

Ville de Fribourg – Service de l'Edilité

Version 1.01 | 11.04.2024

Tête de Pont et Pont Zaehringen

Projet d'ouvrage – Phase SIA 33

Rapport sur les aspects mobilité



Impressum

Numéro du projet	190.2.22012.02
Mandant	Ville de Fribourg – Secteur des projets urbains
Date	11 avril 2024
Version	1.01
Version précédente	
Auteur(s)	Erwann Fahrni (erwann.fahrni@emchberger.ch)
Validé par	Guillaume Privat (guillaume.privat@emchberger.ch)
Distribution	Monsieur Pierre-André Tassain, Secteur des projets urbains
Chemin du document	k:\01_projekte\2022\190.2.22012 fribourg pont zaerhingen\4_plan\41_vorst\rapport\190.2.22012 pont zaehringen rapport mobilité phase 33.docx
Nombre de pages	27
Copyright	© Emch+Berger Verkehrsplanung AG, succursale Mobilité et Transport, Lausanne

Table des matières

1	Introduction	1
2	Documents de référence.....	2
3	Périmètre d'étude	2
4	Bases de l'étude.....	3
4.1	Plan d'aménagement local.....	3
4.2	Projet de requalification du Bourg.....	3
4.3	Bases des arrêts de bus conformes LHand.....	4
4.4	Bases pour la vérification des girations bus.....	5
5	Gabarit du pont de Zaehringen.....	6
5.1	Régime de vitesse	6
5.2	Situations de croisement	6
5.3	Variante de gabarits	7
6	Arrêt côté Bourg	8
6.1	Projet de base et variantes étudiées	8
6.1.1	Variante 1 – En tête de pont.....	9
6.1.2	Variante 2 – Positionnement « à cheval ».....	9
6.1.3	Variante 3 – Positionnement sur le Pont.....	10
6.2	Vérification des girations.....	10
6.3	Accessibilité piétonne aux arrêts de bus.....	12
6.4	Analyse multicritère	14
7	Arrêt côté Schönberg	15
7.1	Projet de base.....	15
7.2	Aménagement étudié	15
7.3	Vérification des girations.....	16
8	Accessibilité piétonne sur le pont.....	17
8.1	Variante Piétons 1	17
8.2	Variante Piétons 2	17
8.3	Variante Piétons 3	18
8.4	Variante Piétons 4	18
8.5	Tableau Multicritère.....	18
9	Variante technique de la traversée piétonne	20
9.1	Variante décrochement pente douce.....	20
10	Plan signalisation et marquages	21
10.1	Fonctionnement du carrefour	21
11	Conclusion	23
	Annexes	24

1 Introduction

Le pont de Zaehringen a été construit en 1924 par l'ingénieur Jules Jaeger. Le pont actuel remplace l'ancien pont suspendu qui a été démoli pour permettre le passage du tram. Le nouveau pont a pendant près d'un siècle servi de liaison principale entre la ville et les communes situées à l'est du Canton. Suite à la mise en service du pont de la Poya en 2014, le pont de Zaehringen a été fermé à la circulation motorisée privée et a été déclassé en route communale. Seuls les transports publics et les taxis circulent sur le pont actuellement. Toutefois, le pont nécessite d'importants travaux de rénovation à cause de problèmes d'infiltration d'eau et d'ancienneté. D'autre part, le projet de requalification du Bourg prévoit d'aménager le périmètre autour de la cathédrale et le pont de Zaehringen en un espace délesté du trafic de transit. Le projet prévoit le déplacement de l'arrêt TPF « Chancellerie » vers le pont de Zaehringen. De l'autre côté du pont, côté Schönberg, les arrêts doivent être mis aux normes LHand. L'étude doit déterminer finement l'emplacement de ces deux zones d'arrêt.

Le projet de requalification du Bourg de Fribourg concerne plusieurs périmètres. L'étape autour de la cathédrale St-Nicolas est en cours de réalisation. Les autres étapes comme par exemple la place des Ormeaux et la place Notre-Dame sont encore en cours d'étude. Le pont de Zaehringen fait partie de la stratégie de revalorisation complète du secteur du Bourg. Il est historiquement lié à ce quartier et représente un lien fort de part et d'autre de la Sarine. Dans ce cadre, la Ville de Fribourg a mandaté Emch+Berger Mobilité et Transport et Buchs & Plumey pour le projet d'ouvrage et la procédure de demande d'autorisation dans le périmètre du pont de Zaehringen et de la tête de pont. Le bureau Emch+Berger doit étudier les aspects de mobilité, c'est-à-dire l'emplacement des arrêts, l'alignement des bus, la perméabilité piétonne et PMR sur le pont, ainsi que le fonctionnement des flux dans le secteur du Bourg. Le bureau Buchs & Plumey est en charge des aspects constructifs pour le tablier du pont et les travaux de génie civil.

L'étude de mobilité doit positionner les arrêts de bus en prenant en considération les besoins en mobilité du périmètre du Bourg et la contrainte de respecter la norme LHand concernant l'accessibilité aux véhicules. Elle doit s'assurer que l'accostage des véhicules peut se faire parallèle aux quais. Une demande a été faite pour assurer aussi une perméabilité au milieu du pont pour les piétons et les personnes à mobilité réduite. Le bureau de mobilité accompagne la Ville de Fribourg dans les différentes séances et ateliers de travail pour fixer et développer le projet.

Un examen préalable a été déposé en juillet 2023, contenant toutes les pièces nécessaires à la mise à l'enquête. Suite à la consultation des différents services cantonaux, une synthèse des préavis de l'examen préalable a été reçue le 21 novembre 2023. Dans cette synthèse, certains éléments ont demandé à être changés ou clarifiés. Le rapport ci-dessous intègre les demandes faites par les différents services cantonaux et plus particulièrement le Service des ponts et chaussées (SPC).

