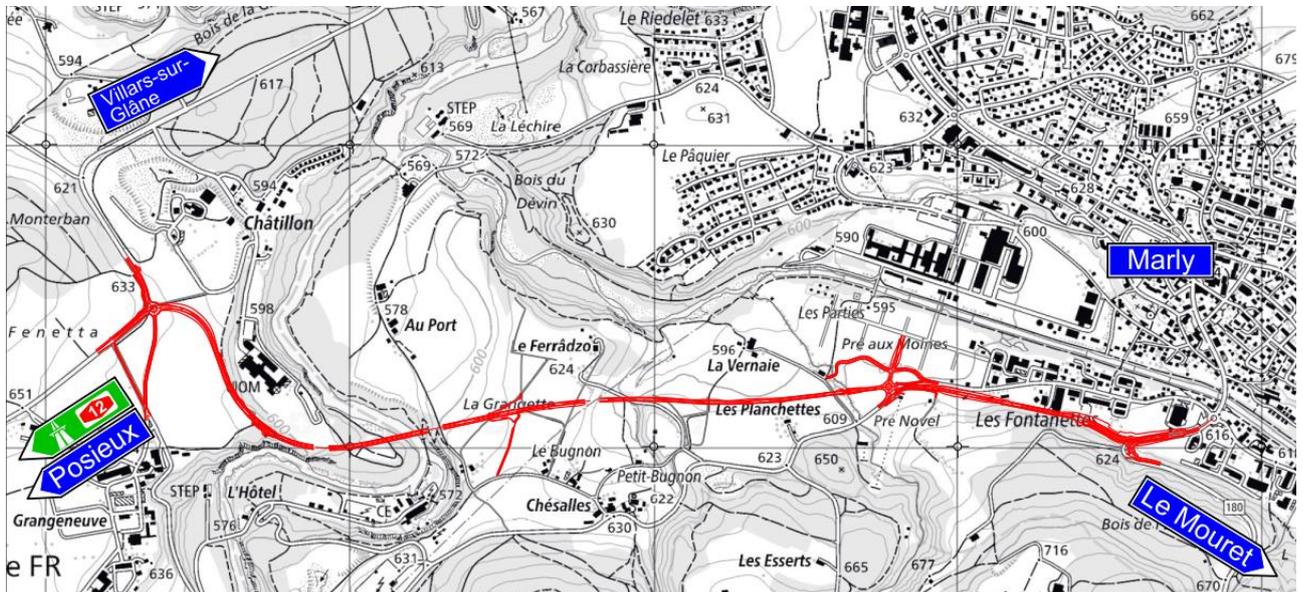




Fribourg, le 04.12.2020

Rapport technique du projet routier 33: Procédure de demande d'autorisation

Axe 1250 Marly-Matran, PR 0 à 350
Marly et Hauterive, Nouvelle liaison routière Marly-Matran
PCAM 10712



Maître d'ouvrage : Etat de Fribourg, représenté par le Service des ponts et chaussées

Auteur du projet : Groupement d'ingénieurs Emma+, c.o. Emch+Berger AG Bern, succursale de Fribourg

FRIBOURG, LE 4 DECEMBRE 2020 L'AUTEUR DU PROJET :

Historique du document

Version du	Auteur	Description	Statut/ validation
28.06.19	Ceg / riam	Version initiale – avant-projet	
04.12.20	Ceg / riam	Projet de l'ouvrage	

Table de matières

1.	Projet d'ensemble	4
1.1	Résumé.....	4
1.2	Introduction.....	5
1.2.1	Organisation et structure du projet.....	5
1.2.2	Historique, justification et objectif(s) du projet.....	5
1.2.3	Données de base et contraintes	7
1.2.3.1	Trafic	7
1.2.3.2	Utilisateurs	11
1.2.3.3	Lignes à haute tension	12
1.2.3.4	Conduites existantes	14
1.2.3.5	Géologie	14
1.2.3.6	Environnement	15
1.2.3.7	Intégration paysagère et urbanistique.....	16
1.2.3.8	Convois exceptionnels.....	16
1.2.3.9	Site archéologique	17
1.2.3.10	Constructions existantes	17
1.2.3.11	Constructions futures.....	17
1.3	Conventions d'utilisation	18
1.4	Devis	18
2.	Constructions routières.....	18
2.1	Situation	18
2.2	Profil en long.....	19
2.3	Profil type	19
2.4	Profils en travers	20
2.5	Carrefours	20
2.6	Mobilité douce	20
2.7	Transports publics	23
2.8	Accès.....	23
2.9	Mesures d'accompagnement.....	24
3.	Mesures de protection contre le bruit	24
4.	Ouvrages d'art.....	25
4.1	Mur de soutènement des Fontanettes aval.....	25
4.2	Mur de soutènement des Fontanettes amont	26
4.3	Mur de soutènement de la Comba.....	27
4.4	Pont du Copy.....	28
4.5	Pont de Vuisserens	28
4.6	Passage inférieur de la Crausa.....	29
4.7	Parois antibruit	32
5.	Signalisation et marquages.....	33
6.	Evacuation des eaux de surface.....	33
6.1	Analyse du traitement / rétention nécessaire.....	33
6.2	Dimensionnement du traitement / rétention	38
6.3	Dimensionnement des canalisations	39
6.4	Etude hydrologique.....	41
6.5	Ouvrages spéciaux	41

6.6 Mesures OPAM	42
7. Conduites industrielles, équipements électromécaniques (EM)	42
8. Eclairage	42
9. Plantations	43
10. Dispositifs de retenue des véhicules	43
11. Aménagements urbains, clôtures	43
12. Intégration urbanistique et paysagère	44
13. Environnement	44
13.1 Rapport d'impact environnemental (RIE)	44
13.2 Rapport de conformité avec l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)	44
13.3 Compensations environnementales	44
14. Défrichements et reboisements	44
15. Acquisitions de terrain	44
16. Réalisation des travaux	44
16.1 Etapes de réalisation	44
16.2 Phases de travaux	45
16.3 Installations de chantier	45
16.4 Phases du trafic (Gestion de circulation)	45
16.4.1 Carrefour de la Crausa	45
16.4.2 Carrefour du Stand	46
16.4.3 Carrefour d'Hauterive	46
16.5 Programme général	46
17. Procédures et approbation	46

1. Projet d'ensemble

1.1 Résumé

Le présent projet consiste à créer une nouvelle route d'une longueur de 3.5 km qui relie la route cantonale prioritaire Axe 1200 (Fribourg – Broc) à la route cantonale secondaire Axe 1300 (Fribourg – Bulle). Ce nouvel axe prioritaire avec une chaussée de 7 m de largeur présentera à l'horizon 2040 une charge de trafic estimée à 17'900 véh./jour et sera un axe pour convoi exceptionnel de type IIb.

Le raccordement de la nouvelle route au réseau routier existant s'effectue à Marly dans la zone de la Crausa (Axe 1200) par l'aménagement d'un carrefour dénivelé. Le flux Marly-Matran traverse le carrefour par un passage inférieur tandis que les autres flux se distribuent par l'intermédiaire d'un giratoire de 34 m de diamètre avec une voie de circulation à l'anneau.

Le raccordement de la route de liaison à l'Axe 1300 s'effectue aux environs de l'Institut agricole de Grangeneuve (IAG) par un giratoire à deux voies de circulation d'un diamètre de 40 m. Outre la nouvelle route et la route cantonale, la route existante de l'Abbaye est raccordée à ce giratoire.

Un troisième carrefour est aménagé au droit du stand de tir. Il connecte le nouveau tracé avec la route de Chésalles existante au moyen d'un giratoire de 34 m de diamètre comprenant une voie de circulation à l'anneau.

La route franchit plusieurs cours d'eau :

- > Le ruisseau du Copy est enjambé par un ouvrage de 17.50 m de mètre de long ;
- > Le ruisseau de Chésalles est franchi par un pont du même nom dont la longueur est de 203 m ;
- > La Sarine est franchie par le pont d'Hauterive sur une longueur de 797 m.

L'évacuation des eaux de chaussée s'effectue par les bas-côtés avec une infiltration dans le terrain dans les zones s'y prêtant. L'eau recueillie sur le pont d'Hauterive est amenée dans un bassin de traitement puis rejetée dans la Sarine. Les eaux du secteur « pont de Chésalles » sont rejetées dans un bassin d'infiltration muni d'un trop-plein en direction du ruisseau de Chésalles. Les eaux du passage inférieur de la Crausa et du secteur dit « Les Fontanettes » sont collectées puis amenées dans un bassin d'infiltration muni d'un trop-plein en direction du système de canalisation existant.

Un revêtement phono-absorbant est posé sur deux tronçons :

- > Secteur Les Fontanettes, Km 0+000 à 0+765 = 765m
- > Secteur A la Vernéya d'Avau, Km 0+835 à 1+270 = 435m

Le projet implique la nécessité de construire deux parois antibruit de 1.10 m de haut pour protéger des habitations se trouvant au Nord de la route. Une paroi de 100 m de long (km 0+520 – 0+620) se trouve sur le remblai à l'emplacement de la déchetterie actuelle (paroi des Fontanettes) et l'autre de 95 m de long est en prolongation du parapet du pont du Copy (km 0+965 – 1.060, paroi du Copy).

La route de Chésalles actuelle servira d'itinéraire pour la mobilité douce (MD). Elle sera connectée aux extrémités du pont d'Hauterive, via les chemins de dessertes agricoles, pour que les cycles et les piétons puissent circuler sur la piste mixte bidirectionnelle projetée sur le côté sud de l'ouvrage. Des pistes cyclables sont aménagées vers les carrefours du Stand et d'Hauterive. Cette dernière s'inscrit dans le projet de la future piste qui reliera Fribourg à l'Agroscope de Posieux.

1.2 Introduction

1.2.1 Organisation et structure du projet

La Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC), représentée par le Service des ponts et chaussées (SPC) est le maître d'ouvrage pour la réalisation de la route de liaison Marly – Matran. Projetée sur une longueur de 3.5 km, elle relie la route cantonale prioritaire « Axe 1200 Fribourg – Broc » (depuis le lieu-dit la Crausa) à la route cantonale secondaire « Axe 1300 Fribourg – Bulle » (dans le secteur de l'IAG). Ce nouvel axe prioritaire se dénomme « Axe 1250 Marly-Matran » et s'étend sur les communes de Marly et Hauterive. Il présente une chaussée à 2 voies d'une largeur totale de 7.00 m et des accotements de 1.50 m. Il se situe à une altitude variant entre 605 et 636 m. Outre les 2 carrefours d'accroche au réseau routier cantonal, le carrefour du Stand raccorde le nouvel axe à la route existante de Chésalles.

Deux ouvrages d'art importants sont projetés sur l'axe 1250. Il s'agit :

- > du pont de Chésalles, franchissant le ruisseau du même nom sur une longueur de 203 m et ;
- > du pont d'Hauterive franchissant la Sarine, une zone alluviale d'importance nationale et l'ancienne décharge de la PILA sur une longueur de 797 m.

Mis à part ces deux ouvrages, le projet comprend le pont de Vuisserens et le pont du Copy pour franchir le ruisseau du Copy, deux importants murs de soutènement dans le Secteur « Les Fontanettes », le mur de soutènement La Comba, deux parois antibruit et un passage inférieur avec différents murs de soutènement à la Crausa.

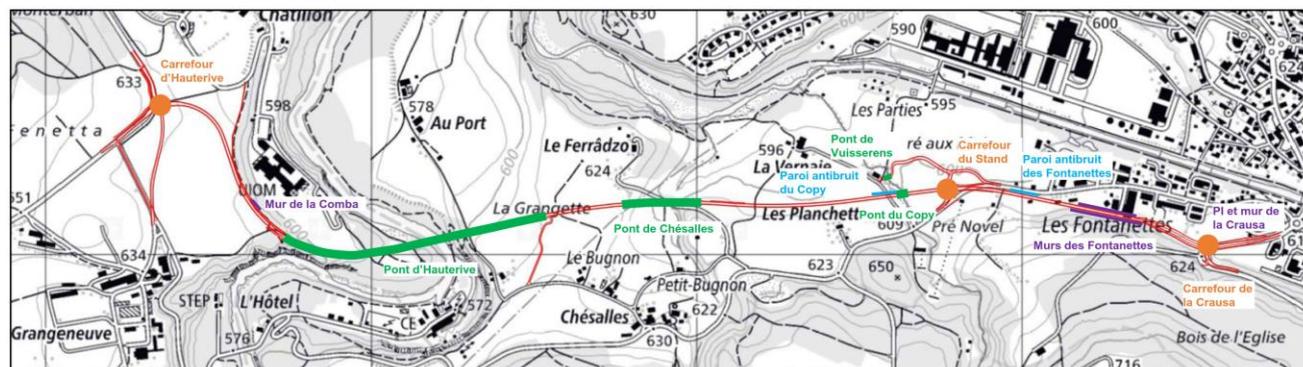


Figure 1 : Dénominations des ouvrages et des carrefours

1.2.2 Historique, justification et objectif(s) du projet

En janvier 2006, le Conseil d'État a sollicité un crédit d'engagement de 6 625 000 francs pour les études de la route Marly-Posieux. Dans son message, il précisait qu'une étude de circulation devait « analyser l'effet de la route sur le fonctionnement du trafic d'agglomération » et permettre « d'envisager la réalisation de cette route si elle se justifie ». Sur la base de cette étude réalisée entre 2008 et 2009, un groupe technique et un comité de pilotage, présidés par la DAEC et constitués de représentants des communes concernées, de la CUTAF et des TPF, arrivaient à la conclusion suivante : La construction d'une nouvelle liaison routière Marly-Matran pourrait être envisagée « à l'horizon 2030, selon l'évolution des charges de trafic » ; cet horizon de réalisation dépend « du taux d'accroissement de trafic qui pourra être rencontré dans le secteur », la « charge de trafic maximale envisageable sur le pont de Pérolles » étant fixée à 20'000 véhicules/jour. Il était également décidé d'analyser « la faisabilité et l'opportunité d'une amélioration de la liaison routière existante (route de Chésalles) qui pourrait offrir une alternative intéressante à la nouvelle liaison Marly-Matran (Marly-Matran – variante de base) à des coûts moindres ». Cette analyse, dont les résultats ont été publiés en mai 2012, a permis de développer deux variantes de tracé, lesquelles ont été classées en catégorie III dans le rapport final du 28 novembre 2013 intitulé « Évaluation et priorisation des routes de contournement ».

Toutefois, d'importants générateurs de trafic n'ont pas été pris en considération ni dans l'étude de 2008-2009 ni dans le rapport de 2013: le Marly Innovation Center (MIC) et le regroupement de la station de recherche Agroscope Liebefeld –Posieux (ALP) sur le site de Posieux. Ce surplus de trafic, l'importante évolution des PAD (Falaises, Ancienne papeterie), la création de la zone d'activité de Pré aux Moines et le trafic journalier moyen observé sur l'axe Fribourg-Marly sont des éléments qui mènent à la conclusion que le trafic sur le pont de Pérolles dépassera, dans un avenir proche, la charge de trafic maximale envisageable de 20 000

véhicules/jour. En outre, le faible gabarit et la sinuosité de la route actuelle entre Chésalles et Grangeneuve représentent une difficulté pour les usagers surtout aux heures de pointe du matin et du soir (charge de trafic de plus de 530 véhicules/h entre 17h et 18h).

Sur la base des considérations développées ci-dessus, et étant donné qu'un crédit d'engagement pour les études a déjà été accepté par le Grand Conseil en 2006, le Conseil d'Etat a décidé le 6 juin 2016 de mettre en œuvre le projet et de nommer un COPIL. En février 2017, le COPIL a préconisé, sur la base d'une évaluation multicritère, la mise en œuvre d'une liaison entièrement nouvelle, variante dite « ciel ouvert ». Le Conseil d'Etat a validé cette proposition le 21 février 2017. Deux variantes de tracé restaient alors à l'étude au lieu-dit des « Fontanettes » à l'entrée de la localité de Marly. Le COPIL a soumis une nouvelle fois sa position quant au choix de la variante sur ce tronçon en optant pour un tracé au sud de l'espace bâti, en bordure du Bois de l'Eglise. Cette proposition a été validée par le Conseil d'Etat en date du 31 octobre 2017.

Afin de préserver le tracé prévisible de cette future liaison Marly-Matran contre des travaux pouvant compromettre sa réalisation ou en augmenter inutilement le coût, conformément à l'art. 33 de la loi sur les routes (LR), la DAEC a publié une Zone réservée (ZR) dans la Feuille officielle n° 47 du 24 novembre 2017.

Le 13 avril 2018, une procédure d'appel d'offre ouverte est lancée par le SPC afin d'attribuer le mandat d'études pour les prestations d'ingénieur civil portant de l'avant-projet (phase 31) à la mise en service (phase 53) du projet routier (sans les 2 ponts) de la nouvelle liaison routière Marly-Matran. En date du 03 juillet 2018, le Conseil d'Etat adjuge ce mandat au Groupement EMMA+.

Membres du groupement EMMA+ :

- > Emch+Berger AG Bern, succursale de Fribourg
- > Mauler SA, Neuchâtel
- > Emch+Berger SA, Lausanne

D'autres mandataires sont ensuite venus se greffer pour développer l'entier des études nécessaires à ce projet pluridisciplinaire :

- > Deux procédures de concours ont été menées pour définir les mandataires des deux principaux ponts :
 - Le projet du Pont de Chésalles a été remporté par le Team CONSTANCE, formé des bureaux d'ingénieurs DSP Ingenieure+Planer AG à Uster et Spataro Petoud Partner SA à Bellinzone, accompagnés par le bureau d'architecture Feddersen & Klostermann GmbH à Zürich.
 - Le projet du Pont d'Hauterive a été remporté par le Groupement GMO, formé des bureaux d'ingénieurs : GVH Tramelan SA à Tramelan et Giorgio Masotti à Bellinzone, accompagnés par le bureau d'architecture Orsi Associati à Bellinzone.
- > Le bureau Triform SA à Fribourg a été mandaté pour effectuer l'étude d'impact environnementale
- > Le bureau Geotest SA à Givisiez a été mandaté pour l'étude géologique, hydrogéologique et géotechnique
- > Le bureau Baraki architecture et ingénierie à Fribourg a été mandaté pour établir le concept d'intégration urbanistique et paysagère
- > Groupe E SA à Granges-Paccot mène une étude de mise en souterrain des lignes à haute tension

En parallèle au projet routier, une procédure de remaniement parcellaire (RP) a été lancée :

- > Le bureau de Géomètre Pascal Bongard SA à Fribourg a été mandaté par le Comité d'initiative pour développer l'étude préliminaire du remaniement parcellaire. Il est à noter que les résultats de cette première étape du RP ne sont pas mis à l'enquête à ce stade. Par contre ils sont joints au projet routier pour information. Ils feront donc l'objet d'une demande d'autorisation ultérieure et séparée du projet routier.

1.2.3 Données de base et contraintes

1.2.3.1 Trafic

Les charges de trafic sur le réseau routier actuel sont représentées dans la figure ci-dessous.

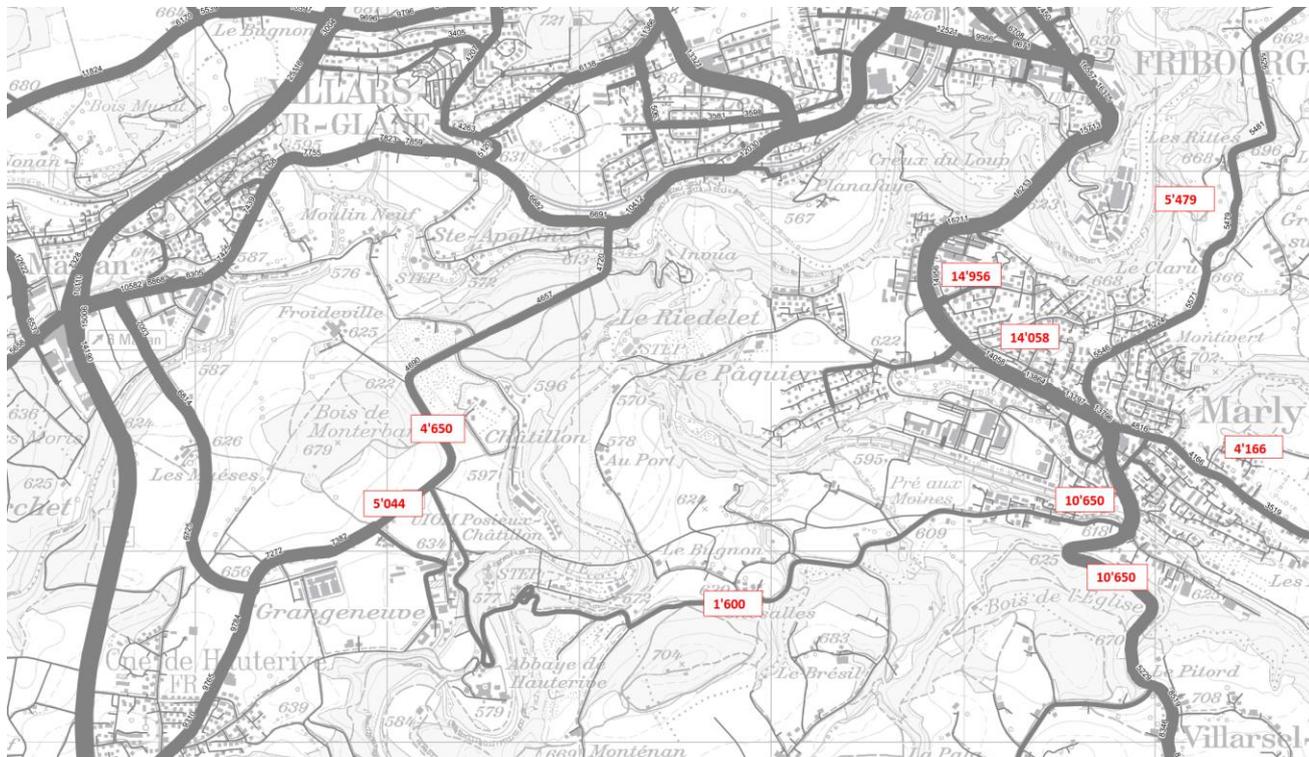


Figure 2: Données de trafic pour l'état actuel de 2020

Dans la situation actuelle (sans projet), seule la route cantonale de Chésalles relie Marly et Matran. Actuellement le trafic se répartit surtout vers les axes traversant la ville de Fribourg et vers l'agglomération (Commune de Marly, Matran et Hauterive). Les parts poids-lourd considérées sont celles par défaut soit 10% et 5 % de jour, respectivement de nuit.

Sur la base de ces données de trafic, le SMO a établi un plan de charge du réseau routier en 2030 sans et avec la route de liaison Marly-Matran.

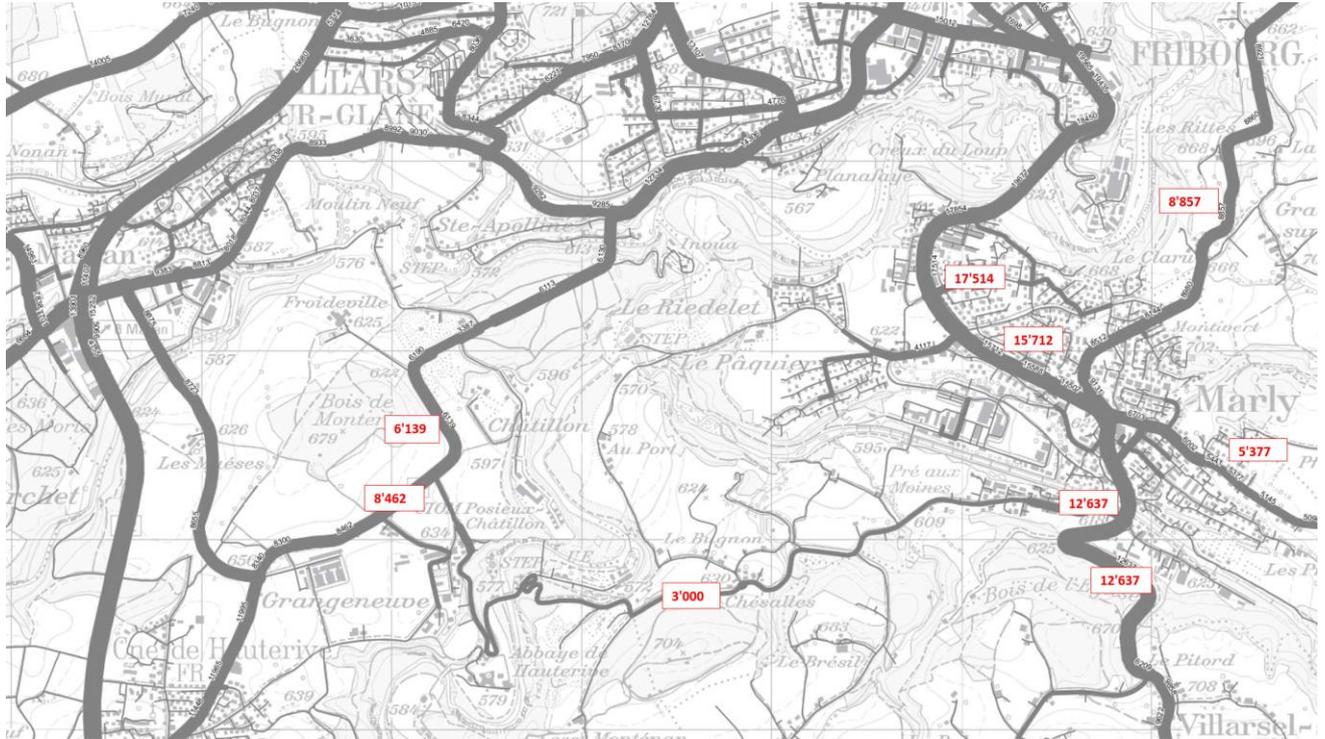


Figure 3: charges de trafic en 2030 sans la route de liaison Marly – Matran et sans considération de pôles de développement

La confédération a produit une étude « Perspectives d'évolution du transport 2040 » dans laquelle l'estimation de l'évolution de trafic pour la Sarine entre 2030 et 2040 correspond à une augmentation du trafic journalier de 9.5% sur 10 ans.

