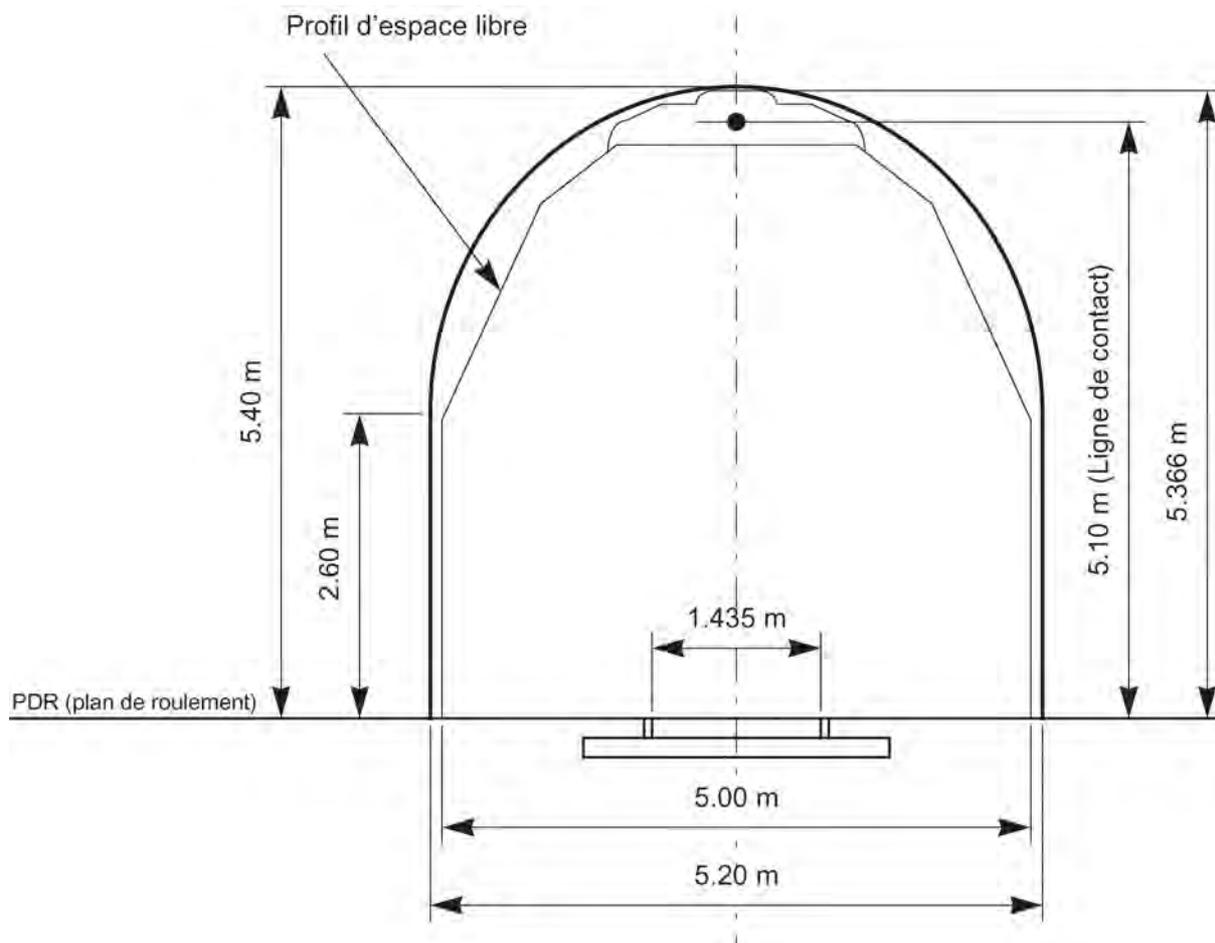


Fig. 10: Profil d'espace libre nécessaire pour l'OCF 2 et profil du tunnel

La comparaison de la coupe transversale des tunnels existants et de la coupe nécessaire au passage de véhicules de gabarit OCF 2 donne une idée des volumes de rocher à extraire et à évacuer. Cela permet ainsi de calculer le coût de l'agrandissement du profil des trois tunnels. La Fig. 9 montre les profils des tunnels existants et leurs différences (car le profil varie selon le tunnel). Pour simplifier, nous avons pris le tunnel de Monterban comme référence, car il est le plus long des trois. La figure suivante montre la différence de surface entre le tunnel de Monterban existant et le profil de tunnel à envisager avec la mise à voie normale de la ligne LL-LB.

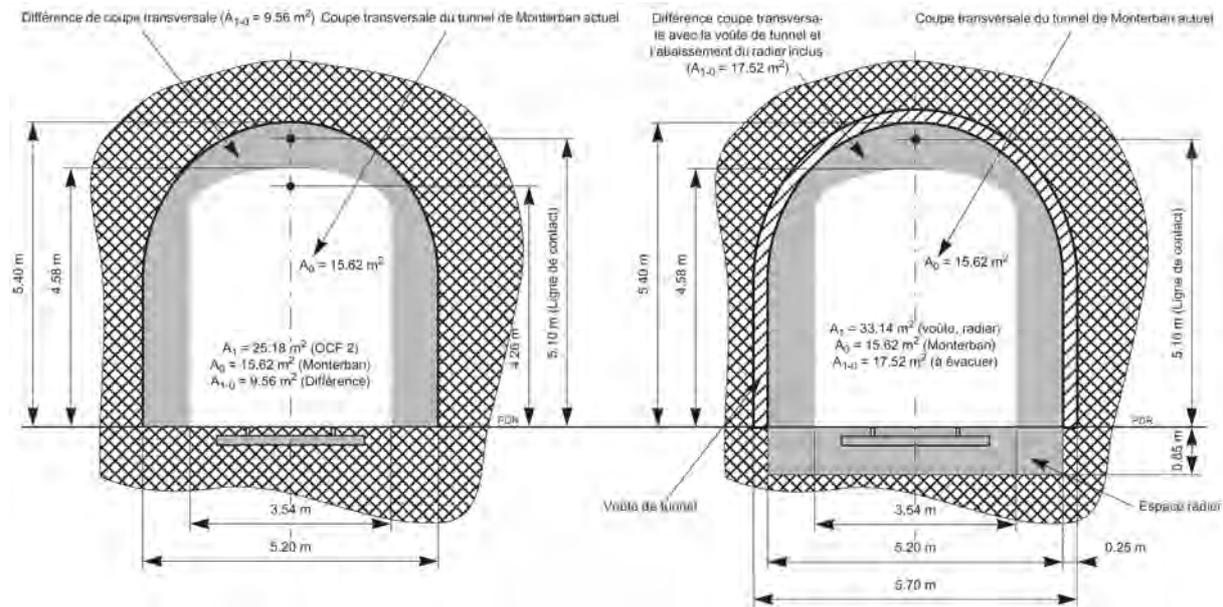


Fig. 11: Comparaison entre profil actuel et profil visé, volume à extraire

La première conclusion à tirer de la comparaison des profils est qu'il faut agrandir la circonférence du tunnel d'environ 1,10 m, soit environ 17,5 m² sur la coupe transversale. Nous avons calculé une voûte de tunnel d'une épaisseur de 25 cm. La surface et le matériel à évacuer augmentent donc considérablement. Le tableau suivant donne une vue d'ensemble du volume de roche à extraire de chacun des tunnels.

Tunnel	Longueur [m]	Volume à extraire [m ³]
Monterban	721	12'631
Rayat	36	631
Châtelard	299	5'238
Total	1'056	18'499

Tab. 3: Volume de roche à extraire des tunnels

En ce qui concerne l'extraction du volume de roche, plusieurs méthodes sont envisageables. La détermination de la technologie à utiliser pour agrandir le profil des trois tunnels n'entre pas dans le cadre de la présente étude. La décision sera prise à la suite d'un appel d'offres. Les images suivantes montrent des machines à attaque ponctuelle avec lesquelles on a déjà réalisé des travaux similaires à ceux envisagés pour la ligne LL–LB (cf. Fig. 65 à Fig. 67). Cette technologie présente l'avantage d'éviter l'utilisation d'explosifs pour le forage. C'est important, car des immeubles résidentiels se trouvent directement au-dessus du tunnel de Monterban.



Fig. 12: Machine à attaque ponctuelle envisageable pour l'augmentation du profil ¹⁸

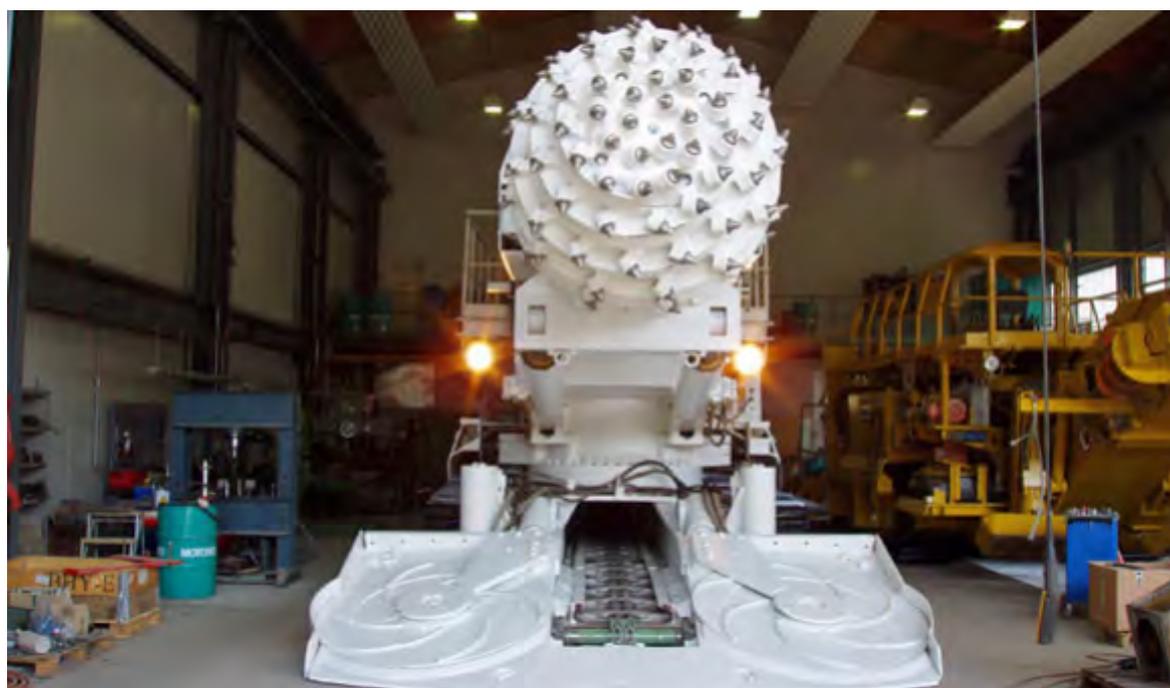


Fig. 13: Machine à attaque ponctuelle envisageable pour l'augmentation du profil ¹⁹

¹⁸ Eickhoff ET 250-Q de l'entreprise Rothpletz & Lienhard, <http://www.rothpletz.ch/tunnelbau/inventarservice> (consulté le 23 mai 2014).

¹⁹ Eickhoff ET 250-L de l'entreprise Rothpletz & Lienhard, <http://www.rothpletz.ch/tunnelbau/inventarservice> (consulté le 23 mai 2014).



Fig. 14: Augmentation du profil du tunnel de Bundesheimer (D) et d'un tunnel CFF^{20, 21}

Les équipements des tunnels doivent répondre à différentes exigences. Selon l'ordonnance sur les chemins de fer (OCF), les réglementations sur les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) priment sur les autres dispositions de l'OCF.²² Dans le domaine des tunnels, il faut observer la STI relative à «la sécurité dans les tunnels ferroviaires» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel et à grande vitesse.²³ Mais la STI sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires ne s'applique qu'aux tunnels d'une longueur supérieure à 1 km, sauf autre indication.²⁴ Les autres indications sont les tunnels successifs. S'il y a une distance de plus de 500 m à l'air libre entre deux tunnels de moins de 1000 m, ils ne sont pas considérés comme formant un seul tunnel. Cette règle est applicable sur la ligne LL–LB, car la distance entre le tunnel de Rayat et le tunnel du Châtelard n'atteint que 183 m. Il y a une clause

²⁰ Breuning V., Bauverfahren und –methoden sowie Erfahrungen und Projektbeispiele zur Sanierung und Erneuerung von Eisenbahntunneln, dans Tunnel, Offizielles Organ der STUVA, Sonderausgabe 2011, Sachstandsbericht 2011 «Sanierung von Eisenbahntunneln», p. 58, © photo DB – Eisenbahningenieur (55).

²¹ BAV, Bahn 2030, Methodik zur Ermittlung der Investitionsausgaben, Dokumentation der Arbeitsgruppe Kostenmethodik, Zürich 2013, photo de couverture.

²² RS 742.141.1, Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF), art. 15b, al. 3.

²³ Décision 2008/163/CE de la Commission du 20 décembre 2007 concernant la spécification technique d'interopérabilité relative à «la sécurité dans les tunnels ferroviaires» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel et à grande vitesse.

²⁴ Décision 2008/163/CE, op. cit., ch. 1.1.2.

d'exception dans ladite décision qui fait que deux tunnels successifs ne sont pas considérés comme formant un seul tunnel si un dispositif d'accès et de sortie vers un refuge dans la section à l'air libre est prévu. Cela est rendu théoriquement possible par la présence d'un chemin vers la rue du Châtelard, qui longe plus ou moins la voie ferrée. Mais même si on ne peut pas installer un refuge à la rue du Châtelard, les deux tunnels concernés ne mesurent que 518 m avec la partie à l'air libre. Par conséquent, les trois tunnels ne sont pas considérés comme tels selon la STI «sécurité tunnel». Mais la STI «sécurité tunnel» prévoit trois domaines applicables aux tunnels de moins de 1000 m. Il s'agit des cheminements d'évacuation, de l'éclairage de secours sur les voies d'évacuation et du balisage d'évacuation.

La spécification sur les CHEMINEMENTS D'EVACUATION s'applique à tous les tunnels de plus de 500 m.²⁵ Elle est donc applicable d'office pour le tunnel de Monterban (longueur 721 m). La question est plus délicate pour les tunnels de Rayat et du Châtelard. Pris isolément, ils ne sont pas concernés. Mais si on les considère comme un ensemble en raison de l'absence d'un refuge dans la section à l'air libre, la spécification sur les cheminements d'évacuation devient applicable, car ils comptent ensemble 518 m. Nous prenons cette hypothèse comme base de recherche, car il est possible qu'un refuge vers la rue du Châtelard ne soit pas réalisable (dénivelé trop important entre l'assiette ferroviaire et la rue). Selon la spécification, la largeur minimale du cheminement d'évacuation doit atteindre 75 cm et la hauteur de dégagement libre au-dessus du cheminement d'évacuation doit atteindre au moins 2,25 m. De plus, il faut installer une main courante à 1 m environ au-dessus du cheminement. Ces exigences sont reprises dans la réglementation suisse sur les mesures d'autosauvetage dans les tunnels (MAS), dont l'annexe B prévoit des exigences minimales, pour le chemin de fuite, qui sont supérieures à celles de la STI (cf. Fig. 15). La question cruciale est donc de savoir si les tunnels de la ligne LL–LB sont considérés comme des tunnels existants ou comme une nouvelle construction après adaptation au profil de la voie normale. À notre avis, il faut considérer les tunnels après l'adaptation du profil de tunnel à la voie normale comme une nouvelle construction, car aucun élément des anciens tunnels ne restera. Ainsi, les tunnels sont soumis aux réglementations et exigences pour de nouvelles constructions. La mise à voie normale de la ligne LL–LB n'est pas un simple aménagement de la ligne, il faut la considérer comme une nouvelle construction, et en tirer les conséquences.

²⁵ Décision 2008/163/CE, op. cit., ch. 4.2.2.7.

Ex. de tunnel à profil circulaire/en fer à cheval Ex. de tunnel à profil rectangulaire

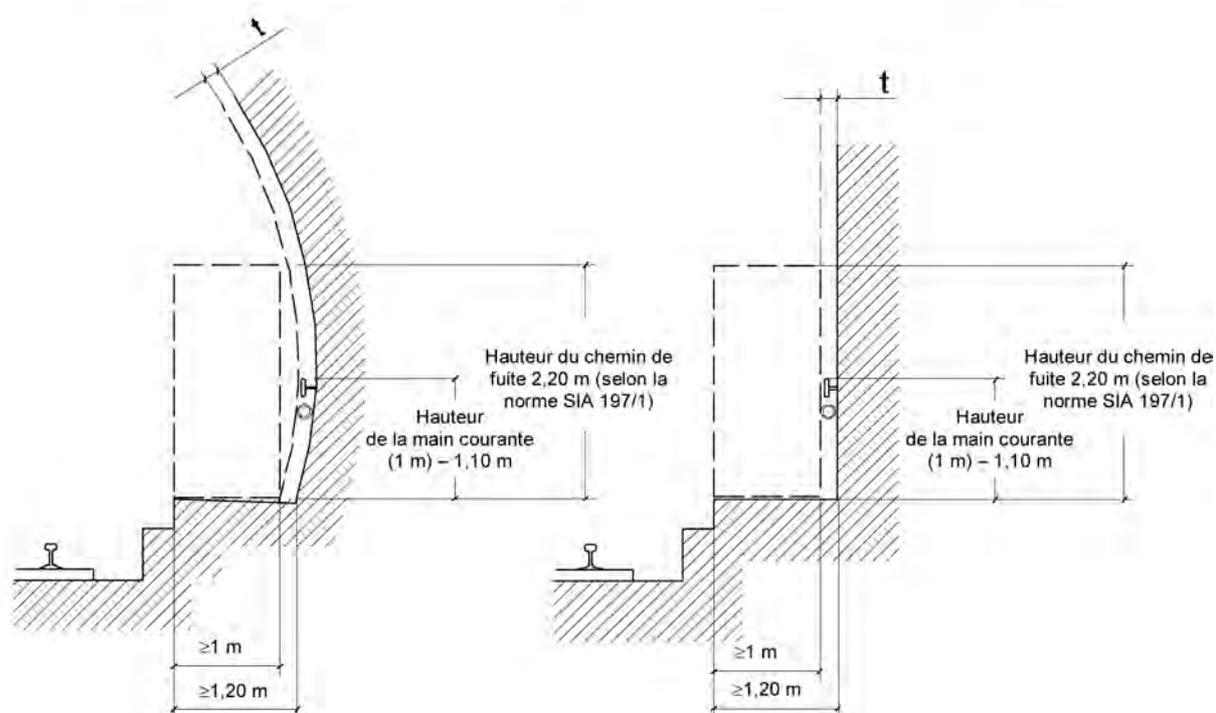


Fig. 15: Exigences en termes de chemin de fuite et de main courante²⁶

Autre spécification valable pour des tunnels de moins de 1000 m: L'ECLAIRAGE SUR LES VOIES D'EVACUATION où voies de fuite, selon la réglementation suisse. En parfaite cohérence avec la spécification sur les cheminements d'évacuation, elle est aussi applicable aux tunnels de plus de 500 m.²⁷ Elle exige un éclairage d'au moins 1 lux au niveau du chemin d'évacuation. La réglementation suisse va au-delà de cette exigence minimale.²⁸

Le dernier point applicable pour des tunnels de moins de 1000 m est le BALISAGE D'EVACUATION. Cette spécification s'applique déjà aux tunnels de plus de 100 m, donc à tous les tunnels situés entre Le Locle et Les Brenets. Selon cette réglementation, il faut installer des panneaux de balisage de l'évacuation à un intervalle minimal de 50 m sur les parois latérales du tunnel.²⁹ La réglementation suisse relative au marquage signalétique des chemins de

²⁶ CFF, Réglementation I-20036, Mesures d'autosauvetage dans les tunnels, Berne 2011, p. 24.

²⁷ Décision 2008/163/CE, op. cit., ch. 4.2.2.8.

²⁸ CFF, Réglementation I-20036, Mesures d'autosauvetage dans les tunnels, Berne 2011, pp. 11.

²⁹ Décision 2008/163/CE, op. cit., ch. 4.2.2.9.

fuite est beaucoup plus précise et détaillée.³⁰ Mais elle ne contient aucun élément imposant des contraintes techniques majeures.

Après cet examen de la législation européenne, nous revenons à la législation suisse et à ses exigences en termes d'équipement des tunnels ferroviaires. Comme nous considérons la mise à voie normale des tunnels de la ligne LL–LB comme une nouvelle construction, nous ignorons les différents rapports et mesures établis depuis 1999 sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires et leur assainissement.³¹ Outre la réglementation MAS, la seule source réglant les constructions de tunnels ferroviaires est l'OCF. Le seul article relatif aux tunnels exige des niches de protection pour le personnel à intervalles réguliers.³² Il faut souligner que ces niches sont destinées au personnel des chemins de fer et n'ont rien à voir avec les mesures d'autosauvetage (MAS), même si elles peuvent être utiles en cas d'accident.

Les dispositions d'exécution de l'art. 28 OCF se trouvent dans le DC-OCF ad art. 28.³³ Le ch. 1.1 stipule que les niches de protection sont à aménager à intervalle régulier de 50 m et que la première niche ne doit pas se situer à plus de 25 m du portail du tunnel. Le petit tunnel de Rayat, avec ses 36 m ne nécessite donc pas de niches. Il n'est est d'ailleurs pas non plus équipé actuellement. Les deux autres tunnels – de 721 et 299 m – ont en revanche déjà des niches. Le ch. 1.8 de l'ad art. 18 DE-OCF énumère les cas dans lesquels on peut renoncer à la construction de niches. Mais les raisons données sont très vagues et la marge d'appréciation semble très large. Il est donc raisonnable d'équiper les deux tunnels en question de niches selon la DC-OCF. L'impact sur le coût de la construction des tunnels est négligeable.

Il ne reste que de petites installations comme l'unité d'alarme avec signalisation de quittance d'alarme.³⁴ D'autres installations – téléphone de secours, système de surveillance vidéo – ne sont pas exigées. Les exigences de sécurité dans les tunnels ne génèrent donc pas d'obstacles techniques ou financiers importants.

³⁰ CFF, Réglementation I-20036, Mesures d'autosauvetage dans les tunnels, Berne 2011, pp. 9.

³¹ OFT, Sécurité dans les tunnels, Rapport final sur le plan de réalisation (phase 2, étape A), Berne 24 janvier 2005, p. 1.

³² RS 742.141.1, OCF, op. cit., art. 28, Tunnels et galeries.

³³ DETEC, Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF), état au 1^{er} juillet 2014, ad art. 18, Feuille n°: 1N, DE 18.

³⁴ CFF, Réglementation I-20036, Mesures d'autosauvetage dans les tunnels, Berne 2011, pp. 15.

3.3 Aménagement des haltes et gares

Outre l'élargissement des tunnels, il faut assurer l'aménagement des gares et haltes conformément à la loi sur l'égalité pour les handicapés [LHand]³⁵ et à l'ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics [OTHand].³⁶ La législation vise d'une part les véhicules des transports publics (TP) et d'autre part toutes les installations accessibles au public et mises à disposition par les entreprises de transports publics (quais, guichets, systèmes d'information, toilettes, etc.).³⁷ L'idée de base de la législation consiste à permettre aux personnes handicapées d'utiliser l'espace public et les transports publics «*de manière autonome*».³⁸ La notion d'autonomie est primordiale. Le délai d'adaptation des TP à ces exigences prend fin le 31 décembre 2023.³⁹

L'adaptation des véhicules circulant sur le tronçon Le Locle–Les Brenets ne se pose plus avec la mise à voie normale de la ligne, car les véhicules envisagés seront déjà adaptés aux exigences légales. Il n'est pas nécessaire d'acheter du nouveau matériel roulant pour l'exploitation de la ligne – on peut utiliser le matériel roulant en service actuellement sur le tronçon La Chaux-de-Fonds–Le Locle. C'est l'un des grands avantages de la mise à voie normale de la ligne LL–LB: aucun investissement dans le matériel roulant ne doit être consenti.

Il en va autrement pour l'accès aux véhicules, c'est-à-dire pour les installations des gares et haltes. Dans les lignes qui suivent, nous traiterons uniquement des gares et haltes des Brenets, des Frêtes et du Chalet. La gare du Locle sera exclue de nos considérations, car elle doit de toute manière être aménagée par les CFF, propriétaires du terrain et de l'assiette ferroviaire jusqu'à la halte du Chalet y compris, selon les plans cadastraux. Pour ces trois haltes, nous analyserons la faisabilité technique et tiendrons compte des résultats dans le chapitre 4 consacré aux coûts. Nous traiterons chaque halte isolément pour bien cerner la problématique au cas par cas. Nous nous concentrerons sur les quais, les toilettes et l'accès aux quais.

En ce qui concerne la longueur des quais, nous nous basons sur une exploitation avec un matériel roulant FLIRT d'une longueur de 75 m, ce qui détermine la longueur minimale des quais. Mais il est possible que la ligne soit également empruntée par d'autres matériels rou-

³⁵ RS 151.3, Loi fédérale sur l'égalité pour les handicapés (LHand) du 13 décembre 2002, état le 1^{er} juillet 2013, art. 3, let. b.

³⁶ RS 151.34, Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OTHand) du 12 novembre 2003, état le 1^{er} juillet 2010, art. 2.

³⁷ RS 151.34, OTHand, art. 2, al. 3.

³⁸ RS 151.34, OTHand, art. 3, al. 1.

³⁹ RS 151.3, LHand, art. 22, al. 1.

lants de longueur supérieure. Raison pour laquelle nous examinerons aussi la possibilité d'installer des quais de 100 m. Le tableau suivant donne une vue d'ensemble du matériel roulant régional utilisé en Suisse.

Type de matériel roulant	Longueur [m]
FLIRT à 4 éléments	75
GTW - rame articulée à deux éléments	40
GTW - rame articulée à trois éléments	55
DOMINO à trois caisses	75
DOMINO à quatre caisses	100

Tab. 4: Type et longueur du matériel roulant dans le trafic régional

LES BRENETS

L'actuel terminus de la ligne LL–LB, avec son bâtiment voyageur (BV), a une certaine importance. À part le BV, il comporte une remise (longueur 40 m) à deux voies pour le matériel roulant et des bâtiments annexes. Une seule voie, avec un quai d'environ 18 cm de hauteur, est utilisable pour l'embarquement et le débarquement des voyageurs. Le BV même comprend une salle d'attente avec un guichet hors service. Le distributeur de billets est installé dans le véhicule même. Une annexe du BV constitue une petite halle marchandises avec rampe de chargement. Les toilettes (hommes et femmes) se trouvent dans un petit bâtiment isolé, à quelques mètres du BV.

Avec la mise à voie normale de toute la ligne, les installations actuelles deviennent en principe caduques. Seuls pourraient être réutilisés le BV et le bâtiment des toilettes. À première vue, leur adaptation aux exigences légales en faveur des personnes handicapées ne pose pas de problèmes insurmontables. L'accès à la gare ne pose pas non plus de problèmes pour les personnes à mobilité réduite (PMR). Les travaux d'adaptation sont donc ici très modestes. Avec l'arrivée du matériel roulant à voie normale aux Brenets, il faudra au moins installer un distributeur de billets. D'autres systèmes d'information tels que l'affichage des arrivées des trains ou un téléphone d'appel d'urgence sont souhaitables, mais pas obligatoires.

La situation est très différente au niveau des installations techniques comme les voies ou les quais. Tout doit être refait, mais cela donne la possibilité de reconfigurer tout l'espace de la gare et ses abords. En principe, on peut remettre en question toutes les installations actuelles, y compris le BV. En cas de mise à voie normale de la ligne, nous préconisons de réaliser un concours d'architecte pour l'ensemble de l'espace de la gare. La commune des Brenets a ainsi une chance unique de repenser la configuration et la fonction du quartier de la gare. Par la

suite, nous nous concentrons uniquement sur l'installation des voies ferrées et des quais, afin de disposer d'une base de calcul pour le chapitre suivant.

La solution la plus simple est une voie unique avec un quai, sans autre installation. Ce serait bien sûr aussi la variante la plus économique car elle ne nécessiterait qu'un signal de départ. Mais les conséquences au niveau de l'exploitation seraient lourdes, car une telle installation ne permettrait pas de croiser en gare des Brenets (entrée et sortie successives de deux trains aux Brenets). C'est pourquoi nous déconseillons une installation aussi rudimentaire et recommandons une installation plus importante, permettant une exploitation plus souple de la ligne.



Fig. 16: Images de la gare des Brenets avec les différents bâtiments



Fig. 17: Situation actuelle avec la topologie des voies à la gare des Brenets⁴⁰

⁴⁰ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 3 juin 2014.



Fig. 18: Situation actuelle de la gare des Brenets avec les dimensions des installations ⁴¹

Nous proposons un terminus aux Brenets avec deux voies, pour accueillir deux trains FLIRT de 150 m, ce qui représente un certain standard dans le domaine des lignes ferroviaires régionales. Cette proposition permet de prolonger des rames en unité multiple (UM) jusqu'aux Brenets. Ce peut être le cas aux heures de pointe avec des trains arrivant de La Chaux-de-Fonds (LCF), Neuchâtel ou Bienne. On peut ainsi stationner une unité aux Brenets pendant les heures creuses et la deuxième voie reste libre pour la desserte. Cela permet d'assurer une exploitation efficace et économe de la ligne. Le seul problème est la desserte des haltes du Chalet et des Frêtes. Nous prévoyons ici un quai de 75 m, en cas d'utilisation des rames DOMINO de 100 m, vu le faible potentiel de ces deux haltes. En cas de circulation en FLIRT UM sur la ligne LL–LB, la deuxième rame sera fermée aux haltes du Chalet et des Frêtes (les portes restent fermées aux deux haltes, même si le train s'y arrête).

⁴¹ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 3 juin 2014.

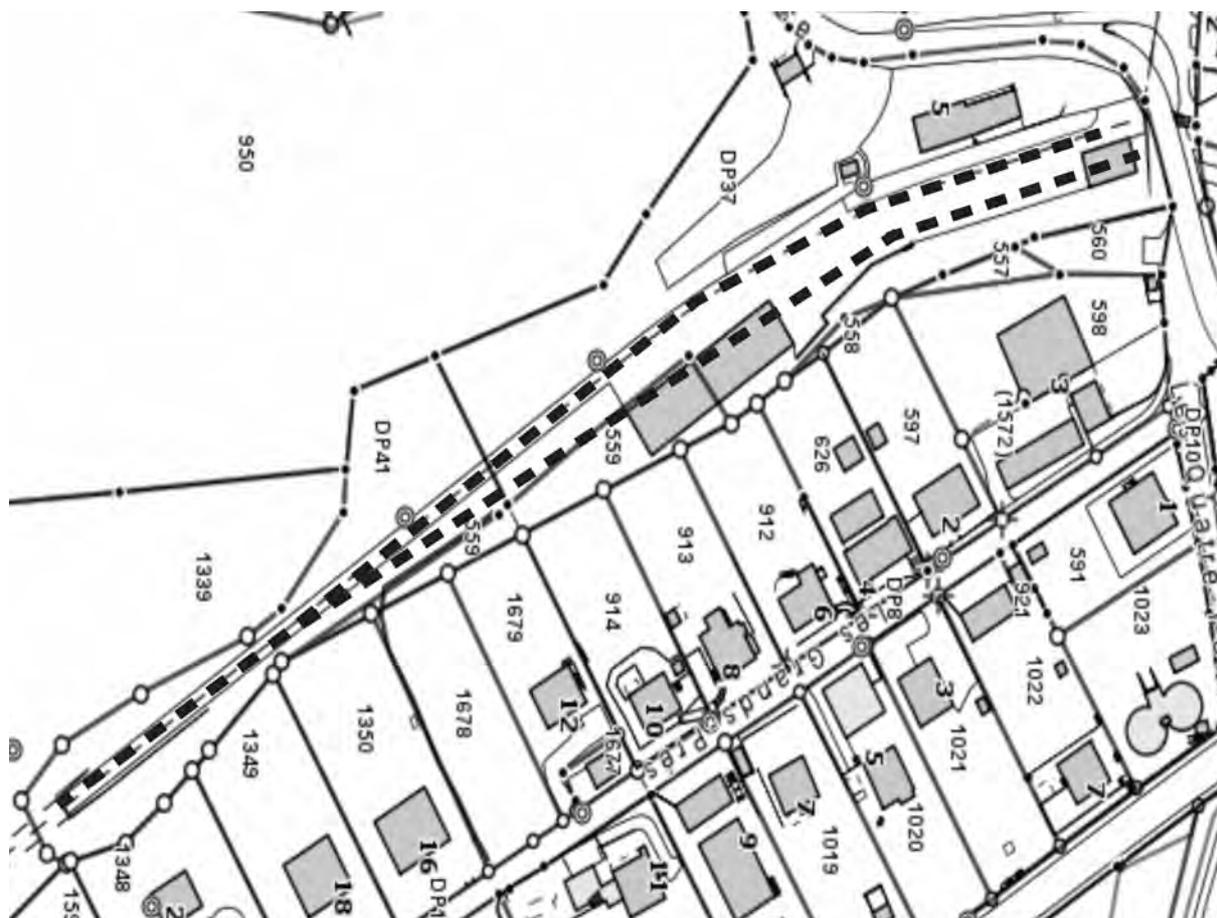


Fig. 19: Situation de la gare des Brenets avec deux voies de 150 m ⁴²

Au niveau des quais, la coupe transversale ci-après présente une possibilité d'aménager l'espace de la gare des Brenets. Évidemment, d'autres variantes sont possibles. Nous nous basons sur cette proposition pour le calcul des coûts, au chap. 4. Aucune mesure d'aménagement particulière (passage souterrain, ascenseur, rampes etc.) n'est nécessaire pour répondre aux exigences de la loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand) – on accède à la tête de la nouvelle gare, à la voie deux, sur le quai central, par une traversée. Cet aménagement a l'avantage de permettre un accès aux trains de la voie 1 (la voie principale servant au service ordinaire) depuis les deux côtés.

⁴² © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 3 juin 2014.

