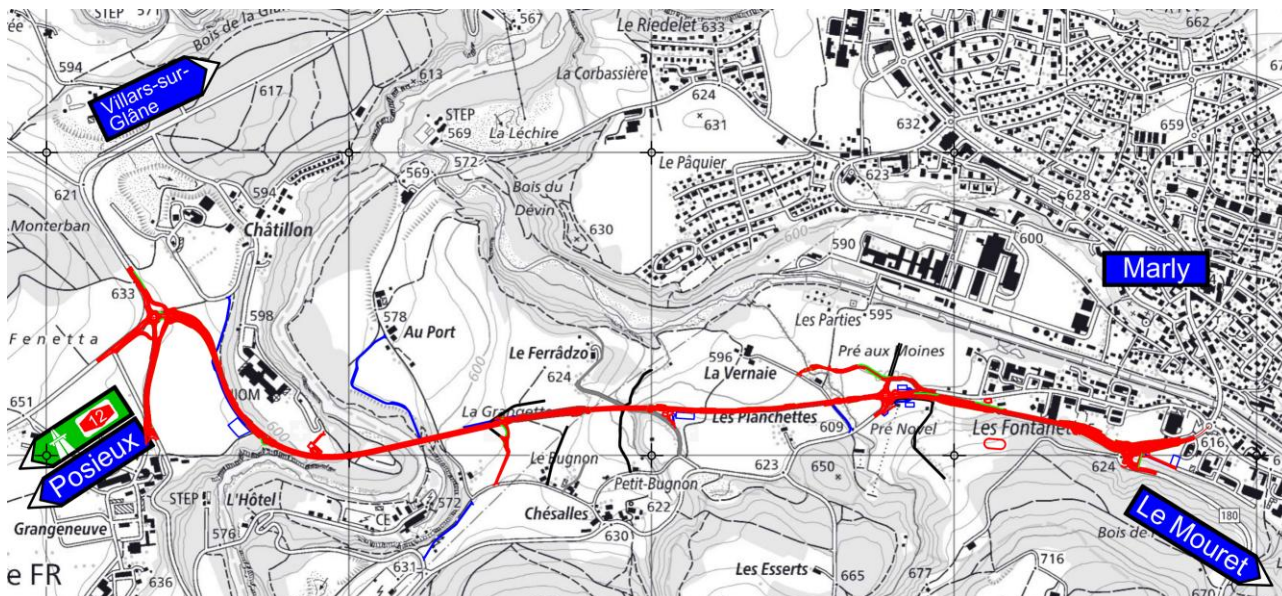




Fribourg, le 29.04.2026

Rapport technique du projet routier 33: Procédure de demande d'autorisation – Enquête publique complémentaire

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 29 AVRIL 2026 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	
29.04.26	Ceg / riam	Version enquête complémentaire	

Table de matières

1.	Projet d'ensemble	4
1.1	Enquête complémentaire.....	4
1.2	Résumé.....	4
1.3	Introduction.....	5
1.3.1	Organisation et structure du projet.....	5
1.3.2	Historique, justification et objectif(s) du projet	5
1.3.3	Données de base et contraintes	7
1.3.3.1	Trafic	7
1.3.3.2	Utilisateurs	11
1.3.3.3	Lignes à haute tension	12
1.3.3.4	Conduites existantes	14
1.3.3.5	Géologie	14
1.3.3.6	Environnement	15
1.3.3.7	Intégration paysagère et urbanistique	16
1.3.3.8	Convois exceptionnels.....	16
1.3.3.9	Site archéologique	17
1.3.3.10	Constructions existantes	17
1.3.3.11	Constructions futures.....	17
1.4	Conventions d'utilisation	18
1.5	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 de la Gérine	25
4.2	Mur de soutènement des Fontanettes aval.....	26
4.3	Mur de soutènement des Fontanettes amont	27
4.4	Mur de soutènement de la Comba.....	28
4.5	Pont du Copy.....	29
4.6	Pont de Vuisserens	30
4.7	Parois antibruit	31
4.8	Passage inférieur de Grangeneuve	32
4.9	Passage inférieur de la Crausa.....	33
5.	Signalisation et marquages.....	36
6.	Evacuation des eaux de surface.....	36
6.1	Analyse du traitement / rétention nécessaire	36
6.2	Dimensionnement du traitement / rétention	41
6.3	Dimensionnement des canalisations	46
6.4	Etude hydrologique	48
6.5	Ouvrages spéciaux	48

6.6	Mesures OPAM	48
6.7	Concept d'entretien pour les ouvrages de traitement	49
7.	Conduites industrielles, équipements électromécaniques (EM)	49
8.	Eclairage	50
8.1	Généralité	50
8.2	Carrefour de Crausa	50
8.3	Carrefour du Stand	51
8.4	Carrefour d'Hauterive	52
8.5	Pont d'Hauterive	52
9.	Plantations	52
10.	Dispositifs de retenue des véhicules	53
11.	Aménagements urbains, clôtures	53
12.	Intégration urbanistique et paysagère	53
13.	Environnement	53
13.1	Rapport d'impact environnemental (RIE)	53
13.2	Rapport de conformité avec l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)	53
13.3	Compensations environnementales	53
14.	Défrichements et reboisements	54
15.	Acquisitions de terrain	54
16.	Réalisation des travaux	55
16.1	Etapes de réalisation	55
16.2	Phases de travaux	55
16.3	Installations de chantier	55
16.4	Phases du trafic (Gestion de circulation)	56
16.4.1	Carrefour de la Crausa	56
16.4.2	Carrefour du Stand	56
16.4.3	Carrefour d'Hauterive	56
16.5	Programme général	56
17.	Procédures et approbation	56

1. Projet d'ensemble

1.1 Enquête complémentaire

Le projet a été mis à l'enquête en décembre 2020 sous le régime de la loi sur les routes (LR). La présente mise à l'enquête complémentaire reste soumise à cette même loi conformément à l'art. 208 de la loi sur la mobilité (RSF 780.1, LMob).

Dans le cadre de la présente procédure, seuls les éléments nouveaux ou modifiés sont susceptibles de faire l'objet d'une opposition.

1.2 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 29.00 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. Une bande cyclable est marquée dans les deux sens de circulation sur la nouvelle route de liaison entre les carrefours du Stand et d'Hauterive. 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.

1.3 Introduction

1.3.1 Organisation et structure du projet

La Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions (DAEC), [désormais Direction du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de l'environnement \(DIME\)](#), 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, [un passage inférieur pour la mobilité douce et les tracteurs à proximité du carrefour d'Hauterive](#) et un passage inférieur avec différents murs de soutènement à la Crausa.

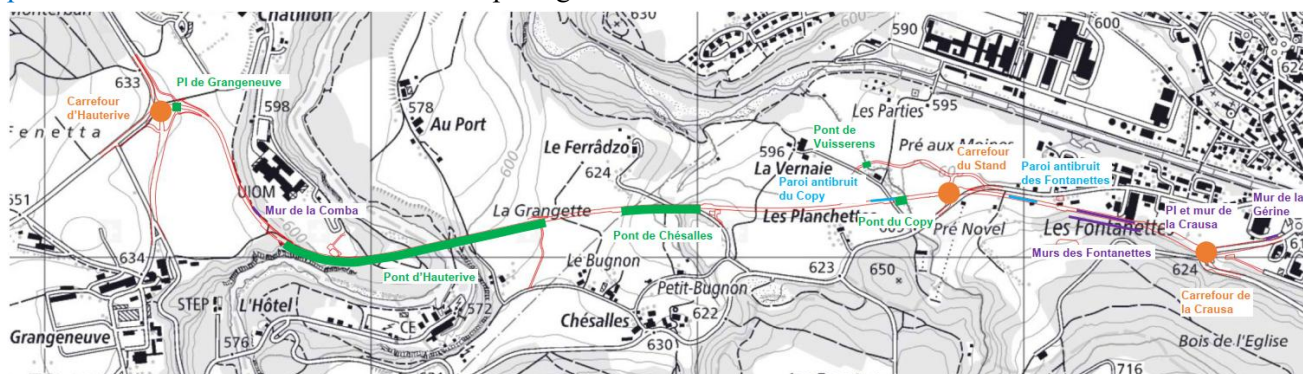


Figure 1 : Dénominations des ouvrages et des carrefours

1.3.2 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 [jusqu'en 2023](#)
- > [Le bureau Prona Romandie SA à Fribourg a été mandaté pour compléter l'étude d'impact environnementale dès 2024](#)
- > 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
- > [Le bureau WSP-BG Ingénieurs Conseils SA à Lausanne pour le projet d'éclairage](#)
- > [RGR SA à Lausanne pour les études de vérification des charges de trafic](#)
- > [Climate Services SA à Fribourg pour l'analyse d'impact climatique](#)

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. Cependant ils sont joints au projet routier pour information. Ils feront donc l'objet d'une demande d'autorisation ultérieure et séparée du projet routier.

1.3.3 Données de base et contraintes

1.3.3.1 Trafic

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

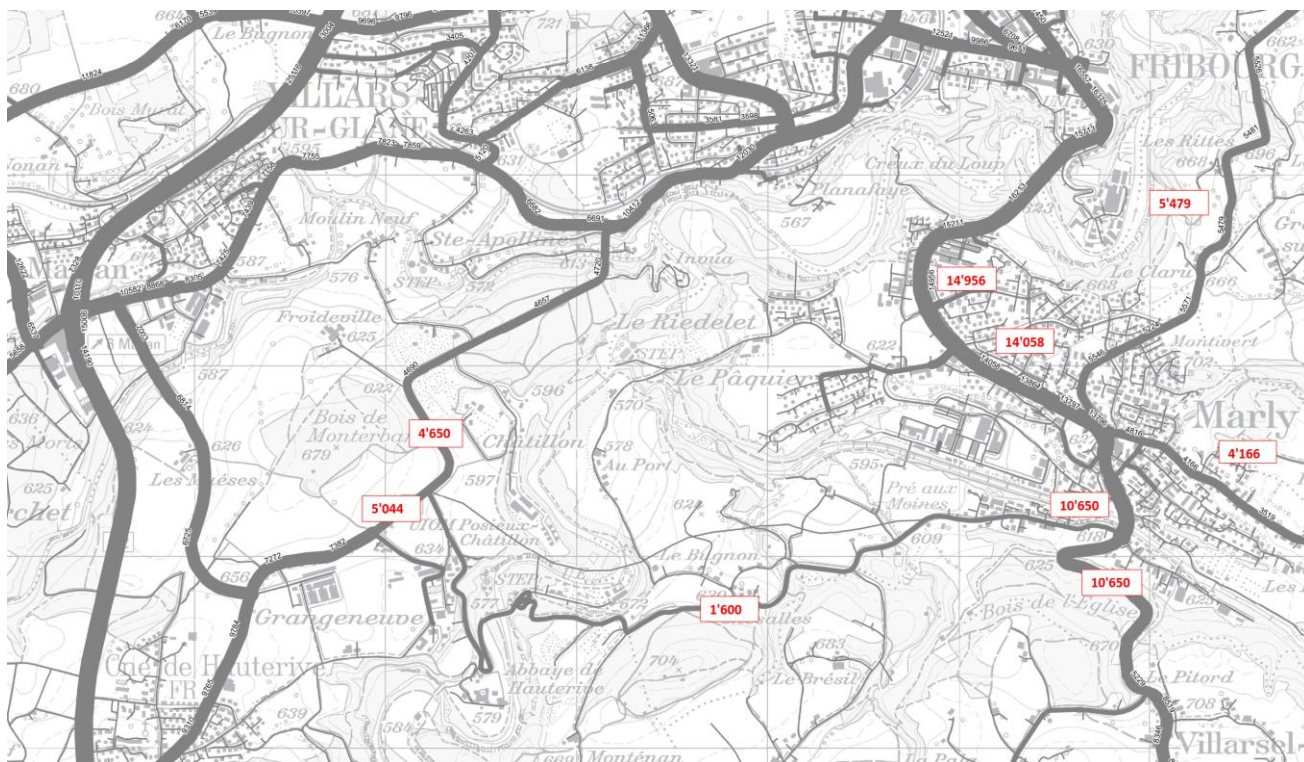


Figure 2: Données de trafic pour l'état actuel de 2020

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.

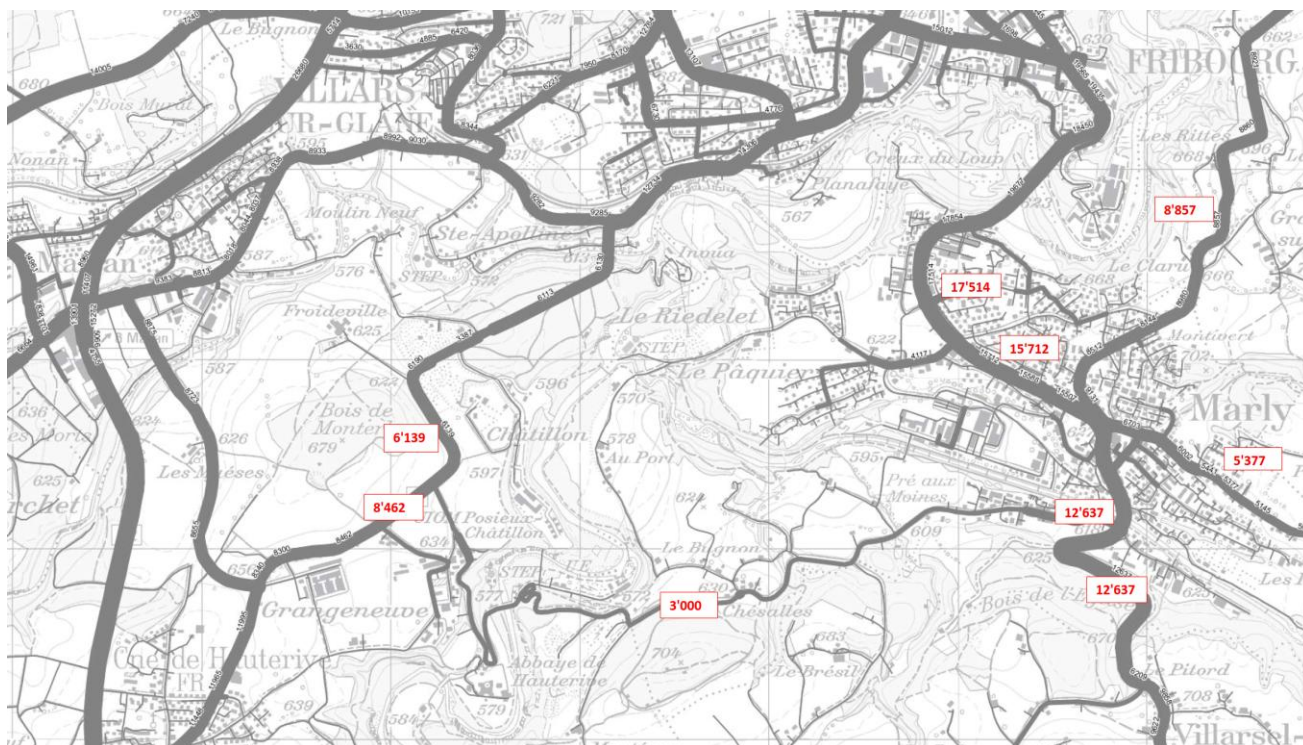


Figure 3: charges de trafic en 2030 sans la route de liaison Marly – Matran et sans considération de pôles de développement

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.

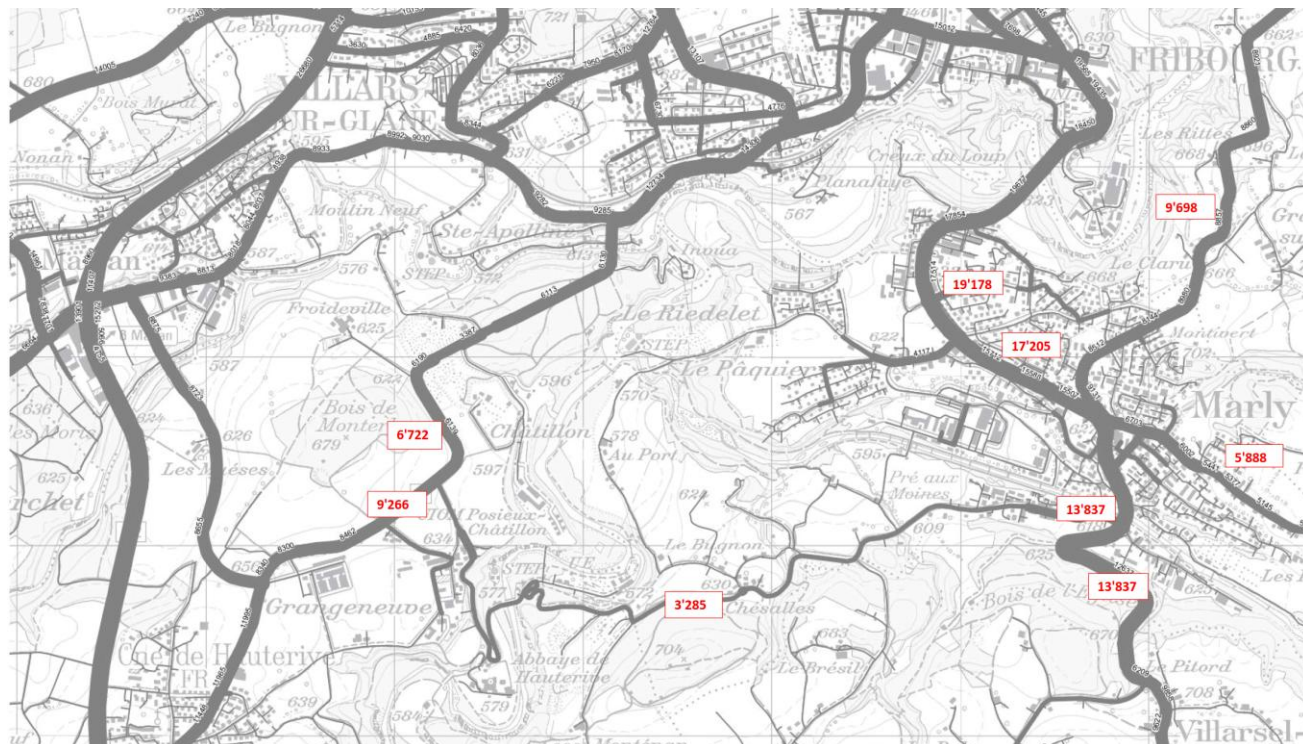


Figure 4: charges de trafic en 2040 sans la route de liaison Marly – Matran et sans considération de pôles de développement

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.