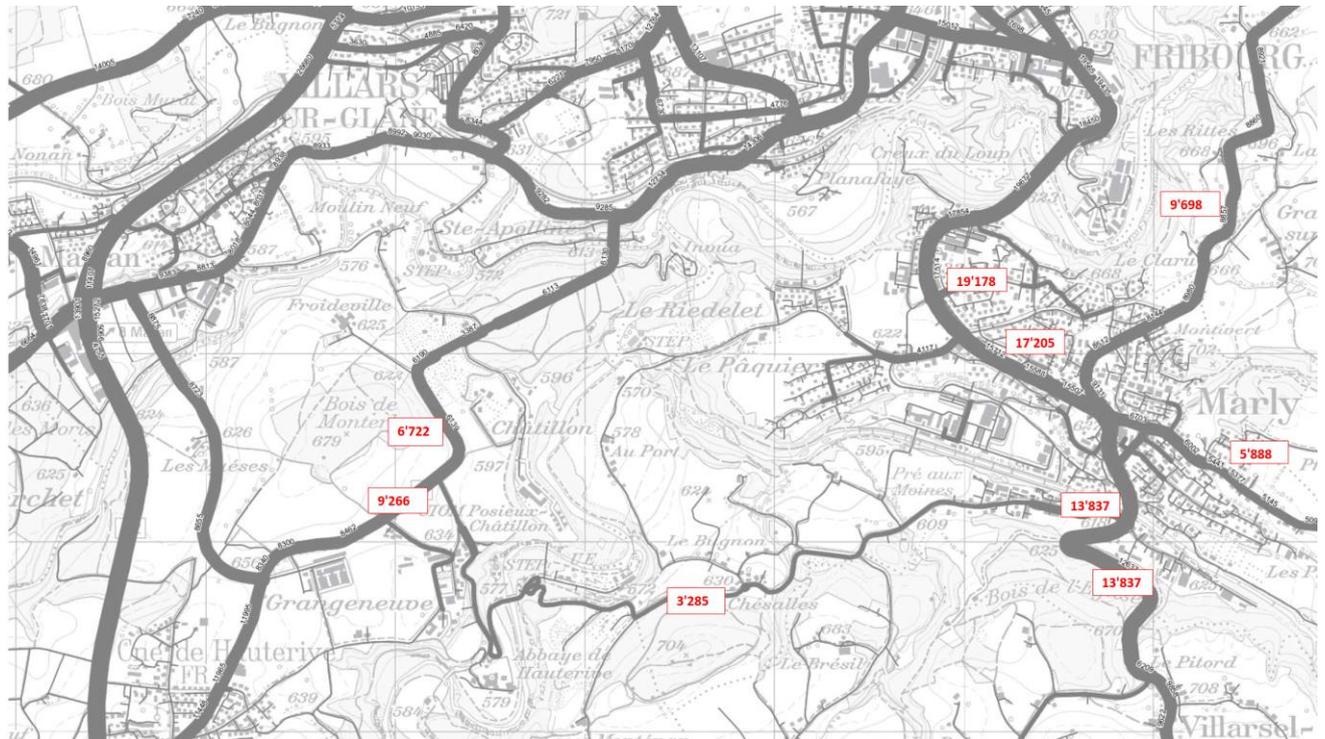


Figure 4: charges de trafic en 2040 sans la route de liaison Marly – Matran et sans considération de pôles de développement

Après introduction de la route de liaison Marly – Matran dans le modèle trafic du SMO, les charges de trafic attendues sur la nouvelle route ont été simulés.

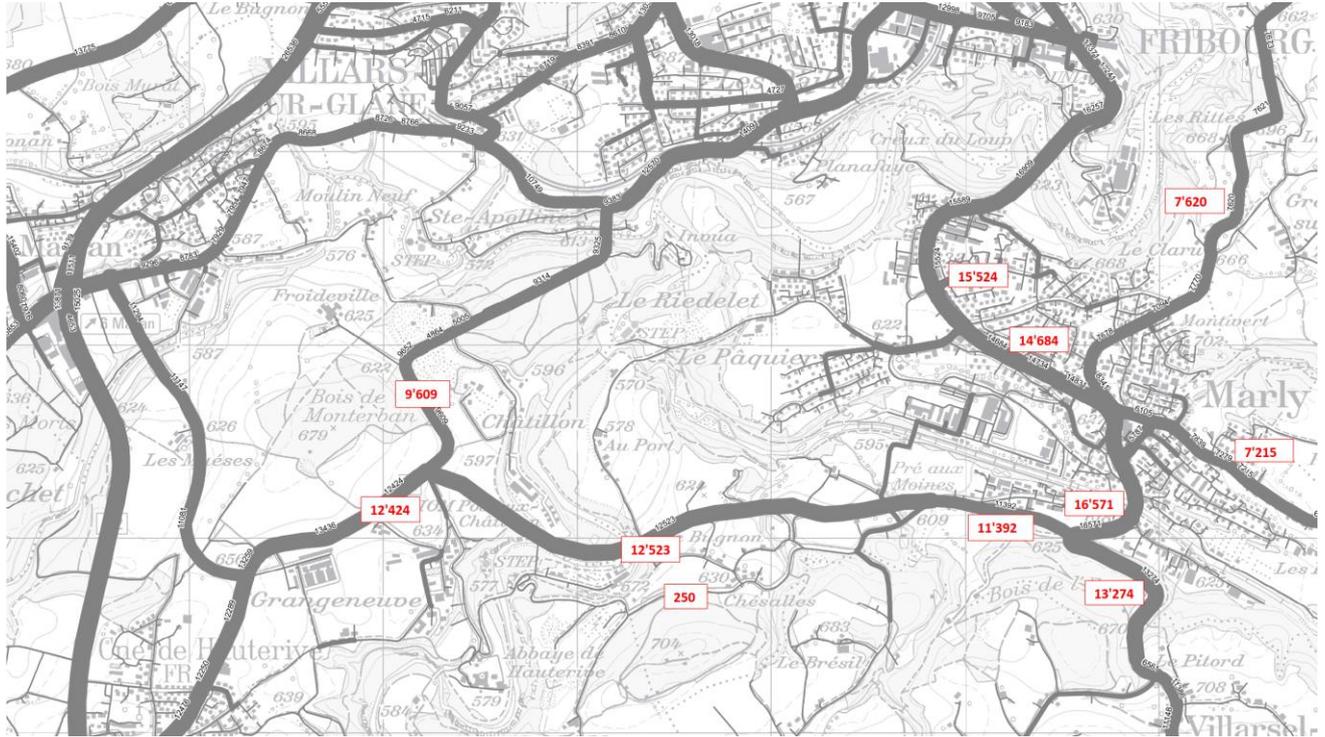


Figure 5: charges de trafic en 2030 avec la route de liaison Marly – Matran sans considération de pôles de développement

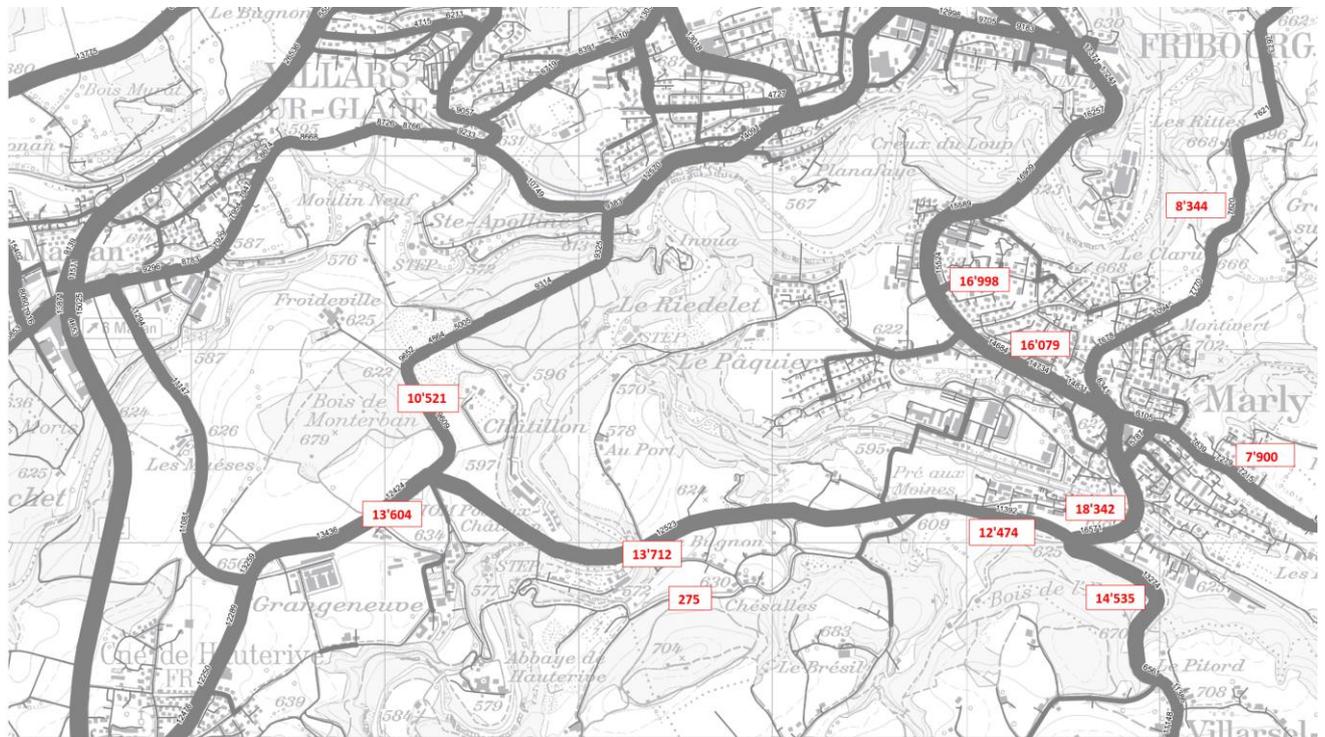


Figure 6: charges de trafic en 2040 avec la route de liaison Marly – Matran sans considération de pôles de développement

A proximité de la route de liaison de Marly-Matran, trois pôles de développement générateurs de trafic supplémentaires sont planifiés avec une réalisation finale à l'horizon 2040:

- MIC + ancienne papeterie : 7'000 véh./jour
- Pré aux Moines : 850 véh./jour
- Zone industrielle des Fontanettes: 500 véh./jour

Pour le MIC / ancienne papeterie, il est considéré que 75% du trafic généré s'écoule par la route de liaison Marly – Matran tandis que 25% par l'accès Nord.

Le trafic lié au pôle de développement de Pré aux Moines et de la zone industrielle des Fontanettes provient de la route de liaison Marly-Matran.

Les hypothèses de répartition du trafic de ces pôles sur le réseau routier sont les suivantes :

			Tentlingen	Tafers	Mouret	Pérolles	Matran	H12 Fribourg
Génération trafic MIC + ancienne papeterie	7'000 véh./j	75% vers / depuis M-M	5%	5%	15%	25%	20%	30%
		25% vers / depuis Pérolles						
Génération trafic Pré aux Moines	850 véh./j	100% vers / depuis M-M						
Génération trafic Z.I. Les Fontanettes	500 véh./j	100% vers / depuis M-M						

Figure 7: matrice origine – destination des pôles de développement

En considérant le trafic généré par les différents pôles de développement et une augmentation globale du trafic de 9.5% depuis 2030, les charges de trafic journalier attendus sur la route de liaison Marly – Matran en 2040 s'élèvent à 16'600 véh./jour entre les carrefours de Crausa et du Stand respectivement 17'900 véh./jour entre les carrefours du Stand et d'Hauterive.

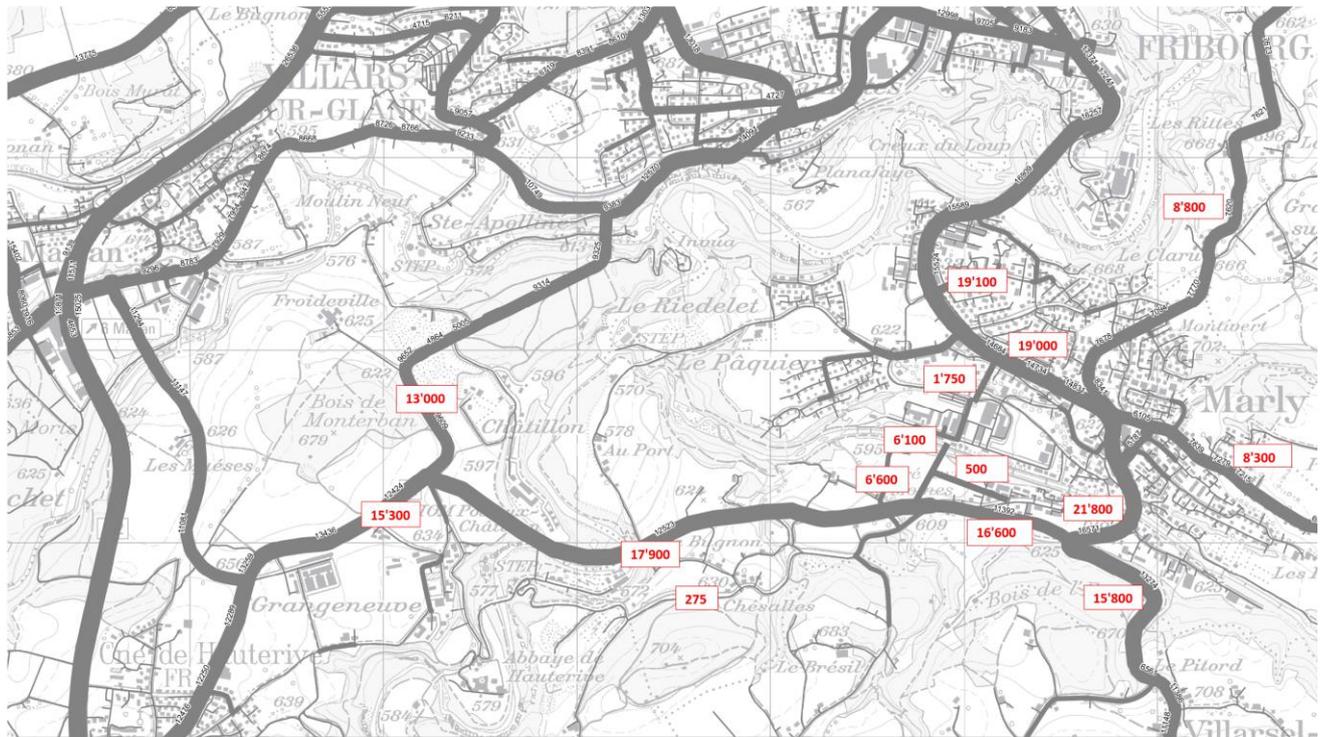


Figure 8: charges de trafic en 2040 avec la route de liaison Marly – Matran et réalisation des pôles de développement Cet état 2040 sert au dimensionnement de la chaussée, des carrefours et des ouvrages d'art.

Sans construction de la route de liaison Marly-Matran mais avec la réalisation des pôles de développement, le réseau routier présente les charges de trafic présentées ci-après.

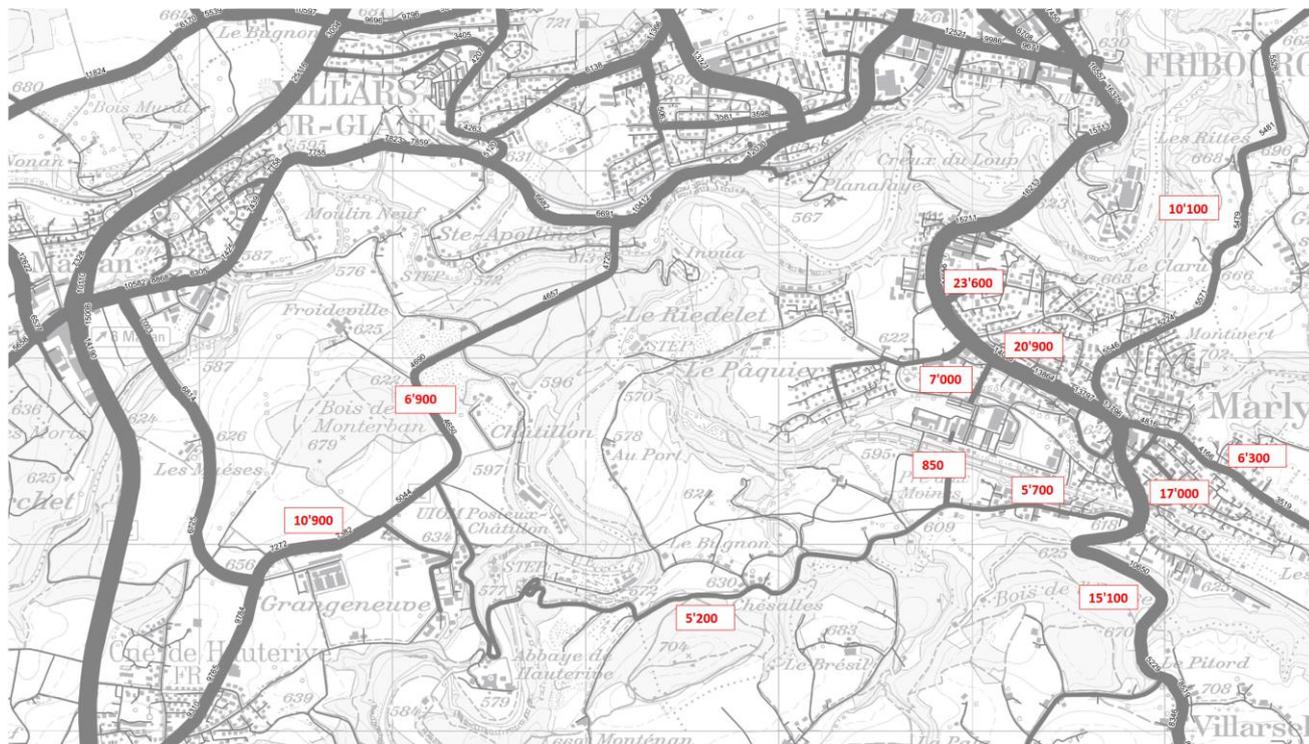


Figure 9: charges de trafic en 2040 sans la route de liaison Marly – Matran mais avec réalisation des pôles de développement

En considérant les charges de trafic 2040 (avec les pôles de développement réalisés) on constate que la création du nouvel axe Marly-Matran améliore considérablement les charges de trafic de :

- la H180 à Marly en direction de Fribourg (Boulevard de Pérolles) : -24%
- la H180.1 en direction de Tafers : -15%
- la route de Chésalles : -1095%

La route de liaison Marly-Matran permet le développement planifié à Marly tout en gardant une charge de trafic vers le boulevard de Pérolles inférieure à 20'000 véh/jour.

1.2.3.2 Utilisateurs

L'axe 1250 « Marly-Matran » est ouvert à tous les types d'utilisateurs. L'itinéraire cyclable emprunte la route de Chésalles et la route de l'Abbaye de part et d'autre du pont d'Hauterive qui sera équipé d'une piste mixte bidirectionnelle. Des traversées au droit des carrefours du Stand et d'Hauterive seront aménagées en sites propres pour les vélos et les piétons.

Le trafic agricole de transit peut emprunter le nouvel axe. Aucun accès aux parcelles exploitées n'est toléré depuis le bord de chaussée. Les accès aux centres d'exploitations et aux champs se font hors du réseau cantonal et sont traités dans le cadre de l'étude préliminaire du remaniement parcellaire (cf pièce 7001 du présent dossier jointe pour information).

1.2.3.3 Lignes à haute tension

Des lignes à haute tension (HT) existantes présentent une importante contrainte dans les zones de Grangeneuve, du pont d'Hauterive et du pont de Chésalles.

Pour analyser cette problématique dans le détail, le SPC a mandaté le bureau IM Maggia Engineering, spécialiste dans le domaine de la HT. Les résultats de cette étude sont transcrits dans le rapport « Conditions de construction autour des lignes HT 60 et 220kV » qui figure en annexe.

En complément à ce document, les exploitants des lignes ont été contactés afin qu'ils se prononcent sur leurs propres prescriptions de sécurité :

- > Dans les secteurs où le projet routier passe au-dessous des lignes HT, le Groupe E exige la construction d'une protection physique lors des travaux. Une distance minimale de 5 m doit être observée entre le câble électrique le plus bas et la table de protection.

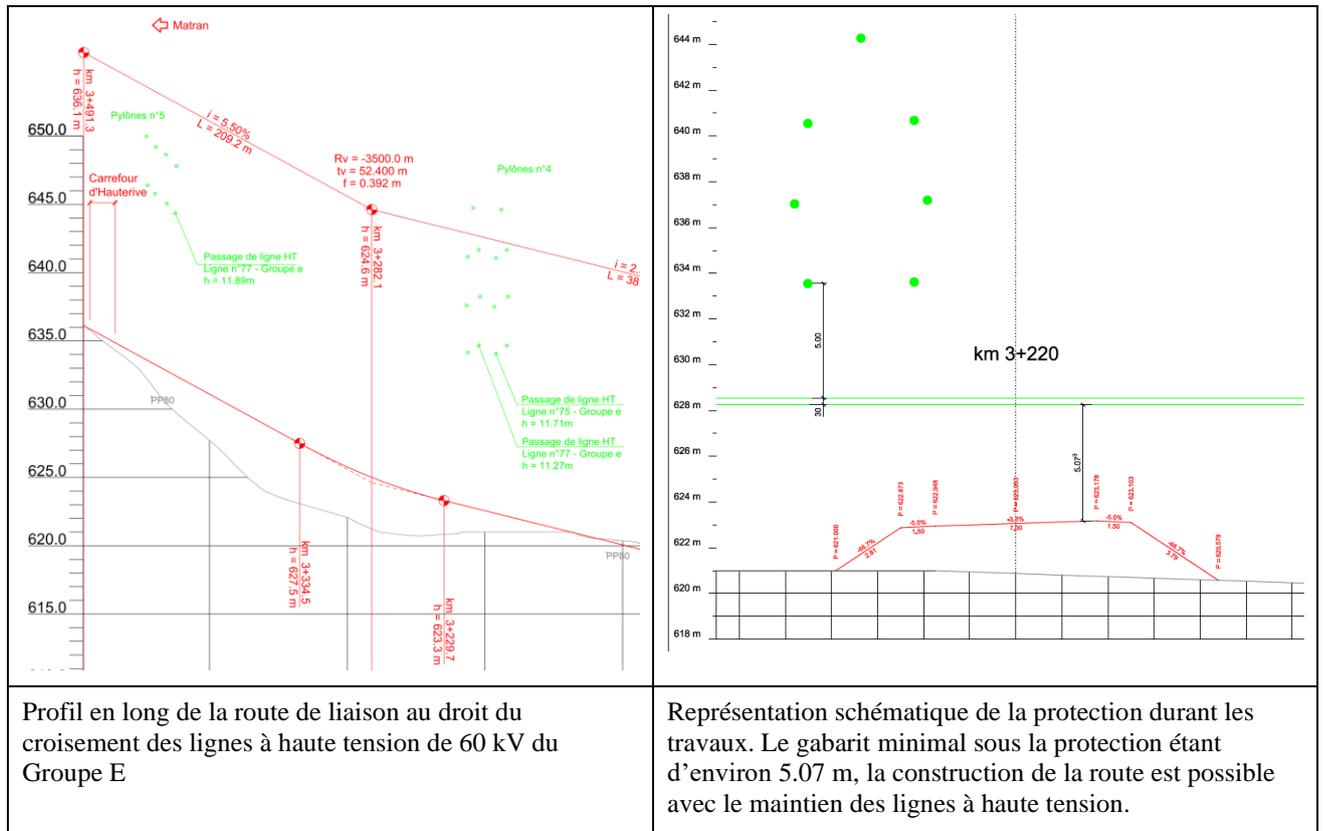


Figure 10 : Interaction entre la route de liaison et les lignes électriques existantes

- > Dans la zone des ponts d'Hauterive et de Chésalles, une adaptation des lignes à haute tension du Groupe E est indispensable. Cette problématique occupe plus particulièrement les auteurs des projets des ponts, mais des conséquences sur les installations routières environnantes sont à prévoir (position du bassin de traitement d'Hauterive, continuité des installations HT souterraines dans le secteur Chésalles, ...). Le Groupe E a étudié différentes alternatives (rehaussement des pylônes et mise en terre). Afin de pouvoir s'affranchir de contraintes pour la construction des ponts d'Hauterive et de Chésalles, il a été décidé de mettre les lignes en terre au minimum dans les zones problématiques. Les modifications apportées à ces lignes sont illustrées dans le plan d'équipements électromécaniques.

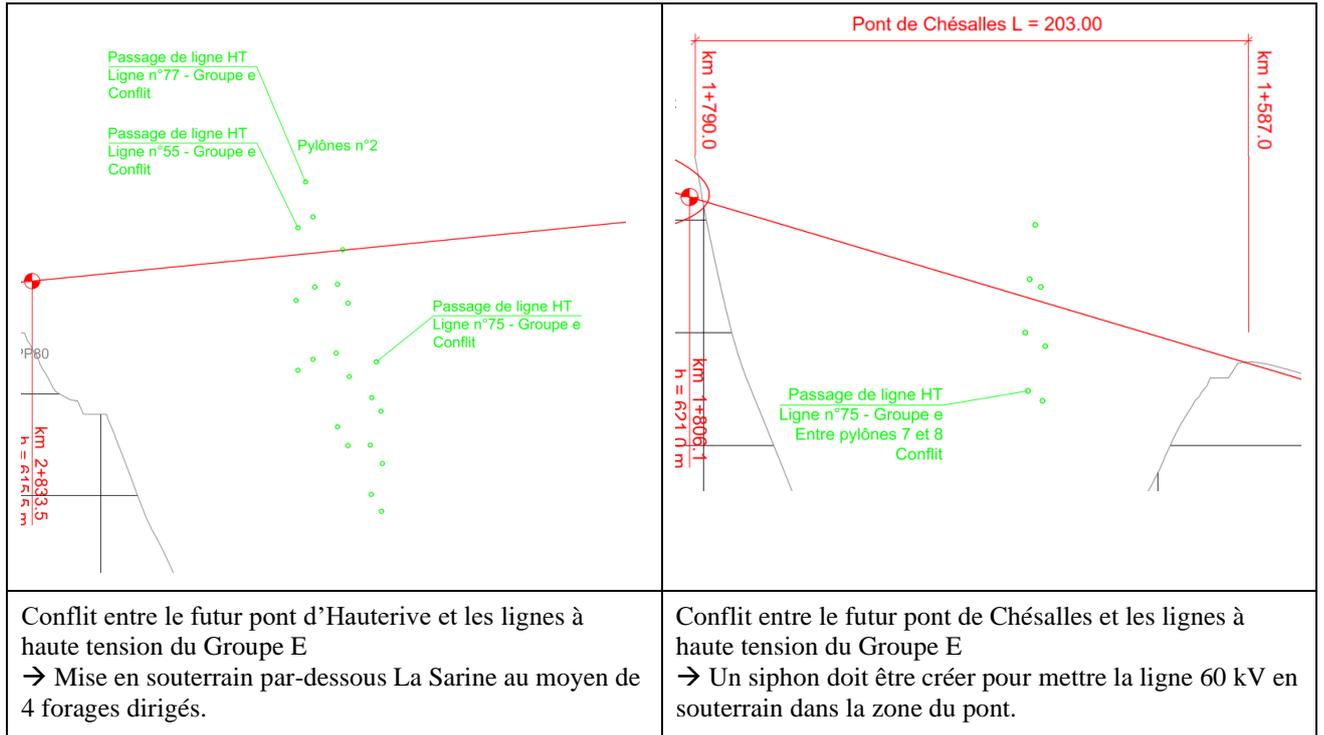


Figure 11 : représentation des conflits entre les lignes HT et les futurs ponts

- > Le Groupe E prévoit d'intégrer une batterie de 12 tubes en attente dans la couche de fondation de la nouvelle liaison routière, entre le pont de Chésalles et le carrefour de la Crausa (voir plan de Groupe E : Enfouissement des lignes HT / annexe n°7)
- > Une ligne à haute tension de Swissgrid de 220 kV passe au-dessus du pont de Chésalles à une distance suffisante pour pouvoir être maintenue. Ce point constitue une contrainte pour la géométrie du profil en long du projet routier. Des distances verticales minimales sont à respecter durant le chantier et à l'état final entre les câbles HT et les niveaux du pont (voir annexe n°6). Une coupure momentanée de la ligne n'est pas envisageable.