2 Documents de référence

Les documents et normes suivants ont été utilisés dans l'étude :

- [1] Basler & Hofmann, *Fribourg, aménagement des arrêts de bus à 22cm*, 08.03.2021
- [2] CSD, *Pont Zaehringen – Positionnement des arrêts de bus côté Bourg*, 16.08.2021
- [3] Etat de Fribourg, *Instruction – Arrêts de bus*, Service des Ponts et Chaussées, 25.02.2021
- [4] Ville de Fribourg, Plan d'aménagement local
- [5] Ville de Fribourg, Plan du projet de requalification du Bourg
- [6] *Normes VSS*
- [7] *Préavis de synthèse de l'examen préalable, Canton de Fribourg, Service du génie civil, de l'environnement et de l'énergie GCEE, 21 novembre 2023*

3 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude englobe le pont Zaehringen, la tête de pont côté Bourg, ainsi que le carrefour avec la rue des Bouchers :

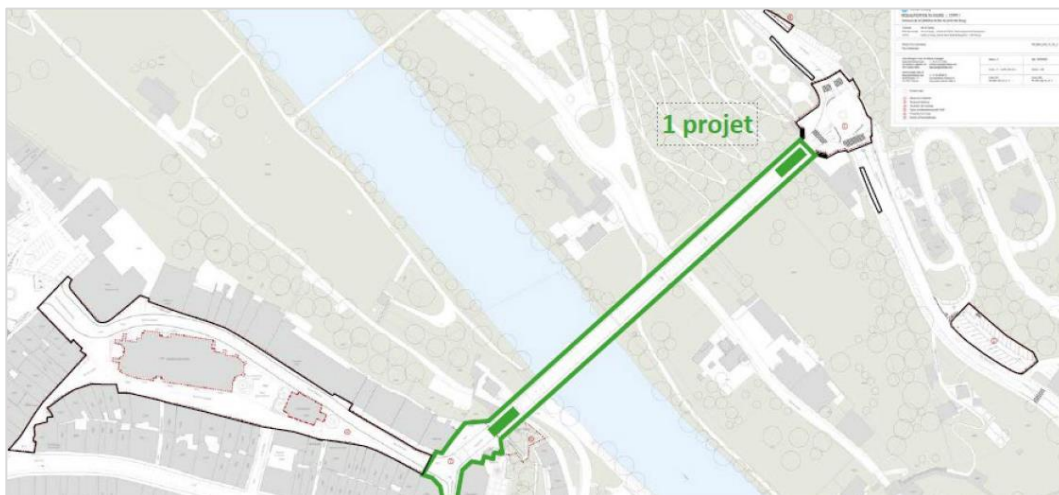


Figure 1 : Périmètre d'étude dans le contexte du projet du Bourg

4 Bases de l'étude

Les éléments cadres ci-dessous fixent les hypothèses principales de l'étude de mobilité.

4.1 Plan d'aménagement local

Le Plan d'aménagement local (PAL) de la Ville de Fribourg oriente le développement urbain sur son territoire. Les projets dans la commune doivent être conformes à ses lignes directrices. Selon le PAL 3^e enquête publique, la rue des Chanoines et la rue de Zaehringen sont classées comme routes de desserte, en zone à vitesse modérée. Le pont de Zaehringen est classé en tant que zone prioritairement piétonne et/ou TP.

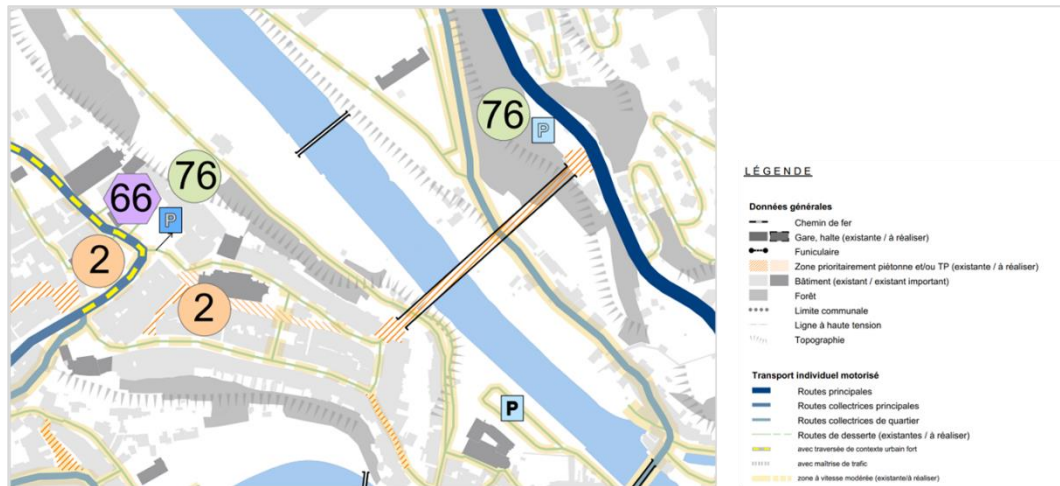


Figure 2 : Plan d'aménagement local, 3^e enquête publique [Source : Ville de Fribourg, Plan d'aménagement local]

4.2 Projet de requalification du Bourg

Le projet de requalification du Bourg prévoit de modifier le schéma de circulation afin de piétonniser le côté sud de la cathédrale et les rues adjacentes. Les aspects suivants concernant la mobilité sont importants pour le projet :

Arrêts de bus

- Remplacement de l'arrêt Chancellerie par l'arrêt Bourg situé vers le pont Zaehringen

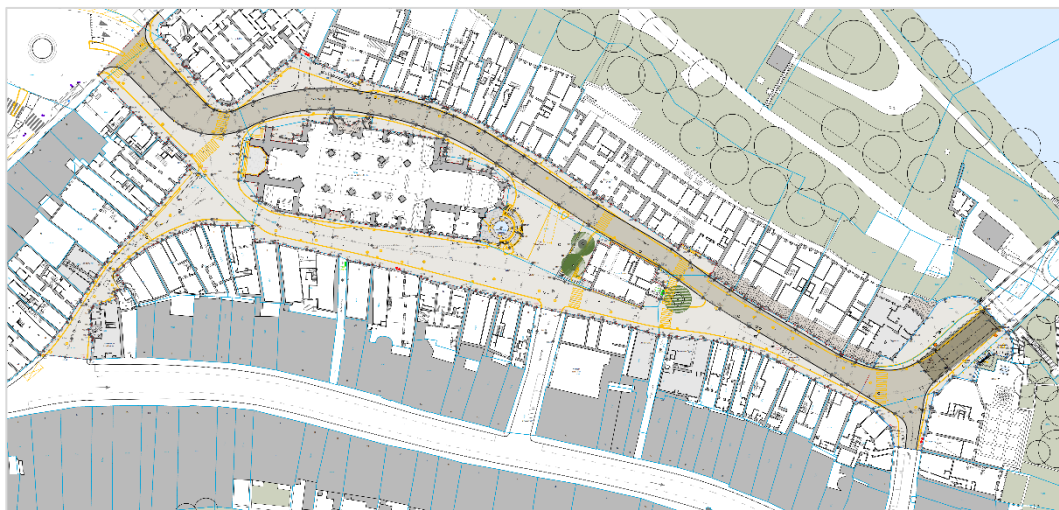


Figure 3 : Plan du projet de requalification du Bourg [Source : Ville de Fribourg, Plan du projet de requalification du Bourg]

