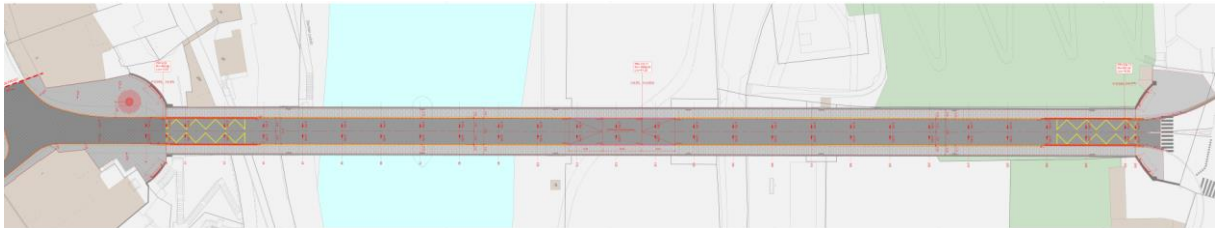




Requalification du Pont et tête de Pont de Zaehringen



ENQUETE PUBLIQUE

Rapport technique / Phase projet d'ouvrage Partie ingénieur civil

Le 24 avril 2024



Table des matières

1	Géométrie routière	4
1.1	Principe	4
1.2	Situation	4
1.3	Profil en long	5
1.4	Profils en travers	5
2	Superstructure de chaussée	7
2.1	Chaussée du Pont	7
2.2	Arrêts de bus	8
2.3	Superstructure tête de Pont coté Bourg	8
2.4	Superstructure tête de Pont coté Schönberg	10
2.5	Trottoirs sur le pont	10
3	Evacuation des eaux de surface	11
3.1	Principe de récolte des eaux	11
3.2	Admissibilité de déversement	12
3.3	Autres détails techniques	14
4	Equipements routiers	15
4.1	Eléments de marquage de bord de chaussée	15
4.2	Parapet du pont	16
4.3	Quai et arrêt de bus	17
4.4	Abribus et nouvelle arborisation (Studio Montagnini Fusaro)	21
4.5	Traversée piétonne	22
4.6	Filet de sécurité sur parapet (à proximité du restaurant Teppan-Yaki)	24
4.7	Concept éclairage (Susanna Antico)	24
5	Acquisition de terrain	25
6	Base de projet / Convention d'utilisation	25
7	Etapas de travail, planification des travaux	25

Liste des plans en annexes

Plan 00-A	Plan de situation cadastrale Géomètre officiel
Plan 01-A	Plan de situation avec abri-bus
Plan 01-B	Plan d'expropriation
Plan 01-C	Plan de démolition et construction
Plan 01-D	Plan de situation illustratif
Plan 01-E	Plan de signalisation et marquage
Plan 01-F	Plan de situation – Revêtements
Plan 01-G	Plans illustratifs des abris bus
Plan 02-A	Profil en long + tête de pont Bourg
Plan 03-A	Profils en travers
Plan 04-A	Profils et détails types
Plan 05-A	Profils et détails types abris bus A
Plan 05-B	Profils et détails types abris bus B
Plan 05-C	Profils et détails types abris bus C
Plan 05-D	Profils et détails types abris bus D
Plan 06-A	Profils et détails types mur du Teppan Yaki + filet
Plan 07-A	Plan de situation des réseaux souterrains
Plan 07-B	Coupes et détails des réseaux souterrains

Convention d'utilisation

Note de calcul du parapet

Note technique mur Teppan-Yaki et file anti-suicide

Version	Date	Commentaire
00	24.04.2024	

1 Géométrie routière

1.1 Principe

Le concept de réfection de ce Pont et des 2 têtes de Pont a été élaboré par le bureau d'architecte Studio Montagnini Fusaro.

Les aspects techniques liés au Pont tels que la superstructure de la chaussée, l'étanchéité ou la réfection des parapets ont été élaborés par le bureau MGİ.

Les aspects techniques liés à la géométrie routière, aux nouveaux arrêts de bus et à la traversée piétonne au milieu du Pont (rayons de braquage, courbes de balayage, accostage, gabarits de chaussée, hauteurs des bordures, superstructure au droit des arrêts de bus) ont été élaborés et vérifiés par les bureaux Buchs & Plumey et Emch+Berger.

Les objectifs principaux de ce projet consistent à :

- Réfectionner la superstructure et l'étanchéité du Pont supérieur
- Déterminer les positions des arrêts ainsi que les abribus de bus côté Bourg et coté Schönberg ;
- S'assurer de l'accessibilité piétonne aux arrêts de bus ;
- Assurer la perméabilité piétonne sur le Pont
- Intégrer des bordures avec une hauteur suffisante pour garantir un effet bouteroue ;
- Abaisser la vitesse à 30 km/h (voir rapport Mobilité de Emch+Berger);
- Optimiser les gabarits de chaussée à la suite du changement de régime de circulation.

L'altimétrie du projet présenté prend en considération la géométrie existante de la chaussée, des trottoirs et des places ainsi que les propositions du bureau d'architecte Montagnini Fusaro. L'objectif consiste à maintenir, dans la mesure du possible, les altitudes existantes afin de conserver au maximum :

- Les fondations de chaussées lorsque celles-ci sont en bon état ;
- La hauteur de recouvrement sur les réseaux souterrains (afin de ne pas devoir les déplacer) ;
- Les altitudes au pied du parapet (pour garantir une hauteur de garde-corps suffisante) ;
- Les points de récupération des eaux superficielles.

La conservation des altitudes, aussi proche possible des niveaux existants, permet de maîtriser les coûts de construction, garantit la faisabilité technique du projet et évite certaines adaptations et complications d'exécution.

1.2 Situation

L'emplacement des 2 arrêts de bus a été déterminé sur le Pont (à chaque extrémité). Voir rapport Mobilité Emch+Berger.

Sur la tête de Pont côté Schönberg, la chaussée et les trottoirs ont été repris sur la distance la plus courte afin de raccorder les nouveaux éléments du Pont et des arrêts de bus. Ainsi les surfaces reprises sur cette tête de Pont permettent simplement de raccorder les bordures du Pont sur les bordures du trottoir de manière tangente et de construire les nouveaux arrêts et abribus.

Sur la tête de Pont côté Bourg, un plus grand périmètre a été repris car il correspond à un secteur déjà déposé à l'enquête publique en 2018, mais qui change désormais de géométrie grâce au déplacement de l'arrêt de bus sur le Pont (au lieu de l'emplacement en tête de Pont sur le projet approuvé en 2018 avec des hauteurs de bordures qui ne sont plus à jour, Cf. modification de la Lhand 2020) ainsi que de l'emplacement des abribus.

1.3 Profil en long

Le profil en long du Pont de Zaehringen a été élaboré de manière à s'écarter au minimum des altitudes du trottoir existant de façon à conserver la hauteur d'un mètre du parapet existant assurant l'effet de garde-corps pour les piétons.

Sachant que les bordures existantes de ce Pont ont une vue d'environ 10cm, ce procédé implique un abaissement du profil en long d'environ 10 cm sur toute la longueur de la chaussée afin de pouvoir intégrer des bordures permettant de retenir les véhicules (+20 cm pour l'effet bouteroue). En effet, pour rappel, les parapets existants du Pont ne permettent pas de retenir les véhicules en cas de sortie de route et de chute dans la Sarine. (voir paragraphe 4.2)

Les pentes longitudinales existantes sur le Pont sont conservées sur l'ensemble du projet (sommet au milieu du Pont et pente de l'ordre de 0,5% de chaque côté), et la géométrie verticale est rattrapée sur les 2 têtes de Pont afin de venir à nouveau aux mêmes altitudes que la chaussée existante.

La mise en place des arrêts de bus sur le Pont avec des bordures à +22cm nécessite de creuser encore un peu ce profil en long. Ceci accentue ainsi légèrement les points bas existants de part et d'autre de ce Pont.

L'extrait du profil en long ci-dessous illustre les éléments relatés dans ce paragraphe.

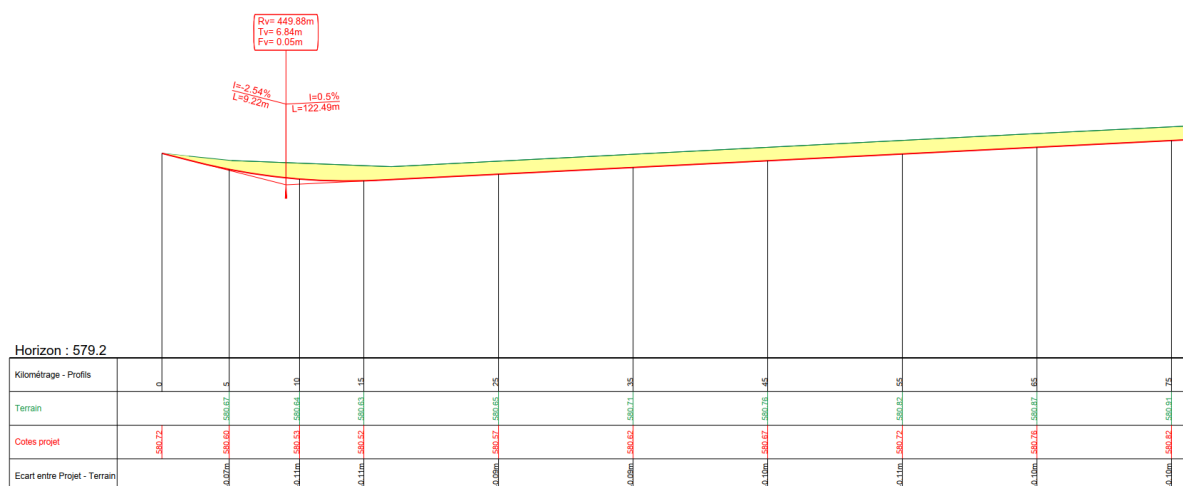


Figure 1 : Profil en long de l'axe de chaussée du pont de Zaehringen

1.4 Profils en travers

Sur l'ensemble du projet, 3 profils en travers caractéristiques ont été établis afin de représenter les aspects constructifs de la chaussée. Ils représentent en particulier la répartition des espaces ainsi que la superstructure de la chaussée.

Un cahier de profils en travers (tous les 10m) a été établi afin de vérifier l'abaissement de la superstructure de la chaussée sur le Pont.

La géométrie routière étudiée vise à maintenir un profil en toit comprenant 2.5% de pente par voie afin de garantir l'écoulement des eaux superficielles dans les gueulards situés dans les bordures.

Les trottoirs auront une pente transversale de l'ordre 2% permettant ainsi de garantir l'écoulement des eaux superficielles sur la chaussée tout en assurant un confort adapté pour les personnes en chaise roulante.

Sur le cahier de profil en travers (annexe 03-A) :

- le PR1 – 5m indique des pentes sur les trottoirs supérieures à 2%, soit 4 et 5,75 %, mais ces dévers correspondent en fait à la pente des places de part et d'autre de la route sur la Tête de Pont. La topographie de cette Tête de Pont est ainsi et ces placettes de la Tête de Pont ont une pente importante en direction de la chaussée (comme c'est le cas sur la Place Sainte-Catherine par exemple).
- A partir du PR2 -10m, les pentes transversales indiquées sur les trottoirs sont variables (entre 0,54% et 2,2%).
- Le revêtement du trottoir du Pont sera constitué de dalles en grès posées sur lit de mortier. Il sera donc aisé de garantir l'écoulement des eaux même avec des pentes transversales inférieures à 1%.