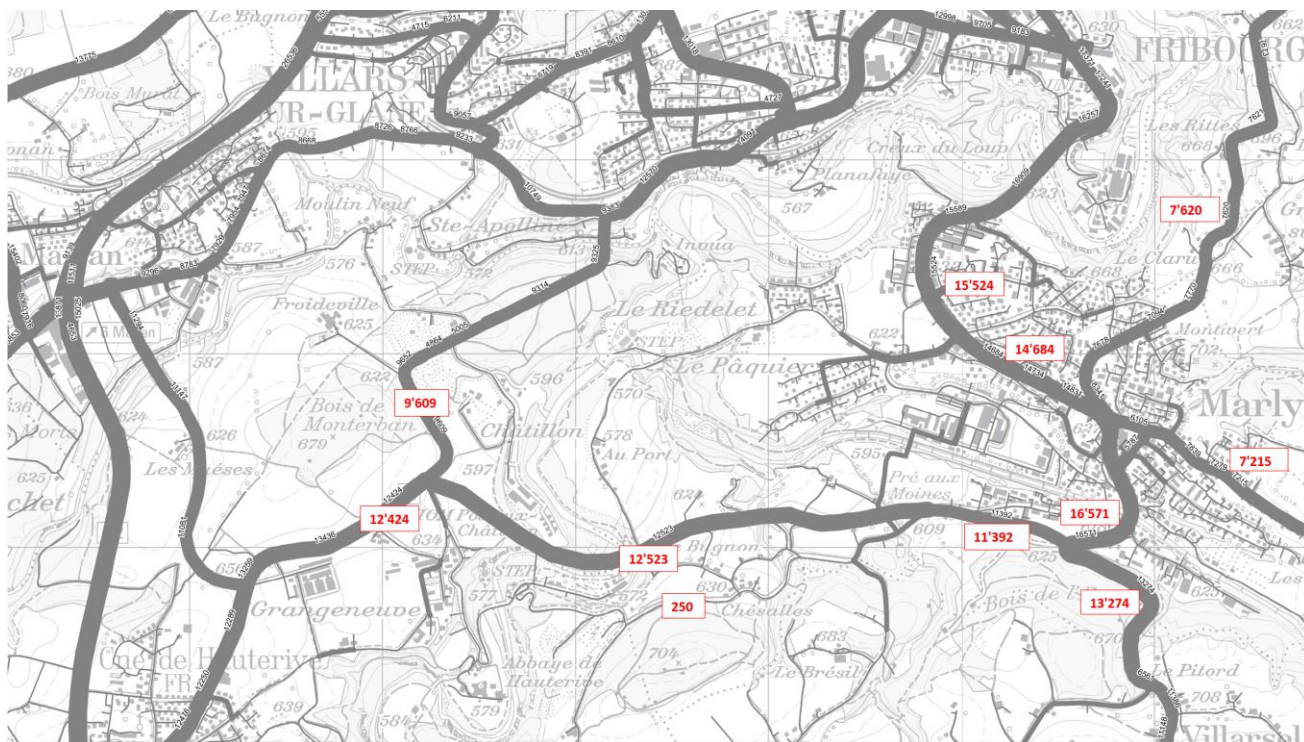


Figure 5: charges de trafic en 2030 avec la route de liaison Marly – Matran sans considération de pôles de développement

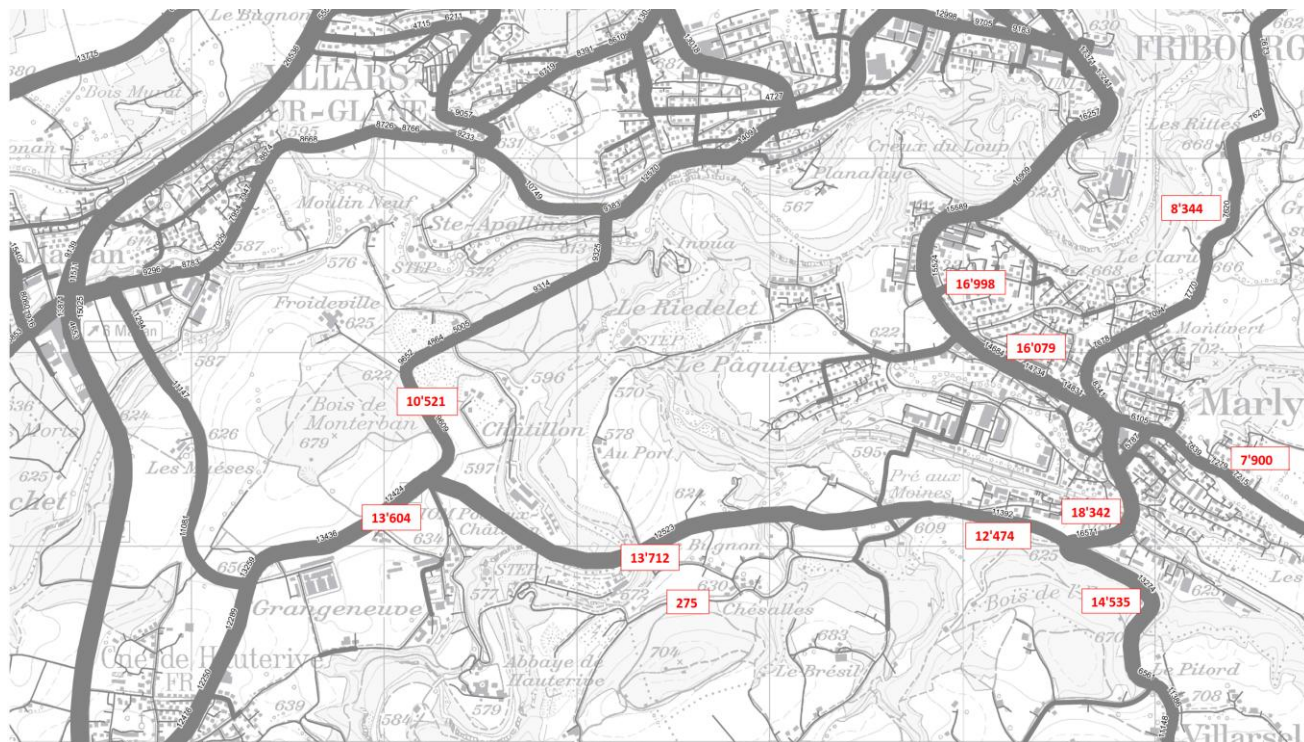


Figure 6: charges de trafic en 2040 avec la route de liaison Marly – Matran sans considération de pôles de développement

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%
		5'250 véh./j						
		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.

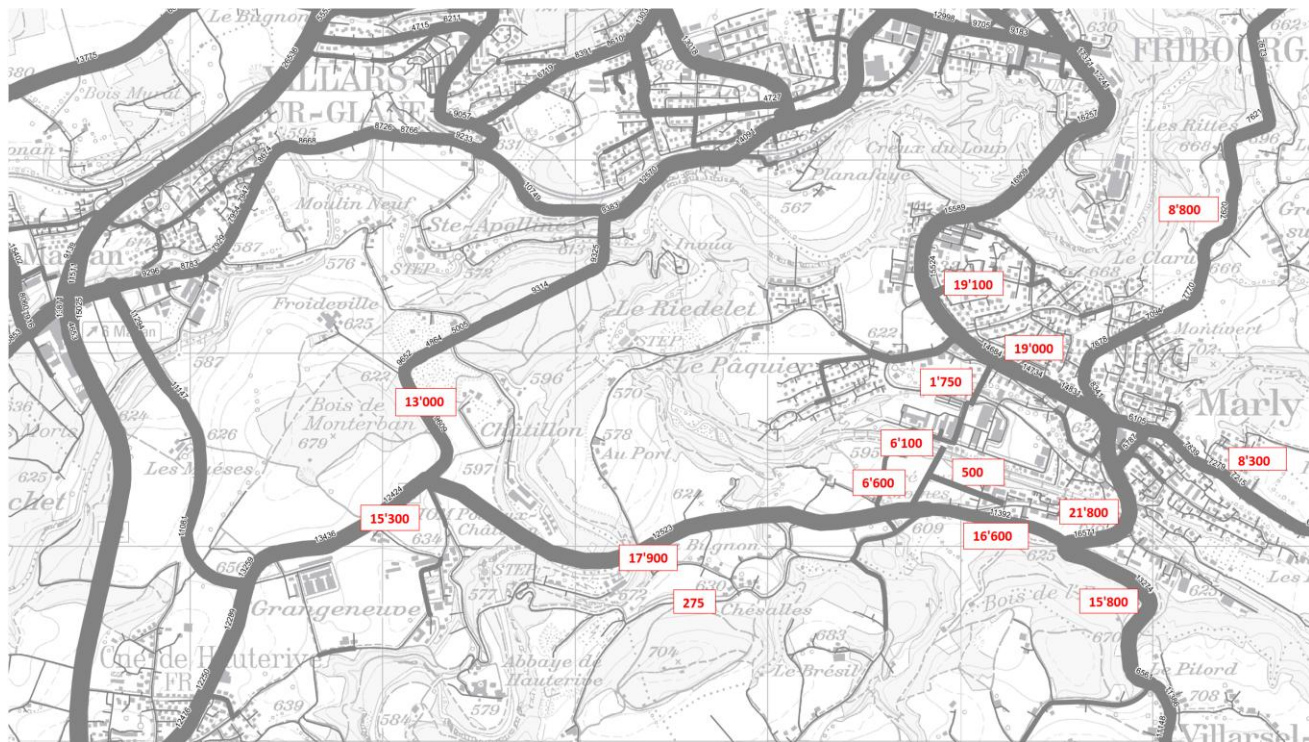


Figure 8: charges de trafic en 2040 avec la route de liaison Marly – Matran et réalisation des pôles de développement
Cet état 2040 sert au dimensionnement de la chaussée, des carrefours et des ouvrages d'art.

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.

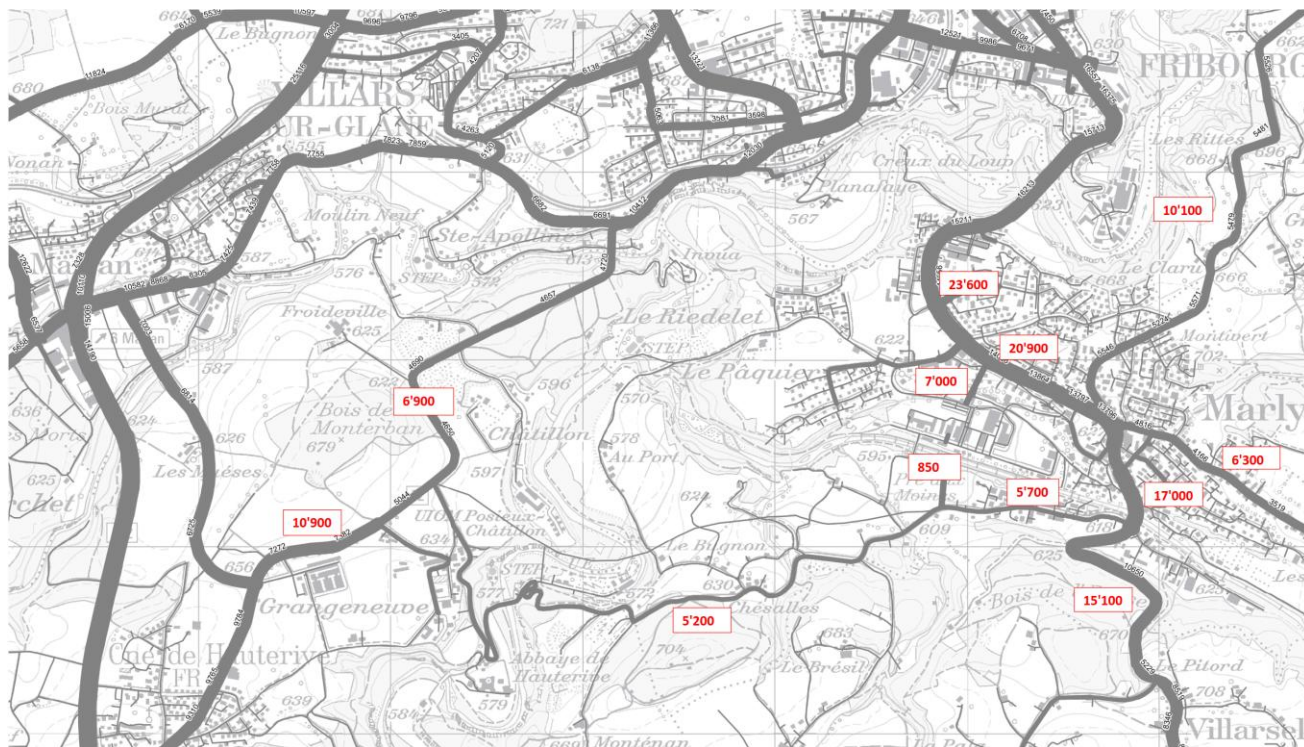


Figure 9: charges de trafic en 2040 sans la route de liaison Marly – Matran mais avec réalisation des pôles de développement

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.

1.3.3.2 Utilisateurs

L'axe 1250 « Marly-Matran » est ouvert à tous les types d'utilisateurs. Des bandes cyclables sont marquées dans les deux sens de circulation entre les carrefours du Stand et d'Hauterive tandis qu'une voie de mobilité douce bidirectionnelle est aménagée sur le pont d'Hauterive. L'itinéraire cyclable emprunte la route de Chésalles entre le carrefour du Stand et le giratoire de la Gérine. 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).

1.3.3.3 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.

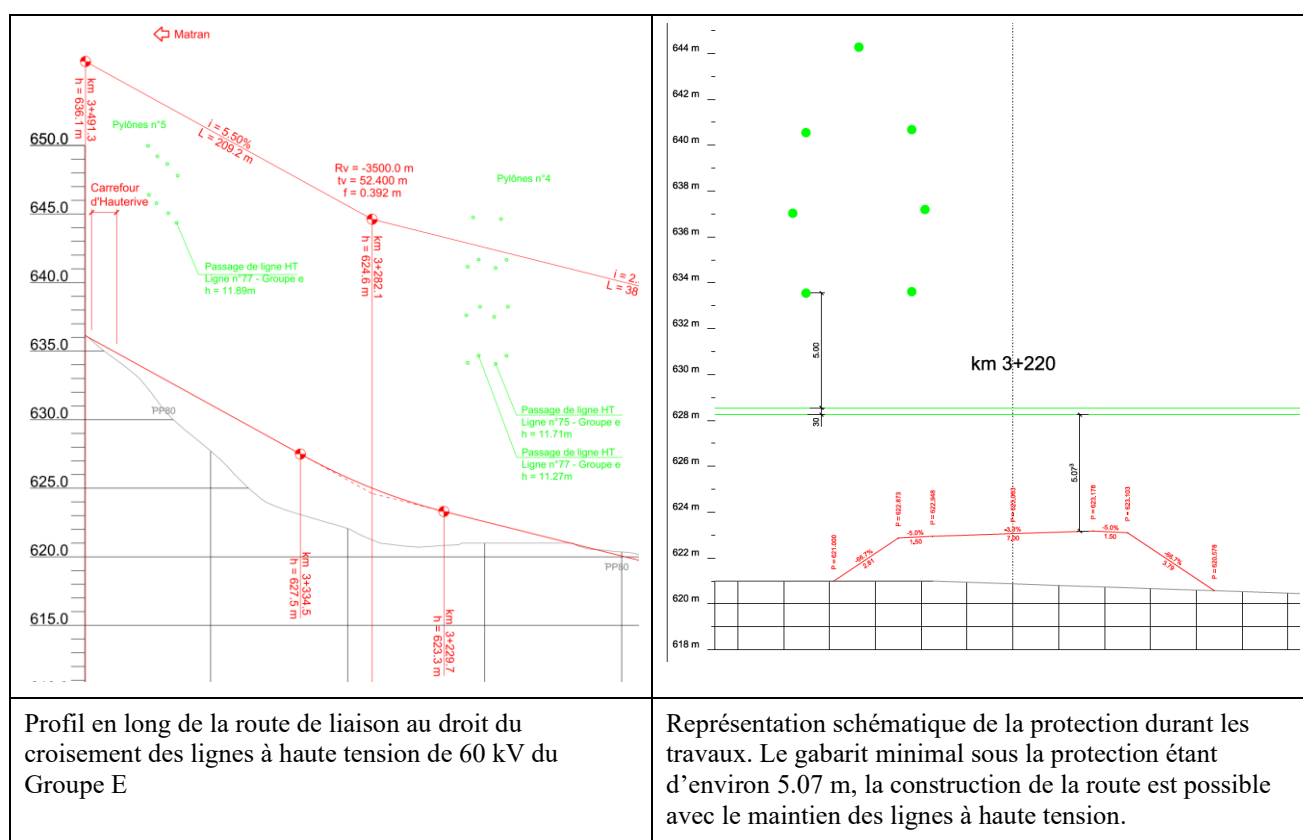


Figure 10 : Interaction entre la route de liaison et les lignes électriques existantes

- > 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.

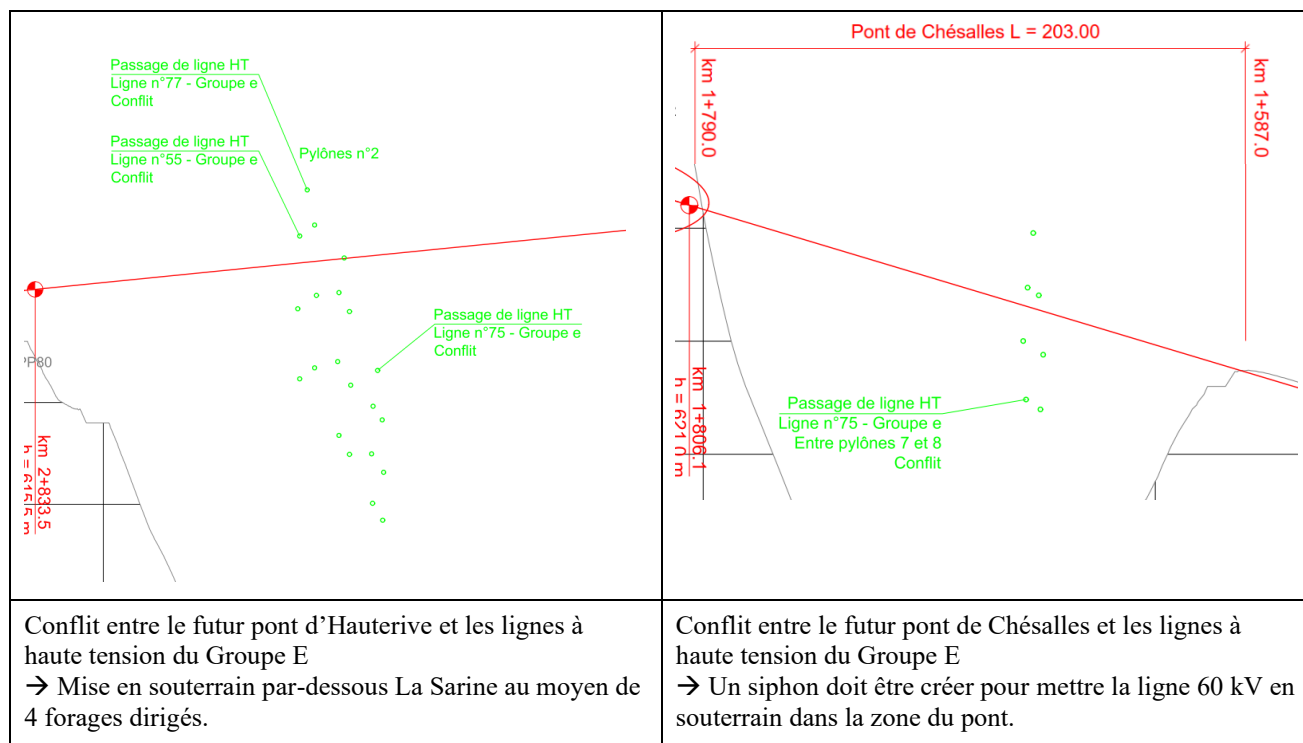


Figure 11 : représentation des conflits entre les lignes HT et les futurs ponts

- > 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.