Schéma de circulation

- Suppression de la circulation sur la rue du Pont-Suspendu,
- Sur la Grand-Rue, la circulation reste à sens unique, sauf pour les cycles, descendant de la Place de l'Hôtel de ville vers la rue de Zaehringen,

- La rue des Bouchers et la rue des Chanoines deviennent un sens unique montant depuis le pont Zaehringen jusqu'à la ruelle Saint-Nicolas, sauf pour les transports publics et les cycles,

Régime de vitesse

- La vitesse est limitée, par dérogation à la limite générale de vitesse, à 20km/h sur la rue des Chanoines, sans passages pour piétons marqués.
- Le Pont de Zaehringen est abaissé à 30km/h (projet du présent mandat)

Ces modifications résultent en le schéma de circulation suivant :

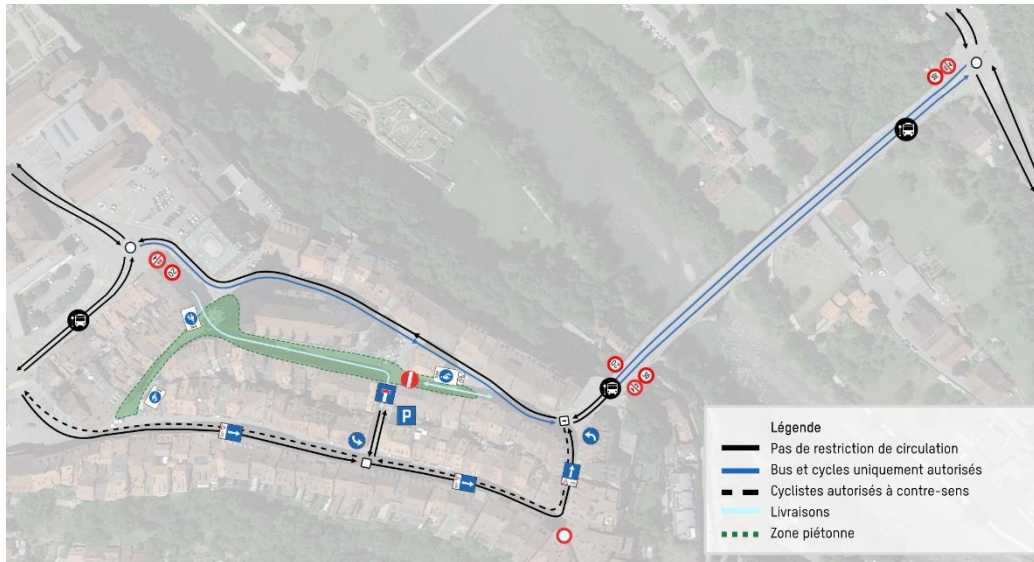


Figure 4 : Schéma de circulation dans le quartier du Bourg

4.3 Bases des arrêts de bus conformes LHand

La géométrie des arrêts est importante étant donné les deux arrêts à aménager aux normes LHand. Le Service des ponts et chaussées de l'État de Fribourg a défini les dimensions standards par ordre de priorité. Le choix de la priorité prend en compte la situation topographique, spatiale ou technique.

Priorité 1 : bordure de 22cm sur toute la longueur du quai

Priorité 2 : déplacement de l'arrêt à un endroit plus adapté

Priorité 3 : bordure de 22cm incluant la première porte du bus et la deuxième porte du bus sur une longueur minimale de 10m, et le reste du quai avec une bordure de 16cm

Priorité 4 : bordure de 22cm vers la zone de la deuxième porte du bus, et le reste du quai avec une bordure de 16cm.

Étant donné l'importance des arrêts, notamment de l'arrêt côté Bourg, il a été essayé en premier d'aménager des arrêts de priorité 1. Le graphique à la page suivante illustre les dimensions nécessaires pour ce type d'arrêt. Il convient de noter que pour un arrêt avec des bordures de +22cm, il faut une largeur de trottoir de minimum 2m pour la surface de manœuvre PMR.

Dans le cadre de ce projet, les arrêts en **priorité 1** avec des bordures uniformes de +22cm ont été développés et vérifiés.

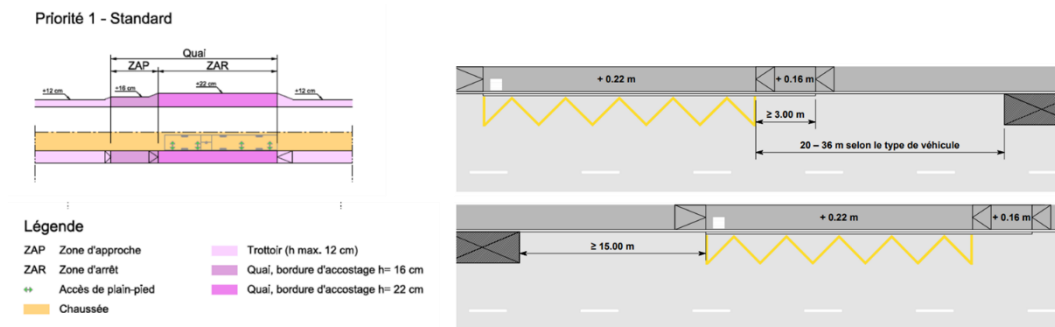


Figure 5 : Aménagement d'un arrêt de bus priorité 1 [Source : Etat de Fribourg, Instruction – Arrêts de bus, Service des Ponts et Chaussées, 25.02.2021]

4.4 Bases pour la vérification des girations bus

Les TPF utilise actuellement des trolleybus de 18,6m sur les lignes urbaines. A futur, des bus biarticulés de 25m seront éventuellement déployés sur ces lignes. Les girations pour ces **deux types de véhicules** ont ainsi été vérifiées. Des bus articulés des lignes régionales empruntent également le pont de Zaehringen mais sont moins contraignants en termes de matériel roulant.