Afin de garantir un dévers maximal de 2%, l'arrière trottoir devra être abaissé de quelques centimètres (1 à 3cm et très localement 4cm). Cet abaissement ne pose pas de problème car celui-ci va augmenter très légèrement et très localement la hauteur du parapet de 1 à 3 cm qui mesure actuellement environ 1,0m. On aura donc localement un parapet avec une hauteur comprise entre 101 et 103cm, garantissant en tous lieux les 100cm indispensables à l'effet garde-corps des piétons.

Les pentes transversales des trottoirs seront étudiées en détails, au cas par cas, à l'aide de relevés topographiques complémentaires, lors de l'établissement du projet d'exécution.

Comme expliqué dans le chapitre 1.3, Les bordures existantes passent d'une dizaine de centimètres de hauteur à 22 cm au droit des arrêts de bus et à 20 cm pour l'ensemble du pont. Cela implique un abaissement de la chaussée de 10 cm sur l'ensemble du projet.

La nouvelle vitesse de projet de 30 km/h permet de modifier les gabarits d'espace libre existants portant ainsi la chaussée à 2 voies de 3.35 m (actuellement 2 voies de 3.65 m) et les trottoirs à 2.40 m par voie (actuellement 2.0 m par voie).

Suite aux différentes remarques, séances et tests entre le SPC, TPF et la Ville de Fribourg, il a été décidé de décaler les 2 arrêts de bus situés en alignement de 20cm contre l'axe de chaussée afin de garantir l'accostage et l'alignement des portes des bus (voir chapitre 4.3 du présent rapport). La conséquence de ce décalage de bord de chaussée est le rétrécissement de la chaussée de 20cm au droit de ces arrêts de bus. La largeur de demi-chaussée projetée passe donc de 3,35m à 3,15m sur 23m de longueur.

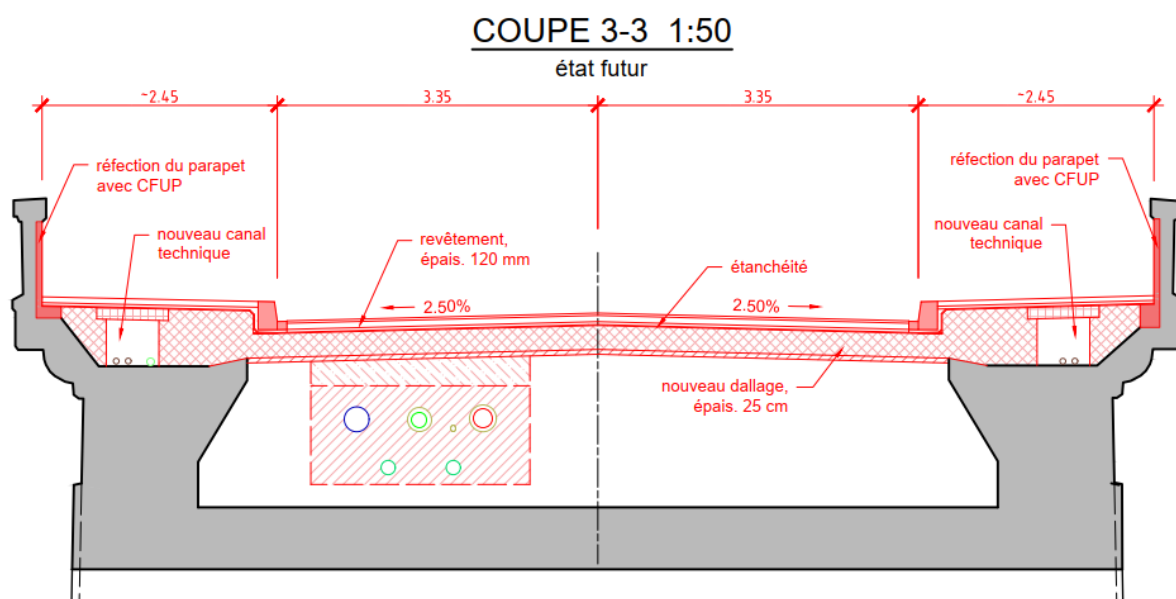


Figure 2 : Coupe type sur Pont

2 Superstructure de chaussée

2.1 Chaussée du Pont

Le bureau de structure MGi propose :

- Une nouvelle dalle en béton de 25cm d'épaisseur posée sur la structure du Pont (et sur remblais).
- Une étanchéité sur cette dalle (type Lé de Bitume)
- Une protection d'étanchéité (type asphalte MA 11 S ep. 30mm)

Puis le bureau d'ingénieur Buchs & Plumey propose 2 couches de revêtements bitumineux :

- AC B 16 S : 65mm
- AC MR 8 : 35mm

Nous proposons des couches de base et roulement en enrobés bitumineux au lieu d'asphalte à cause des fortes sollicitations présentes sur ce Pont. En effet, la largeur de chaussée va être largement réduite (6,70m au lieu de 7,50m actuellement) et les bordures réhaussées de 10cm. Les bus vont donc rouler en permanence dans les mêmes bandes de roulement afin de pouvoir croiser sur ce Pont (Classe de trafic T4). Ces bandes de roulement seront donc très fortement sollicitées et l'été durant les périodes de forte chaleur (comme nous en connaissons désormais quasiment tous les ans), les asphaltes ont tendance à fluer et donc à orniérer. Ce phénomène sera d'autant plus important au droit des arrêts de bus qui seront encore plus sollicités à cause des freinage/démarrage très fréquents de bus.

Avec cette superstructure, l'étanchéité du Pont peut être rétablie, les enrobés à bitumes dur peuvent résister aux fortes sollicitations des bus et la couche de roulement en AC MR 8 peut être renouvelée au besoin en rabotant et en se servant de la couche d'AC B16S comme couche de support pour un encollage et une repose de la nouvelle couche de roulement tout en garantissant de ne pas endommager l'étanchéité du Pont.

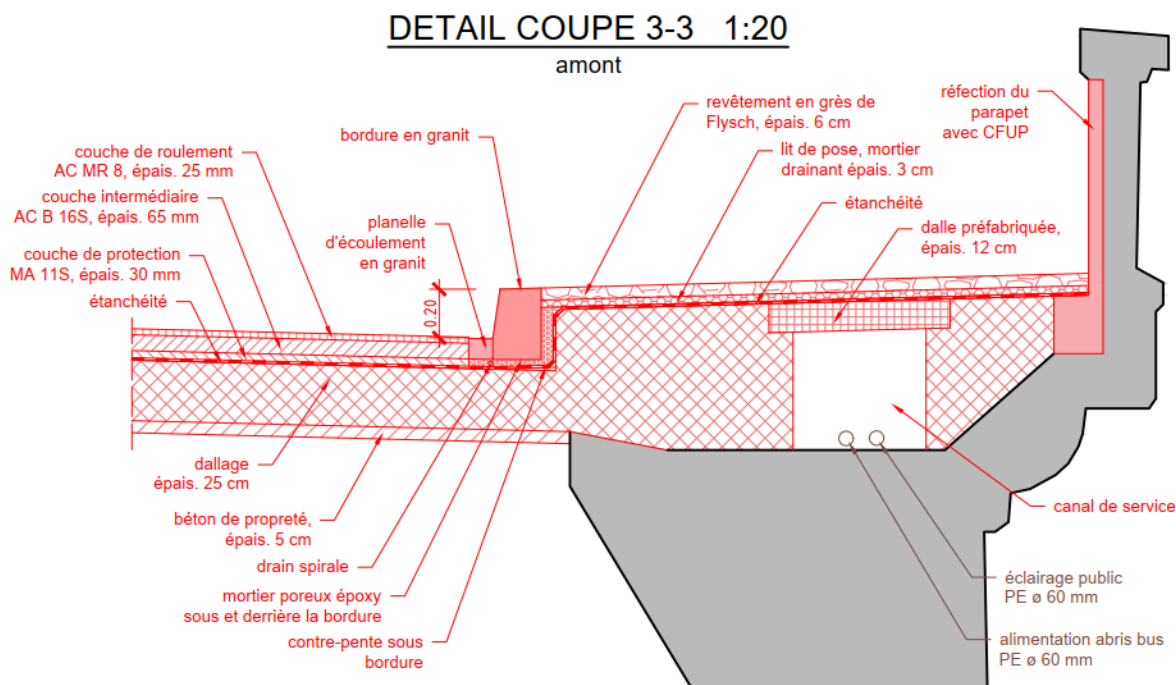


Figure 3 : Superstructure chaussée Pont

2.2 Arrêts de bus

Les arrêts de bus sont prévus sur la chaussée du Pont et auront donc la même superstructure que cette chaussée. (voir explications dans chapitre 2.1).

La couche de support en AC B16 S pourrait même être remplacée par un AC B16 H, soit un bitume plus dur, afin d'absorber encore davantage les fortes sollicitations de ces arrêts de bus. Il faudra évaluer dans les phases suivantes la nécessité de ce changement de bitume au droit des arrêts de bus en prenant en compte l'apparition de fissures prématurées dans des revêtements à bitume très dur.

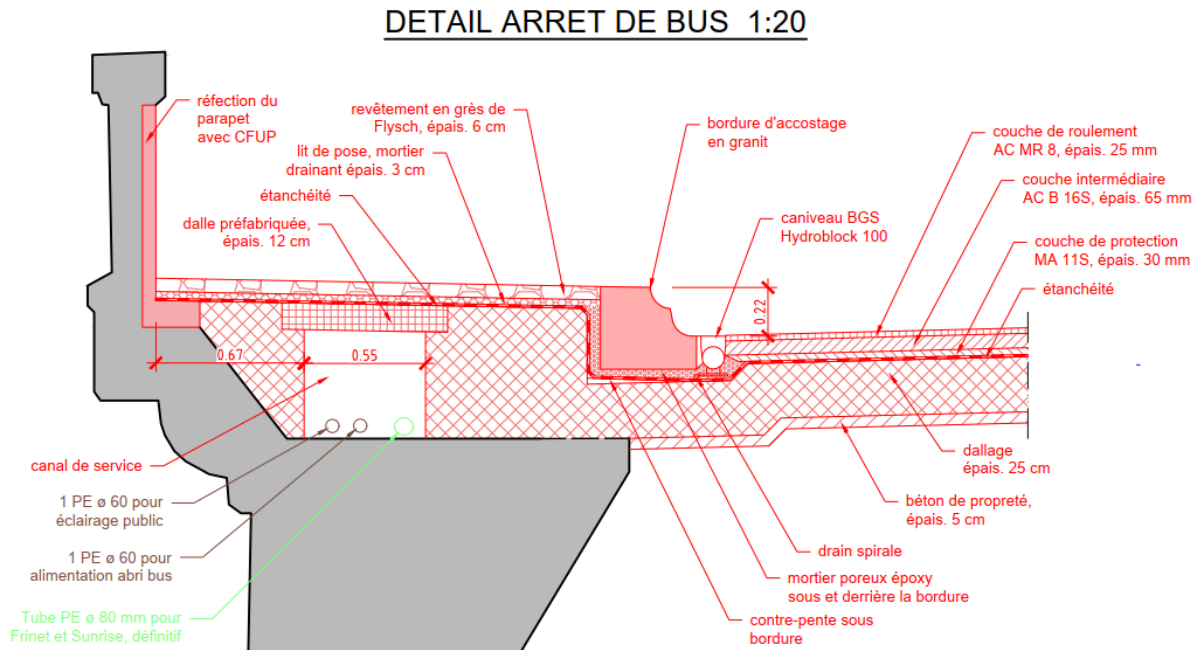


Figure 4 : Superstructure chaussée Arrêt de bus

2.3 Superstructure tête de Pont coté Bourg

La superstructure de la chaussée et des trottoirs coté Bourg est conforme à ce qui est en cours de réalisation dans le secteur de la Cathédrale et reprend la même structure que les plans d'exécution de la Requalification du Bourg Etape I, conformément aux figures ci-dessous.