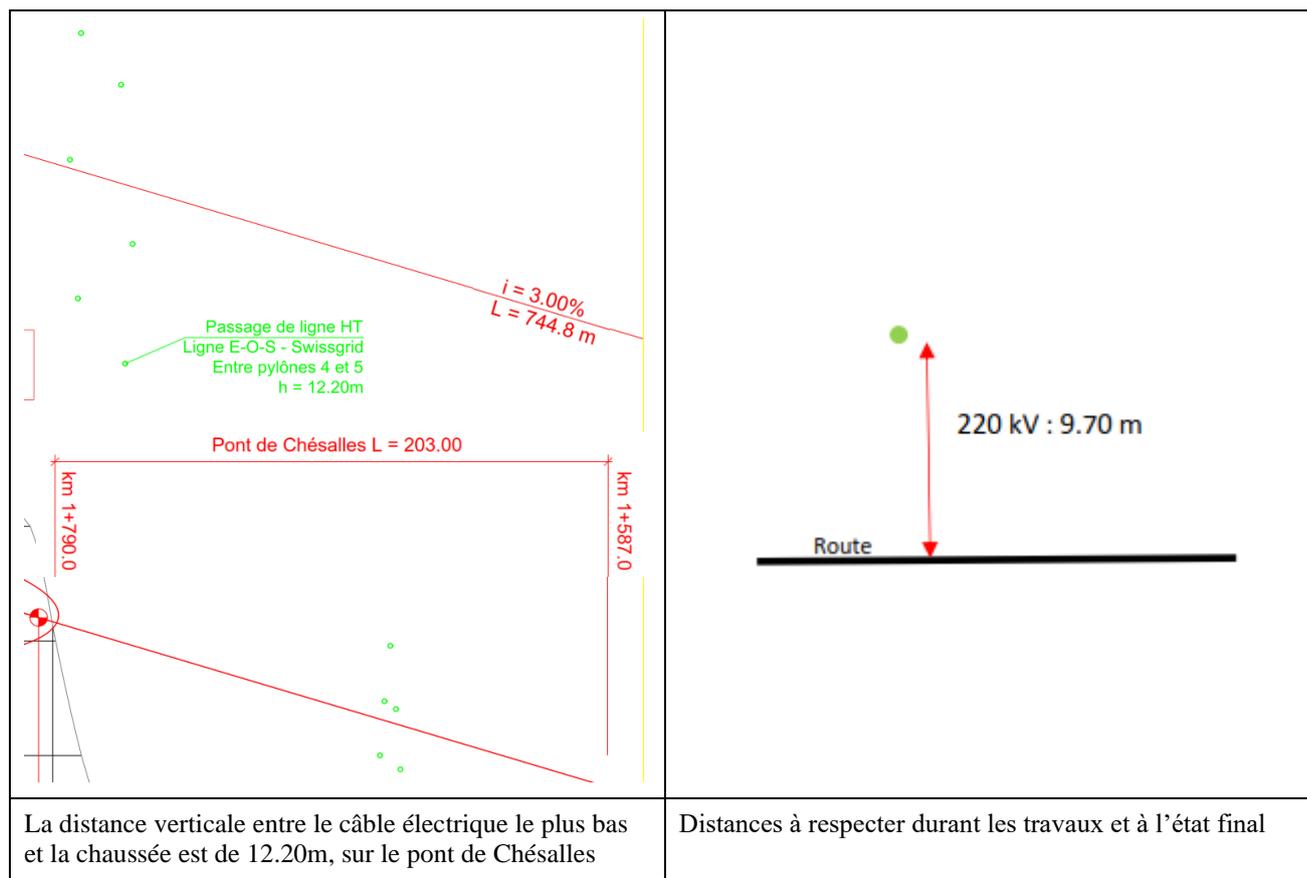


Figure 12: représentation des distances à respecter à l'état final et durant les travaux

1.2.3.4 Conduites existantes

De nombreux drainages, dont certains en terre cuite sont existants dans le secteur sud des Fontanettes (en bordure du bois de l'Église) et dans les environs du ruisseau du Copy (secteur gorgé d'eau). Ils servent à stabiliser les talus existants et à récolter les écoulements de surfaces qui sont importants à ces endroits.

Des conduites d'eau sous pression croisent le tracé.

Le projet routier est également traversé par plusieurs conduites amenant l'eau issue de captages en direction des zones habitées et des exploitations agricoles.

1.2.3.5 Géologie

Un projet d'une telle ampleur nécessite une analyse géologique et géotechnique poussée. Pour ce faire, le SPC a mandaté le bureau Geotest SA dans le but de :

- > Compiler les données géologiques connues
- > Étudier les prospections complémentaires nécessaires à l'avant-projet routier
- > Réaliser les prospections complémentaires (sondages, essais, analyses en laboratoire,...)
- > Analyser les résultats de ces campagnes
- > Émettre des propositions constructives adaptées au besoin du projet routier
- > Éditer un cahier des charges des prospections complémentaires à réaliser pour les autres phases de projet

Tous ces éléments sont développés dans le rapport de Géotest SA (pièce 6001 du présent dossier).

Grossièrement, on peut relever que deux zones sont géologiquement défavorables :

- > Le tronçon « Les Fontanettes – La Crausa). Il se situe sur des dépôts d'inondation de plaine qui par leur faible consistance sont fortement susceptibles aux tassements. Ces dépôts sont posés sur de la molasse altérée, de la moraine voire même de la tourbe par endroit.
- > Un important écoulement souterrain est détecté entre les ponts de Chésalles et d'Hauterive. Il a une influence directe sur la géométrie du profil en long.

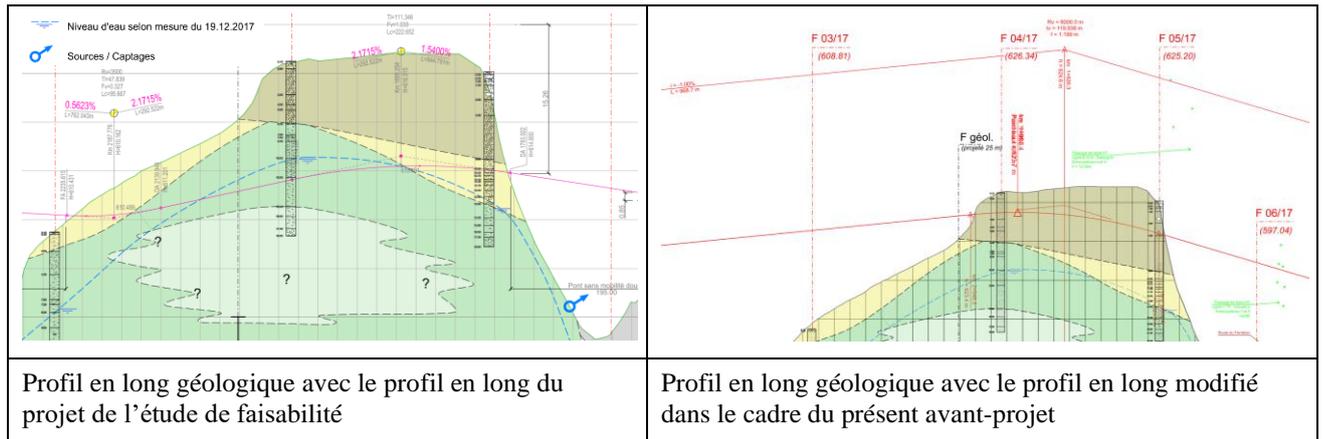


Figure 13 : Comparaison des profils en long géologiques entre l'étude de faisabilité et le projet mis à l'enquête

1.2.3.6 Environnement

Le SPC a mandaté le bureau Triform SA pour établir un rapport d'impact environnemental (RIE) qui définit les contraintes et dicte un cahier des charges à appliquer pour chaque phase de projet. Ce document fait partie du présent dossier (pièces 5001 et 5002 avec ses annexes). Les principales contraintes détectées se résument comme suit :

a. Faune

Deux couloirs à faunes sont répertoriés au droit du lieu-dit « Au Gros Essert » et le long du ruisseau du Copy. Ils sont empruntés par de la petite et grande faune. La présence de batraciens et de reptiles est également détectée sur certaines portions du tracé routier.

b. Sites pollués

Le projet routier ne coupe pas directement des sites pollués. Il est toutefois bordé d'anciennes décharges qui pourraient contenir des matériaux souillés. Il n'est donc pas exclu que de tels sols soient rencontrés au moment des travaux.

L'axe de Marly-Matran passe au-dessus de l'ancienne décharge de la PILA. Le projet routier n'est toutefois pas concerné par ce site puisqu'il se situe sous le pont d'Hauterive. Ce point de conflit sera donc traité dans le cadre du projet de pont à venir.

c. Bruit

Le projet doit satisfaire au respect des valeurs de planification (VP) à l'horizon de mise en service de la route (2027) en conformité avec l'Ordonnance sur la protection contre le bruit, OPB. Le tracé de la nouvelle route borde des entreprises et des habitations au droit de la zone d'activité « Les Fontanettes »

d. Agriculture

L'axe 1250 Marly-Matran sépare en deux parties les surfaces agricoles comprises entre le ruisseau du Copy et La Sarine. Conscient de ce fait, le SPC a mis sur pied, en collaboration avec le Service de l'agriculture (SAgri), un Comité d'initiative (formé de trois agriculteurs exerçant sur le secteur touché) dans le but de mener l'étude préliminaire d'un remaniement parcellaire qui s'impose (obligatoire). Le mandat de cette étude a été confié au bureau de géomètre Pascal Bongard SA. Le rapport technique de cette étude est inclus dans le présent dossier (pièce 7001). Une importante coordination a été menée par le SPC pour que le remaniement parcellaire soit en adéquation avec le projet routier.

La géométrie du tracé a été étudiée de manière à minimiser les impacts de la route sur les surfaces d'assolement (SDA). Toutefois, les SDA présentes dans les secteurs « Au Ferrâzdo » et « La Comba » ne peuvent pas être épargnés.

e. Eaux superficielles

Le tracé de la route croise plusieurs cours d'eau :

- Le ruisseau du Copy
- Le ruisseau de Chésalles
- La Sarine

Les espaces réservés aux cours d'eau et aux zones alluviales doivent être respectés.

f. Défrichage

D'importants secteurs boisés sont traversés par la nouvelle route, particulièrement au niveau du bois de l'Eglise.

1.2.3.7 Intégration paysagère et urbanistique

Le nouveau tracé s'impose parfois fortement dans les espaces bâtis et paysagers. Dans le but de minimiser cet impact, le SPC a mandaté le bureau Baraki Sàrl afin d'optimiser l'intégration de la route, des ouvrages et des talus. Le rapport d'intégration est la pièce 4001 du dossier d'enquête.

1.2.3.8 Convois exceptionnels

Un itinéraire de convois exceptionnels - type IIB est présent sur l'axe 1200 (Fribourg – Broc) en provenance de Fribourg. Sa fonction principale est de desservir la centrale hydroélectrique d'Hauterive (livraison de turbines et autre matériel mécanique). La nouvelle liaison routière Marly-Matran se doit de maintenir cet itinéraire. De plus, le SPC a décidé que les géométries des trois carrefours du projet routier doivent satisfaire à la viabilité des convois exceptionnels (type IIB) dans les directions suivantes :

- > Au droit du carrefour d'Hauterive :
Directions « Matran ↔ Marly »
- > Au droit du carrefour du Stand
Directions « Matran ↔ Centrale hydroélectrique »
« Marly ↔ Centrale hydroélectrique »
- > Au droit du giratoire de la Crausa
Directions « Matran ↔ Marly » (via le passage inférieur)

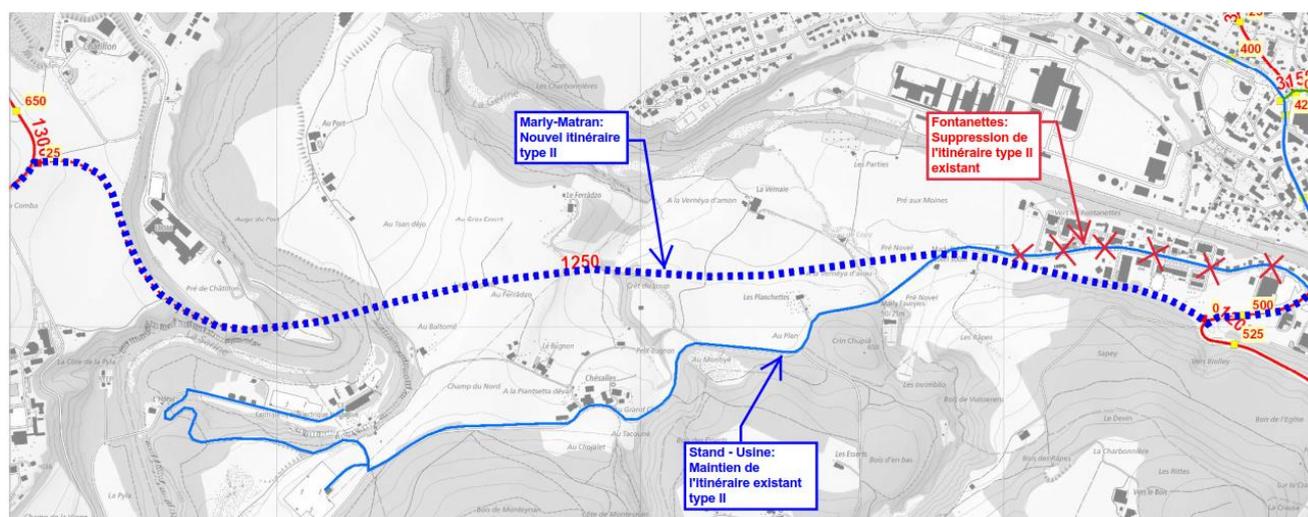


Figure 14 : Itinéraire de convoi exceptionnel avec la route de liaison Marly-Matran

Le tronçon Est de la route de Chésalles se voit ainsi délesté du trafic des convois exceptionnels.

Le gabarit d'espace libre à garantir sur l'itinéraire de convoi exceptionnel est de 5m de large et 4.80 m de haut.

1.2.3.9 Site archéologique

Un site archéologique se trouve à proximité immédiate du pont d'Hauterive mais n'est pas directement touché par le projet routier. Sous le tracé du pont, un habitat de l'âge du fer est supposé se trouver.

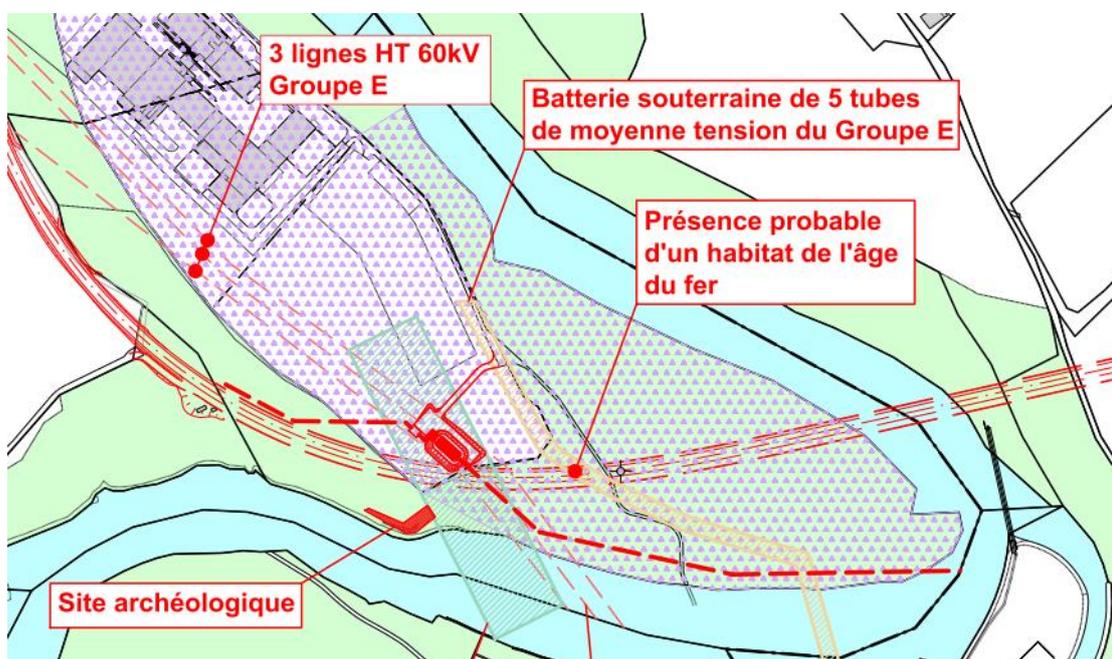


Figure 15 : Site archéologique à proximité du pont d'Hauterive

1.2.3.10 Constructions existantes

Le projet coupe des routes d'accès et de desserte. En plus des mesures prévues dans l'étude préliminaire du remaniement parcellaire, les autres connexions touchées doivent être adaptées de manière à ce que tous les accès soient maintenus.

Malgré le nombre important de variantes étudiées, l'axe de l'avant-projet routier n'a pas pu éviter d'entrer en conflit avec les constructions suivantes :

- > La déchetterie communale, sise sur l'art. 190 RF
La commune de Marly a un projet de déplacement de la déchetterie à proximité immédiate du carrefour du Stand. Selon entente, ce point ne constitue pas un frein au développement du projet routier.
- > La cabane des sociétés, sise sur l'art. 190 RF (1684)
La commune de Marly a informé le SPC que cette cabane sera abandonnée et peut être détruite.

1.2.3.11 Constructions futures

Afin de préserver le tracé du projet de la nouvelle liaison Marly-Matran contre des travaux pouvant compromettre sa réalisation ou en augmenter inutilement le coût, conformément à l'art. 33 de la loi sur les routes (LR), la DAEC a publié une Zone réservée (ZR) dans la Feuille officielle n° 47 du 24 novembre 2017.

La commune de Marly projette la création d'une route d'accès au Marly Innovation Center (MIC). Celle-ci viendra se connecter par l'intermédiaire de la Route de Chésalles à l'axe 1250 Marly-Matran au droit du giratoire du Stand.

Un projet de développement cantonal au Pré aux Moines, représenté à titre informatif sur les plans de situation, sera connecté à la route de liaison Marly-Matran de la même manière que le MIC.

La commune de Marly souhaite raccorder le hameau de Chésalles à son réseau d'eau potable. Elle compte profiter du présent projet pour intégrer une conduite d'eau édilitaire dans l'accotement du nouvel axe routier. Cette requête n'est pour l'heure pas intégrée dans le projet puisque la commune doit remettre un plan d'intention au SPC pour contrôle de sa faisabilité.

1.3 Conventions d'utilisation

Outre les conventions d'utilisation pour les ponts de Chésalles et d'Hauterive, des conventions d'utilisation ont été établies pour les différents objets du projet routier, à savoir :

- > La route
- > Le mur de soutènement amont des Fontanettes
- > Le mur de soutènement aval des Fontanettes
- > Le mur de soutènement de la Comba
- > Le pont du Copy
- > Le pont de Vuissereins
- > Le passage inférieur de la Crausa
- > Les parois antibruit des Fontanettes et du Copy

1.4 Devis

Les coûts de la batterie du Groupe E qui sera construite dans l'accotement de la nouvelle route de liaison entre le pont de Chésalles et le carrefour de la Crausa sont à la charge du Groupe E.

Les coûts du projet seront connus à la réception des offres d'entreprises, lors de la phase partielle SIA 41.

2. Constructions routières

2.1 Situation

En situation, le tracé respecte les normes en vigueur quant aux valeurs des rayons et de longueurs d'éléments pour une vitesse de projet de 80 km/h ainsi que pour une vitesse abaissée à 50 km/h dans la zone du carrefour de la Crausa.

À proximité du carrefour d'Hauterive, le SPC a validé une longueur d'alignement de 80 m et un rayon de 150 m (dans un secteur à 80 km/h) en dérogation aux valeurs recommandées dans la norme VSS 40 100a. Les raisons de cette décision sont les suivantes :

- > Adaptation de l'axe par rapport aux contraintes en présence : positions du carrefour d'Hauterive, de La Sarine, de la zone alluviale d'importance nationale, des mâts de lignes à haute tension, de la zone de forêt, des surfaces agricoles et de l'usine d'incinération des déchets ;
- > Géométrie en adéquation avec la courbe en « S » (succession de deux rayons de 1'900m) impérative à la suite du tracé en direction de Marly.

Les distances de visibilité minimales exigées en section et aux carrefours sont garanties.

Mis à part le rayon de 150 m, à proximité du carrefour d'Hauterive, le plus petit rayon utilisé sur le tronçon à 80 km/h est de 360 m. Pour la partie limitée à 50 km/h, le rayon le plus faible est de 130 m. La plus petite longueur de rayon en dehors des zones de carrefour est de 116 m. Les paramètres des clothoïdes sont compris entre R/3 et R/1,2.

Mis à part l'alignement de 80 m, à proximité du carrefour d'Hauterive, les autres alignements respectent la norme VSS 40 100a avec une longueur variant entre 143 et 385 m.

La branche du giratoire de La Crausa en provenance du Mouret a un rayon de 45 m soit nettement plus grand que le rayon actuel de $R = 29$ m. Ceci correspond à une vitesse de 45 km/h, vitesse désirée à l'approche du carrefour. Dans la zone du PI Crausa, le rayon horizontal de 130 m respecte la norme VSS 40 100 a pour la vitesse de 50 km/h signalée sur ce tronçon.

En respect au tableau 2 de la norme VSS 40 100a, deux grands rayons de 1'900 m respectivement 2'024 m décrivent une courbe en « S » sans clothoïde.

2.2 Profil en long

Le profil en long a été défini de telle sorte que la tranchée dans le terrain dans une zone géologiquement délicate entre les deux ponts de Chésalles et d'Hauterive soit minimale. La route projetée est ainsi au-dessus du niveau de la nappe phréatique.

Le profil en long respecte la norme VSS 40 110 quant aux pentes longitudinales et rayons verticaux pour une vitesse de projet de 80 km/h. Les distances de visibilité imposée par la norme VSS 40 090 sont ainsi également respectées.

Dans les secteurs où la vitesse de projet est de 80 km/h, le rayon minimal convexe a une valeur de 6'000 m, le rayon minimal concave de 3'500 m.

Dans la zone du carrefour d'Hauterive, le rayon vertical convexe est de 1'300 m, il est accepté par le SPC étant donné que la vitesse effective dans un tel secteur avoisine les 30 km/h.

Situés dans une zone à 50km/h, les deux rayons verticaux convexes des rampes du passage inférieur de La Crausa ont une valeur de 850 m respectivement 800 m seulement. Etant donné que ces valeurs dérogent aux rayons recommandés par la norme, la distance de visibilité d'arrêt a été vérifiée graphiquement (comme le permet la norme VSS 40 110). Celle-ci est respectée dans tous les cas de figure, raison pour laquelle le SPC valide ces valeurs de rayon.

La pente minimale est de 0.9 % entre les km 0.207 et 1.181 et de 1% sur le pont d'Hauterive et s'élève à au maximum 6% à l'approche des carrefours de la Crausa et d'Hauterive. La route cantonale « Axe 1200 Fribourg – Broc » est adaptée dans la zone du nouveau carrefour à La Crausa avec une pente de 8%.

Le giratoire de la Crausa présente une assiette avec une pente de 5% tandis que celui d'Hauterive a une pente de 4.5%.

2.3 Profil type

La nouvelle liaison routière Marly-Matran est de type « route cantonale prioritaire ». La largeur de sa chaussée est donc de 7 m. L'accotement de 1.50 m est agrandi à 1.90 m (1.65 m + 0.25 m) dans la zone du mur de soutènement des Fontanettes, sur le pont du Copy et sur le PI de Grangeneuve.

La hauteur du gabarit routier est de 4.80 m en raison de l'itinéraire de convoi exceptionnel de type Iib transitant par la nouvelle route de liaison.

La superstructure de la route est constituée de :

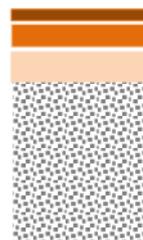
Couche de roulement AC 11 S, 30 mm (ou phono-absorbant SDA 4 dans les zones sensibles)

AC B 16 S, 60 mm

AC T 22 S, 80 mm

GNT 0/45 500 mm

$SN = 130 > SN_{\text{ref}} = 129$



Les dévers respectent la norme VSS 40 120. Des surlargeurs de la chaussée ne sont nécessaires que dans les zones des carrefours. Celles-ci sont définies par les courbes tractées des poids-lourds et par le respect des distances de visibilité d'arrêt des véhicules.

Les systèmes d'évacuation des eaux et les conduites réservées aux services sont positionnés dans l'accotement. Hors localité, des balises sont disposées de part et d'autre de la chaussée, tout comme des glissières de sécurité et des candélabres aux endroits le nécessitant.

Les talus sont recouverts de prairie écologique.

Le plan des profils types illustre cinq cas de figures caractérisant le projet :

- > Route en déblais
- > Route en remblais
- > Route avec ouvrages de soutènement
- > Giratoire avec anneau de circulation simple
- > Giratoire avec anneau de circulation double

2.4 Profils en travers

Les profils en travers du présent dossier sont représentés aux endroits clefs du tracé. Ils sont donc qualifiés de « Profils en travers caractéristiques ».

2.5 Carrefours

L'aménagement du carrefour de la Crausa en un carrefour à feux avec des voies de présélection ou en tant qu'un giratoire à deux voies a été étudié. La capacité de tels aménagements est insuffisante aux heures de pointe à l'horizon de 2040. De plus des aménagements spécifiques supplémentaires (voies spécifiques en site propre) devraient être prises pour garantir la sécurité des cyclistes dans le carrefour.

En conclusion, la solution qui offre une capacité adaptée pour l'horizon 2040 consiste à créer un carrefour sur deux niveaux. Tandis que le trafic Marly – Matran passe dans un passage inférieur bi-directionnel, les liaisons avec le Mouret/Bulle s'effectuent par un giratoire à une voie au niveau supérieur.