	Hess trolleybus 18.6m	Hess trolleybus 25m
Longueur	18'606 mm	24'664mm
Porte à faux avant	2'731 mm	2'731mm
Empattement 1	5'845 mm	5'845mm
Porte à faux remorque 1	1'825 mm	1'825mm
Empattement remorque 1	4'795 mm	4'873mm
Porte à faux remorque 2	-	2'545mm
Empattement remorque 2	-	4'165mm
Porte à faux arrière	3'410 mm	2'680mm
Empattement 2	6'620 mm	6'698mm
Empattement 3	-	6'710mm
Largeur	2'550 mm	2'550mm
Rayon extérieur	12'034 mm	12'500mm
Angle de braquage	36,8°	-
Rayon de braquage	9'762 mm	-

Tableau 1: caractéristiques du matériel roulant des TPF – Bleu : calculs Emch+Berger [Source : TPF]

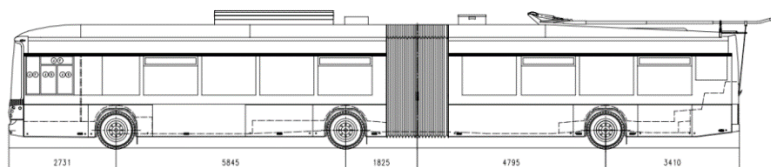


Figure 1 : Gabarit type du matériel roulant des TPF, Hess Swisstrolley 3 BGT-N2 C [Source : TPF]

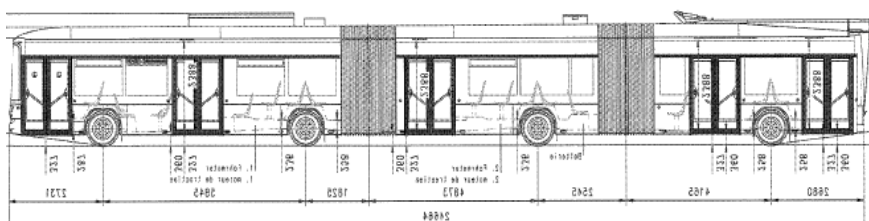


Figure 2 : Gabarit type du matériel roulant des TPF, Hess trolleybus 25m [Source : TPF]

5 Gabarit du pont de Zaehringen

Le gabarit du pont Zaehringen est aujourd’hui réparti entre deux trottoirs de 2m chacun et un gabarit routier de 7,5m (voir coupe ci-dessous). Des éléments de soutien du parapet réduisent ponctuellement la largeur des trottoirs de 20 à 40cm.

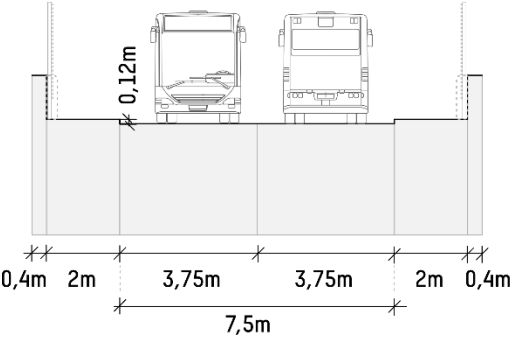


Figure 6 : Pont de Zaehringen, coupe type actuelle

Dans le cadre du réaménagement du pont, le tablier sera complètement refait. Le souhait est de rendre le pont plus attractif touristiquement et pour les piétons. Dès lors, il s’agit de proposer des trottoirs les plus larges possibles et de réduire le gabarit routier au minimum admissible de la norme.

5.1 Régime de vitesse

Le gabarit routier est lié à la vitesse de circulation. Afin de définir le gabarit futur, le régime de vitesse doit être choisi. Aujourd’hui, la limite générale de vitesse de 50 km/h est en vigueur. D’autres possibilités sont une réduction à 30 km/h, une zone 30 ou une zone de rencontre. Le tableau suivant compare ces régimes en fonction des critères de progression bus, contexte urbain, etc.





Critères et pondération	 Limite générale État actuel	 30 km/h	 Zone 30	 Zone de rencontre
Confort piétons	++ Les piétons bénéficient de larges trottoirs	++ Les piétons se sentent en sécurité	++ Les piétons se sentent en sécurité	++ Les piétons se sentent en sécurité
Progression bus	++ Les bus ne sont pas affectés	- La vitesse des bus est plafonnée	- La vitesse des bus est plafonnée	-- La vitesse des bus est plafonnée
Contexte urbain	++ Le régime de vitesse correspond à l'aménagement du pont	++ Le régime de vitesse correspond à l'aménagement du pont	-- Le contexte bâti ne se prête pas à une zone 30	-- Le contexte bâti ne se prête pas à une zone 30
Procédure	++ La procédure n'est pas retardée	- Le changement nécessite une expertise	- Le changement nécessite une expertise	- Le changement nécessite une expertise

Figure 7 : Comparaison entre les régimes de vitesse

La limite générale de vitesse à 50km/h n’offre pas un caractère piétonnier au pont. Les véhicules vont passer vite et donner un sentiment d’insécurité aux piétons. Réduire la vitesse à **30 km/h** permet d’apporter plus de sécurité et de confort aux piétons. La progression des bus est peut impactée, car ils doivent ralentir pour l’arrêt d’un côté du pont, puis ralentir à nouveau pour l’arrêt suivant. Le calcul effectué démontre que le bus de toute manière ne peut pas atteindre une vitesse supérieure à 40 km/h. La **zone 30** et la **zone de rencontre** ne se prêtent pas à la situation du pont. En effet, il ne s’agit pas d’un quartier ou d’une zone avec de flux importants de piétons en croisement. De plus, la vitesse des bus est limitée à une vitesse excessivement basse. L’abaissement de la vitesse de circulation nécessite entres autres l’approbation du canton, et doit être justifié en conséquence.

Sur la base de ces arguments, la limite de vitesse à 30km/h par dérogation est privilégiée.

5.2 Situations de croisement

Selon le schéma de circulation présenté au chapitre 4.2, seuls les bus, taxis, cycles, cyclomoteurs et les feux-bleus peuvent emprunter le pont. Le cas de croisement déterminant est celui de deux bus. Selon les études de la Ville de Fribourg, seuls 150 des 1500 bus/jour passant par le Pont de Zaehringen se croisent sur le pont, soit 75 croisements par jour. Bien que ce nombre soit faible, cette situation reste néanmoins déterminante pour le gabarit routier sur le tablier.