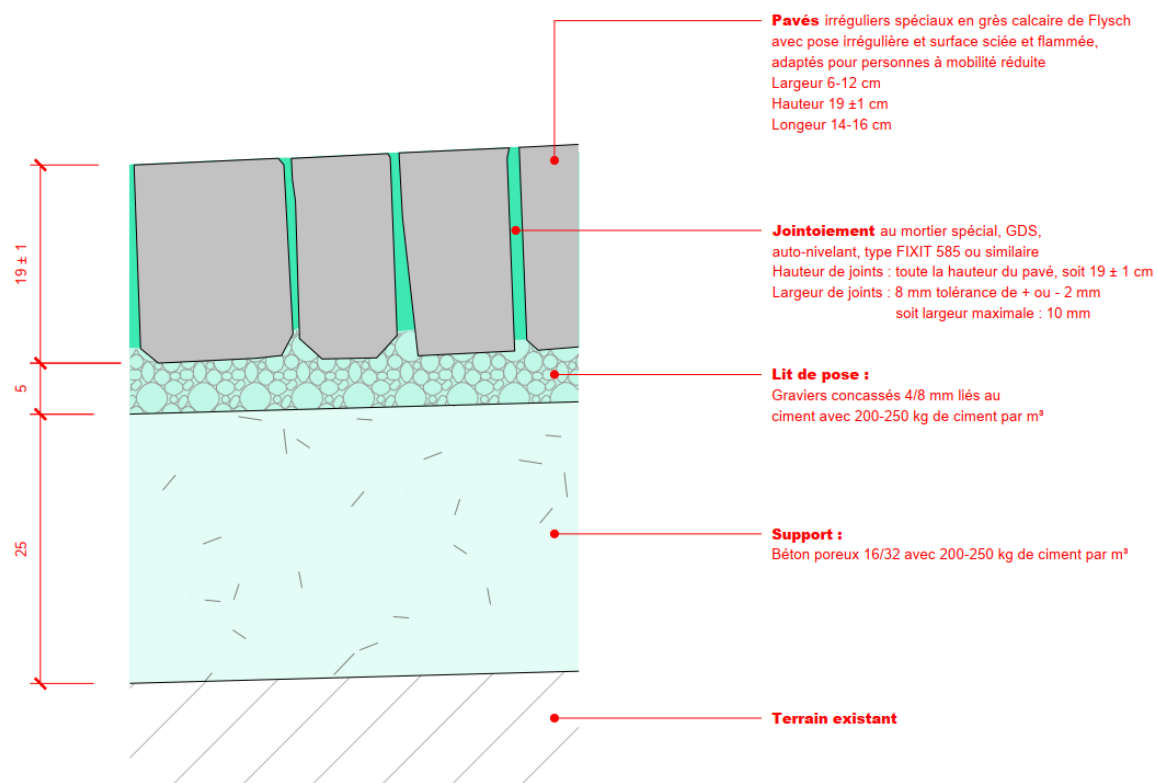


Figure 5 : Superstructure chaussée tête de Pont côté Bourg

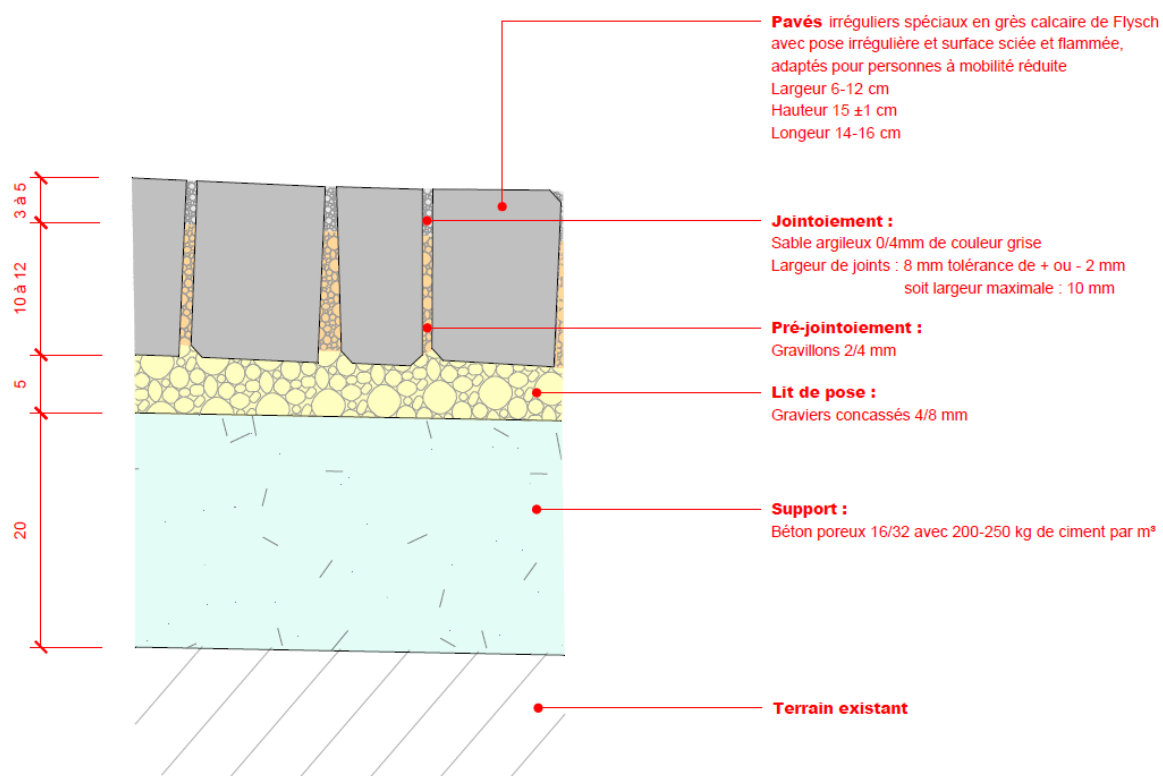


Figure 6 : Superstructure trottoir tête de Pont côté Bourg

2.4 Superstructure tête de Pont coté Schönberg

Cette tête de Pont a été réfectionnée il y a peu de temps, les enrobés bitumineux seront rétablis à l'identique aussi bien sur les trottoirs que sur la chaussée.

2.5 Trottoirs sur le pont

La superstructure des trottoirs sera constituée d'une dalle en béton armée puis de dalles en grès de Flysch posée sur mortier.

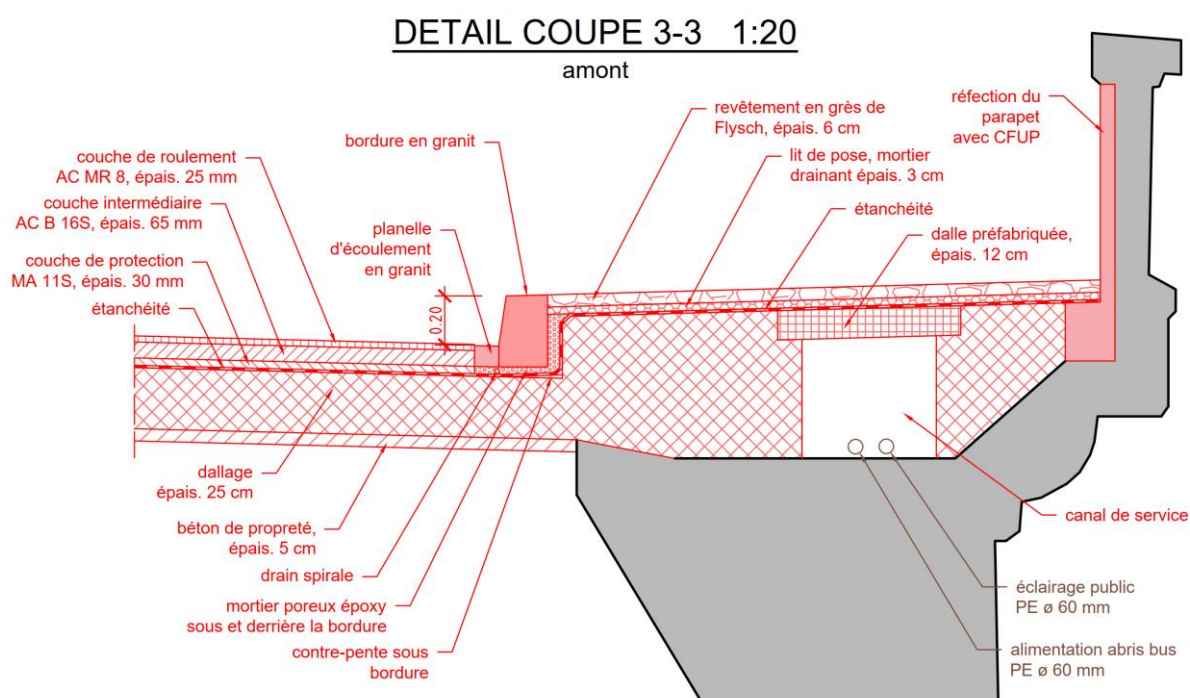


Figure 7 : Superstructure des trottoirs sur le pont

3 Evacuation des eaux de surface

3.1 Principe de récolte des eaux

Le principe de récupération des eaux de surface consiste, dans la mesure du possible, à maintenir les points de récolte existants, reliés aux réseaux d'eaux claires en place, afin d'effectuer un minimum d'interventions sur les collecteurs souterrains. Les surfaces de récoltes du projet sont égales à celles existantes, ce qui permet de conserver le principe de récupération des eaux.

Plus précisément :

- Les points de récoltes sur le Pont (avec bordures gueulard et descente dans les piles) sont maintenus. Les bordures avec gueulard sont simplement déplacées de 30cm à l'intérieur de la chaussée dû à l'élargissement du trottoir.
- La faible pente longitudinale (0.5%) implique la mise en place de planelle d'écoulement en pierre naturelle le long des bordures pour permettre à l'eau de s'écouler jusqu'aux bordures gueulards. Ce principe de récolte est déjà utilisé actuellement sur le pont de Zaehringen et répond correctement aux besoins.
- Au droit des 2 arrêts de bus, des caniveaux monobloc de classe de résistance F900, type Hydroblock 100 de chez BGS, sont mis en place tout le long de la bordure à +22cm car ces arrêts de bus se situent dans un point bas du profil en long (cuvette).