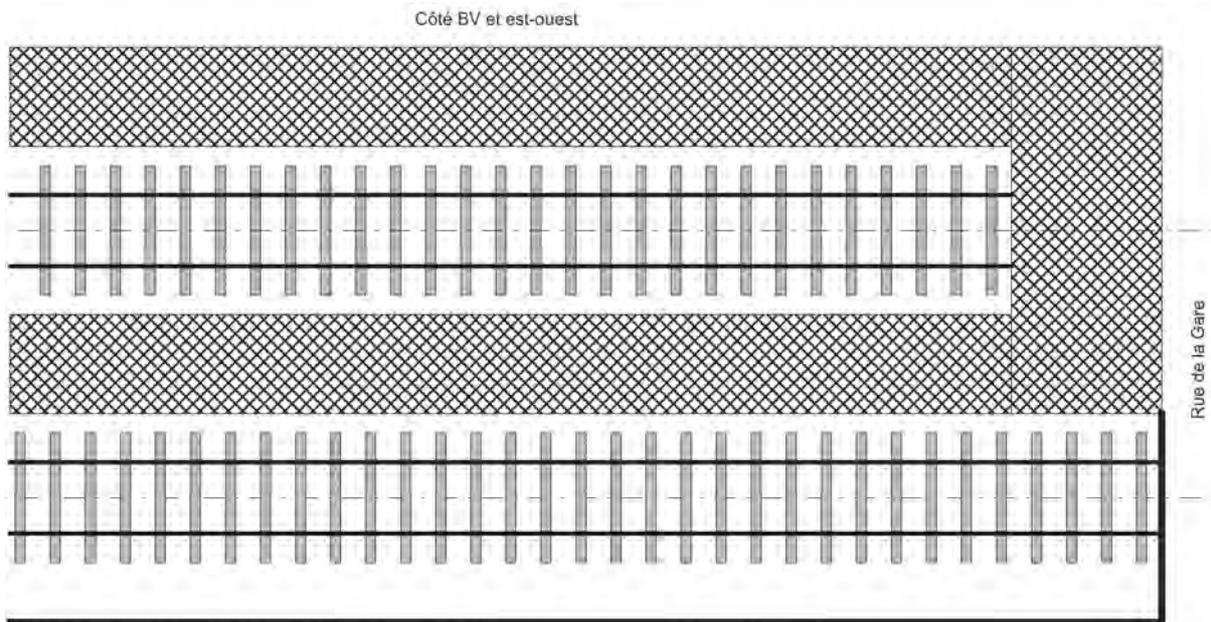


Fig. 20: Plan de niveau de la gare des Brenets, avec les deux voies

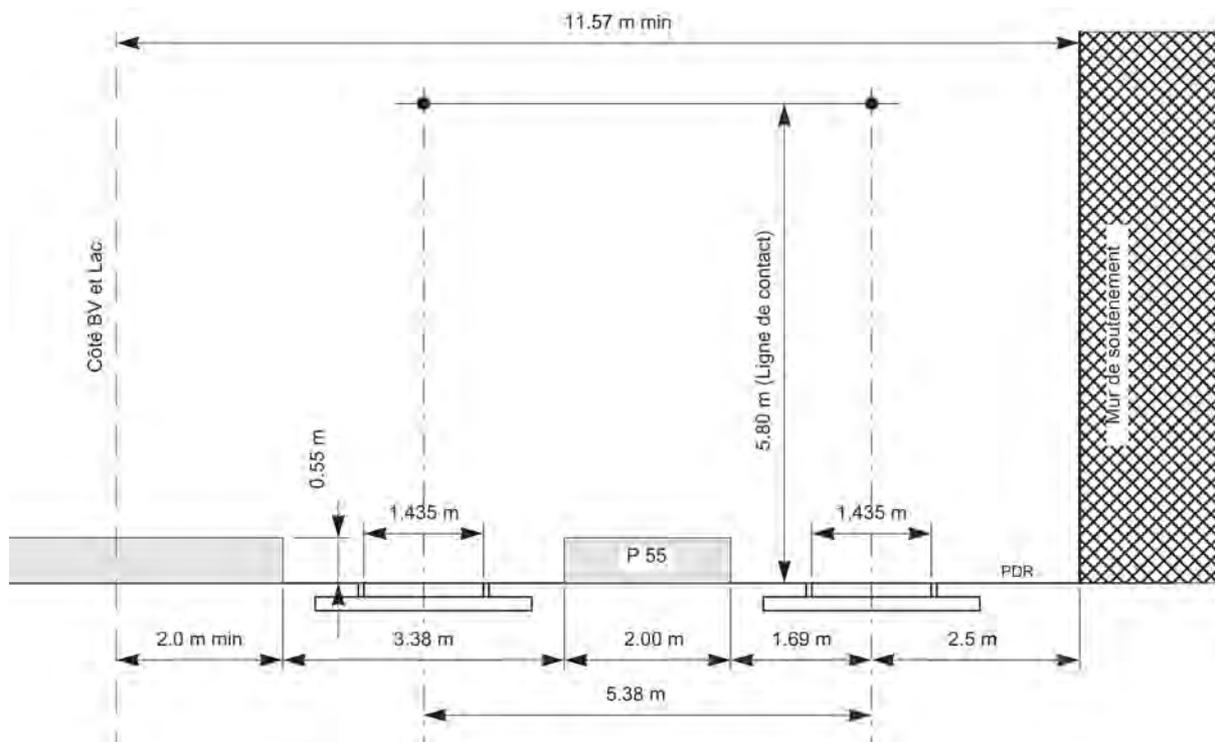


Fig. 21: Aménagement de la gare des Brenets, avec deux voies

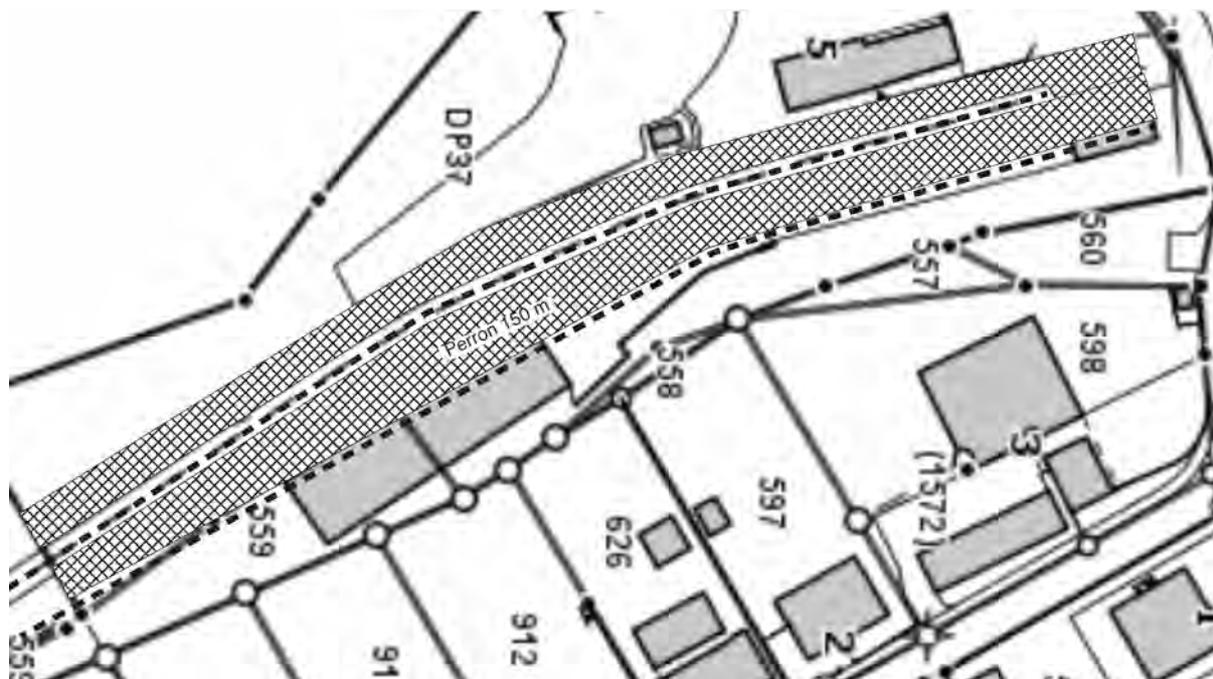


Fig. 22: Situation de la gare des Brenets, avec les deux voies et les quais ⁴³

En résumé, l'aménagement de la gare des Brenets ne pose pas de problèmes particuliers en liaison avec la mise à voie normale. Au contraire, la commune des Brenets dispose de multiples possibilités d'aménager l'espace de la gare pour en faire un véritable point de rencontre et une carte de visite pour la collectivité.

LES FRETES

La halte des Frêtes est une halte sur demande. Sa seule installation est un abri pour les voyageurs, avec un dispositif pour demander l'arrêt du train. Ce simple fait reflète l'absence de potentiel important autour de la halte. On ne compte que sept habitants dans un rayon de 300 m autour de la halte. Ce nombre passe à 55 habitants dans un rayon de 500 m et à 267 habitants dans un rayon de 1000 m (cf. chap. 5). La distance séparant la halte des Frêtes et le hameau du même nom est d'environ 600 m, avec une déclivité de 48 m, soit une pente moyenne de 12,5 %, donc assez raide. Ce fait est important pour les réflexions concernant les équipements permettant un accès autonome aux TP, sans obstacles pour les PMR.

⁴³ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 3 juin 2014.

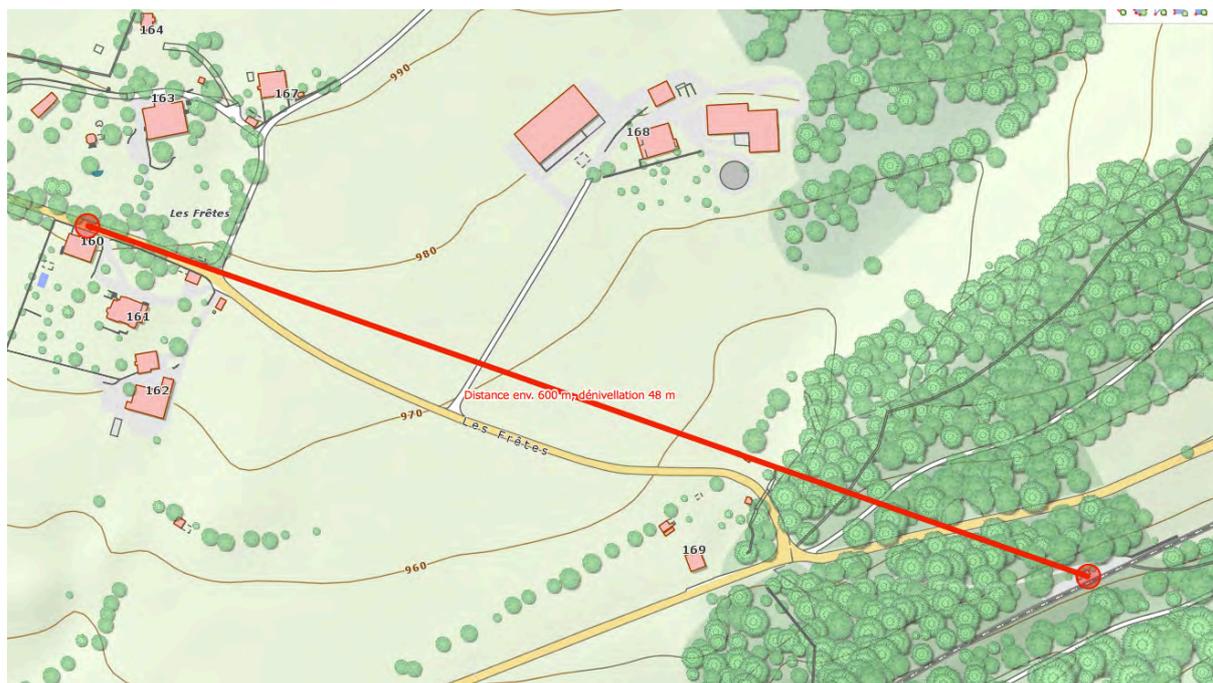


Fig. 23 Situation de la halte des Frêtes avec accès au hameau des Frêtes⁴⁴

Le changement d'écartement de la ligne ne modifie pas fondamentalement la configuration de la halte des Frêtes. Un déplacement de la halte ou des modifications prononcées de l'équipement ne s'imposent pas. Il faut toutefois remplacer la cabane actuelle. La seule installation qui peut poser problème est le quai, dont il faut d'abord fixer la longueur. Pour la gare des Brenets, nous avons proposé des quais de 150 m, une longueur standard dans le trafic régional en Suisse. C'est possible aussi à la halte des Frêtes.



Fig. 24: Situation de la halte des Frêtes

⁴⁴ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 5 juin 2014.



Fig. 25: Plan d'installation d'un quai à 150 m aux Frêtes ⁴⁵

Nous recommandons toutefois de renoncer à un quai de 150 m car le potentiel ne justifie pas une telle dépense. En effet, on ne trouve aucune installation, dans un rayon de 1000 m autour de la halte, qui pourrait engendrer un flux de voyageurs important, même en cas exceptionnel. Nous proposons donc de poser un quai de 75 m de longueur et de largeur minimale, soit 2,10 m. La longueur du quai actuel est de 54 m, pour une largeur de 4,50 m environ. Si la ligne devait être exploitée avec des rames DOMINO, la longueur minimale du quai passerait à 100 m.

⁴⁵ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 5 juin 2014.

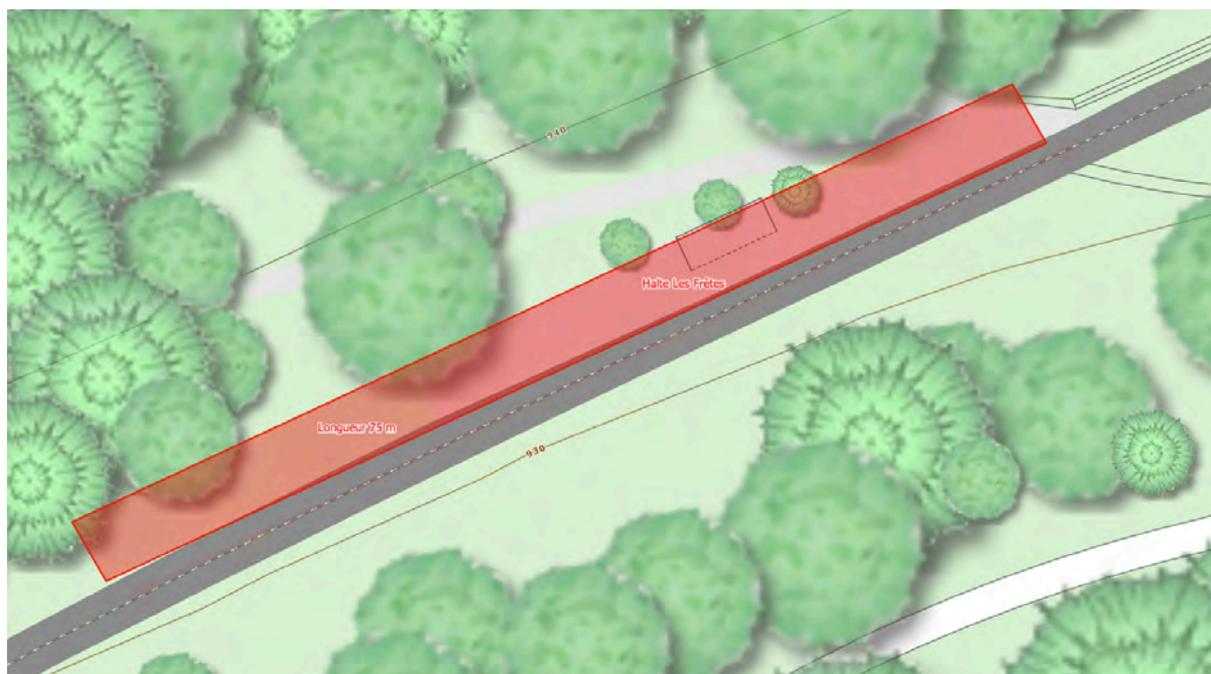


Fig. 26: Plan d'installation d'un quai de 75 m aux Frêtes ⁴⁶

Les plans montrent que l'installation d'un quai de 75 m et d'une largeur minimale de 2,10 m, selon les normes CFF, est possible dans le respect de la LHand.



Fig. 27: Illustration des installations standards pour le quai des Frêtes ⁴⁷

La question cruciale de la halte des Frêtes est l'accès à la halte pour les PMR. Nous avons déjà montré plus haut que le chemin menant à la halte est raide (pente moyenne de 12,5 % depuis le centre du village). La rue «Les Frêtes» est asphaltée et permet l'utilisation de chaises roulantes et de déambulateurs. La partie la plus problématique se situe entre la bifurcation rue Les Frêtes/La Combe-Monterban. Le chemin se transforme alors en sentier de promenade goudronné sur environ 175 m, avec une pente de 12 %. On peut se demander si le chemin

⁴⁶ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 5 juin 2014.

⁴⁷ Regelwerk SBB, Standard Perronanlagen, I-50129 Entwurf, gültig ab 01.05.2014, p. 19, fig. 5, 8 et 9.

goudronné, donc les 175 derniers m, devraient être aménagés de manière à pouvoir être emprunté par des personnes en chaise roulante.



Fig. 28: Chemin d'accès vers la halte des Frêtes

D'une manière générale, lors de l'élimination d'inégalités par des mesures d'aménagement en vue d'une utilisation autonome des TP par les PMR, il faut respecter le principe de proportionnalité.⁴⁸ L'art 11, al. 1, LHand définit qu'une inégalité est acceptable lorsqu'il y a disproportion entre l'avantage qui serait procuré aux PMR et, notamment, la dépense qui en résulterait ou l'atteinte qui serait portée à la sécurité du trafic ou de l'exploitation.⁴⁹ Le législateur cite également les critères suivants dont il faut tenir compte au cas par cas lors de la pesée des intérêts:

⁴⁸ OFT, Indications de l'OFT sur l'utilisation autonome des transports publics sans obstacles, Ittigen 2014, p. 1.

⁴⁹ OFT, Indications de l'OFT sur l'utilisation autonome des transports publics sans obstacles, Ittigen 2014, p. 2.

- Le nombre d'utilisateurs d'un arrêt (art. 6, al. 1, let. a, OHand; ⁵⁰ art. 15, al.1, let. b, OTHand). ⁵¹
- L'importance d'un arrêt pour les personnes handicapées (art. 6, al. 1, let. b, OHand; art. 15, al.1, let. c, OTHand).
- L'importance en général d'un arrêt en tant que point de correspondance avec d'autres moyens de transports publics (art. 15, al. 1, let. a, OTHand).

Voici un traitement point par point des critères énumérés par la législation:

- Le nombre d'utilisateurs d'un arrêt: le nombre d'utilisateurs et le potentiel de la halte des Frêtes sont très modestes. À notre connaissance, personne n'utilise une chaise roulante dans un rayon de 1000 m autour de la halte.
- L'importance d'un arrêt pour les personnes handicapées: aucune installation et aucun site des alentours de la halte n'est fréquenté régulièrement par des PMR.
- L'importance en général d'un arrêt en tant que point de correspondance avec d'autres moyens de transports publics: les CFF distinguent quatre catégories de gares. La catégorie 4 regroupe les plus petites gares, avec moins de 1500 voy./j. ⁵² La ligne n'accueille pas plus de 450 voy./j. dans l'ensemble, dont une partie seulement fréquente la halte des Frêtes. On estime qu'une quinzaine de voyageurs montent et descendent du train à la halte des Frêtes, par jour. De plus, la halte ne donne aucune correspondance à un autre moyen de transports publics.

La mise en conformité du chemin d'accès vers la halte des Frêtes violerait clairement le principe de proportionnalité. Un aménagement supplémentaire des accès vers la halte n'est donc pas nécessaire et ne fait pas partie du projet de mise à voie normale de la ligne LL–LB. Les travaux à réaliser dans ce cadre se limitent à la mise en conformité du quai, ce qui est faisable sans obstacle insurmontable.

LE CHALET

Comme la halte des Frêtes, Le Chalet est une halte sur demande, avec les installations correspondant à ce mode d'exploitation. Contrairement à la halte des Frêtes, on ne peut toutefois pas

⁵⁰ RS 151.31, Ordonnance sur l'égalité pour les handicapés (OHand) du 19 novembre 2003, état le 1^{er} juin 2010.

⁵¹ RS 151.34, Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OTHand) du 12 novembre 2003, état le 1^{er} juillet 2010.

⁵² Regelwerk SBB, Standard Perronanlagen, I-50129 Entwurf, gültig ab 01.05.2014, p. 26, annexe A.

en déduire que la halte du Chalet est d'une importance négligeable. En effet, elle se trouve déjà dans la zone urbaine du Locle, à environ 600 m de la gare du Locle.

La halte du Chalet donne correspondance à la ligne de bus TransN n° 341 Centre-Ville–Monts qui passe par la halte du Chalet (toutes les 20 min les jours ouvrables et sinon toutes les heures). Les correspondances entre le train et le bus sont assurées. Elles sont très pratiques pour se rendre au centre-ville du Locle et en revenir. C'est important, car la ligne de bus dessert des institutions majeures, comme l'Hôpital du Locle et le Centre Pédagogique «Les Billodes», qui engendrent des flux de trafic notables.^{53, 54}



Fig. 29: Vue d'ensemble des interconnexions à la halte du Chalet⁵⁵

Ces quelques indications sur la situation de la halte du Chalet donnent à penser que le bassin versant est important, au moins théoriquement. On dénombre 730 habitants et autant d'emplois dans un rayon de 300 m autour de la halte (cf. chap. 5). Le problème de la halte du Chalet est l'accessibilité. La halte ferroviaire et la halte du bus se situent dans une courbe en forme de U, avec une forte pente qui crée des conditions précaires pour les piétons, car il n'y a pas de trottoir – seulement des lignes jaunes. La pente atteint plus de 16 % entre le passage sous voie et la halte de bus via la halte ferroviaire du Chalet. L'emplacement n'est donc pas idéal pour les personnes sans handicap et il devient problématique pour les PMR.

⁵³ Hôpital neuchâtelois – Le Locle, Centre de Traitement et de réadaptation (CTR), <http://www.h-ne/hne-identite-locle>.

⁵⁴ Centre Pédagogique «Les Billodes», <http://www.billodes.ch/Accueil.htm>.

⁵⁵ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 6 juin 2014.



Fig. 30: Liaison entre la halte ferroviaire et la halte bus du Chalet ⁵⁶

À première vue, le changement d'écartement de la ligne ne modifie pas fondamentalement la configuration de la halte du Chalet. Un déplacement de la halte vers Le Locle n'est pas envisageable, car la distance entre la gare du Locle et la halte n'est que de 600 m, soit à la limite pour une exploitation ferroviaire. Un déplacement en direction des Brenets n'est pas possible non plus, car la halte se situe devant le portail du tunnel de Monterban.



Fig. 31: Situation d'accès de la halte du Chalet

Au niveau ferroviaire, la seule installation pouvant poser problème est le quai. La pose d'un quai de 120 m est possible. À la rigueur, on pourrait poser un quai de 150 m, en déplaçant ou supprimant une voie de garage de l'ASPFMN (Association pour la Sauvegarde du Patrimoine Ferroviaire des Montagnes Neuchâtelaises). Tout cela a bien sûr un certain coût. Mais la configuration de la halte et son potentiel théorique ne justifient pas ces dépenses. La configuration actuelle n'est pas modifiable à un coût raisonnable. Par conséquent, nous préconisons l'installation d'un quai de 75 m et calculons des coûts de la transformation de la ligne à voie normale sur cette base. Si l'on prévoit l'exploitation de la ligne avec des rames DOMINO, un quai de 100 m deviendra nécessaire. La chose est réalisable.

⁵⁶ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 6 juin 2014.

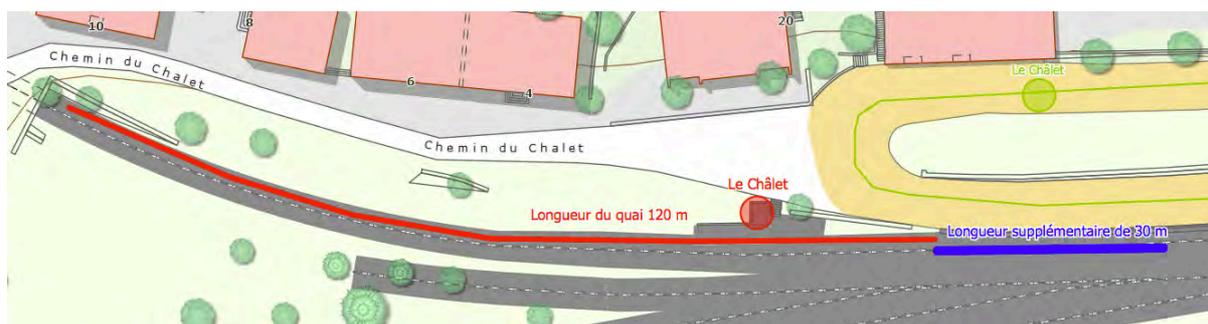


Fig. 32: Configurations possibles du quai de la halte du Chalet ⁵⁷

La longueur du quai actuel s'élève à peine à 20 m, pour 2,50 m de largeur. Il y a là de quoi stationner une seule motrice. Comme pour la halte des Frêtes, il faut appliquer les normes CFF et se conformer à la LHand, c'est-à-dire porter la longueur du quai à 75 m, pour une largeur minimale de 2,10 m.

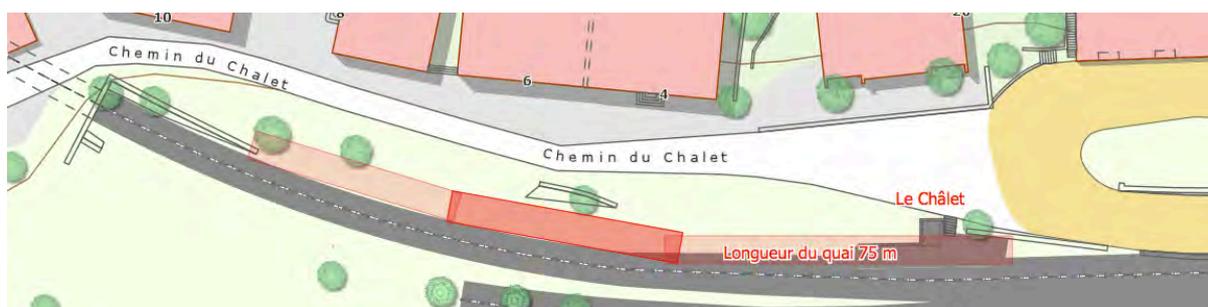


Fig. 33: Configuration du quai de 75 m de la halte du Chalet ⁵⁸

Le niveau de la halte et celui de la route (chemin du Chalet) présentent une différence de 1,40 m. Actuellement, cette différence est comblée par un escalier. Pour faciliter l'accès au quai, nous proposons de déplacer l'accès de quelques mètres vers la gare du Locle afin de minimiser la différence de niveau entre le quai et la route et de pouvoir remplacer l'escalier par une simple rampe. On obtient ainsi, au moins théoriquement, un accès sans obstacle pour les PMR, mais la configuration dans son ensemble de même que l'emplacement de la halte ne favorisent pas l'utilisation par les PMR.

Comme déjà mentionné, l'emplacement et l'environnement de la halte, au bord d'une route en forte pente et en forme de U, sans véritable trottoir, empêchent d'aménager la halte de manière à permettre l'utilisation autonome par des PMR. Néanmoins, nous réalisons ici la pesée des intérêts selon les critères de la législation:

⁵⁷ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 6 juin 2014.

⁵⁸ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 6 juin 2014.

- Le nombre d'utilisateurs d'un arrêt: le nombre d'utilisateurs est limité, de l'ordre d'une quarantaine d'utilisateurs dans les deux sens confondus. Le potentiel de la halte est important au seul niveau théorique.
- L'importance d'un arrêt pour les personnes handicapées: la présence tout proche de l'hôpital confère une certaine importance à la halte pour les PMR. La halte ferroviaire du Chalet est distante de l'hôpital d'environ 350 m. La pente a été calculée à environ 6,7 %. Vu l'absence de trottoir sur l'avenue de l'Hôpital, le chemin n'est pas approprié pour les PMR.
- L'importance en général d'un arrêt en tant que point de correspondance avec d'autres moyens de transports publics: Le Chalet est une halte de catégorie 4 selon la classification des CFF. Elle donne correspondance à la ligne de bus 341 Centre-Ville–Monts. Cette correspondance est intéressante pour aller directement au centre-ville du Locle sans passer par la gare CFF.

Nous voyons ici qu'un accès sans escalier à la halte ferroviaire du Chalet sera indispensable en cas de mise à voie normale de la ligne LL–LB, même si les PMR ne pourront pas emprunter la halte dans de bonnes conditions de sécurité. La halte est importante pour l'échange des voyageurs entre le bus et le train, pour atteindre aisément le centre-ville du Locle. L'aménagement de la halte ferroviaire du Chalet en vue d'une utilisation autonome par les PMR est possible sans violer le principe de proportionnalité. Mais il faut aussi réfléchir à une mise en conformité avec la législation LHand de la halte de bus du Chalet, parallèlement à la mise à voie normale de la ligne ferroviaire. Il est indiqué de coordonner l'aménagement de la halte ferroviaire et de la halte de bus du Chalet.



Fig. 34: Installations actuelles de la halte du Chalet

LE LOCLE

Comme indiqué au début du chapitre, la gare du Locle ne fait pas partie de cette étude, car son aménagement incombe aux CFF et doit intervenir dans un contexte plus large que celui du seul tronçon Le Locle–Les Brenets. Néanmoins, nous mentionnons par la suite les éléments techniques de cette gare, sans entrer dans les détails, ni proposer de calculs du coût de l'aménagement.

La gare du Locle est équipée de deux quais. Le quai 1, côté BV, a une longueur utilisable d'environ 230 m. La hauteur du quai (55 cm) ne correspond pas aux exigences de la LHand. L'accès au quai n'est pas non plus conforme à la législation en vigueur et doit être aménagé jusqu'au 31 décembre 2023. La situation technique du quai 2 est plus complexe, car celui-ci est partagé par les CFF sur 115 m et par le train à voie métrique vers Les Brenets sur 150 m. Il ne correspond pas non plus à la législation en vigueur en termes d'accès pour les PMR.

La mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets offre une opportunité de remanier la configuration de la gare du Locle. En changeant simplement l'écartement de la voie métrique sans modifier la topologie des voies, on obtient un quai 2 d'une longueur utilisable d'environ 320 m. Dès lors, le quai déterminant est le quai n° 1, avec 230 m. Cette longueur permet d'accueillir une rame ICN à la gare du Locle. La topologie des voies peut y revêtir plusieurs formes très différentes selon les besoins.



Fig. 35: Configuration possible de la gare du Locle après la mise à voie normale

Il faut insister ici sur une coordination étroite entre le projet de mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets et l'adaptation à la législation suisse sur l'utilisation autonome des TP.

3.4 Aménagement des passages à niveau

La sécurité des passages à niveau (PN) est devenue un enjeu central pour les compagnies de chemins de fer depuis la publication d'une liste des 190 PN les plus dangereux de Suisse.⁵⁹ L'assainissement de ces PN dangereux a été achevé fin 2010.⁶⁰ Mais l'adaptation de ces 190 installations n'a pas mis fin à la question des PN, car il reste quelque 1500 PN non conformes aux normes de sécurité et qui doivent être adaptés jusqu'à fin 2014.

Au niveau légal, les chemins de fer sont tenus d'empêcher que des personnes ou des biens soient exposés à des dangers.⁶¹ Le Conseil fédéral a rédigé une ordonnance sur les chemins de fer (OCF) qui prévoit à son art. 37 que les passages à niveau doivent, selon la charge de trafic et les risques, être supprimés ou munis de signaux ou d'installations permettant de les traverser en toute sécurité.⁶² Les PN qui ne satisfont pas aux exigences de l'OCF et de ses dispositions d'exécution doivent être supprimés ou adaptés jusqu'à fin 2014.⁶³ L'application de ces dispositions pose de nombreux problèmes pratiques, car la législation ne prévoit que très peu de dérogations possibles et affecte particulièrement les lignes régionales, avec un nombre élevé de PN peu utilisés. Il reste un grand nombre de PN dépourvus de toute signalisation, donc non conformes à la législation. Pour les mettre en conformité, il faut au moins placer des croix Saint-André. Cette mesure minimale n'est applicable que si la route ou le chemin qui croise la voie ferrée sert exclusivement à l'exploitation agricole (chemin agricole), si elle ne dessert pas de bien-fonds habité et si elle n'est ouverte qu'à un cercle limité de personnes.⁶⁴ C'est là le cadre légal applicable pour la ligne ferroviaire Le Locle–Les Brenets.

La ligne actuelle LL–LB ne compte que trois PN, que nous traitons ici un à un.

⁵⁹ OFT, Assainissement des passages à niveau dangereux : en finir avec les problèmes d'exécution!, dans *Traffic Swiss*, numéro spécial, décembre 2005, p. 2.

⁶⁰ Straumann Walter, TASK Force Niveauübergänge, Sanierung Bahnübergänge bis Ende 2014, Standbericht per 31. Dezember 2011, Bericht zuhanden der Departementsvorsteherin UVEK, p. 5.

⁶¹ RS 742.101, Loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF) du 20 décembre 1957, état le 14 janvier 2014, art. 19, al. 1.

⁶² RS 742.141.1, Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF) du 23 novembre 1983, état le 18 février 2014, art. 37.

⁶³ RS 742.141.1, Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF), op. cit., art. 37f, lit. 1.

⁶⁴ RS 742.141.1, Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF), op. cit., art. 37c, lit. 3, let. c.

PN 1, PK 1.55

Le premier PN (PN 1, PK 1.55) est tout proche de la halte des Frêtes. Il s'agit de la continuation du sentier forestier donnant accès à la halte et qui se dirige vers la route du Soleil-d'Or (Le Locle). Le PN 1 est équipé de croix Saint-André et de signaux «siffler». Ce PN est donc déjà équipé des installations minimales nécessaires selon la réglementation en vigueur. Mais cet équipement est-il suffisant pour remplir les exigences de sécurité? Le sentier a une longueur d'environ 720 m. Il descend légèrement sur 100 m puis remonte (16 %) vers une forêt. Il n'a aucune fonction de desserte du quartier situé de part et d'autre du chemin des Malpieres (voir carte ci-dessus). C'est un simple chemin forestier, peu utilisé par le public. Le quartier est desservi par la halte «Malpieres» de la ligne de bus 341. La fréquentation du sentier forestier est donc négligeable. À la halte des Frêtes, la visibilité du PN est bonne. De plus, le conducteur du train est particulièrement attentif, car il doit alors surveiller un signal indiquant s'il doit stopper le train à la halte toute proche. L'installation d'une croix Saint-André et de signaux «Siffler» semble donc suffisante en cas de mise à voie normale de la ligne LL–LB.