Sur la base de ces arguments, le gabarit routier de 6,7m est recommandé pour la suite du projet. Pour les besoins géométriques d'accostage aux arrêts, le gabarit est réduit à 6.50m.

6 Arrêt côté Bourg

6.1 Projet de base et variantes étudiées

L'arrêt de bus était situé dans le projet de base en tête de pont, avec la place réaménagée. Ceci impliquait de modifier les bordures en introduisant une cassure avec l'alignement du pont.

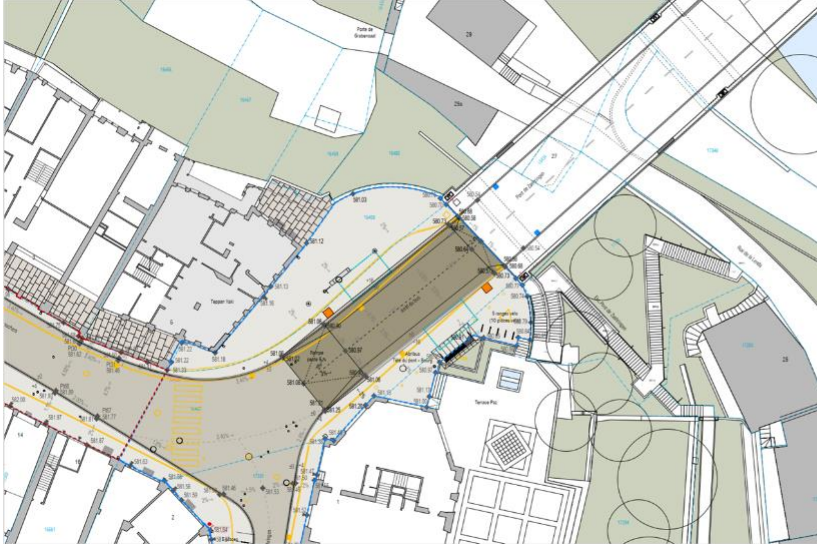


Figure 7 : Arrêt côté Bourg, projet de base [Source : Ville de Fribourg]

Cet aménagement a été conçu initialement avec des quais de bus de 16cm. Cependant, suite à la directive cantonale du 08.12.2020 tablant sur une hauteur de quais obligatoire de 22cm, le projet a été réétudié par les bureaux Basler & Hofmann et CSD. À cause de la nécessité de garantir l'accostage des bus aux quais, les trois variantes suivantes ont été évaluées.

Variante 1 – «Tête de pont»



Variante 2 – «À cheval»



Variante 3 – «Pont»



Figure 3 : Variantes de l'arrêt côté Bourg

Dans le cadre de l'étude de CSD, la variante 3 a été retenue suite à une analyse multicritère, notamment car elle présente le meilleur alignement pour les girations. Dans la présente étude, cette analyse multicritères a été vérifiée du point de vue des girations et complétée par l'accessibilité piétonne et les aspects constructifs.

6.1.1 Variante 1 – En tête de pont

La variante en tête de pont propose de mettre les arrêts en parallèle en tête de pont. La route est légèrement déviée vers la rue des Bouchers.

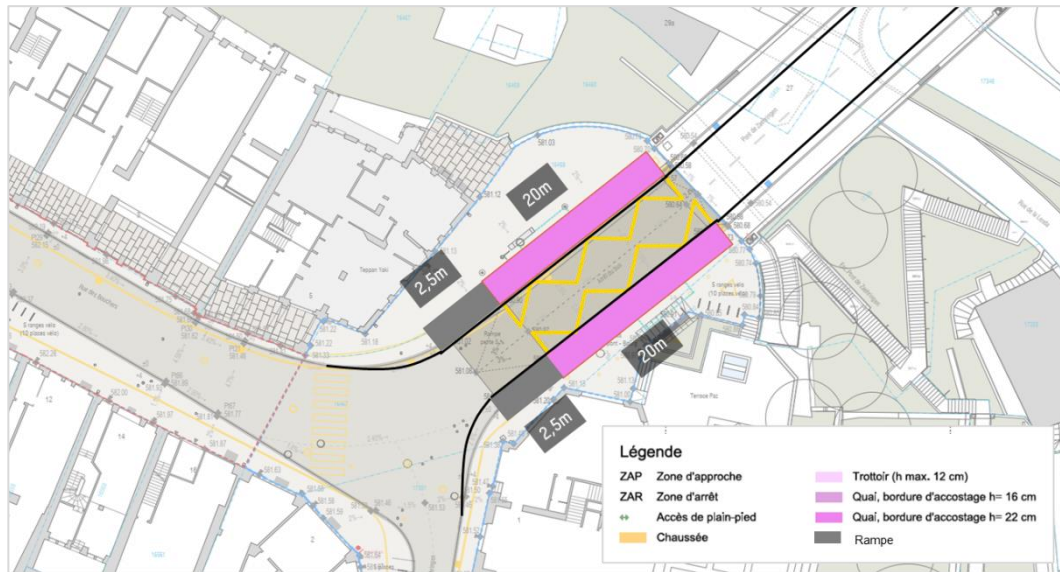


Figure 4 : Schématisation de l'arrêt Bourg en tête de pont

6.1.2 Variante 2 – Positionnement « à cheval »

La deuxième position envisagée pour l'arrêt Bourg est légèrement plus en avant du pont que la première, à cheval entre la tête de pont et le pont lui-même, comme le montre la figure ci-dessous.