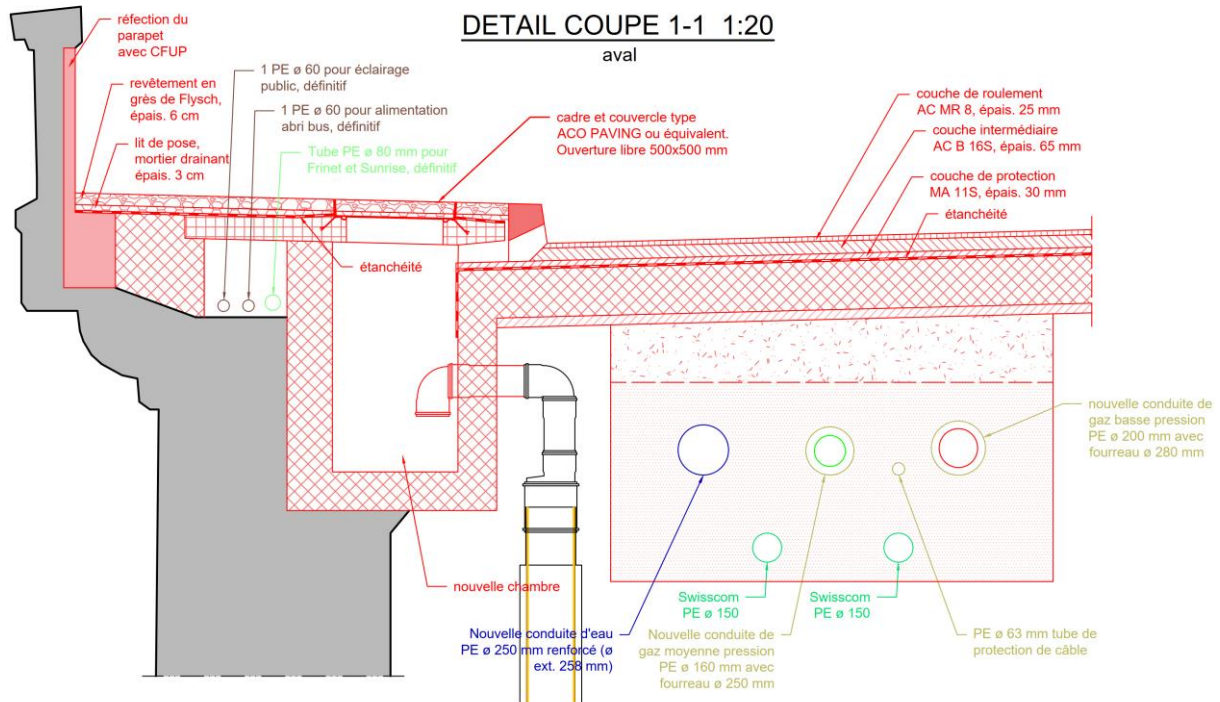


Figure 8 : Chambre avec dépotoir sous trottoir du Pont

- Sur la tête de Pont coté Bourg, des points de récolte ponctuels seront mis en place à proximité des grilles existantes. Il s'agira de caniveaux monobloc de classe de résistance F900, type Hydroblock 100 de chez BGS, de 11cm de largeur s'intégrant dans la double boutisse. 2 éléments seront mis bout à bout (un caniveau de 1m de longueur + un élément de service avec boîte avaloir de 50cm). Il s'agit du même détail que les plans d'exécution de la requalification du Bourg Etape 1 en cours de réalisation autour de la Cathédrale.

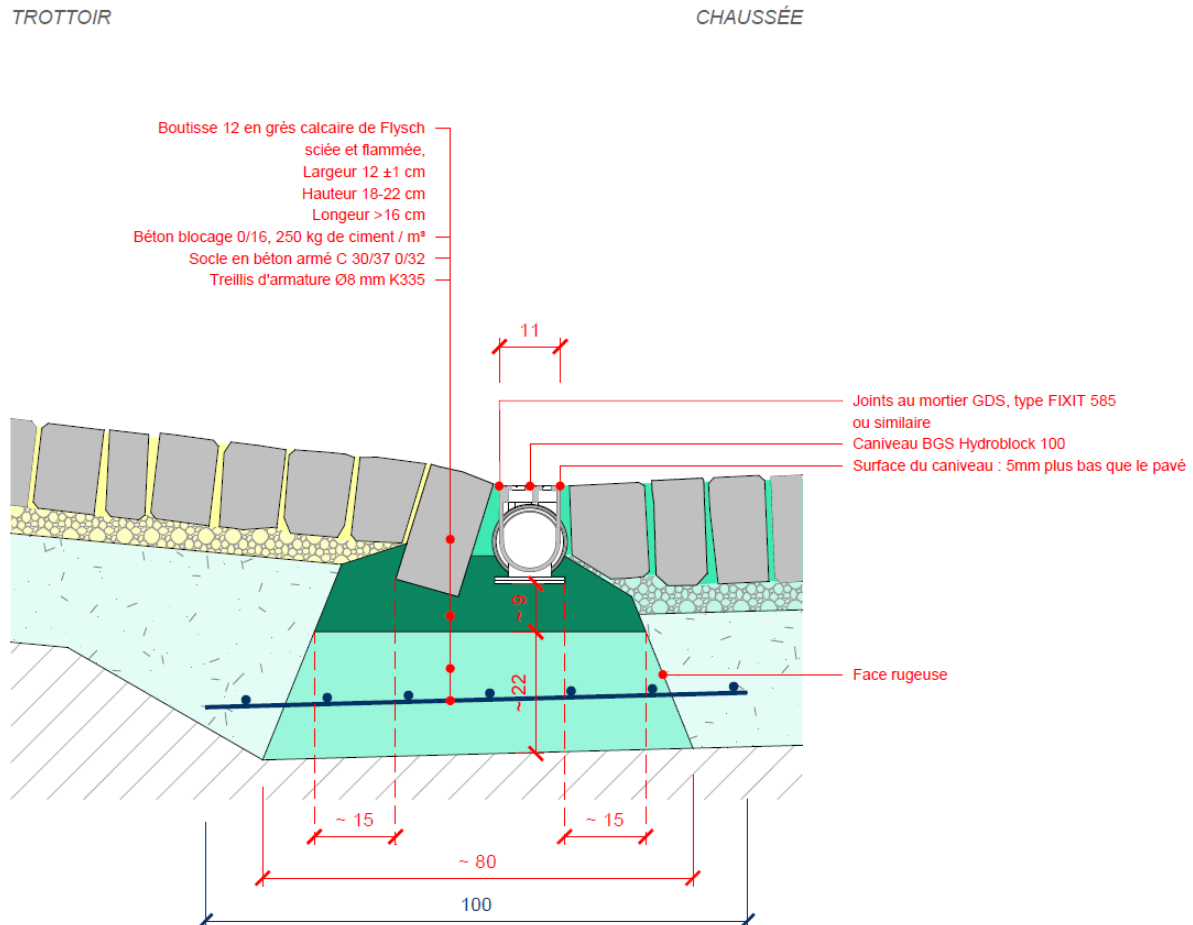


Figure 9 : Caniveaux sur tête de Pont côté Bourg

3.2 Admissibilité de déversement

Pour vérifier l'admissibilité de déversement dans les eaux superficielles, la classe de pollution des eaux de ruissellement doit être évaluée. Avec un TJM de 800 (selon le comptage de 2017 situé à proximité du pont), la classe de pollution est **faible**.

Classification	Somme des points	Classe de pollution
Pour les routes, le nombre de points de pollution est traduit par les classes de pollution suivantes	< 5 points	faible
	5–14 points	moyenne
	> 14 points	élevée
Pollution des eaux de ruissellement de chaussées		
Se compose des éléments suivants	Pollution de base + \sum (PP critères)	Points de pollution [PP]
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)
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
Pente	1, si pente > 8%	Pour l'horizon de planification
Tronçon de route à l'intérieur d'une localité	1	
Nettoyage des routes	Nombre de nettoyages mécaniques par mois	

Figure 10: évaluation de la pollution des eaux de ruissellement de chaussées (VSA, 2019)

Toutes les eaux de ruissellement du pont sont déversées dans la Sarine. La surface du projet est de 4'150 m² avec un coefficient de ruissellement de 1.0 (chaussée et trottoir). Le débit total engendré par cette surface pour une pluie de temps de retour est donc de **77 l/s** (pluie de 186 l/s/ha pour la région Plateau).

Le débit d'étiage de la Sarine est de l'ordre de **4'000 l/s** au niveau de Fribourg. Ainsi, le quotient de déversement spécifique est largement supérieur à 1. Aucun traitement n'est donc nécessaire avant le rejet dans les eaux superficielles.

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»					

Figure 11: admissibilité de déversement des eaux de chaussées (selon VSA, 2019).

En ce qui concerne la nécessité de rétention, le quotient de déversement spécifique est également largement supérieur à 1. Aucune rétention n'est donc requise avant le rejet dans le cours d'eau.

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 12 : Critères pour déterminer la nécessité d'une rétention avant le déversement dans les eaux superficielles (norme VSA, 2019)

3.3 Autres détails techniques

L'accès aux installations d'évacuation des eaux (collecteurs, chambres) est garanti en tout temps afin d'en permettre le contrôle et l'entretien.

Les sacs de route ainsi que les caniveaux (acodraîns) prévus pour l'évacuation des eaux de chaussée et de trottoirs seront munis d'un dépotoir à boue avec coude plongeur à l'écoulement de sortie. (Voir figure 8)

4 Equipements routiers

4.1 Eléments de marquage de bord de chaussée

Les bords de chaussée seront délimités par des éléments en pierre naturelle dont les dimensions varient en fonction des secteurs :

- Sur le Pont : des bordures de 20cm de hauteur
- Au droit de la traversée piétonne au milieu du Pont : des pavés de 3cm de hauteur
- Au droit des quais de bus : des bordures d'accostage de 22cm de hauteur
- Sur la tête de Pont côté Schönberg : des bordures de 10cm de hauteur
- Sur la tête de Pont côté Bourg : des doubles boutisses posée à +4cm selon le détail ci-dessous.
- Entre chaque type d'éléments différents : des bordures de transition assurant une pente longitudinale sur le trottoir de maximum 6%.

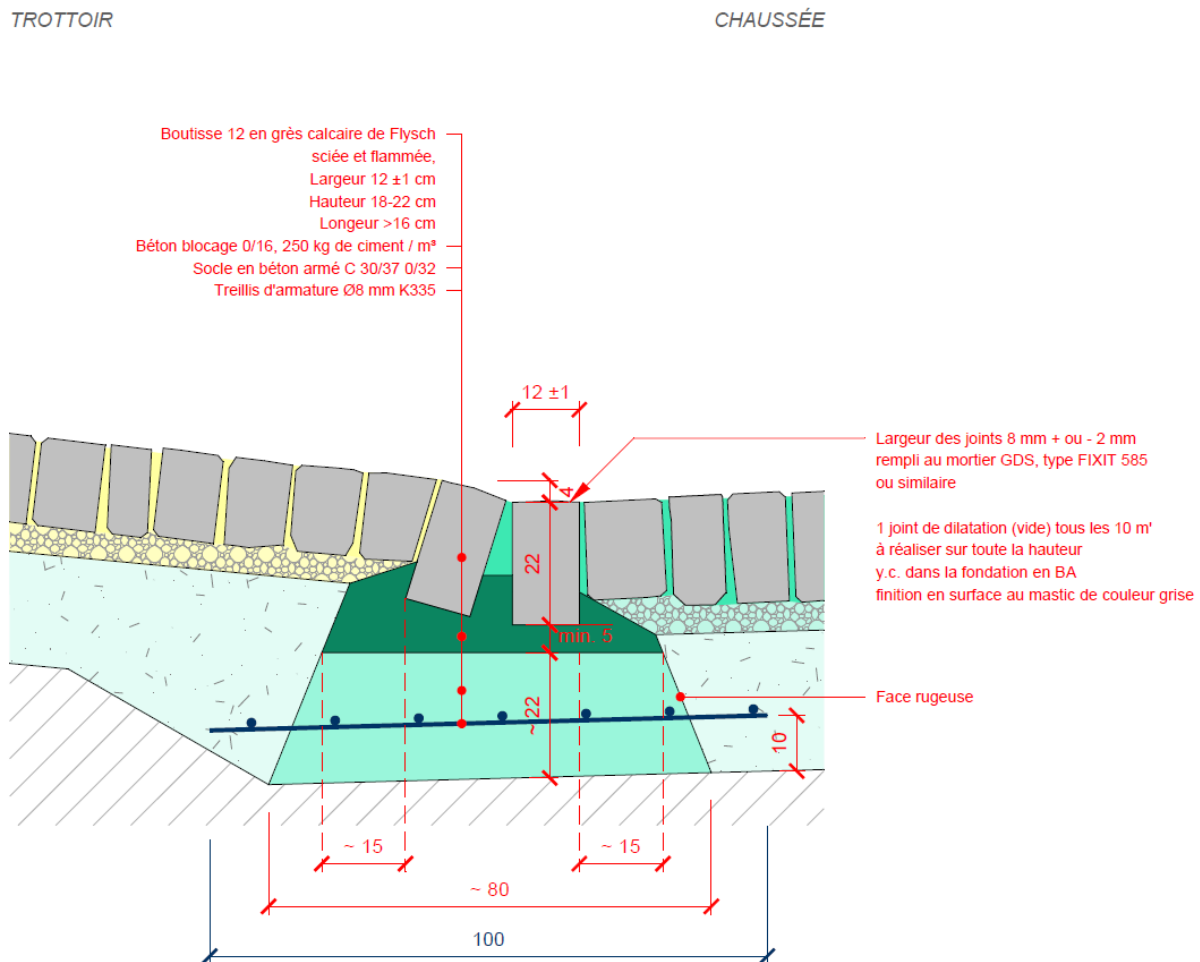


Figure 13 : Détail bord de chaussée Tête de Pont côté Bourg

Les éléments de marquage de bord de chaussée en pierre naturelle auront une double utilité sur l'ensemble du pont de Zaehringen. En effet, ils serviront d'éléments visuels délimitant le bord de chaussée des trottoirs mais auront également un effet bouteroue qui consiste à stopper les véhicules contre la bordure. Cet effet bouteroue est réalisable avec une bordure dépassant

20 cm et sert à empêcher les véhicules de venir heurter le parapet existant qui n'est pas dimensionné pour reprendre ce type de charge.