Les giratoires du Stand et de la Crausa d'un diamètre de 34 m sont prévus avec un anneau circulaire de 5.50 m. Un anneau franchissable de 2 m est prévu au giratoire de la Crausa tandis que celui-ci est élargi à 3 m au giratoire du Stand en raison de l'itinéraire de convoi exceptionnel.

Le giratoire d'Hauterive présente pour des raisons de capacité deux voies sur l'anneau ainsi que deux voies sur les entrées des routes cantonales. L'anneau de circulation a une largeur de 8.50 m tandis que l'anneau franchissable est de 2m.

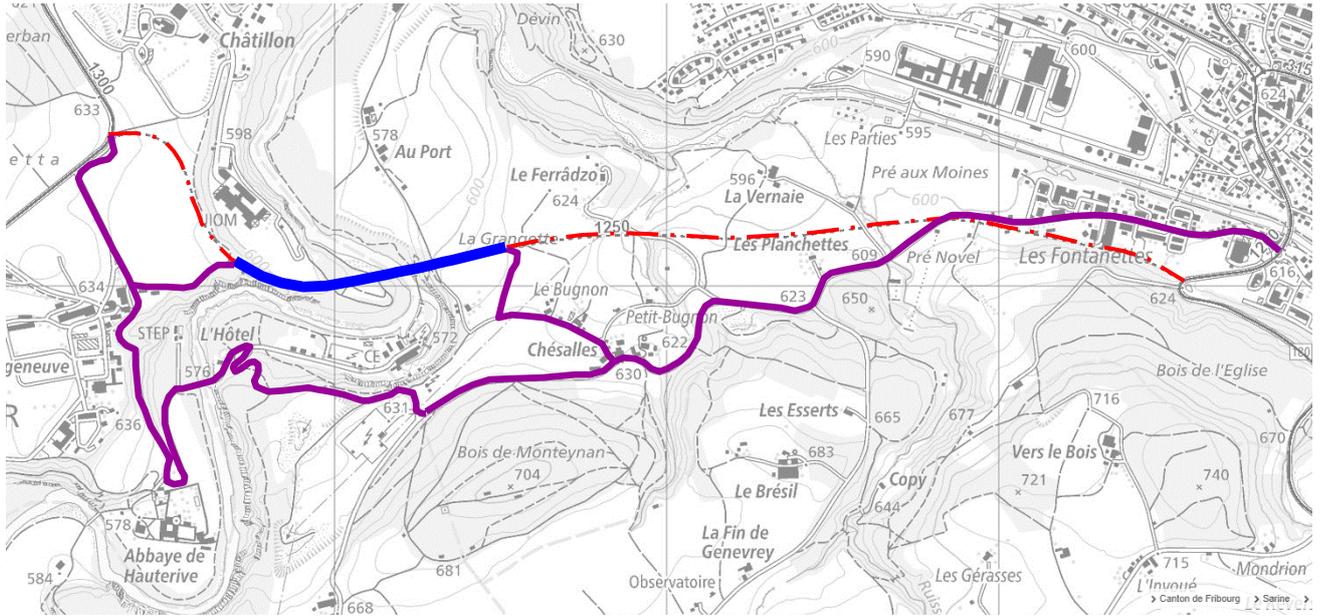
La largeur des voies de circulation au droit des giratoires garantit le passage des poids lourds avec remorque. Des dispositions constructives (branches élargies, îlots carrossables, signalisation verticale démontable) sont prises pour le passage des transports exceptionnels de type IIb. Les viabilités de ces deux types de convois sont représentées dans le cahier de plan « Viabilité des carrefours » (pièce 2407).

Les distances de visibilité dictées par les normes VSS ont été contrôlées à tous les carrefours et sont respectées. La géométrie impérative du profil en long du passage inférieur du carrefour de la Crausa a nécessité que la vitesse légale pratiquée sur ce tronçon soit abaissée à 50 km/h pour que les conditions de visibilité soient satisfaisantes. Sur ce tronçon, la distance de visibilité d'arrêt a été vérifiée graphiquement (comme le permet la norme VSS 40 110). Une berme de visibilité a été conçue dans le passage inférieur à l'intérieur du virage. Tous ces contrôles sont illustrés dans le cahier de plan nommé « Visibilité » (pièce 2408).

2.6 Mobilité douce

Le projet routier induit un fort délestage du trafic qui s'écoule sur les routes de Chésalles et de l'Abbaye (c.f. §1.2.3.1). La mobilité douce empruntera donc principalement ces routes communales existantes pour relier Marly à Grangeneuve.

La vallée de La Sarine présente un relief escarpé. Les pentes longitudinales de la route de l'Abbaye imposent aux cyclistes et aux piétons à faire un effort considérable pour circuler sur ce tronçon. Afin de passer cet obstacle plus aisément et d'offrir un point de vue exceptionnel sur la vallée de La Sarine, une piste mixte bidirectionnelle de 3.6 m de largeur est construite sur le côté sud du pont d'Hauterive. Cette installation fait office de by-pass et augmente sensiblement l'attractivité globale de l'itinéraire MD.



- Pont d'Hauterive, piste mixte bidirectionnelle de 3.6 m de largeur (côté sud)
- Itinéraires mobilité douce hors du pont d'Hauterive

Figure 16 : Itinéraires mobilité douce

Les extrémités du pont d'Hauterive sont reliées aux routes de Chésalles et de l'Abbaye via un chemin de desserte agricole (à l'est) et un tronçon officiel de chemin de randonnées pédestre naturel (à l'ouest).



Figure 17 : Principes de raccordement de la MD au pont d'Hauterive

Pour éviter aux cyclistes un passage par le futur carrefour avec la route de desserte du MIC et par le giratoire du Stand de la route de liaison Marly-Matran, un itinéraire en site propre est aménagé pour relier les deux tronçons de la route de Chésalles.

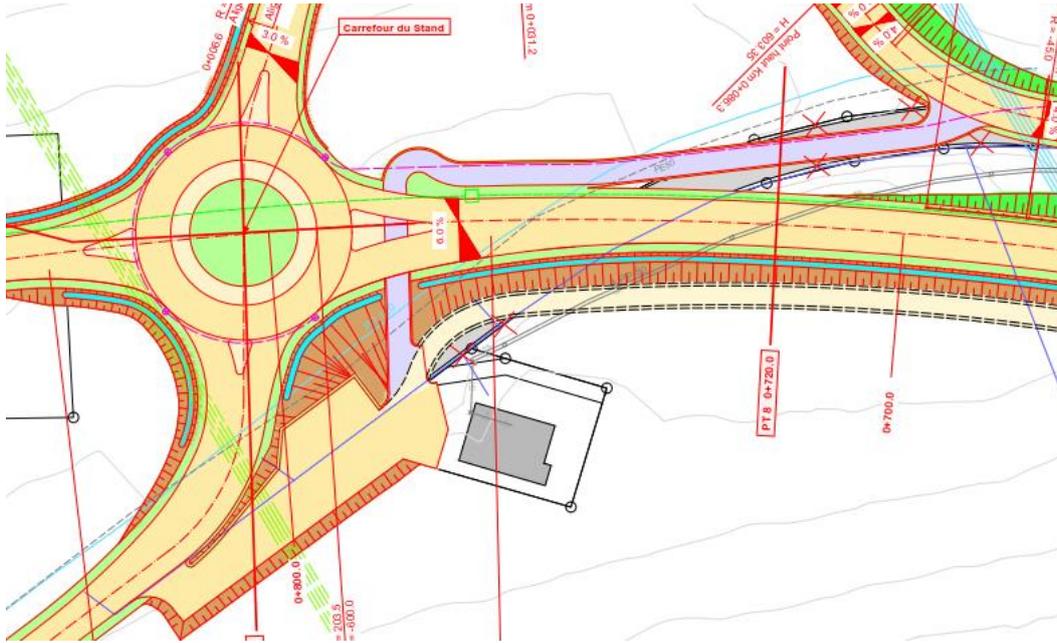


Figure 18 : Bypass cycliste au carrefour du Stand

Pour éviter le passage dangereux de cyclistes dans le giratoire à deux voies d'Hauterive, une piste en site propre est aménagée à l'amont du carrefour. Celle-ci sera prolongée le long de la route cantonale H12 dans le cadre du projet de la piste de mobilité douce entre Fribourg et l'Agroscope de Posieux. Une liaison en site propre vers Grangeneuve est également aménagée sur le tracé de la route actuelle qui sera démolie.



Figure 19 : Bypass cycliste au carrefour d'Hauterive

Les itinéraires officiels de randonnées pédestre sont conservés sauf le tronçon qui relie la route du Petit-Bugnon au chemin de Vuissereins. Celui-ci est supprimé et remplacé par un nouveau sentier qui suit le ruisseau de Chésalles depuis les bords de la Gérine jusqu'à la route du Ferrâdzo. L'étude préliminaire du projet du remaniement parcellaire traite de ce point dans le détail (cf. pièce 7001).

2.7 Transports publics

Il n'est pas prévu qu'une ligne de transports publics emprunte la nouvelle route de liaison pour relier Marly à Matran. Toutefois, il se pourrait que le projet de route d'accès au MIC induise la création d'une nouvelle ligne pour desservir le MIC depuis la route de Chésalles sans passer par le giratoire du Stand.

Aucun arrêt de bus n'est nécessaire sur le nouveau tronçon routier.

2.8 Accès

Aucun accès latéral secondaire n'est raccordé à la nouvelle route de liaison.

Les routes du Ferrâdzo et de la Gérine sont maintenues puisqu'elles passent sous les ponts de Chésalles et d'Hauterive.

Le chemin de servitude arrivant actuellement dans le virage de la Crausa est déplacé pour se raccorder plus à l'amont sur le route cantonale, Axe 1200.

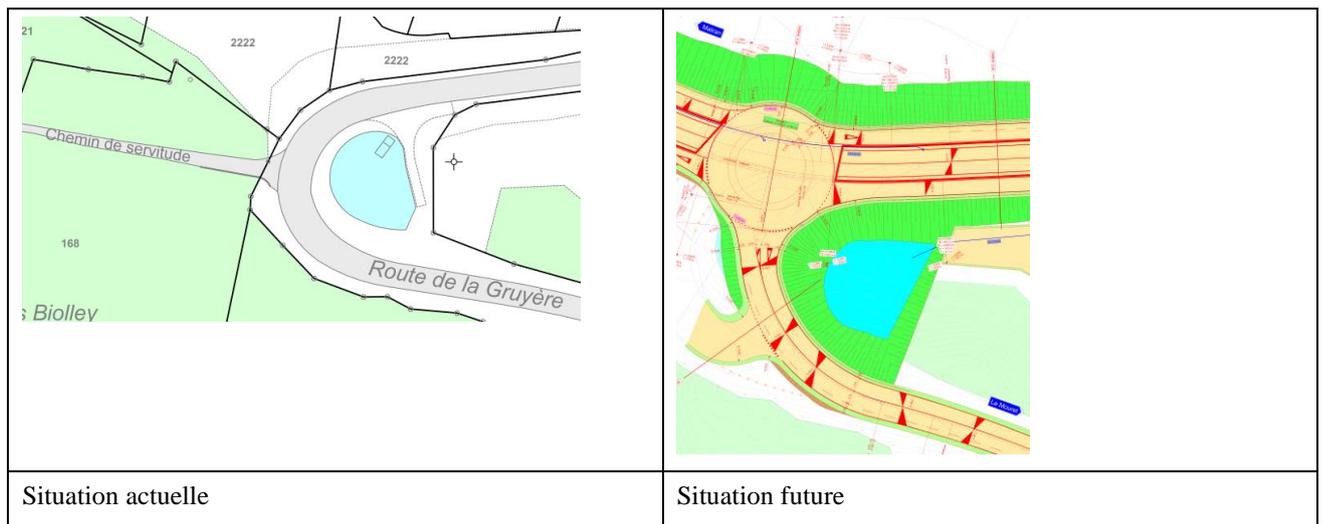


Figure 20 : Adaptation du raccord de la route secondaire à la route cantonale

Le chemin desservant depuis la route de Chésalles le bâtiment à l'adresse 71a étant coupé par la route de liaison au km 0.640, un nouvel accès passant à proximité du stand de tir est construit.

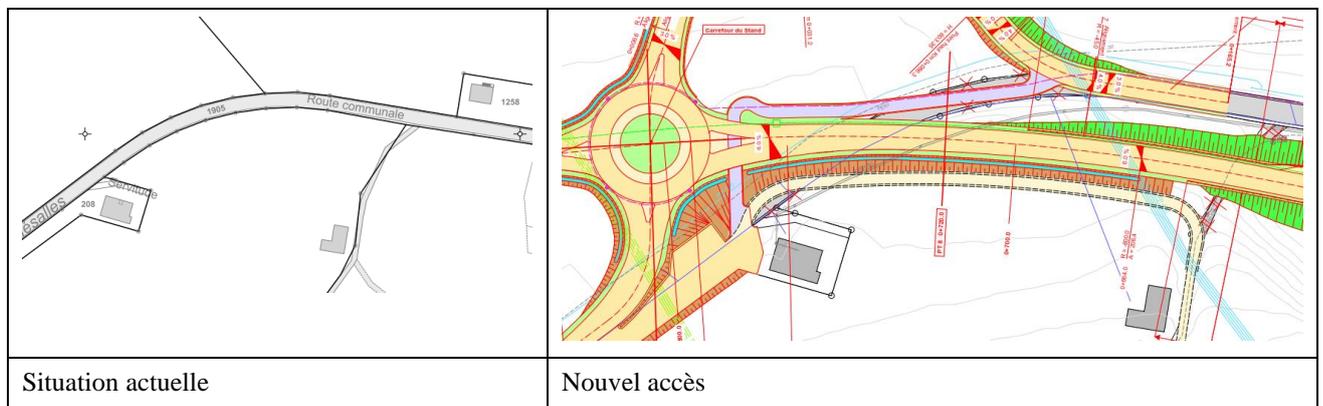


Figure 21 : Adaptation du raccord de la route secondaire à la route cantonale

Le chemin de Vuissereins est coupé par la route de liaison au km 0.980. Son nouveau tracé débute à la route de Chésalles vers le giratoire du Stand et nécessite la construction du pont de Vuissereins au-dessus du Copy qui obtient ainsi un gabarit suffisant pour des crues centennales. Ce nouvel accès est construit avec une chaussée élargie dans la zone de Pr-aux-Moines car il servira également à la desserte du plateau supérieur du pôle de développement de Pr-aux-Moines.

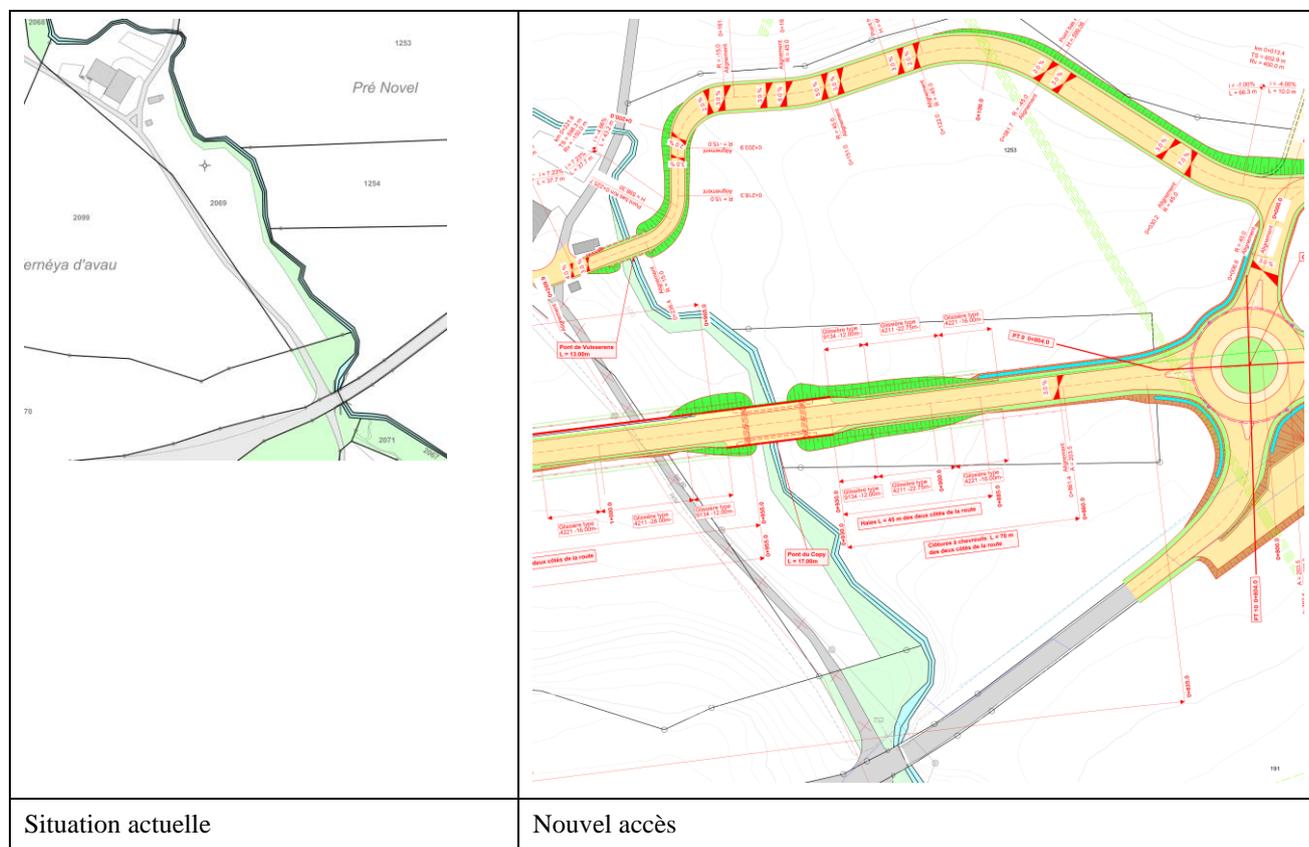


Figure 22 : Adaptation du tracé du chemin de Vuissereins par la construction d'une nouvelle route

2.9 Mesures d'accompagnement

La création du nouvel axe cantonal soulage la route de Chésalles de la majeure partie de son trafic. Si, malgré ceci, la commune de Marly juge que des mesures d'accompagnement doivent être mises en place dans le secteur « Les Fontanettes », libre à elle d'en étudier la faisabilité et de soumettre son projet au SPC.

3. Mesures de protection contre le bruit

Le rapport d'impact environnemental qui fait partie du dossier d'examen préalable traite des mesures de protection contre le bruit dans le détail. En résumé, il apparaît ce qui suit :

- > Le trafic pris en compte pour contrôler le respect des valeurs de planification (VP) est celui de l'horizon 2027 (cf. figure 3). Ce jalon représente au plus près l'effet que jouera la mise en service du nouvel axe sur le réseau routier existant.
- > Deux parois antibruit sont nécessaires le long du tracé. La première se situe à l'ouest du secteur des Fontanettes (sur le remblai à l'emplacement de l'actuelle déchetterie) et la seconde est positionnée juste après le pont du Copy.
- > Un revêtement phono-absorbant est posé sur deux tronçons :
 - > Secteur Les Fontanettes, Km 0+000 à 0+765 = 765 m
 - > Secteur A la Vernéya d'Avau, Km 0+835 à 1+270 = 435 m

4. Ouvrages d'art

4.1 Mur de soutènement des Fontanettes aval

Le mur de soutènement des Fontanettes aval se situe entre les km 0+226 et 0+401 de la nouvelle route de liaison entre Marly et Matran.

La géologie dans la zone du mur aval est hétérogène. Des colluvions ou moraine rhodannienne et sarinienne se trouvent à la surface. En dessous de cette couche se trouvent des alluvions et/ou des dépôts d'inondation. La couche de dépôts est compressible et comporte de la matière organique, la fondation doit ainsi être fondée sur pieux dans cette zone. Ces derniers ont une longueur variable, afin de prendre appui dans la molasse (profondeur variable le long du mur). Le niveau de la nappe devrait se trouver à environ 1.5m sous la fondation.

Le mur de soutènement aval des Fontanettes est un ouvrage en béton armé d'une longueur de 175m. Il est fondé sur une semelle superficielle sur environ 100m, les 75m restants sont fondés sur pieux. La hauteur du mur varie entre env. 2.7m et 5.7m. Ce changement de système de fondation est dû à la variation de profondeur du toit de la molasse. Des joints de dilatation, situés au droit du changement de type de fondation, sont prévus afin de minimiser fortement le risque de fissuration dû à la rigidité variable des systèmes de fondation. La surface du mur comprend des éléments architecturaux (cannelures) permettant une meilleure intégration de celui-ci dans le paysage (cf §12). Le mur contient un léger fruit. Un drainage en pied de mur est prévu.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du mur des Fontanettes aval ;
- > Mur de soutènement des Fontanettes aval – plan d'ensemble.

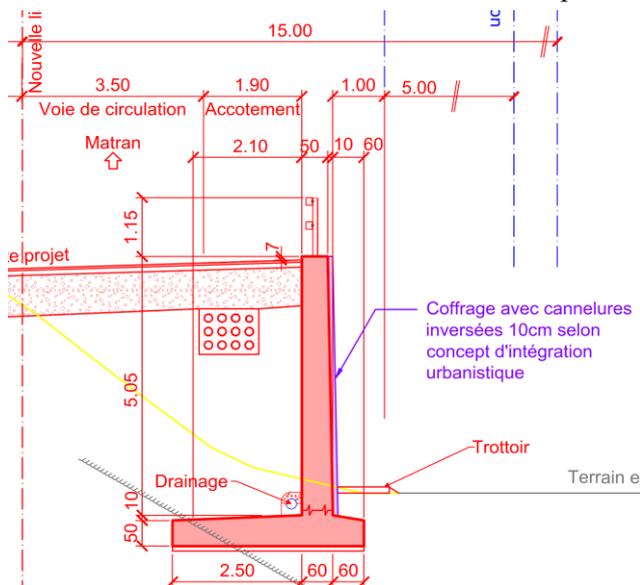


Figure 23: Section type du mur des Fontanettes aval avec fondation superficielle

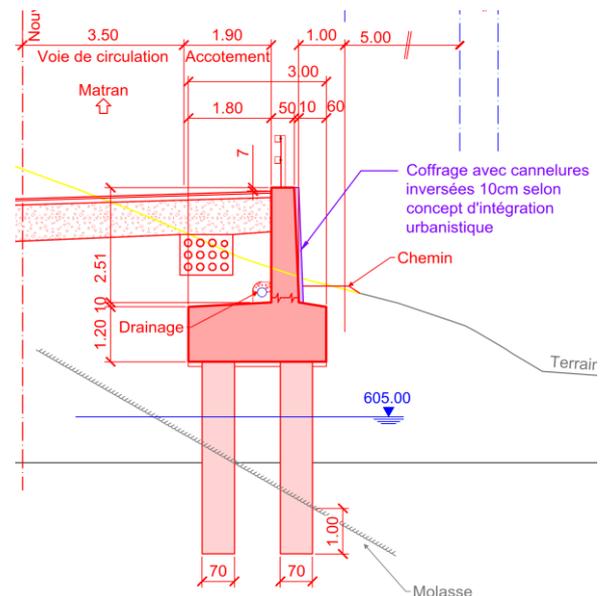


Figure 24: Section type du mur des Fontanettes aval avec semelle fondée sur pieux

Etapas principales de la construction du mur des Fontanettes aval :

- > Construction d'une piste de chantier le long du mur (à l'amont de celui-ci) ;
- > Mise en place d'une palplanche afin de soutenir la fouille (en raison de la présence de la piste de chantier et de la hauteur importante) et excavation ;
- > Construction des pieux (sur env. 75m) ;
- > Construction des semelles par étapes d'environ 12m ;
- > Construction du mur par étapes d'environ 12m (arrêts de bétonnage décalé par rapport à ceux de la semelle) ;

- > Construction du drainage ;
- > Remblayage par étapes.

Au stade actuel du projet, le soutènement provisoire retenu est une palplanche nécessitant un préforage des éléments dans la molasse. Ce soutènement provisoire présente l'avantage d'être réalisé plus rapidement qu'une paroi clouée et peut être retiré à la fin des travaux. Cependant cet élément devra être analysé en détail dans la phase suivante en raison des conditions géologiques particulières aux Fontanettes. Le soutènement provisoire est prévu afin de limiter l'emprise de la construction du mur puisque la piste de chantier se trouve sur la position du futur axe.

4.2 Mur de soutènement des Fontanettes amont

Le mur de soutènement des Fontanettes amont se situe entre les km 0+205 et 0+433 de la nouvelle route de liaison entre Marly et Matran.

Le mur des Fontanettes amont se trouve dans un terrain très en pente nécessitant un soutènement provisoire lors de sa construction. Afin de minimiser fortement le volume d'excavation, les dimensions de la fondation doivent être aussi faibles que possible (à cause de la pente importante, le volume augmente rapidement). Une variante avec des enrochements a été envisagée, mais pour des raisons de dimensionnement (grande hauteur) un mur poids a été retenu.

Le mur poids a une longueur de 230m. Il est fondé superficiellement sur la molasse. La hauteur du mur varie entre 2m et 6.3m. La surface du mur comprend des éléments architecturaux permettant une meilleure intégration de celui-ci dans le paysage (cf. §12). Le mur contient un fruit de 5:1. Un drainage en pied de mur est prévu. Le volume entre la paroi de fouille et le mur est rempli par un béton filtrant faisant également office de béton « négatif » pour la construction du mur poids.

Un dispositif de retenue de type New Jersey est intégré au mur. Des chambres se trouvent au début et à la fin du mur pour permettre l'entretien du drainage. Une clôture anti-faune de 1.6m de hauteur est positionnée en tête de mur.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du mur des Fontanette amont ;
- > Mur de soutènement des Fontanettes amont – Plan d'ensemble.