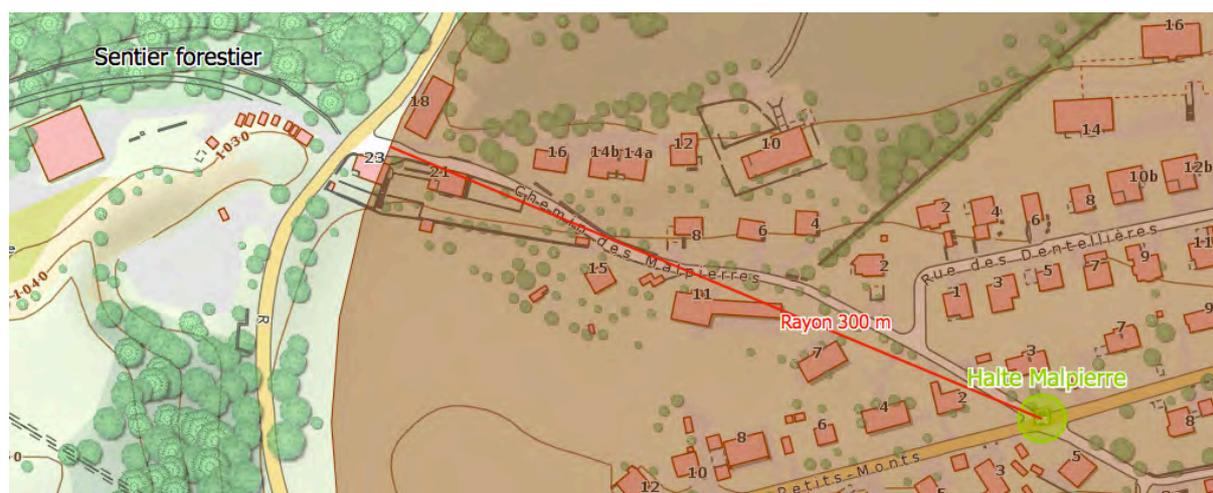


Fig. 36: Situation du quartier «Malpieres» avec le sentier forestier ⁶⁵

⁶⁵ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 7 juin 2014.



Fig. 37: Chemin forestier vers la halte des Frêtes

PN 2, PK 2.57

Le deuxième PN (PN 2, PK 2.57) se trouve entre la halte Les Frêtes et le petit tunnel de Rayat. C'est un PN privé d'un agriculteur qui donne accès à son terrain agricole, de l'autre côté de la voie ferrée (Ferme Feuz – La ferme aux cerfs).⁶⁶ Le PN 2 n'est pas accessible au public, il est barré. Il ne sert qu'au passage des bêtes vers un petit pré. Il est doté de croix de Saint-André et de signaux «siffler», donc l'équipement minimal. Cela permet de remplir les exigences du législateur si la visibilité est suffisante ou si les véhicules ferroviaires émettent des signaux d'avertissement appropriés lorsque la visibilité est temporairement insuffisante. Les conditions de visibilité sont décrites dans les dispositions d'exécution de l'OCF – de même que la pose de signaux «siffler» pour les cas où les conditions de visibilité sont temporairement insuffisantes (par ex. à cause du brouillard).⁶⁷

Les images suivantes montrent la situation actuelle du PN 2. Elles indiquent clairement que la visibilité est suffisante. Cette situation ne changera pas avec la mise à voie normale. Il suffit d'une confirmation que les installations de sécurité (IS) – ici la croix de Saint-André et le signal «siffler» – sont conformes aux prescriptions de la législation susmentionnée.⁶⁸ Ce sera chose faite dans le cadre de la Procédure d'approbation des plans (PAP), laquelle est obligatoire pour la mise à voie normale de la ligne LL–LB selon la Loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF).⁶⁹ Ce processus est valable pour tous les PN de la ligne LL–LB.

⁶⁶ Ferme Feuz, <http://www.ferme-feuz.ch>, consulté le 13 juillet 2014.

⁶⁷ Disposition d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF), état du 1^{er} juillet 2014, ad art. 37c, feuille n° 9 et 10.

⁶⁸ OFT, Guide, Démonstration de la sécurité, Installations de sécurité, Berne 1^{er} juillet 2011, p. 5.

⁶⁹ RS 742.101, Loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF) du 20 décembre 1957, op. cit., art. 18 et ss.



Fig. 38: Situation du PN 2 à la ferme Feuz

PN 3, PK 3.08

Le troisième PN (PN 3, PK 3.08) se situe environ 500 m avant le petit tunnel de Rayat et quelque 500 m après le PN 2. Le chemin qui croise la voie ferrée est un sentier forestier non asphalté et non carrossable. Celui-ci débute au bord de la route «Le Bas-des-Frêtes», descend (17 %) vers la ligne ferroviaire et la traverse après env. 200 m. De l'autre côté de la voie, il bifurque en forme de T, d'une part vers Les Brenets, d'autre part vers une petite usine électrique. Mais celle-ci n'est pas reliée au réseau routier par ce sentier forestier. Elle dispose d'un accès à la route «La Rançonnière» liée à la route cantonale «Rançonnière-Dessus» qui se dirige vers Le Col-des-Roches (RC 169). Le sentier forestier n'a donc aucune fonction de desserte de localité. L'utilisation du PN 3 est très rare. La visibilité du PN pour le conducteur du train est bonne, car il se trouve au milieu d'une ligne droite de 200 m. Actuellement, le PN 3 est équipé de croix de Saint-André et de signaux «siffler», donc le standard minimal. Compte tenu de la situation actuelle, cet équipement satisfera également les exigences en cas de mise à voie normale. Les conditions rencontrées au PN 3 ne justifient pas d'aller plus loin en termes d'équipement de sécurité.



Fig. 39: Situation du PN 3 avec le chemin forestier qui y accède

En ce qui concerne la vérification des PN, on peut conclure qu'un équipement minimal avec croix de Saint-André et signaux «siffler» est suffisant. Une suppression de ces trois PN ne s'impose pas, faute d'alternative. La fréquentation des trois PN est négligeable et la visibilité pour les conducteurs suffisante – des mesures supplémentaires ne sont pas indispensables.

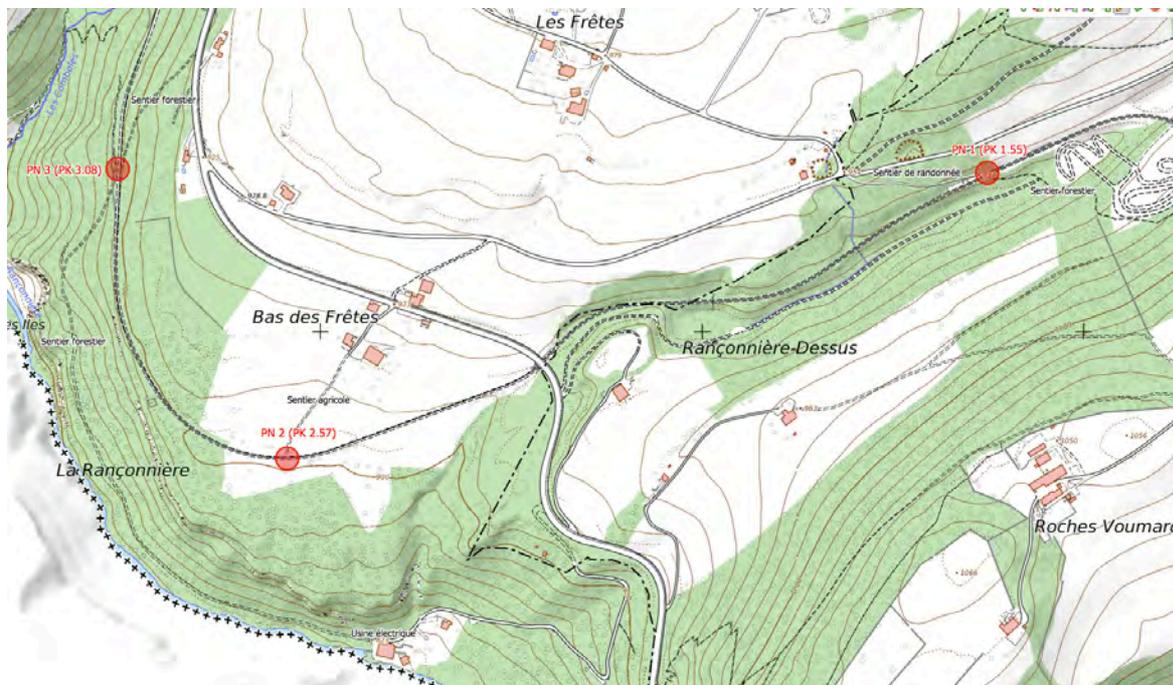


Fig. 40: Situation des trois PN sur la ligne ferroviaire avec les chemins d'accès⁷⁰

⁷⁰ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/cadastre>, consulté le 7 juin 2014.

3.5 Conclusions

La faisabilité de la mise à voie normale de l'infrastructure ferroviaire à voie métrique actuelle entre Le Locle et Les Brenets peut être globalement confirmée. Au niveau du tracé, deux endroits peuvent poser un problème. Il s'agit notamment de la courbe en forme de S qui passe sous le pont routier de la RC 169 (courbe n° 3 et 4). Les données disponibles ne permettent pas de déterminer avec certitude le tracé à voie normale avec un rayon de courbure minimale de 150 m à cet endroit. Même chose pour la deuxième courbe en forme de S qui se trouve au petit tunnel de Rayat, mais dans une moindre mesure. Une correction du tracé des courbes n° 6 et 7 semble moins problématique car l'extension du profil du petit tunnel de Rayat offre une certaine marge de manœuvre. Mais ici aussi, les données techniques à disposition ne permettent pas de formuler une réponse définitive.

En ce qui concerne l'extension du profil des trois tunnels de la ligne, nous avons calculé le volume à extraire en fonction du profil de tunnel à voie normale exigé par la législation. Nous considérons cette extension comme une construction nouvelle, qui doit remplir les exigences légales correspondantes. Cette application de la réglementation relative à la construction de nouveaux tunnels ferroviaires ne pose pas de problème particulier en raison de la longueur limitée des trois tunnels. La méthode et les moyens à utiliser seront établis à la suite de l'appel d'offres. Pour disposer malgré tout d'une certaine base de calcul des coûts, nous avons tablé sur une extraction à l'aide de machines à attaque ponctuelle en admettant une résistance à l'écrasement de la roche de 120 MPa.⁷¹ Ces machines ont notamment permis de percer divers tunnels de l'autoroute A16 Transjurane. Le volume de roche à extraire s'élève à environ 18 500 m³.

Le troisième volet infrastructurel concerne l'aménagement de la gare des Brenets et des deux haltes sur demande intermédiaires. Nous considérons ces travaux d'aménagement comme de nouvelles constructions, car la mise à voie normale de l'infrastructure ferroviaire rend les installations actuelles obsolètes. D'ailleurs, celles-ci ne remplissent pas les exigences légales en termes d'équipement pour les PMR. L'objectif de l'analyse consistait à définir l'installation des quais en fonction des normes en vigueur relatives aux PMR. Nous nous sommes basés sur une exploitation avec des rames FLIRT circulant en solo et seulement aux heures de pointe à UM. Cela donne une longueur de quai minimale de 75 m avec un régime d'exploitation aux heures de pointe prévoyant un embarquement uniquement dans la rame de tête. Cette restriction est justifiée et correspond à la situation réelle, vu la demande modeste aux haltes des Frêtes et du Chalet. Par contre, la gare des Brenets sera équipée de deux voies de 150 m. Si

⁷¹ MPa = Mégapascal, unité de contrainte et de pression.

l'OFT exige une longueur minimale de 100 m pour les haltes intermédiaires, ce qui correspond à une rame DOMINO à quatre caisses, ce serait réalisable aussi sans problèmes insurmontables.

En ce qui concerne les accès des PMR aux quais, la gare des Brenets et la halte du Chalet ne posent pas de problèmes particuliers. À la halte des Frêtes, l'accès est assuré par un sentier goudronné avec une pente trop raide pour les personnes en chaise roulante. Mais vu le potentiel de la halte et la topographie, il serait disproportionné d'exiger un chemin adapté pour ces personnes.

L'examen des trois PN indique qu'il n'est pas nécessaire d'exiger une installation plus sophistiquée. L'équipement actuel, avec des croix de Saint-André, est suffisant compte tenu du caractère des PN et des chemins d'accès non carrossables. Le PN 1 de la halte des Frêtes débouche sur un sentier de randonnée non goudronné rarement utilisé. Le PN 2 est privé, fermé à la circulation publique et sert d'accès à un petit champ pour la ferme Feuz, au Bas des Frêtes. Le troisième PN est en pleine forêt et semble très rarement utilisé. Le chemin d'accès est un simple sentier forestier.

Nous n'avons pas examiné en détail la question de l'électrification de la ligne, à part dans les tunnels, où la hauteur minimale de la ligne de contact est déterminante. La ligne de contact ne peut poser problème nulle part ailleurs. Le seul endroit critique est le fameux pont routier de la RC 169, avec la courbe en forme de S. Une visite sur place a permis d'établir que la hauteur du passage est d'au moins 6 m. L'électrification peut donc se faire sans obstacle.

Le thème de l'alimentation électrique a été complètement écarté de l'enquête. Le projet de modernisation du tronçon LCF–Neuchâtel et l'augmentation de l'offre sur la ligne rendront une nouvelle sous-station nécessaire. Il faut donc inclure l'alimentation du tronçon LL–LB dans le dimensionnement de cette sous-station et prévoir l'électrification du tronçon Col-des-Roches-Morteau selon le système suisse (cf. chap. suivant).

4 Coût de la mise à voie normale

Dans ce chapitre, nous tentons de calculer le plus précisément possible le coût de la mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets. Le calcul du coût d'un tel projet s'accompagne toujours de grandes incertitudes. Afin de les minimiser, nous nous basons sur les prix de projets réalisés en Suisse. Dans certains cas, nous devons nous référer à des travaux réalisés en Allemagne faute de données disponibles en Suisse ou en raison de l'absence de projet comparable dans le pays. Outre ces données provenant de projets réels, nous nous basons sur l'ouvrage de référence de notre collègue Patrick FRANK.⁷²

Le chapitre est structuré selon les éléments (d'infrastructure) suivants:

- Démantèlement de la ligne existante
- Éléments de ligne
- Éléments des gares et haltes
- Ouvrages d'art
- Trafic de remplacement
- Divers

Les critères de base de ces réflexions sont les suivantes:

- La ligne sera mise hors service pendant les travaux (période estivale, entre avril et septembre → 6 mois de travaux).
- La mise à voie normale de la ligne métrique sera considérée comme la construction d'une nouvelle ligne, même si ce n'est pas le cas au niveau juridique.
- Les adaptations et réaménagements en gare du Locle ne seront pas inclus dans le calcul des coûts, car ils relèvent du domaine CFF et seront pris en charge par le projet de mise en conformité à la LHand.
- La longueur de la ligne sera fixée à 4500 m, voies de garage incluses, bien que si la longueur réelle n'atteigne que 4119 m, gare du Locle incluse.

⁷² Frank Patrick, Methodik zur Effizienzbeurteilung der Kapazitätsnutzung und -entwicklung von Bahnnetzen, Schriftenreihe 163, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich 2013, pp. 99.

- Les installations de la gare des Brenets seront celles proposées à la section 3.3. Idem pour les haltes des Frêtes et du Chalet.
- La ligne sera électrifiée selon les normes CFF, avec le courant standard des lignes à voie normale (15 000 V/16,7 Hz). L'alimentation de la ligne sera assurée par une sous-station des CFF. Celle-ci doit être remplacée lors de la réalisation du projet TransRUN, car la capacité actuelle ne sera pas suffisante pour une exploitation plus importante. Il s'agit ici d'un autre projet qui doit être financé dans le cadre de l'aménagement de la ligne LCF–Neuchâtel. La sous-station actuelle est suffisamment performante pour alimenter la ligne LL–LB avec le niveau de trafic actuel.⁷³

Ces points forment le cadre global des sections suivantes.

4.1 Démantèlement de la ligne existante

La mise à voie normale de la ligne métrique passe par le démantèlement de l'infrastructure existante. Le calcul du démantèlement de la ligne comprend toutes les installations actuelles à l'exception de la structure des tunnels (voûte) et du bâtiment voyageur des Brenets, avec les toilettes. Toutes les autres installations seront démontées. Aucun montant n'est prévu pour la décontamination des sites – nous considérons que les surfaces des infrastructures ne sont pas polluées au sens où le sol est exempt de substances hautement toxiques, ceci en admettant que le ballast et sa couche inférieure subiront un traitement spécial, comme c'est la règle en cas de renouvellement profond de ligne ferroviaire. La ligne sera alors hors service, il ne faut donc pas prévoir de mesures de sécurisation particulières.

Le tableau suivant donne un aperçu des coûts du démantèlement de la ligne. Il est basé sur une liste de coûts de démantèlement d'infrastructures de transport utilisée en Allemagne, sur une étude de faisabilité commandée par la ville de Dietikon et sur la modernisation de la gare de Constance en Allemagne.^{74, 75, 76} Le cours € → CHF est fixé à 1.20.

Le coût total du démantèlement de la ligne existante s'élève à environ 3,5 millions de francs.

⁷³ Entretien téléphonique du 16 juillet 2014 avec M. Steffen SCHRANIL, CFF Infrastructure, Management de l'énergie de traction.

⁷⁴ Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MAL-BO), Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005, Band 20, Essen 2005, pp. 463–477.

⁷⁵ Stadt Dietikon, Ernst Basler+Partner, Zweckmässigkeits- und Machbarkeitsbeurteilung einer S-Bahnstation Dietikon-Silbern, Zürich, 17. Dezember 2008, p. A1-1.

⁷⁶ DB-Netz, Bahnhofsmmodernisierungsprogramm Baden-Württemberg – Bf Konstanz – Erläuterungsbericht, Vorplanungsheft, Karlsruhe, Juni 2011, Anlage 8, p. 1–6.

Éléments	Volume [m ³]	Prix [CHF/m ³]	Total
Superstructure			
Bâtiments:			
Remise aux Brenets	3000	–	–
Dépôt aux Brenets	385	–	–
Halte des Frêtes	53	–	–
Halte du Chalet	15	–	–
Sous-total bâtiments	3453	45	155'385
Éléments	[m ²]	Prix [CHF/m ²]	Total
Quais:			
Les Brenets	416	–	–
Halte des Frêtes	211	–	–
Halte du Chalet	71	–	–
Sous-total quais	698	42	29'316
Mur de soutènement	900	55	49'500
Installation voie:			
Aiguillage	6 pièces	2000	12'000
Voie, traverses, ballast et évacuation inclus	4500	325	1'462'500
Canal pour câble	4500	30	135'000
Caténaire avec ligne de contact et fondation	4500	215	967'500
Total superstructure			2'811'201

Tab. 5: Coûts du démantèlement de la superstructure

Éléments	mètre-courant	Prix [CHF/m]	Total
Infrastructure			
Couche inférieure, y compris évacuation incluses	4500	70	315'000
Drainage	4500	20	90'000
Total infrastructure			405'000
Total superstructure			2'811'201
Réserve de 10%			321'620
Coût total pour le démantèlement de la ligne LL-LB			3'537'821

Tab. 6: Coûts du démantèlement de l'infrastructure actuelle entre LL et LB

4.2 Éléments de ligne

La notion «éléments de ligne» recouvre les composants suivants:⁷⁷

- Superstructure
- Infrastructure
- Technique de sécurité et de gestion (TSG)

⁷⁷ Frank Patrick, op. cit., p. 102.

- Caténaire
- Télécommunication
- Aiguillages
- Signaux
- Passage à niveau (PN)

Le tableau suivant donne un aperçu des coûts par élément pour la construction d'une nouvelle ligne régionale.

Éléments	Coût [Euro] par kilomètre	CHF
Superstructure (rails, traverses, ballast)	350'000	–
Infrastructure (couche de fondation, couche de colmatage)	750'000	–
Technique de sécurité et de gestion (TSG) (câblage)	300'000	–
Caténaire (poteau, fondation, fil de contact)	200'000	–
Télécommunication (câblage GSM-R)	100'000	–
Total km	1'700'000	2'040'000
Aiguillages [CHF]	250'000	pièce
Signaux (signal d'arrêt=220'000; signal annonceur=80'000)	300'000	pièce
PN avec croix Saint-André [CHF]	15'000	pièce

Tab. 7: Structure des coûts pour les éléments de ligne

Ce tableau permet de calculer le coût total aisément, comme suit.

Éléments	Coût [CHF] par kilomètre	CHF
Superstructure, infrastructure, TSG, caténaire, télécommunications	2'040'000	9'180'000
Aiguillages (un aux Brenets, un au Locle)	250'000	500'000
Signaux (signal d'arrêt=220'000; signal annonceur=80'000)	300'000	–
Signaux pour les haltes des Frêtes et du Chalet		1'200'000
Signaux pour les gares des Brenets et du Locle		1'800'000
Croix Saint-André pour trois PN		45'000
Signaux total		3'045'000
Réserve de 10%		1'272'500
Coût total		13'997'500

Tab. 8: Coût total pour les éléments de ligne LL–LB

4.3 Éléments des gares et haltes

La notion «éléments des gares et haltes» désigne les composants suivants:⁷⁸

- Quai
- Toit de quai
- Éclairage de quai
- Équipement de quai

Le tableau suivant donne un aperçu des coûts par élément pour la construction d'un nouveau quai sur une ligne régionale.

Éléments	Coût [CHF]	Unité
Quai (P 55) avec marquage de ligne sécurité tactilo-visuelle	900	m-quai
Toit de quai (pour les Brenets avec 75x2m=150m ²)	720	m ² -quai
Éclairage de quai	200	m-quai
Équipement de quai (abri avec banquette)	75'000	pièce

Tab. 9: Structure des coûts pour les éléments des gares et haltes

Ce tableau permet de calculer le coût des travaux dans les trois gares et haltes de la ligne.

Éléments	Coût [CHF]	CHF
Quai (P 55) aux Brenets (2x150m)	900	270'000
Toit de quai (pour les Brenets avec 75x2m=150m ²)	720	108'000
Éclairage de quai des Brenets (2x150m)	200	60'000
Coût total de la gare des Brenets		438'000
Quai (P 55) aux Frêtes (150m)	900	135'000
Éclairage de quai des Frêtes (150m)	200	30'000
Équipement de quai (abri avec banquette)	75'000	75'000
Coût total de la halte des Frêtes		240'000
Quai (P 55) du Chalet (150m)	900	135'000
Éclairage de quai du Chalet (150m)	200	30'000
Équipement de quai (abri avec banquette)	75'000	75'000
Coût total de la halte du Chalet		240'000
Réserve de 10%		91'800
Coût total des gares et haltes sur la ligne Le Locle–Les Brenets		1'009'800

Tab. 10: Coût de la construction des gares et haltes sur la ligne Le Locle–Les Brenets

⁷⁸ Frank Patrick, op. cit., p. 102.

4.4 Ouvrages d'art

La notion d'ouvrage d'art désigne ici les ouvrages classiques comme les tunnels, ponts, passages souterrains, accès aux quais, murs antibruit et de soutènement.⁷⁹

En termes d'ouvrages d'art, la ligne LL–LB ne comporte que des murs de soutènement et des tunnels. Nous excluons le pont de la rue de la Côte, au Locle, car il s'agit d'un pont CFF utilisé conjointement avec la ligne Le Locle–Morteau. Cet ouvrage d'art collectif est co-utilisé par la ligne LL–LB, mais il reste la responsabilité et la propriété des CFF.⁸⁰ La configuration de ce pont ne change pas avec la mise à voie normale de la ligne LL–LB. La largeur de 12 m offre suffisamment d'espace pour trois voies. Nous ne prévoyons donc aucun frais pour sa rénovation. Si une rénovation de ce pont s'impose, sans être directement liée à la mise à voie normale de la ligne LL–LB, elle doit être financée par un autre crédit et ne saurait être mise à la charge de la mise à voie normale de la ligne. Évidemment, rénover le pont à cette occasion permettrait d'exploiter certaines synergies. Ce serait une chance à saisir pour les CFF, car la ligne sera alors hors service.



Fig. 41: Pont ferroviaire qui surplombe la rue de la Côte

Quant aux murs antibruit, nous considérons que le changement d'écartement ne change pas la donne. La ligne n'accueillera aucun trafic marchandises régulier et même une certaine augmentation de la fréquence de la desserte de la ligne n'accroîtra pas la charge sonore. Au contraire, cet impact diminuera avec une infrastructure neuve et un matériel roulant moderne. L'installation de murs antibruit est donc inutile.

⁷⁹ Frank Patrick, *op. cit.*, p. 109.

⁸⁰ Selon le plan cadastral, le bien-fonds n° 9573, qui couvre ledit pont, est inscrit comme propriété CFF, la halte du Chalet y compris, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 13 juillet 2014.

En ce qui concerne les murs de soutènement, nous avons calculé grossièrement la longueur des murs actuels le long de la ligne à l'aide du plan cadastral.⁸¹ Nous avons ainsi obtenu une longueur totale de 589 m, que nous avons arrondi à 600 m. Nous avons estimé la hauteur de ces murs de soutènement à 1,50 m en moyenne. En cas de mise à voie normale de la ligne, le tracé de la ligne oblige à refaire tous les murs de soutènement afin d'être tranquille pour les 80 ans à venir. Le tableau suivant montre l'estimation des coûts.

Éléments	Coût par m ² [CHF]	CHF
Mur de soutènement (600x1.5m)	1200	1'080'000
Réserve de 10%		108'000
Coût total des murs de soutènement de la ligne Le Locle–Les Brenets		1'188'000

Tab. 11: Coûts des murs de soutènement sur la ligne Le Locle–Les Brenets

Comme déjà décrit à la section 3.4, l'emplacement et l'aménagement des gares et haltes ne nécessitent pas la construction de passages souterrains ou d'accès aux quais particuliers. Pour l'accès au quai de la halte des Frêtes, un aménagement du sentier serait souhaitable. Comme le chemin se trouve sur le sol communal, ces travaux seront à la charge de la commune concernée. Le coût de l'aménagement de ce sentier d'environ 175 m sera très faible, car il suffit de l'aplanir et de le goudronner. Sinon, il n'y a aucun accès particulier aux gares et haltes de la ligne LL–LB, toujours à l'exception de la gare du Locle qui se trouve sur le domaine des CFF.

Reste le gros dossier des tunnels. C'est l'objet central du projet de mise à voie normale de la ligne et aussi celui dont il est le plus difficile de budgéter la transformation. Nous avons déjà traité le cas des trois tunnels et l'extension de leur profil à la section 3.2, qui constitue la base des calculs suivants. La difficulté vient ici du fait qu'il n'existe aucun projet similaire pouvant servir de référence. Les extensions des profils de la ligne du Saint-Gothard pour le corridor 4 m ne sont guère comparables, car les parois et les plafonds des tunnels seront adaptés mais pas reconstruits.⁸² Une autre mesure utilisée dans le cas du corridor 4 m du St-Gothard est l'abaissement du radier (assiette ferroviaire) afin de gagner en hauteur.

⁸¹ Plan cadastral sur le site internet <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 10 juin 2014.

⁸² CFF SA, Plus de marchandises sur le rail, Aménagement d'un corridor 4 m sur l'axe du St-Gothard, Berne février 2014, p. 4.

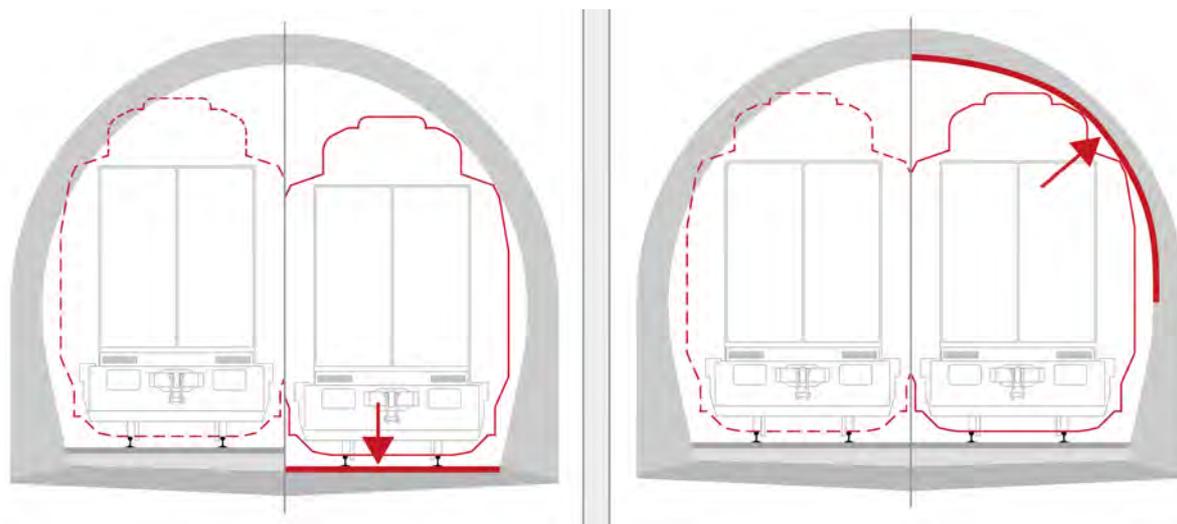


Fig. 42: Mesures d'aménagement des tunnels pour gagner en hauteur au St-Gothard ⁸³

Le projet de mise à voie normale de la ligne Bulle–Broc-Fabrique n'est pas comparable, car il ne comporte pas de tunnel à assainir, mais des ponts et d'autres défis techniques absents sur la ligne LL–LB. ⁸⁴ Le coût de la mise à voie normale de cette ligne de quelque 5,5 km est estimé à 50 millions CHF. ⁸⁵

Pour les calculs suivants, nous devons recourir à la fois à des coûts réels de tunnels déjà réalisés et à des devis de projets d'aménagement du profil de tunnels tels que celui du St-Gothard.

Selon notre ouvrage de référence pour le calcul des éléments d'infrastructure ferroviaire, les coûts standards pour la construction d'un tunnel à voie unique sur une ligne régionale sont les suivants:

Éléments	Coût m ³ – en utilisant les techniques minières [CHF]	Coût m ³ – en utilisant les techniques conventionnel et ouverte [CHF]
Tunnel, voie unique, ligne régionale	360	480

Tab. 12: Coût standard pour le percement de tunnels selon la technique utilisée ⁸⁶

⁸³ CFF SA, Plus de marchandises sur le rail, op. cit., Berne février 2014, p. 4.

⁸⁴ Entretien téléphonique avec Hans-Jürg Spirgi des TPF qui est chef de projet du changement de d'écartement de la ligne Bulle–Broc-Fabrique. 13 juin 2014.

⁸⁵ Godel Jean, De Broc-Fabrique à Berne sans changer de train, dans La Gruyère, Le journal du sud fribourgeois, samedi 3 mai 2014.

⁸⁶ Frank Patrick, op. cit., p. 110.

Avec les valeurs indiquées sur ce tableau, le coût est le suivant, toujours en fonction de la technique utilisée:

Éléments	Coût m ³ – en utilisant les techniques minières [CHF]	Coût m ³ – en utilisant les techniques conventionnelle et ouverte [CHF]
Volume à extraire (18'500m ³)	360	480
pour les 3 tunnels de la ligne LL–LB	6'660'000	8'880'000

Tab. 13: Coût de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB

Ces valeurs, entre 5 et 7 millions CHF, doivent être fiabilisées par des projets réalisés. Comme indiqué plus haut, aucun projet similaire n'est connu et la comparabilité peut toujours être remise en question. Raison pour laquelle le tableau suivant doit être interprété avec une certaine prudence. Les données viennent essentiellement de la «Banque de données des tunnels suisses»⁸⁷ et d'un rapport concernant l'évolution des coûts dans le domaine des tunnels.⁸⁸

Nom du tunnel et type	Volume du tunnel [m ³]	Coût par m ³ /CHF
Tunnel de Wihalden (routier)	48'070	790
Tunnel d'Albula II (ferroviaire)	244'000	1414
Tunnel d'Eyholz (routier)	1'100'000	364
Tunnel de Choindez (routier)	445'000	427
Tunnel du Graitery (routier)	240'000	650
Tunnel de Bure (routier)	384'400	340
Varen Tunnel (ferroviaire)	242'528	388
Tunnel de Murgenthal (ferroviaire)	459'779	218
Tunnel d'Öenzber (ferroviaire)	380'760	223
Tunnel d'Adler (ferroviaire)	506'350	370

Tab. 14: Coût de certains tunnels réalisés en Suisse ces dix dernières années

On remarque immédiatement les très grandes différences de coût par m³. Le tunnel de l'Albula II présente une première valeur aberrante. Le coût du percement de ce nouveau tunnel comprend aussi l'adaptation de deux gares aux normes PMR, le remplacement d'un pont ferroviaire, un bâtiment de service et l'adaptation du tunnel de l'Albula I comme tunnel de sauvetage pour ne mentionner que les principaux objets.⁸⁹ Le prix indiqué est donc trompeur. Sur la base de ce tableau comportant un choix aléatoire de projets, il semble judicieux de fonder les calculs sur une valeur de 480 CHF/m³, donc 7 millions CHF.

⁸⁷ Banque de données des tunnels suisses, <http://www.swisstunnel.ch>, consulté le 10 juin 2014.

⁸⁸ Ecoplan, Heierli AG, Expertentätigkeit Bauprojekt CBT, Teilbereich 3: Preisentwicklung/Markt, Bundesamt für Verkehr, Bern 2006, pp. 40.

⁸⁹ Rhätische Bahn RhB, Neubau Albulatunnel II, Beilage Medienorientierung 21.12.2012, technischer Kurzbericht, Chur, 21. Dezember 2012, p. 6.