Sur le Pont, ces bordures seront accompagnées d'une planelle d'écoulement permettant de guider les eaux de chaussée le long de la bordure en raison de la faible pente.

Cette planelle d'écoulement en grès posée avec précision (planelle avec face sciée et posés sur lit de mortier) permettra également de garantir la planéité et l'épaisseur des revêtements au droit de la bordure afin d'assurer la hauteur de 20cm nécessaire pour garantir l'effet bouteroue.

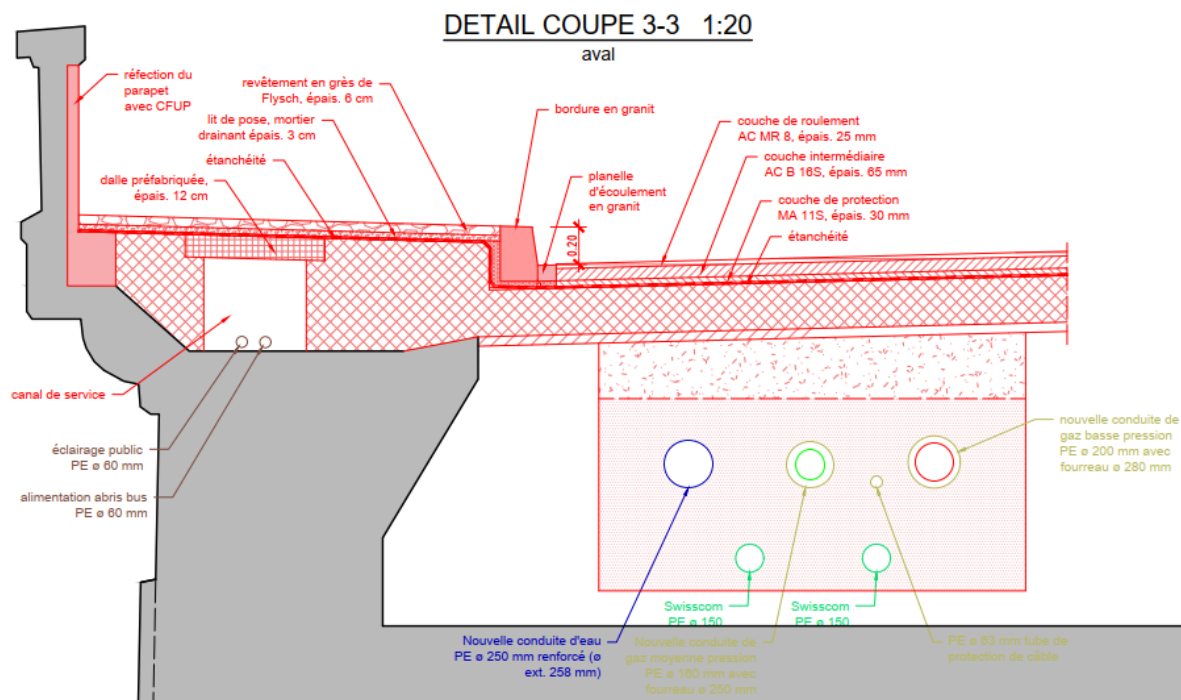


Figure 14 : Détail bord de chaussée Pont

4.2 Parapet du pont

Des dégradations sporadiques du béton ainsi que des joints entre les éléments et les consoles porteuses ont été constatées sur les parapets du pont supérieur. Des sondages destructifs ponctuels effectués en juillet 2018 ont révélé que ces éléments sont très faiblement ancrés. En effet, seule la liaison avec la console du pont est assurée par deux barres d'armature dans la partie pleine du parapet. Les armatures sont fortement corrodées, avec une perte de section estimée à 10%. De plus, le béton est fortement contaminé par les chlorures, ce qui présente un risque élevé de corrosion.

Les mesures constructives adoptées consistent à abaisser le niveau de la chaussée afin de permettre la mise en place d'une bordure bouteroue de 20 cm, qui empêchera les véhicules de heurter le parapet. Seules les forces horizontales exercées par les piétons sont prises en compte. Toutefois, au niveau de la traversée piétonne, où il n'est pas possible d'empêcher les chocs des véhicules, ces derniers doivent être pris en considération lors du dimensionnement du parapet.

Étant donné que le béton est fortement contaminé par les chlorures sur toute la surface du parapet, il est nécessaire de le remplacer sur l'épaisseur contaminée et de reconstituer la surface avec un béton fibré à haute résistance. Le CFUP garantira également la résistance du parapet face aux forces de cisaillement engendrées par le risque de choc au niveau de la traversée piétonne. Les armatures fortement corrodées seront dégagées et brossées pour éliminer la corrosion, et celles qui sont sévèrement corrodées seront remplacées.

4.3 Quai et arrêt de bus

Détails techniques :

Selon la demande du service de la mobilité de la ville de Fribourg, la délimitation prévue pour les quais de bus est constituée d'une bordure type PROFIL ® plus de Kassel (face latérale à double profil) d'une hauteur de 22 cm.

Les zones d'arrêts de bus seront réalisées en enrobés bitumineux (avec bitume dur) posé sur dalle en béton (voir chapitre 2.2) et un caniveau à fente monobloc en fonte de classe de résistance F900, type Hydroblock 100 de chez BGS sera installé entre la zone d'arrêt et la bordure afin d'assurer la collecte des eaux superficielles. (voir chapitre 3).

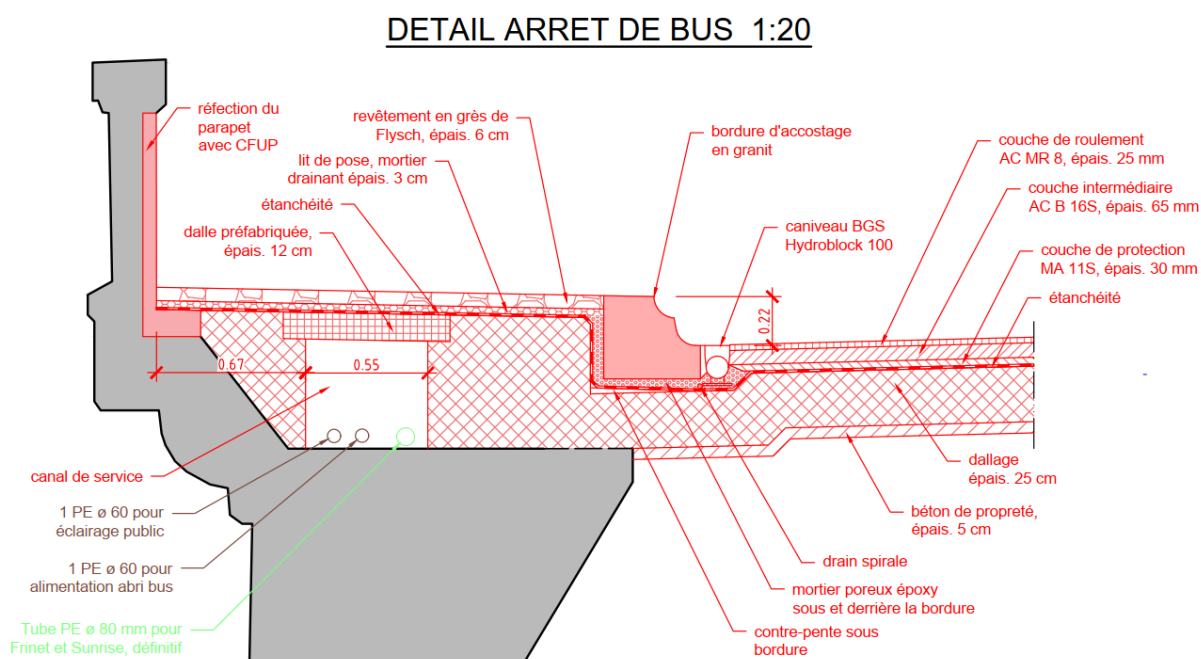


Figure 15 : Détail des arrêts de bus

La largeur minimale du quai est définie par la surface de manœuvre pour les accès adaptés aux chaises roulantes. Ces surfaces de manœuvres ainsi que les marquages tactilo-visuels sur les quais sont représentées sur les figures 16 et 17 ci-après. (Voir également plan 01-D en annexe du présent rapport)

La hauteur de la bordure d'accostage est de 22 cm (accès à niveau), l'espace libre de toute installation nécessaire doit mesurer au moins 2,0m de largeur. Dans notre cas de figure, les trottoirs et donc les quais mesurent désormais 2,40m de largeur, avec un étranglement très local à 2,0m au droit de certain pilier (Voir plan de situation 01-A en annexe du présent rapport).