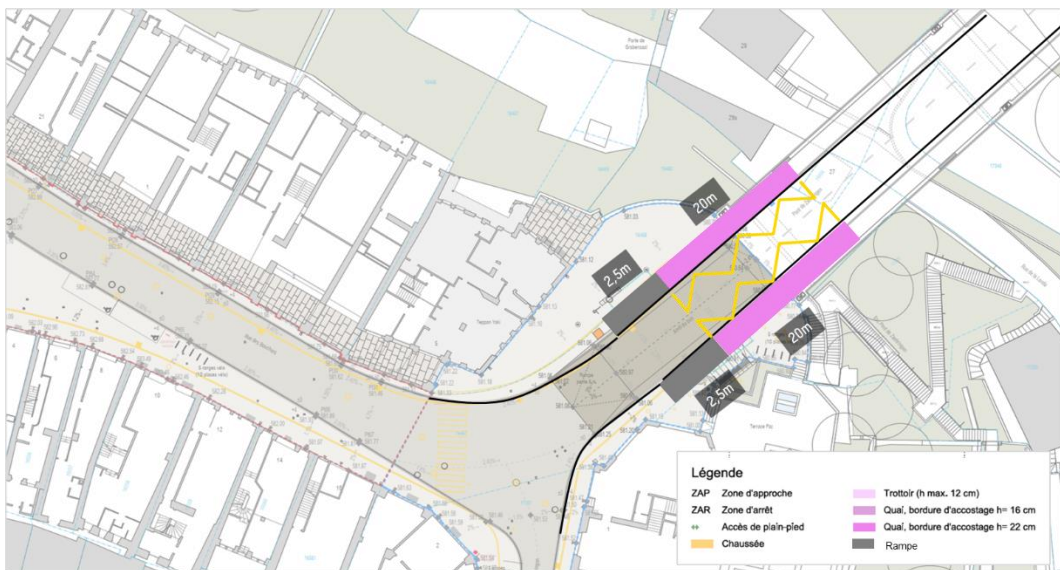


Figure 10 : Schématisation de l'arrêt Bourg à cheval entre la tête de pont et le pont

6.1.3 Variante 3 – Positionnement sur le Pont

La dernière option de positionnement pour l'arrêt du Bourg est d'avancer ce dernier afin qu'il se situe sur le pont dans son entièreté, comme l'indique la figure ci-dessous :

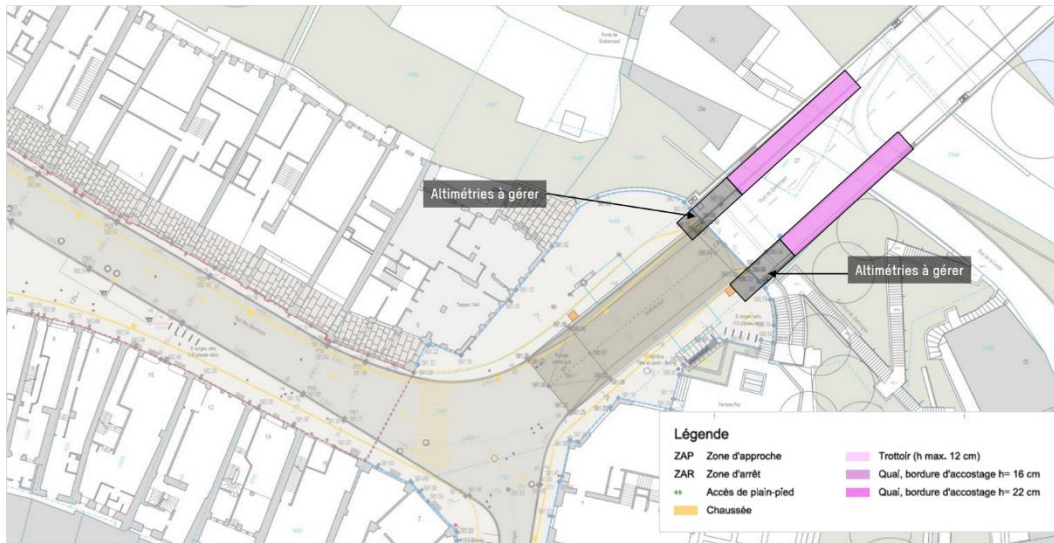


Figure 11 : Schématisation de l'arrêt Bourg totalement sur le pont (Source : Emch+Berger, 25/08/2022)

6.2 Vérification des girations

La première possibilité de positionnement de cet arrêt est la tête du Pont Zaehringen, pratiquement dans le carrefour reliant la rue de Zaehringen à la rue des Bouchers.

Les vérifications de girations ont également été effectuées :

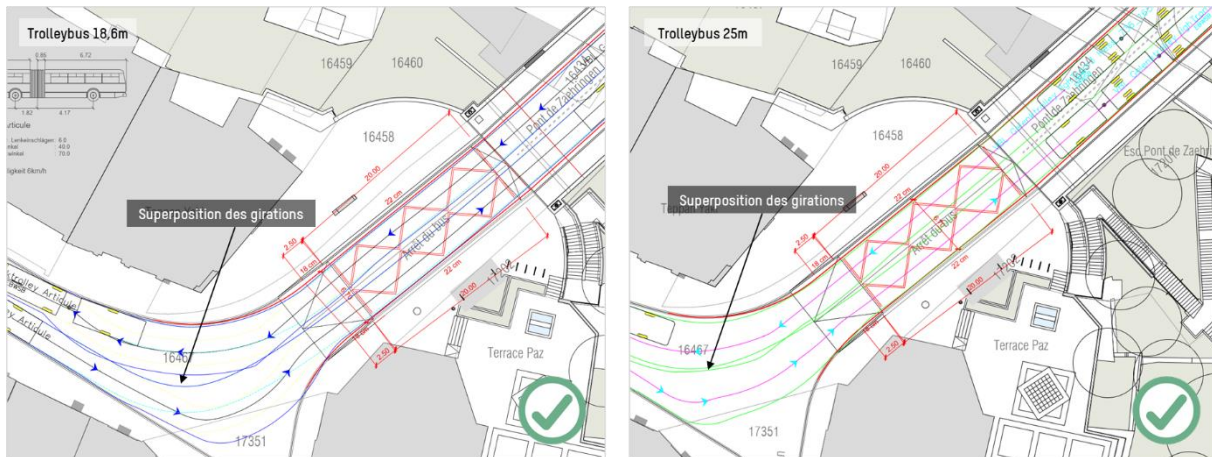


Figure 12 : Girations pour l'arrêt Bourg en tête de pont avec un bus articulé de 18,6m et un bus biarticulé de 25m.

Même si le porte-à-faux avant du bus fauche le trottoir, le bus parvient à s'aligner correctement au quai de +22cm. Toutefois, les altimétries dans la zone nécessitent la mise en place d'une dalle en béton pour niveler le sol, ce qui demanderait une étude structurelle approfondie à cause de la présence d'une cave juste sous cette zone. Enfin, le revêtement pavé qui sera présent sur la tête de pont n'est pas adapté à un arrêt de bus, du fait des forces de cisaillement engendrées par le freinage et l'accélération des bus (effet domino). Concernant le trottoir du côté de la rue de Zaehringen, l'espace disponible est étroit (<2m) ce qui n'offre pas un confort optimal pour les usagers à pied. Dans le cas de figure, le fonctionnement du carrefour est le suivant : Il est nécessaire cette solution de reculer la ligne du cédez le passage à cause des girations des bus, afin que les utilisateurs remontant la Rue de Zaehringen puissent approcher le carrefour sans risque de collision. La création d'une bordure destinée à orienter les usagers vers la gauche afin de minimiser les « erreurs » peut également être envisagée.