Quant au temps nécessaire pour la mise à voie normale, l'aménagement des tunnels est déterminant. Les machines présentées à la section 3.2 ont une capacité d'environ 14 m³/h.⁹⁰ Pour un volume à évacuer de 18 500 m³, il faut donc prévoir 1300 h de travail pour agrandir le profil des trois tunnels de la ligne. Avec deux équipes, donc 16 heures par jour et 5 jours par semaine, cela représente environ quatre mois de travail. Les coûts d'exploitation des machines à attaque ponctuelle sont de l'ordre de 15 CHF/m³ à quoi s'ajoutent les frais de location de la machine et le personnel, soit 125 000 CHF/mois. Au total, les travaux d'agrandissement du profil des tunnels peuvent être devisés à quelque 800 000 CHF.

Sur cette base, un test de sensibilité permet d'articuler le coût suivant pour les trois tunnels d'une longueur totale de 1056 m:

Éléments	Unité	Coût [CHF]
Élargissement du profil des tunnels	18'500 [m ³]	800'000
Réfection parois et plafonds	14'540 [m ²]	5'000'000
Abaissement du radier	1056 [m]	1'500'000
Coût total		7'300'000

Tab. 15: Coût de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB^{91, 92}

Le test de sensibilité montre que la somme de 8,8 millions CHF pour l'élargissement des tunnels constitue une base fiable. Avec une marge de sécurité de 10 %, nous arrivons au coût suivant:

Éléments	Unité	Coût [CHF]
Coût brut des tunnels	1	8'880'000
Réserve de 10%		888'000
Coût total élargissement des tunnels		9'768'000

Tab. 16: Coût total de l'élargissement du profil des tunnels de la ligne LL–LB

⁹⁰ Confirmé par M. Brönnimann, Marti Tunnelbau AG dans le courriel du 3 juin 2014.

⁹¹ La base du calcul de l'abaissement du radier est le tunnel de Wasserfluh sur la ligne Rapperswil–Wattwil–Herisau–St-Gallen de la SOB.

⁹² Source pour le calcul des parois et du plafond: Schneider Eckart, Mathoi Thomas, Kostenplanung im Ingenieurtief- und Tunnelbau, Ermittlung der Rohbaukosten für Tunnelprojekte, dans Felsbau 24, 2006, nr. 1, p. 6.

4.5 Service de remplacement

Pendant la transformation de la ligne, soit six mois, le trafic sera entièrement interrompu. Il faudra donc un service de bus. Cela ne pose pas de problème de fond, car il existe déjà un service de bus qui remplace certaines courses du train après minuit. Le temps de parcours sera de l'ordre de 12 min. Les travaux de transformation de la ligne étant prévus pendant l'été, on n'a pas à s'inquiéter de l'état des routes en hiver.

L'horaire 2014 prévoit 21 A/R les jours ouvrables et 17 A/R le week-end. Cet horaire présente des lacunes à 15 h et à 21 h. Le trafic de remplacement devra combler ces lacunes, donc effectuer 23 A/R en semaine et 19 A/R le week-end. Le trajet en bus entre la gare du Locle et la gare des Brenets compte 5,5 km. Nous utilisons ici un coût kilométrique de 5 CHF. Avec ces valeurs de base, nous obtenons le coût suivant pour le service de remplacement:

Éléments		Unité
Coût par kilomètre bus	5	CHF/km
Longueur du parcours bus	5.5	km
Service de lundi à vendredi (23 A/R)	230	Courses /semaine
Service le week-end (19 A/R)	76	Courses /semaine
Nombre des courses durant le 6 mois	7'956	Courses
Total brut	218'790	CHF
Réserve de 10%	21'879	CHF
Coût total du service de remplacement	240'669	CHF

Tab. 17: Coût total du service de remplacement

4.6 Divers

Comme nous l'avons souligné, une certaine incertitude persiste quant à la rectification de certains rayons de courbure du tracé – il faut donc insérer un coût supplémentaire difficilement calculable pour cette rectification. Nous avons estimé à 850 m la longueur du tracé à rectifier. Comme il faut gratter les falaises et les parois rocheuses, nous avons pris pour base de calcul un prix de 480 CHF/m³ pour l'extraction (comme pour l'extraction dans les tunnels). Nous avons admis qu'il faudra évacuer un volume de rocher de 850x3x3 m, soit 7650 m³. Cela représente 3 672 000 CHF à ajouter pour la rectification des rayons de courbure.

Éléments		Unité
Longueur de la ligne à rectifier	850	m
Volume à évacuer	7'650	m ³
Coût m3 d'extraction	480	CHF
Coût de rectification des rayons de courbure	3'672'000	CHF
Réserve de 10%	367'200	CHF
Coût total de la rectification de la ligne	4'039'200	CHF

Tab. 18: Coût total de la rectification de la ligne LL–LB

Les coûts calculés plus haut comprenaient une marge de sécurité de 10 % (réserve) et nous avons arrondi les montants vers le haut. Nous estimons donc superflu d'ajouter une réserve supplémentaire. C'est également inutile pour le service de sécurité, car les travaux auront lieu hors exploitation, de sorte qu'aucun personnel supplémentaire n'est nécessaire pour la sécurisation du chantier.

En revanche, il faut prévoir une réserve importante pour la conception et le maître d'ouvrage. Ces coûts constituent 20 % de la somme totale. La TVA est exclue.

4.7 Conclusions

Le coût total de la mise à voie normale de la ligne Le Locle–Les Brenets peut être devisé à quelque 41 millions CHF, hors TVA.

Éléments	Coût [CHF]
Démantèlement de la ligne	3'600'000
Superstructure, infrastructure, etc.	14'000'000
Aménagement des gares et haltes	1'100'000
Mur de soutènement	1'200'000
Tunnels	10'000'000
Service de remplacement (bus)	250'000
Rectification de la ligne	4'000'000
Conception et maîtrise d'ouvrage (20%)	6'830'000
Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB hors TVA	40'980'000

Tab. 19: Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB hors TVA

5 Potentiel de la ligne mise à voie normale

Le but du présent chapitre consiste à présenter une idée du potentiel de la ligne après la mise à voie normale et avec son intégration dans le réseau RER neuchâtelois. Il faut intégrer dans cette estimation les lignes des transports publics adjacentes, existantes ou à créer, qui peuvent contribuer à accroître la fréquentation de la ligne. L'un des facteurs clés d'une utilisation plus intensive des transports publics en général réside dans la densité de la population ou des emplois autour des gares et haltes desservies dans un rayon restreint. C'est la base de la méthode utilisée pour l'estimation du potentiel de la ligne LL–LB qui sera présentée ci-après.

5.1 Méthode utilisée

La méthode utilisée ici a été développée dans le cadre de la thèse de doctorat «Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser?»⁹³ Cette méthode a été développée spécialement pour l'application dans les régions limitrophes et rurales. La ligne ferroviaire qui a servi de base à l'étude est le tronçon Delémont–Porrentruy. Celui-ci a été choisi non seulement en raison des sources disponibles, mais aussi à cause de son caractère typique de ligne régionale d'une région limitrophe. Ce choix est également justifié par une offre bien développée, qu'on peut prendre comme modèle.⁹⁴

Pour calculer le potentiel d'une ligne ou d'un tronçon, la méthode comporte deux étapes. Dans un premier temps, on calcule le ratio voyageurs-km/an selon la formule suivante:

$$\text{Voyageurs – km/a brut} = \text{Distance moyenne parcourue par voyageur} \times \text{Potentiel voyageur net} \times 365 \text{ jours}$$

La distance moyenne parcourue a été fixée à deux tiers du tronçon. Le potentiel brut de voyageurs a été calculé à l'aide du SIG (système d'information géographique). On a ensuite fixé des rayons de 300, 500, 750, 1000 et 1500 m autour des haltes et gares afin d'évaluer le potentiel de ces zones d'influence. Enfin, on calcule le nombre d'habitants de chaque couronne et on réduit ce nombre à l'aide d'un facteur d'accessibilité. Les facteurs d'accessibilité sont les suivants:

⁹³ Rieder Markus, Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser? Obstacles juridiques, techniques, géopolitiques ou absence de volonté politique? Études de quatre lignes ferroviaires franco-belges et franco-suisse, Schulthess Médias Juridiques, Genève, Zurich, Bâle 2014, pp. 242.

⁹⁴ <http://www.fahrplanfelder.ch> -> Ligne 240, consulté le 28 mai 2013.

Rayon de couronne [m]	Facteur d'accessibilité	Superficie de cercle et couronne [m ²]
300m	0.76	282'743
500m	0.58	502'655
750m	0.41	981'748
1000m	0.28	1'374'447
1500m	0.12	3'926'991

Tab. 20: Facteur d'accessibilité selon Walther⁹⁵

On obtient ainsi le ratio voy.-km/a brut.

Pour obtenir le potentiel voy./j. par ligne, il faut se baser sur le ratio voy.-km/a brut, puis diviser celui-ci par la distance moyenne parcourue pour arriver à un potentiel de voyageurs calculé servant de base à d'autres calculs et évaluations.

$$\text{Voyageurs – km/a net} = \frac{\text{Voyageurs – km/a brut}}{2,4}$$

Le facteur 2,4 a été trouvé à l'aide de la ligne Delémont–Porrentruy, en divisant le ratio voy.-km/a net par le ratio voy.-km/a réel (mesuré). Pour obtenir le nombre de voy./j. sur un tronçon, il faut diviser le ratio voy.-km/a net par la distance moyenne parcourue et par 365 j. Voici pour la méthode.

5.2 Densité de la population et des emplois autour des haltes

Dans les tableaux suivants, nous présentons les résultats des calculs SIG pour les quatre haltes et gares concernées en termes de population et d'emplois. Nous obtiendrons ainsi la base pour l'estimation du potentiel de la ligne, respectivement le nombre potentiel de voyageurs.

⁹⁵ Walther Klaus, Nachfrageorientierte Bewertung der Streckenführung im öffentlichen Personennahverkehr, Dissertation, Westdeutscher Verlag, Opladen 1973, p. 118.

Les données statistiques pour le calcul avec le SIG sont issues des géodonnées de la statistique fédérale.⁹⁶ L'effectif de la population est basé sur la statistique de la population et des ménages 2012.⁹⁷ Idem pour les statistiques des emplois. Les calculs sont ici fondés sur le recensement fédéral des entreprises 2008.⁹⁸

Un des problèmes rencontré avec l'utilisation des rayons autour des gares et haltes est le chevauchement des différents rayons entre les gares proches les unes des autres. Dans ces cas, nous avons divisé par deux l'effectif de la population et des emplois pour éviter un comptage double. La carte suivante montre les rayons et couronnes et la problématique du chevauchement.

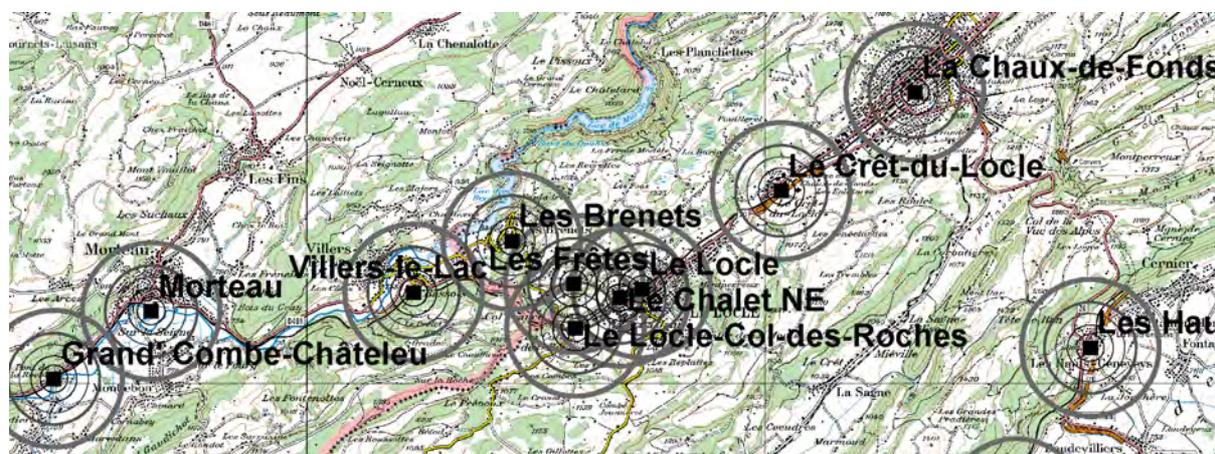


Fig. 43: Zones de chalandise des gares et haltes de la ligne Le Locle–Les Brenets⁹⁹

Le tableau ci-après donne une première vue d'ensemble de la densité de population autour des haltes et des gares de la ligne LL–LB.

⁹⁶ Géodonnées de la statistique fédérale, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung.html>, consulté le 15 juin 2014.

⁹⁷ OFS, Office fédéral de la statistique, Statistique de la population et des ménages (STATPOP), liste des caractères, métainformation sur les géodonnées, http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/volks-__gebaeude-0.html, consulté le 15 juin 2014.

⁹⁸ OFS, Office fédéral de la statistique, Recensement fédéral des entreprises, liste des caractères, métainformation sur les géodonnées, http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/eidgenoessische_betr_iabszaehlung2.html, consulté le 15 juin 2014.

⁹⁹ Source de la carte: Office fédéral de topographie swisstopo, 2014.

Nombre de population autour de haltes et gares					
Halte ou gare	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m
Les Brenets	421	734	878	962	988
Les Frêtes	7	33	87	267	1'056
Le Chalet	730	1'216	2'296	3'131	3'755
Le Locle	1'510	2'543	3'749	4'625	4'737
Total habitants	2'668	4'526	7'010	8'985	10'535
Densité de population dans les couronnes autour de haltes et gares					
Densité en hab./km ²	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m
Les Brenets	1'489	1'460	894	700	252
Les Frêtes	25	66	89	194	269
Le Chalet	2'582	2'418	2'338	2'278	956
Le Locle	5'341	5'059	3'819	3'365	1'206

Tab. 21: Effectif et densité de la population autour des gares et haltes

En analysant le tableau ci-dessus, on constate que la halte du Chalet se situe déjà en plein milieu urbain du Locle. La halte sur demande des Frêtes a très peu d'habitants dans un rayon restreint autour de la halte. On voit que la densité augmente dans les couronnes plus éloignées. Les couronnes de la gare du Locle sont densément peuplées jusqu'à 1000 m, bien que la gare soit adossée à une colline et que le centre-ville se trouve au pied de cette colline. Ce constat vaut aussi pour la halte du Chalet. La gare des Brenets a aussi une densité assez élevée dans la couronne jusqu'à 500 m, en dépit d'une pente prononcée.

Ces chiffres bruts doivent être corrigés par le facteur d'accessibilité pour arriver à un potentiel réaliste de la ligne. Dans ce calcul, il faut exclure le potentiel de la halte du Chalet et de la gare du Locle, car les flux de voyageurs s'orientent clairement vers Le Locle, de sorte que le potentiel du Locle vers Les Brenets peut être négligé. Idem pour la halte du Chalet qui fait déjà partie de la zone urbaine du Locle.

Potentiel en termes d'habitants autour de haltes et gares, corrigé par le facteur d'accessibilité						
Halte ou gare	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m	Total
Les Brenets	320	426	360	269	119	1'493
Les Frêtes	5	19	36	75	127	262
Le Chalet	555	705	941	877	451	3'528
Le Locle	1'148	1'475	1'537	1'295	568	6'023
Total habitants	2'028	2'625	2'874	2'516	1'264	11'306
Total sans LL et Chalet	325	445	396	344	245	1'755
Total sans LL et Chalet	325	445	396	344	-	1'510

Tab. 22: Potentiel en termes de population habitant autour des gares et haltes

Ce tableau montre que le potentiel des TP se situe dans un rayon de 750 m, ou 1000 m au maximum. Toute la population qui ne se trouve pas dans ce rayon ne peut pas être considérée comme un réel potentiel des TP. Ces 1000 m représentent la distance que les gens sont prêts à

parcourir à pied ou à vélo. En théorie, cela correspond à un trajet de 10 min. À une vitesse moyenne de 5 km/h (piéton) et un facteur de détour de 1,25, on obtient un rayon maximal de 670 m.¹⁰⁰ Les Brenets et la région sont caractérisés par une topographie accidentée, avec des pentes assez raides. L'étude du collègue JERMANN a montré que l'impact de ce facteur sur l'accessibilité est très limité.¹⁰¹ Par conséquent, nous utilisons le potentiel situé dans un rayon de 1000 m, soit 1510 habitants et utilisateurs potentiels de la ligne LL–LB.

Le même exercice est réalisé avec les emplois situés le long de la ligne LL–LB. Le premier tableau donne un aperçu du nombre et de la densité des emplois autour des gares et haltes.

Nombre de poste de travail autour de haltes et gares					
Halte ou gare	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m
Les Brenets	454	518	874	902	904
Les Frêtes	0	10	37	116	1'401
Le Chalet	738	1'692	1'827	2'127	2'395
Le Locle	1'094	1'855	2'845	3'111	3'213
Total poste de travail	2'286	4'075	5'583	6'256	7'913
Densité de de poste de travail dans les couronnes autour de haltes et gares					
Densité en emplois/km ²	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m
Les Brenets	1'606	1'031	890	656	230
Les Frêtes	0	20	38	84	357
Le Chalet	2'610	3'366	1'861	1'548	610
Le Locle	3'869	3'690	2'898	2'263	818

Tab. 23: Nombre et densité des emplois autour des gares et haltes

Le tableau ci-dessus montre que la région concernée a un tissu industriel important. Il s'agit notamment de l'industrie horlogère et microtechnique. Le potentiel d'utilisateurs de la ligne ferroviaire est calculé comme indiqué plus haut.

¹⁰⁰ Jermann Jörg, GIS-basiertes Konzept zur Modellierung von Einzugsbereichen auf Bahn-Haltestellen, Dissertation, Schriftenreihe 129, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich November 2004, pp. 51.

¹⁰¹ Jermann Jörg, op. cit., p. 74.

Potentiel en termes d'emplois autour des haltes et gares, corrigé par le facteur d'accessibilité						
Halte ou gare	R=300m	R=500m	R=750m	R=1000m	R=1500m	Total
Les Brenets	345	300	358	253	108	1'365
Les Frêtes	0	6	15	32	168	222
Le Chalet	561	981	749	596	287	3'174
Le Locle	831	1'076	1'166	900	373	4'347
Total poste de travail	1'737	2'364	2'289	1'781	937	9'108
Total sans LL et Chalet	345	306	374	286	276	1'587
Total sans LL et Chalet	345	306	374	286	-	1'310

Tab. 24: Potentiel de la ligne en termes d'emplois autour des gares et haltes

Le chiffre annoncé dans le tableau ci-dessus (1310 emplois) semble élevé. Mais il signale plutôt l'attrait de l'endroit pour les travailleurs, plus particulièrement les frontaliers français. Ce chiffre ne peut pas être intégré tel quel dans l'analyse du potentiel de la ligne, mais il constitue un facteur important pour l'impact des lignes adjacentes, surtout celles en provenance de France, très fréquentées par les frontaliers.

Pour compléter cette section, où nous avons souvent mentionné les rayons autour des gares et haltes et la densité des couronnes, il faut établir un lien entre les rayons et la qualité de la desserte. Plus la desserte d'une halte est dense et plus on habite ou travaille dans une zone proche de cette halte, plus la qualité et donc l'attrait des TP sont élevés. C'est ce qu'illustre la figure suivante.

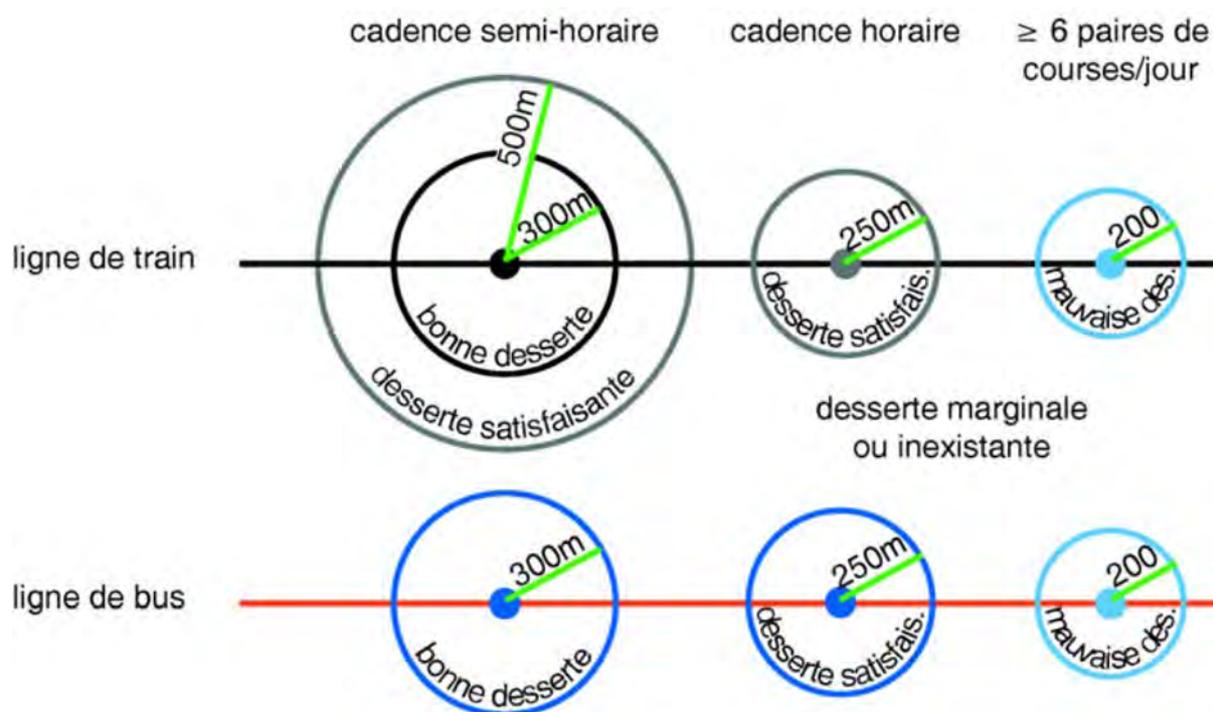


Fig. 44: Qualité de desserte en TP en fonction de la fréquence et de la distance à parcourir ¹⁰²

5.3 Lignes adjacentes

Dans cette section, nous abordons les lignes de transports publics pouvant alimenter la ligne Le Locle–Les Brenets et vice versa, afin de distinguer l'effet de réseau qu'engendre la mise à voie normale de la ligne LL–LB.

Le réseau des TP autour de la ligne LL–LB comporte en premier lieu la ligne ferroviaire La Chaux-de-Fonds–Le Locle–Morteau–Besançon, qui bifurque à LCF vers Neuchâtel d'une part et vers Bienne d'autre part. Elle constitue la dorsale de la région au niveau des TP. La ligne LL–LB est directement liée à cette dorsale au Locle. À LCF, un réseau à voie métrique se branche sur la dorsale de montagne avec la ligne vers Les Ponts-de-Martel d'une part et vers Le Noirmont et Glovelier d'autre part. Ceci pour les lignes ferroviaires.

La partie française de la dorsale ferroviaire des montagnes neuchâteloises est remise en question par l'obligation pour le matériel roulant français empruntant la ligne ferroviaire côté suisse de s'équiper d'un système de sécurité qui manque encore actuellement.¹⁰³ L'offre transfrontalière entre Morteau et La Chaux-de-Fonds est épisodique, avec 6 A/R par jour. Les

¹⁰² RCJU, SAT, Eclairages sur les zones à bâtir destinées à l'habitat, Annexe 1, Delémont juillet 2009, p. 8.

¹⁰³ Bysaeth Léo, Elus et usagers sonnent le tocsin, Le 1^{er} janvier prochain, si rien n'est fait, la ligne directe Morteau–La Chaux-de-Fonds sera en état de mort clinique, dans L'Impartial du 14 juin 2014, p. 7.

échanges transfrontaliers se heurtent depuis longtemps à une desserte des transports publics qui est loin de satisfaire les besoins quotidiens réels des habitants de l'agglomération urbaine du Doubs (AUD). Avec plus de 11 000 voitures par jour passant au Col-des-Roches pour parvenir au Locle, le besoin d'une alternative est incontestable. Mais la volonté politique côté français, au niveau de la Région Franche-Comté, ne s'aligne pas sur la réalité du terrain.

Côté Suisse, le tronçon Le Locle–La Chaux-de-Fonds souffre d'un manque de capacité en raison de l'absence d'un point de croisement au Crêt-du-Locle et de cantons ou blocks supplémentaires sur ce tronçon. La capacité théorique du tronçon entre LL et LCF est actuellement de l'ordre de sept trains par heure dans les deux sens confondus. En règle générale, il y circule 2 A/R par heure – une offre peu attractive pour un bassin versant comptant 60 000 habitants et de nombreux emplois. La capacité de la gare du Locle pose un autre problème déjà mentionné plus haut et qui trouverait une solution avec la mise à voie normale de la ligne LL–LB.

Les tronçons ferroviaires de La Chaux-de-Fonds vers Neuchâtel et vers Bienne sont aussi handicapés par une infrastructure incapable d'absorber plus de trains qu'actuellement. Cela limite le développement en termes d'offre, plus particulièrement entre LCF et Neuchâtel. Ce n'est pas beaucoup mieux vers Bienne, mais la problématique ici est encore plus complexe en raison d'un temps de parcours qui ne peut pas être sensiblement réduit. Nous sommes également confrontés depuis longtemps au problème de manque de points de croisement sur ce tronçon pour fiabiliser l'horaire en cas de perturbation et pour étoffer l'offre.

Le cas du tronçon LCF–Neuchâtel est bien connu, avec le rebroussement à Chambrien. Grossièrement, il y a deux propositions sur la table. D'abord, un tunnel reliant directement LCF à Neuchâtel avec une halte intermédiaire à Cernier – ce projet a été rejeté par la votation du 23 septembre 2012. D'autre part, il y a le projet de rénovation de la ligne LCF–Neuchâtel avec un tunnel de contournement à Chambrien et la possibilité d'établir une bifurcation vers le Val-de-Travers. La mise à voie normale de la ligne LL–LB est compatible avec les deux propositions. En termes de potentiel, les deux variantes sont similaires pour la ligne LL–LB.

Actuellement, sur la relation Morteau–LCF on compte environ 300 voy./j.¹⁰⁴ Le potentiel du tronçon Morteau–Le Locle est estimé à 1300 voy./j. par les CFF pour 2020 avec un horaire cadencé.¹⁰⁵ Ces 1300 voy./j. représentent environ 10 % de la circulation routière parallèle à la ligne ferroviaire. On prévoit une demande, en 2020, d'environ 9400 voy./j pour le tronçon Le Locle–LCF, et de 11 000 voy./j. (voir figure ci-après) pour le tronçon LCF–Neuchâtel. Il est

¹⁰⁴ Bysaeth Léo, Elus et usagers sonnent le tocsin, op. cit., dans L'Impartial du 14 juin 2014, p. 7.

¹⁰⁵ CFF Trafic régional Région Romandie, Les RER du futur en Suisse romande. Réseau Express Régional Neuchâtelois. Trafic régional Jura bernois, Lausanne 2010, p. 8.

intéressant de noter que la différence, en termes de demande, entre les tronçons LL–LCF et LCF–Neuchâtel n'est que de 1600 voy./j. Cela montre la forte concentration des flux intra-urbains entre LL et LCF d'une part et entre le bassin versant d'emploi avec Morteau, Villers-le-Lac et Les Fins, côté français, avec le bi-pôle urbain LL–LCF d'autre part. On peut répartir le marché de transport dans les montagnes neuchâteloises en deux bassins versants distincts: le bassin AUD qui va de Morteau, Les Fins et Villers-le-Lac jusqu'à LCF, et le bassin ou marché de trafic LCF–Neuchâtel. Au bassin AUD, on peut ajouter St-Imier, qui joue un certain rôle comme destination. Cette classification des marchés de transport dans les montagnes neuchâteloises peut aussi être étayée par de nouvelles statistiques de la pendularité en Suisse. Selon les dernières statistiques, les pendulaires avaient besoin de 30 minutes en moyenne pour arriver à leur lieu de travail en 2012.¹⁰⁶ Ces 30 min correspondent à la distance entre Morteau et LCF et entre LCF et Neuchâtel. Avec la mise à voie normale de la ligne LL–LB, on passera à 20 min entre LCF et Les Brenets.

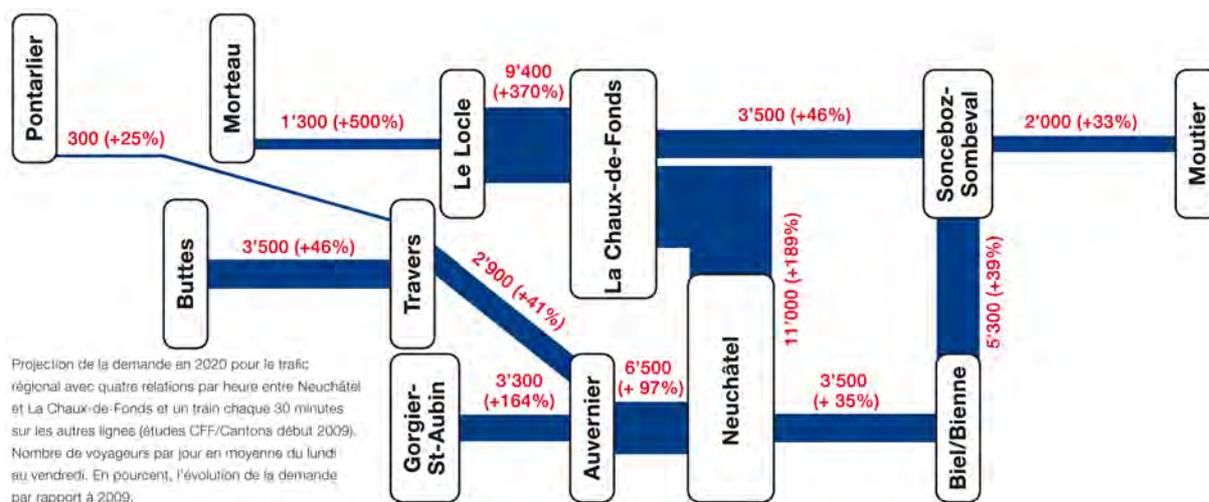


Fig. 45: Évolution de la demande jusqu'en 2020¹⁰⁷

Pour conclure, la croissance de la demande dans la région pourrait engendrer une certaine augmentation sur la relation Les Brenets–Le Locle–LCF. L'expérience des CFF montre qu'avec des relations directes sans changement, on peut compter sur une croissance de 10 à 12 % du nombre de voyageurs. Nous prévoyons donc une hausse de la demande par rapport au niveau actuel (450 voy./j.) de 25 %, tous les effets inclus. Cela nous amène à environ 550 voy./j. en 2020 avec la mise à voie normale, tous les autres facteurs restant inchangés.

Au niveau des bus, nous avons le réseau des montagnes avec les sous-réseaux urbains de LCF et du Locle reliés par une ligne de bus. Sinon, un bus gratuit circule entre la gare des Brenets

¹⁰⁶ OFS, La pendularité en Suisse 2012, 11 Mobilité et transports, Neuchâtel 2014, p. 4.

¹⁰⁷ CFF Trafic régional Région Romandie, Les RER du futur en Suisse romande, op. cit., Lausanne 2010, p. 8.

et Les Pargots (un grand parking sur le territoire de la commune des Brenets, à 300 m du poste frontière franco-suisse).

Dans ce qui suit, nous nous concentrons sur le Transport Urbain Les Brenets (TULB), avec la ligne Les Brenets–Les Pargots, et sur la dorsale de montagne neuchâteloise, avec la ligne ferroviaire Morteau–LCF et ses branches à voie normale en direction de Neuchâtel et Bienne.

Le Transport Urbain Les Brenets (TULB) consiste en une ligne de bus régulière gratuite entre la gare des Brenets et le parking des Pargots, au bord du Doubs, avec une capacité de 250 places.¹⁰⁸ Depuis le 4 février 2008, un bus de CarPostal assure la relation Les Pargots–Les Brenets gare avec 9 paires de courses aux heures de pointes le matin, à midi et le soir. Le service est limité aux jours ouvrables, excepté pendant les fêtes générales et les vacances horlogères. Le temps de parcours entre les extrémités de la ligne est de 9 minutes. Un trajet Les Pargots–LCF dure ainsi une trentaine de minutes avec correspondance en gare des Brenets. Cette liaison poursuit différents objectifs, notamment la réduction de la circulation routière au centre du village, le ramassage scolaire parallèle, la réduction du stationnement des voitures dans le village et l'alimentation de la ligne LL–LB. Le service est financé par un partenariat public-privé (PPP) entre la commune des Brenets et les employeurs brenassiers.¹⁰⁹ À l'origine, le coût a été estimé à 104 000 francs par an. Les employeurs brenassiers versaient 50 francs par employé et par an.¹¹⁰ Finalement, 12 entreprises implantées dans la commune des Brenets ont participé au financement.¹¹¹ Sept mois après le début du TULB, le bus à 16 places est devenu trop exigu et il a été remplacé par un modèle de 33 places.¹¹² La première année (41 semaines de service), le TULB a transporté 16 726 passagers.¹¹³ En 2010, il a transporté environ 100 passagers par jour.¹¹⁴ Le canton de Neuchâtel a fixé une limite de 130 voyageurs par jour comme condition à sa participation au financement.¹¹⁵ Nous sommes maintenant proches de ce niveau.¹¹⁶ Environ 75 % des voyageurs sont des frontaliers.¹¹⁷

¹⁰⁸ Nussbaum Robert, Pionniers, Les Brenets inventent les transports urbains gratuits, dans L'impartial du 5 février 2008, p. 6.

¹⁰⁹ Droz Claire-Lise, Les Brenets voient la vie en vert avec des transports en car jaune, dans L'impartial du 21 décembre 2007, p. 6.

¹¹⁰ Nussbaum Robert, op. cit., p. 6.

¹¹¹ Comm, CarPostal renforce les services du Haut, dans L'impartial du 27 janvier 2011, p. 9.

¹¹² Droz Claire-Lise, Le transport urbain marche à fond, dans L'impartial du 3 septembre 2008, p. 9.

¹¹³ CarPostal Suisse SA, Rapport d'activité 2008, Berne 2009, pp. 48.

¹¹⁴ Comm, CarPostal renforce les services du Haut, dans L'impartial du 27 janvier 2011, p. 9.

¹¹⁵ Comm, CarPostal renforce les services du Haut, dans L'impartial du 27 janvier 2011, p. 9.