Les dévers sur les quais seront de 2% (voir chapitre 1.4)

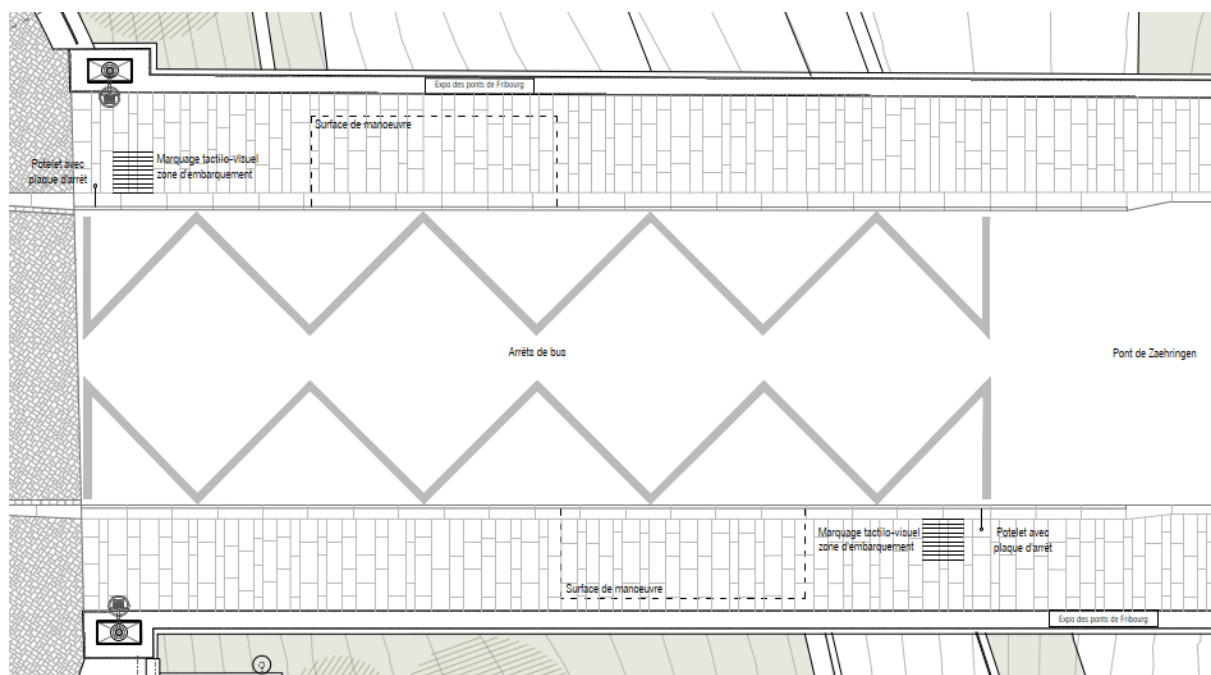


Figure 16 : Extrait plan 01-D avec surfaces de manœuvres et marquage tactilo-visuel sur quai BOURG

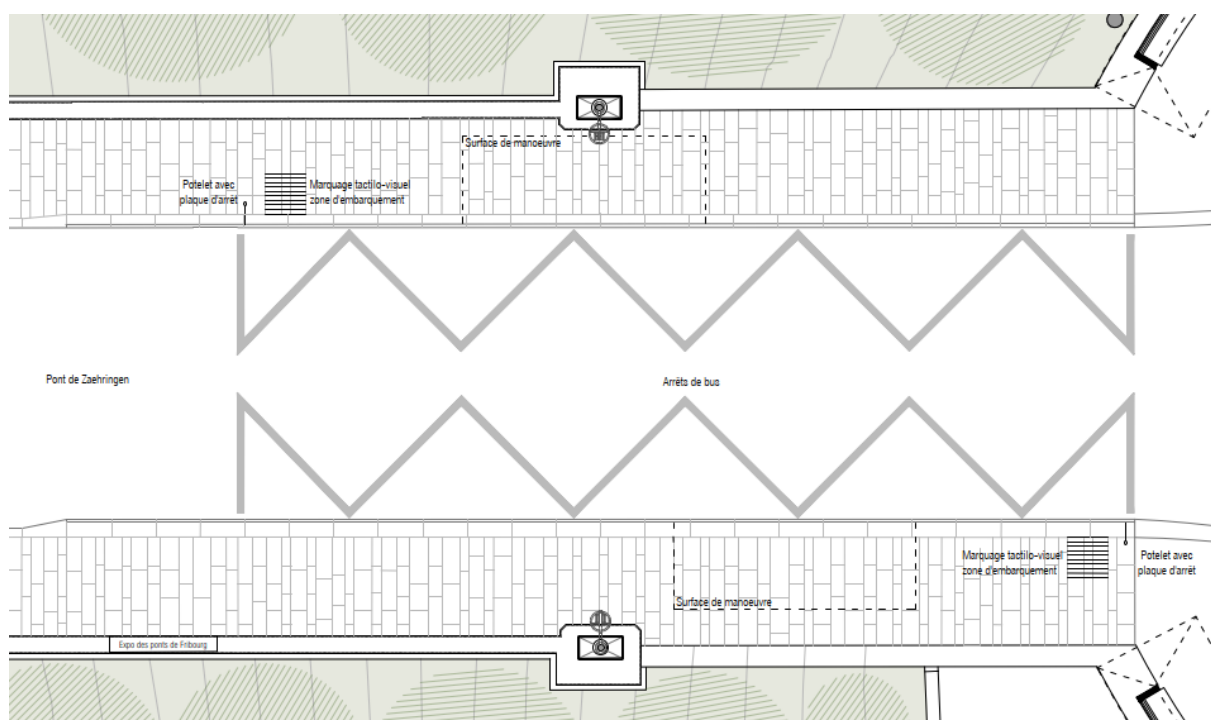


Figure 17 : Extrait plan 01-D avec surfaces de manœuvres et marquage tactilo-visuel sur quai SCHONBERG

Géométrie des arrêts de bus :

Suite au préavis défavorable du SPC, Section Surveillance du réseau routier, lors de l'examen préalable, concernant les zones d'approche pour l'accostage, de nombreux échanges ont eu lieu entre le SPC, les TPF, la VdF et les différents mandataires.

- Arrêt Bourg en sortie de Ville :
 - o La zone d'arrêt avec bordure KSB +22cm mesure désormais 19ml.
 - o Cette zone d'arrêt est précédée de 3ml de bordure +16cm afin de construire une zone d'approche (1ml de bordure de transition de +22cm à +16cm et 2ml de bordures à +16cm)
 - o Selon les différents tests réalisés par la Ville de Fribourg et les nombreuses discussions avec le SPC, ces 3ml de zone d'approche suffisent et permettent au chauffeur d'avoir un point de repère avant la zone d'arrêt afin de pouvoir être parfaitement collé et aligné aux bordures au droit des portes.
 - o Les 3ml supplémentaires de bordure KSB + 22cm dans le prolongement du quai de bus ont été introduit afin d'obtenir une symétrie de bordures KSB + 22cm avec l'autre arrêt en face
- Arrêt Bourg en entrée de Ville :
 - o Il s'agit même principe que l'arrêt Schonberg en sortie de pont,
 - o La zone d'arrêt avec bordure KSB +22cm de 19ml a été décalée de 20 cm vers l'axe de la chaussée (réduisant ainsi la demi-chaussée de 3,35m à 3,15m).
 - o Nous avons ajouté 4 ml de bordure KSB +22cm dans l'alignement des bordures du quai afin de constituer une zone d'approche.
 - o Le test grandeur nature au dépôt des TPF a prouvé que 3ml suffisent et permettent au chauffeur d'avoir un point de repère avant la zone d'arrêt afin de pouvoir être parfaitement collé et aligné aux bordures au droit des portes.
 - o Le mètre supplémentaire de bordure KSB + 22cm dans le prolongement du quai de bus a été introduit afin de prendre en compte le fait que la Ville préconise en général des arrêts de longueur 20m alors que le SPC exige seulement 19m de longueur.

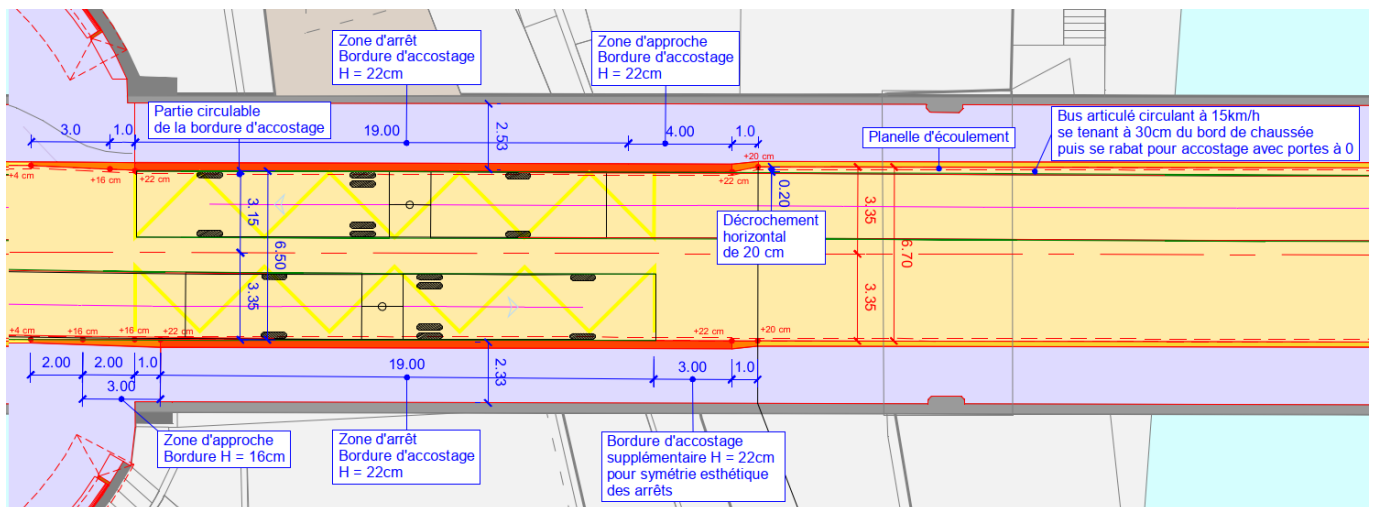


Figure 19 : Extrait de situation géométrie et accostage sur arrêts de bus côté Bourg

- Tous les arrêts :
 - o On peut désormais constater que les girations de logiciel prouvent que l'accostage est réalisable et réaliste à 15km/h et avec des roues parfaitement collées à la bordure de quai à +22cm.
 - o Toutes ces adaptations ont été validés par le test grandeur nature du 08.03.2024 au dépôt des TPF à Givisiez puis validés par mail, par les représentants de TPF, le 19.03.2024.

- Réduction du gabarit au droit des arrêts de bus
 - o L'introduction de décrochement de 20cm en direction de l'axe de chaussée, réduit le gabarit à 6,50m au lieu de 6,70m
 - o Ce décrochement s'effectue sur la longueur d'une bordure, c'est-à-dire sur 1m de longueur (ainsi ce décrochement n'est pas brutal, notamment pour les cyclistes, et techniquement plus logique car cette bordure d'un mètre permet également de passer de 20 à 22cm de hauteur)
 - o Ce rétrécissement de 20cm du gabarit ne pose pas de problème spécifique pour les cycles.
 - o Selon la Norme, à 6,50m, les bus croisent entre 25 et 30km/h, soit quasiment à la vitesse maximale autorisée sur ce Pont,
 - o Sachant, de plus que ce croisement aura très souvent lieu avec l'un des 2 bus arrêté, on pourrait ne pas considérer la marge de mouvement d'un des 2 bus et avoir ainsi, selon la Norme, un croisement possible à 30km/h.
- ➔ Cette réduction de gabarit de chaussée de 20cm sur 24ml n'a donc aucun impact sur les vitesses de circulation et de croisement des bus.

4.4 Abribus et nouvelle arborisation (Studio Montagnini Fusaro)

L'aménagement des nouveaux arrêts de bus sur le pont de Zaehringen s'accompagne, sur chacune des deux têtes de pont, de la réalisation de deux abris bus symétriques, conçus comme des objets sobres et épurés qui identifient et valorisent l'accès au pont et l'entrée au quartier du Bourg.

Les nouveaux abris bus s'intègrent aux parapets courbés en béton du pont, permettant ainsi de ne pas entraver le gabarit de circulation des piétons. Ces éléments ne constituent pas d'obstacles : sur la tête de pont côté Schönberg ils accompagnent le mouvement des personnes entre le pont, le jardin du Schönberg, l'accès au restaurant du Grand-Pont et les trottoirs le long des routes de Berne et de Bourguillon; sur la tête de pont côté Bourg ils respectent l'accès aux escaliers du pont et, grâce à leur emplacement, permettent de dégager de larges surfaces au bénéfice des piétons et, éventuellement, de la terrasse du restaurant Teppan Yaki. La réalisation de l'abri bus à côté de la terrasse PAX demande la suppression d'une partie du bac-à-fleur existant ainsi que d'un petit escalier en béton

La structure métallique des abribus est posée sur un socle en béton apparent, accroché aux parapets courbés existants selon une logique de continuité avec le pont. Ce lien est renforcé par la finition du béton, la même des anciens parapets.