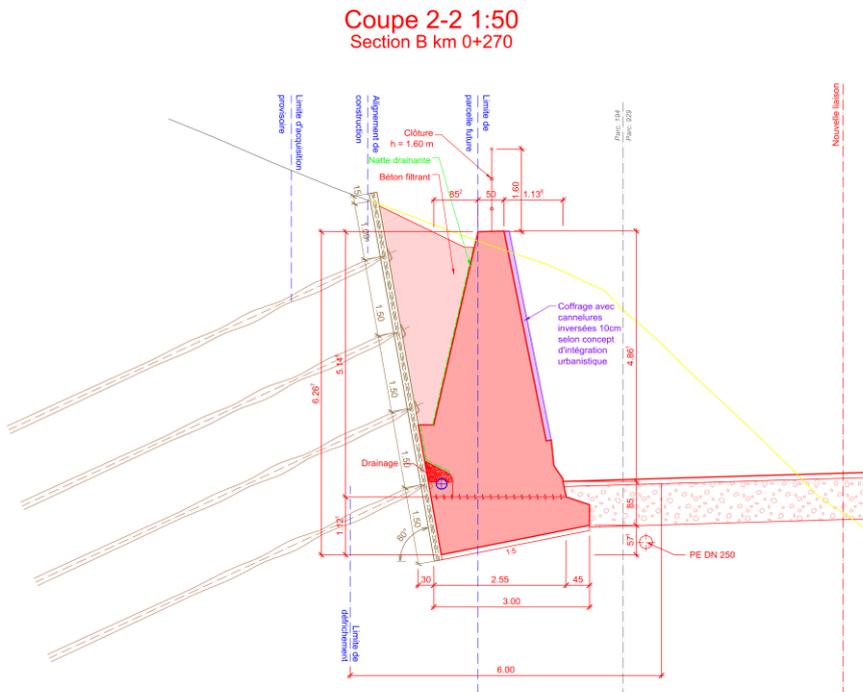


Figure 25: Section type du mur des Fontanettes amont

Etapes principales de la construction du mur des Fontanettes amont :

- > Construction d'une paroi clouée afin de soutenir la fouille (en raison de l'inclinaison importante du terrain) et excavation ;
- > Construction d'une piste de chantier le long du mur (à l'aval de celui-ci) ;
- > Mise en place du béton filtrant (béton « négatif ») ;
- > Construction des semelles par étapes d'environ 12m ;
- > Construction du drainage ;
- > Construction du mur par étapes d'environ 12m (arrêts de bétonnage décalé par rapport à ceux de la semelle) ;

Il n'est pas prévu de désactiver les ancrages passifs car cela complique passablement la construction du mur. Des ouvertures (fenêtres 40/40 cm) dans la paroi clouée sont prévues à l'état final.

4.3 Mur de soutènement de la Comba

Le mur de soutènement de la Comba se situe entre les km 2+992 à 3+022 de la nouvelle route de liaison entre Marly et Matran.

Dans la zone de la Comba, du remblai se trouve sur une épaisseur de 1m puis des fluvioglaciaires de retrait sont présents. La semelle du mur s'appuie ainsi sur les fluvioglaciaires qui sont compactes. Aucune venue d'eau n'a été constatée dans cette zone.

Le mur de soutènement de la Comba est un ouvrage en béton armé d'une longueur de 30m. Il est fondé sur une semelle superficielle. La hauteur du mur varie entre env. 3.0m et 3.75m. La surface du mur comprend des éléments architecturaux (cannelures) permettant une meilleure intégration de celui-ci dans le paysage (cf §12). Le mur est vertical.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du mur de la Comba ;
- > Mur de soutènement de la Comba– plan d'ensemble.

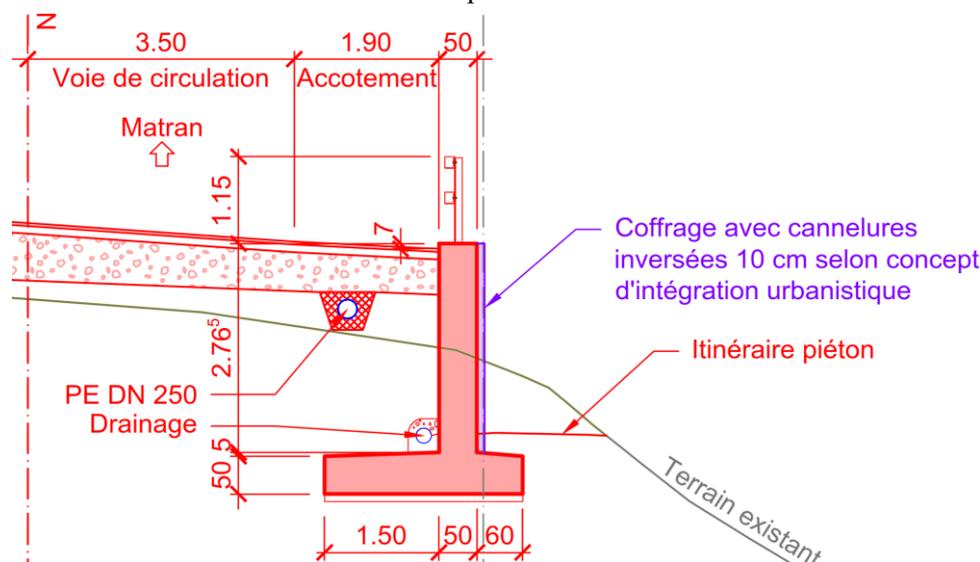


Figure 26: Section type du mur de la Comba

Etapes principales de la construction du mur de la Comba :

- > Accès par la piste de chantier et l'installation de chantier ;
- > Excavation avec talus 1 :1 ;
- > Construction des semelles par étapes d'environ 12m ;
- > Construction du mur par étapes d'environ 12m (arrêts de bétonnage décalé par rapport à ceux de la semelle) ;
- > Construction du drainage ;
- > Remblayage par étapes.

conditions liées à la hauteur libre pour le ruisseau du Copy (voir convention d'utilisation) doivent être respectées mais le critère déterminant est celui des 1.5m.

Le pont de Vuissereins est un ouvrage en béton armé type intégral d'une portée d'environ 8.5m. La structure fonctionne comme un cadre dont les montants sont articulés à leur base. La section est une dalle pleine avec des bordures de 35cm de largeur. La hauteur de la section est de 50cm. L'ouvrage est fondé superficiellement.

L'évacuation des eaux est prévue avant et après l'ouvrage en raison de la faible surface de celui-ci.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du pont de Vuissereins ;
- > Pont de Vuissereins – plan d'ensemble.

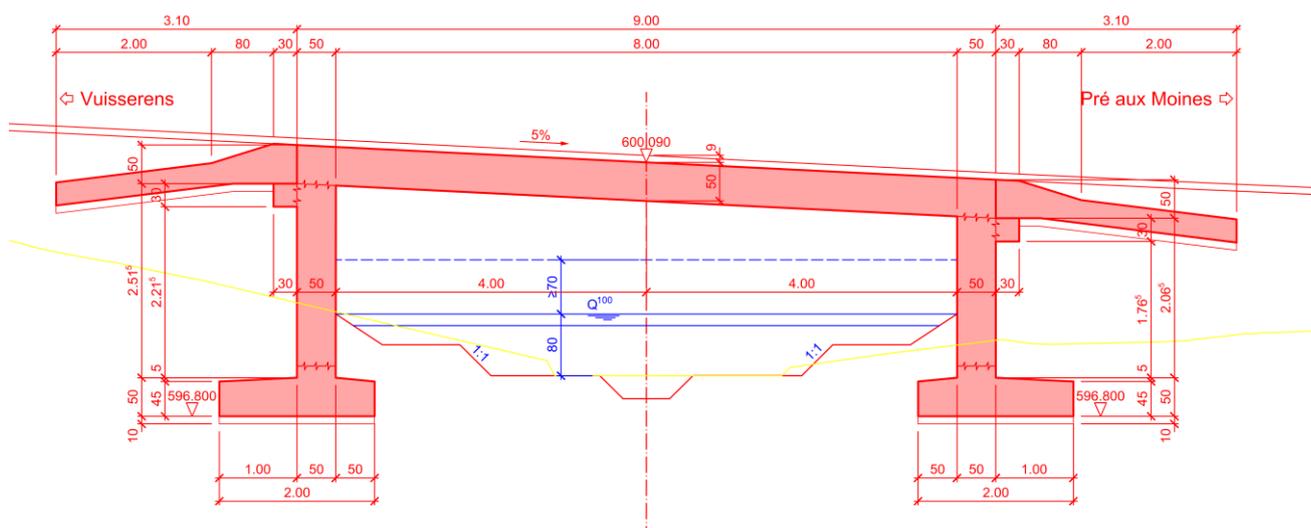


Figure 28: Coupe à l'axe du pont de Vuissereins

Etapes principales de la construction du pont du Copy :

- > Excavation et construction des semelles ;
- > Construction des murs de culées et des murs d'aile ;
- > Construction du tablier sur cintre (bordures dans la même étape que le tablier, mais avec du béton avec fibres polypropylènes) ;
- > Remblayage des culées ;
- > Construction des dalles de transition ;
- > Pose de l'étanchéité et du revêtement.

4.6 Passage inférieur de la Crausa

Le passage inférieur de la Crausa se trouve au point de départ côté Marly de la nouvelle liaison routière entre Marly et Matran. Le passage inférieur se trouve sous le giratoire de la Crausa. En surface, le giratoire de la Crausa permet la liaison entre Marly / Matran et le Mouret / Bulle. Au niveau inférieur (dans le PI) passe la nouvelle liaison routière entre Marly et Matran. L'ouvrage et ses rampes d'accès s'étendent entre les km -0+130 et +0+120.

La géométrie de l'ouvrage est fixée par les exigences du tracé routier. En raison de la courbe et de la berme de visibilité nécessaire, la largeur du gabarit routier au niveau du PI est plus importante qu'au niveau des rampes. Le profil en long de la nouvelle liaison ainsi que celui de la route cantonale en provenance de Bulle déterminent les hauteurs à disposition pour la structure.

Le concept est fortement influencé par le phasage de la construction routière. En raison du trafic élevé sur la route actuelle, le trafic bidirectionnel doit être dans la mesure du possible maintenu pendant la construction de l'ouvrage. Lors d'une étape de construction, une circulation alternée réglée par des feux de signalisation sera

mise en place. L'ouvrage sera ainsi construit en plusieurs étapes et nécessite des soutènements de fouille importants.

La géologie dans la zone du PI est hétérogène. Des matériaux de remblais sont présents sur une épaisseur de 6 à 7m sous la route actuelle. Des dépôts d'inondations fins avec présence de tourbe ont également été détectés. Ces matériaux ont une faible capacité portante et présentent des risques de tassement. En dessous de ces couches se trouve de la molasse/moraine. Des venues d'eau ont été constatées au niveau inférieur du PI, elles seront mesurées régulièrement afin d'avoir des données fiables pour les phases suivantes du projet.

L'ouvrage a une longueur totale d'environ 250m. Il est composé d'un PI ainsi que de deux trémies de part et d'autre et d'un mur de soutènement adjacent.

- > Le PI a une longueur d'environ 36m, sa hauteur moyenne totale est d'environ 8m ;
- > Les trémies ont une longueur d'environ 120m respectivement 95m. Leur hauteur maximale est d'environ 9m ;
- > Le mur de soutènement adjacent a une longueur d'environ 55m et une hauteur maximale totale d'environ 7m.

L'ouvrage est intégral. La dalle du PI est biaise en raison de la visibilité nécessaire aux usagers circulant dans le giratoire. Des bordures/parapets sont prévus aux extrémités de la dalle. En raison de la complexité de la géométrie du giratoire, le PI est conçu avec un coffre routier. La section du PI est fermée, un radier a été prévu en raison des venues d'eau. Il permet également la mise en place de trois rangées de pieux qui permettent de fonder l'ouvrage sur la molasse ou la moraine. Le radier est prolongé de part et d'autre des murs pour des raisons de poussée d'Archimède. Tout l'ouvrage est conçu sur pieux afin d'éviter des tassements différentiels entre ses différentes parties.

Les murs de la trémie sont verticaux et un saut dans l'épaisseur est prévu pour les parties ayant une hauteur importante. Les murs des rampes sont reliés par un radier pour les mêmes raisons que le PI. A ce stade de projet, le radier ainsi que les pieux sont prévus sur toute la longueur de la rampe. Seul l'espacement des pieux a été augmenté dans les zones de plus faible hauteur de la trémie. Lors des phases suivantes, la géologie devra être précisée afin de définir la nécessité du radier ainsi que la distribution des pieux.

Le mur de soutènement adjacent est nécessaire en raison des emprises. La construction d'un talus n'est pas possible à cet endroit. En raison de sa proximité à l'ouvrage principal ainsi que du risque de tassement, sa semelle est liée au radier principal et est fondée sur pieux.

Des drainages sont placés au pied des murs, le drainage Nord est relié au système d'évacuation de la route tandis que le drainage Sud se raccorde au bassin d'infiltration de la Crausa.

Les dimensions principales de l'ouvrage ont ainsi été fixées mais devront être optimisées dans les phases suivantes.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du PI Crausa ;
- > PI Crausa – plan d'ensemble

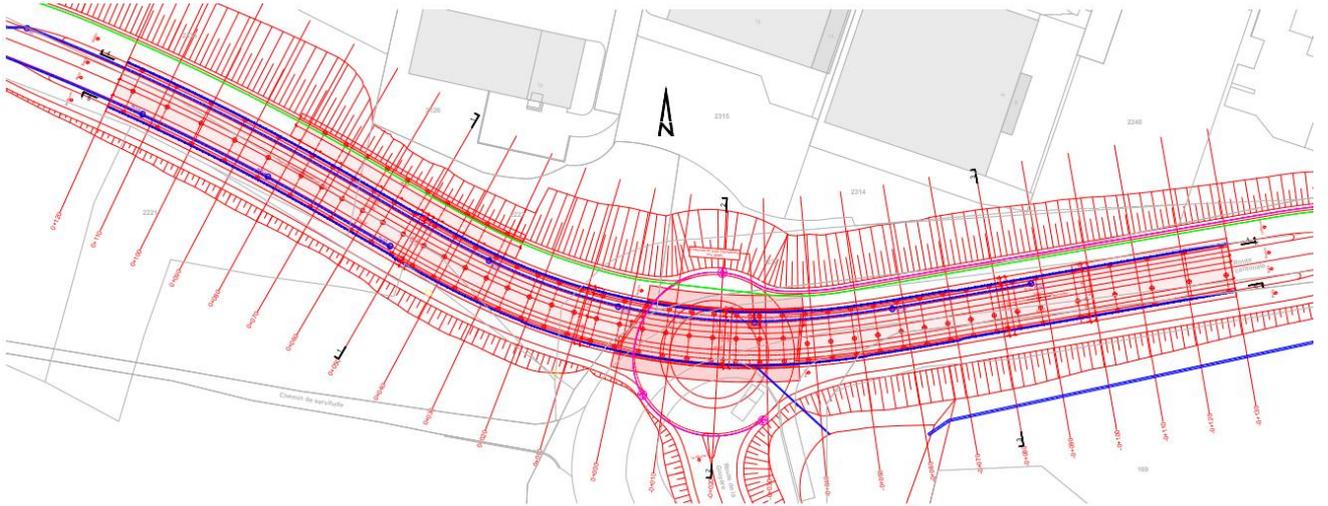


Figure 29: Situation du PI Crausa

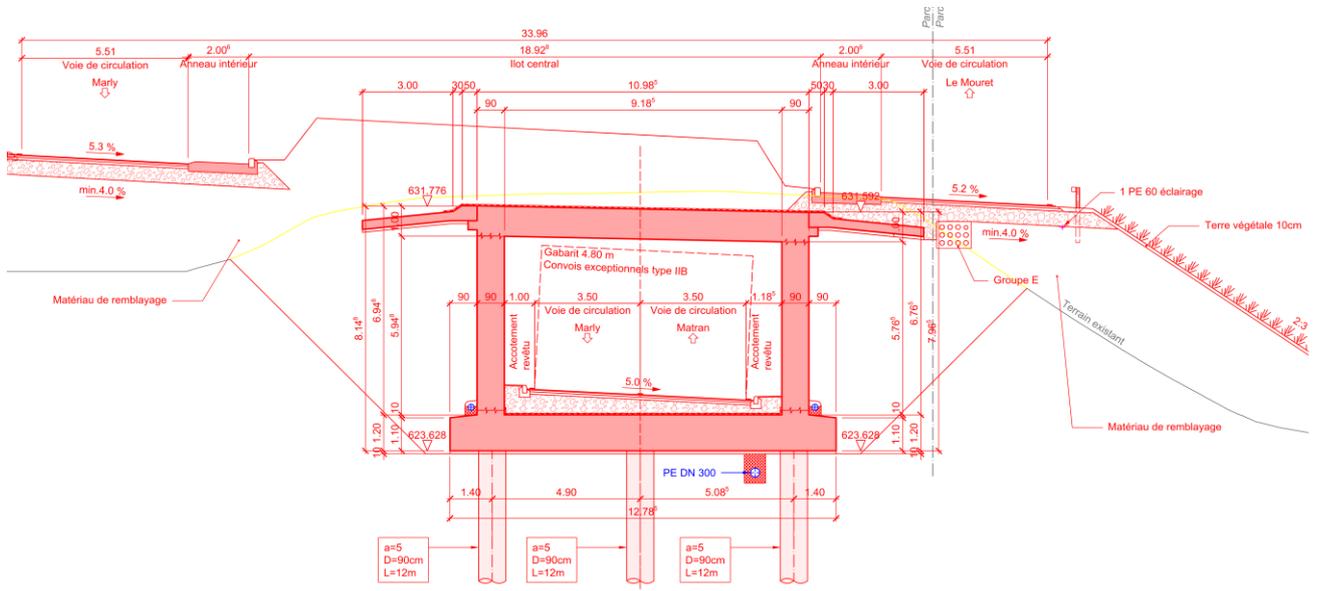


Figure 30: Coupe type du PI Crausa

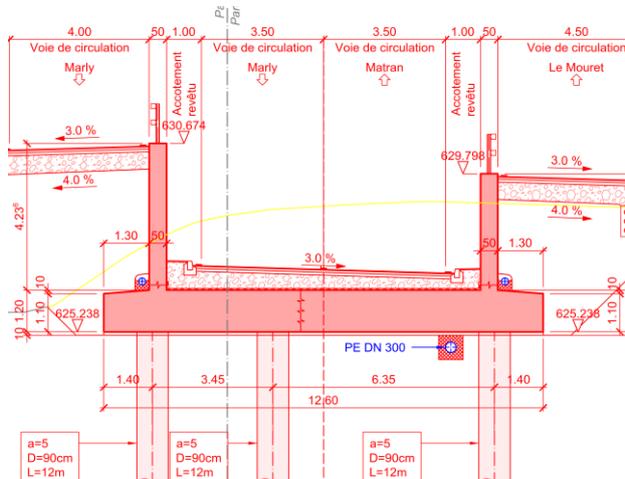


Figure 31: Coupe type de la trémie du PI Crausa

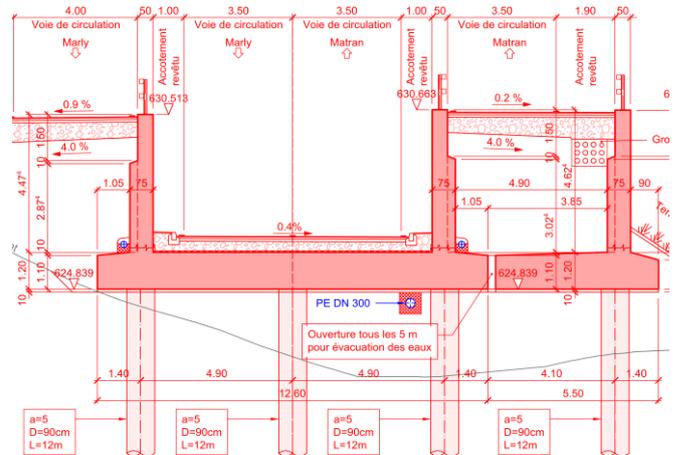


Figure 32: Coupe type de la trémie du PI Crausa avec mur adjacent

Etapes principales de la construction du PI Crausa :

Les étapes de la construction du PI Crausa sont déterminées par le phasage routier décrit dans le chapitre 16.4.1. Les numéros des phases évoquées ci-dessous correspondent à celles du chapitre précité.

Phase 3 – Construction de la demi-trémie Sud côté Marly :

- > Mise en place du soutènement provisoire ;
- > Excavation jusqu'au niveau supérieur radier ;
- > Exécution des pieux centraux et Sud. Les pieux centraux sont décalés vers le Sud pour avoir suffisamment de place par rapport au trafic routier ;
- > Excavation jusqu'au niveau inférieur du béton maigre ;
- > Construction de la semelle par étapes d'environ 12m (8 étapes). Armatures en attente pour liaison avec demi-rampe Nord ;
- > Construction du mur par étapes d'environ 12m (8 étapes - arrêts de bétonnage décalé par rapport à ceux de la semelle) ;
- > Construction du drainage ;
- > Remblayage jusqu'en dessous du coffre de la future route ;
- > Construction de la route.

Phase 4 :

- > Démolition du soutènement provisoire de la phase 3 ;
- > Mise en place du soutènement provisoire au Sud du PI – paroi berlinoise ;
- > Excavation jusqu'au niveau de la plateforme d'exécution des pieux ;
- > Exécution de tous les pieux, y compris les pieux Nord de la rampe Marly ;
- > Excavation jusqu'au niveau inférieur du béton maigre ;
- > Construction des semelles par étapes d'environ 12m :
 - > Demi-trémie Nord côté Marly – 8 étapes ;
 - > PI Crausa – 3 étapes ;
 - > Trémie côté Matran – 10 étapes ;
 - > Mur adjacent – 4 étapes ;
- > Construction des murs par étapes d'environ 12m (arrêts de bétonnage décalé par rapport à ceux de la semelle) :
 - > Demi-trémie côté Marly – 8 étapes ;
 - > PI Crausa – 3 étapes ;
 - > Trémie côté Matran – 2 x 10 étapes ;
 - > Mur adjacent – 4 étapes ;
- > Construction de la dalle et des bordures :
 - > PI Crausa – 3 étapes (bordures dans la même étape que la dalle mais béton avec fibres polypropylènes) ;
- > Construction du drainage ;
- > Remblayage jusqu'en dessous du coffre de la future route. Démolition de l'ouvrage de soutènement provisoire ;
- > Construction des dalles de transition ;
- > Construction de la route et du giratoire.

Certaines étapes peuvent être effectuées en parallèle. Lors des phases suivantes du projet, un phasage plus détaillé sera établi.

4.7 Parois antibruit

Le projet implique la nécessité de construire deux parois antibruit de 1.10 m de haut pour protéger des habitations se trouvant au Nord de la route. Une paroi de 100 m de long (km 0+520 – 0+620) se trouve sur le remblai à l'emplacement de la déchetterie actuelle (paroi des Fontanettes) et l'autre de 95 m de long est en prolongation du parapet du pont du Copy (km 0+965 – 1.060, paroi du Copy).

Ces deux parois sont en adéquation avec les parapets des trois ponts que l'utilisateur de la route Marly-Matran empruntera.

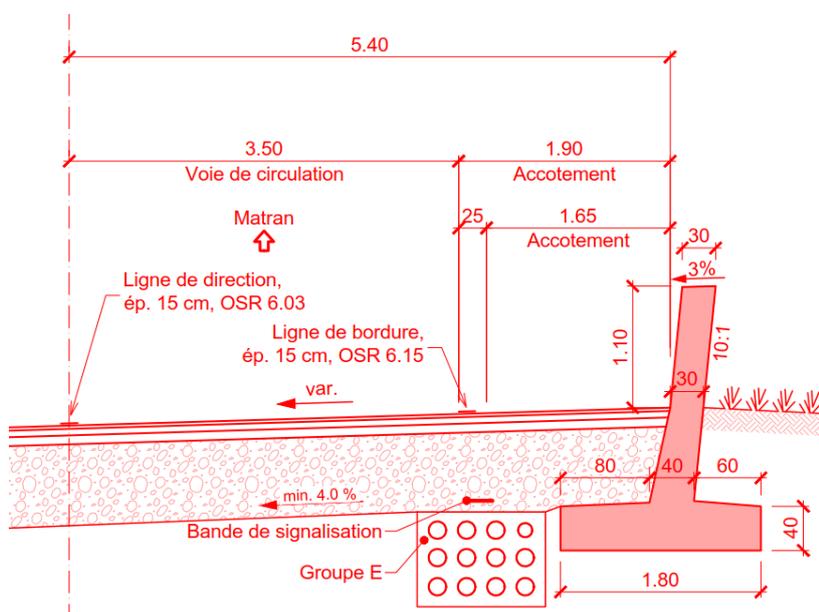


Figure 33: Coupe type des parois antibruit

5. Signalisation et marquages

Outre la signalisation à mettre en place aux 3 carrefours de la route de liaison, une adaptation de la signalisation au giratoire existant de La Gérine est nécessaire afin de diriger le trafic vers le nouvel axe et délester la route de Chésalles de la circulation de transit.

Afin de pouvoir garantir le passage des convois exceptionnels entre la route de liaison Marly-Matran et l'usine électrique se trouvant sur la Route de Chésalles, les îlots du giratoire du Stand doivent avoir une signalisation rapidement démontable.

Selon le détail 5 du document 597 du Canton de Fribourg, les lignes de bord ont une largeur de 15 cm au lieu des 20 cm usuels préconisés par la norme VSS 40 850.

Une analyse des distances de visibilité a été faite sur l'ensemble du projet.

6. Evacuation des eaux de surface

6.1 Analyse du traitement / rétention nécessaire

Le concept d'évacuation des eaux se base sur la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (VSA, 2019). Ce chapitre résume les réflexions pour déterminer le traitement / rétention nécessaire pour ce projet.

Avec les charges de trafic projetées pour l'année 2040 (voir Figure 8), la classe de pollution des eaux de la route est « élevée » (voir Figure 34). Le projet est situé dans le secteur de protection des eaux A_u sur toute sa longueur (voir Figure 35).

Par conséquent, une infiltration est admissible sans mesure de traitement (voir Figure 36), tant qu'elle est faite à travers le sol avec structure selon Figure 37.

Aux endroits où aucune infiltration n'est possible, les eaux de la route peuvent être rejetées dans la Sarine avec traitement (niveau d'exigences « standard ») mais sans mesure de rétention (voir Figure). La Sarine est un

exutoire fort ($Q_{347} = 11.6 \text{ m}^3/\text{s}$; à Fribourg). Le débit de projet étant de 75 l/s environ (Z1, 15 min) la condition de déversement propre au cours d'eau est $V_G \gg 1$ (voir Figure 40).

Toutes ces réflexions sont résumées dans la Figure .

Classification	Somme des points	Classe de pollution
Pour les routes, le nombre de points de pollution est traduit par les classes de pollution suivantes	< 5 points	faible
	5–14 points	moyenne
	>14 points	élevée
Pollution des eaux de ruissellement de chaussées		
Se compose des éléments suivants	Pollution de base + \sum (PP critères)	Points de pollution [PP] 19 / 20
1. Pollution de base		
Fréquence du trafic	Pollution de base = $DTV/1000$	Pour l'horizon de planification (TJM = trafic journalier moyen) 17 / 18
2. Critères		
Part de trafic lourd	1 pour part 4–8% 2 pour part >8%	Pour l'horizon de planification 2
Pente	1, si pente >8%	Pour l'horizon de planification 0
Tronçon de route à l'intérieur d'une localité	1	0
Nettoyage des routes	Nombre de nettoyages mécaniques par mois	0

Figure 34 : Evaluation de la pollution des eaux de ruissellement de chaussées (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).



Figure 35 : Carte de protection des eaux (selon portail cartographique du canton de Fribourg, 20.11.2020).