¹¹⁶ Entretien avec Stéphane Kurth, Responsable planification et offre, CarPostal Suisse SA Région Ouest au Locle, 8 mai 2014.

À l'origine, l'objectif consistait à prolonger le TULB jusqu'à Villers-le-Lac, près d'un parking assez vaste pour permettre aux frontaliers d'y laisser leur voiture.¹¹⁸ La commune des Brenets offre environ 850 emplois dans le secteur horloger, dont 700 sont occupés par des frontaliers.¹¹⁹ Cela montre l'intérêt de TP performants vers Villers-le-Lac. Jusqu'à présent, rien n'a été concrétisé, en dépit de plusieurs tentatives. Et personne ne sait exactement où est le blocage. Selon les statistiques routières des ponts et chaussées du canton, on a compté en 2011 3200 voitures par jour, dans les deux sens confondus, tous les jours de l'année.¹²⁰ Pendant la même période et selon la même source, on a relevé 3200 voitures par jour aux Verrières aussi. Au point frontière du Col-des-Roches, la statistique affiche 8200 voitures. Les Brenets et Les Verrières sont les points frontières routiers les plus chargés après Le Col-des-Roches. La route cantonale reliant Les Brenets et Le Col-des-Roches (RC 169) voit passer environ 2900 voitures dans les deux sens confondus (cf. carte en annexe, Fig. 68). En admettant un taux de 10 % de répartition modale avec un moyen de TP attractif, on peut s'attendre à accueillir environ 300 personnes de plus dans le train entre Le Locle et Les Brenets. Rien d'étonnant donc à ce que l'idée d'une ligne de bus des Brenets vers Villers-le-Lac, Morteau et Les Fins soit plus ancienne que le TULB. En 2006, dans le cadre de l'étude du projet de plan directeur des transports à l'horizon 2020, une ligne de bus a déjà été proposée vers Villers-le-Lac et au-delà. Sur la ligne projetée entre Les Brenets et Les Fins via Villers-le-Lac et Morteau, on s'attendait à transporter 600 voy./j.¹²¹ selon les données statistiques de 2004. L'idée de ligne de bus transfrontalière a été reprise dans le schéma de cohérence des mobilités transfrontalières de l'Arc jurassien en 2011, avec les mêmes données.¹²² Cette étude prévoyait un trafic routier au point frontière des Brenets de 3800 véhicules/j. en 2020. Comme nous sommes déjà à 3200 véh./j. en 2011, ces 3800 véh./j. constituent une base de calcul réaliste. Toujours avec un gain de 10 % grâce à une offre attractive et directe vers La Chaux-de-Fonds, on peut prévoir 400 voy./j. de plus sur la ligne mise à voie normale. Il est donc crucial que le projet de mise à voie normale de la ligne LL–LB s'accompagne de l'introduction d'une ligne de bus transfrontalière vers Villers-le-Lac, voire au-delà, vers Les Fins ou Maîche.

¹¹⁷ Comm, CarPostal renforce les services du Haut, dans L'Impartial du 27 janvier 2011, p. 9.

¹¹⁸ Nussbaum Robert, op. cit., p. 6.

¹¹⁹ Nussbaum Robert, op. cit., p. 6.

¹²⁰ RCNE, Service des Ponts et Chaussées, Répartition du trafic routier et divisions d'entretien, Trafic journalier moyen (TJM) 2011.

¹²¹ RCNE, Système de transport sur l'agglomération transfrontalière Morteau–St-Imier, Phase II – Programme d'actions, 21 mars 2007, Roland Ribl & Associés SA, Genève, Lausanne, Strasbourg 2007, p. 26.

¹²² CTJ (Conférence Transjurassienne), Schéma de cohérence des mobilités transfrontalières de l'Arc jurassien, Rapport d'étude, Préambule, Synthèse de l'étude, Fiches thématiques pour la mise en œuvre, juillet 2011, p. 47, fiche 16.

Pour une première étape, la ligne de bus transfrontalière Les Brenets–Villers-le-Lac est indispensable pour le succès du projet de mise à voie normale de la ligne LL–LB. Il est fort possible que la combinaison de la ligne de bus transfrontalière et la mise à voie normale de la ligne – une condition technique pour offrir des trains directs au moins jusqu'à La Chaux-de-Fonds – pourrait débouteiller la route Morteau–Col-des-Roches–La Chaux-de-Fonds, car ce trajet deviendrait une réelle alternative, avec un temps de parcours concurrentiel. D'autant plus que l'électrification du tronçon ferroviaire Col-des-Roches–Morteau n'est pas près de voir le jour. Le projet de mise à voie normale, avec la transformation de la ligne de bus TULB en ligne transfrontalière vers Villers-le-Lac et au-delà, offre une solution performante, assez rapidement réalisable, en attendant la création d'une dorsale ferroviaire de montagne digne du XXI^e siècle.

Impact sur la ligne mise à voie normale	voy./j. prévue en 2020
Croissance prévue jusqu'à 2020 dans le domaine ferroviaire dans l'AUD avec l'effet d'une liaison directe LB–LCF	550
Ligne bus transfrontalière au moins jusqu'à Villers-le-Lac	400
Total voy./j. en 2020 avec une ligne à voie normale	950

Tab. 25: Potentiel de la ligne LL–LB à voie normale en 2020

Le tableau ci-dessus montre les estimations en termes de voyageurs pour la ligne LL–LB en 2020 avec une ligne mise à voie normale. Le chiffre annoncé de 950 voy./j. est une estimation très prudente, donc assez fiable. Dans un deuxième temps, il faudra vérifier ce chiffre à l'aide d'une méthode plus mathématique et scientifique.

En tout cas, la mise à voie normale de la ligne LL–LB changera profondément la donne pour la commune des Brenets, et dans une moindre mesure pour l'AUD. La combinaison de la mise à voie normale et du prolongement de la ligne de bus TULB vers Villers-le-Lac et au-delà créera de nouvelles relations directes et rapides. Même si à première vue cela ne concerne qu'une petite partie de l'AUD, l'impact peut être plus important, car Villers-le-Lac compte 4000 habitants, elle est fortement orientée vers la Suisse et ne possède aucun moyen de transports publics. Le schéma suivant montre le nouveau réseau à voie normale qui se constituera avec la mise à voie normale de la ligne LL–LB et la variante du tunnel de Roche-fort en forme de Y pour aller directement au Val-de-Travers.

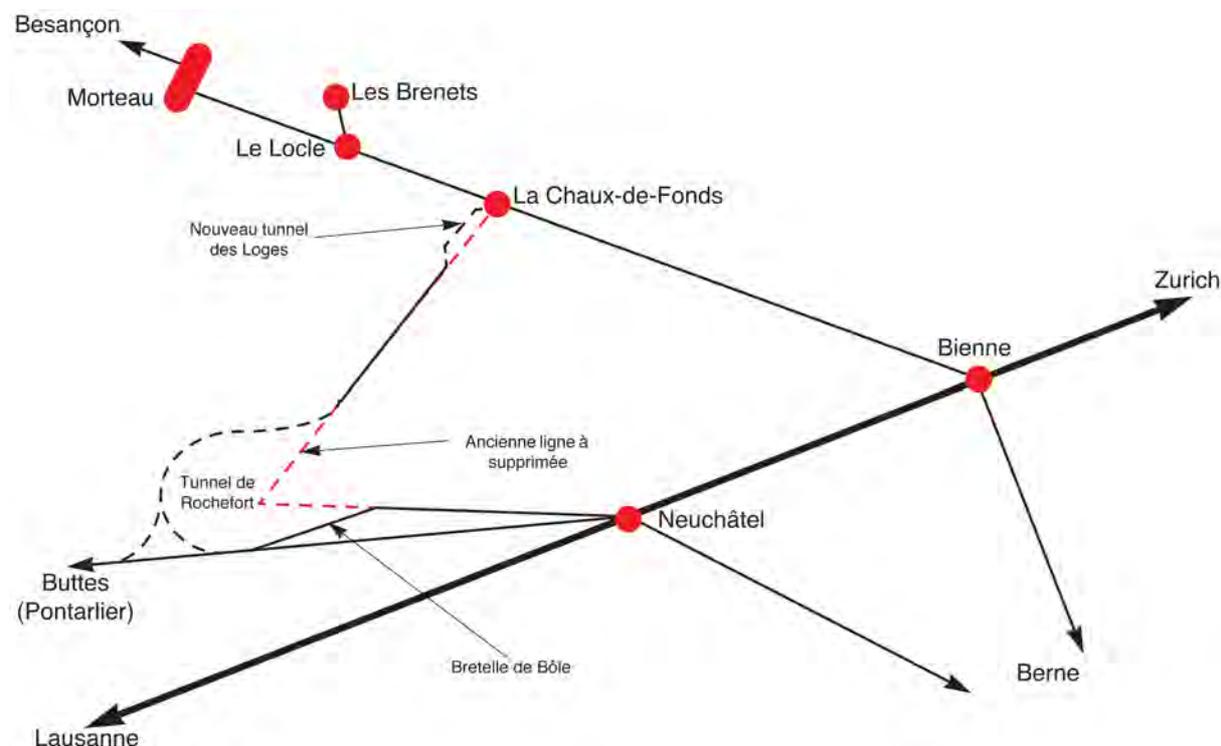


Fig. 46: Réseau à voie normale possible dans le canton de Neuchâtel

5.4 Estimation du potentiel en termes de voyageurs

Nous appliquons ici la méthode décrite à la section 5.1. Le tableau suivant montre le résultat de ces calculs, basés sur les résultats obtenus aux sections 5.2 et 5.3. Pour calculer les voy.-km/a brut, il faut préciser la distance moyenne parcourue par voyageur. Nous fixons cette valeur à 4 km, sachant qu'environ 90 % des utilisateurs de la ligne font le trajet complet.

Indicateur	Distance parcourue [km]	Potentiel voy. net	jours
Valeur	4	1'310	365
Voy-km/a brut			1'912'600
Voy-km/a net			796'917
Potentiel voy./j. sur la ligne à voie normale Le Locle–Les Brenets			546

Tab. 26: Potentiel de la ligne LL–LB en fonction de la densité de population

Le potentiel d'environ 550 voy./j. correspond bien à l'estimation du paragraphe précédent. Mais il faut préciser que la valeur calculée de 550 personnes n'est qu'une moyenne annuelle. Normalement, les valeurs mentionnées concernent toujours la charge d'une ligne pendant les jours ouvrables et non la charge moyenne sur toute une année. Si on considère que 75 % de la charge de la ligne se concentre sur les 250 jours ouvrables de l'année, on arrive à une charge de 600 voy./j.

Impact sur la ligne mise à voie normale	voy./j. estimé
Potentiel de la ligne à voie normale Le Locle–Le Brenets sur base de la densité de population actuelle aux Brenets et aux Frêtes les jours ouvrables	600
Ligne bus transfrontalière au moins jusqu'à Villers-le-Lac	400
Total voy./j. les jours ouvrable avec une ligne à voie normale entre LL et LB	1'000

Tab. 27: Potentiel de la ligne avec la ligne de bus de ramassage TULB prolongée

En clair, les 1000 voy./j. ne sont possibles qu'avec une ligne de bus de ramassage au moins vers Villers-le-Lac. Sinon, la ligne ferroviaire n'atteindrait que quelque 600 voy./j. La valeur de 1000 voy./j. semble faible, mais il faut prendre en considération l'engorgement de la gare du Locle par la ligne LL–LB à voie normale.

5.5 Conclusions

Au niveau du trafic, l'AUD comme la région située entre La Chaux-de-Fonds et Neuchâtel sont dominées par des flux routiers importants. Ce constat est valable à plus forte raison pour la liaison entre Morteau et LCF, avec une charge de 11 000 véh./j. au Col-des-Roches et 3200 véh./j. aux Brenets. La part modale du transport individuel est d'environ 90 %. Les transports publics ne représentent donc que 10 % du marché de transport. Cette faible répartition modale des TP est due à l'offre transfrontalière minimale, voire absente. Une offre de TP digne du XXI^e siècle aura certainement du succès. Mais la crainte de ce succès freine la volonté politique de promouvoir des TP performants et compromet la liaison déjà anecdotique entre Morteau et LCF. C'est dans ce contexte qu'il faut placer les prévisions de charge pour une ligne à voie normale entre Les Brenets et Le Locle. La mise à voie normale, avec des trains directs jusqu'à LCF et au-delà peut générer un potentiel de 600 voy./j. sur le tronçon LL–LB. En combinaison avec un prolongement de la ligne de bus Les Brenets–Les Pargots vers Villers-le-Lac, on peut fournir 400 voy./j. de plus à la ligne. Au total, on obtient un potentiel minimal de quelque 1000 voy./j. Ce potentiel est certes modeste, mais le projet de mise à voie normale de la ligne LL–LB ne réduit pas à ce simple chiffre, il doit être intégré dans un contexte plus large tenant compte aussi des coûts d'exploitation de la ligne et de l'impact sur l'aménagement du territoire, les deux thèmes finaux de la présente étude.

6 Coût d'exploitation de la ligne mise à voie normale

Les coûts d'exploitation d'une ligne ferroviaire sont plus lourds encore que les frais de construction ou de modernisation de l'infrastructure, car ils interviennent tous les jours. Souvent, une infrastructure «bon marché» s'avère très chère à l'exploitation. Raison pour laquelle nous tentons d'être le plus précis possible dans le calcul des coûts d'exploitation de la ligne Le Locle–Les Brenets mise à voie normale.

Pour ces calculs, nous nous basons sur l'exemple de formulaire de calcul d'offre Transport régional de voyageurs (TRV) mis à disposition par l'OFT.¹²³ Il contient d'une part les produits commerciaux, principalement des recettes des voyageurs, et d'autre part les coûts des éléments suivants:

- Personnel du service de roulement
- Frais de véhicules
- Vente et distribution
- Émoluments d'utilisation de l'infrastructure
- Frais d'administration

Cette méthode permet de révéler les coûts complets, avec les coûts non couverts, et le degré de couverture des coûts de la ligne.

Mais avant d'entrer en matière, il faut définir l'offre de la ligne LL–LB mise à voie normale, qui formera la base des calculs abordés dans les paragraphes suivants.

6.1 Vue d'ensemble de l'offre

L'offre, c'est-à-dire le nombre de paires de courses (A/R), est l'élément déterminant pour l'attractivité d'un transport public (TP). Avec l'horaire 2014, la ligne Le Locle – Les Brenets est parcourue par 20 A/R en semaine, 16 le samedi et 15 le dimanche. L'objectif de la mise à voie normale consiste à rehausser le niveau de l'offre et à combler les lacunes actuelles de l'horaire (il manque un A/R vers 15 h et 21 h). L'offre de base sera constituée d'un horaire

¹²³ OFT, Références – Offre TRV 2014/15, Formulaires pour offre du trafic régional voyageurs (TRV) pour la procédure de commande biennale 2014/2015, <http://www.bav.admin.ch/grundlagen/03534/03536/03537/index.html?lang=fr>, consulté le 30 juin 2014.

cadencé avec une desserte régulière de 6 h à 23 h (17 A/R) renforcée aux heures de pointe par un cadencement à 30 min entre 6 h et 9 h (+ 3 A/R) et entre 16 h et 19 h (+ 3 A/R). Nous arrivons donc à une offre de 23 A/R les jours ouvrables. Le samedi, l'offre de base sera de 18 A/R cadencés entre 6 h et 24 h, et le dimanche de 17 A/R cadencés entre 6 h et 23 h.

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble de l'offre avec les données nécessaires pour le calcul des coûts.

Ligne	Longueur de la ligne [km]	4.2
	Nombre d'arrêts	4
Offre	Kilomètres productifs [km]	32'857
	Heures de l'horaire [h]	913
	Nombre de paires de courses Lu-Ve	23
	Nombre de paires de courses Samedi	18
	Nombre de paires de courses Dimanche	17
Demande	Section la plus chargée [vo./j.]	1'000
Véhicules	Types de véhicules utilisés	Flirt/Domino
Vente/ Distribution	Distribution	3 automates au sol
	Nombre de points de vente	0

Tab. 28: Vue d'ensemble de l'offre de la ligne LL-LB

6.2 Produits commerciaux

Les produits commerciaux se limitent à la vente de billets. Pour avoir une certaine idée des recettes, nous nous basons sur les indices TRV de 2011, qui indiquent une recette par kilomètre productif de 5.75 CHF.¹²⁴

Produits commerciaux	Kilomètres productifs [km]	32'857
	Produits par km productif [CHF]	5.75
	Total par an [CHF]	188'925

Tab. 29: Recettes de la ligne LL-LB

¹²⁴ OFT, Trafic régional des voyageurs, Indices TRV, Voie normale régionale effective 2011, p. 17, <http://www.bav.admin.ch/themen/03594/03598/04330/index.html?lang=fr>, consulté le 30 juin 2014.

6.3 Coûts complets de la ligne

Comme indiqué en introduction du présent chapitre, les coûts de l'exploitation se composent de différents éléments, qui sont les suivants:

- Personnel du service de roulement
- Frais de véhicules
- Vente et distribution
- Émoluments d'utilisation de l'infrastructure
- Frais d'administration

En premier lieu, nous calculons le prix de l'utilisation de l'infrastructure, en plusieurs étapes. Nous nous basons sur le catalogue des prestations d'infrastructures des CFF.¹²⁵ Le tableau suivant énumère les éléments applicables pour la ligne LL–LB mise à voie normale.

Prix de base sillon et poids	Prestation kilométrique, catégorie C [CHF]	1.05
	Tonne brute véhicule et poids par place assise	125.2
	Prix de base selon le poids [CHF/t-km-brute]	0.0027
Énergie	Prix de l'énergie [CHF/kWh]	0.125
	Valeur de consommation relative pour un train régional [kWh par t-km brute]	0.0394
Contribution de couverture	Trafic régional voyageurs	8 % des recettes du trafic

Tab. 30: Éléments de base pour le calcul de prix de l'énergie

Le tableau suivant montre les autres coûts liés à l'exploitation d'une ligne ferroviaire régionale.

Personnel du service de roulement [CHF/h]	150
Frais de véhicules (entretien, amortissements, intérêts) [CHF/km]	5
Vente et distribution en % des produits commerciaux	5
Frais d'administration [CHF/h]	150

Tab. 31: Éléments des coûts d'exploitation

¹²⁵ CFF SA, Infrastructure, Catalogue des prestations, Infrastructure 2015, Validité: 14 décembre 2014 jusqu'au 12 décembre 2015, Berne 2013.

Tous les éléments nécessaires sont maintenant réunis pour tirer le bilan de l'exploitation de la ligne à mise à voie normale entre Le Locle et Les Brenets.

Total produits commerciaux	377'851
Personnel du service de roulement	273'805
Frais de véhicules (entretien, amortissements, intérêts)	328'566
Vente et distribution en % des produits commerciaux	18'893
Frais d'administration	30'000
Emolument d'utilisation de l'infrastructure	161'960
Coûts complets	813'224
Coûts non couverts	-435'373
Degré de couverture des coûts [%]	46.5

Tab. 32: Vue d'ensemble des coûts d'exploitation de la ligne LL–LB

6.4 Analyse de sensibilité des résultats

Une analyse de sensibilité et des réflexions de plausibilité s'imposent, car certaines bases de calcul sont des estimations qui nous sont propres. Il faut donc démontrer que les résultats restent fiables si les conditions de base changent.

L'un des moyens de réaliser un tel contrôle est l'application du coût complet par kilomètre productif. Cette notion comprend tous les coûts inclus, même ceux engendrés par des recettes annexes.¹²⁶ Le tableau suivant donne le résultat avec l'approche de coût complet par kilomètre productif.

Kilomètres productifs [km]	65'713
Coût complet par kilomètre productif [CHF]	14.82
Coûts complets	973'870

Tab. 33: Coûts complets selon l'approche par km productif

Le résultat montre une différence d'environ 160 000 francs, soit environ 16,5 %. Le coût complet par km productif provient d'une évaluation des offres et des résultats de 2011 dans le domaine du trafic régional des voyageurs.¹²⁷ Cette valeur médiane d'environ 15 francs ne tient donc pas compte de la situation concrète de la ligne LL–LB qui, avec la mise à voie normale, réalise une économie d'échelle considérable en prolongeant des offres existantes

¹²⁶ Ecoplan, Benchmarking: Beispiel öffentlicher Regionalverkehr, Strukturberichterstattung Nr. 38, Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft, Bern 2008, p. 32.

¹²⁷ OFT, Trafic régional des voyageurs, Indices TRV, Voie normale régionale effective 2011, p. 2, <http://www.bav.admin.ch/themen/03594/03598/04330/index.html?lang=fr>, consulté le 30 juin 2014.

avec leur matériel et leur personnel. C'est pourquoi nous obtenons un coût d'exploitation nettement inférieur à celui de ce tableau. Le calcul de l'économie d'échelle de la mise à voie normale de la ligne LL–LB n'est pas possible sans un horaire concret et sans accès aux coûts d'exploitation réels de la ligne.

Total produits commerciaux	377'851
Coûts complets	973'870
Coûts non couverts	-596'019
Degré de couverture des coûts [%]	38.8

Tab. 34: Degré de couverture des coûts avec l'approche alternative

Avec un degré de couverture des coûts de 38,8 % nous sommes proches de la médiane de 37,6 % qui ressort des indices TRV de l'OFT.¹²⁸

Le produit commercial de la ligne est difficile à estimer, donc contestable. Comme la ligne fait partie de la communauté tarifaire neuchâteloise Onde Verte, ses tarifs font foi. Selon le calculateur du prix de billet d'Onde Verte, la distance entre Le Locle et Les Brenets couvre deux zones et engendre un coût de 2.20 francs pour un aller simple avec abonnement demi-tarif.¹²⁹ Un calcul approximatif montre qu'avec 1000 voy. Les jours ouvrables, donc 313 000 voy. par an, et un produit commercial de 377 000 francs/a, on obtient des recettes d'environ 1.20 franc par voyageur. Cela semble réaliste au vu des indices TRV de l'OFT selon lesquels la médiane du produit par personne embarquée se situe à 2.10 francs.¹³⁰

En admettant que presque tous les utilisateurs auront un abonnement annuel et bénéficieront d'un droit au tarif junior ou senior, les recettes s'élèveront à 459 francs par voyageur et par an.^{131, 132} Même avec un prix aussi avantageux, on obtient des recettes de 459 000 francs, donc nettement supérieures au produit commercial calculé. On peut aussi renverser la logique et demander combien de voyageurs doivent circuler, avec un abonnement à 459 francs/a, pour réaliser les recettes prévues de 377 851 francs. Le calcul indique 823 voyageurs. Ces recettes prévues permettent d'atteindre un degré de couverture des coûts de 38,8 %, ce qui représente

¹²⁸ OFT, Trafic régional des voyageurs, Indices TRV, Voie normale régionale effective 2011, p. 56, <http://www.bav.admin.ch/themen/03594/03598/04330/index.html?lang=fr>, consulté le 30 juin 2014.

¹²⁹ Onde Verte, Calculer le prix du billet, <http://www.ondeverte.ch/>, consulté le 1^{er} juillet 2014.

¹³⁰ OFT, Trafic régional des voyageurs, Indices TRV, Voie normale régionale effective 2011, p. 29, <http://www.bav.admin.ch/themen/03594/03598/04330/index.html?lang=fr>, consulté le 30 juin 2014.

¹³¹ Onde Verte, Calculer le prix du billet, <http://www.ondeverte.ch/titres-de-transport/abonnements/>, consulté le 1^{er} juillet 2014.

¹³² Un abonnement junior/senior à 459 CHF/a coût 1.25 CHF par jour.

des coûts non couverts de l'ordre de 600 000 francs, à partager entre la Confédération (51 %) et la RCNE (avec les communes du canton, 49 %).¹³³

Le tableau synoptique suivant donne une vue d'ensemble des chiffres et calculs susmentionnés.

Tarifs	Billet individuel, 2 zones, abonnement demi-tarif [CHF]	2.20
	Abonnement Junior/Senior [CHF]	459
Demande	Voyageurs aux jours ouvrables	1'000
	Voyageurs par an	313'000
Recettes	Total produits commerciaux calculés [CHF]	377'851
	Recette par voyageur sur base de produit commercial [CHF]	1.21
	Total produits commerciaux avec abo. à 459 CHF	459'000
	Nombre de voy./j. en cas de produit commercial constant et d'utilisation d'abonnement à 459 CHF (1.25 CHF/j.)	823

Tab. 35: Vue synoptique des tarifs et recettes

6.5 Conclusions

Les coûts d'exploitation de ligne Le Locle–Les Brenets mise à voie normale se basent sur une offre des trains prolongés avec 23 A/R en semaine, 18 A/R le samedi et 17 A/R le dimanche. Le concept d'offre avec des trains prolongés, l'idée de base de la transformation en ligne à voie normale, permet des économies d'échelle considérables, mais qui ne sont pas calculables à ce stade.

Avec des recettes par km productif de 5.75 francs, le produit commercial atteint 377 851 francs pour une charge journalière de 1000 voyageurs. Les coûts complets s'élèvent à 813 224 francs, y compris le personnel du service de roulement, les frais de véhicule, la vente et la distribution des billets et l'émolument d'utilisation de l'infrastructure. Le coût non couvert se chiffre donc à 435 373 francs, ce qui correspond à un degré de couverture des coûts de 46,5 %.

L'analyse de sensibilité permet de fiabiliser nos calculs. Une approche alternative de calcul des coûts débouche sur un coût complet de 973 870 francs/an et un coût non couvert de 596 019 francs, toujours avec les mêmes recettes de 377 851 francs. En appliquant cette approche, on obtient un degré de couverture des coûts de 38,8 %, ce qui permet de satisfaire les exigences en termes de degré minimal de couverture des frais (DCF) de 20 % pour une parti-

¹³³ RS 742.101.2, Ordonnance sur les parts cantonales dans les indemnités et les aides financières pour le trafic régional (OPCTR) du 18 décembre 1995, état au 1^{er} juillet 2013, art. 3, al. 2 (annexe).

cipation de la Confédération à l'indemnisation du trafic régional.¹³⁴ Lorsqu'il est prévu d'investir des sommes importantes dans le matériel roulant et l'infrastructure, le degré de couverture des coûts doit être supérieur à 30 %, sinon la Confédération et les cantons sont obligés d'envisager d'autres solutions offrant un meilleur rapport coût-utilité.¹³⁵ Même cette obligation serait satisfaite avec l'approche alternative de calcul des coûts, laquelle produit un degré de couverture des coûts de 38,8 %.

L'approche alternative de calcul des coûts a permis de dégager un certain seuil minimal de fréquentation de la ligne nécessaire pour maintenir le degré de couverture des coûts à 38,8 %, à savoir une charge de 823 voyageurs/jour ou 300 000 voyageurs/an prêts à payer 459 francs par an pour l'utilisation de la ligne.

¹³⁴ OFT, Directive sur la rentabilité minimale dans le trafic régional de voyageurs (TRV), art. 4, entré en vigueur le 12 décembre 2010.

¹³⁵ RS 745.16, Ordonnance sur l'indemnisation du trafic régional de voyageurs (OITRV) du 11 novembre 2009, état le 1^{er} juillet 2013, art. 19, al. 3.

7 Impact de la ligne sur l'aménagement du territoire

L'aménagement du territoire, donc l'emplacement des habitations, des usines, des infrastructures de transport et autres définissent les flux des transports. Les erreurs commises au niveau de l'aménagement du territoire ne peuvent pratiquement plus être corrigées par la politique des transports ou des mesures de promotion des transports publics. Outre une offre attractive (cadencement 30 min), le principal facteur de succès des transports publics est une densité de population et d'installations engendrant un flux de personnes importantes (usines, centres commerciaux, stades, etc.) dans un rayon restreint autour des haltes et gares.

Or les régions limitrophes souffrent de l'étalement et du mitage de l'habitat et des implantations engendrant des flux de voyageurs importants. Cela reflète l'échec de l'aménagement du territoire hors des zones urbaines. On dit souvent que les zones limitrophes et rurales sont très peu peuplées pour expliquer par exemple la faible fréquentation des transports publics. Mais les analyses ont plutôt montré que ces régions souffrent moins d'une faible population en général que d'une densité de population trop faible dans un rayon restreint autour des gares et haltes.¹³⁶ Dans les zones limitrophes, des choix d'aménagement du territoire peu pertinents, par exemple la construction d'une école ou d'un gymnase loin du centre, peut déjà affaiblir considérablement la fréquentation d'une ligne ferroviaire. Pour justifier l'implantation de services publics et d'autres services (magasin d'alimentation, crèche, boulangerie, etc.), il faut une certaine masse critique. Dans les régions limitrophes et rurales, on ne peut créer cette masse critique qu'en appliquant une politique d'aménagement du territoire ayant pour objectif l'utilisation d'une ligne de chemin de fer comme outil structurant.

Dans les paragraphes suivants, nous examinerons l'impact de la ligne mise à voie normale sur l'aménagement du territoire au sens large, sur une échelle régionale d'une part et sur une échelle plus grande, c'est-à-dire cantonale et transfrontalière, d'autre part.

7.1 Aménagement du territoire à l'échelle locale

Comme nous l'avons vu à la section 5.2, le potentiel de la ligne se situe essentiellement dans un rayon de 750 m autour de la gare des Brenets. Une densification autour de la halte des Frêtes n'est pas pertinente vu l'accès plutôt difficile de la halte, en pleine zone agricole et forestière. Par conséquent, la halte des Frêtes sera exclue des réflexions suivantes.

¹³⁶ Rieder Markus, Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser?, pp. 208–235.

- La possibilité de densification de l'habitat dans un rayon le plus proche possible autour de la gare des Brenets
- Les chemins pédestres de et vers la gare
- Les emplacements des installations d'intérêt public en relation avec les utilisateurs des transports publics

L'étude «Aménagement de surface et modernisation de trafic», commandée par la Commune des Brenets, délimite certains secteurs de la commune des Brenets comme le centre, le quartier d'habitation «La Crête», la zone d'activité touristique avec le port et une zone réunissant des équipements sportifs (cf. carte ci-jointe Fig. 69, Fig. 71).¹³⁸ Il y manque la définition d'un quartier de la gare avec des mesures de densification, comme une zone d'habitation à haute densité (ZHHD) selon le règlement d'aménagement de la commune des Brenets.¹³⁹ La carte suivante montre les trois zones d'habitat et la zone touristique.

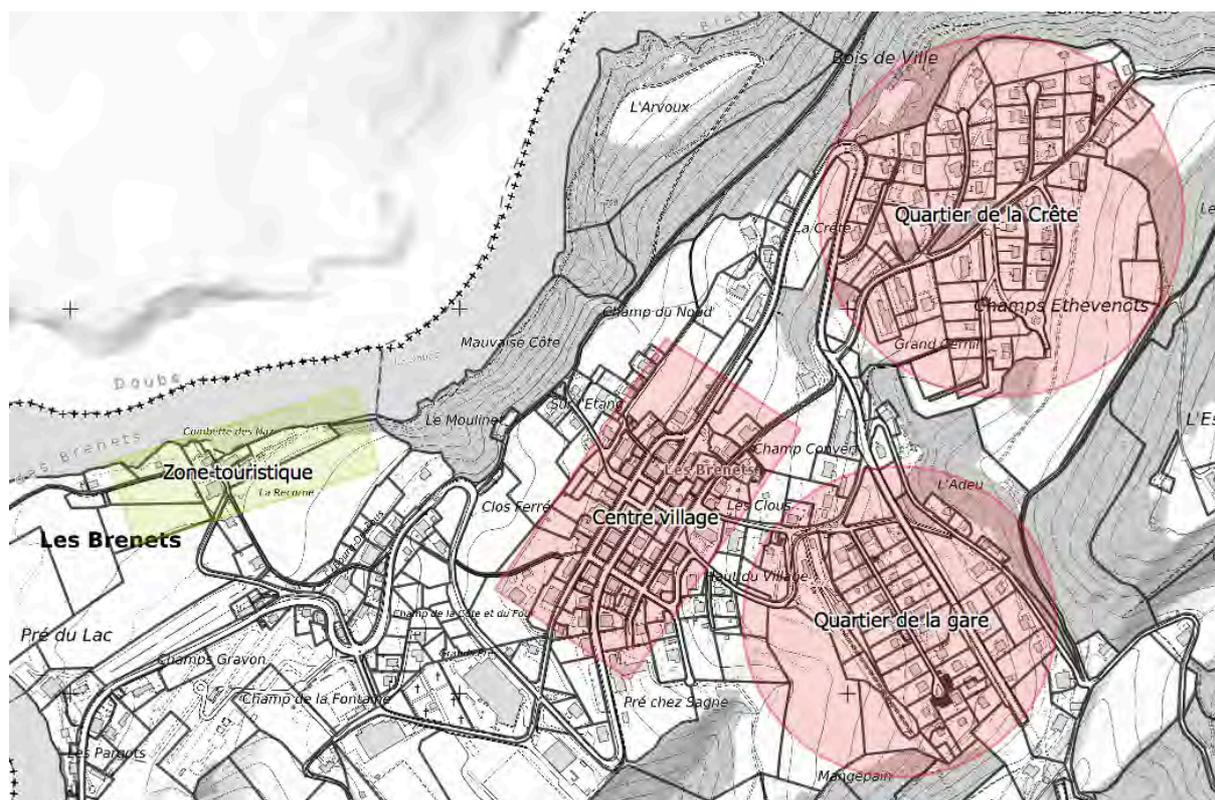


Fig. 48: Les différentes zones de chalandise aux Brenets¹⁴⁰

¹³⁸ RWB Neuchâtel SA, Aménagement de surface et modernisations de trafic, Neuchâtel 2013.

¹³⁹ Commune des Brenets, Règlement d'aménagement du 26 avril 1995, p. 11.

¹⁴⁰ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 4 juillet 2014.

L'aspect important, pour développer les différents pôles comme nous le suggérons, réside dans les chemins piétons entre les différentes zones. Le centre du village a pour vocation d'être le centre commercial, culturel et administratif. Il faut une certaine concentration des commerces et des restaurants au bord de la «Grande Rue» et de la «Rue du Lac» pour créer une certaine attractivité et obtenir une certaine masse critique. Il s'agit du cœur du village. Et même la zone centre présente encore un potentiel de densification non négligeable. Un centre densément peuplé est intéressant non seulement pour les commerces: les touristes aussi les trouvent plus séduisants que des quartiers formés de maisons isolées.