Le long des parapets les tablettes préfabriquées existantes sont remplacées par de nouvelles tablettes, plus larges et caractérisées par la même finition des anciennes. Ces tablettes couvrent à la fois la tête des parapets existants et le nouveau socle, reliant ainsi ces deux éléments.

Le jeu entre le métal gris foncé et le verre confère à l'abribus une grande légèreté : l'ample baie vitrée laisse passer la lumière naturelle et assure la perméabilité visuelle, tandis que la toiture métallique retient la pluie et, en été, apporte de l'ombre aux personnes en attente.

Trois plafonniers "spot" de petites dimensions et à flux lumineux élevé sont encastrés dans le faux-plafond métallique pour garantir aux usagers le niveau d'éclairage nécessaire une fois la nuit tombée.

Conformément à la norme VSS SN640568 concernant la sécurité passive dans l'espace routier, dans les zones où il y a un risque de chute le projet prévoit l'installation d'un garde-corps métallique lorsque la hauteur du parapet en béton est inférieure à 1 mètre.

Comme convenu lors de la séance entre la Ville de Fribourg et la Commission d'Aménagement du Territoire, afin de contrôler un potentiel risque d'îlot de chaleur sur la surface minérale devant le restaurant Teppan Yaki, le projet prévoit sur cet espace la plantation d'un arbre solitaire à développement majeur (diamètre de la couronne de 6 m). Le pied d'arbre sera protégé par une grille ronde en fonte. La présence d'un arbre à cet endroit permettra aussi d'enrichir la qualité de l'espace public et de rendre plus accueillante et conviviale la future terrasse du restaurant.

4.5 Traversée piétonne

Afin de permettre aux piétons de traverser d'un trottoir à l'autre du pont en toute sécurité, un plateau d'une longueur de 10 m sera réalisé au milieu du pont. Pour cela, la chaussée sera réhaussée de 17cm.

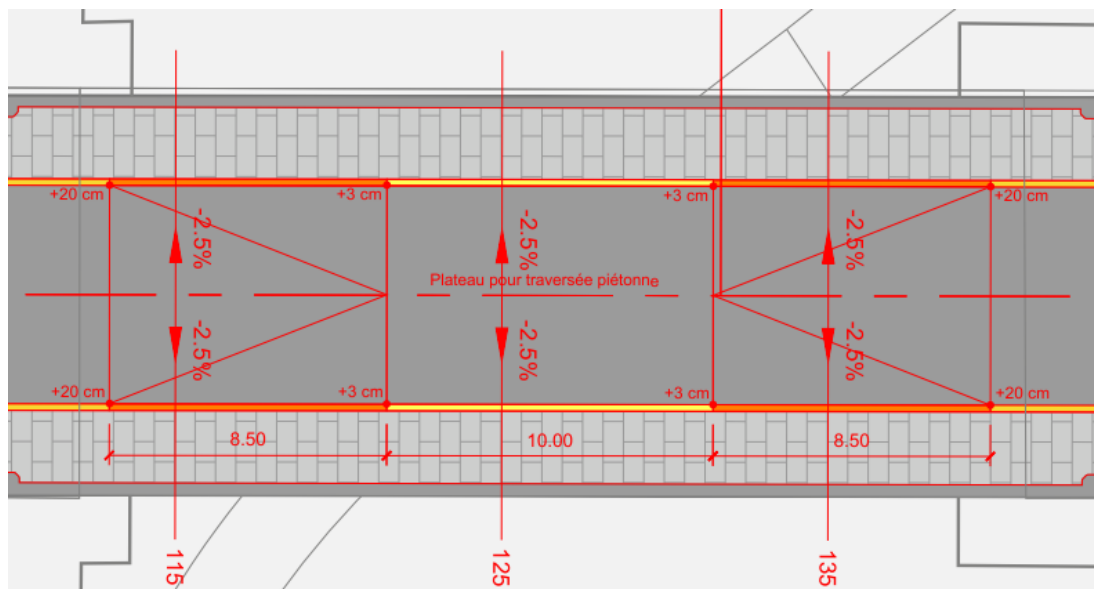


Figure 20 : Plateforme pour traversée piétonne

Les pentes longitudinales des seuils d'accès à ce plateau ne doivent pas excéder 2% selon une demande des Transports Publics Fribourgeois. Pour que les piétons et les PMR puissent traverser aisément, le plateau se situera 3 cm en dessous du trottoir. Cela implique une différence d'altitude de 17 cm entre le début et la fin du des seuils, ils mesureront donc 8,5 m de longueur.

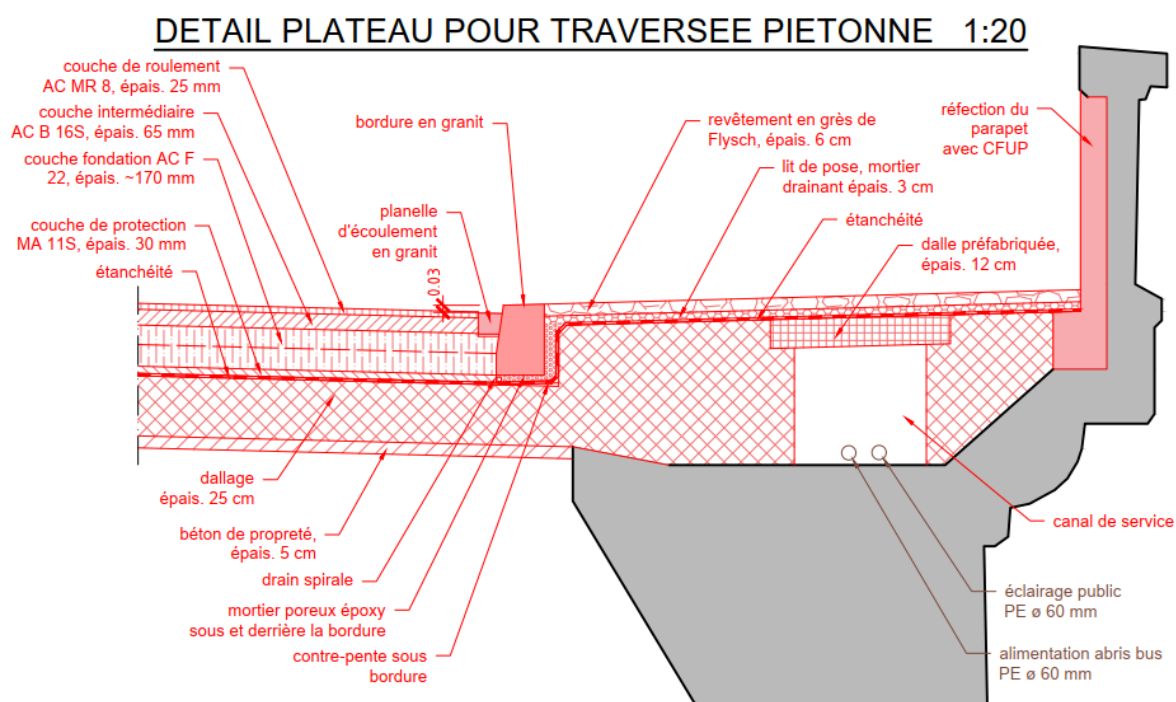


Figure 21 : Détails traversée piétonne

L'effet bouteroue assuré par la bordure de 20 cm sur l'ensemble du pont ne sera plus garanti à cet endroit. Un renforcement ponctuel du parapet sera réalisé pour retenir les véhicules en cas de sortie de route au droit du plateau surélevé.

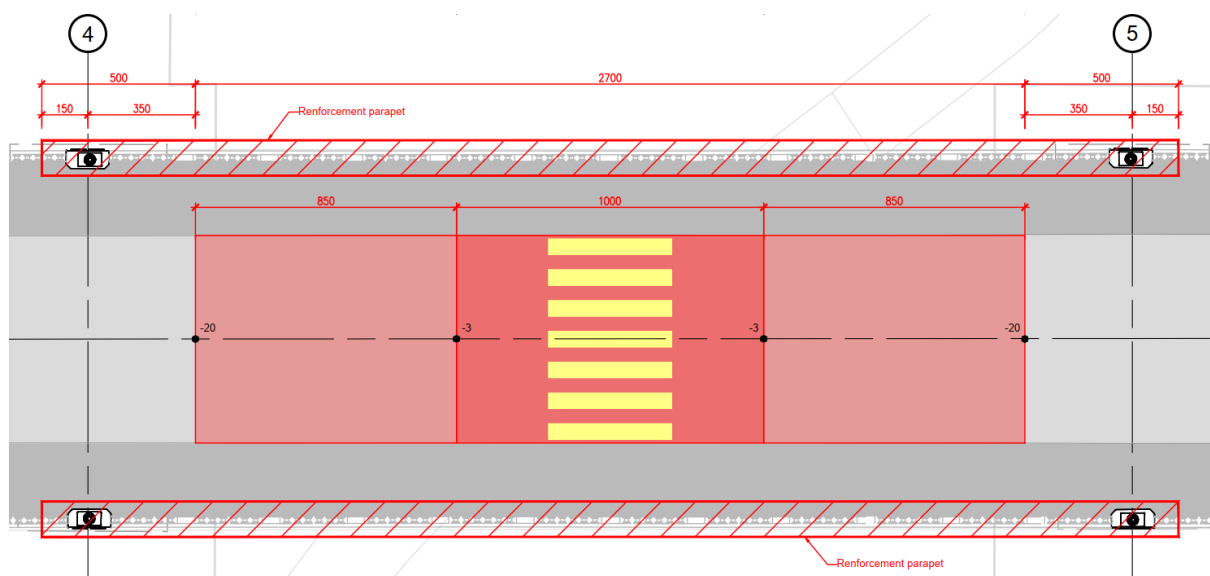


Figure 22 : Secteur de renforcement du parapet

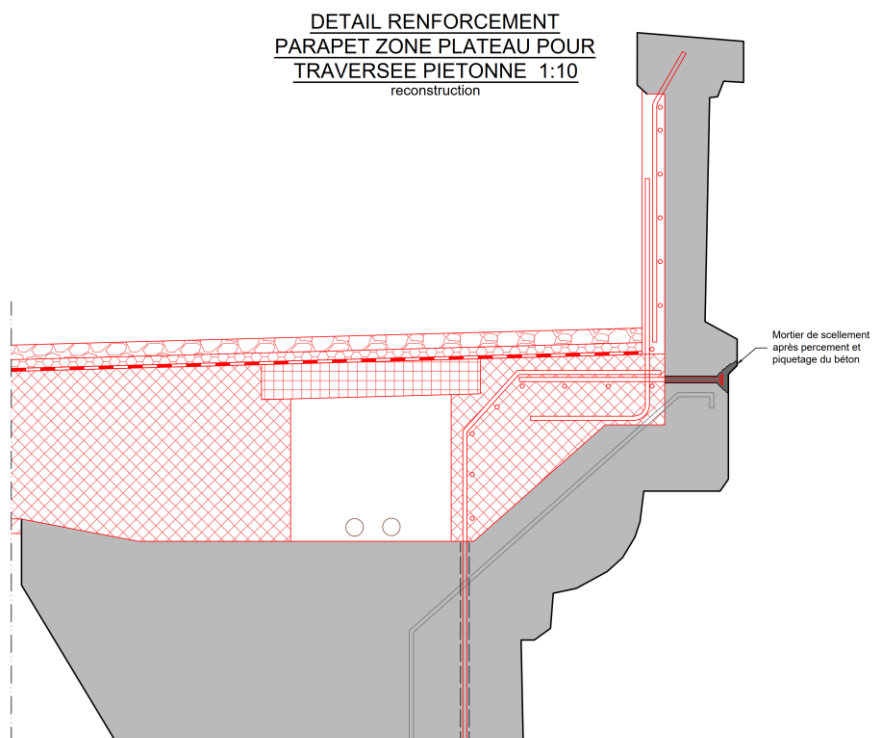


Figure 23 : Principe de renforcement du parapet

4.6 Filet de sécurité sur parapet (à proximité du restaurant Teppan-Yaki)

Du côté Fribourg, en face du restaurant Teppan Yaki, un parapet surplombe un mur de soutènement reposant sur une falaise d'une hauteur totale de 22 mètres jusqu'au toit d'un parking situé en contrebas. Il est à mentionner qu'un suicide par saut depuis ce parapet a eu lieu en 2017.