De la même manière que pour la première position, les girations ont été effectuées avec le véhicule type des TPF.

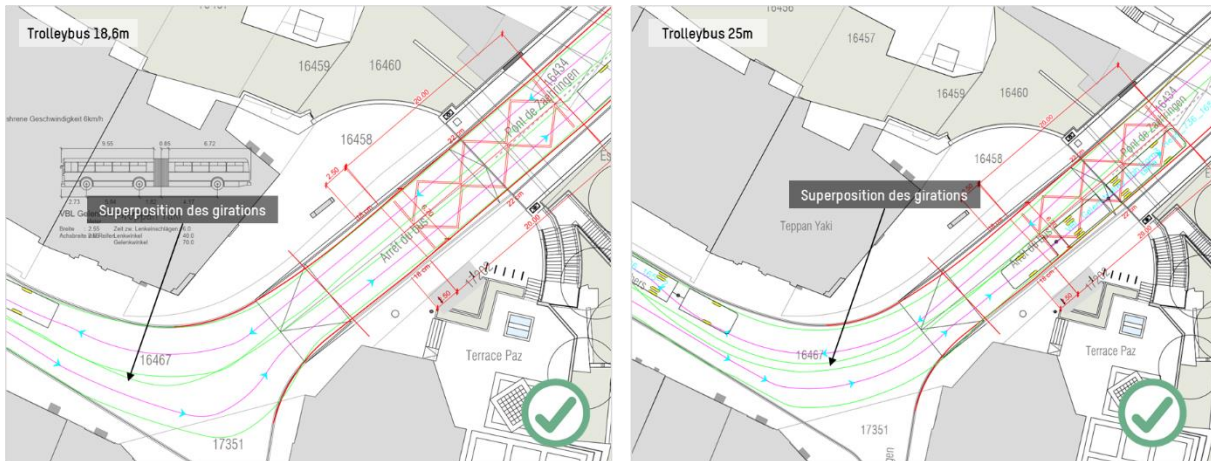


Figure 13 : Schématisation de l'arrêt Bourg à cheval entre la tête de pont et le pont avec un bus articulé de 18,6m
[Source : Emch+Berger, 25/08/2022]

Cette variante comporte plus de problèmes que la première. En effet, les gestions des altimétries dans cette configuration se complique du fait du changement de matériaux de revêtement entre la tête de pont et le pont. De plus, la présence du joint de dilatation du pont dans les quais complice la création de ces derniers. En outre, la problématique des pavés reste globalement la même. Enfin, l'accostage du quai avec une vitesse d'approche du quai à 10km/h nécessite une réduction de la largeur du trottoir de 1,5m.

Comme précédemment, la figure ci-dessous illustre les girations et démontre que du fait de sa position plus avancée sur le pont, le bus peut accoster parfaitement au quai de 22cm.

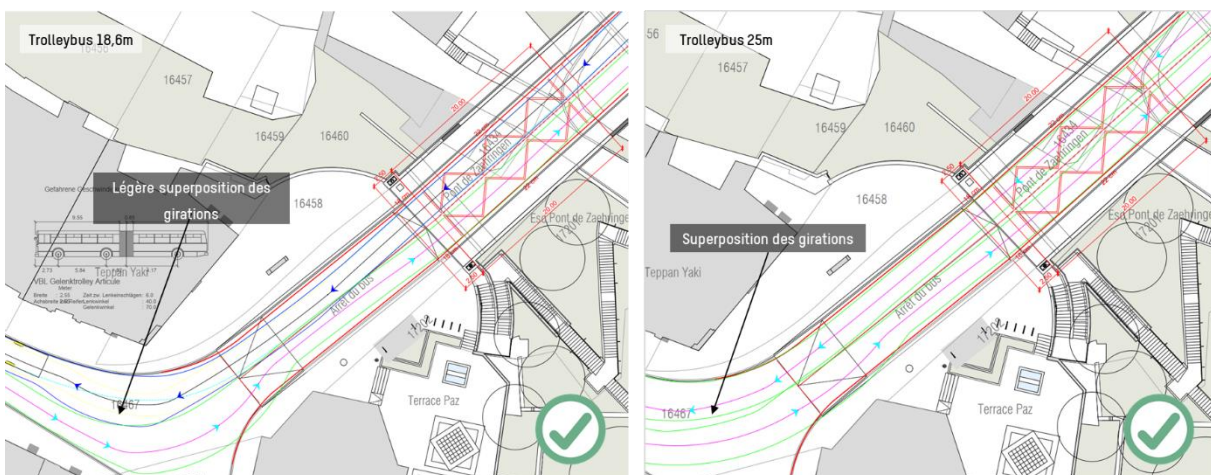


Figure 14 : Girations pour l'arrêt Bourg totalement sur le pont avec un bus articulé de 18,6m et un bus biarticulé de 25m
[Source : Emch+Berger, 25/08/2022]

Cette variante est celle qui présente le plus d'avantages, notamment au niveau constructif. En effet, du fait de l'absence de pavés à cet endroit, la solution envisagée de revêtement est plus simple. Seules restent à gérer les altimétries, notamment entre les quais et les trottoirs qui se prolongent en direction du Bourg. Cette solution nécessite également le recul de la ligne de cédez le passage par rapport à sa position actuelle afin de protéger les usagers des mouvements des bus. C'est toutefois la variante qui permet d'avancer cette même ligne au maximum dans le carrefour, permettant ainsi une visibilité plus dégagée. La mise en place d'une extension du trottoir comme pour la variante 1 est également envisageable.

6.3 Accessibilité piétonne aux arrêts de bus

Il convient également d'évaluer les distances maximales aux arrêts et le temps de marche correspondant pour un piéton qui se situerait exactement à mi-chemin entre deux arrêts. Ainsi, sont présentées ci-dessous les schémas de circulation piétons, avec les distances maximales inter-arrêts et le temps de marche correspondant pour les trois variantes, en supposant une vitesse de marche de 1,2 m/s.