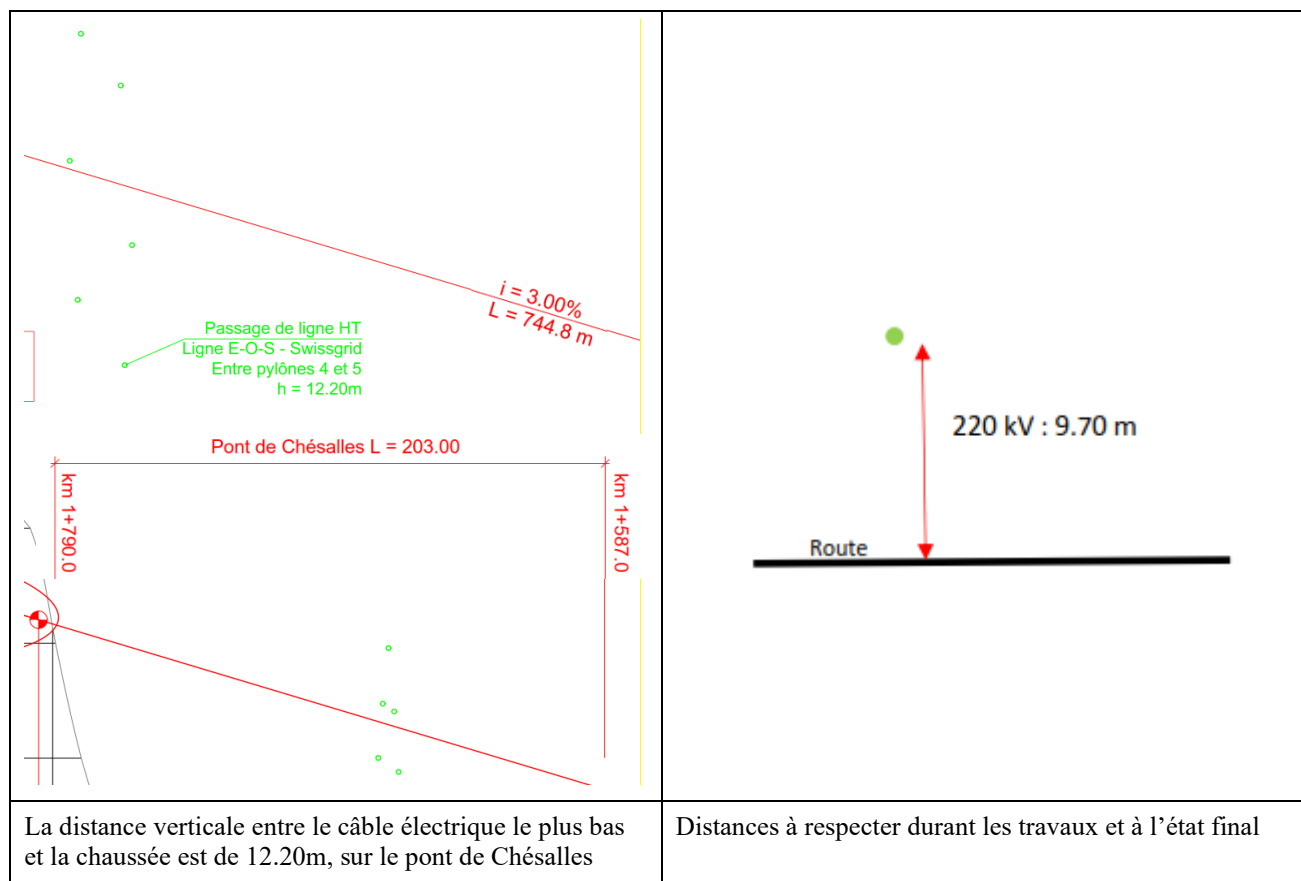


Figure 12: représentation des distances à respecter à l'état final et durant les travaux

1.3.3.4 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.

1.3.3.5 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.

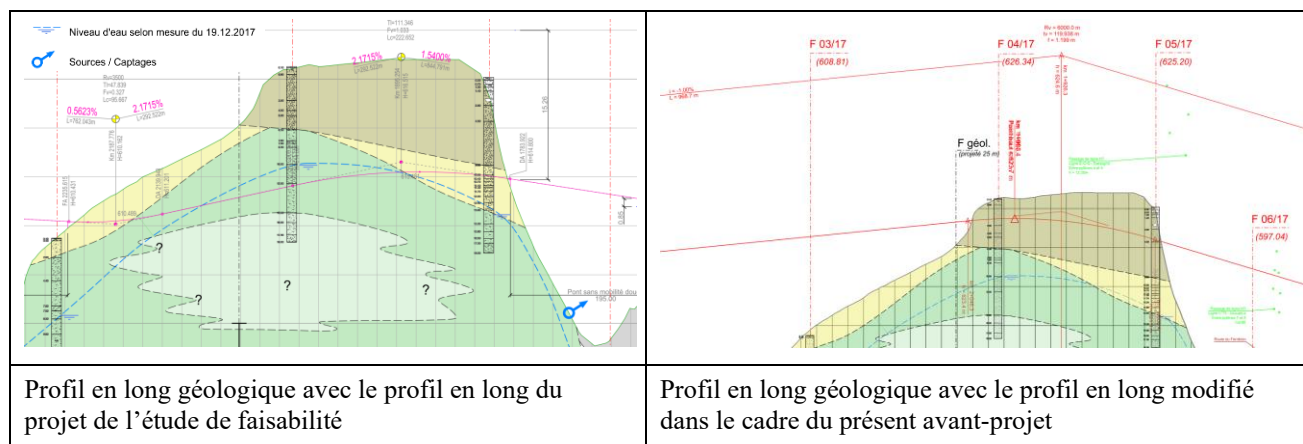


Figure 13 : Comparaison des profils en long géologiques entre l'étude de faisabilité et le projet mis à l'enquête

1.3.3.6 Environnement

Le SPC a mandaté le bureau Triform SA et le bureau PRONA Romandie 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 Ferrâdz » 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. Défrichement

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

1.3.3.7 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.

1.3.3.8 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)

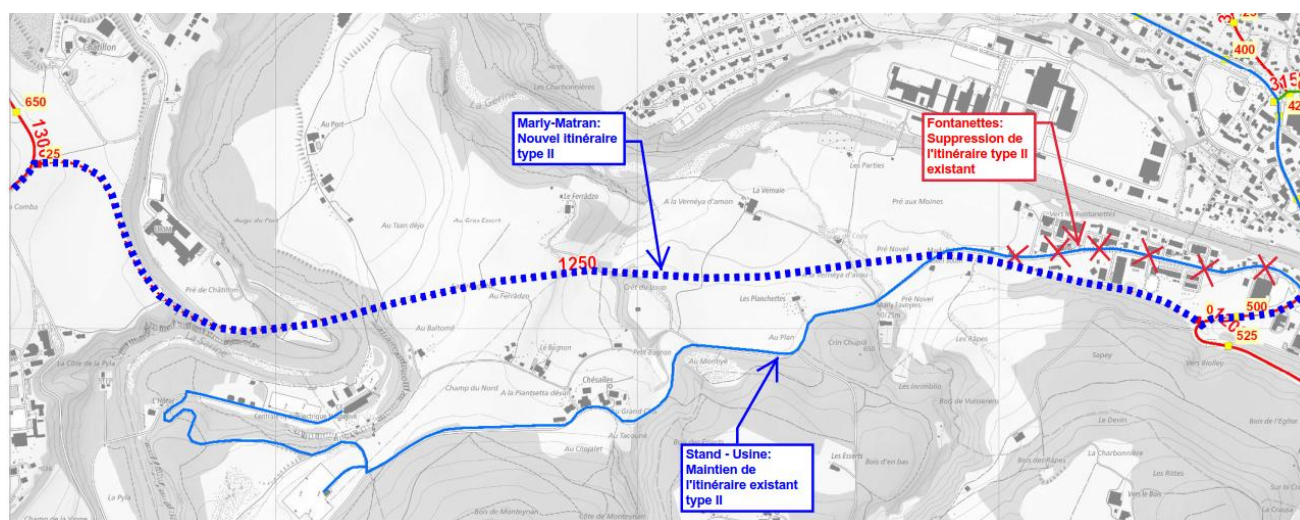


Figure 14 : Itinéraire de convoi exceptionnel avec la route de liaison Marly-Matran

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.

En sus il est nécessaire de garantir le passage des camions long-bois de manière sécuritaire au carrefour de Crausa pour la liaison Le Mouret – Rte de liaison dans les deux sens, au carrefour d'Hauterive dans les deux sens pour les liaisons Fribourg – Matran, Marly-Matran et Marly – Fribourg ainsi qu'au carrefour du Stand dans les deux sens pour la liaison Marly-Matran.

1.3.3.9 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.

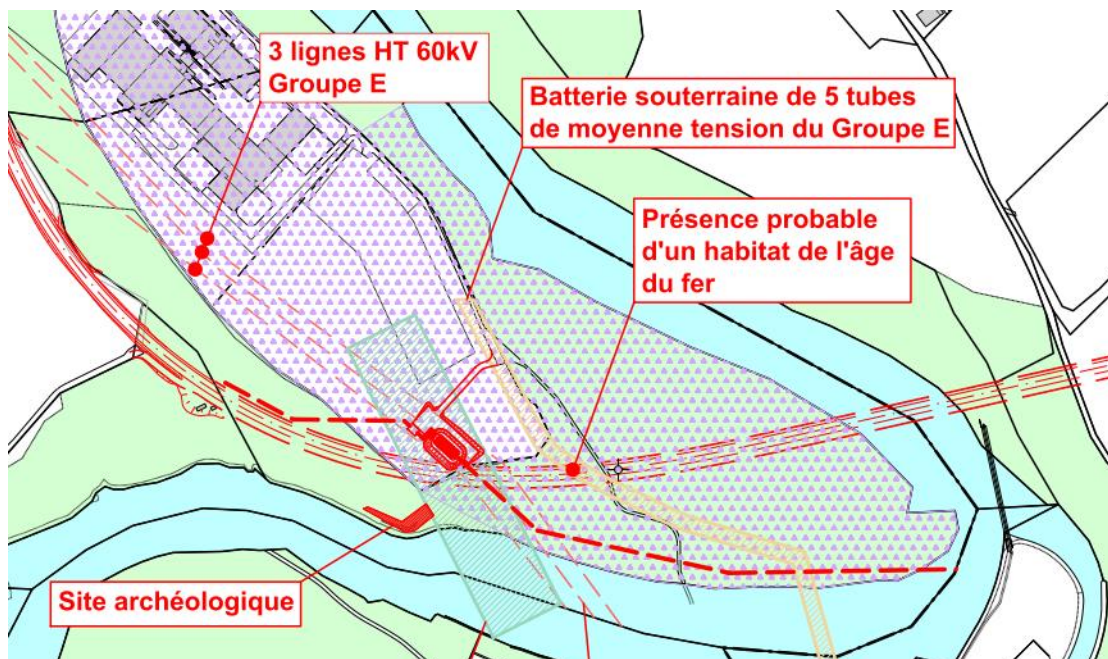


Figure 15 : Site archéologique à proximité du pont d'Hauterive

1.3.3.10 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.

1.3.3.11 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.

1.4 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 Vuisserens](#)
- > Le passage inférieur de la Crausa
- > Les parois antibruit des Fontanettes et du Copy
- > [Le mur de soutènement de la Gérine](#)
- > [Le passage inférieur de Grangeneuve](#)

1.5 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 50km/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. *Entre les carrefours du Stand et d'Hauterive, les voies de circulation sont réduites à 3.00 m tandis qu'une bande cyclable de 1.50 est ajoutée dans les deux sens de circulation. La chaussée présente ainsi une largeur totale de 9.00 m. Les accotements sont réduits à 80 cm. Sur le pont du Copy et sur le PI de Grangeneuve, les bandes cyclables ont une largeur de 2.40 m.*

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

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



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 [avec et sans bandes cyclables](#)
- > Route en remblais [avec et sans bandes cyclables](#)
- > 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. [De plus une zone carrossable est aménagée aux carrefours du Stand et d'Hauterive sur une partie de l'îlot central pour le passage des transports exceptionnels et des camions longs-bois.](#) Les viabilités de ces deux types de convois sont représentées dans le cahier de plan « Viabilité des carrefours » (pièce 2407).

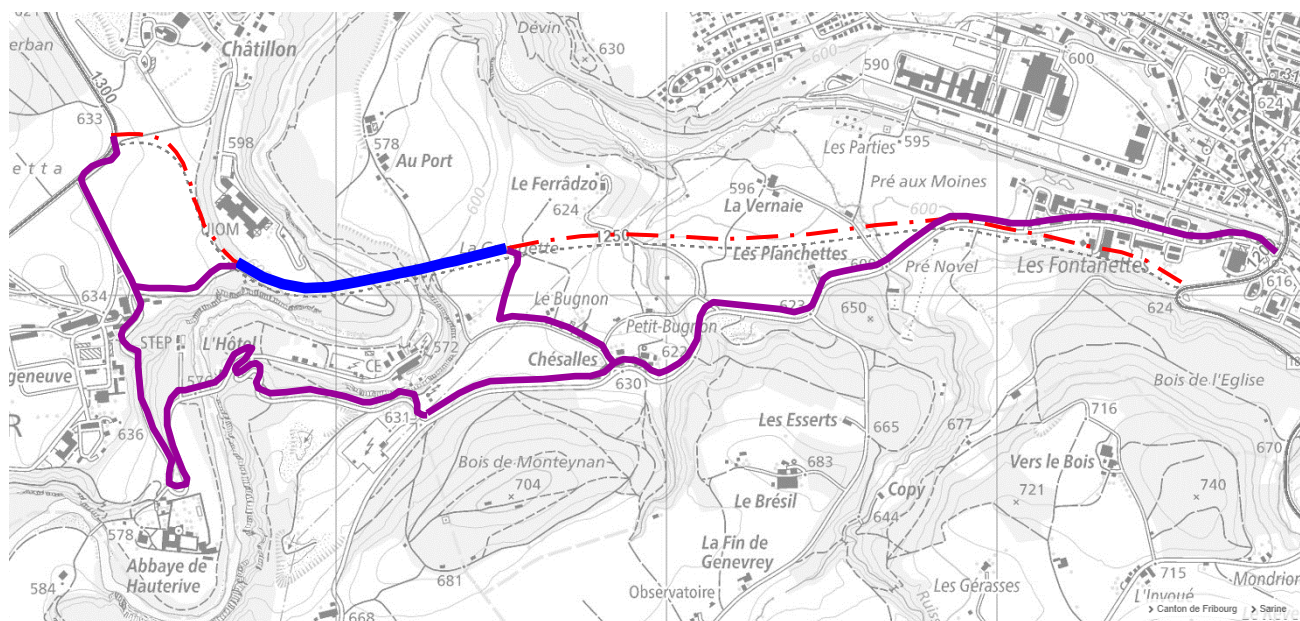
Les distances de visibilité dictées par les normes VSS ont été contrôlées à tous les carrefours et sont respectées. La géométrie impérative du profil en long du passage inférieur du carrefour de la Crausa a nécessité que la vitesse légale pratiquée sur ce tronçon soit abaissée à 50 km/h pour que les 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 [de loisir](#) 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 de 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 4.5 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 **de loisir MD**.



— Pont d'Hauterive, piste mixte bidirectionnelle de 4.5 m de largeur (côté sud)

— Itinéraires mobilité douce hors du pont d'Hauterive

Figure 16 : Itinéraires mobilité douce

Pour le trafic cycliste pendulaire, une bande cyclable est marquée dans les deux sens de circulation entre les carrefours du Stand et d'Hauterive.

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

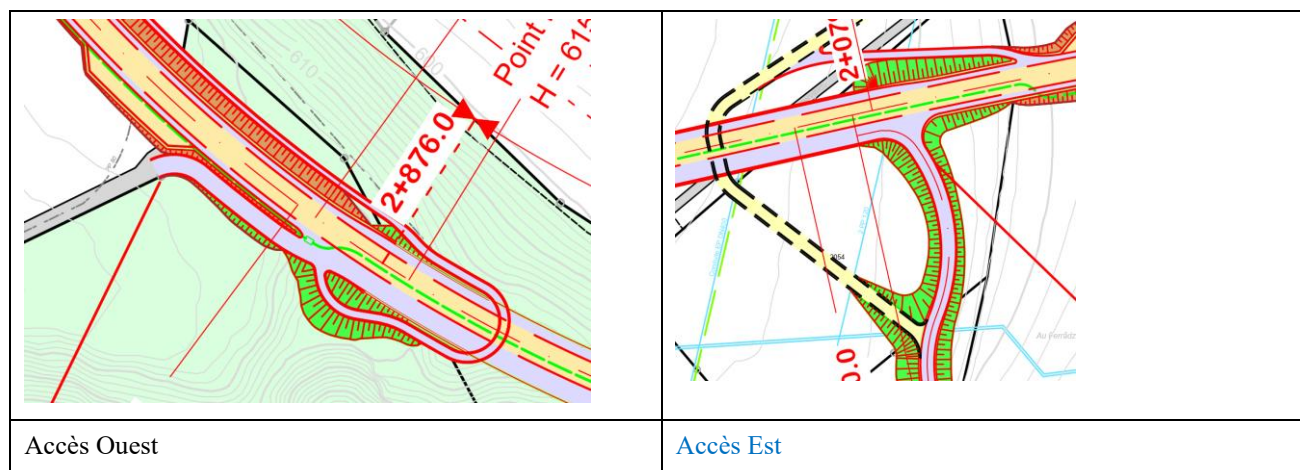


Figure 17 : Principes de raccordement de la MD au pont d'Hauterive

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, des rampes pour cyclistes sont aménagées vers une piste en site propre avec un passage inférieur sous la route de liaison. Cette piste est prolongée en direction d'Agroscope respectivement vers la route cantonale en direction de Posieux ainsi que vers Fribourg.

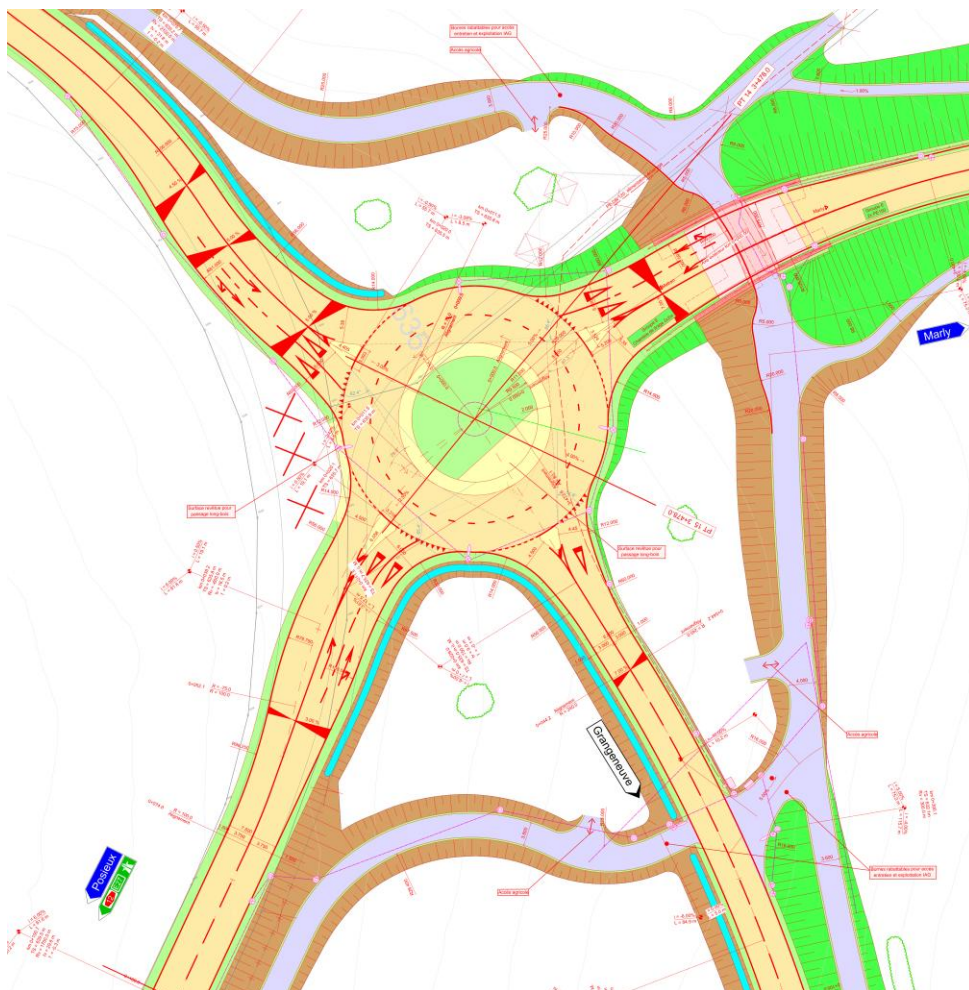


Figure 19 : Bypass cycliste au carrefour d'Hauterive

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.