Infiltration							
Secteur de protection des eaux A _U , S1–S3, S _h , S _m , üB selon carte de protection des eaux	Passage à travers le sol (structure selon module DA, chap. 1.3)	Type de surface à drainer					
		Toitures et façades			Places et surfaces de circulation		
		Classe de pollution des eaux de ruissellement selon tableau B6					
		selon tableau B6			selon tableaux B7+B8		
		faible	moyenne	élevée	faible	moyenne	élevée
autres secteurs üB	avec	+	+	+ ²	+	+	+ ²
	sans	+	+	B _{élevé}	B _{standard} ³	B _{standard}	B _{élevé}
Secteur A _U	avec	+	+	+ ²	+	+	+ ²
	sans	+	B _{standard} ¹	B _{élevé}	B _{standard} ⁴	B _{standard}	B _{élevé}
S3, S _h , S _m	avec	+	–	–	+	–	–
	sans	–	–	–	–	–	–
Périmètre prot./S2/S1	non pertinent	–	–	–	–	–	–

Légende	
+	Infiltration admissible
B _{standard}	Infiltration admissible dans une installation du niveau d'exigences «standard» ou «élevé»
B _{élevé}	Infiltration admissible dans une installation du niveau d'exigences «élevé»
–	Infiltration n'est pas admissible

² En cas d'infiltration d'eaux de ruissellement très polluées, l'autorité cantonale peut exiger qu'elles soient collectées après le passage dans sol afin de pouvoir contrôler les performances de traitement. Dans ce cas, il ne s'agit plus d'une installation d'infiltration mais d'une installation de traitement. Voir les explications au chapitre 4.1.2 sur ce point.

Figure 36 : Admissibilité de l'infiltration des eaux de ruissellement (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

Exigence fond. 1 : couverture végétale continue, couverture végétale permanente extensive		
Exigence fond. 2 : Sous-sol perméable (valeur cible : inondation de max. 48h)		
Exigence fond. 3 : épaisseur [cm]		
Épaisseur total	Couche sup. et inf. du sous-sol :	≥ 30 cm (perpendiculairement à la surface)
	Couche sup. (horizon A)	10–30 cm
	Couche inf. (horizon B)	Au moins différence entre épaisseur totale et épaisseur couche supérieure, facultatif si couche supérieure ≥ 30 cm
Autres critères		
Composition	Teneur en argile [%]	10–20%, exceptionnellement 5–25%
	Teneur en matière organique (contenu humique)	Couche sup. : « faiblement humique » à « humique » Couche inf. : plus faible que dans la couche sup (max. 1%) dans les deux cas, ne pas rajouter de substances additionnelles (p.ex. compost)
	pH	La différence de pH entre la couche sup. et la couche inf. ne doit pas freiner la croissance (d'une manière général >5)

Figure 37 : Exigences relatives à la construction de la structure du sol pour l'infiltration surfacique d'eaux de ruissellement provenant de biens-fonds (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

Déversement dans des eaux superficielles – charge en polluants (traitement)							
Type de milieu récepteur	Quotient de déversement spécifique $V_S = V \cdot f_G$ selon tab. B12	Type de surface à drainer					
		Toitures et façades			Places et surfaces de circulation		
		Classe de pollution des eaux de ruissellement selon tableau B6			selon tableaux B7+B8		
		faible	moyenne	élevée	faible	moyenne	élevée
Cours d'eau	$V_S > 1$	+	+	B _{standard}	+	+	B _{standard} ¹
	$V_S \leq 1$	+	+	B _{élevé}	+	B _{standard} ²	B _{élevé}
Eaux stagnantes	non défini	+	+	B _{standard}	+	+	B _{standard}

Legende

+	Déversement admissible
B _{standard}	Déversement admissible avec traitement dans une installation du niveau d'exigences «standard» ou «élevé»
B _{élevé}	Déversement admissible avec traitement dans une installation du niveau d'exigences «élevé»

Pour les informations concernant les installations de traitement et les niveaux d'exigences, voir le chapitre 7 du présent module.

¹ Si le respect du niveau d'exigences «standard» conduit à des mesures disproportionnées, des mesures de traitement du niveau d'exigence «réduit» peuvent être examinées/approuvées d'entente avec les autorités compétentes.

Figure 38 : Admissibilité du déversement d'eaux de ruissellement dans des eaux superficielles compte tenu de la charge en polluants (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

Déversement dans des eaux superficielles – charge hydraulique (rétention)		
Type de milieu récepteur	Quotient de déversement spécifique $V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$ selon tableau B12	Rétention requise
Cours d'eau	$V_G \geq 0.1$	Non
	$V_G < 0.1$	Oui
Eaux stagnantes	non défini	Non

Figure 39 : Admissibilité du déversement d'eaux de ruissellement dans des eaux superficielles compte tenu de la charge hydraulique (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

Analyse individuelle en un point de rejet			
Symbole	Description	Formule	Remarque
	Classe de pollution des eaux de ruissellement		Selon Tableaux B6 à B8
Q_E	Quantité d'eaux de ruissellement déversée, avec un temps de retour $z = 1$ au point de rejet considéré. Voir calcul à l'annexe 2 du module DA.		Sans prise en compte des mesures de rétention
Q_{347}	Débit d'étiage: débit du cours d'eau à l'endroit du déversement qui est atteint ou dépassé pendant 347 jours dans l'année. Si le Q_{347} n'est pas connu, une mesure du débit après une période sèche de trois semaines fournit une valeur d'approximation suffisamment précise.		Pour les cours d'eau qui sont à sec pendant certaines périodes (p. ex. régions karstiques du Jura), les conditions de déversement doivent être définies d'entente avec l'autorité compétente.
V	Quotient hydraulique de déversement	$V = Q_{347}/Q_E$	
V_S	Quotient de déversement spécifique du cours d'eau servant à évaluer la charge en polluants	$V_S = V \cdot f_G$	Tableau B13
V_G	Quotient de déversement spécifique du cours d'eau servant à évaluer la charge hydraulique	$V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$	Tableau B14
f_S et f_G	Facteurs de correction pour la nature du lit et le type de cours d'eau, pour $V < 1$ (pour $V \geq 1$, $f_S = f_G = 1.0$)		Voir ci-dessous pour les valeurs

Facteurs de correction spécifiques du cours d'eau, f_S et f_G (pour $V < 1$)				
Nature du lit		Facteur du lit f_S		
Surtout des sédiments fins		0.5		
Surtout graviers (< taille du poing)		1.0		
Surtout pierres (> taille du poing)		1.5		
Surtout blocs (> 0,5 m)		2.0		
Type de cours d'eau	Débit Q_{347}	Largeur moyenne du lit mouillé	Vitesse moyenne d'écoulement ¹	Facteur du cours d'eau f_G
Petit ruisseau du Plateau	< 0.1 m ³ /s	< 1 m	< 0.5 m/s	0.5
Grand ruisseau du Plateau	0.1–1.0 m ³ /s	1–5 m		1.0
Petit ruisseau des Préalpes	< 0.1 m ³ /s	< 1 m	> 0.5 m/s	1.0
Grand ruisseau des Préalpes	0.1–1.0 m ³ /s	1–5 m		2.0
Grand cours d'eau	> 1.0 m ³ /s	> 5 m		2.0

Pour $V \geq 1$, $f_S = f_G = 1.0$

Figure 40 : Paramètres pour le Tableau B13 (Figure 36) et le Tableau B14 (Figure 37) servant à évaluer le quotient de déversement dans des eaux superficielles (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

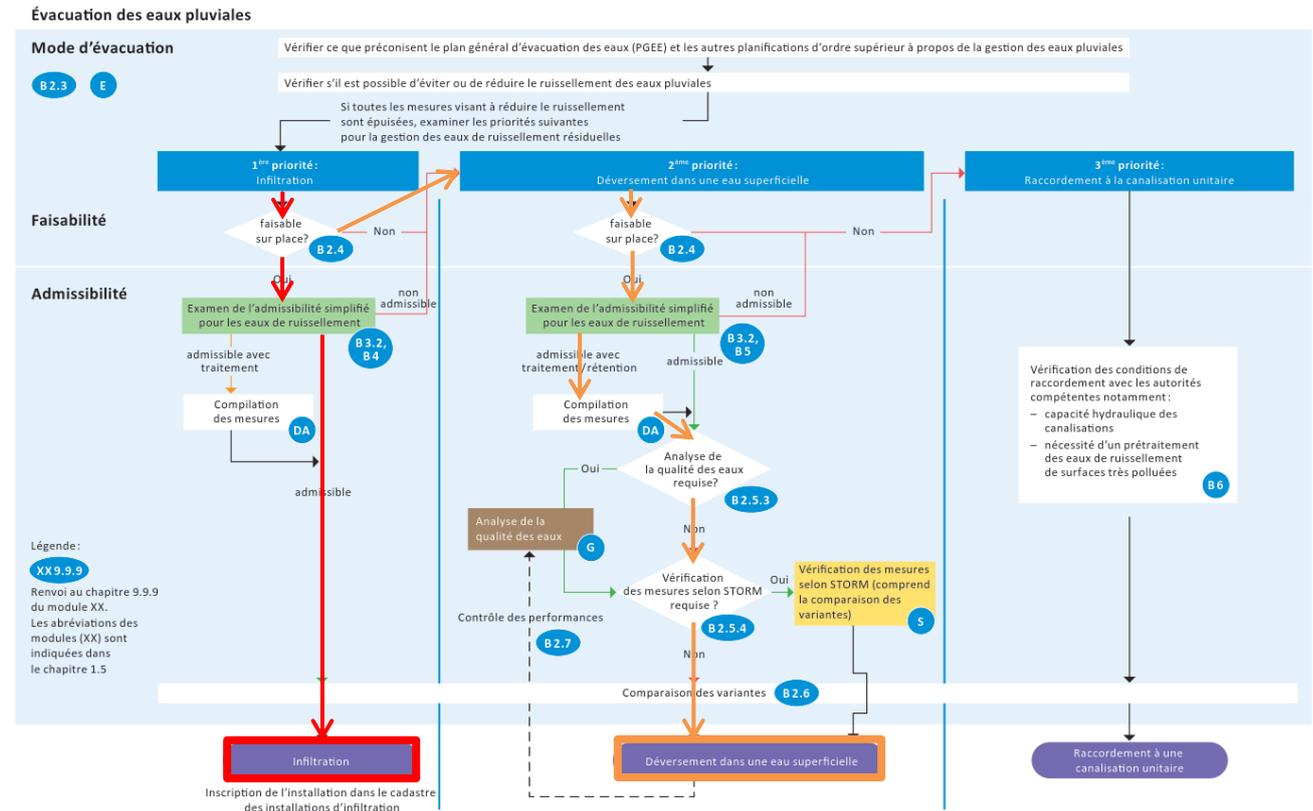


Figure 41 : Schéma du déroulement de la planification pour la gestion des eaux pluviales (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019). Aux endroits où une infiltration des eaux de route est possible, leur infiltration est exigée (voir flèches rouges). Aux endroits où aucune infiltration n'est possible, les eaux de la route peuvent être déversées vers la Sarine avec traitement mais sans rétention (voir flèches oranges).

6.2 Dimensionnement du traitement / rétention

Se trouvant dans la zone « Plateau » selon l'aide à l'exécution 4.2.007 « Pluies de projet et débits ruisselés » (SEn, 2017), les débits de pluie sont calculés selon la SN 40 350 « Evacuation des eaux de chaussées – Intensité des pluies » (VSS, 2000). Toutes les installations sont dimensionnées avec une pluie de durée de 15 minutes pour un temps de retour de 1 an (selon SN 40 361). La seule exception étant les volumes de rétention (dans ce projet volumes des bassins d'infiltration) qui sont dimensionnés pour un temps de retour de 10 ans.

Dans le périmètre du projet, il existe trois différents modes d'évacuation des eaux :

Infiltration locale

Sur une grande partie du carrefour de la Crausa et sur les tronçons de la route de km 0.40 à km 1.55 (y compris carrefour du Stand) et de km 3.15 à km 3.50 (y compris carrefour d'Hauterive), les eaux de la route peuvent être infiltrées localement à travers le talus. Afin de garantir assez de surface pour l'infiltration, la couche filtrante sur le talus ou à son pied doit avoir au moins 2 m de large (selon SN 40 354 « Evacuation des eaux de chaussée – Evacuation des eaux sur l'accotement » ; VSS, 2010). Cette bande d'infiltration doit satisfaire aux exigences pour une structure de sol optimale (voir Figure 37).

Direction un bassin d'infiltration

De km -0.15 à km 0.40 (seulement voie centrale du carrefour de la Crausa) et de km 1.55 à km 2.00, les eaux de la route peuvent être collectées et dirigées vers deux bassins d'infiltration (au km 0.460 et au km 1.540).

Les couches d'infiltration de ces bassins doivent satisfaire aux exigences de la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (VSA, 2019 (voir Figure 37)). Elles sont donc composées de couches d'humus d'une épaisseur d'au moins 30 cm.

Pour le dimensionnement des deux bassins, la capacité d'infiltration de la terre végétale ($1 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2) \approx 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$) est déterminante. Le bassin au km 0.460 se trouve sur colluvions ($k_f = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ selon essai d'infiltration), le bassin au km 1.55 sur du fluvioglaciaire ($k_f = 8.2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ selon essai d'infiltration). Aux deux endroits, la perméabilité du sous-sol est donc supérieure à celle de l'humus.

Pour le bassin d'infiltration au km 0.460, avec une surface raccordée $4'200 \text{ m}^2_{\text{red}}$ ($4'650 \text{ m}^2$) et une surface d'infiltration de 250 m^2 , un volume minimal de 140 m^3 doit être disponible afin de pouvoir gérer un évènement du temps de retour de 10 ans. Un trop-plein vers le collecteur des eaux pluviales de la Route de Chésalles permet de gérer des évènements encore plus importants.

Pour le bassin d'infiltration au km 1.550, avec une surface raccordée de $2'800 \text{ m}^2_{\text{red}}$ ($3'100 \text{ m}^2$) et une surface d'infiltration de 150 m^2 , un volume minimal de 100 m^3 doit être disponible afin de pouvoir gérer un évènement du temps de retour de 10 ans. Un trop-plein vers le Ruisseau de Chésalles permet de gérer des évènements encore plus importants.

Rejet dans la Sarine

Du km 2.000 au km 3.150, les eaux de la route ne peuvent pas être infiltrées. Du km 2.000 au km 2.050, la route se trouve en déblai. Du km 2.050 au km 2.900, se trouve le pont d'Hauterive. Du km 2.900 au km 3.150, la route se trouve à côté d'un talus raide qui n'est pas approprié pour une infiltration des eaux (problèmes de stabilité). Une infiltration dans un bassin centralisé n'est pas favorable à cause des conditions géologiques et la proximité de l'ancienne décharge de la Pila. Il reste donc le déversement vers la Sarine avec traitement comme mode d'évacuation (voir Figure 41).

Pour le traitement des eaux, selon la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (VSA, 2019), la catégorie d'exigence « standard » de la norme SN 40 361 doit être appliquée pour ce projet (voir Figure 38).

Différentes options de traitement et d'emplacement des installations ont été étudiées dans la note de recommandation n°3 du 30.11.2018. Un filtre de sable a été retenu comme la meilleure option en raison de la meilleure efficacité de traitement.

Avec une surface raccordée de $7'400 \text{ m}^2_{\text{red}}$ ($8'200 \text{ m}^2$), un bassin de décantation d'une surface de 35 m^2 est nécessaire comme prétraitement. Le filtre de sable doit avoir une surface d'au moins 250 m^2 , afin de pouvoir gérer un évènement du temps de retour de 10 ans. Des conduites de pontage garantissent la maîtrise des évènements encore plus importants.

Le débit maximum à déverser vers la Sarine après traitement dans le filtre de sable est de 10 l/s . L'ouvrage de restitution doit être dimensionné en coordination avec les services fédéraux / cantonaux responsables. Toutefois, il se trouve en aval du point de restitution de la centrale hydroélectrique Hauterive afin de garantir un meilleur mélange des eaux.

6.3 Dimensionnement des canalisations

Le dévers de la chaussée étant unique, les eaux de route s'écoulent vers un seul côté de la route. En dehors des zones avec infiltration locale, des dépotoirs avec grilles d'entrée selon pièce 2604 sont aménagés tous les 40 m, drainant une surface d'environ 300 m^2 .

Comme décrit au chapitre 6.2, les canalisations sont dimensionnées avec une pluie de durée de 15 minutes pour un temps de retour de 1 an (selon SN 40 361). Pour tous les tronçons du projet, des tuyaux de diamètre DN250 présentent assez de capacité pour amener les eaux vers les bassins d'infiltration / le filtre de sable centralisés. Aucune conduite avec diamètre inférieur à DN250 est choisie pour des raisons d'exploitation (curage).

Le principe de récolte des eaux superficielles de la route est conforme aux lois et normes en vigueur, notamment la loi sur les eaux (LEaux), l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) et le PGEE communal.

La classe de pollution des eaux de route étant « élevée », celles-ci doivent être traitées puis infiltrées où déversées dans un cours d'eau. Comme montré dans la figure ci-dessous, l'évacuation des eaux se fait comme suit :

- > km -0.15 – km 0.40 : Bassin d'infiltration
- > km 0.40 – km 1.55 : Infiltration locale
- > km 1.55 – km 2.00 : Bassin d'infiltration
- > km 2.00 – km 3.15 : Bassin de traitement puis rejet dans La Sarine
- > km 3.15 – km 3.50 : Infiltration locale

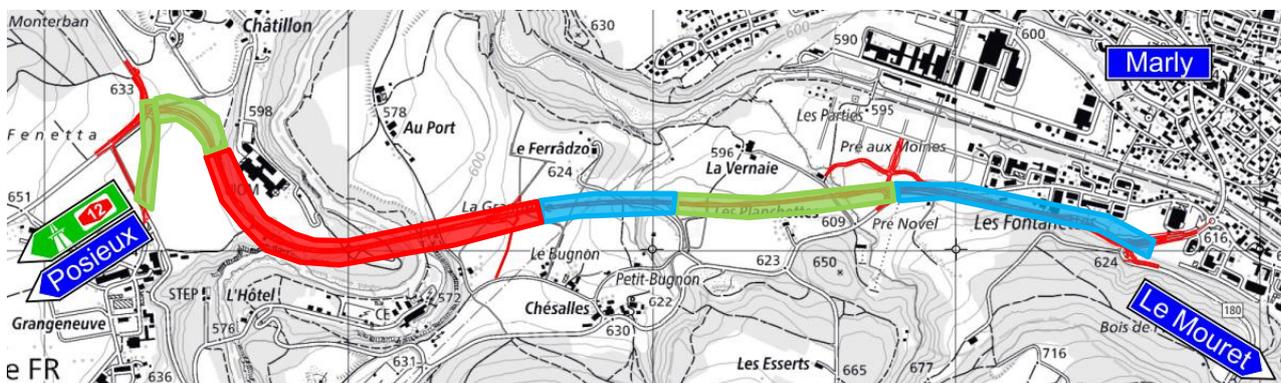


Figure 42: Tronçons d'évacuation des eaux : infiltration locale (en vert), direction un bassin d'infiltration (en bleu), et direction la Sarine (en rouge)

Le système d'évacuation des eaux se divise dans les tronçons suivants :

- km 0.00 – km 0.40 – **Direction un bassin d'infiltration**
Les eaux de route (seulement voie centrale du carrefour de la Crausa, les autres eaux pluviales du carrefour sont localement infiltrées à travers le talus) sont dirigées vers un bassin d'infiltration placé au km 0.460. Celui-ci a une surface d'infiltration de 250 m². La structure du sol doit satisfaire aux exigences « optimales », selon la Figure 37. Un trop-plein vers le collecteur des eaux pluviales de la Route de Chésalles permet de gérer des événements plus importants que l'évènement de dimensionnement.
- km 0.40 – km 1.55 – **Infiltration locale**
Les eaux de route de ce tronçon (y compris carrefour du Stand) sont infiltrées dans la couche filtrante de 2 m de large dans le talus (et à son pied). Cette bande doit satisfaire les exigences « optimales », selon la Figure 37.
- km 1.55 – km 2.00 – **Direction un bassin d'infiltration**
Les eaux de route sont dirigées vers un bassin d'infiltration placé au km 1.540. Celui-ci a une surface d'infiltration de 150 m². La structure du sol doit satisfaire aux exigences « optimales », selon la Figure 37. Un trop-plein vers le Ruisseau de Chésalles permet de gérer des événements plus importants que l'évènement de dimensionnement.
- km 2.00 – km 3.15 – **Direction vers la Sarine ; après traitement**
Aucune infiltration n'étant possible, les eaux de route sont dirigées vers une installation de traitement avant le déversement dans la Sarine. Etant un exutoire fort ($V_G > 1$), aucune rétention n'est nécessaire. Après prétraitement dans un bassin de décantation (surface 35 m²), les eaux passent par un filtre de sable (surface 250 m²). Se trouvant dans une zone alluviale d'importance nationale, l'ouvrage de restitution doit être dimensionné en coordination avec les services fédéraux / cantonaux responsables. Toutefois, il se trouve en aval du point de restitution de la centrale hydroélectrique Hauterive afin de garantir un meilleur mélange des eaux.
- km 3.15 – km 3.50 – **Infiltration locale**
Les eaux de route de ce tronçon (y compris carrefour d'Hauterive) sont infiltrées dans la couche filtrante de 2 m de large dans le talus. Cette bande doit satisfaire aux exigences « optimales », selon la Figure 37.

Le bassin de traitement qui recueille les eaux de chaussée (km 2.00 - 3.15) est positionné à proximité du pont d'Hauterive. À la sortie du bassin de traitement, les eaux sont rejetées dans le lit de La Sarine, dans le secteur où les eaux turbinées de la centrale hydroélectrique sont déversées.

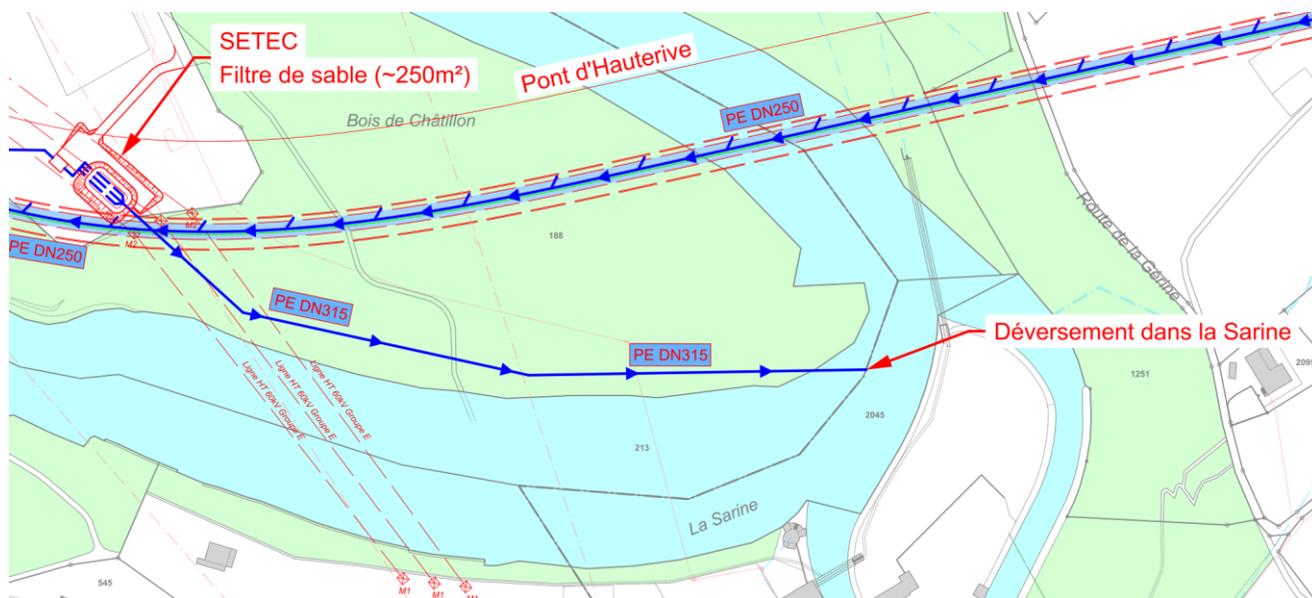


Figure 43: Evaluation des zones potentielles de rejet des eaux de la SETEC dans la Sarine

Un déversement dans la Sarine à proximité immédiate du bassin de traitement n'a pas été retenu pour les raisons suivantes :

- > La zone de galets est la plupart du temps sèche. Lors de crues, ces bancs de galets se déplacent entraînant le risque que la conduite ne se bouche.
- > Un déversement en pied de falaise est techniquement difficile à réaliser et pas recommandable du point environnemental.

L'analyse du système d'évacuation des eaux, sous l'angle de l'OPAM est développée dans le RIE. Les mesures OPAM « évacuation des eaux » sont décrites dans le chapitre 6.6.

6.4 Etude hydrologique

L'étude hydrologique est traitée dans le RIE et dans l'étude géologique.

6.5 Ouvrages spéciaux

Deux bassins d'infiltration sont aménagés dans le cadre du projet (au km 0.40 et au km 1.55). L'entrée des eaux dans les bassins passe par une chambre-dépotoir munie d'un coude plongeur. Les couches d'infiltration de ces bassins doivent satisfaire aux exigences de la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (VSA, 2019). Elles sont donc composées de couches d'humus d'une épaisseur d'au moins 30 cm. Le bassin d'infiltration au km 0.450 a une surface d'infiltration de 250 m². Le bassin au km 1.55 une surface de 150 m². Des trop-pleins permettent de gérer des événements encore plus importants que les événements de dimensionnement.

Les eaux pluviales du pont d'Hauterive ne peuvent pas être infiltrées et doivent être déversées vers la Sarine après traitement. Après un prétraitement dans un bassin de sédimentation (surface 35 m²), les eaux traversent un filtre de sable (surface 250 m²). Se trouvant dans une zone alluviale d'importance nationale, l'ouvrage de restitution doit être dimensionné en coordination avec les services fédéraux / cantonaux responsables. Celui-ci se trouve à l'aval du point de restitution de la centrale hydroélectrique d'Hauterive afin de garantir un meilleur mélange des eaux.

- > Pour le dimensionnement de ces installations, voir 6.2.

6.6 Mesures OPAM

Le bureau CSD Ingénieurs SA a été mandaté pour établir un rapport succinct dans le respect de l'Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Les conclusions de cette étude ont amené à poser des obstacles au déversement direct dans le ruisseau (parapets) sur le pont du Copy. Ils se matérialisent sous forme de parapets biais d'une hauteur de 1,10m disposés des deux côtés du pont afin d'empêcher l'écoulement direct dans le ruisseau à travers son talus. Grâce à ces deux éléments, un éventuel écoulement accidentel se produirait dans le talus à distance respectable du ruisseau au lieu de se faire directement dans celui-ci.