Le quartier de la Crête sera dédié exclusivement à l'habitat, et à haute densité dans toute la mesure du possible. Une grande partie du quartier de la Crête est classée comme zone d'habitat à faible densité (ZHFD) et non comme ZHHD (cf. carte en annexe Fig. 71). Là aussi, selon le plan cadastral, il reste un potentiel de densification considérable. Selon la nouvelle tournure de la Loi sur l'aménagement du territoire (LAT), les cantons et communes sont tenus d'axer leur aménagement du territoire sur une urbanisation vers l'intérieur du milieu bâti, de créer un milieu bâti compact, de répartir judicieusement les lieux d'habitation et les lieux de travail et de les planifier en priorité sur des sites desservis de manière appropriée par les transports publics.¹⁴¹ C'est là tout un programme à réaliser.

¹⁴¹ RS 700, Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) du 22 juin 1979, état le 1^{er} mai 2014, art. 1, al. 2, art. 3, al. 2.

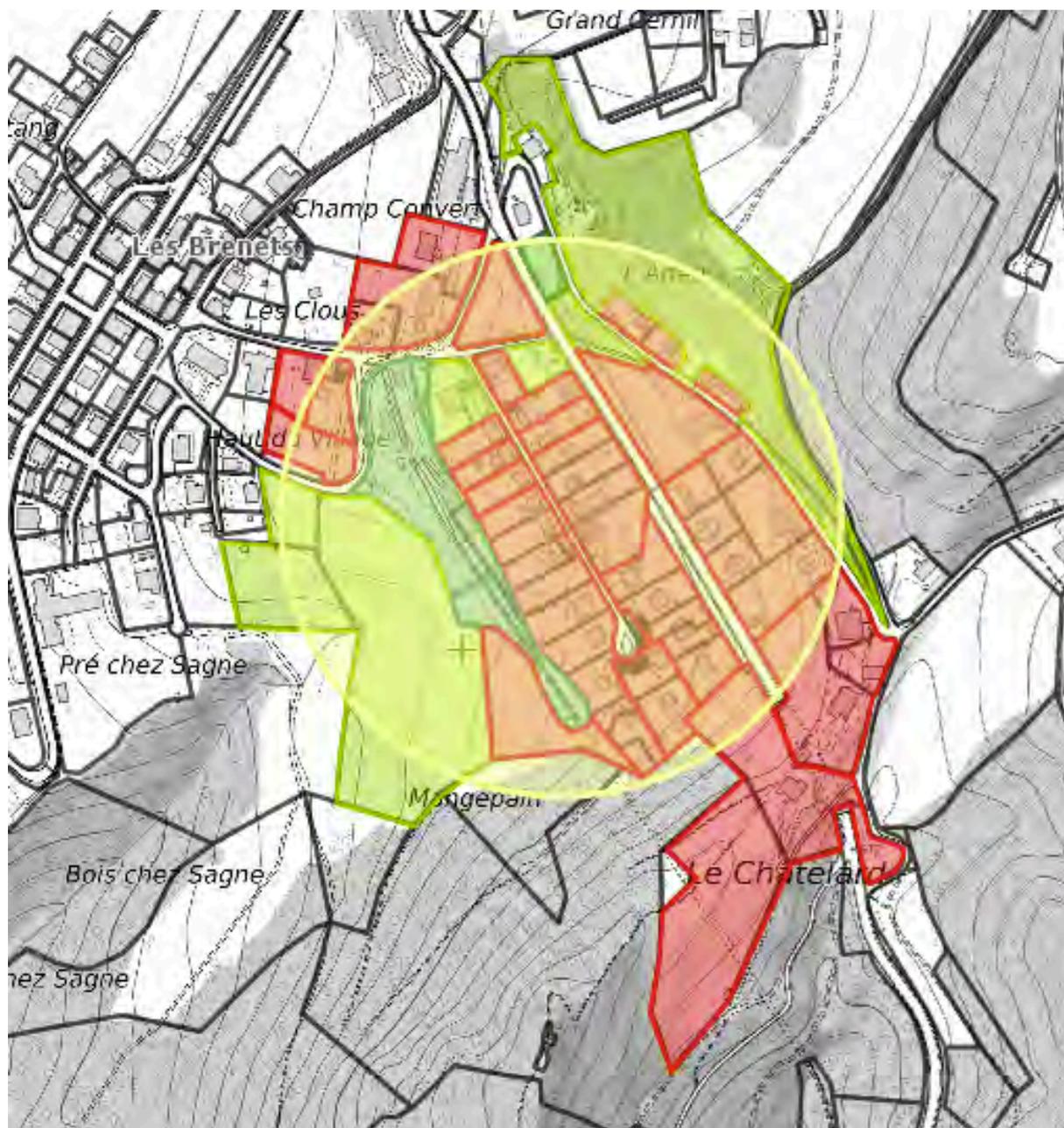


Fig. 49: Rayon de 200 m autour du centre du quartier de la gare avec les différents propriétaires ¹⁴²

Les couleurs du plan cadastral ci-dessus reflètent la propriété. Le rouge signale la propriété privé, le vert la propriété publique (commune, canton et TransN).

¹⁴² © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 4 juillet 2014.

Propriétaire	Surface [m ²]
Commune des Brenets	58'993
TransN	10'865
RCNE	911
Total surface en propriété publique	70'769
Total surface constructible, env.	26'000
Total surface privée constructible	3'653
Total surface constructible	29'653

Tab. 36: Vue d'ensemble des sols constructibles

Le tableau ci-dessus est basé sur des parcelles non bâties du domaine public et privé. Il est très difficile de calculer le potentiel de densification sur des parcelles occupées, car il s'agit essentiellement de propriétés privées, presque uniquement de maisons à quatre façades, et il est donc fort probable que les propriétaires ne seront pas favorables à une densification de leur parcelle. Mais le potentiel de densification semble considérable et une extension de la zone à bâtir ne se justifie certainement pas. Une réduction de la zone à bâtir permettrait d'augmenter la pression sur les propriétés sous-utilisées.

Les habitations situées à l'Est de la ligne de chemin de fer (Les Grands-Prés et Route Franche-Comté) n'ont pas d'accès piétonnier direct vers la gare. Une telle réalisation serait souhaitable pour toute cette zone.

Comme déjà mentionné à la section 3.3, la transformation de la ligne à voie normale engendre une reconfiguration totale de l'espace de la gare, et donc une chance de repenser le bâti sur ce terrain en propriété publique. On peut ainsi envisager de supprimer le bâtiment de la gare et ses annexes pour réaliser un nouveau complexe abritant par ex. des commerces de proximité, un restaurant, une crèche, une école, une bibliothèque, l'office du tourisme, un magasin de produits du terroir ou tout autre structure qui rend service à une majorité de la population. En outre, des logements pourraient être construits sur la surface en propriété publique disponible autour de la gare.

Vu la problématique de l'indice d'utilisation du sol plutôt faible dans la commune des Brenets, il serait indiqué de réviser le règlement des constructions datant de 1995 afin d'instaurer un taux d'utilisation du sol plus élevé et de fixer une densité minimale pour chaque quartier selon l'exemple du canton Argovie.¹⁴³ En effet, la mise à voie normale de la ligne LL–LB, qui permet des liaisons directes vers LCF et au-delà, augmente l'attrait du lieu comme point

¹⁴³ Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Richtplananpassung Siedlungsgebiet, Öffentliche Vernehmlassung und Anhörung/Mitwirkung, Beschlüsse, Richtplankapitel S 1.2, S 1.9, Anpassung Richtplankapitel G 4, R 1, S 2.2, S 3.2, Aarau Mai 2014, p. 4.

d'attache pour s'installer aux Brenets, d'où on pourra rejoindre LCF en moins de 20 min, sans changement. Cela augmentera la pression sur l'immobilier d'une manière générale.

LE CHALET

La halte du Chalet occupe une position particulière sur la ligne LL–LB. Comme déjà mentionné plus haut, elle est maintenant utilisée par des voyageurs à destination du centre du Locle, car elle permet d'éviter de passer par la gare du Locle même. Ainsi, on gagne au moins 5 minutes, car la ligne de bus 341 fait la correspondance avec les trains et amène les voyageurs en 3 min au centre-ville.

Or la position et la fonction de la halte du Chalet changeront avec la mise à voie normale de la ligne LL–LB. Elle conservera son rôle de point de correspondance le plus rapide pour se rendre au centre du Locle et vice versa. Avec des liaisons directes vers LCF ou au-delà, la halte gagnera une nouvelle qualité comme point de départ direct des habitants du quartier situé autour de la halte et comme point de destination pour les employés des ateliers et de l'hôpital proche de la halte. Il devient donc intéressant d'habiter ou d'installer un atelier près de la halte du Chalet. C'est sous cet angle qu'il faut analyser l'impact de la ligne LL–LB sur l'aménagement du territoire.

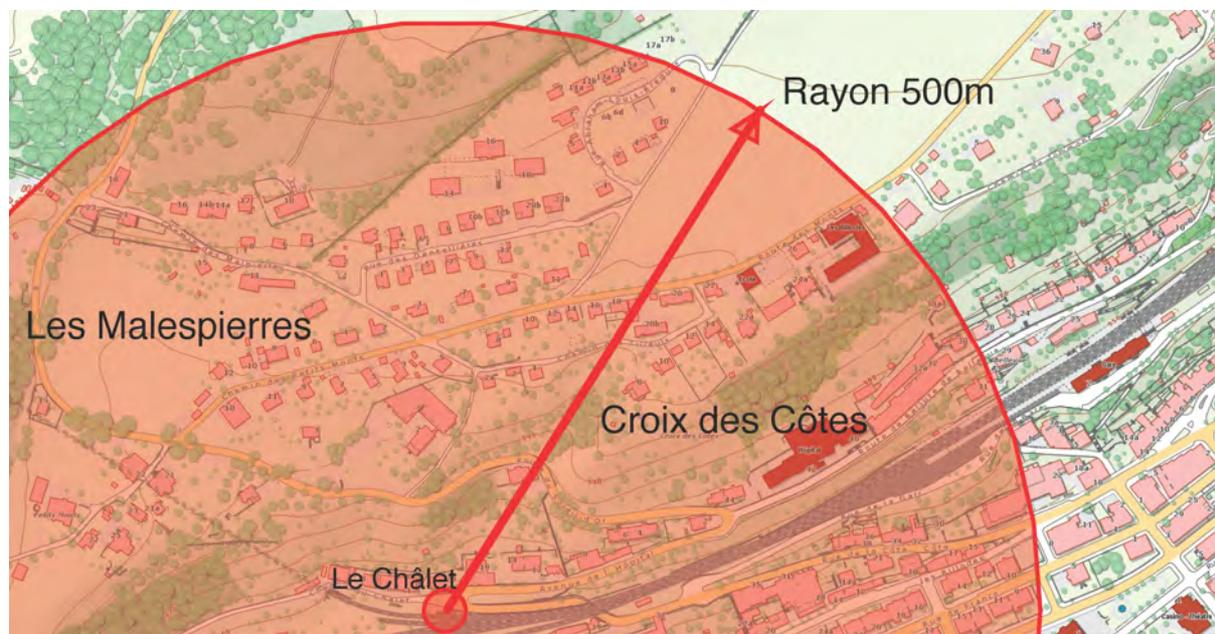


Fig. 50: Rayon de 500 m autour de la halte du Chalet ¹⁴⁴

¹⁴⁴ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 5 juillet 2014.

La difficulté centrale d'accès à la halte est la pente, car les quartiers de la Croix des Côtes et des Malespierres sont adossés à une colline, comme Les Brenets. Si les distances à vol d'oiseau sont assez courtes, les distances réelles sont plus longues, avec une pente non négligeable. Pour accéder à l'hôpital du Locle depuis la halte du Chalet, il faut parcourir une distance de 350 m à pied avec un dénivelé de 22 m. La situation est similaire entre la gare et l'hôpital du Locle – la distance est de 400 m avec un dénivelé de 20 m. L'accès à l'hôpital, depuis la halte du Chalet ou la gare du Locle, est donc comparable. Pour les frontaliers français qui travaillent à l'hôpital, la halte du Chalet est plus pratique. Pour le centre pédagogique «Les Billodes», avec son école, la distance à parcourir à pied devient trop longue avec près de 850 m et un dénivelé de 80 m. Il faudrait remanier les chemins piétonniers pour créer des trajets aussi directs que possible. À proximité immédiate, il y a la manufacture Zenith – 150 m avec un dénivelé de 6 m. Elle est donc idéalement située pour un accès à pied depuis la halte du Chalet, pour les frontaliers français comme pour les employés habitant à La Chaux-de-Fonds.

On assistera aussi à une revalorisation au niveau du logement, car la halte du Chalet donnera accès à des trains directs au moins jusqu'à LCF. Il deviendra donc intéressant de s'installer aux Malespierres ou à la Croix des Côtes et de travailler à LCF. La ville du Locle a créé récemment de nouveaux lotissements dans ces quartiers.¹⁴⁵ Il s'agit du lotissement «Les Dentellières», rue des Dentellières, et du lotissement «Malpierrez Est», rue Abraham-Louis Breguet. Tous deux sont proches l'un de l'autre et classés «quartier durable».¹⁴⁶ Mais si les deux lotissements se trouvent encore dans le rayon de 500 m autour de la halte du Chalet, la distance à pied jusqu'aux Dentellières est toute de même de 800 m avec un dénivelé de 80 m, et pour «Malpierrez Est» les valeurs sont de 900 m et 85 m. Ces deux exemples montrent la problématique du lotissement dans le périmètre de la halte du Chalet. Si l'on veut réellement revaloriser ce quartier, il faut se concentrer sur une bande de 250 m pour obtenir un trajet à pied intéressant.

¹⁴⁵ Ville du Locle, Habitat, Nouveaux lotissements, <http://www.lelocle.ch/qualitedevie/promotion/habitat/#c164>, consulté le 5 juillet 2014.

¹⁴⁶ RCNE, Plan directeur cantonal, Projet de territoire, Version adoptée par le Conseil d'Etat, juin 2011, Neuchâtel 2011, pp. 141.



Fig. 51: Bande de 250 à 500 m au-dessus de la halte du Chalet ¹⁴⁷

Une analyse grossière du sol dans le rectangle montre qu'à peine 10 % est en mains publiques. Un tiers est détenu par les CFF et une toute petite partie par TransN, pour l'exploitation ferroviaire (voir tableau ci-dessous). Les pouvoirs publics disposent donc d'un levier modeste mais bien réel pour favoriser la densification de l'habitat autour de la halte du Chalet.

Propriétaire	Surface [m ²]
Commune du Locle et co-propriété	4'670
CFF et TransN (TransN=415m ²)	8'609
Hôpital du Locle	8'407
Surface en propriété publique	21'686

Tab. 37: Vue d'ensemble des sols dans la propriété publique autour de la halte du Chalet

Un coup d'œil au plan cadastral révèle des possibilités d'implanter davantage d'habitations, même si le terrain est accidenté. L'un des moyens se trouve dans le règlement d'aménagement communal, avec des prescriptions contraignantes des zones d'affectation.¹⁴⁸ Il faut modifier le règlement dans le sens d'un élargissement des zones d'habitation à haute densité (ZHHD),

¹⁴⁷ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 6 juillet 2014.

¹⁴⁸ Ville du Locle, Règlement d'aménagement de la Commune du Locle du 9 mai 2001, modifié le 6 février 2013, p. 5.

particulièrement autour des haltes et gares.¹⁴⁹ Les propriétaires fonciers des zones situées autour des gares doivent être incités à optimiser leurs biens immobiliers par une taxe liée à l'indice d'utilisation du sol. Les propriétaires qui ne dépassent pas un certain indice d'utilisation du sol devraient ainsi verser une taxe de sous-utilisation, selon l'exemple valant pour les résidences secondaires dans la commune de Silvaplana.¹⁵⁰ Les recettes de cette taxe serviraient à soutenir des propriétaires qui densifient l'occupation de leurs terrains. Une telle mesure est d'autant plus justifiée que Le Locle est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO pour son urbanisme horloger. De plus, Le Locle et la commune des Brenets sont membres de l'Agglomération Urbaine du Doubs (AUD). Si on considère que l'AUD est une agglomération, il faut aussi suivre cette logique d'agglomération au niveau de l'aménagement du territoire. Pour les quartiers des Malespierrres et de la Croix des Côtes, la halte du Chalet constitue une chance de s'intégrer réellement dans l'agglomération de l'AUD.

LE LOCLE

La gare du Locle n'est pas vraiment excentrée en termes de distance (environ 150 m du centre-ville à vol d'oiseau), mais un dénivelé de 30 m complique la situation. Le trajet entre le centre-ville et la gare est ainsi de quelque 500 m. Ce fait entrave les échanges entre la gare du Locle et le centre-ville. L'idée de relier la gare au centre-ville par un funiculaire n'est pas nouvelle.¹⁵¹ Mais il a fallu un certain temps, et un détour par un projet d'ascenseur, pour retrouver cette idée (remontée mécanique). La fin de la construction de cette nouvelle liaison mécanique a été annoncée pour avril 2014, mais elle n'est pas achevée à l'heure de la rédaction de ces lignes.¹⁵² Ce funiculaire reliera la rue de la gare à la rue de la Côte, sur une longueur de 60 m et pour un dénivelé de 24 m.¹⁵³ La cabine devrait pouvoir emporter 16 personnes à une vitesse de 2,5 m/s. Un A/R prendra ainsi environ 75 secondes. L'installation pourra donc assurer 48 A/R par heure avec une capacité théorique de 768 personnes/h. Ces quelques chiffres montrent que le projet de funiculaire en cours de réalisation entre la gare et le centre-ville ne résoudra pas le problème d'«excentrage» de la gare du Locle, sans examiner si les points de départ et d'arrivée sont judicieusement choisis.

¹⁴⁹ Cf. Office des affaires communales et de l'organisation du territoire (OACOT) du Canton de Berne, Zone à bâtir et transports publics, Berne, mai 2008.

¹⁵⁰ Jankovsky Peter, Silvaplana schreitet fast alleine voran, Nur einzelne Bündner Gemeinden sehen die gezielte Besteuerung von Zweitwohnungen vor, dans NZZ du 24 juin 2014, p. 9.

¹⁵¹ F. J., Billet loclois, dans L'Impartial du 17 novembre 1949, p. 1.

¹⁵² Ville du Locle, Ascenseur de la gare, <http://www.lelocle.ch/news/article/ascenseur-de-la-gare/?L=0&cHash=236db588a6f39c26f6b27679a7a9c672>, consulté le 6 juillet 2014.

¹⁵³ Ville du Locle, Rapport du Conseil Communal au Conseil Général à l'appui d'une demande de crédit complémentaire de Fr. 170'000.- pour la réalisation d'une liaison par ascenseur centre-ville/gare du 15 août 2012, pp. 4–10.



Fig. 52: Tracé du funiculaire entre la gare du Locle et le centre-ville ^{154, 155}

Au-delà de la question de la liaison entre centre-ville et gare, avec la densification du centre urbain du Locle, l'intérêt au niveau de l'aménagement du territoire porte sur la densification du quartier de la gare, qui se trouve au nord-ouest de celle-ci, accroché à la colline.

¹⁵⁴ Ville du Locle, Rapport du Conseil Communal au Conseil Général, op. cit., p. 5.

¹⁵⁵ Ville du Locle, Ascenseur de la gare, op. cit., consulté le 6 juillet 2014.



Fig. 53: Périmètre situé au-dessus de la gare du Locle ¹⁵⁶

Nous limitons nos investigations à un rectangle de 250 à 500 m, considéré comme zone de chalandise, duquel on peut aisément se rendre à pied à la gare du Locle. Comme nous l'avons vu dans les cas des Brenets et du Chalet, il faut proposer des chemins piétonniers plus directs vers la gare afin de raccourcir sensiblement la distance et la durée du trajet. Il semble qu'on a ici négligé les besoins des piétons au profit de ceux des automobilistes. Pour densifier l'habitat dans le périmètre décrit, il faut se concentrer sur la partie la plus proche de la gare et ne pas favoriser un aménagement vers le Nord-Est, car on s'éloigne alors de tout moyen de transports publics performant.

¹⁵⁶ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 6 juillet 2014.



Fig. 54: Bande de 250 à 500 m située au-dessus de la gare du Locle¹⁵⁷

Nous avons traité ce rectangle de la même manière que pour la halte du Chalet. Cette analyse indique qu'environ un tiers du sol appartient aux pouvoirs publics. Mais ce chiffre est trompeur. Une grande partie du terrain en mains publiques est constituée d'installations ferroviaires, donc en principe non disponibles pour un autre usage. En ce qui concerne la propriété de l'hôpital du Locle, il est possible que ce terrain soit destiné à une extension future de l'hôpital. Nous ne pouvons pas vraiment juger du bien-fondé d'un tel projet, mais les discussions actuelles sur la fermeture des hôpitaux régionaux et la tendance à la concentration ne vont pas dans ce sens. Si une telle extension peut être écartée, ce terrain serait idéalement situé pour la construction de logements, à proximité de la gare du Locle. Les terrains détenus par la commune du Locle ou en copropriété avec des privés sont limités, en dépit de l'importance apparente du chiffre annoncé dans le tableau ci-après. En effet, le terrain est fragmenté en parcelles de petite taille. La plus grande – 6000 m² – déborde en grande partie

¹⁵⁷ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/main>, consulté le 6 juillet 2014.

du rectangle esquissé. De point de vue de la coordination entre aménagement du territoire et transports publics, il n'est donc pas souhaitable de tabler sur ce terrain, trop éloigné d'un moyen de transports publics performant.

Propriétaire	Surface [m ²]
Commune du Locle et co-propriété	10'294
CFF	31'859
Hôpital du Locle	10'026
Surface en propriété publique	52'179

Tab. 38: Vue d'ensemble des terrains détenus par les pouvoirs publics autour de la gare du Locle

Comme déjà mentionné dans le cas de la halte du Chalet, il serait indiqué que la Ville du Locle se dote d'instruments législatifs permettant d'inciter les propriétaires fonciers privés de densifier l'utilisation de leurs terrains. Certains des surfaces concernées se prêtent à une telle densification, même si le terrain est accidenté.

7.2 Aménagement du territoire à l'échelle régionale

Dans cette section, nous traiterons du rayonnement de la mise à voie normale de la ligne LL–LB sur la montagne neuchâtelois et l'arc jurassien. Ce rayonnement se limite géographiquement à l'AUD d'une part et à la région située entre Neuchâtel, Bienne et l'AUD d'autre part.

L'AUD est un pôle urbain et économique de plus de 62 000 habitants, offrant plus de 37 000 emplois.¹⁵⁸ Ses objectifs consistent à créer une identité territoriale commune et à améliorer l'accessibilité à l'AUD grâce à une desserte ferroviaire performante et à une stratégie d'aménagement du territoire commune.¹⁵⁹ L'AUD regroupe les trois communes suisses de La Chaux-de-Fonds, Le Locle et Les Brenets et les trois communes françaises de Morteau, Villers-le-Lac et Les Fins. Juridiquement parlant, l'AUD est un Groupement Local de Coopération transfrontalière (GLCT), c'est-à-dire une personne morale de droit public dotée de capacité juridique et d'autonomie budgétaire. Ses compétences peuvent être étendues, comme le montre l'exemple du GLCT des transports publics transfrontaliers dans l'agglomération franco-valdo-genevoise. La mission du «GLCT des transports publics transfrontaliers» est l'organisation, l'exploitation, le marketing, la tarification et l'administration des lignes rou-

¹⁵⁸ AUD, Convention cadre sur la coopération transfrontalière au sein de l'Agglomération Urbaine du Doubs (AUD) du 6 septembre 2013, p. 1.

¹⁵⁹ AUD, Convention cadre sur la coopération transfrontalière, op. cit., p. 3.

tières transfrontalières.¹⁶⁰ Ses statuts précisent qu'il confie l'exploitation des lignes à un opérateur tiers.¹⁶¹ Ce n'est donc pas le GLCT qui exploite les lignes de bus. Il n'assure pas non plus la fonction de maître d'ouvrage, la réalisation d'infrastructures ou l'exploitation directe.¹⁶² À l'avenir, l'AUD pourrait organiser les transports routiers transfrontaliers dans leur périmètre géographique avec la ligne de bus Les Brenets–Villers-le-Lac-Morteau/Les Fins.

Nous considérons les montagnes neuchâteloises comme un bassin de vie qui correspond bien à l'AUD, mais auquel il faut ajouter Saint-Imier. Cela est justifié par la similitude du tissu industriel de St-Imier, également dominé par l'horlogerie et la microtechnique, et par son centre important de formation dans les mêmes domaines. Cette petite ville de 5000 habitants est fréquentée quotidiennement par quelque 1000 jeunes qui viennent s'y former dans différents domaines.¹⁶³ Avec la création de La Clef, espace d'implantation d'entreprises offrant 80 000 m² de terrain à bâtir, combiné avec une halte ferroviaire le long de la ligne LCF–St-Imier, cette région convient bien à l'AUD et constitue un complément judicieux.¹⁶⁴ Ce rattachement à l'AUD se justifie aussi au niveau des TP, car le temps de parcours entre LCF et St-Imier n'atteint que 12 à 15 min, contre 27 à 41 min pour le trajet St-Imier–Bienne. Ainsi, une bonne partie de la vie économique et sociale de St-Imier est orientée vers LCF et pas forcément vers Bienne.

Au niveau des transports ferroviaires, il est judicieux de prévoir une exploitation horaire entre Les Brenets et Saint-Imier, avec arrêt à tous les haltes, un temps de parcours de 37 min et des arrêts de 2 min au Locle et de 5 min à LCF, pour assurer les correspondances dans toutes les directions. L'engagement de deux rames permet d'assurer ce rythme. Selon les statistiques sur les déplacements domicile-travail en Suisse, deux tiers des pendulaires consacrent jusqu'à 30 min à ce trajet.¹⁶⁵ Ce sont donc ces 30 min, à compter d'un centre régional, qu'on utilise pour délimiter une agglomération ou un bassin versant/de vie. Une liaison directe entre Les Brenets et St-Imier est pertinente car elle permet de desservir tous les centres économiques,

¹⁶⁰ Convention de coopération relative aux transports publics transfrontaliers dans la région franco-valdo-genevoise du 1^{er} décembre 2006, Annexe: Statuts du «GLCT des transports publics transfrontaliers», art. 3, al. 1.

¹⁶¹ Convention de coopération relative aux transports publics transfrontaliers, op. cit., art. 3, al. 2.

¹⁶² RSG 700.93, Convention instituant le Groupement locale de coopération transfrontalière «Projet d'agglomération franco-valdo-genevois», en vue d'en assurer la gouvernance (C-Agglo) du 28 juin 2012, art. 6, al. 2.

¹⁶³ Saint-Imier, Terre d'énergies, Se former, <http://www.saint-imier.ch/index.php/de/sich-bilden>, consulté le 8 juillet 2014.

¹⁶⁴ Saint-Imier, La Clef, votre espace d'implantation d'entreprises, <http://www.saint-imier.ch/index.php/fr/investir/promotion-economique/espace-dimplantation-dentreprises>, consulté le 8 juillet 2014.

¹⁶⁵ OFS, La pendularité en Suisse 2012, 11 Mobilité et transports, Actualités OFS, Neuchâtel, mai 2014, p. 4.

sociaux et de formation des montagnes neuchâteloises. Mais le projet n'a de sens que si la politique de l'aménagement du territoire suit, comme c'est le cas à St-Imier avec La Clef.



Fig. 55: Installation de la halte CFF La Clef et plan de la situation ¹⁶⁶

On trouve un mauvais exemple de coordination entre TP et aménagement du territoire au Col-des-Roches avec l'implantation de la manufacture Comadur, totalement isolée, à 450 m de la gare du Col-des-Roches, laquelle n'est desservie que par 9 A/R par jour. Cet exemple montre la problématique des implantations dispersées, incapables de créer la masse critique justifiant une offre performante des transports publics.

¹⁶⁶ Saint-Imier, La Clef, votre espace d'implantation d'entreprises, <http://www.saint-imier.ch/index.php/fr/investir/promotion-economique/espace-dimplantation-dentreprises>, consulté le 8 juillet 2014.

AU NIVEAU FERROVIAIRE, l'intégration de la ligne LL–LB à voie normale n'offre aucun choix de création de desserte jusqu'à La Chaux-de-Fonds. Au-delà, une branche vers St-Imier, comme indiqué plus haut, serait souhaitable, de même qu'un prolongement vers Neuchâtel. Le trajet Les Brenets–La Chaux-de-Fonds durera 17 min avec arrêt à toutes les haltes et une attente de 2 min au Locle, contre 19 min actuellement. À lui seul, ce gain de 2 min n'augmentera pas la fréquentation de la ligne, mais la liaison directe, sans changement, va considérablement rehausser son attrait. Une grande partie des utilisateurs des TP brenassiers ne dépasse pas LCF. C'est encore plus vrai pour les frontaliers, dont le trajet devient long. Ainsi, le seul parcours en bus Les Pargots–Les Brenets prend 9 min. Avec l'intégration de Villers-le-Lac, ce trajet passe à environ 18 min, selon la politique de desserte. Avec un temps de battement réaliste entre bus et train aux Brenets, soit 5 min, on obtient un temps de parcours entre Villers-le-Lac et LCF de 40 min. Cela nous semble encore raisonnable pour se rendre au travail. Cela montre une nouvelle fois les limites du bassin de vie des montagnes neuchâteloises. Un prolongement de la ligne de bus des Brenets vers Morteau/Les Fins n'est souhaitable qu'en cas de défaillance de la ligne ferroviaire Morteau–La Chaux-de-Fonds, car une telle desserte concurrence le service ferroviaire, ce qui n'est pas souhaitable. Avec cette desserte, il faudrait ajouter 15 min au trajet vers Morteau (selon la politique de desserte). Le parcours Morteau–La Chaux-de-Fonds via les Brenets dure ainsi 55 min, contre 27 min en train – le double.

C'est pourquoi on relance régulièrement l'idée de créer une liaison directe en bus entre Morteau et Le Locle pour mieux desservir les industries et les institutions publiques le long de la Rue de France. Cela représenterait au moins 40 à 45 min, si la route n'est pas embouteillée, sans desservir Villers-le-Lac et la gare du Locle et en choisissant de desservir toute la population et non pas seulement les travailleurs des manufactures. Pour comparaison, le bus Cartier Morteau, parc du Collège–Villers-le-Lac–Combe-à-l'Ours a besoin de 37 min avec 12 arrêts intermédiaires bien précis. La charge de la traversée du Locle est telle aux heures de pointe que la variation du temps de parcours peut atteindre 50 % et les courses de bus d'entreprise relient Morteau à Cartier en 50 min et 45 s.¹⁶⁷ Le trajet Place du Marché (Locle) – gare de La Chaux-de-Fonds dure 18 min selon l'horaire de la ligne 360/361 et ne circule pas le dimanche. Ces deux services sont donc peu comparables, car le bus Cartier n'effectue que 3 A/R tôt le matin (entre 5h55 et 6h30) et l'après-midi (15h35 et 17h09).¹⁶⁸ Selon nos informations, le succès de ce bus d'entreprise est modeste. Au niveau de l'aménagement du territoire, on obtient une desserte plus fine là où se trouvent les installations engendrant les plus

¹⁶⁷ Ville du Locle, Rapport du Conseil Communal au Conseil Général concernant une demande de crédit de Fr. 1 125 000.– pour la mise en place de voies bus en ville du Locle, du 15 janvier 2014, p. 3.

¹⁶⁸ Horaire Cartier, TRN, février 2007.

grands flux, mais au prix d'un temps de parcours élevé qui nuit fortement à l'attractivité de la liaison. La réservation d'une troisième piste pour le bus entre la Rue de France et le Col-des-Roches fiabilise l'horaire, mais ne change pas fondamentalement un temps de parcours trop long. Il faut se rendre compte qu'avec une telle desserte, une exploitation ferroviaire en parallèle ne serait pas maintenue – on fermerait alors la liaison ferroviaire entre Morteau et Le Locle.

La réalisation des contournements routiers du Locle et de La Chaux-de-Fonds (H 20 et H 18) va dans le même sens.¹⁶⁹ Le projet de contournement du Locle (H20) prévoit une route au nord du Locle d'environ 5,2 km, dont plus de 4 km en tunnel. On vise ici un délestage de 50 à 60 % du trafic routier traversant la ville.¹⁷⁰ Sur les 20 000 véh./j. qui traversent la ville du Locle, plus de la moitié sont de pur transit.

Le projet de contournement de La Chaux-de-Fonds (H20) prévoit la construction d'un tunnel au sud, d'une longueur de 5 km, pour réduire de 20 à 50 % le trafic de transit.¹⁷¹ Avec le contournement du Locle, ce projet garantit une liaison routière de qualité entre la frontière française et la route nationale actuelle La Vue-des-Alpes–Neuchâtel, selon le Conseil fédéral.¹⁷² Le trafic routier devient donc plus attractif dans l'ensemble. Avec les deux contournements, la durée du trajet Col-des-Roches–Neuchâtel serait réduite de 23 min aux heures de pointe et de 11 minutes aux heures creuses.¹⁷³ Pour la liaison Col-des-Roches–LCF, l'étude citée prévoit une réduction de 17 min aux heures de pointe et de 7 min aux heures creuses; et pour la relation centre-ville du Locle–LCF, on prévoit une réduction de 7 min aux heures de pointe et de 4 min aux heures creuses. Les investissements nécessités par ces deux contournements sont indiqués dans le tableau suivant.

¹⁶⁹ RCNE, Plan directeur cantonal, Projet de territoire, Version adoptée par le Conseil d'Etat, juin 2011, Neuchâtel 2011, pp. 132.

¹⁷⁰ FF n° 7 du 14 février 2012, Message concernant l'adaptation de l'arrêté fédéral sur le réseau des routes nationales et son financement du 18 janvier 2012, p. 623.

¹⁷¹ FF n° 7 du 14 février 2012, op. cit., p. 623.

¹⁷² FF n° 7 du 14 février 2012, op. cit., p. 658.

¹⁷³ Jeanrenaud Claude, Girardin Helena, TransRUN, Étude d'opportunité du réseau urbain neuchâtelois, Institut de recherches économiques, Université de Neuchâtel, Neuchâtel juin 2011, p. 19.