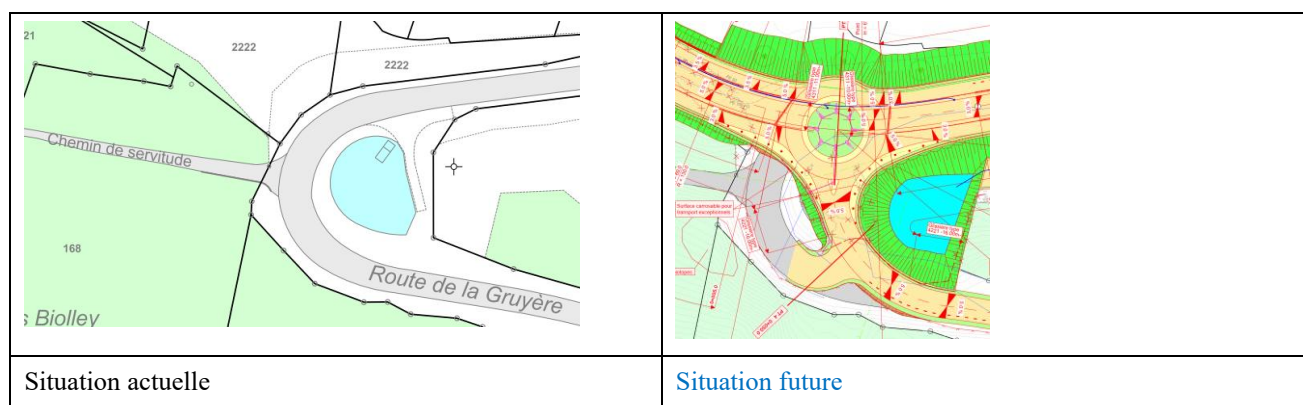


Figure 20 : Adaptation du raccord de la route secondaire à la route cantonale

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.

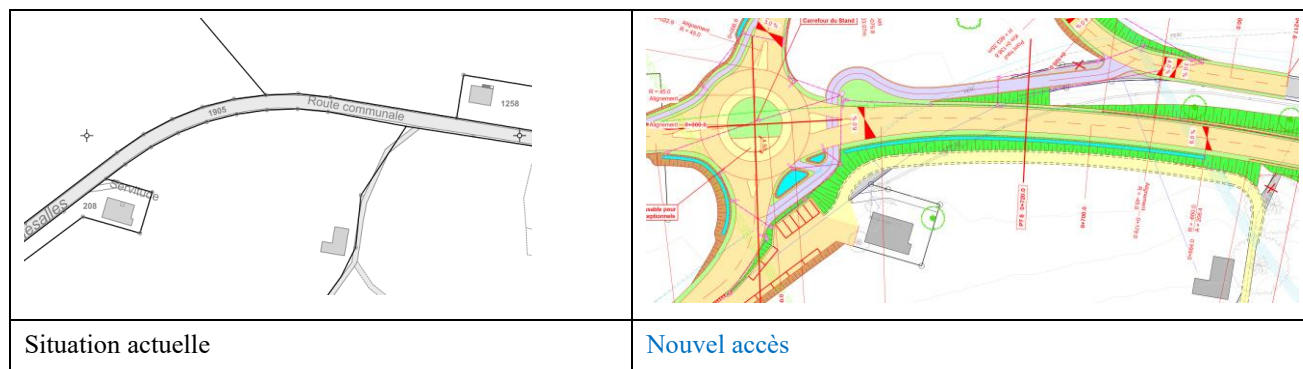


Figure 21 : Adaptation du raccord de la route secondaire à la route cantonale

Le chemin de Vuisserens 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 Vuisserens 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 Pré-aux-Moines.

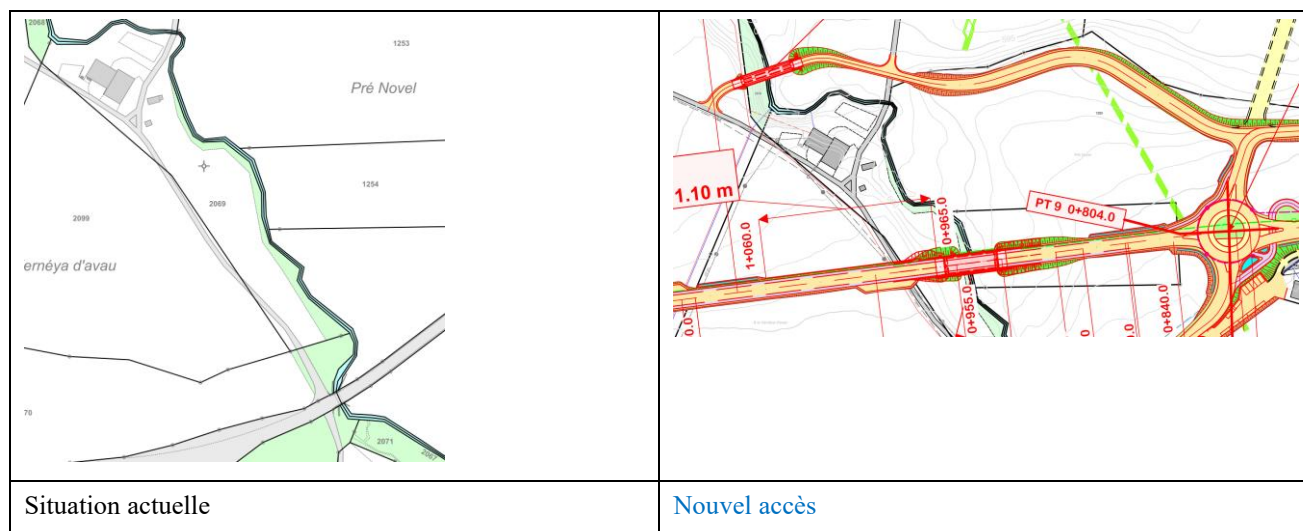


Figure 22 : Adaptation du tracé du chemin de Vuisserens par la construction d'une nouvelle route

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

En raison du risque de tassement, ce mur sera réalisé au début des travaux afin de permettre que les tassements principaux aient lieu avant la finalisation de la route.

4.2 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.

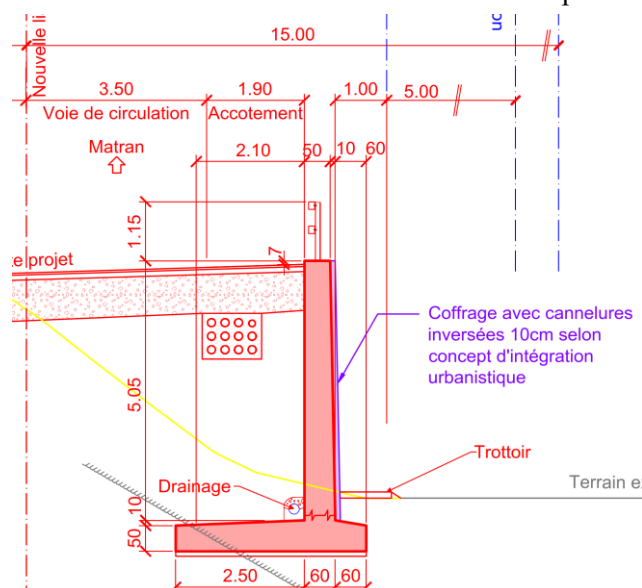


Figure 24: Section type du mur des Fontanettes aval avec fondation superficielle

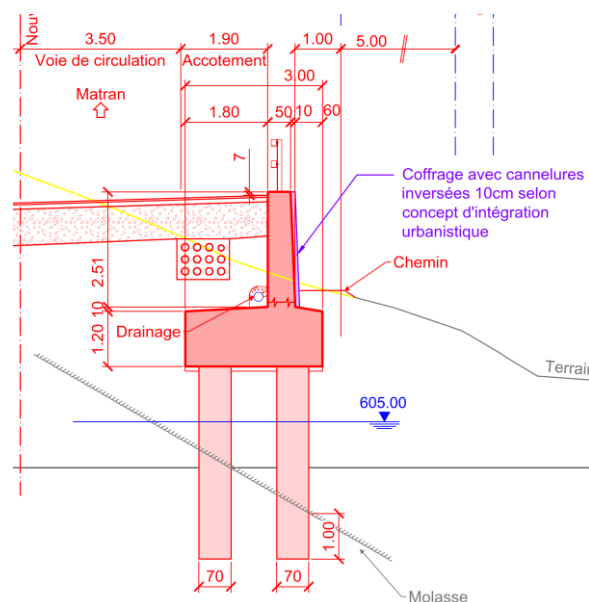


Figure 25: Section type du mur des Fontanettes aval avec semelle fondée sur pieux

Etapes 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.

4.3 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.

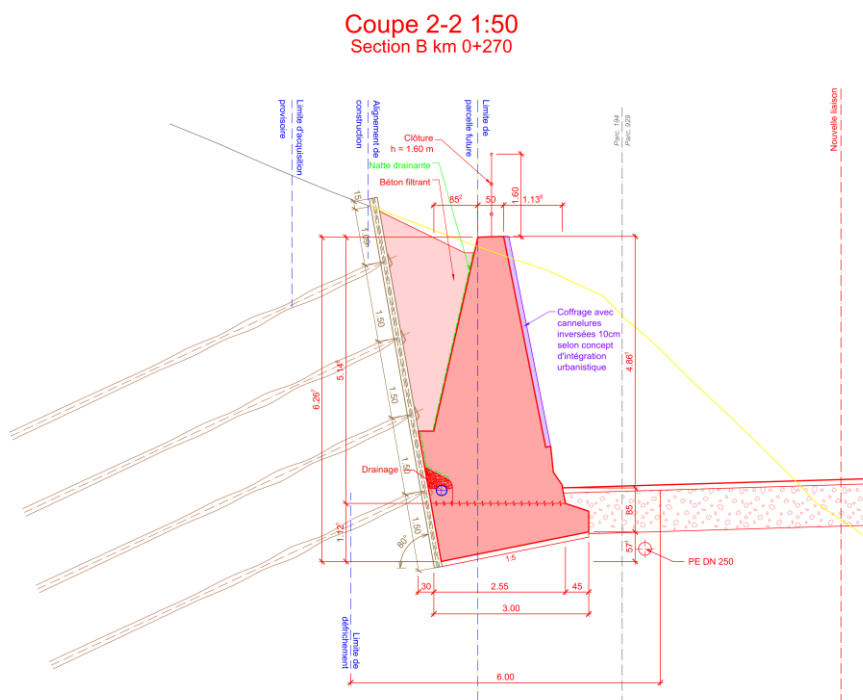


Figure 26: Section type du mur des Fontanettes amont

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.

4.4 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 compacts. 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.

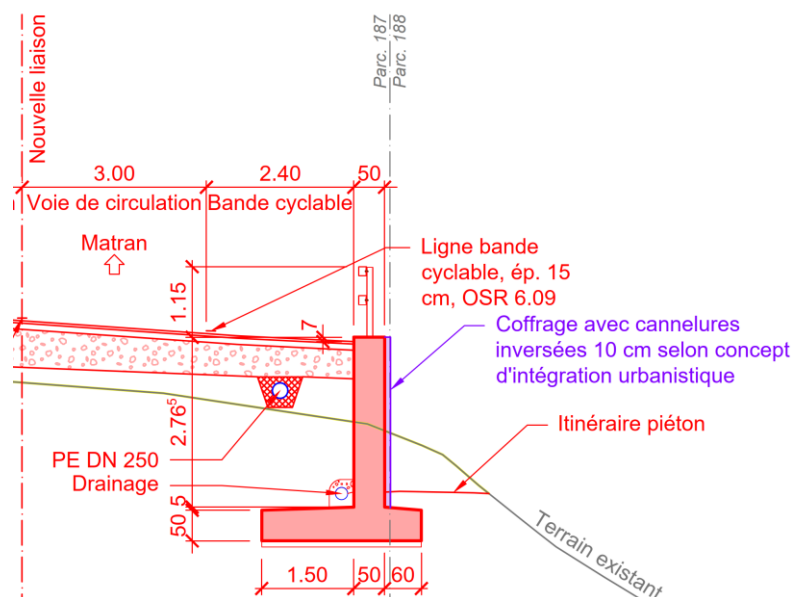


Figure 27: Section type du mur de la Comba

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.

4.5 Pont du Copy

Le pont du Copy se trouve au km 0+947 de la nouvelle route de liaison entre Marly et Matran. Il permet à la route de franchir le ruisseau du Copy ainsi que le passage de grande faune.

La portée de l'ouvrage de 27.6 m est fixée par la limite de construction liée à l'espace réservé aux eaux du ruisseau du Copy (largeur libre 26.8m) - celui-ci sera réaménagé avant la construction du pont. La hauteur libre sous l'ouvrage est de 3.5m à partir du lit du ruisseau pour permettre le passage de la faune. D'autres conditions liées à la hauteur libre pour le ruisseau du Copy (voir convention d'utilisation) doivent être respectées mais le critère déterminant est celui du passage de la faune.

Le pont du Copy est un ouvrage en béton armé précontraint type intégral. La section est une dalle pleine avec des porte-à-faux. La hauteur de la section est de 1.10m. Elle comporte des parapets qui sont identiques à ceux des ponts de Chésalles et de Hauterive. Un système de précontrainte longitudinal est prévue en raison de la hauteur de section limitée par les points fixes. L'ouvrage est fondé sur pieux. Ceux-ci sont placés sur une seule rangée afin d'avoir un système souple nécessaire au concept intégral de l'ouvrage.

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 du Copy](#) ;
- > [Pont du Copy – plan d'ensemble](#).

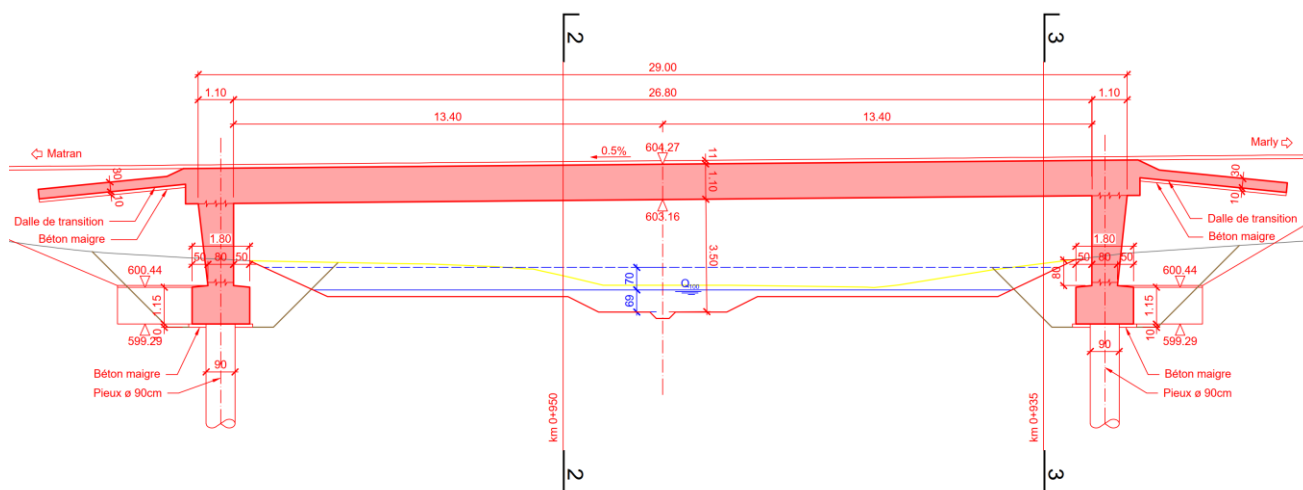


Figure 28: Coupe à l'axe du pont du Copy

Etapes principales de la construction du pont du Copy :

- > Construction des pieux ;
- > Excavation et construction des semelles y c. recépage des pieux ;
- > Construction des murs de culées et des murs d'aile ;
- > Construction du tablier sur cintre ;
- > Remblayage des culées ;
- > Construction des dalles de transition ;
- > Pose de l'étanchéité et du revêtement.

4.6 Pont de Vuisserens

Le tracé de l'actuel chemin de Vuisserens est interrompu par la nouvelle liaison routière Marly-Matran. Il sera ainsi dévié et son nouveau tracé franchit le ruisseau du Copy. Le franchissement se fait par le pont de Vuisserens qui est un pont intégral en béton armé précontraint.

Différentes couches géologiques dont l'emplacement exact n'est pas connu se trouvent dans la zone du pont de Vuisserens. Des alluvions sont présents sur chaque versant du ruisseau du Copy. Des dépôts fluvioglaciaires et glaciolacustres se trouvent également dans la zone. En dessous de ces couches se trouve de la molasse. Afin de connaître la position et les propriétés des couches géologiques importantes sur chaque versant du ruisseau du Copy, une étude complémentaire doit être réalisée avec des sondages sur place.

La portée de l'ouvrage de 28.5m est fixée par la limite de construction liée à l'espace réservé aux eaux du ruisseau du Copy (largeur libre 27m) - celui-ci sera réaménagé avant la construction du pont. La hauteur libre sous l'ouvrage est d'environ 4.6m à partir du lit du ruisseau ce qui permet le passage de la faune (≥ 3.5 m). D'autres conditions liées à la hauteur libre pour le ruisseau du Copy (voir convention d'utilisation) doivent être respectées mais le critère déterminant est celui du passage de la faune.

Le pont de Vuisserens est un ouvrage en béton armé précontraint type intégral d'une portée de 28.5m. Il s'agit d'une section massive avec des porte-à-faux. La hauteur de la section est de 1.5m avec des bordures de 35cm de largeur. Un système de précontrainte longitudinal est prévue en raison de la longueur de franchissement. Le pont est fondé sur pieux. Ceux-ci sont placés sur une seule rangée afin d'avoir un système souple nécessaire au concept intégral de l'ouvrage.

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 Vuisserens](#) ;
- > [Pont de Vuisserens – plan d'ensemble](#).

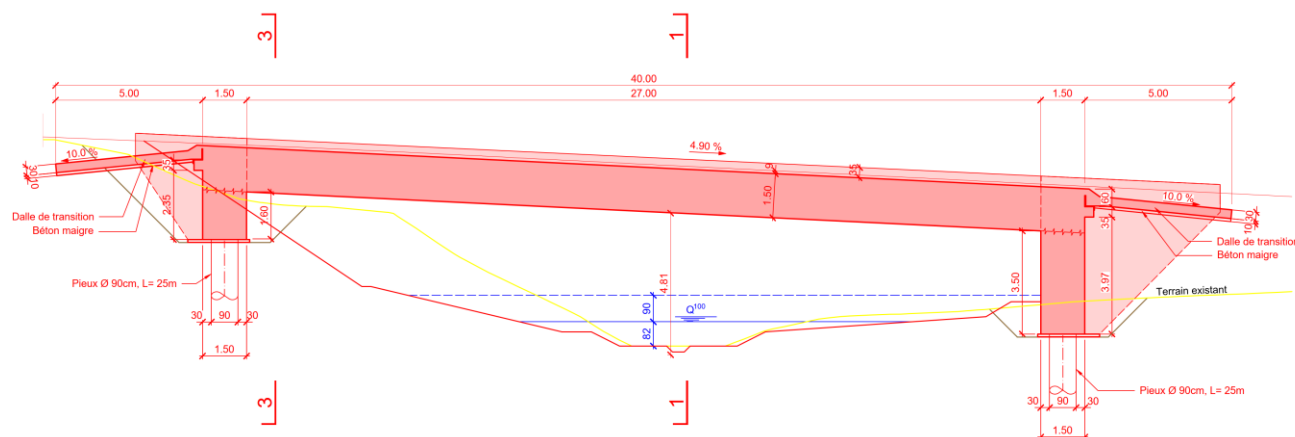


Figure 29: Coupe à l'axe du pont de Vuisserens

Etapes principales de la construction du pont de Vuisserens:

- > Construction des pieux ;
- > Excavation et construction des semelles y c. recépage des pieux ;
- > Construction des murs de culées et des murs d'aile ;
- > Construction du tablier sur cintre ;
- > Remblayage des culées ;
- > Construction des dalles de transition ;
- > Pose de l'étanchéité et du revêtement.