Suite à l'inspection et à l'évaluation du Prof. Dr. Med. Thomas Reisch, qui est l'auteur du rapport « Prévention des suicides sur les ponts » de l'OFROU en 2014, il a été conclu qu'un filet de sécurité était nécessaire à cet endroit afin de prévenir les chutes sur le parking. La solution retenue consiste à installer un filet de sécurité situé à environ 4.50 mètres en dessous du niveau supérieur du parapet.

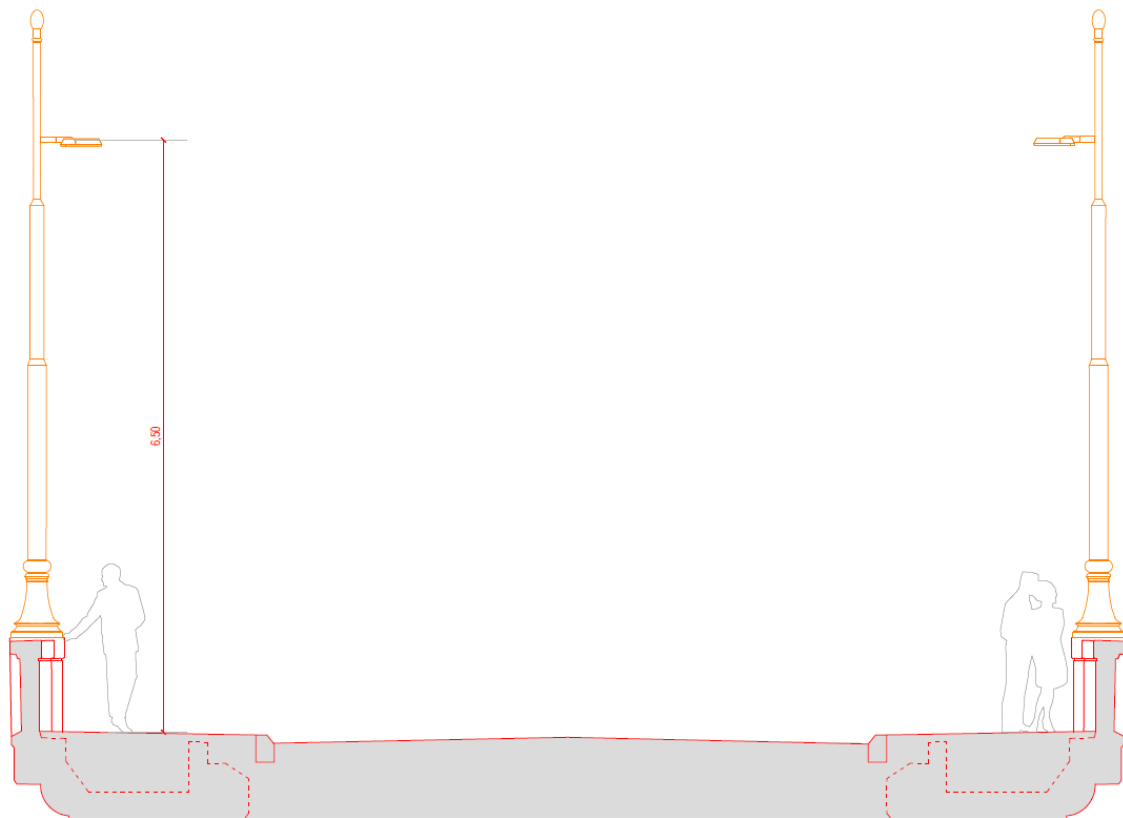
Ce filet est élaboré selon la même conception que celui qui sera installé sur toute la longueur du pont, assurant ainsi une intégration harmonieuse et une continuité visuelle cohérente. Cette approche garantira donc non seulement la sécurité des personnes se trouvant à proximité du parapet, mais également une esthétique uniforme sur l'ensemble du site.

4.7 Concept éclairage (Susanna Antico)

Le pont de Zaehringen joue un rôle important dans la mobilité de la ville en reliant les deux rives de la Sarine. En voyageant en direction de la vieille ville à partir de la rue de Bourguillon, on peut voir la cathédrale, l'ensemble des bâtiments historiques typiques du village en molasse locale disposés, grâce aux fortes pentes, dans une composition spatiale intéressante. Le pont est traversé par les transports publics et privés et les piétons. Aux deux extrémités, il y a des arrêts de bus et le stationnement n'est pas autorisé le long du pont. Le projet d'éclairage vise à permettre le passage des véhicules et des personnes en fournissant un éclairage suffisant et confortable pour le traverser en toute sécurité et en tenant compte de ses caractéristiques architecturales et de la perspective vers le Bourg.

Le projet prévoit l'installation de luminaires sur mâts le long du pont de ses deux côtés. Les luminaires sont installés sur les poteaux historiques placés au-dessus de la balustrade en pierre, qui seront restaurés par le TPF. Il était obligatoire de maintenir la position d'origine des poteaux. Pour compenser la distance de 30m entre les poteaux, une optique routière variable le long de trois axes a été prescrite : large le long de l'axe parallèle au pont (140°), asymétrique latéralement et perpendiculaire à l'axe central de la chaussée. La présence de poteaux des deux côtés permet d'éclairer uniformément la chaussée sur toute sa largeur. Les luminaires sont installés à 6,50 m de la surface de marche, équipés de la technologie LED et de très petite taille : diamètre de 46 cm et hauteur de 8 cm avec une puissance de 54W, une efficacité lumineuse de 107,98 lm/W et une température de couleur corrélée de 2200K selon les prescriptions du plan lumière de la ville.

La couleur de la lumière est chaude afin de limiter l'impact sur la faune et la flore qui peuplent les berges de la rivière en contrebas. Le système d'éclairage sera également connecté au système de gestion de la ville, ce qui permettra de modifier les niveaux d'éclairage en fonction des saisons et des heures de la nuit.



COUPES

Figure 24 : Coupe principe éclairage sur le Pont

5 Acquisition de terrain

Ce projet de Requalification ne comporte aucune emprise appartenant à des propriétaires privés :

- En effet, le pont est un domaine public et les 2 têtes de pont sont situées sur des parcelles publiques : 16467 + 17351 côté Bourg et 17785 côté Schoenberg. (Voir plan d'expropriation en Annexe avec les limites des domaines publics cantonaux et communaux).
- Les travaux sont prévus uniquement sur la partie supérieure du Pont (les parcelles privées situées sous le Pont ne sont donc en aucun cas impactées par ce projet).
- La seule « emprise » provisoire nécessaire est celle sur la parcelle 14563, pour une surface de 6m², mais il s'agit d'une parcelle appartenant au Canton, c'est donc du domaine public.

6 Base de projet / Convention d'utilisation

Voir documents en annexe du présent rapport.

7 Etapes de travail, planification des travaux

Le bureau MGI a élaboré des plans de phasage visant à établir les priorités de réalisation du projet et définir les contraintes lors des travaux d'exécution. Ces plans ont ensuite été soumis

aux divers intervenants du projet pour approbation. La durée estimée des travaux sur le pont et les têtes de pont est de 30 mois. Les différentes phases des travaux sont illustrées dans l'image 25.

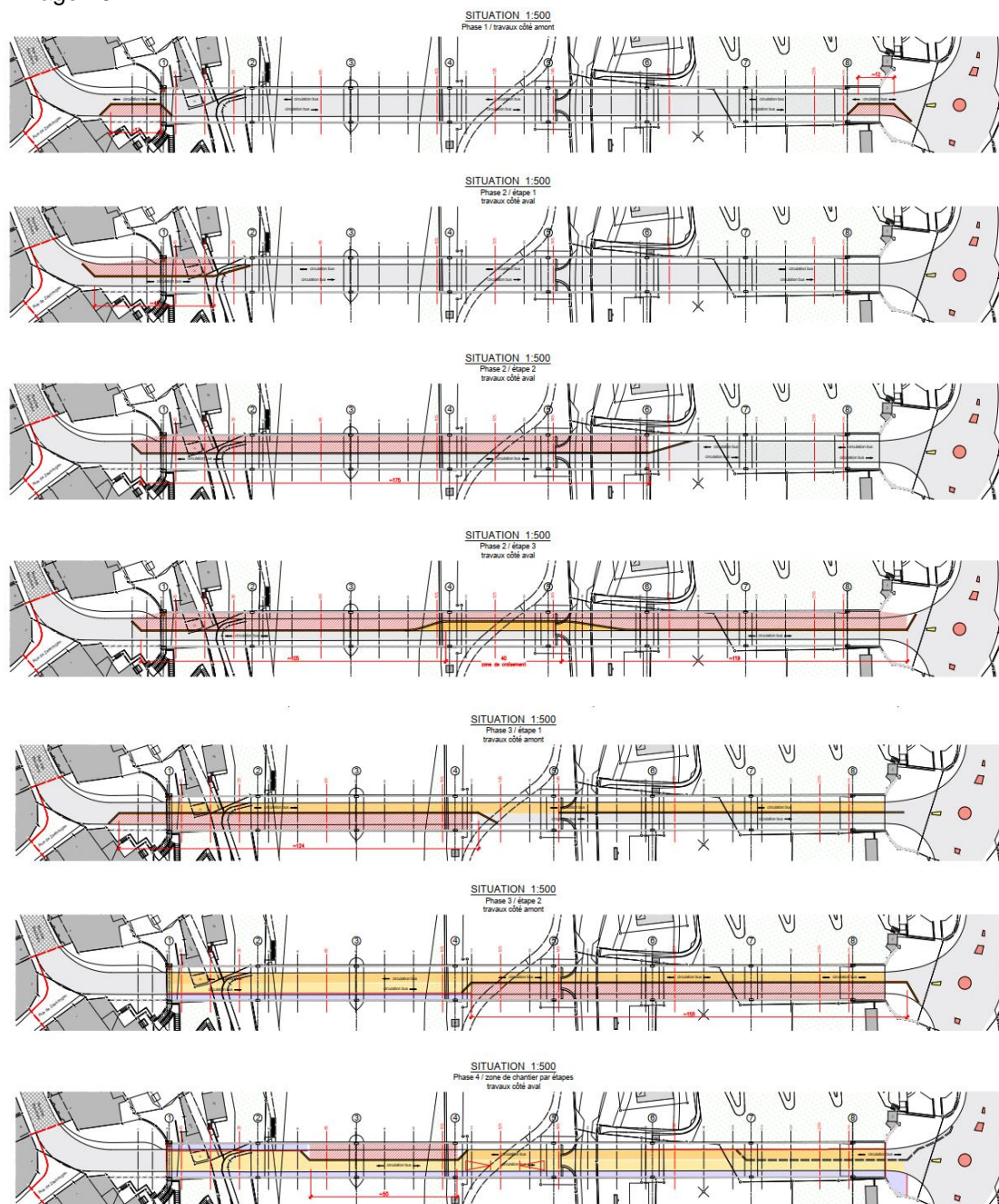


Figure 25 : Phasage des travaux d'exécution sur le pont

Porrentruy, le 24 avril 2024

BUCHS & PLUMEY SA
Ingénierie

MGI Ingénieurs SA

Mickaël Thuriot

Frederico Domingues