Projet routier	Coût [CHF]
H20 Contournement du Locle	460'000'000
H18 Contournement de La Chaux-de-Fonds	520'000'000
Total	980'000'000

Tab. 39: Vue d'ensemble des coûts pour les deux contournements routiers ¹⁷⁴

Selon nos estimations, l'impact des deux contournements sur les transports publics en général et sur les liaisons ferroviaires en particulier sera considérable, supérieur aux estimations de l'étude Jeanrenaud, avec une perte de 185 personnes par jour sur le tronçon LL–LCF. ¹⁷⁵ Les deux contournements engendrent une liaison routière très performante de la frontière à Neuchâtel, et les TP n'ont rien à proposer de comparable, même avec un TransRUN en tunnel direct entre LCF et Neuchâtel, car les destinations des personnes sont très souvent éloignées des gares et haltes ferroviaires. L'aménagement du territoire dans la région est axé sur la route et ne crée pas des pôles autour des gares et haltes. Ceci tout particulièrement au Locle, car la gare du Locle est excentrée et celle du Col-des-Roches est mal desservie.

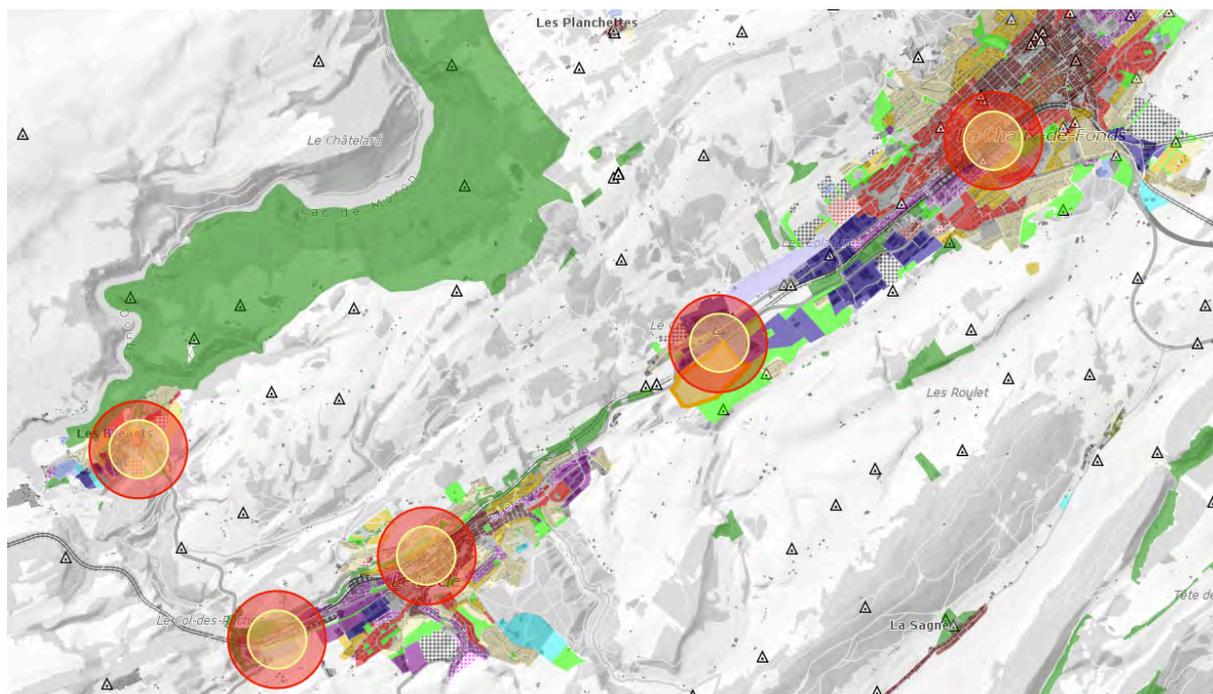


Fig. 56: Plan cadastral avec zones de chalandise autour des gares et haltes ¹⁷⁶

¹⁷⁴ FF n° 7 du 14 février 2012, op. cit., p. 623.

¹⁷⁵ Jeanrenaud Claude, Girardin Helena, op. cit., p. 19.

¹⁷⁶ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/amenagement>, consulté le 10 juillet 2014.

Le plan cadastral ci-dessus montre la situation des terrains dédiés aux activités économiques et industrielles (violet et violet foncé) ainsi que les zones de chalandise de 300 (jaune) et 500 m (rouge) autour des gares et haltes des Brenets, du Col-des-Roches, du Locle, du Crêt-du-Locle et de La Chaux-de-Fonds. Même si on comble une certaine lacune entre Le Crêt-du-Locle et LCF avec la nouvelle halte de Fiaz, la situation n'est pas satisfaisante, car la desserte des manufactures et ateliers reste compliquée. L'idée de desservir des ateliers et manufactures grâce à des lignes de bus au départ de la halte du Crêt-du-Locle est bonne mais pas convaincante, car l'addition des petites distances prolonge le temps de parcours pour une faible distance à vol d'oiseau, et avec un ou des changements entre différents moyens de transports publics.¹⁷⁷ L'exemple des contournements du Locle et de LCF, avec leurs implantations industrielles trop éloignées des gares et haltes, contredit la stratégie d'harmonisation et de coordination entre les projets d'aménagement du territoire et des routes prônée par l'OFT.¹⁷⁸ Le projet de mise à voie normale de la ligne LL–LB peut offrir ici un contre-exemple, qui applique la stratégie 2014 développée par l'OFT sur le terrain.

Au niveau suprarégional, le rayonnement de la mise à voie normale de la ligne LL–LB est considérablement moins important. L'impact du projet se limite au niveau régional, c'est-à-dire à l'échelle de l'AUD. Le projet proposé renforce le duopole Le Locle–La Chaux-de-Fonds. Les deux villes sont les grands bénéficiaires, car le projet contribue au délestage du trafic motorisé en créant une réelle alternative. Ce renforcement du duopole LL–LCF est nécessaire pour leur repositionnement dans le réseau des villes suisses. Les montagnes neuchâtoises font sinon plutôt figure de cul-de-sac, car la voie vers la France est «bouchée» par l'absence de volonté de transformer la ligne Col-des-Roches–Morteau–Besançon en un réel axe structurant avec un temps de parcours raisonnable et une offre de base correcte (16 voire 18 A/R par jour).¹⁷⁹ Par conséquent, il ne reste que la possibilité d'une meilleure liaison vers d'autres villes suisses francophones et germanophones. Toutes les liaisons directes avec départ au Locle ou à LCF sont interrompues à Neuchâtel ou à Bienne. L'horaire 2016 prévoira peut-être une liaison LCF–Lausanne sans changement à Neuchâtel, au moins aux heures de pointe. Mais le duopole, avec LCF comme troisième ville romande, n'a aucun lien direct vers une ville alémanique. La réactivation d'une liaison directe entre LCF et Berne est en discussion, mais elle est handicapée par des problèmes techniques. Économiquement parlant, une liaison directe avec Zurich serait plus importante qu'avec Berne. La prochaine cible de liaison directe serait Bâle, un centre économique très important pour toute l'industrie horlogère (Baselworld, un salon mondial majeur pour l'horlogerie et la bijouterie y a réuni 150 000 visi-

¹⁷⁷ Rieder Markus, Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser?, op. cit., pp. 35.

¹⁷⁸ OFT, Transports publics – pour la Suisse, Stratégie de l'OFT 2014, Ittigen juillet 2014, p. 14.

¹⁷⁹ Rieder Markus, Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser?, op. cit., pp. 197.

teurs en 2014).¹⁸⁰ La création d'une liaison rapide avec des villes comme Bâle et Zurich donnerait une certaine impulsion à l'AUD. Ce serait plus important qu'une liaison éphémère vers la gare TGV Besançon Franche-Comté.

7.3 Conclusions

La mise à voie normale de la ligne LL–LB offre à la Commune des Brenets une chance unique de réaliser un réel quartier de la gare. L'habitat et les zones d'activité peuvent être concentrés autour de quatre pôles – le centre historique du village, le quartier de la gare, le quartier de la crête et la zone touristique. Il se crée ainsi une certaine cohérence et une concentration des activités également souhaitées par la LAT. La création du quartier de la gare représente un gros travail. Les zones de ce quartier sont classées ZHFD. Or il faut au moins classer toute la zone en ZHMD pour obtenir la concentration nécessaire. Cet objectif est délicat, là où les gens ont conçu leur maison avec un certain dégagement. Mais ce quartier se prête parfaitement à un habitat densifié. Pour les autres quartiers, les distances à pied jusqu'à la gare restent dans une marge de 12 min, ce qui est raisonnable. Ces remarques sont valables aussi pour la halte du Chalet et la gare du Locle. Les deux points de desserte ferroviaire ont un potentiel à développer dans une bande de 250 à 500 m. Il faut hélas constater que, ces dernières années, on a planifié l'habitat trop à l'écart des haltes bien desservies. L'emplacement de la gare du Locle, notamment, illustre bien cette problématique, avec le dénivelé entre la gare et le centre-ville. L'idée d'installer un funiculaire entre la gare et le centre-ville est certes louable, mais la réalisation concrète n'est pas à la hauteur. Sa capacité est trop faible pour absorber les passagers d'un train arrivant en gare du Locle et le terminus est trop éloigné des haltes des bus.

Si l'on prend plus de distance, pour obtenir une perspective régionale, il faut constater que le périmètre de l'AUD doit être élargi jusqu'à intégrer les communes situées entre LCF et St-Imier. St-Imier est majoritairement orientée vers LCF, et dans une moindre mesure vers Bienne. Une intégration de la ville de St-Imier (5000 hab.) permettrait de renforcer le poids de l'AUD. Au niveau de la desserte ferroviaire, une intégration de St-Imier sur une relation Les Brenets–St-Imier avec desserte de toutes les haltes est possible sans difficulté. Une telle desserte répond à une réelle demande. L'AUD souffre aussi de l'absence d'une desserte directe vers la partie alémanique du pays, donc vers Berne, Zurich ou, plus important encore pour une région horlogère, vers Bâle.

¹⁸⁰ Baselworld, Baselworld 2014: la success story continue..., communiqué de presse du 3 avril 2014, <http://www.baselworld.com/fr-CH/Media/Media-Releases.aspx>, consulté le 10 juillet 2014.

La coordination de l'aménagement du territoire – soit la planification des habitations et installations engendrant un flux de voyageurs – et des infrastructures de transports est primordiale. Ceci inclut aussi la coordination entre les différentes infrastructures de transport. Dans une région où il est déjà difficile de réunir une certaine masse critique, il n'est pas judicieux de créer des infrastructures pour différents modes de transport qui se concurrencent. Une éventuelle construction des contournements du Locle et de La Chaux-de-Fonds rendrait injustifiables des investissements au niveau ferroviaire entre LCF et Morteau ou entre LL et LB. Il faut faire des choix clairs.

8 Conclusions et recommandations

La PROBLEMATIQUE DE FOND de la ligne Le Locle–Les Brenets est la suivante:

- Courte ligne ferroviaire isolée à cause d'un écartement différent au point de branchement
- Investissement important à réaliser dans l'adaptation de l'infrastructure aux exigences légales (accès autonome aux transports publics des PMR)
- Renouvellement complet du parc de matériel roulant
- Fréquentation faible, d'où un degré de couverture des coûts inférieur à 30 %
- Absence de ligne de bus de ramassage venant de la ville de Villers-le-Lac
- Gare du Locle surchargée dans la perspective d'une augmentation considérable de l'offre entre La Chaux-de-Fonds et Locle

Pour remédier à ces problèmes, il est proposé de mettre la ligne à voie normale. L'objectif de l'étude consiste à prouver la faisabilité technique et économique en explorant la possibilité d'un passage à l'écartement normal de toute l'infrastructure ferroviaire, en calculant le coût d'une telle mesure au niveau de l'infrastructure, en calculant le potentiel généré par le changement d'écartement, en estimant les coûts d'exploitation de la ligne mise à voie normale et en décrivant l'impact de cette ligne remise à neuf sur l'aménagement du territoire.

Si nous recommandons ici la mise à voie normale de la ligne LL–LB, il existe d'autres solutions, qui ont leurs avantages et leurs inconvénients.

- Remplacer les automotrices par de nouveaux modèles conformes à la législation et adapter les gares et les haltes
→ Coût très élevé, sans résoudre le problème de l'isolement de la ligne ni celui de la capacité de la gare du Locle.
- Poser un troisième rail entre Le Locle et La Chaux-de-Fonds
→ Très coûteux au niveau du matériel roulant (bicourant), obligation de suivre l'évolution des systèmes de sécurité (installation de l'ETCS), aménagements des gares et haltes, problème accru de capacité sur le tronçon commun.
- Nouvelle ligne sur un tracé en site propre entre LL et LCF et passant aux endroits mal desservis actuellement par le rail
→ Coût très élevé (entre 300 et 400 millions CHF).

- Transformer la ligne en un chemin de fer touristique
→ Entretien de l'infrastructure trop cher en regard du potentiel touristique, attractivité de la ligne modeste.
- Transférer la ligne ferroviaire vers la route
→ Perte de clientèle (pas de prime du rail), fiabilité médiocre en termes d'horaire aux heures de pointe, prolongement du temps de parcours, fiabilité précaire pour des raisons climatiques, pas de liaison directe vers LCF, faible impact sur l'aménagement du territoire, dépendance du pétrole inchangée (durabilité réduite).
- Faire du tracé de la ligne un site propre pour le bus
→ Coût élevé en raison de l'assainissement des tunnels ferroviaires qui ne sont pas utilisables en l'état.

Cette brève énumération d'autres projets montre qu'il s'agit de trouver une idée qui favorise un bon équilibre entre utilité et incidences économiques, écologiques et sociales. Les lignes qui suivent vont tenter de prouver que la mise à voie normale de la ligne LL–LB engendre le meilleur rapport entre les différents intérêts en présence.

INFRASTRUCTURE

Au niveau de l'infrastructure, quatre volets ont fait l'objet d'investigations particulières:

- Faisabilité du tracé de la ligne
- Extension du profil des tunnels
- Aménagement des haltes et gares
- Aménagement des PN

La principale difficulté rencontrée en traitant les sujets énumérés a été l'absence de données techniques précises. Les TransN n'étaient pas en mesure de nous livrer les données techniques nécessaires pour vérifier en détail les questions qui apparaissent dans le contexte de la transformation de la ligne. Ainsi, toutes les affirmations avancées sur l'infrastructure sont à prendre avec des réserves. Une étude ultérieure devra traiter les points critiques identifiés ici. Malgré cela, il est possible d'émettre certaines affirmations fondées.

À part les deux courbes en forme de S qui devraient être rectifiées, rien n'empêche de limiter le rayon de courbure à 150 m sur toute la longueur de la ligne. Avec ce rayon de courbure minimale, tous les véhicules à voie normale peuvent emprunter la ligne sans restrictions et il devient possible de réduire légèrement le temps de parcours, à 6 min.

Les principaux ouvrages d'art consistent en l'adaptation du profil des tunnels aux exigences d'une exploitation à voie normale. Il faut évacuer environ 18 500 m³ de roche. Ces travaux d'extraction dureraient quatre mois avec deux équipes.

L'impact de l'installation de la voie normale sur les haltes et gares est modeste, sauf à la gare des Brenets. Pour les deux haltes des Frêtes et du Chalet, la construction d'un quai d'une longueur de 75 m, voire de 100 m, est nécessaire. La gare des Brenets changera complètement de visage: les bâtiments de service (remise et dépôt) deviennent superflus et doivent être démolis. La nouvelle gare des Brenets aura deux voies de 150 m avec des quais en forme de U. L'arrivée de la voie normale en gare des Brenets apporte à la commune une chance unique de repenser toute la configuration du quartier de la gare. Tout peut être remis en question, ce qui permet de construire une nouvelle «carte de visite» avec des services annexes concentrés dans un nouveau bâtiment de gare et aux abords.

Les trois PN de la ligne ne sont pas affectés par la mise à voie normale. Il s'agit de chemins forestiers, rarement utilisés. Le PN 2 est privé et fermé à toute utilisation des particuliers. Il ne sert qu'à laisser passer des bêtes dans un pré situé de l'autre côté de la voie.

L'électrification de la ligne n'a pas fait l'objet d'une enquête particulière car les seuls obstacles sont ici les tunnels. La question de l'alimentation de la ligne doit être traitée dans un contexte plus global, avec l'assainissement de la liaison LCF–Neuchâtel et avec l'augmentation de l'offre qui accompagne ce projet.

COUT DES TRAVAUX DE MISE A VOIE NORMALE

Le calcul des coûts est toujours délicat quand il faut comme ici se baser sur de nombreuses hypothèses. Comme indiqué plus haut, les données techniques à notre disposition sont lacunaires et ne permettent pas de répondre précisément à certaines questions. Raison pour laquelle nous avons sciemment choisi un contexte et des hypothèses peu favorables, afin de renforcer la fiabilité des calculs.

Un point est sans doute critiquable dans les estimations des coûts: le temps prévu pour la réalisation des travaux. Nous nous sommes orientés sur l'exemple de la pérennisation profonde de la ligne SOB St-Gall–Herisau–Lichtensteig–Wattwil, avec une fermeture totale du tronçon Herisau–Lichtensteig pendant six semaines, en 2012.¹⁸¹ Sur ce tronçon fermé de près de 21 km, on a alors réalisé un renouvellement des voies, des aiguillages, des viaducs et des tun-

¹⁸¹ Barth Markus, «Cluster 2012» – Totalsperrung der Strecke, dans TEC21 Dossier, Erhaltung SOB-Strecke, Streckensperrung der Südostbahn – «Cluster 2012», Bedeutung, Sperrung, Viadukt, Tunnel, Sonderheft von TEC21, April 2012, pp. 14–18.

nels pour un volume financier de 37 millions CHF.¹⁸² L'organisation d'un tel chantier est un défi logistique, mais l'exemple de la SOB a montré que c'est possible. Dans le cas de la ligne LL–LB, nous pouvons aussi exploiter certaines synergies en concentrant des travaux annexes, comme l'assainissement du pont sur la rue de la Côte et à la gare du Locle.

Le tableau suivant fournit une vue d'ensemble des coûts engendrés par la mise à voie normale de la ligne LL–LB. L'assainissement de la gare du Locle est ici exclu, car il doit intervenir indépendamment de notre projet. Il en va de même du pont de la rue de la Côte et du renforcement de l'alimentation électrique de la ligne.

Éléments	Coût [CHF]
Démantèlement de la ligne	3'600'000
Superstructure, infrastructure, etc.	14'000'000
Aménagement des gares et haltes	1'100'000
Mur de soutènement	1'200'000
Tunnels	10'000'000
Service de remplacement (bus)	250'000
Rectification de la ligne	4'000'000
Conception et maîtrise d'ouvrage (20%)	6'830'000
Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB hors TVA	40'980'000

Tab. 40: Coût total de la mise à voie normale de la ligne LL–LB, hors TVA

Le coût annoncé de 41 millions CHF comprend une réserve considérable, ce qui est voulu afin d'éviter trop de surprises lors de la réalisation. Les coûts d'infrastructure se concentrent sur la transformation de la ligne telle qu'elle existe actuellement, sans projets d'extension. Par exemple, on peut réfléchir à l'emplacement de la halte du Chalet. Il serait souhaitable de disposer d'un emplacement entre les lignes vers Les Brenets et vers Morteau, donc dans le triangle qui se forme à la bifurcation des deux lignes. La halte du Chalet serait alors desservie par deux lignes. Mais cette idée nécessiterait la construction d'un autre accès aux voies du dépôt du Locle, sur la propriété d'ASPFMN SA. Ces réflexions ne sont pas abordées ici.

POTENTIEL VOYAGEUR DE LA LIGNE MISE A VOIE NORMALE

Différentes méthodes de calcul permettent d'établir que la seule ligne ferroviaire, sans lignes de ramassage, possède un potentiel de 600 voy./j. avec la mise à voie normale du tronçon LL–LB. Une ligne de ramassage en bus entre Les Brenets et Villers-le-Lac ou au-delà permettrait de porter ce potentiel à 1000 voy./j. sur le tronçon LL–LB. Ce doublement du nombre de voyageurs actuel est dû à deux effets. La réduction du nombre de changements de moyen de transport augmente considérablement l'attrait de la nouvelle liaison. Actuellement, une per-

¹⁸² SOB Südostbahn AG, Geschäftsbericht 2012, Cluster 2012, St. Gallen 2013, p. 10.

sonne habitant à Villers-le-Lac doit changer trois fois de moyen de transport pour se rendre à LCF. Avec la ligne de ramassage en bus et le train direct vers LCF, un changement suffit. Le deuxième effet est le temps de parcours ramené à 40 min pour Villers-le-Lac–LCF, ce qui rend les TP concurrentiels sur cette relation. Le potentiel de 1000 voy./j. peut sembler élevé en regard de la situation actuelle, mais ce niveau de fréquentation a été atteint dès les années 1950, après l'électrification. Les calculs ne tiennent pas compte des flux touristiques en raison de l'absence de statistiques pertinentes sur les touristes utilisant le train pour se rendre aux Brenets.

COUT D'EXPLOITATION DE LA LIGNE MISE A VOIE NORMALE

Le calcul des coûts d'exploitation est délicat car il repose sur de nombreuses hypothèses. Le projet de mise à voie normale table sur l'économie d'échelle réalisable grâce à des trains directs vers LCF, en utilisant le temps mort du matériel roulant et du personnel. Il n'est pas possible de calculer précisément cette économie d'échelle sans un horaire concret et sans connaître le coût d'exploitation correspondant. Les calculs proposés se basent donc sur une exploitation en ligne isolée, c'est-à-dire en navette entre LL et LB, comme actuellement. Avec cette option d'exploitation défavorable, et d'autres indicateurs systématiquement peu favorables, on obtient un degré de couverture de 38,8 %, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne nationale. Tout cela est basé sur une fréquentation de 1000 voy./j. La question de savoir qui exploitera la ligne est secondaire. Compte tenu des circonstances actuelles, l'infrastructure reste entre les mains des TransN. En ce qui concerne l'exploitation de la ligne LL–LB, qui devient un tronçon du réseau à voie normale, tout dépend de la configuration de l'horaire le moment venu. En tout cas, une exploitation CFF, ou CFF et TransN, est envisageable et faisable. La réalisation du tunnel de Rochefort, avec une branche vers le Val-de-Travers, et ainsi le remplacement du rebroussement à Chambrelieu, des trains TransN Buttes–Les Brenets deviendraient possibles – les deux lignes TransN seraient ainsi réunies.

IMPACT SUR L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

En termes d'aménagement du territoire, les défis et les opportunités liés à la mise à voie normale de la ligne LL–LB sont considérables pour la commune des Brenets et l'AUD. La LAT révisée montre la voie à suivre, c'est-à-dire développer l'urbanisation vers l'intérieur en améliorant la qualité du milieu bâti. L'intégration de la ligne LL–LB dans le réseau à voie normale peut favoriser un tel développement, car elle remet en question tout l'environnement de la gare actuelle des Brenets. La commune a donc ainsi la chance de pouvoir construire un véritable quartier de la gare, un nouveau pôle d'habitat et de commerce dans le village. C'est vrai aussi pour la halte du Chalet et la gare du Locle, mais dans une moindre mesure.

Au niveau supra-communal, la mise à voie normale de la ligne LL–LB renforcera la cohérence et l'identité du territoire de l'AUD en incluant des communes voisines et en créant un lien ferroviaire direct entre les extrémités du territoire. Cela renforce la position de l'AUD par rapport à d'autres unités territoriales dans les négociations en faveur d'un lien direct vers l'espace bernois, zurichois ou, peut-être plus important encore, vers Bâle.

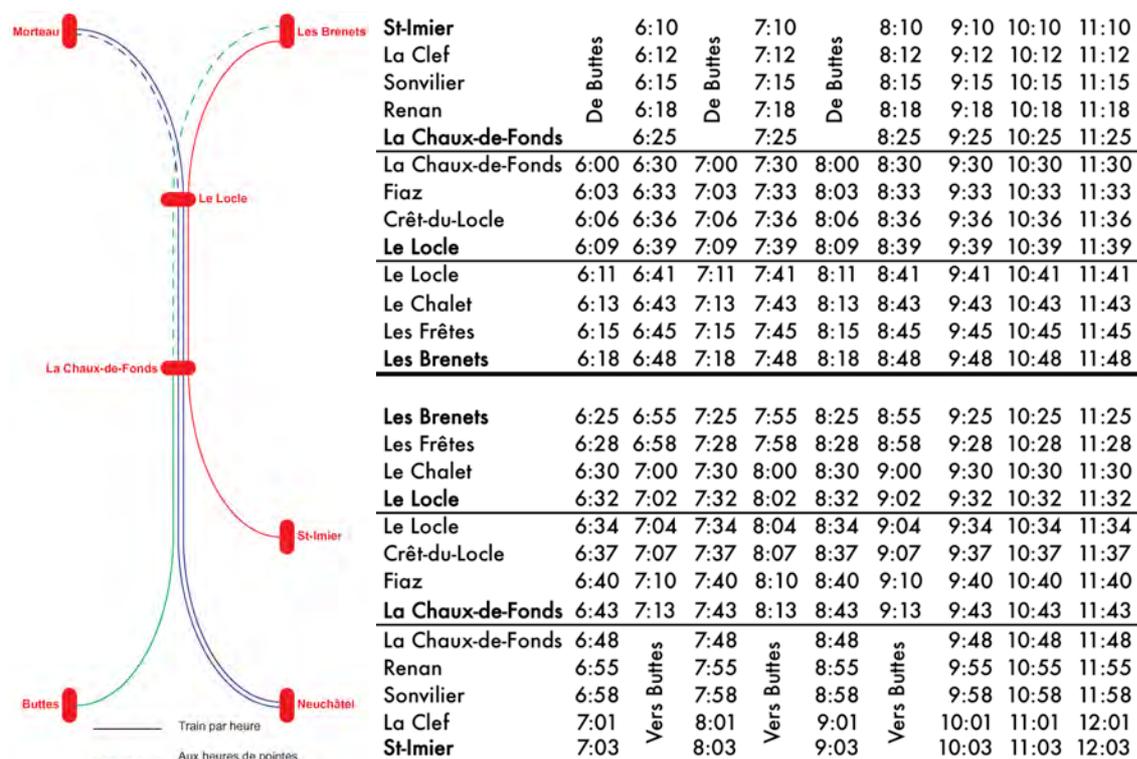


Fig. 57: Concept d'offre possible Les Brenets–St-Imier

RECOMMANDATIONS

Les recommandations issues de la présente étude sont les suivantes:

- Poursuivre l'idée du changement d'écartement entre Le Locle et Les Brenets
- Réaliser des études spécifiques sur le tracé exact de la ligne
- Commander une étude sur la création d'un quartier de la gare des Brenets
- Coordonner strictement l'aménagement du territoire autour des haltes et gares concernées
- Réfléchir au rôle et à l'emplacement de la halte du Chalet dans une perspective plus large
- Prolonger la desserte en bus Les Brenets–Les Pargots au moins jusqu'à Villers-le-Lac, voire Morteau, Les Fins ou Maïche
- Maintenir la desserte coordonnée de la ligne de bus 341 en desservant la halte du Chalet

- Utiliser l'intégration de la ligne LL–LB dans le réseau à voie normale pour renforcer la cohérence du territoire de l'AUD en intégrant les communes entre LCF et St-Imier

La mise à voie normale de la ligne LL–LB est bien davantage qu'un projet d'infrastructure de transport. C'est la possibilité, notamment pour la Commune des Brenets et pour l'AUD, de se repositionner par rapport aux autres espaces en termes de cohérence territoriale.

9 Bibliographie

9.1 Livres, brochures, études, articles de presse

AUD, *Convention cadre sur la coopération transfrontalière au sein de l'Agglomération Urbaine du Doubs (AUD) du 6 septembre 2013*.

BARTH Markus, «Cluster 2012» – *Totalsperrung der Strecke*, in TEC21 Dossier, *Erhaltung SOB-Strecke, Streckensperrung der Südostbahn – «Cluster 2012», Bedeutung, Sperrung, Viadukt, Tunnel*, Sonderheft von TEC21, April 2012, pp. 14–18.

BAV, *Bahn 2030, Methodik zur Ermittlung der Investitionsausgaben*, Dokumentation der Arbeitsgruppe Kostenmethodik, Zürich 2013.

BOPP Bernd, *Das Verhalten von lückenlos verschweissten Gleisen (LVG) in engen Radien der Meterspur*, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Schriftenreihe 166, Zürich Mai 2014.

BREUNING V., *Bauverfahren und -methoden sowie Erfahrungen und Projektbeispiele zur Sanierung und Erneuerung von Eisenbahntunneln*, in Tunnel, Offizielles Organ der STUVA, Sonderausgabe 2011, *Sachstandsbericht 2011 «Sanierung von Eisenbahntunneln»*, p. 58

BYSAETH Léo, *Elus et usagers sonnent le tocsin, Le 1^{er} janvier prochain, si rien n'est fait, la ligne directe Morteau–La Chaux-de-Fonds sera en état de mort clinique*, dans L'Impartial du 14 juin 2014, p. 7.

CARPOSTAL SUISSE SA, *Rapport d'activité 2008*, Berne 2009.

CFF SA, *Infrastructure, Catalogue des prestations, Infrastructure 2015*, Validité: 14 décembre 2014 jusqu'au 12 décembre 2015, Berne 2013.

CFF SA, *Plus de marchandises sur le rail, Aménagement d'un corridor 4 m sur l'axe du St-Gothard*, Berne février 2014.

CFF TRAFIC REGIONAL REGION ROMANDIE, *Les RER du futur en Suisse romande. Réseau Express Régional Neuchâtelois. Trafic régional Jura bernois*, Lausanne 2010.

CFF, *Réglementation I-20036, Mesures d'autosauvetage dans les tunnels*, Berne 2011.

COMM, *CarPostal renforce les services du Haut*, dans L'Impartial du 27 janvier 2011, p. 9.

CTJ (CONFERENCE TRANSJURASSIENNE), *Schéma de cohérence des mobilités transfrontalières de l'Arc jurassien*, Rapport d'étude, Préambule, Synthèse de l'étude, Fiches thématiques pour la mise en œuvre, juillet 2011.

DB-NETZTE, *Bahnhofsmodernisierungsprogramm Baden-Württemberg – Bf Konstanz – Erläuterungsbericht*, Vorplanungsheft, Karlsruhe, Juni 2011.

DROZ CLAIRE-LISE, *Le transport urbain marche à fond*, dans L'Impartial du 3 septembre 2008, p. 9.

DROZ CLAIRE-LISE, *Les Brenets voient la vie en vert avec des transports en car jaune*, dans L'Impartial du 21 décembre 2007, p. 6.

ECKART, Mathoi Thomas, *Kostenplanung im Ingenieurtief- und Tunnelbau, Ermittlung der Rohbaukosten für Tunnelprojekte*, dans Felsbau 24, 2006, nr. 1, p. 6.

ECOPLAN, *Benchmarking: Beispiel öffentlicher Regionalverkehr, Strukturberichterstattung Nr. 38*, Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft, Bern 2008.

ECOPLAN, HEIERLI AG, *Expertentätigkeit Bauprojekt CBT, Teilbereich 3: Preisentwicklung/Markt*, Bundesamt für Verkehr, Bern 2006.

F. J., *Billet loclois*, dans L'Impartial du 17 novembre 1949, p. 1.

FÄSSLER Günther, *Wasserfluchtunnel – Ein Nadelöhr wird erneuert*, dans TEC21 Dossier, Erhaltung SOB-Strecke, avril 2012, pp. 28.

FRANK Patrick, *Methodik zur Effizienzbeurteilung der Kapazitätsnutzung und -entwicklung von Bahnnetzen*, Schriftenreihe 163, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich 2013.

GODEL Jean, *De Broc-Fabrique à Berne sans changer de train*, dans La Gruyère, Le journal du sud fribourgeois, samedi 3 mai 2014.

JACOBI Sébastien, *Centenaire des Montagnes neuchâteloises (CMN)*, Plaquette éditée par la Compagnie des CMN, La Chaux-de-Fonds 1990.

JANKOVSKY Peter, *Silvaplana schreitet fast alleine voran*, Nur einzelne Bündner Gemeinden sehen die gezielte Besteuerung von Zweitwohnungen vor, dans NZZ du 24 juin 2014, p. 9.

JEANRENAUD Claude, GIRARDIN Helena, *TransRUN, Étude d'opportunité du réseau urbain neuchâtelois*, Institut de recherches économiques, Université de Neuchâtel, Neuchâtel juin 2011.

JERMANN Jörg, *GIS-basiertes Konzept zur Modellierung von Einzugsbereichen auf Bahn-Haltestellen*, Dissertation, Schriftenreihe 129, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich November 2004.

KANTON AARGAU, DEPARTEMENT BAU, VERKEHR UND UMWELT, *Richtplananpassung Siedlungsgebiet, Öffentliche Vernehmlassung und Anhörung/Mitwirkung*, Beschlüsse, Richtplankapitel S 1.2, S 1.9, Anpassung Richtplankapitel G 4, R 1, S 2.2, S 3.2, Aarau Mai 2014.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN, *Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MALBO)*, Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005, Band 20, Essen 2005.

NUSSBAUM Robert, *Pionniers, Les Brenets inventent les transports urbains gratuits*, dans *L'impartial* du 5 février 2008, p. 6.

OFFICE DES AFFAIRES COMMUNALES ET DE L'ORGANISATION DU TERRITOIRE (OACOT) du Canton de Berne, *Zone à bâtir et transports publics*, Berne, mai 2008.

OFS, *La pendularité en Suisse 2012*, 11 Mobilité et transports, Neuchâtel 2014.

OFT, *Assainissement des passages à niveau dangereux : en finir avec les problèmes d'exécution!*, dans *Traffic Swiss*, numéro spécial, décembre 2005, p. 2.

OFT, *Guide, Démonstration de la sécurité, Installations de sécurité*, Berne 1er juillet 2011.

OFT, *Indications de l'OFT sur l'utilisation autonome des transports publics sans obstacles*, Ittigen 2014.

OFT, *Sécurité dans les tunnels, Rapport final sur le plan de réalisation (phase 2, étape A)*, Berne 24 janvier 2005.

OFT, *Transports publics – pour la Suisse, Stratégie de l'OFT 2014*, Ittigen juillet 2014.

RCJU, SAT, *Eclairages sur les zones à bâtir destinées à l'habitat*, Annexe 1, Delémont juillet 2009.