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.

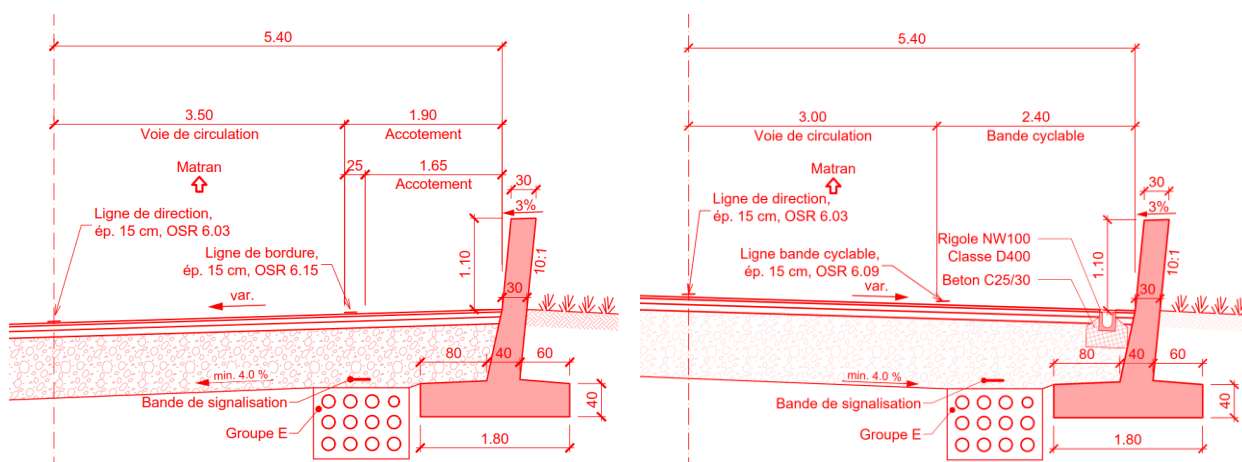


Figure 30: Coupe type des parois antibruit (à gauche km 0+520 – 0+620 et à droite km 0+965 – 1.060)

4.8 Passage inférieur de Grangeneuve

Le passage inférieur de Grangeneuve se trouve au km 3+330 de la nouvelle route de liaison entre Marly et Matran. Il permet à la nouvelle liaison de franchir une route agricole. L'ouvrage fait également partie du concept de mobilité douce qui sera aménagé entre Villars-sur-Glâne et Posieux. Le passage de la route agricole et de l'itinéraire mobilité douce se fait perpendiculairement à l'axe de la nouvelle liaison. Le profil en long de celle-ci ne présente pas une contrainte car il peut être adapté.

Des dépôts fluvioglaciaires sont présents dans la zone du passage inférieur. En dessous se trouve de la molasse. La fondation superficielle du PI s'appuie ainsi sur les dépôts fluvioglaciaires qui sont compacts.

Le PI Grangeneuve est un ouvrage en béton armé type cadre avec une portée de 4.60m. L'ouvrage est intégral et sa section est une dalle pleine de 50cm d'épaisseur. L'ouvrage a une largeur d'environ 13m et est fondé superficiellement. Des drainages sont prévus au pied des murs. Ceux-ci seront planifiés en détail lors des phases ultérieures du projet. Au vu de la faible surface de l'ouvrage, il n'y a pas de système d'évacuation des eaux sur le PI.

Cet ouvrage est décrit dans les documents suivants :

- > Convention d'utilisation du PI de Grangeneuve ;
- > PI de Grangeneuve – plan d'ensemble.

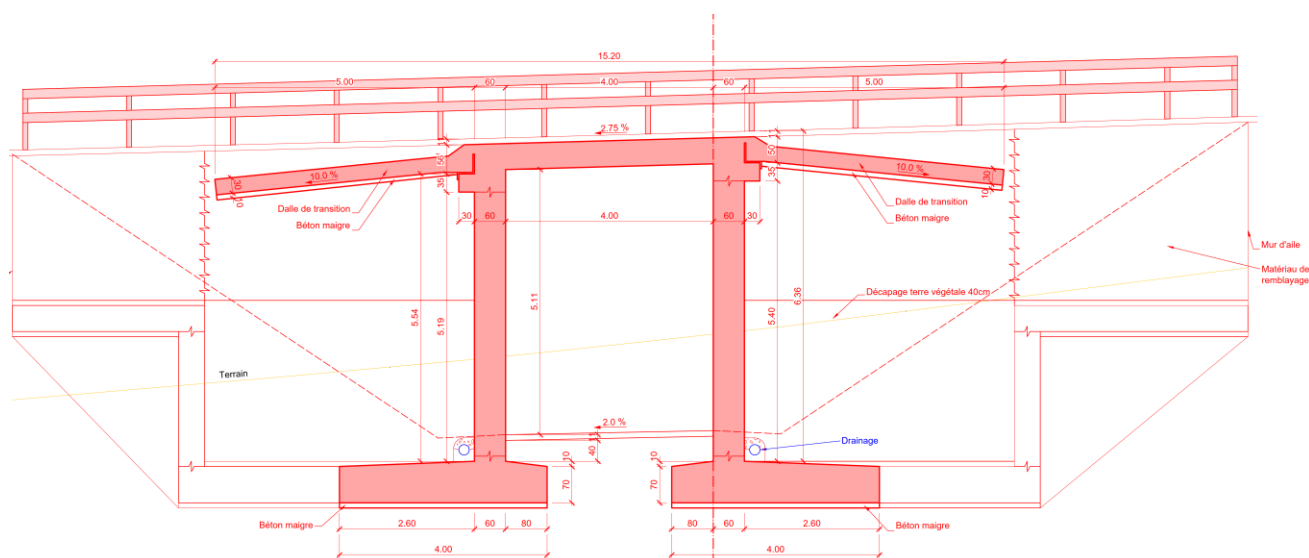


Figure 31 : Coupe à l'axe du PI Grangeneuve

Etapes principales de la construction du PI de Grangeneuve :

- Excavation et construction des semelles ;
- Construction des murs de culées et des murs d'aile ;
- Construction du tablier sur cintre ;
- Construction des drainages ;
- Remblayage des culées ;
- Construction des dalles de transition ;
- Pose de l'étanchéité et du revêtement.

4.9 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

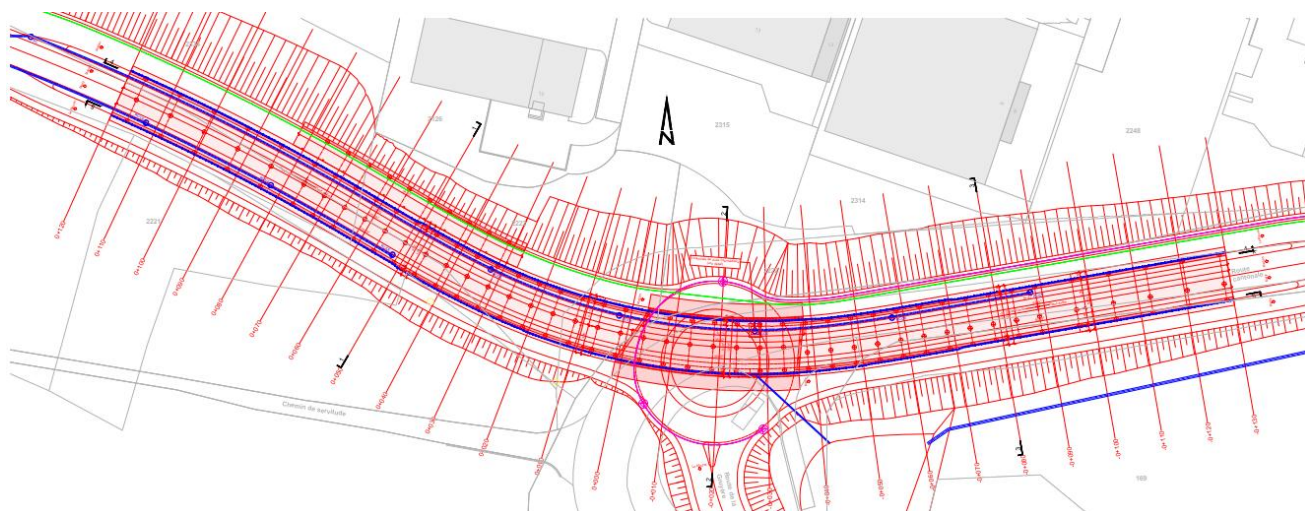


Figure 32: Situation du PI Crausa

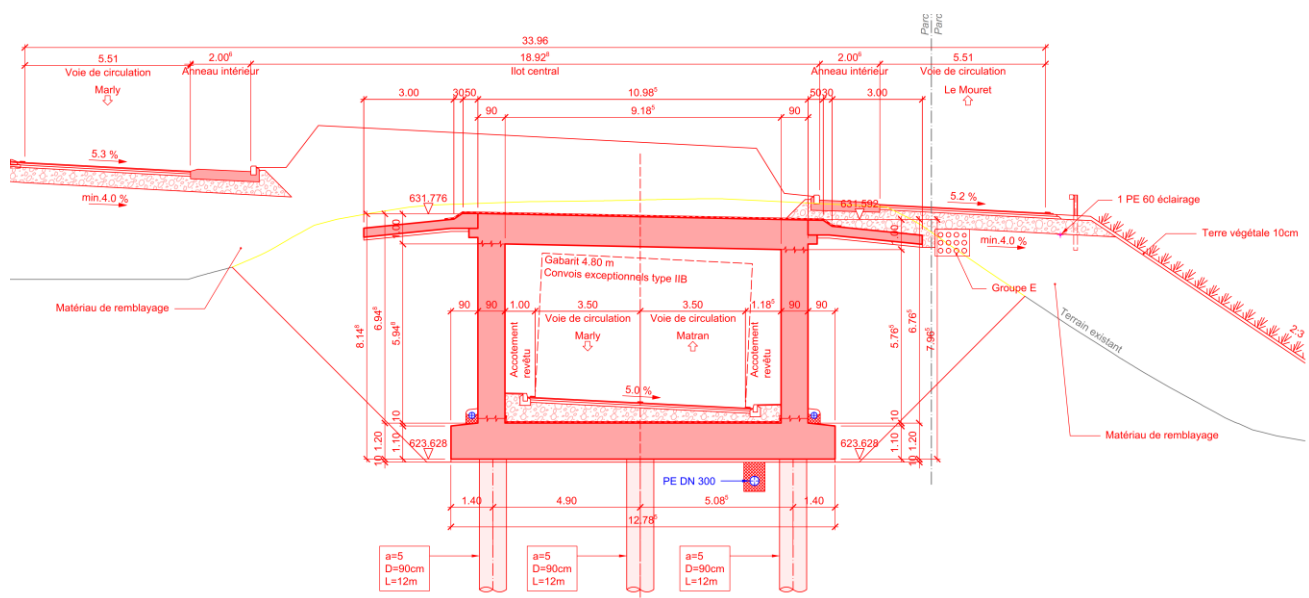


Figure 33: Coupe type du PI Crausa

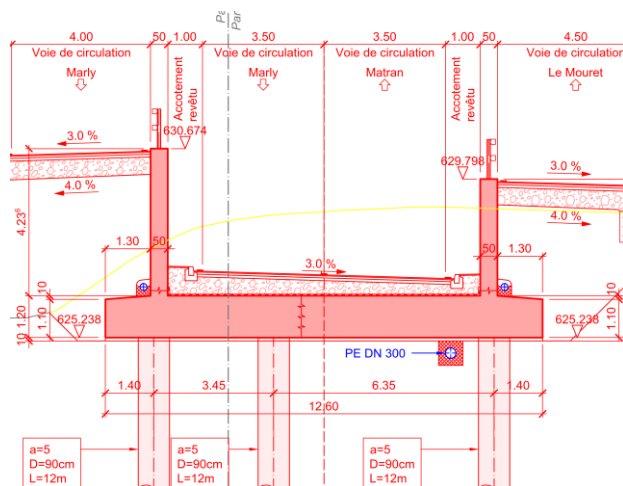


Figure 34: Coupe type de la trémie du PI Crausa

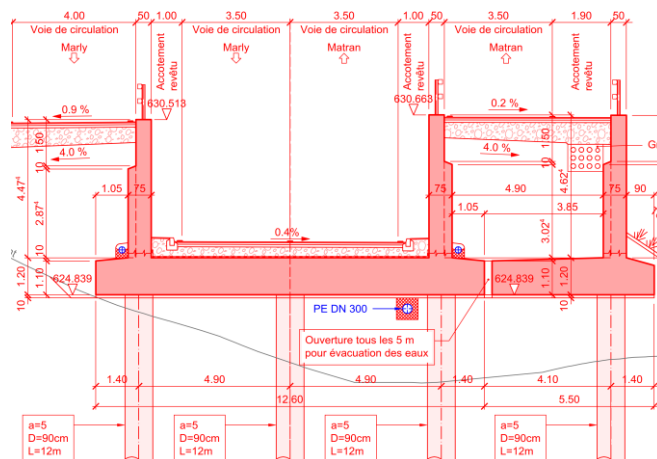


Figure 35: Coupe type de la trémie du PI Crausa avec mur adjacent

Etapas 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.

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 ([TJM 16'600/17'900](#), voir Figure 8), la classe de pollution des eaux de la route est « élevée » (voir Figure 36). Le projet est situé dans le secteur de protection des eaux A_u sur toute sa longueur (voir Figure 37).

Par conséquent, une infiltration est admissible sans mesure de traitement (voir Figure 38), tant qu'elle est faite à travers le sol avec structure selon Figure 39.

Aux endroits où aucune infiltration n'est possible ([perméabilité basse du sous-sol, talus raide, etc.](#)), les eaux de la route peuvent être rejetées dans la Sarine avec traitement (niveau d'exigences « standard ») mais sans mesure de rétention (voir Figure 41). 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 42).

Toutes ces réflexions sont résumées dans la Figure 43.

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 + Σ (PP critères)	Points de pollution [PP] 19 / 20
1. Pollution de base	Points de pollution (PP)	Remarques
Fréquence du trafic	Pollution de base = DTV/1000	Pour l'horizon de planification (TJM = trafic journalier moyen) 17 / 18
2. Critères	Points de pollution (PP)	Remarques
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 36 : Evaluation de la pollution des eaux de ruissellement de chaussées (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).



Figure 37 : Carte de protection des eaux (selon portail cartographique du canton de Fribourg, 20.11.2020), tracé approximatif marqué en vert.

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 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 38 : 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 39 : 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}

Légende

+	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 40 : 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 41 : 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 42 : Paramètres pour le Tableau B13 (Figure 38) et le Tableau B14 (Figure 39) servant à évaluer le quotient de déversement dans des eaux superficielles (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019).

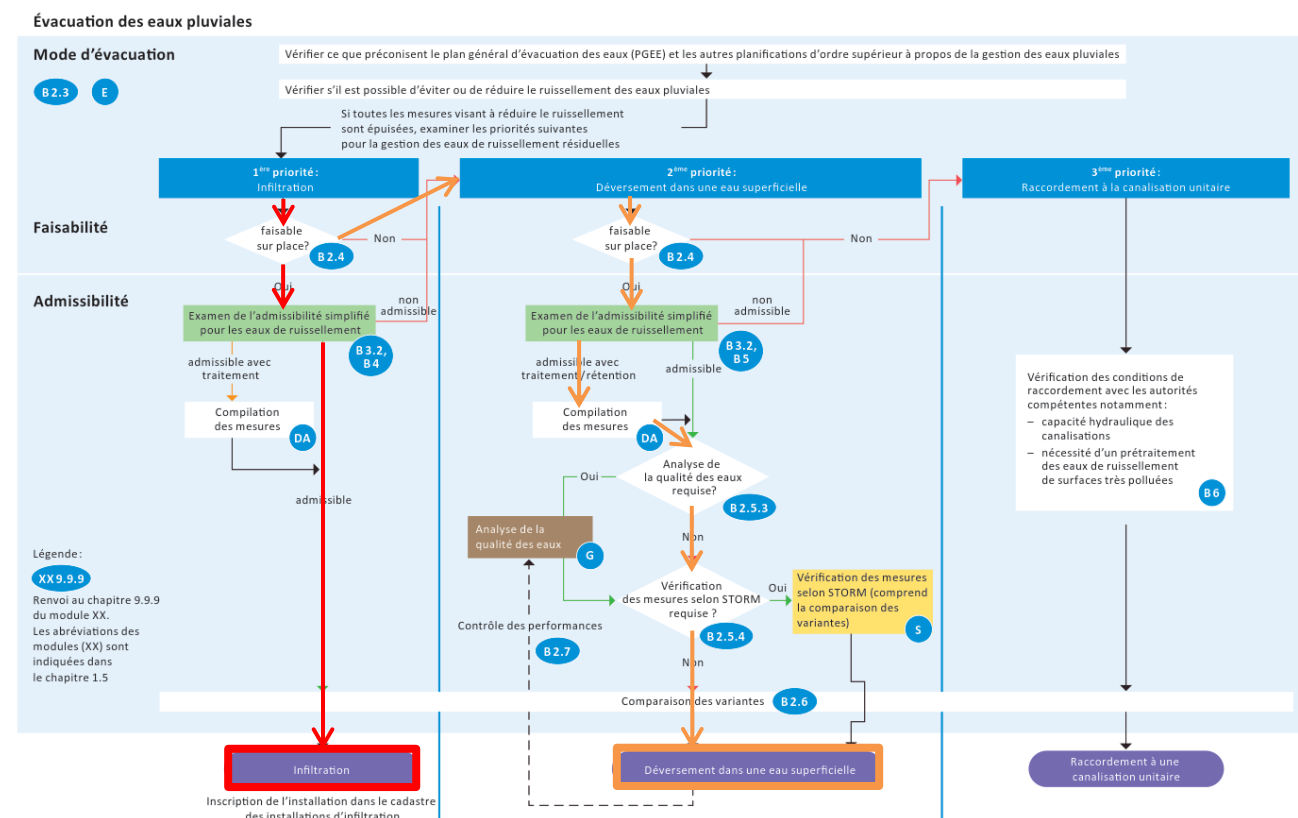


Figure 43 : Schéma du déroulement de la planification pour la gestion des eaux pluviales (selon Directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », VSA, 2019). Aux endroits où une infiltration des eaux de route est possible, leur infiltration est exigée (voir flèches rouges). Aux endroits où 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 39).

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 39). 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 événement 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 événements 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 événement du temps de retour de 10 ans. Un trop-plein vers le Ruisseau de Chésalles permet de gérer des événements 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 43).

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 40).

Les procédés applicables pour les différentes catégories d'exigence sont résumés dans la directive 18005F « Traitement des eaux de chaussée sur les routes nationales » (OFROU, 2013), voir Figure 44.

Grandeur de référence	MES	m^3	MES	
Niveau d'exigences	Degré d'efficacité total η_{tot}	Degré d'efficacité hydraulique η_{hydr} (Valeur indicative ²)	Degré d'efficacité SETEC η_{SETEC}	Procédés applicables
Standard	Minimum 70%	90%	80%	Bas-côtés, cuvette-rigole, filtre en terre, filtre en sable végétalisé , filtre avec split/gravier ¹
Élevé	Minimum 80%	90%	90%	Bas-côtés, cuvette-rigole, filtre en terre, filtre en sable végétalisé ¹ Filtre en sable + Adsorber
Réduit	Minimum 60%	90%	70%	Séparateur à lamelles, bassin de rétention exploité multifonctions, filtre technique

¹Avec couche biologiquement active qui a un effet d'épuration comparable au sol. Ceci peut être atteint entre autre avec une végétation.