7. Conduites industrielles, équipements électromécaniques (EM)

Les tracés des conduites existantes sont reportés sur le plan de situation générale et le plan des conduites. Leur profondeur approximative est visible sur le profil en long. La nouvelle route de liaison étant au droit des conduites la traversant essentiellement en remblais, aucune mesure de grande envergure ne sont à prendre. Vers les km 2'900 – 3'200 des investigations de détail sont à faire afin de connaître la profondeur exacte des conduites et pouvoir définir si un abaissement de celles-ci est nécessaire.

Les lignes électriques à haute tension du Groupe E en conflit avec les ponts de Chésalles et d'Hauterive seront mises en terre avant le début du chantier routier.

La ligne électrique à haute tension de Swissgrid est à une distance suffisante de la chaussée pour pouvoir être maintenue.

Le Groupe E construit à ses frais une batterie de 12 tubes entre le pont de Chésalles et le carrefour de la Crausa dans le tracé routier (voir annexe 2: Enfouissement des lignes HT, plan Groupe E).

La commune d'Hauterive souhaite qu'un PE soit amené jusqu'au centre du giratoire d'Hauterive en attente d'une éventuelle alimentation en eau qui pourrait être nécessaire à l'aménagement du centre du giratoire.

Il est envisageable de poser une conduite d'eau potable dans l'accotement de la route de liaison entre le carrefour du Stand et le pont de Chésalles pour une alimentation future du hameau de Chésalles en fonction des besoins de la commune de Marly.

8. Eclairage

Des candélabres sont positionnés entre chaque branche, au droit de la bordure extérieure de l'anneau de circulation des 3 carrefours giratoires.

Le tracé de la mobilité douce sur le pont d'Hauterive ainsi que le bypass cycliste du giratoire d'Hauterive seront éclairés.



Figure 44: Représentation du tronçon la mobilité douce éclairé en plus de la piste sur le pont d'Hauterive

9. Plantations

Les plantations de compensation sont présentées dans l'étude d'impact sur l'environnement.

Les plantations visant à une meilleure intégration du projet routier dans le paysage sont présentées dans l'étude urbanistique et paysagère.

Des haies sont prévues selon les besoins environnementaux sur différents tronçons de la nouvelle route de liaison. Lorsqu'elles sont placées dans les talus elles présentent une largeur pouvant aller jusqu'à 4 m. En l'absence de talus elles ont une largeur de 1 m.

10. Dispositifs de retenue des véhicules

Des dispositifs de retenue sont placés le long de la nouvelle route de liaison (selon la norme VSS 40 561) :

- > dans les zones avec remblais supérieurs à 3 m ;
- > aux extrémités du déblais compris entre les ponts de Chésalles et d'Hauterive ;
- > sur le passage inférieur de la Crausa ;
- > sur les murs de soutènement.

11. Aménagements urbains, clôtures

Des clôtures sont prévues autour des bassins de rétention et de la SETEC avec des éléments anti-batraciens ainsi qu'au-dessus du mur des Fontanettes amont.

Des clôtures pour guider la petite faune vers trois passages (km 0+196, 0+520 et 3+220) sous la route sont prévues sur différents tronçons de la nouvelle route de liaison. Ces passages à petite faune sont des tuyaux en béton posés avec une pente longitudinale d'environ 1%.

En cas d'intérêt, les communes peuvent proposer des aménagements édilitaires visant à orner les anneaux centraux des giratoires. Pour ce faire elles doivent soumettre leurs projets au SPC pour accord. Les études et la réalisation de ces aménagements seront intégralement aux frais des communes.

12. Intégration urbanistique et paysagère

Le concept global d'intégration de la route et des ouvrages est présenté dans la pièce 4001 du dossier. Une cohérence dans le traitement des différents ouvrages d'art a été recherchée.

13. Environnement

13.1 Rapport d'impact environnemental (RIE)

Tous les aspects environnementaux liés au projet routier et au remaniement parcellaire sont développés dans le rapport d'impact environnemental et ses annexes.

13.2 Rapport de conformité avec l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)

Le rapport succinct simplifié OPAM est joint en annexe du rapport environnemental.

13.3 Compensations environnementales

- > Les compensations environnementales sont décrites dans le RIE. Les éléments de compensations situés le long du projet routier sont illustrés sur les plans de l'ingénieur civil.
- > Les SDA touchées définitivement par le projet représentent une surface d'environ 2.2 ha qui sera compensée en puisant dans la réserve de SDA du canton.

14. Défrichements et reboisements

Les défrichements nécessaires à la construction de la route de liaison ainsi que les reboisements prévus sont traités dans le RIE.

15. Acquisitions de terrain

Le projet routier nécessite les acquisitions approximatives suivantes :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| > Emprises définitives | 96'240 m ² |
| > Emprises provisoires | 71'320 m ² |
| > Servitudes | 10'535 m ² |
| > Servitudes | 596 m |

Les surfaces concernées sont illustrées sur les plans d'emprises.

Un tableau récapitulatif des surfaces remaniées par propriétaire est annexé au présent rapport.

16. Réalisation des travaux

16.1 Etapes de réalisation

Les lots de chantier seront définis lors d'une phase ultérieure du projet.

16.2 Phases de travaux

À ce stade, il est important de se pencher sur les phases de travaux des deux carrefours qui s'accrochent aux axes cantonaux existants. La nature des sols en place et leur comportement dans les zones de remblai peuvent avoir une conséquence importante sur le phasage global des travaux.

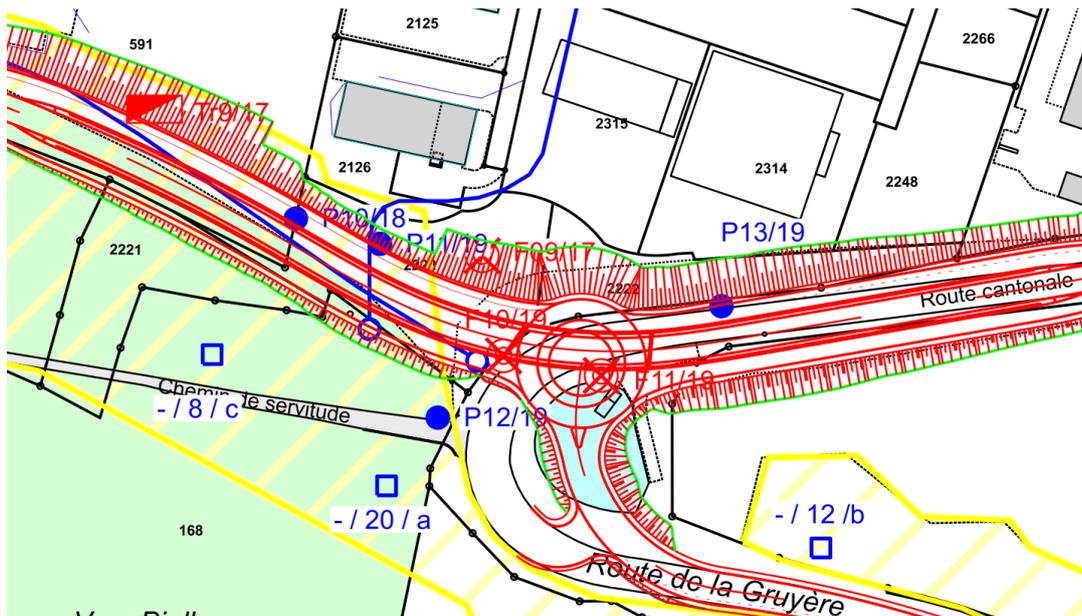


Figure 45 : Emplacement des sondages

Les conditions géologiques au droit du carrefour de la Crausa ne sont pas très favorables par rapport au comportement vis-à-vis des tassements car les remblais actuels ne semblent pas être très compacts. De plus, les forages suivants présentent des couches tourbeuses au sein des dépôts d'inondations :

- > F10/19 : 617.21 - 618.11 m s.m (épaisseur de 0.90 m) et 611.71 - 614.01 m s.m (épaisseur de 2.30 m)
- > F11/19 : 614.07 - 614.74 m s.m (épaisseur de 0.70 m) et 610.84 - 612.74 m s.m (épaisseur de 1.90 m)

Le forage F09/17 présente des dépôts d'inondation vers 608.76 - 613.46 m s.m sans pour autant contenir de couches tourbeuses.

Les remblayages à faire varient fortement dans cette zone créant ainsi des tassements différentiels. D'autre part, la hauteur de ces remblais peut aller jusqu'à 9 m. Afin de limiter les effets néfastes (frottements négatifs sur les ouvrages, problèmes des dévers, etc), des pré-chargements instrumentés (inkrex ou tassomètres) sont préconisés dans cette zone. La durée d'attente après la mise en place est estimée à 3 mois environ.

Les étapes des travaux du carrefour de la Crausa sont présentées dans la pièce 2114.

16.3 Installations de chantier

Les positions et dimensions des installations de chantier seront négociées directement par les entreprises (adjudicataires des travaux) auprès des propriétaires fonciers. Sur les plans des acquisitions de terrain, différentes emprises provisoires à Crausa, vers le carrefour du Stand et à proximité des ponts de Chésalles et d'Hauterive sont néanmoins représentées.

16.4 Phases du trafic (Gestion de circulation)

16.4.1 Carrefour de la Crausa

La route cantonale étant fortement chargée (TJM 10'650 véh./j en 2020), il est nécessaire de garantir deux voies de circulation le plus possible. Etant donné que la chaussée doit être abaissée en amont du futur carrefour, certains travaux nécessitent la pose d'une signalisation lumineuse pour gérer une circulation sur une voie. Ces travaux devront être exécutés le plus rapidement possible sur une période avec un trafic pendulaire réduit (vacances) en deux équipes (5h – 21h). Afin de limiter cette circulation gérée par feux, une phase préliminaire est prévue pour élargir provisoirement la route actuelle.

Le scénario de construction prévu, qui devra être affiné dans les phases de projet futures, est présenté dans la pièce 2114.

16.4.2 Carrefour du Stand

Le carrefour du Stand peut être construit hors trafic. Une fois aménagé, le trafic de la Route de Chésalles actuelle est dévié par celui-ci afin de pouvoir construire la nouvelle route de liaison dans la zone de la Route de Chésalles actuelle.

16.4.3 Carrefour d'Hauterive

Le giratoire ainsi que la nouvelle route de l'Abbaye sont construits sans impact direct sur le trafic de la route cantonale.

Les raccords de la route cantonale sur le giratoire doivent se faire en deux étapes avec une circulation unidirectionnel dans la zone de chantier réglée par une signalisation lumineuse. Le trafic journalier moyen en 2020 sur la route cantonale s'élève à environ 5'000 véh./j.

16.5 Programme général

Le programme prévisionnel est le suivant :

Phase de projet	Début de la phase
Mise à l'enquête publique du projet	du 11 décembre 2020 jusqu'au 26 janvier 2021
Traitement des oppositions	2021
Création du syndicat du remaniement parcellaire	2021
Approbation des plans	2021
Traitement des recours TC (TF)	2022
Appel d'offres entreprises	2022
Message au Grand Conseil	fin 2022
Votation populaire	début 2023
Début des travaux	2023
Mise en service	2027

17. Procédures et approbation

Conformément à l'article 37 de la loi sur les routes (LR) qui renvoie aux art. 22 et ss de la loi sur l'aménagement du territoire et des constructions (LATeC), les plans du projet sont soumis à l'enquête public pendant 30 jours par dépôt au secrétariat communal et à la préfecture ainsi que par publication dans la Feuille officielle et au pilier public. A terme, les éventuels opposants au projet seront convoqués à une séance de conciliation par le Service des ponts et chaussées ou la commune. Le résultat des pourparlers sera consigné dans un procès-verbal adressé aux opposants. Ces derniers disposeront d'un délai de 10 jours pour se prononcer sur son contenu. La Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC) statuera sur les oppositions non liquidées et approuvera les plans du projet. Sa décision est sujette à recours auprès du Tribunal cantonal dans un délai de 30 jours.

Annexes

1. Conditions de construction autour des lignes HT 60 et 220 kV, rapport IM Maggia Engineering
2. Enfouissement des lignes HT, plan Groupe E
3. Tableau des emprises

IM Maggia Engineering

Nouvelle liaison routière Marly-Matran

Conditions de construction autour de lignes HT 60 et 220 kV

Table des matières

1	<i>Introduction</i>	3
1.1	<i>Contexte</i>	3
1.2	<i>Objectif du document</i>	3
1.3	<i>Destinataire</i>	3
1.4	<i>Contenu</i>	3
2	<i>Ordonnances et publication concernées</i>	4
2.1	<i>Ordonnances 734.31 sur les lignes électriques</i>	4
2.1.1	<i>Passage d'une route/pont en dessous d'une ligne HT</i>	4
2.2	<i>Publication Suva sur les Travaux à proximité des lignes électriques</i>	4
2.2.1	<i>Distance supérieur à 60 mètres entre mât et travaux</i>	4
2.2.2	<i>Distance inférieur ou égale à 60 mètres entre mât et travaux</i>	5
3	<i>Conditions cadres minimum à respecter</i>	6
4	<i>Annexes</i>	7

Liste des modifications

Version	Révision	Date	Modifications
0.1	Sans objet	21.09.2018	Version préliminaire
0.2	Fusion des deux rapports, modifications suite au retour du SPC.	14.12.2018	Préversion définitive
1.0	Rapport transmis au SPC	17.12.2018	Version définitive
1.1	Retour du SPC sur le rapport final	23.01.2019	Corrections

Tableau 1 : Liste des modifications

1 Introduction

1.1 Contexte

Ce rapport technique intervient dans le cadre du projet de nouvelle liaison routière Marly-Matran.

1.2 Objectif du document

Ce document a pour objectif de définir les conditions cadres minimums à respecter, dans le cadre des lignes HT, durant les travaux et à l'état final pour la construction de la nouvelle liaison routière Marly-Matran. Ce document traite de l'entier du tracé (route et ponts). Celui-ci croise deux types de ligne HT, les lignes 60kV exploitées par le Groupe E et une ligne 220kV exploitée par Swissgrid.

1.3 Destinataire

Ce document est destiné :

- Au Service des ponts et chaussées, comme base technique à la mise au concours des deux nouveaux ponts et à l'étude du projet routier.

1.4 Contenu

Ce document est divisé en 2 principales parties :

- **Ordonnance et publication concernées :**
 - Ordonnance 734.31 sur les lignes électriques définissant les distances minimums à respecter à l'état final.
 - Publication SUVA sur les mesures et distances minimums à respecter durant la phase des travaux.
- **Conditions cadres minimums à respecter :**
 - Tableau résumant les conditions cadres minimums à respecter à l'état final et lors de la construction du tracé routier.

2 Ordonnances et publication concernées

2.1 Ordonnances 734.31 sur les lignes électriques

L'ordonnance 734.31 fixe les distances minimums à respecter lors du passage en dessous et en dessus d'une ligne HT.

2.1.1 Passage d'une route/pont en dessous d'une ligne HT

L'annexe 3 de l'ordonnance 734.31 donne les distances minimums à respecter par type de ligne électrique. Le tableau est disponible ci-dessous :

2. Lignes aériennes à courant fort

		Distance verticale	Distance directe
Ligne à basse tension	conducteur, câble aérien, conducteur de terre	6 m	5 m
Ligne ordinaire à haute tension dans des régions impraticables, non carrossables	conducteur	6 m + s	5 m + s
	câble aérien, conducteur de terre	6 m	5 m
Ligne ordinaire à haute tension dans d'autres régions	conducteur	7 m + s	5 m + s
	câble aérien, conducteur de terre	7 m	5 m
Ligne à grandes portées à haute tension	conducteur	7,5 m + s	5 m + s
	câble aérien, conducteur de terre	7,5 m	5 m

s = 0,01 m par kV de tension nominale.

Figure 1 : Distance entre lignes électrique et le sol

2.2 Publication Suva sur les Travaux à proximité des lignes électriques

2.2.1 Distance supérieur à 60 mètres entre mât et travaux

Dans le cas où la distance entre le mât de la ligne HT et le chantier est supérieur à 60 mètres, les conditions suivantes font foi :

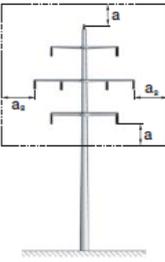
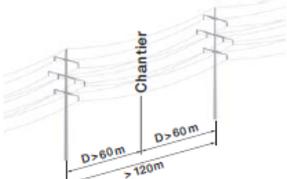
Distance entre le mât et le chantier supérieure à 60 m

La zone dangereuse doit être agrandie: $a_s > a$

Si la distance entre le mât et le chantier est supérieure à 60 m, il faut augmenter verticalement et horizontalement les dimensions de la zone dangereuse. A cet effet, il faut tenir compte de la flèche des conducteurs:

- au niveau vertical, en raison de l'influence de la température, du givre et de la neige sur la dimension «a»
- au niveau horizontal, à cause de l'influence du vent (déviation) sur la dimension «a_s»

Dans chaque cas, il faut consulter le propriétaire de ligne qui doit définir et consigner par écrit cette augmentation des dimensions.

3

Figure 2 : Distance > 60 mètres

Les paramètres a et a_s doivent être calculé par l'exploitant de la ligne, le groupe e. Ces dimensions doivent être consignées par écrit.

2.2.2 Distance inférieur ou égale à 60 mètres entre mât et travaux

La publication SUVA « Travaux à proximité des lignes aériennes » définit les distances minimales à respecter en cas de travaux à proximité de lignes HT. Un coefficient a est premièrement défini comme suit :

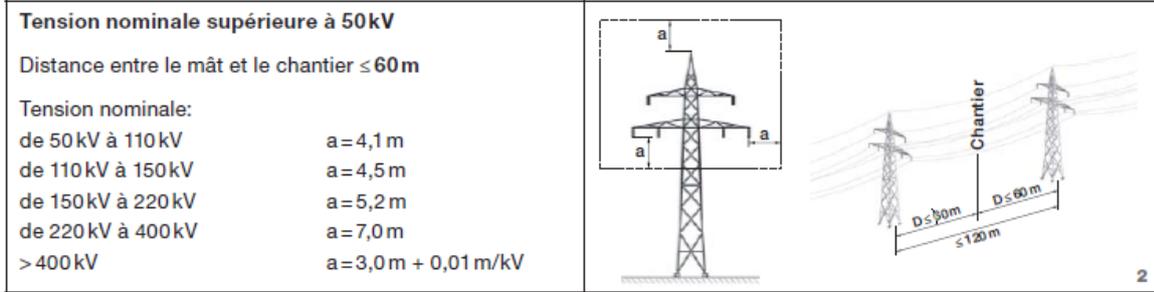


Figure 3 : Coefficient a suivant tension de service de la ligne HT

La distance par rapport à la ligne se calcule ensuite de la manière suivante :

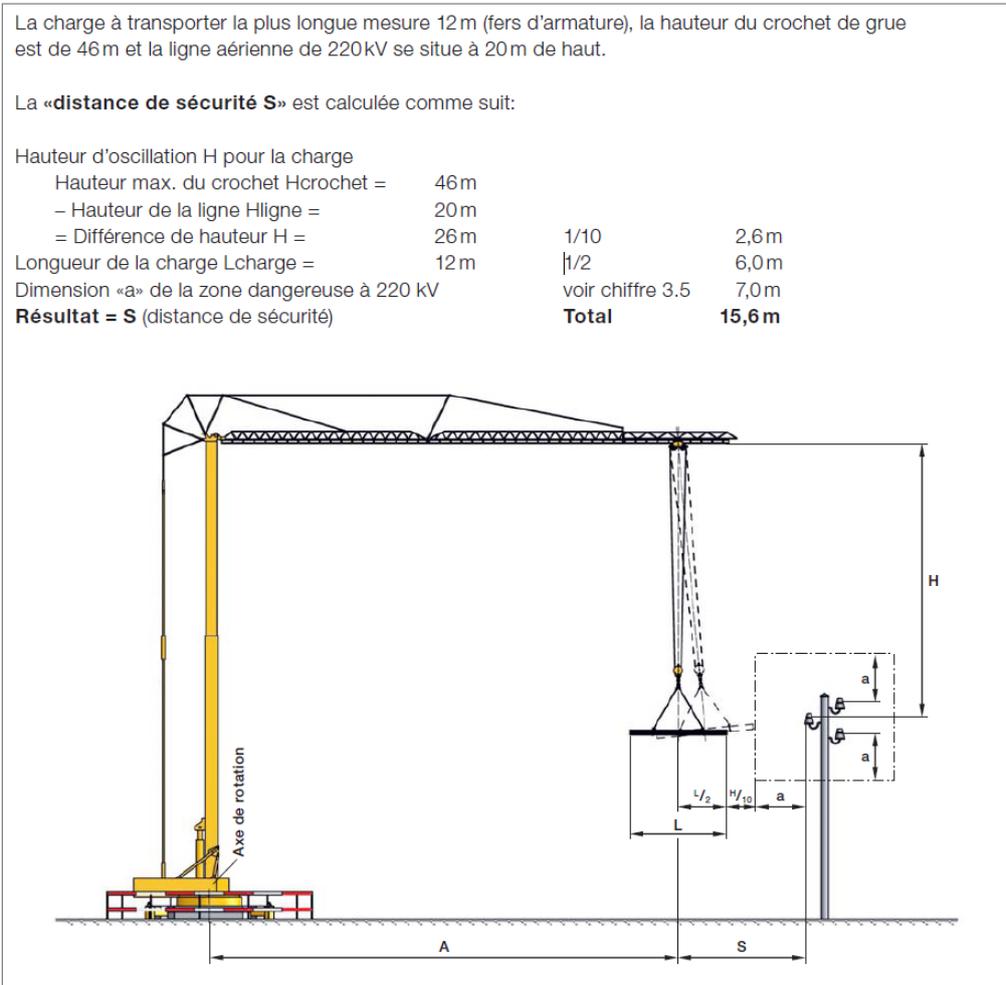


Figure 4 : Distance ≤ 60 mètres

Les paramètre L et H doivent être défini pendant la phase de chantier, suivant le type de grue utilisée et le type de charge.

3 Conditions cadres minimum à respecter

Le tableau ci-dessous résume les conditions cadres à respecter pendant les travaux et à l'état fini :

	Paramètres à respecter	Lignes 60kV (Groupe E)	Ligne 220kV (Swissgrid)
Etat final	Distances minimales à respecter entre sol et conducteurs (phases et terre)	Conducteur de terre: 7m Conducteurs de phase : 7,6m	Conducteur de terre : 7.5m Conducteurs de phase : 9.7m
	Possibilité de mettre la ligne hors service pendant le chantier pour une certaine durée	Il a été défini avec le groupe e que les lignes ne seront pas mises hors service pendant les travaux.	A définir avec l'exploitant de la ligne (Swissgrid) s'il est possible de couper la ligne et pour quelle durée.
Phase des travaux	Facteur a pour ligne HT	Facteur a : 4,1m	Facteur a : 5,2m
	Différence de hauteur H (entre haut du mat et conducteurs)	A définir lors des travaux.	A définir lors des travaux.
	Longueur de la charge L	A définir lors des travaux.	A définir lors des travaux.
	Distance de sécurité S	$S = L/2 + H/10 + a$ Ne peut être définie que lors des travaux, dépendant du type de charge, de la distance par rapport à la ligne et du type de grue.	$S = L/2 + H/10 + a$ Ne peut être définie que lors des travaux, dépendant du type de charge, de la distance par rapport à la ligne et du type de grue.
	Conditions de protection des pylônes	Structure de protection (parois) à 180° autour des pylônes (faisant face au travaux) dont la hauteur est telle qu'il reste 4,1m (facteur a) entre le haut de la parois et le conducteur de la ligne le plus bas.	La zone de danger d'après la norme SUVA est définie dans les différentes annexes (avec prise en compte des conditions d'exploitation extrême). Il est à définir avec Swissgrid quelles mesures seront prises pour ne pas franchir cette zone (barrage, parois de protection, verrouillage des machines de chantier). En cas d'intervention à moins de 20m des pylônes, Swissgrid doit être averti. Des mesures complémentaires doivent être prises pour ne pas abîmer la base des pylônes et leurs mises à terre.
	Conditions de protection sous la ligne HT (câbles)	Construction d'une structure en bois (tunnel) de 40m x 40m, dont le « plafond » est à 4,1m (facteur a) du conducteur de la ligne le plus bas.	La zone de danger d'après la norme SUVA est définie dans les différentes annexes (avec prise en compte des conditions d'exploitation extrême). Il est à définir avec Swissgrid quelles mesures seront prises pour ne pas franchir cette zone (barrage, parois de protection, tunnel, verrouillage des machines de chantier).
Distance entre mât et chantier >60 mètres	Si la zone entre le mât et le chantier est supérieur à 60 mètres, il faut agrandir les dimensions de sécurité : <ul style="list-style-type: none"> Au niveau vertical, en raison de l'influence de la température, du givre et de la neige sur la dimension « a » Au niveau horizontal, à cause de l'influence du vent sur la dimension « a_s » 	Dans chaque cas, le propriétaire de la ligne (groupe e) doit être consulté. Il doit définir et consigner par écrit cette augmentation des dimensions (calcul des paramètres a et a_s).	Dans chaque cas, le propriétaire de la ligne (Swissgrid) doit être consulté. Il doit définir et consigner par écrit cette augmentation des dimensions (calcul des paramètres a et a_s).

Tableau 2 : Conditions cadres minimums à respecter

Liaison routière Marly Matran

Les paramètres en rouge sont du ressort des exploitants des lignes (Swissgrid et groupe e). Les paramètres en bleu ne peuvent être définis que lors des travaux. Une coordination entre les exploitants des lignes et la direction des travaux sera nécessaire.