RCNE, *Plan directeur cantonal, Projet de territoire, Version adoptée par le Conseil d'Etat*, juin 2011, Neuchâtel 2011.

RCNE, *Système de transport sur l'agglomération transfrontalière Morteau–St-Imier*, Phase II – Programme d'actions, 21 mars 2007, Roland Ribl & Associés SA, Genève, Lausanne, Strasbourg 2007.

REGELWERK SBB, *Standard Perronanlagen*, I-50129 Entwurf, gültig ab 01.05.2014.

RHÄTISCHE BAHN RHB, *Neubau Albulatunnel II*, Beilage Medienorientierung 21.12.2012, technischer Kurzbericht, Chur, 21. Dezember 2012.

RIEDER Markus, *Lignes ferroviaires régionales – ouvrir, fermer ou moderniser? Obstacles juridiques, techniques, géopolitiques ou absence de volonté politique? Études de quatre lignes ferroviaires franco-belges et franco-suisse*, Schulthess Médias Juridiques, Genève, Zurich, Bâle 2014.

RWB NEUCHÂTEL SA, *Aménagement de surface et modernisations de trafic*, Neuchâtel 2013.

SOB SÜDOSTBAHN AG, *Geschäftsbericht 2012*, Cluster 2012, St. Gallen 2013.

STADT DIETIKON, ERNST BASLER+PARTNER, *Zweckmässigkeits- und Machbarkeitsbeurteilung einer S-Bahnstation Dietikon-Silbern*, Zürich, 17. Dezember 2008.

STRAUMANN Walter, *TASK Force Niveauübergänge, Sanierung Bahnübergänge bis Ende 2014*, Standbericht per 31. Dezember 2011, Bericht zuhanden der Departementsvorsteherin UVEK.

UTP, D RTE 22040, *Guide pratique de la voie ferrée, Écartement normal*, Manuel, Berne 2009.

UTP, R RTE 20012, *Profil d'espace libre, Voie normale*, Berne 2012.

VILLE DU LOCLE, *Rapport du Conseil Communal au Conseil Général à l'appui d'une demande de crédit complémentaire de Fr. 170'000.- pour la réalisation d'une liaison par ascenseur centre-ville/gare* du 15 août 2012.

VILLE DU LOCLE, *Rapport du Conseil Communal au Conseil Général concernant une demande de crédit de Fr. 1 125 000.- pour la mise en place de voies bus en ville du Locle*, du 15 janvier 2014.

WÄGLI, Hans G., *Le rail suisse en profil, Un guide de voyage technique, Avec traversées alpines et lignes périphériques à l'étranger, Distances, plans de voies, ouvrages d'art, projets, État au 1-1-2010*, AS Verlag & Buchkonzept AG, Zürich 2010.

WALTHER Klaus, *Nachfrageorientierte Bewertung der Streckenführung im öffentlichen Personennahverkehr*, Dissertation, Westdeutscher Verlag, Opladen 1973.

9.2 Législation et messages

Convention de coopération relative aux transports publics transfrontaliers dans la région franco-valdo-genevoise du 1^{er} décembre 2006.

Décision 2008/163/CE de la Commission du 20 décembre 2007 concernant la spécification technique d'interopérabilité relative à «la sécurité dans les tunnels ferroviaires» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel et à grande vitesse.

DETEC, *Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF)*, état le 1^{er} juillet 2014.

Disposition d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF), état le 1^{er} juillet 2014.

FF du 28 janvier 1854, *Convention entre le Gouvernement du haut État de Berne et les délégués de la commission centrale du chemin de fer par le Jura industriel.*

FF n° 7 du 14 février 2012, *Message concernant l'adaptation de l'arrêté fédéral sur le réseau des routes nationales et son financement du 18 janvier 2012.*

OFT, *Directive sur la rentabilité minimale dans le trafic régional de voyageurs (TRV)*, entrée en vigueur le 12 décembre 2010.

RS 151.3, *Loi fédérale sur l'élimination des inégalités frappant les personnes handicapées (Loi sur l'égalité pour les handicapés, LHand)* du 13 décembre 2002, état le 1^{er} juillet 2013.

RS 151.31, *Ordonnance sur l'égalité pour les handicapés (OHand)* du 19 novembre 2003, état le 1^{er} juin 2010.

RS 151.34, *Ordonnance sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OTHand)* du 12 novembre 2003, état le 1^{er} juillet 2010.

RS 700, *Loi fédérale sur l'aménagement du territoire* (LAT) du 22 juin 1979, état le 1^{er} mai 2014.

RS 742.101, *Loi fédérale sur les chemins de fer* (LCdF) du 20 décembre 1957, état le 14 janvier 2014.

RS 742.101.2, *Ordonnance sur les parts cantonales dans les indemnités et les aides financières pour le trafic régional* (OPCTR) du 18 décembre 1995, état le 1^{er} juillet 2013.

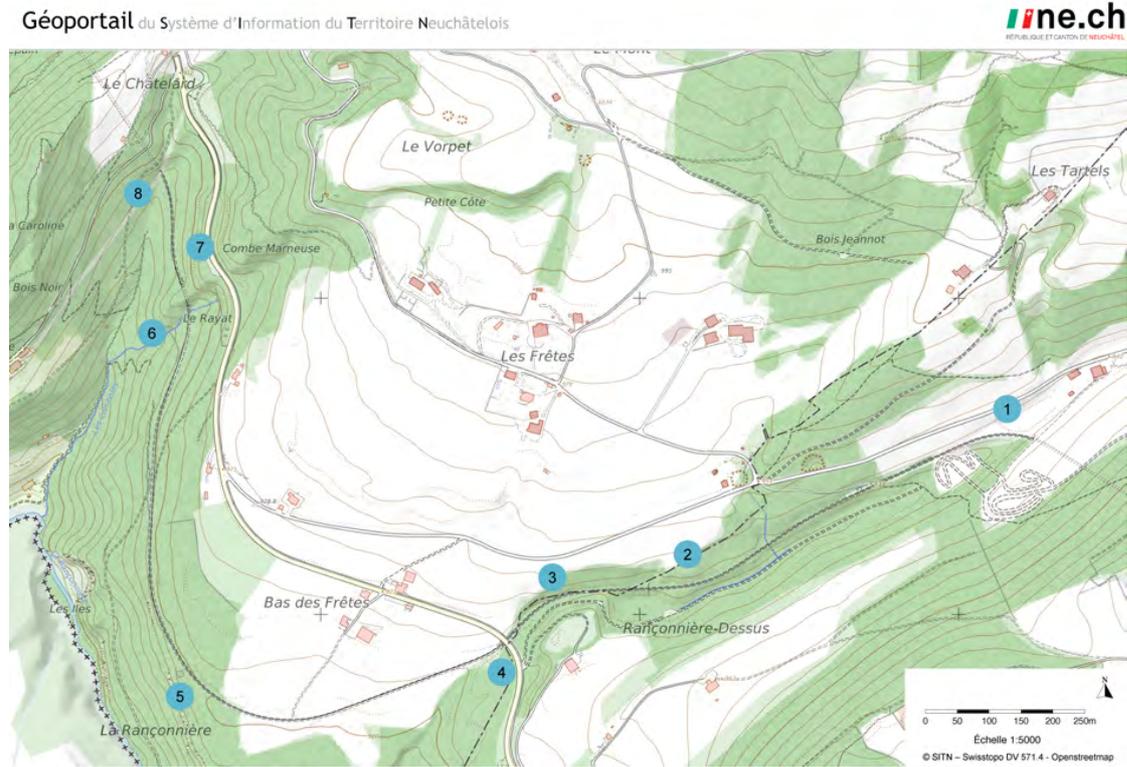
RS 742.141.1, *Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer* (OCF) du 23 novembre 1983, état le 18 février 2014.

RS 745.11, *Ordonnance sur le transport de voyageurs* (OTV), du 4 novembre 2009, état le 1^{er} juillet 2013.

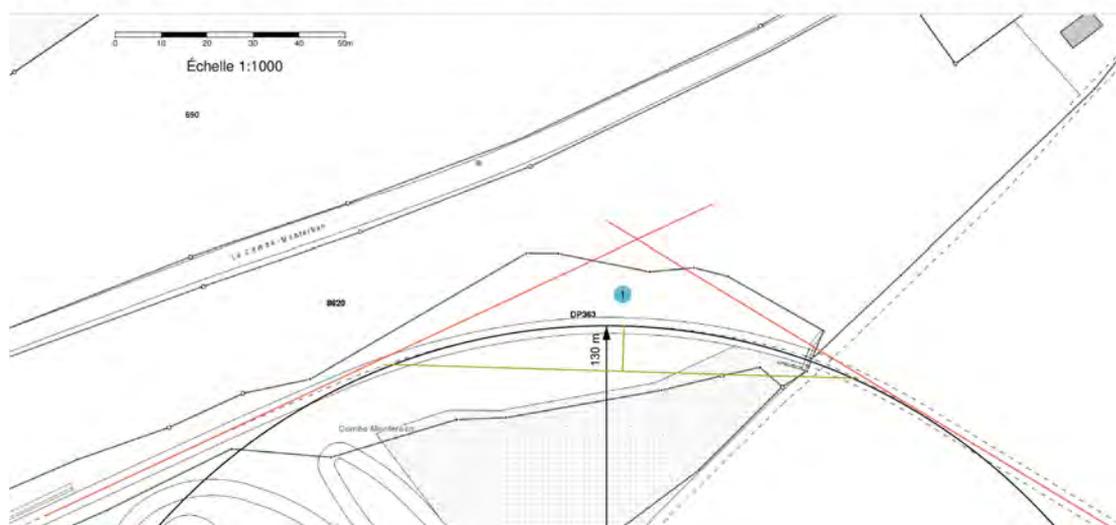
RS 745.16, *Ordonnance sur l'indemnisation du trafic régional de voyageurs* (OITRV) du 11 novembre 2009, état le 1^{er} juillet 2013.

RSG 700.93, *Convention instituant le Groupement locale de coopération transfrontalière «Projet d'agglomération franco-valdo-genevois»*, en vue d'en assurer la gouvernance (C-Aggl) du 28 juin 2012.

Annexes



Géoportail du système d'Information du Territoire Neuchâtelois



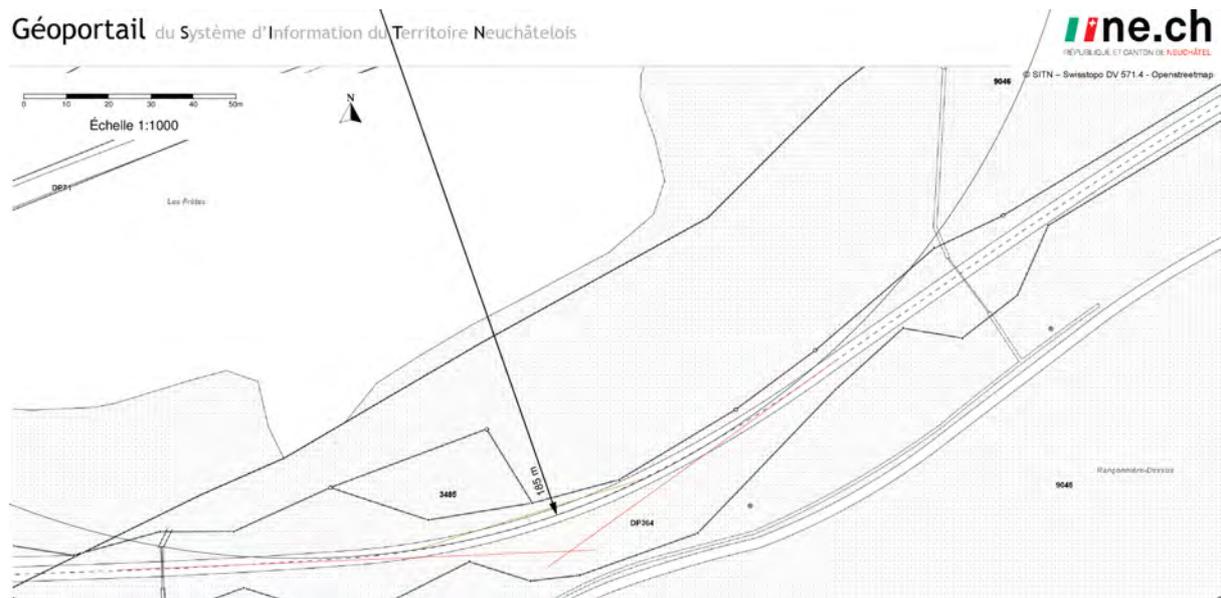


Fig. 60: Rayon de courbure n° 2 après la halte des Frêtes



Fig. 61: Rayons de courbure n° 3 et 4 au pont routier de la RC 169

Géoportail du système d'Information du Territoire Neuchâtelois



Fig. 62: Rayon de courbure n° 5 à la ferme du Bas des Frêtes

Géoportail du système d'Information du Territoire Neuchâtelois



Fig. 63: Rayons de courbure n° 6 et 7 au tunnel de Rayat

Géoportail du Système d'Information du Territoire Neuchâtelois

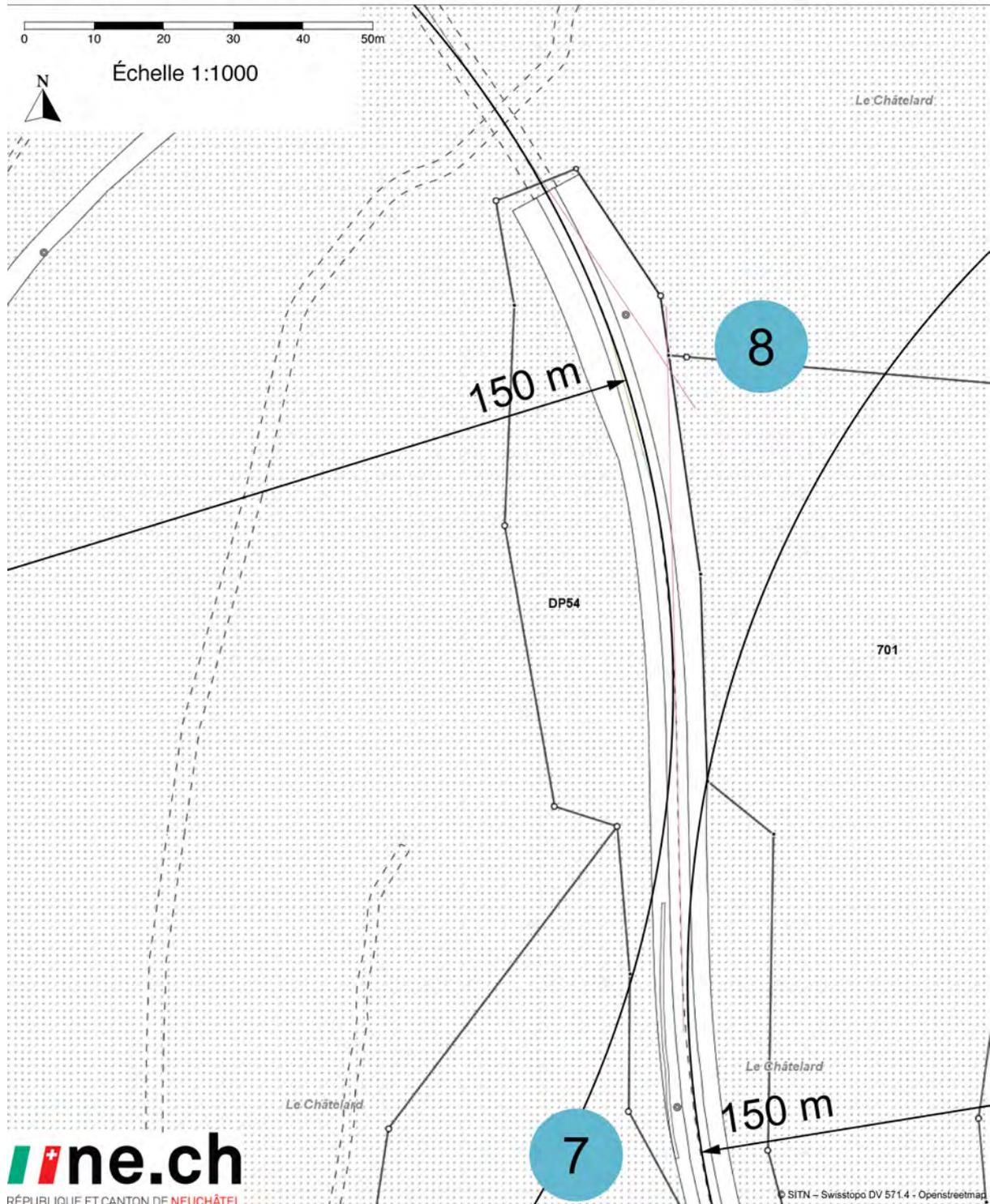


Fig. 64: Rayon de courbure n° 8 à l'entrée du tunnel du Châtelard

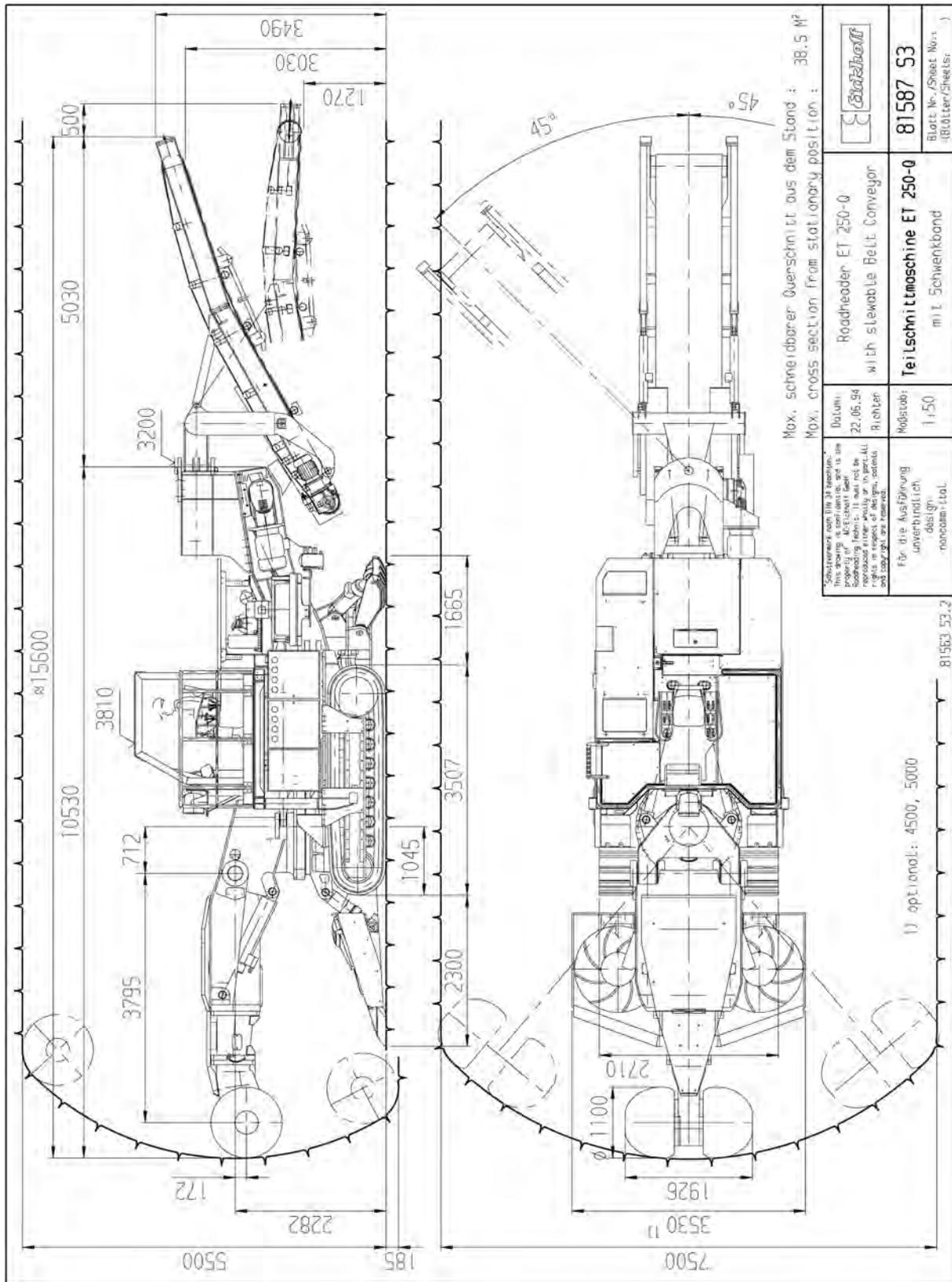


Fig. 65: Données techniques d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 250-Q

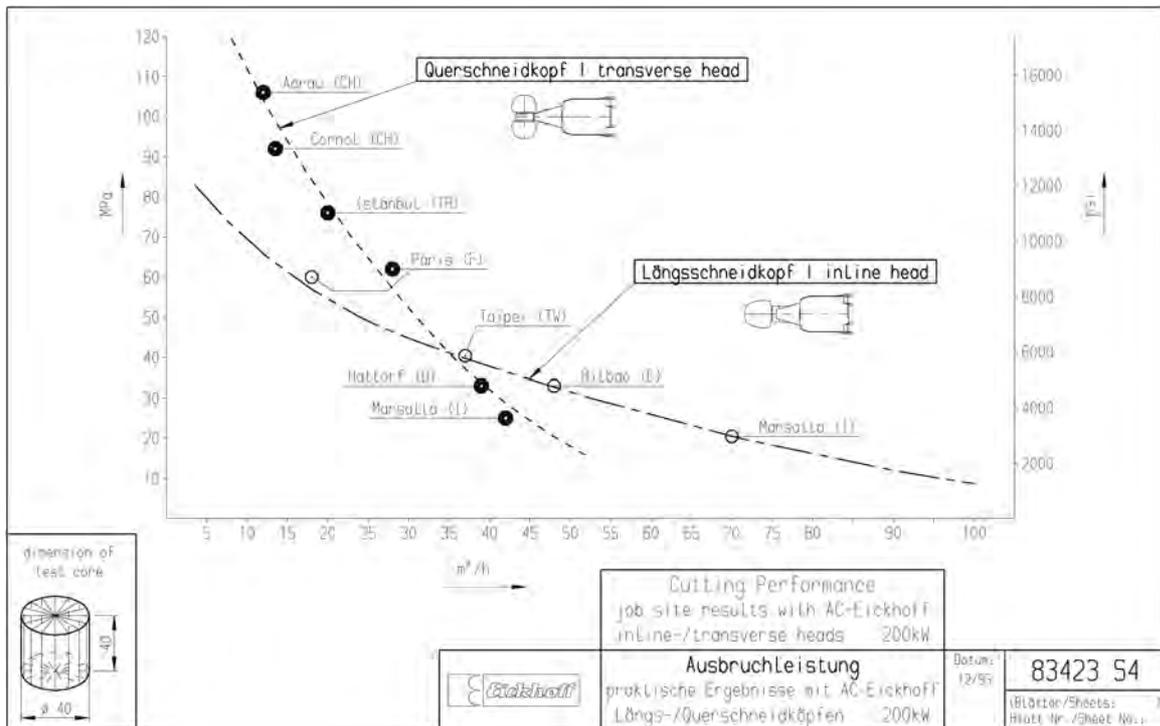


Fig. 66: Performance d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 250

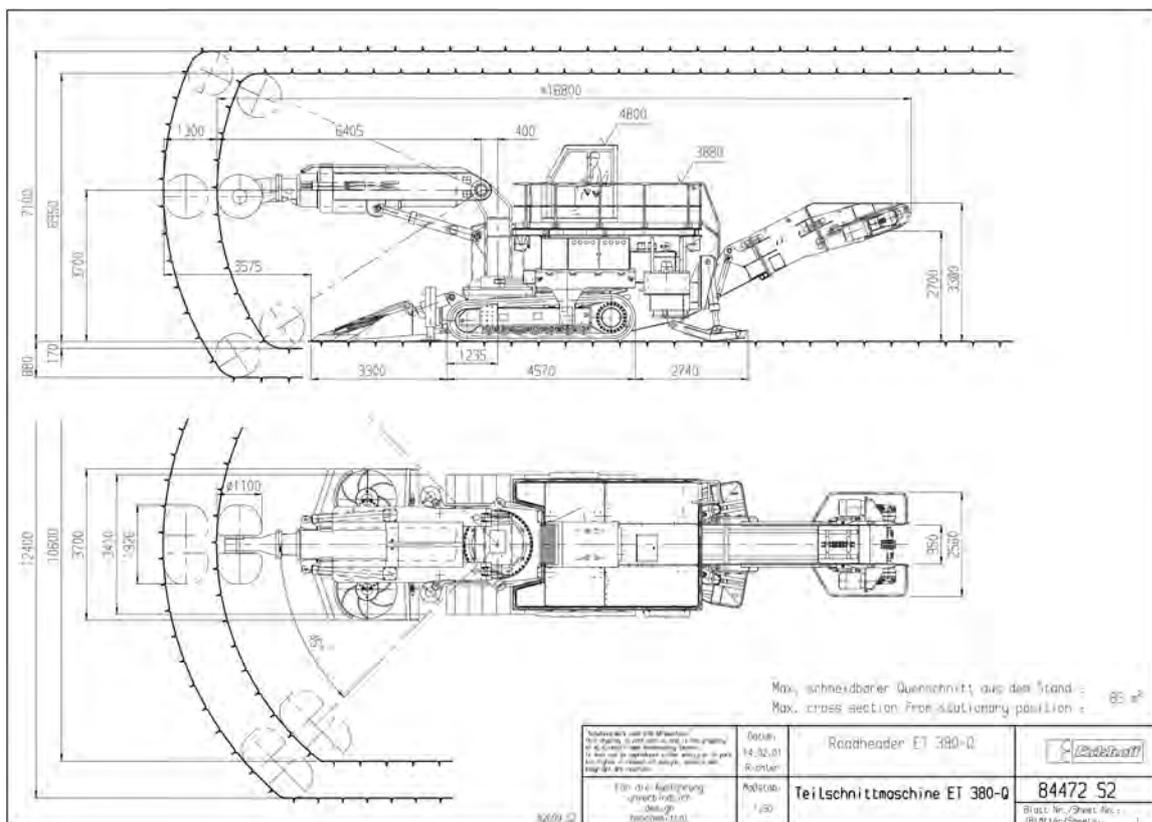


Fig. 67: Données techniques d'une machine à attaque ponctuelle, type ET 380-Q



Fig. 68: Carte de la charge du réseau routier neuchâtelois ¹⁸³

¹⁸³ RCNE, Service des Ponts et Chaussées, Répartition du trafic routier et divisions d'entretien, Trafic journalier moyen (TJM) 2011 (en Vhc./j.).

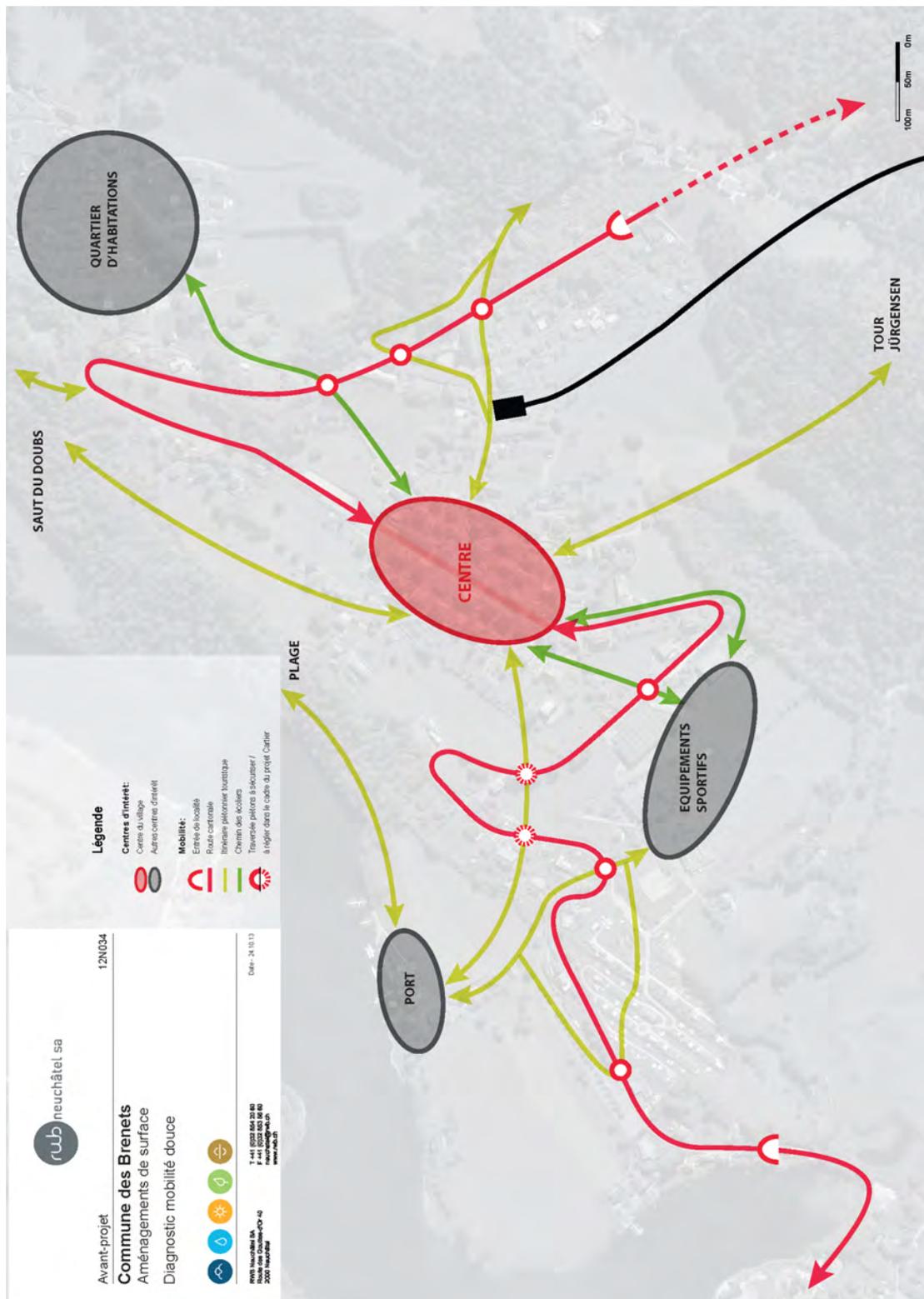


Fig. 70: Plan indiquant les diverses zones de la commune ¹⁸⁵

¹⁸⁵ RWB Neuchâtel SA, Aménagement de surface et modernisations de trafic, Neuchâtel 2013.

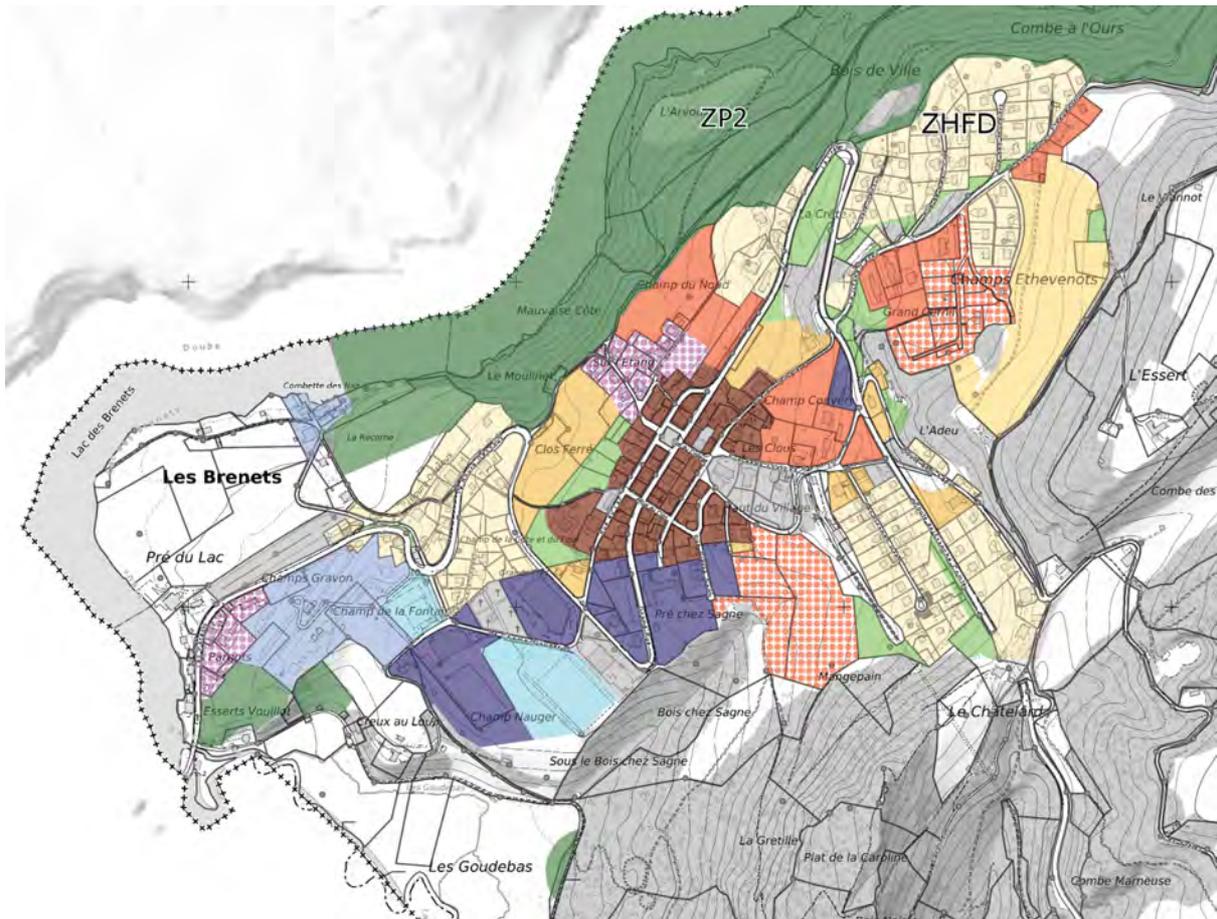


Fig. 71: Les différentes zones à bâtir aux Brenets ¹⁸⁶

¹⁸⁶ © SITN, swisstopo DV 571.4, OpenStreetMap, <http://sitn.ne.ch/theme/amenagement>, consulté le 17 juillet 2014.