²Valeur indicative: pour des rivières moyennes et grandes, le degré d'efficacité hydraulique peut être admis plus bas à condition que le degré d'efficacité total MES soit maintenu.

Figure 44 : Tableau des exigences lors du déversement des eaux superficielles (selon Directive « Traitement des eaux de chaussée sur les routes nationales » (OFROU, 2013)).

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 **en sable végétalisé** a été retenu comme la meilleure option en raison de la meilleure efficacité de traitement. Il s'agit d'un procédé applicable selon la directive OFROU, voir Figure 44. Une coupe type d'un filtre en sable végétalisé est montrée dans Figure 45. La plantation est faite par des roseaux de type *phragmites australis*. Elle empêche le colmatage du filtre et assure ainsi sa capacité d'infiltration à longue terme.

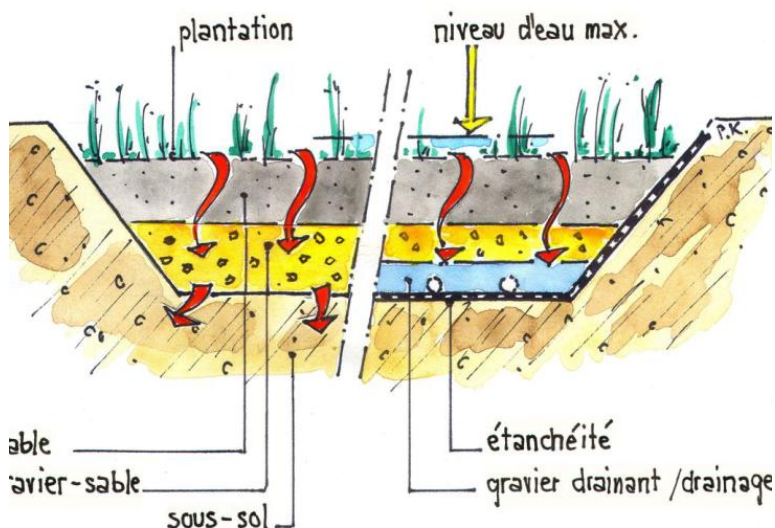


Figure 45 : Esquisse de la coupe d'un filtre en sable végétalisé (selon Directive « Traitement des eaux de chaussée sur les routes nationales ») (OFROU, 2013).

Le document 88002 « Traitement des eaux de chaussée – Etat de la technique » (OFROU, 2021) résume et évalue les procédés actuellement disponibles. L'évaluation se fait en 5 classes, 5 étant la meilleure classe et 1 la plus mauvaise. La Figure 46 montre la correspondance entre les valeurs numériques des critères et les classes de performance.

Tab. 1.1 Attribution des valeurs numériques des critères aux classes de performances.

Classe de performances	Concentration de sortie			Surface requise SETEC	Entretien simple	Coûts	
	MES	Cuivre	Zinc			Entretien	Investissement
	mg/l	ug/l	ug/l			CHF/ha/an	CHF/ha
5	≤10	≤5	≤10	≤60	5	≤700	≤150'000
4	≤20	≤10	≤20	≤120	4	≤1'400	≤200'000
3	≤30	≤15	≤30	≤180	3	≤2'100	≤250'000
2	≤40	≤20	≤40	≤240	2	≤2'800	≤300'000
1	>40	>20	>40	>240	1	>2'800	>300'000

Figure 46 : Attribution des valeurs numériques des critères aux classes de performances (selon « Traitement des eaux de chaussée – Etat de la technique ») (OFROU, 2021).

Les trois polluants MES, cuivre et zinc représentent les critères clés. Le filtre à sable végétalisé est même recommandé pour le niveau d'exigence « élevé » (voir Figure 47), les exigences de traitement « standard » sont donc plus que remplies. Les valeurs des concentrations des substances clés montrent que le traitement avec un filtre à sable végétalisé est le meilleur traitement actuellement disponible au niveau des concentrations d'effluents.

Avec un filtre à sable végétalisé, les exigences de la directive « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (VSA, 2019) sont donc mises en œuvre et, en conséquence, les exigences de l'Ordonnance sur la protection des eaux OEaux sont également prises en compte.

Niveau	Méthode	Concentrations			Besoin de surface SETEC	Entretien		Coûts d'invest.
		MES	Cuivre	Zinc		Coûts	Simple	
élevé	bas-côtés, cuvette-rigole	5	3	5	5	5	5	5
	Filtre à sable végétalisé	5	4	5	2	4	5	4
	Filtre en terre végétalisé	5	4	4	1	3	4	3
	FRT avec hydroxyde de fer	5	4	4	3	3	3	3
std	Filtre avec splitt/gravier	4	2	1	3	3	3	5
allégé	Bassin de décantation à retenue permanente	4	1	1	4	4	5	4
	Sac filtrant	4	1	1	3	1	2	1
	Filtre à débit rapide	4	1	1	5 ^(*)	2	1	3 ^(*)
	Filtre poreux	1	1	1	5	1	1	1
	Systèmes décentralisés à base de puits	3-4	1	1	5	1	2-4	4
nouveau	Asphalte drainant (incertain)	1-5	1-3	1-3	5	5	5	5

Figure 47 : Evaluation des méthodes en fonction du niveau d'exigence. Les méthodes recommandées sont en bleu foncé, les méthodes recommandées à certaines conditions sont en bleu clair. std=standard. ^(*)Classe de performance élevée par suite de l'utilisation d'ouvrages en amont et existants (selon « Traitement des eaux de chaussée – Etat de la technique » (OFROU, 2021).

Avec une surface raccordée de 7'400 m²_{red} (8'200 m²), un bassin de décantation ouvert (sans lamelles) d'une surface de 35 m² est nécessaire comme prétraitement. Cela garantit une charge superficielle maximum de 7.5 m/h. Le filtre de sable végétalisé doit avoir une surface d'au moins 250 m², afin de pouvoir gérer un événement du temps de retour de 10 ans. Le débit d'entrée maximum est de 75 l/s (temps de retour d'une année), le débit de sortie après traitement est de 10 l/s. Des conduites bypass garantissent la maîtrise des événements encore plus importants. La Figure 48 montre le schéma de fonctionnement du SETEC. La Figure 49 montre les différentes couches du filtre à sable.

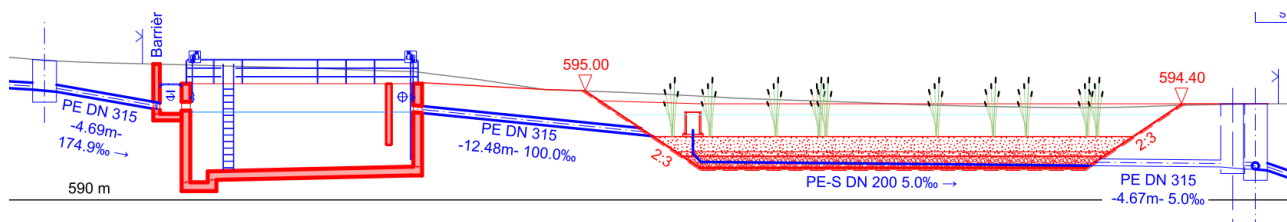


Figure 48 : Schéma de fonctionnement du SETEC avec filtre à sable végétalisé.

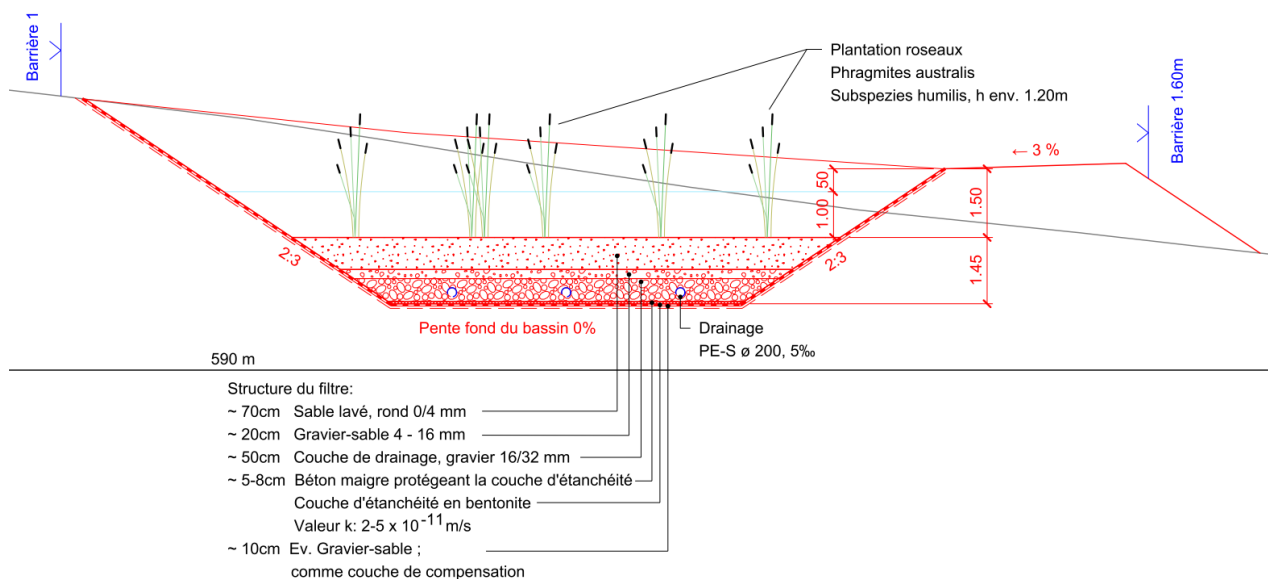


Figure 49 : Différentes couches du filtre à sable végétalisé.

Grace à ce dimensionnement sur un évènement de temps de retour de 10 ans, l'efficacité hydraulique est près de 100% (aucune activation du pontage dans 10 ans). Par conséquence, une efficacité de 80% par rapport aux MES et 70% par rapport aux métaux est garantie.

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. Afin de pouvoir atteindre ce point de restitution et éviter le périmètre du site pollué « La Pila », il est indispensable de construire une conduite dans l'espace réservée au cours d'eau. Le tracé de la conduite de restitution est optimisé tant aux conditions topologiques (profondeur de la conduite : environ 1 m, selon SIA 190) et géologiques (construction de la conduite hors roche et sans atteinte à la rive de la Sarine). Le point de restitution se trouve directement à la rive gauche de la Sarine (débit moyen), voir Figure 50. L'exutoire est construit dans la berge selon Figure 51, la conduite PE DN315 est recouverte par une conduite DN400 en béton. Elle est ainsi mieux protégée contre des possibles dommages en cas de crue.

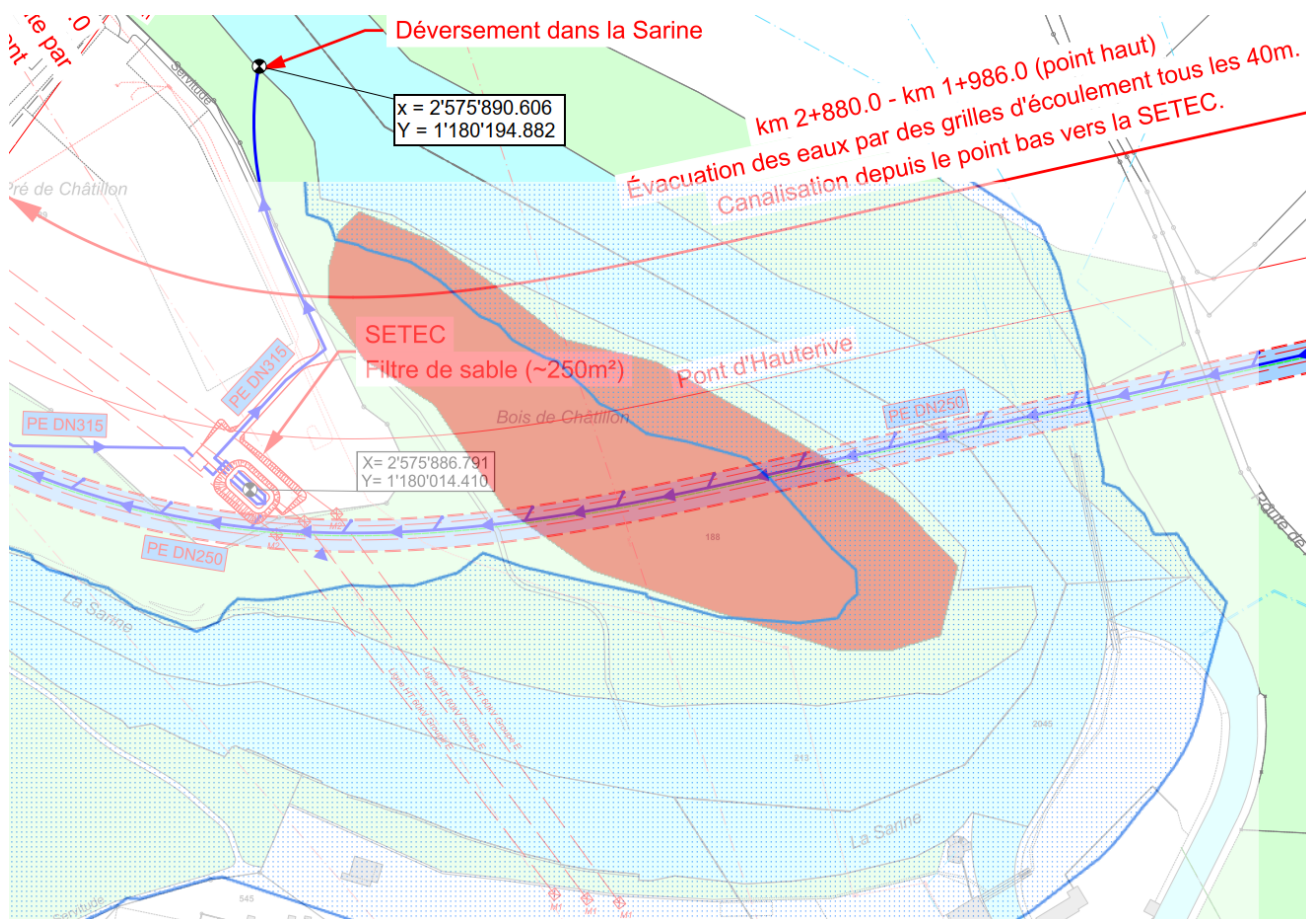


Figure 50 : Emplacement point de restitution dans la Sarine, directement à la rive gauche (débit moyen) ; espace réservée au cours d'eau en bleu clair pointillé, site pollué « La Pila » en rouge.

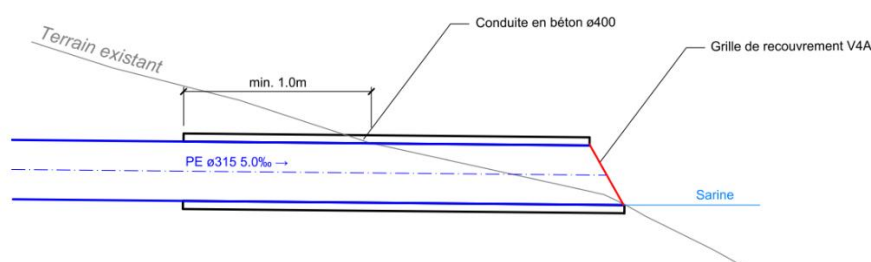


Figure 51 : Détail exutoire dans la Sarine.

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 m².

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

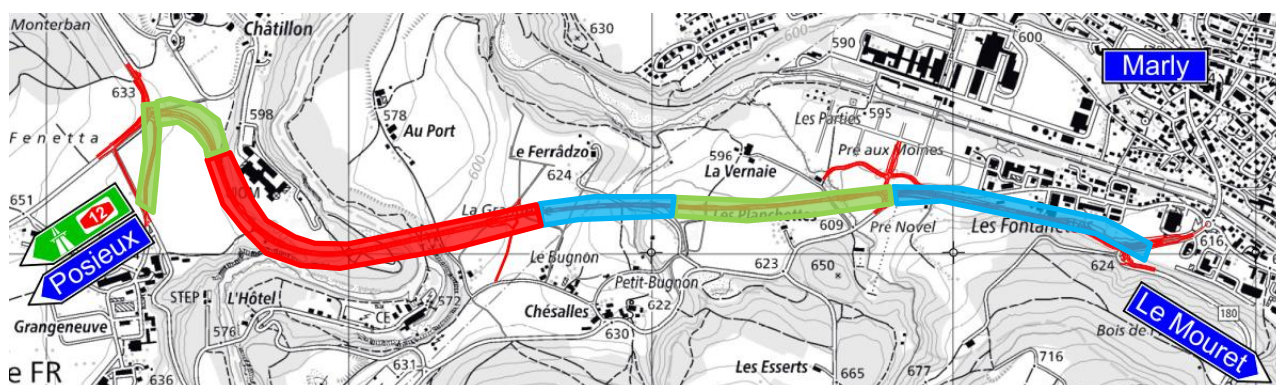


Figure 52: Tronçons d'évacuation des eaux : infiltration locale (en vert), direction un bassin d'infiltration (en bleu), et direction la Sarine (en rouge)

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 39. Un trop-plein vers le collecteur des eaux pluviales de la Route de Chésalles permet de gérer des événements plus importants que l'événement 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 39.
- **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 39. Un trop-plein vers le Ruisseau de Chésalles permet de gérer des événements plus importants que l'événement 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 39.

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.

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.

Avec la réalisation de cette mesure, les risques pour l'environnement sont jugés à un niveau acceptable.

Il n'est pas nécessaire de mettre en place des équipements spécifiques pour l'intervention d'urgence en cas d'avarie (e.g. vannes, ou autres). Les volumes des bassins d'infiltration et le SETEC sont dimensionnés afin de pouvoir retenir des événements de pluie d'un temps de retour de plus de 10 ans, voir chapitre 6.2. Cela signifie que même si une avarie se produisait en même temps qu'une pluie de temps de retour de 10 ans (probabilité minimale), toutes les liquides d'avarie resteraient dans les installations techniques (bassin d'infiltration, SETEC) sans rien ne déverser par les trop-pleins.