4 Annexes

Annexe A – Ligne HT Swissgrid 220kV – Profil en long

Annexe B – Ligne HT Swissgrid 220kV – Coupe A-A

Annexe C - Ligne HT Swissgrid 220kV – Plan de situation

Profil en long

Canton : Fribourg
Commune : Marly
Parcelle n° : 2004
Portée : pylônes n° 4-5
Requérant : IM Maggia Engineering SA
Projet de construction d'un pont

Dessiné: 14.12.2018
DEFAD

Vu: 14.12.2018
BAMIC

N° : TR1570
CS 68000153-20

003



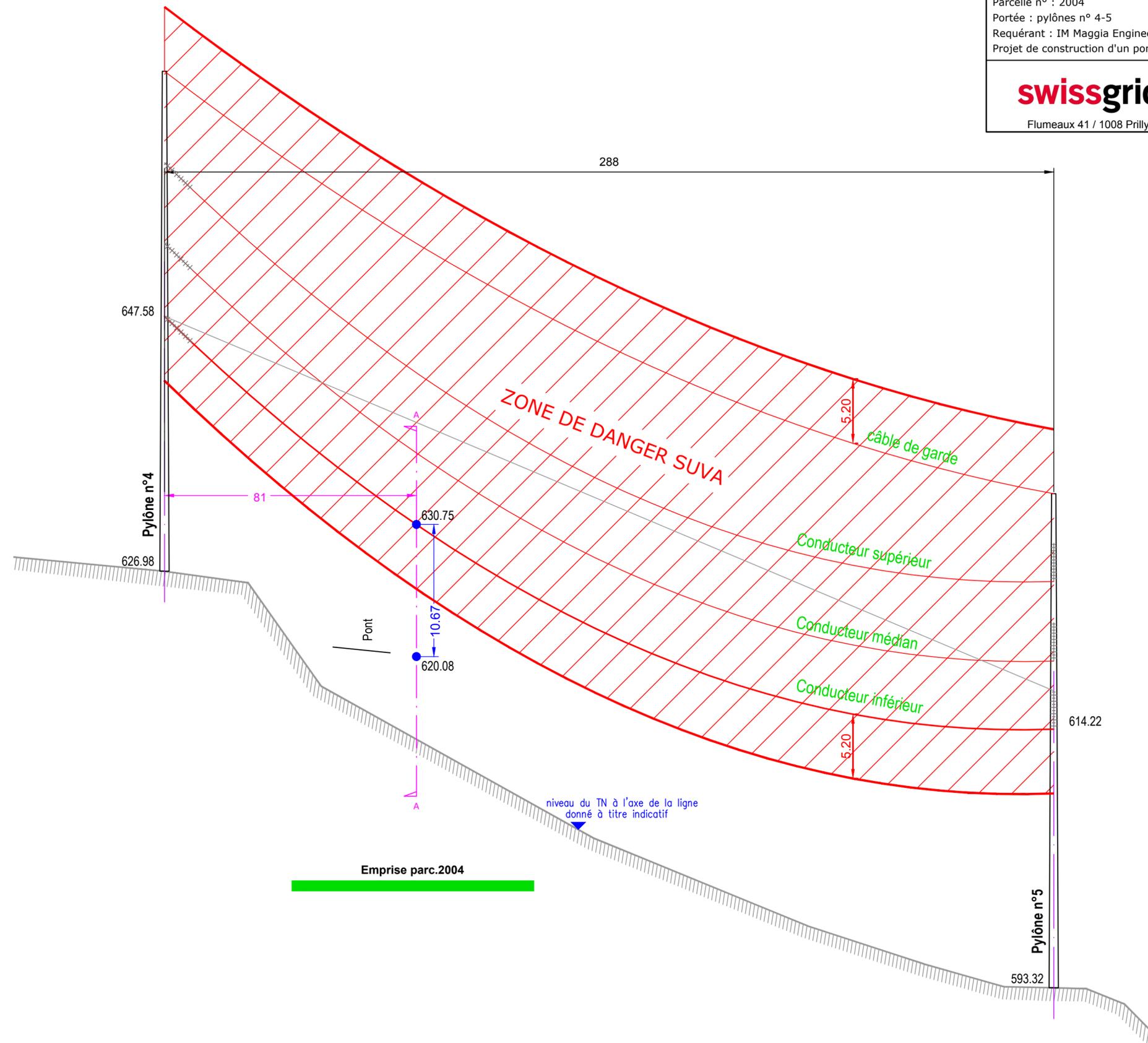
Bouygues E&S EnerTrans SA
Route des Flumeaux 45
CH-1008 Prilly

G:\20_Kunden-Clientswissgrid2_Betrieb11_L_Ouest
TR1570_Muehleberg-St-Triphon13_Construction
detiersMarly4-5_LiaisonRoutière Marly-Matran/

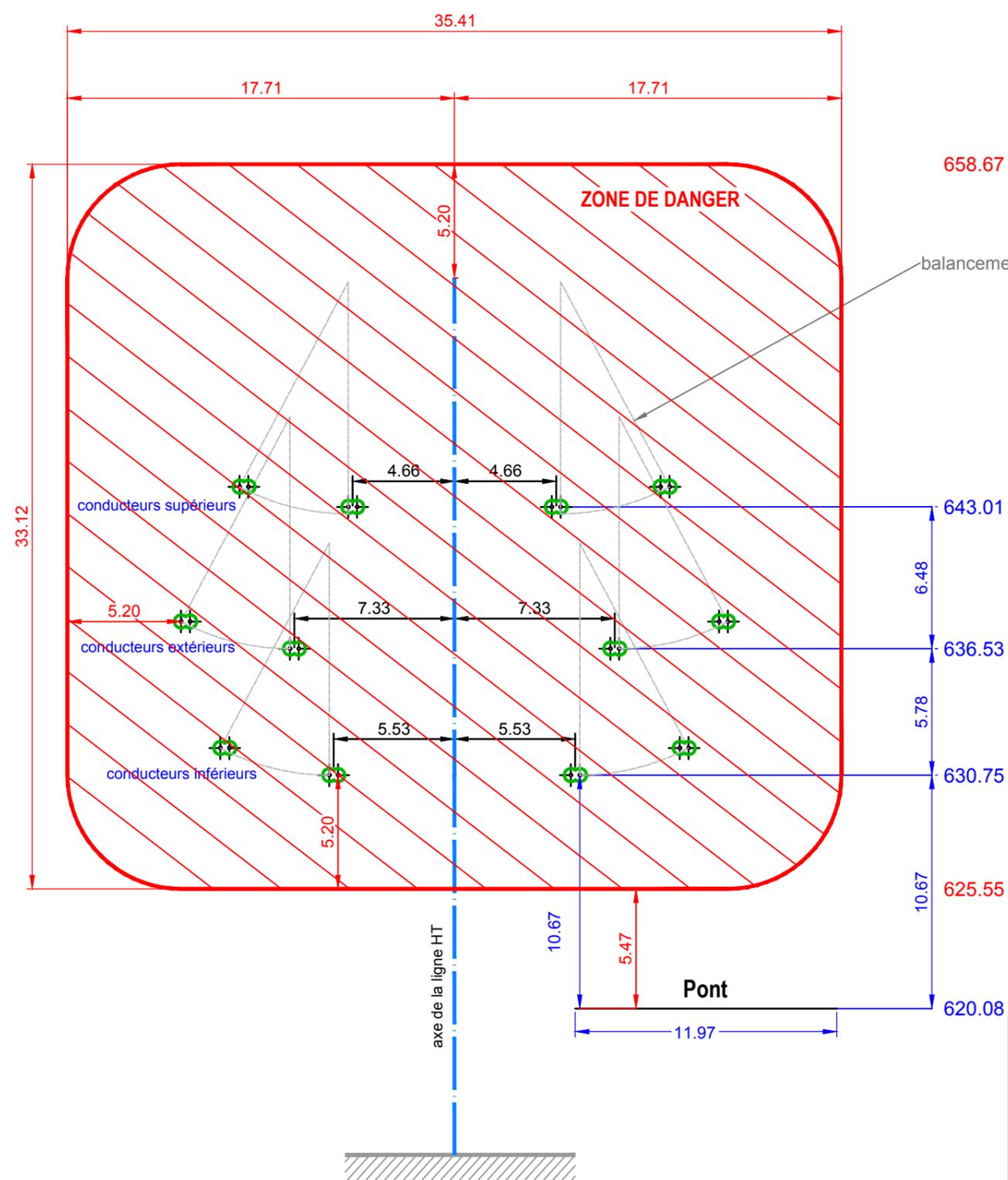


670.00
660.00
650.00
640.00
630.00
620.00
610.00
600.00
590.00

660.00
650.00
640.00
630.00
620.00
610.00
600.00
590.00



COUPE A-A



Ligne HT 220 kV Muehleberg - St-Triphon		Echelle coupe: 1:250	
Coupe AA Canton : Fribourg Commune : Marly Parcelle n° : 2004 Portée : pylônes n° 4-5 Requérant : IM Maggia Engineering SA Projet de construction d'un pont		Dessiné: 14.12.2018 DEFAD	Vu: 14.12.2018 BAMIC
		N° : TR1570 CS 68000153-20	002

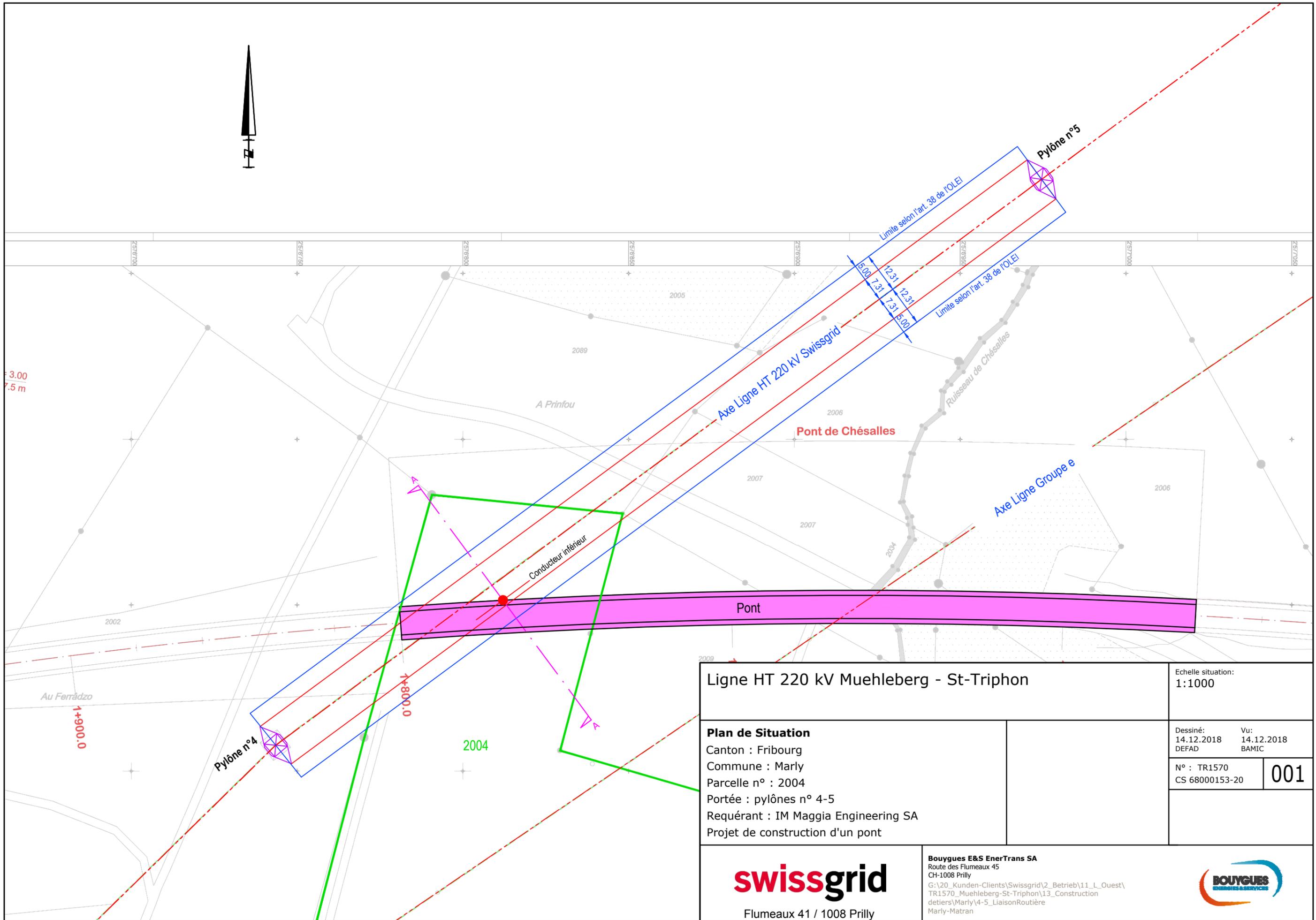
swissgrid

Flumeaux 41 / 1008 Prilly

Bouygues E&S EnerTrans SA
 Route des Flumeaux 45
 CH-1008 Prilly

G:\20_Kunden-Clientswissgrid2_Betrieb11_L_Ouest
 TR1570_Muehleberg-St-Triphon13_Construction
 detiersMarly4-5_LiaisonRoutière Marly-Matran/





Ligne HT 220 kV Muehleberg - St-Triphon		Echelle situation: 1:1000	
Plan de Situation Canton : Fribourg Commune : Marly Parcelle n° : 2004 Portée : pylônes n° 4-5 Requérant : IM Maggia Engineering SA Projet de construction d'un pont		Dessiné: 14.12.2018 DEFAD	Vu: 14.12.2018 BAMIC
N° : TR1570 CS 68000153-20		001	

swissgrid

Flumeaux 41 / 1008 Prilly

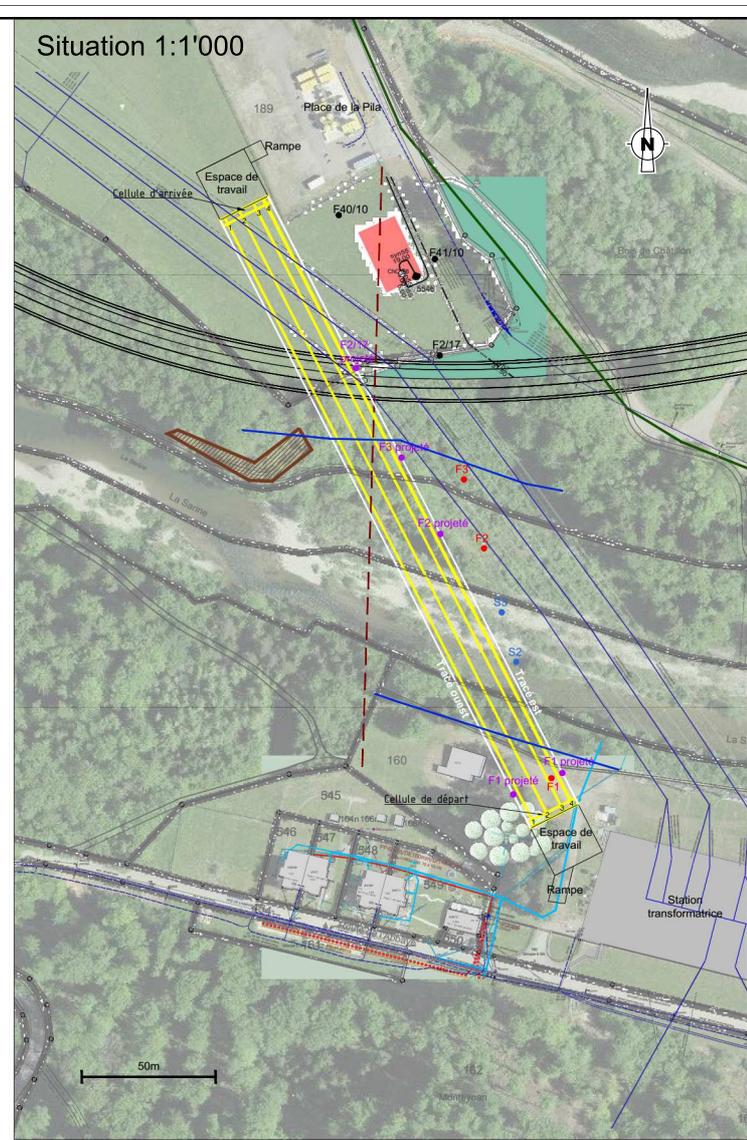
Bouygues E&S EnerTrans SA
Route des Flumeaux 45
CH-1008 Prilly
G:\20_Kunden-Clients\Swissgrid\2_Betrieb\11_L_Ouest\TR1570_Muehleberg-St-Triphon\13_Construction detiers\Marly\4-5_LiaisonRoutiere Marly-Matran



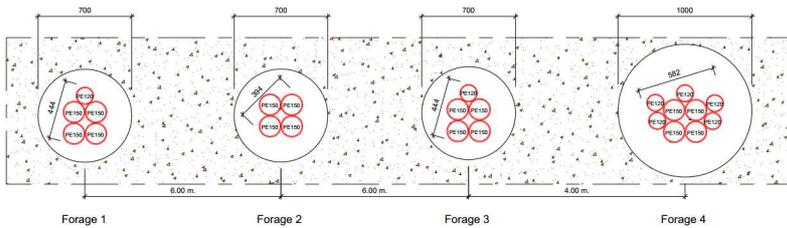
Légende

- Limite approximative de la décharge de la Pila
- Limite de la zone alluviale
- - - Faille (emplacement approximatif selon carte géol. ; pendage et direction inconnus)
- Forages dirigés
- Réseau d'eaux claires
- Réseau Swisscom
- Réseau Groupe E
- Forages réalisés
- Anciens forages
- Mesures géomètre dans Sarine
- Forages projetés
- Site archéologique

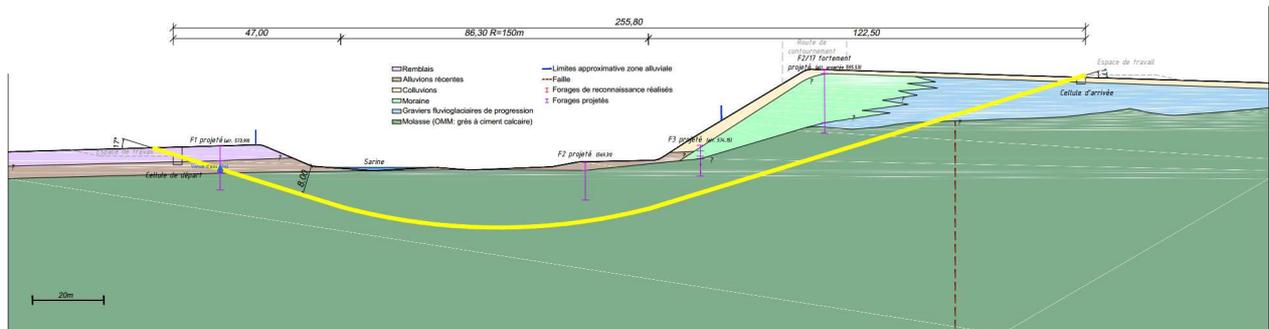
Situation 1:1'000



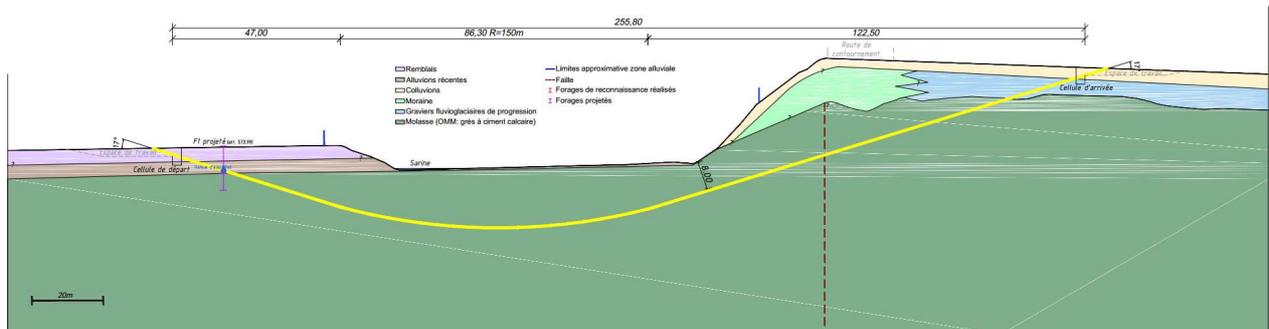
Coupe forages 1:20



Profil tracé Est 1:750



Profil tracé Ouest 1:750



Annexe 2

Commune d'Hauterive
Forages dirigés sous la Sarine

Situation, coupe et profils
Échelle : 1:20/750/1000

CSD INGENIEURS+

Dessiné	AZE	N° du mandat	Format
Contrôlé	KBO	FR04800.100	A1
Date	23.04.2019		594X840MM

CSD INGENIEURS SA
Jo-Siffert 4
CH-Givisiez

t +41 26 460 74 74
f +41 26 460 74 79
e fribourg@csd.ch

LISTE DES EMPRISES/ LANDERWERBSLISTE

Axe/ Achse 1250 Marly - Matran, PR/ BP 0 à 350
Marly et Hauterive, nouvelle liaison routière Marly - Matran
PCAM 10712

Emma*
 04.12.2020

J:\F_STRAB\2016\INF_180023_Marly-Matran\4_PLAN\43_BAU\PingLanderwerb\601fd_Liste_des_emprises.xlsx\Avec Logo SPC

Art.	Commune	Propriétaire(s)	Surface cadastrale	Emprise définitive Def. Landerwerb [m ²]	Emprise provisoire Prov. Landerwerb [m ²]	Surface solde	Servitude [M]
Art.	Commune	Eigentümer	Kataster- fläche [m2]	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	Saldo- fläche [m2]	Dienstbarkeit
905	Marly	Sous La Crausaz SA	2'053	35	251	2'018	Canalisation DN 500, L=21m
169	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	26'054	2'582	5'159	23'472	Passage à pied et pour tout véhicule: 1'175 m ² Canalisation DN 500, L=100m
325	Marly	Fenaco Genossenschaft	11'225	432	412	10'793	
168	Marly	Paroisse de Marly	43'542	241	282	43'301	
2248	Marly	MacWester Invest SA	1'438	99	174	1'339	
2314	Marly	MacWester Invest SA	2'457	35	219	2'422	
2221	Marly	MacWester Invest SA	1'652	444	262	1'208	
2222	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	3'752	3'154	393	598	
2315	Marly	Short-Immo SA	2'369	0	40	2'369	
2126	Marly	PPE 2126: Gilg et Cotting S.A. en liquidation, carrosserie de la Patinoire S.à.r.l., Fragnière Bertrand Louis, Z Immobilier Management SA	1'913	13	146	1'900	
591	Marly	Gasser et Baiutti SA	8'000	0	154	8'000	
2234	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	4'000	3'224	565	776	
195	Marly	Corinne Bulliard	3'001	465	296	2'536	
1621	Marly	Commune de Marly (Ebénisterie M. Bovet S.A., succession O. Longchamp)	2'284	0	253	2'284	
1622	Marly	Commune de Marly (Cne de Marly)	3'821	1'224	366	2'597	
1623	Marly	Commune de Marly (Nabil Awais)	4'922	551	239	4'371	
194	Marly	Commune de Marly	135'500	1'278	1'334	134'222	
926	Marly	Nabil Awais	4'389	440	233	3'949	
927	Marly	Nabil Awais	3'342	350	200	2'992	
928	Marly	Garage M. Zimmermann SA	3'007	290	196	2'717	
1684	Marly	Commune de Marly (Société de développement de Marly et environs)	1'531	999	424	532	Canalisation DN 300, L=9m
190	Marly	Commune de Marly	48'351	6'759	2'968	41'592	Passage à pied et pour tout véhicule: 765 m ² Canalisation DN 300, L=19m
1255	Marly	Etat de Fribourg	71'791	503	697	71'288	
191	Marly	Dominique Schorderet	30'690	1'822	2'265	28'868	Passage à pied et pour tout véhicule: 455 m ²
1253	Marly	Dominique Schorderet	27'610	6'747	4'858	20'863	
1252	Marly	Etat de Fribourg	69'715	0	129	69'715	
208	Marly	Société de tir de Marly	872	369	171	503	Passage à pied et pour tout véhicule: 32 m ²
1254	Marly	Etat de Fribourg	5'050	2'019	1'146	3'031	
2070	Marly	Erwin Haeni	22'921	164	290	22'757	
2069	Marly	Schwab Philippe	6'523	853	633	5'670	
2099	Marly	Schwab Pierre	15'757	1'859	1'520	13'898	
2079	Marly	Erwin Haeni	138'368	3'599	4'044	134'769	
2078	Marly	Maurice Horner	14'941	2'123	1'474	12'818	
2006	Marly	Dominique Schorderet	12'490	1'696	1'211	10'794	Canalisation DN 250, L=3m
2010	Marly	Amicale cynologique de Marly	19'680	1'230	590	18'450	Passage à pied et pour tout véhicule: 559 m ² Canalisation DN 250, L=44m
2070	Marly	Haeni Erwin	22'921	0	198	22'921	

LISTE DES EMPRISES/ LANDERWERBSLISTE

Axe/ Achse 1250 Marly - Matran, PR/ BP 0 à 350
Marly et Hauterive, nouvelle liaison routière Marly - Matran
PCAM 10712

Emma+
04.12.2020

J:\F_STRAB\2018\INF_180023_Marly-Matran\4_PLAN\43_BAUP\Ing\Landerwerb\601fd_Liste_des_emprises.xlsx\Avec Logo SPC

Art.	Commune	Propriétaire(s)	Surface cadastrale	Emprise définitive Def. Landerwerb [m ²]	Emprise provisoire Prov. Landerwerb [m ²]	Surface solde	Servitude [M]
Art.	Commune	Eigentümer	Kataster- fläche [m2]	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	Saldo- fläche [m2]	Dienstbarkeit
1615	Marly	Commune de Marly	2'341	0	5	2'341	
2034	Marly	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	1'705	57	12	1'648	
2008	Marly	Amicale cynologique de Marly	1'222	92	75	1'130	
2007	Marly	Horner Maurice, Horner Patricia	3'618	1'310	429	2'308	
2009	Marly	Horner Maurice	5'700	1'061	359	4'639	
2004	Marly	Dousse Georges	38'258	1'443	485	36'815	
2002	Marly	Albert et Marcel Brügger	35'858	2'808	1'187	33'050	
2056	Marly	Georges Dousse	35'829	2'193	1'325	33'636	
2055	Marly	Nicolas Pierre Mory	11'411	263	916	11'148	
2054	Marly	Dominique Schorderet	6'473	1'196	1'262	5'277	
2053	Marly	Dousse Georges	55'040	4'910	1'891	50'130	
1251	Marly	Groupe E SA	11'523	1'127	184	10'396	
2320	Marly	Commune de Marly	2'686	93	143	2'593	
1190	Marly	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la faune	41'056	833	596	40'223	
1115	Marly	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	224'935	920	289	224'015	
213	Hauterive	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	34'952	951	282	34'001	
188	Hauterive	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la faune	63'398	10'085	4'361	53'313	Canalisation DN 315, L=352 m
190	Hauterive	Etat de Fribourg, Département des bâtiments	72'962	0	0	72'962	Passage à pied et pour tout véhicule: 5'332 m ²
244	Hauterive	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la faune	16'922	0	264	16'922	
189	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	41'299	2'039	1'350	39'260	Passage à pied et pour tout véhicule: 971 m ² ; Canalisation DN 315, L=48 m
186	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	29'724	1'768	700	27'956	
187	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	151'347	15'573	11'723	135'774	1217 m ²
171	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	84'696	26	948	84'670	
192	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	103'535	628	1'088	102'907	
157	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	168'179	1'264	1'479	166'915	29 m ²
177	Hauterive	Commune de Hauterive	397	1	80	396	
1248	Marly	Herren Manfred	6'306	0	302	6'306	
1249	Marly	Herren Dominique David	64'025	0	4'055	64'025	
2044	Marly	Groupe E SA	66'055	0	1'738	66'055	
			2'159'384	96'240	71'320	2'063'144	
				100%	100%		

Remarque : les surfaces d'emprises indiquées dans ce tableau sont approximatives !

Bemerkung : Sämtliche Landerwerbsflächen auf dieser Tabelle sind annähernde Flächen !