6.7 Concept d'entretien pour les ouvrages de traitement

Le concept d'entretien pour les ouvrages proposé est résumé dans le tableau suivant :

	Description	Périodicité	Remarque
Bassin de décantation	Enlever les tissus flottants	Mensuel	Ou après une grosse pluie
	Vidange et élimination des boues	Semestriel	Élimination des boues dans une décharge ou une installation de traitement
Bassin de filtration (filtre à sable végétalisé)	Conduites de drainage : rinçage	Tous les 1-3 ans	
	Entretien des talus	1x par an	
	Roseaux : pas de coupe en temps normal, seulement en cas de signes de colmatage.	Si nécessaire (rare)	Roseaux de type <i>phragmites australis</i> afin de minimiser la nécessité d'entretien
	Remplacement de la couche de sable	Si nécessaire	En cas de signes de colmatage, la teneur en polluants du filtre à sable doit être relevée périodiquement (tous les 3 à 5 ans) au moyen d'échantillons composites et d'un profil en profondeur.
Bassin d'infiltration	Fauchage	Mensuel pendant les mois d'été	Evacuation séparée de l'herbe coupée (pollution !), attention particulièrement aux néophytes envahissantes
	Remplacement de la terre végétale	Si nécessaire	En cas de signes de colmatage, la teneur en polluants de la terre végétale doit être relevée périodiquement (tous les 3 à 5 ans) au moyen d'échantillons composites et d'un profil en profondeur.
Contrôle visuel		Mensuel	

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, aucunes mesures 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

8.1 Généralité

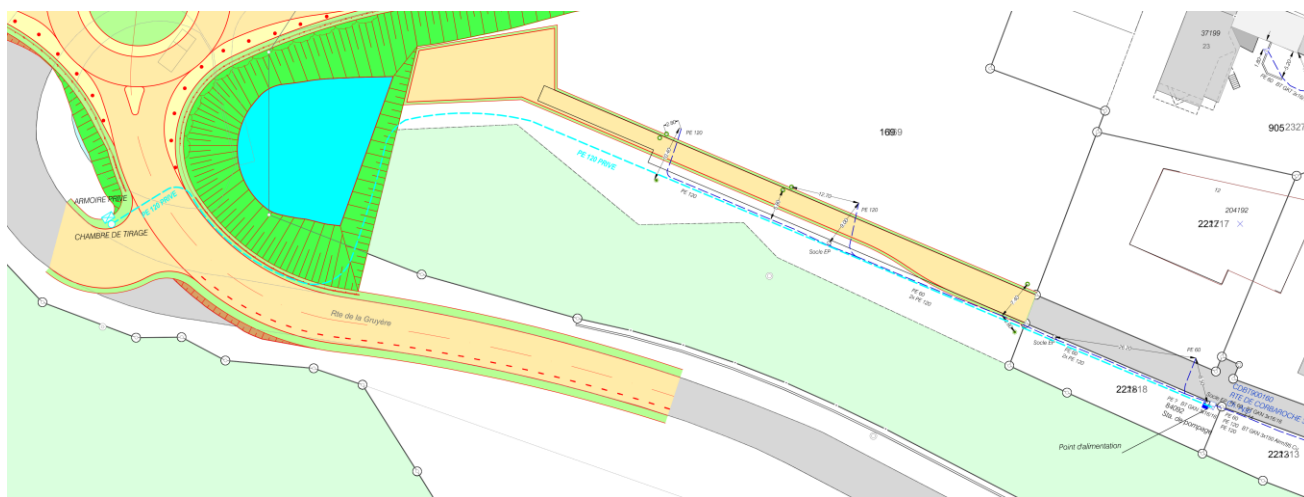
Dans le cadre de la limitation de la pollution lumineuse, le SPC a pris les décisions suivantes :

- Les giratoires sur routes cantonale hors localités, comme celui de la Crausa, seront éclairés au minimum, c'est-à-dire que seuls l'îlot central et les îlots directionnels seront éclairés ;
- Les pistes mixtes ou pistes cyclables ne seront pas éclairées. Seules les aides à la traversée et les passages inférieurs seront éclairés ;
- Sur la base de l'art. 84 al. 3 de la LMob, qui impose une extinction complète ou dynamique entre minuit et cinq heures du matin, le choix du SPC se porte sur un éclairage à la demande avec détection de véhicules sur les branches qui enclenche suffisamment tôt les luminaires pour voir les obstacles sur chaussée (îlots ou cyclistes).

8.2 Carrefour de Crausa

Le giratoire est éclairé par 8 luminaires placés sur l'îlot central, les zones d'approche et d'insertion de voie sur la chaussée principale Marly-Matran ne sont donc pas éclairés.

L'alimentation électrique se fera depuis l'armoire de distribution " CDBT900160 RTE DE CORBAROCHE 3 Ch. App" située à ~210m à l'Est du giratoire de la Crausa. Une PE diamètre intérieur 120mm sera à installer. Il sera exclusivement réservé au câble d'alimentation fourni et posé par le distributeur d'énergie, jusqu'au coffret de comptage.



8.3 Carrefour du Stand

Le giratoire ainsi que les zones de conflits sont éclairés par au total 10 luminaires. 4 sont placés autour du giratoire alors que 2 assurent l'éclairage pour chacune des 3 traversées cyclistes.

La détection des cyclistes au niveau des traversées liées au giratoire (traversée 1 et traversée 2) sera réalisée au moyen de détecteurs classiques.



Figure 54: détection pour traversées des deux-roues légers

L'éclairage de la traversée cyclistes à l'entrecroisement avec route du quartier des Fontanettes sera géré par l'ajout d'une caméra thermique dédiée et sera allumé indépendamment du giratoire, uniquement sur détection de cyclistes. Les traversées accolées au giratoire, sur la route direction Marly et la route direction Chésalles, seront éclairées avec le giratoire, lors de détection de véhicules en approche du giratoire, ou elles-seules, lors de détections de cyclistes sur la voie de mobilité douce.

L'alimentation électrique se fera depuis l'armoire de distribution " CDBT004324 DECHETERIE 1" située à ~300m au Nord-Est du giratoire du Stand. Une PE diamètre intérieur 120mm sera à installer. Il sera exclusivement réservé au câble d'alimentation fourni et posé par le distributeur d'énergie, jusqu'au coffret de comptage.

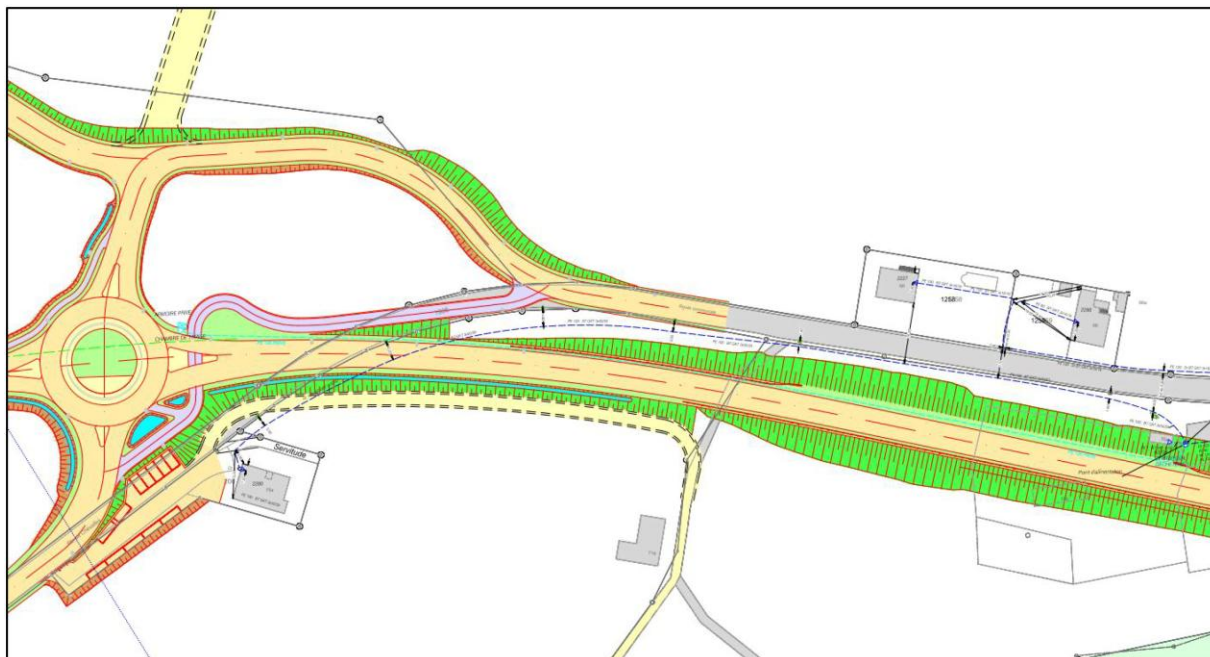


Figure 55: alimentation de l'éclairage du giratoire du Stand (tracé en bleu)

8.4 Carrefour d'Hauterive

Au carrefour d'Hauterive seul le giratoire lui-même, la traversée cycliste de la Route de Chésalles et le passage inférieur de Grangeneuve sont éclairés.

L'alimentation électrique se fera depuis l'armoire de distribution "CDBT001485, CHATILLON 2" située à ~380m au Nord-Est du giratoire d'Hauterive. Un PE diamètre intérieur 120mm sera à installer. Il sera exclusivement réservé au câble d'alimentation fourni et posé par le distributeur d'énergie, jusqu'au coffret de comptage.

8.5 Pont d'Hauterive

Le tracé de la mobilité douce sur le pont d'Hauterive n'est pas éclairé.

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 ;
- > [sur le passage inférieur de Grangeneuve](#)

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 [quatre](#) passages (km 0+196, 0+520, [1+400](#) 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 présence de chemins parallèles à la route de liaison les clôtures sont complétées avec des treillis pare-neige.](#)

En cas d'intérêt, les communes peuvent proposer des aménagements éditaires 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 101'456 m²
- > Emprises provisoires 77'573 m²
- > Servitudes 9'913 m²
- > Servitudes 487 m

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

Un tableau récapitulant les 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.

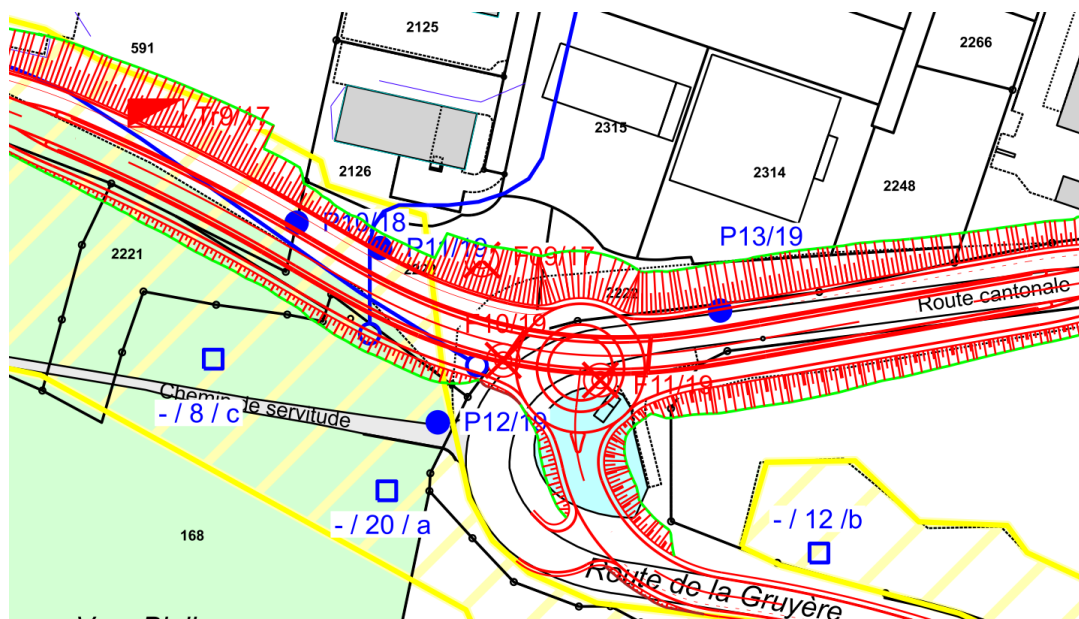


Figure 56 : Emplacement des sondages

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 - 2022
Mise à l'enquête complémentaire	2026
Création du syndicat du remaniement parcellaire	2029
Traitement des recours TC (TF)	2028 - 2029
Approbation des plans	2027
Appel d'offres entreprises	2029
Message au Grand Conseil	2029
Votation populaire	2029
Début des travaux	2030
Mise en service	2034

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 du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de l'environnement \(DIME\)](#) 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	Introduction.....	3
1.1	Contexte	3
1.2	Objectif du document.....	3
1.3	Destinataire	3
1.4	Contenu.....	3
2	Ordonnances et publication concernées	4
2.1	Ordonnances 734.31 sur les lignes électriques.....	4
2.1.1	Passage d'une route/pont en dessous d'une ligne HT	4
2.2	Publication Suva sur les Travaux à proximité des lignes électriques.....	4
2.2.1	Distance supérieur à 60 mètres entre mât et travaux.....	4
2.2.2	Distance inférieur ou égale à 60 mètres entre mât et travaux.....	5
3	Conditions cadres minimum à respecter	6
4	Annexes.....	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.

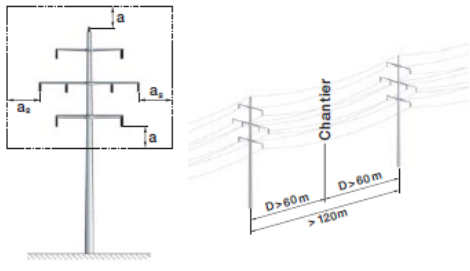


Figure 2 : Distance > 60 mètres

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 :

Tension nominale supérieure à 50kV

Distance entre le mât et le chantier ≤ 60 m

Tension nominale:

de 50 kV à 110 kV

$a = 4,1$ m

de 110 kV à 150 kV

$a = 4,5$ m

de 150 kV à 220 kV

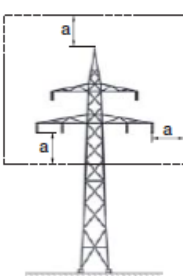
$a = 5,2$ m

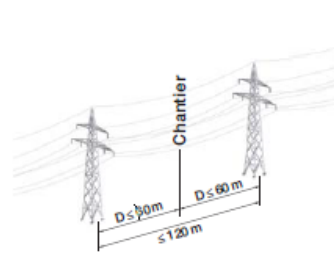
de 220 kV à 400 kV

$a = 7,0$ m

> 400 kV

$a = 3,0 \text{ m} + 0,01 \text{ m/kV}$

A technical diagram of a high-voltage tower. A dashed rectangle highlights the top section of the tower, showing the horizontal distance 'a' from the central mast to the edge of the top cross-arm on both sides. The tower is shown in cross-section, with its lattice structure and insulators visible.

A diagram illustrating safety distances between a high-voltage tower and a construction site. The tower is on the left, and the construction site is on the right. The distance between the tower and the site is labeled 'D ≤ 60 m'. The distance from the tower to the edge of the construction site is labeled 'S ≤ 120 m'. The construction site is labeled 'Chantier'.

2

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 :

La charge à transporter la plus longue mesure 12 m (fers d'armature), la hauteur du crochet de grue est de 46 m et la ligne aérienne de 220 kV se situe à 20 m de haut.

La «distance de sécurité S » est calculée comme suit:

Hauteur d'oscillation H pour la charge

Hauteur max. du crochet $H_{\text{crochet}} =$	46 m		
- Hauteur de la ligne $H_{\text{ligne}} =$	20 m		
= Différence de hauteur $H =$	26 m	1/10	2,6 m
Longueur de la charge $L_{\text{charge}} =$	12 m	1/2	6,0 m
Dimension « a » de la zone dangereuse à 220 kV		voir chiffre 3.5	7,0 m
Résultat = S (distance de sécurité)		Total	15,6 m

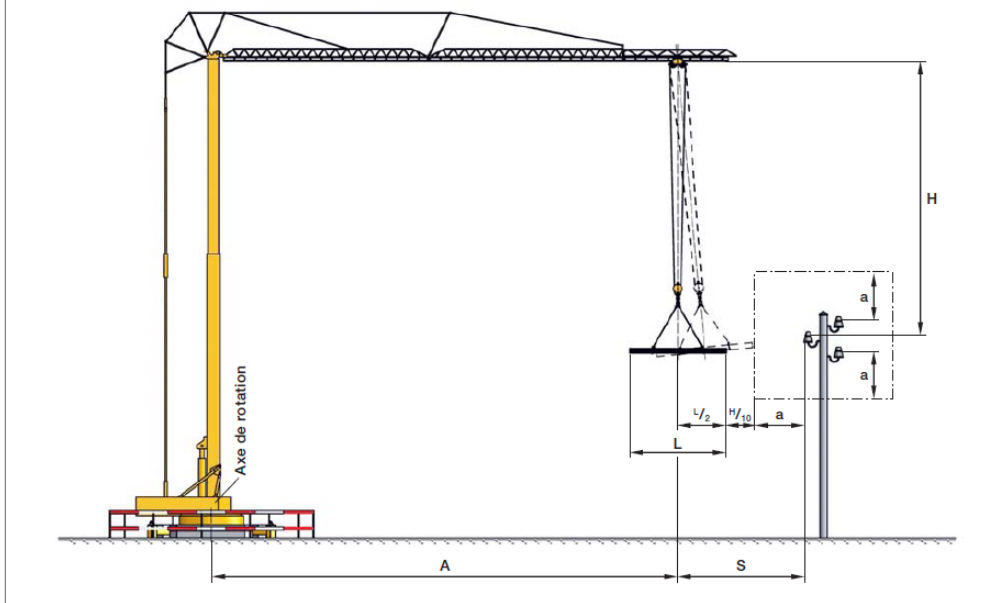


Figure 4 : Distance ≤ 60 mètres

Les paramètres 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	Passage lignes HT en dessus de la route	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	Distance entre mât et chantier ≤60 mètres	Facteur a pour ligne HT	Facteur a : 4,1m	Facteur a : 5,2m
		Différence de hauteur H (entre haut du mât 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 paroi 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

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

Ligne HT 220 kV Muehleberg - St-Triphon

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

Echelle profil en long:

1:1000 / 1:250

swissgrid

Flumeaux 41 / 1008 Prilly

Bouygues E&S EnerTrans SA

Route des Flumeaux 45

CH-1008 Prilly

G:\20_Kunden-Clients\swissgrid2_Betrieb\11_L_Ouest

TR1570_Muehleberg-St-Triphon\13_Construction

detiers\Marly4-5_LiaisonRoutière Marly-Matran\

Dessiné:

14.12.2018

DEFAD

Vu:

14.12.2018

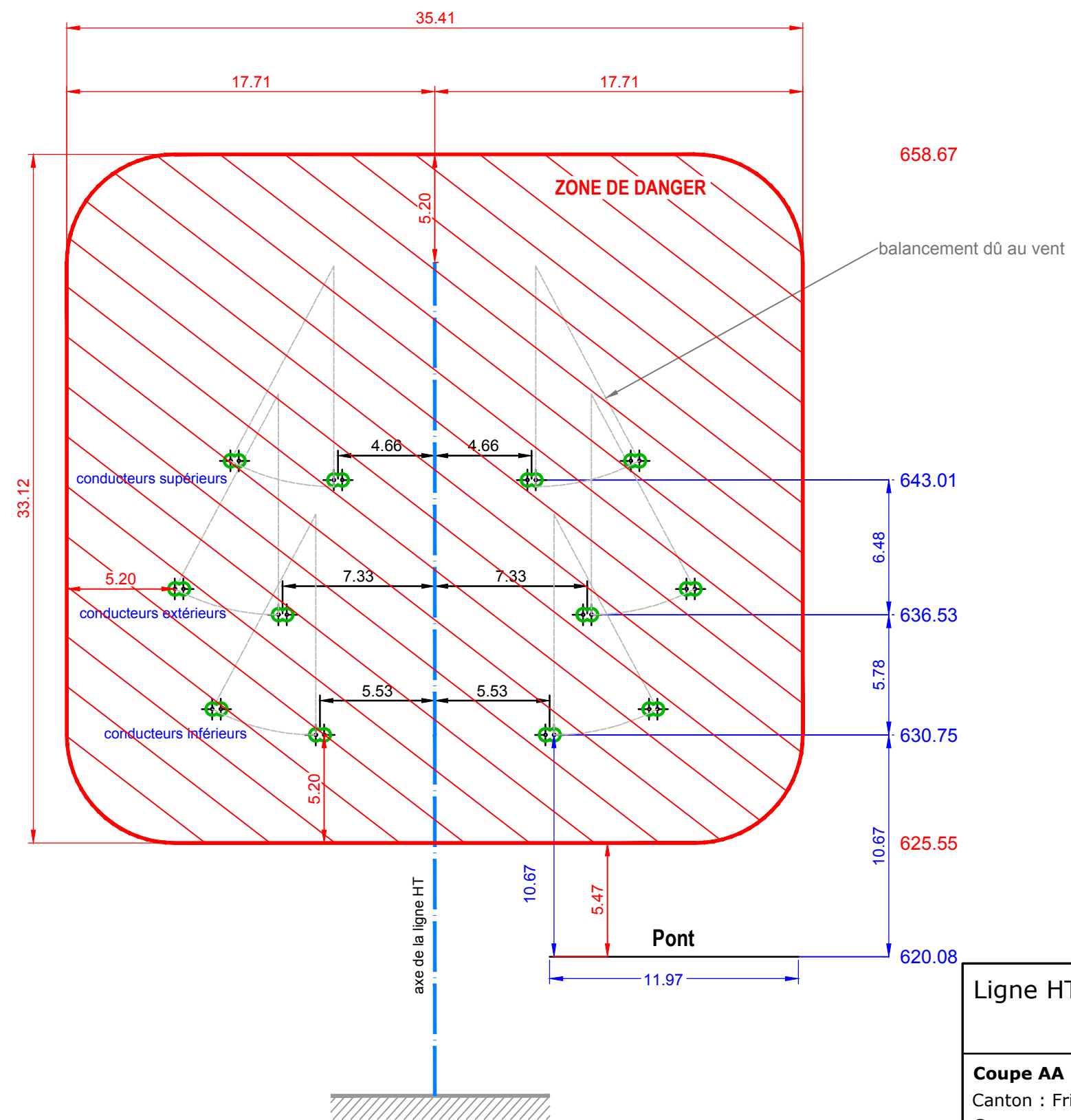
BAMIC

N° : TR1570

CS 68000153-20

003

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

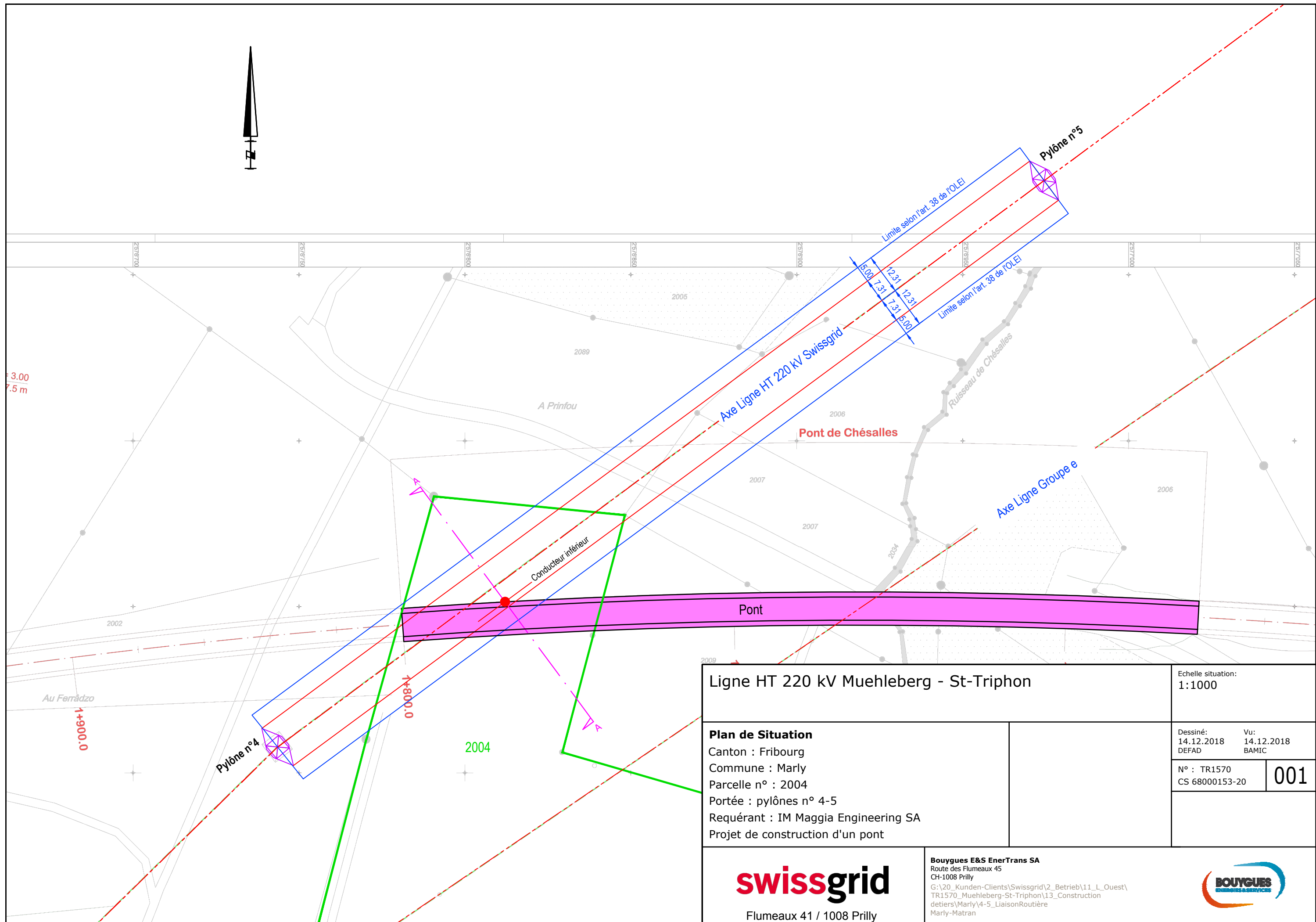
N° : TR1570
CS 68000153-20 002

swissgrid

Flumeaux 41 / 1008 Prilly

Bouygues E&S EnerTrans SA
Route des Flumeaux 45
CH-1008 Prilly
G:\20_Kunden-Clients\swissgrid2_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

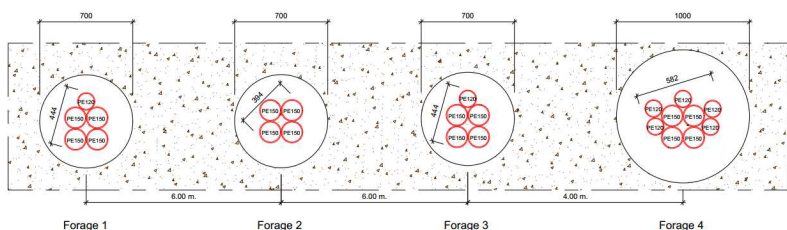
Bouygues E&S EnerTrans SA
Route des Flumeaux 45
CH-1008 Prilly
G:\20_Kunden-Clients\Swissgrid\2_Betrieb\11_L_Ouest\
TR1570_Muehleberg-St-Triphon\13_Construction
detiers\Marly\4-5_LiaisonRoutière
Marly-Matran



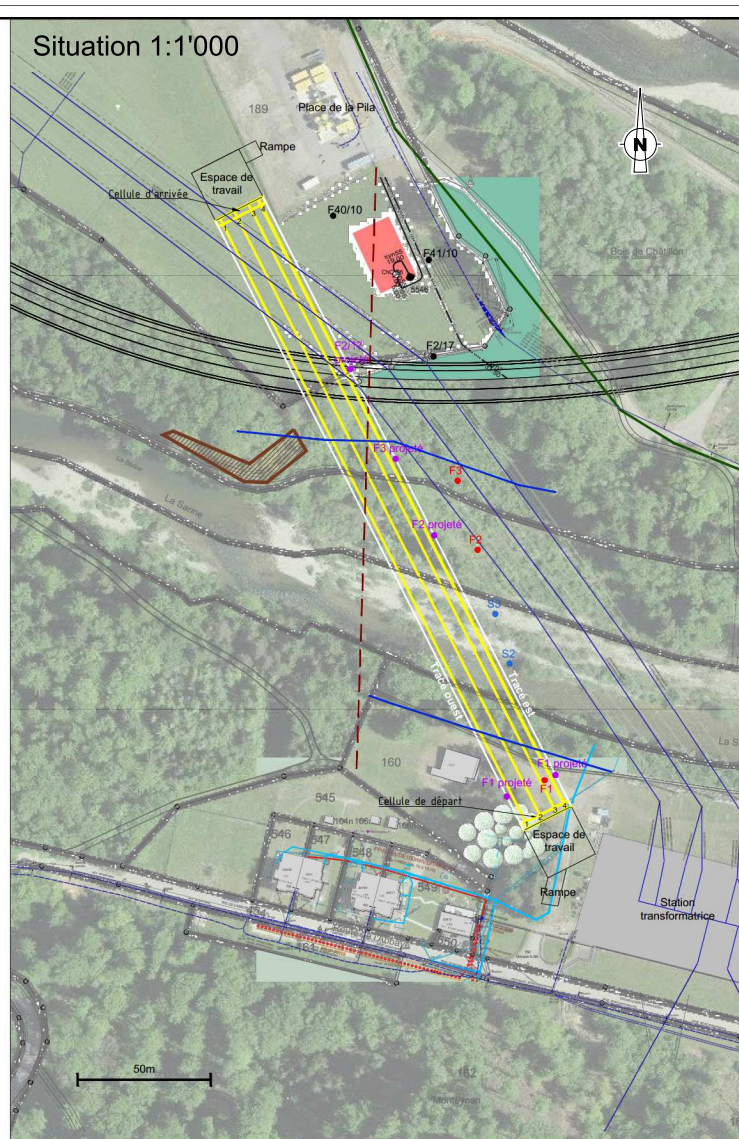
Légende

- 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

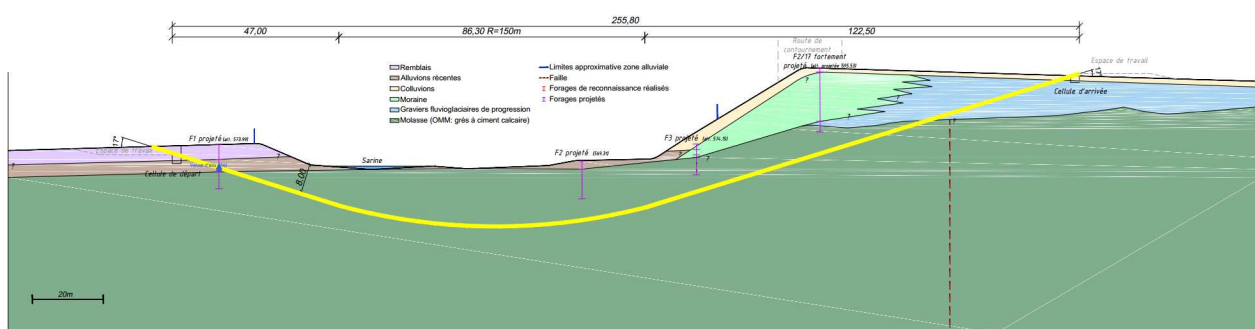
Coupe forages 1:20



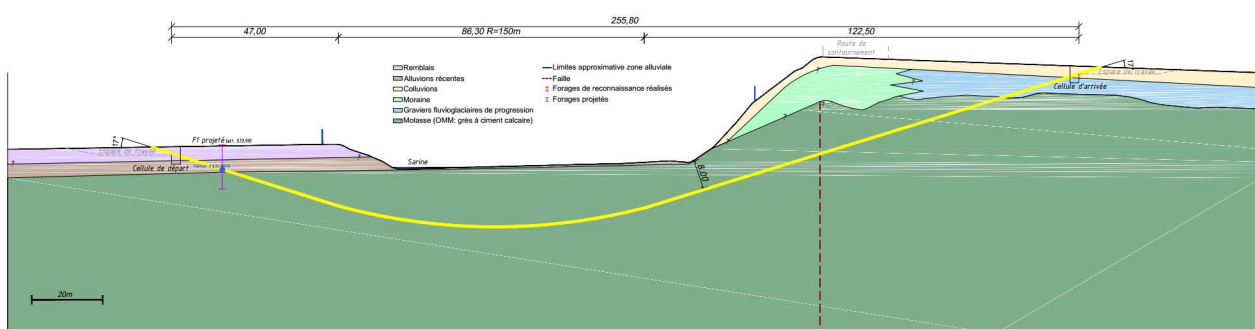
Situation 1:1'000



Profil tracé Est 1:750



Profil tracé Ouest 1:750



Commune d'Hauterive
Forages dirigés sous la Sarine

Annexe 2

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

CSD INGENIEURS+

Dessiné AZE N° du mandat
Contrôlé KBIO
Date 23.04.2019

CSD INGENIEURS SA
Jo-Siffert 4
CH-Givisiez

FR04800.100

Format
A1 594X840MM

Source de la coupe: Groupe E SA, plan d'avant-projet "route de contournement de Marly - Commune d'Arconciel et Hauterive - Enfoncement des lignes HT - Forages sous Sarine" du 05.02.2019
\\dialog\Dav\WWW\Root\projets\FR04800.100\Lists\Documents\CSD\Documents de travail\Plans forages dirigés\Situation et coupe forage_CSD-Variante3.dwg

LISTE DES EMPRISES/ LANDERWERBSLISTE

Annexe 3

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

Emma⁺
06.02.2026

J:\F_STRAB\2018\INF_180023_Marly-Matran\4_PLAN\43_BAUP\ling\Landwerb\601fd_Liste_des_emprises_260429.xlsx\Avec Logo SPC

Art.	Commune	Propriétaire(s)	Surface cadastrale	Emprise définitive Def. Landerwerb [m ²]	Emprise provisoire Prov. Landerwerb [m ²]	Rétrocession Rückerstattung [m ²]	Surface solde	Servitude [M]
Art.		Eigentümer	Kataster- fläche [m2]	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	Saldo- fläche [m2]	Dienstbarkeit
905	Marly	Sous La Crausaz SA	2'053	35	250		2'018	Canalisation DN 500, L=21m
169	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	26'054	2'582	5'113		23'472	Passage à pied et pour tout véhicule: 1'334 m ² Canalisation DN 500, L=100m
325	Marly	Fenaco Genossenschaft	11'225	317	407		10'908	
168	Marly	Paroisse de Marly	43'542	210	256		43'332	
2248	Marly	MacWester Invest SA	1'438	99	174		1'339	
2314	Marly	AB Box SA	2'457	35	219		2'422	
2221	Marly	MacWester Invest SA	1'652	307	288		1'345	
2222	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	3'752	3'124	427		628	
2315	Marly	Short-Immo SA	2'369	0	40		2'369	
2126	Marly	PPE 2126: Y Immobiliers SA, NMS Bio-Médical S.A., carrosserie de la Patinoire S.à.r.l., Fragnière Bertrand Louis, Z Immobilier Management SA	1'913	4	90		1'909	
591	Marly	Gasser et Baiutti SA	8'000	0	177		8'000	
2334	Marly	Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées	4'000	3'183	600		817	
195	Marly	Corinne Bulliard	3'001	315	343		2'686	
1621	Marly	Commune de Marly (Atelier du Verger Ebénisterie et Menuiserie Sàrl)	2'284	0	253		2'284	
1622	Marly	Commune de Marly (Espace Khan Sàrl)	3'820	1'279	367		2'541	
2382	Marly	Nabil Awais	4'922	549	242		4'373	
194	Marly	Commune de Marly	135'500	752	1'279		134'748	
926	Marly	Nabil Awais	2'812	473	234		2'339	
927	Marly	Gugler Immo AG	4'922	378	200		4'544	
928	Marly	ActiveBIKE SA	3'007	289	185		2'718	
1684	Marly	Commune de Marly (Société de développement de Marly et environs)	1'531	967	455		564	Canalisation DN 300, L=9m
190	Marly	Commune de Marly	48'351	6'867	3'395		41'484	Passage à pied et pour tout véhicule: 1'307 m ² Canalisation DN 300, L=19m
1255	Marly	Etablissement cantonal de promotion foncière (ECPF)	71'791	502	696		71'289	
191	Marly	Dominique Schorderet	30'690	1'879	2'053		28'811	Passage à pied et pour tout véhicule: 457 m ²
1253	Marly	Dominique Schorderet	27'610	6'671	4'362		20'939	
1252	Marly	Etablissement cantonal de promotion foncière (ECPF)	69'715	728	990		68'987	
208	Marly	Société de tir de Marly	872	372	171		500	Passage à pied et pour tout véhicule: 32 m ²
1254	Marly	Etablissement cantonal de promotion foncière (ECPF)	5'050	1'666	1'173		3'384	
2070	Marly	Erwin Haeni	22'921	0	253		22'921	
2068	Marly	Marly Innovation Center Gmbh	603	73	117		530	
2069	Marly	Schwab Philippe	6'523	549	712		5'974	
2099	Marly	Schwab Pierre	15'757	1'567	1'489		14'190	
2079	Marly	Erwin Haeni	138'368	4'293	4'016		134'075	
2078	Marly	Anaëlle Sophie Jane Kilchör	14'941	2'293	1'459		12'648	
2006	Marly	Dominique Schorderet	9'925	1'777	1'384		8'148	Canalisation DN 250, L=15m
2010	Marly	Amicale cynologique de Marly	19'680	1'094	633		18'586	Passage à pied et pour tout véhicule: 481 m ² Canalisation DN 250, L=44m
2070	Marly	Haeni Erwin	22'921	0	253		22'921	
1615	Marly	Commune de Marly	2'341	0	5		2'341	
2034	Marly	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	1'705	3	30		1'702	
2008	Marly	Amicale cynologique de Marly	1'222	78	90		1'144	
2007	Marly	Anaëlle Sophie Jane Kilchör	3'618	1'198	540		2'420	Canalisation DN 250, L=20m
2009	Marly	Anaëlle Sophie Jane Kilchör	5'700	971	448		4'729	
2004	Marly	Dousse Georges	38'258	1'327	606		36'931	
2002	Marly	Marcel Paul Brügger	35'858	2'990	1'221		32'868	
2056	Marly	Georges Dousse	35'829	3'141	1'983		32'688	
2055	Marly	Nicolas Pierre Mory	11'411	461	889		10'950	
2054	Marly	Dominique Schorderet	6'473	2'006	1'015		4'467	

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+
06.02.2026

J:\F_STRAB\2018\INF_180023_Marly-Matran\4_PLAN\43_BAUP\Ing\Landerwerb\6011d_Liste_des_emprises_260429.xlsx\Avec Logo SPC

Art.	Commune	Propriétaire(s)	Surface cadastrale	Emprise définitive Def. Landerwerb [m²]	Emprise provisoire Prov. Landerwerb [m²]	Rétrocession Rückerstattung [m²]	Surface solde	Servitude [M]
Art.		Eigentümer	Kataster- fläche [m2]	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	pour SPC für TBA	Saldo- fläche [m2]	Dienstbarkeit
2053	Marly	Dousse Georges	55'040	4'620	2'065		50'420	
1251	Marly	Groupe E SA	11'523	1'057	298		10'466	
1904	Marly	Commune de Marly D.P.	2'933	91	38		2'842	
2320	Marly	Commune de Marly	2'686	68	168		2'618	
1190	Marly	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la nature	41'056	768	637		40'288	
1115	Marly	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	224'935	847	362		224'088	
213	Hauterive	Etat de Fribourg, D.P., domaine public des eaux	34'952	880	354		34'072	
188	Hauterive	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la faune	63'398	9'353	4'263		54'045	Canalisation DN 315, L=80 m
190	Hauterive	Etat de Fribourg, Département des bâtiments	72'962	0	0		72'962	Passage à pied et pour tout véhicule: 5'332 m²
244	Hauterive	Etat de Fribourg, Service des forêts et de la faune	16'922	0	595		16'922	
189	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	41'299	1'882	1'847		39'417	Passage à pied et pour tout véhicule: 970 m²; Canalisation DN 315, L=179 m
186	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	29'724	1'764	718		27'960	
187	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	151'347	20'679	14'076		130'668	
171	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	84'696	37	1'197		84'659	
192	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	103'436	1'958	1'723		101'478	
157	Hauterive	Institut agricole de l'Etat de Fribourg	168'179	21	1'475		168'158	
155	Hauterive	Commune de Hauterive	6'306	0	0	2'059	4'247	
177	Hauterive	Commune de Hauterive D.P.	397	27	80		370	
1248	Marly	Herren Dominique David	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	
			2'166'564	101'456	77'573		2'063'049	
				100%	100%			

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

Bemerkung : Sämtliche Landerwerbsflächen auf dieser Tabelle sind annähernde Flächen !