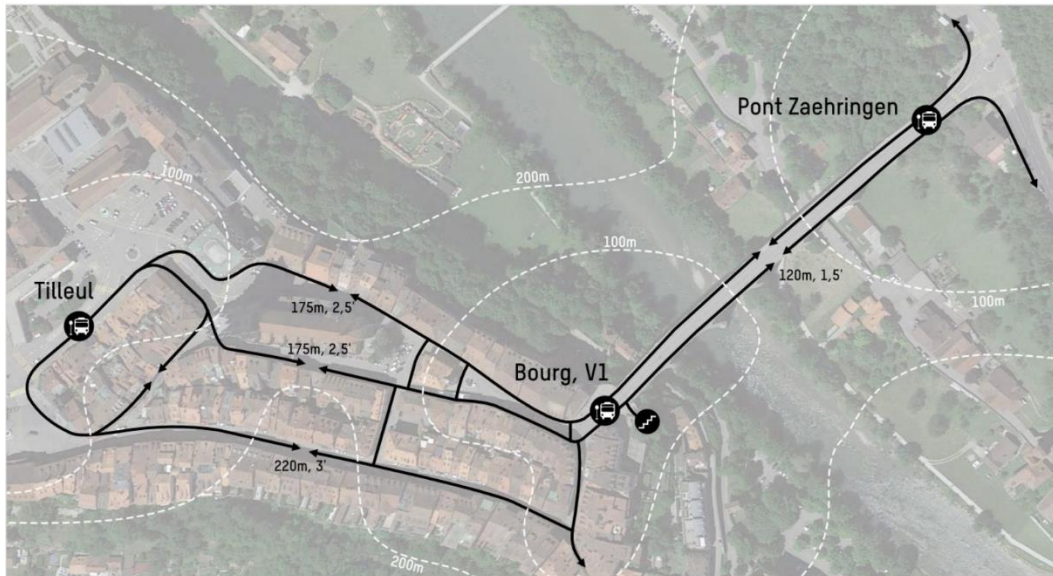


Figure 9 : Distances et temps de marche inter-arrêts – Variante 1

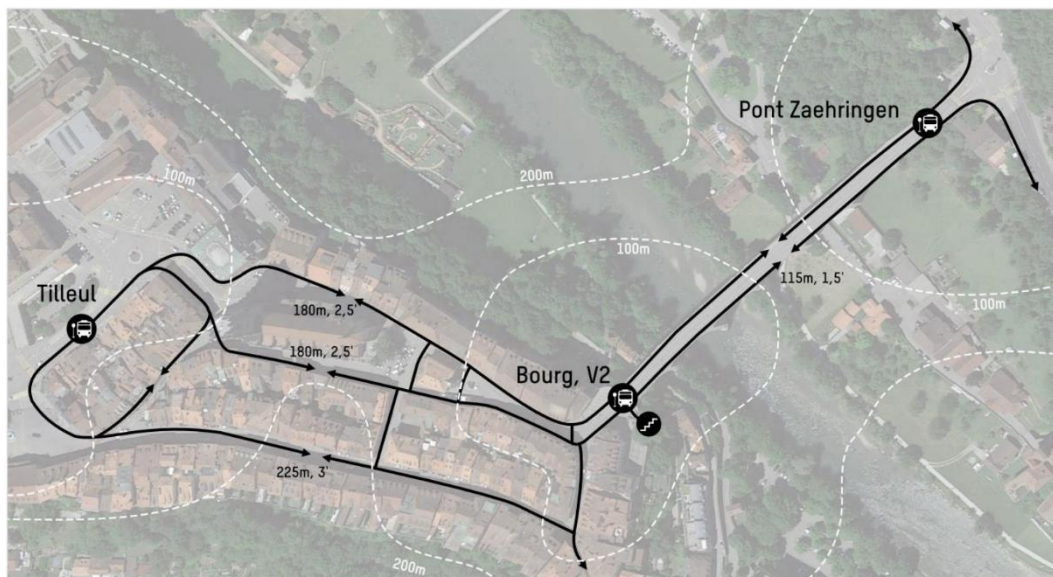


Figure 10 : Distances et temps de marche inter-arrêts – Variante 2

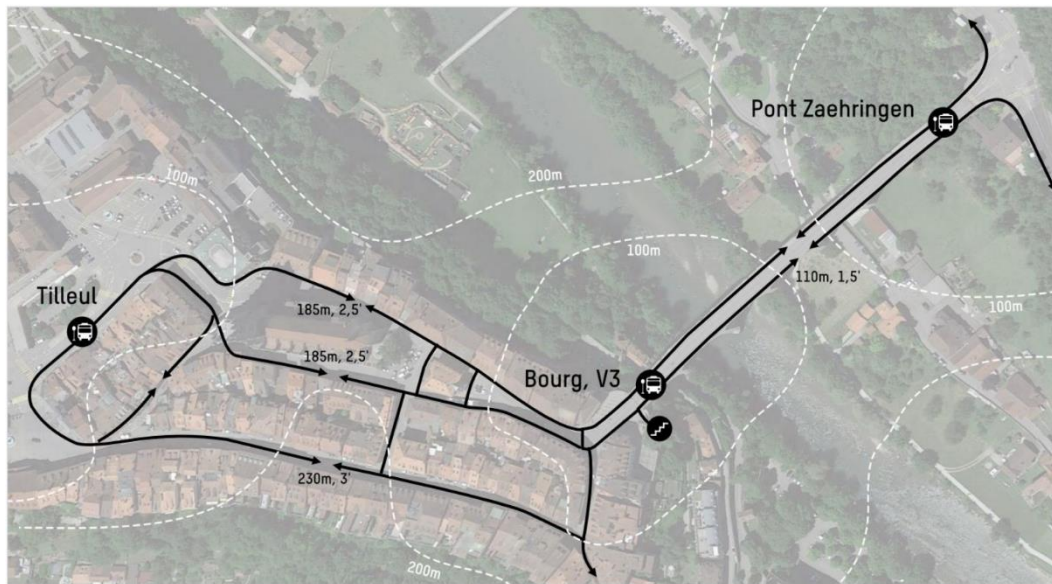


Figure 11 : Distances et temps de marche inter-arrêts – Variante 3

Ni les distances ni les temps de marche ne varient significativement et il est admissible de dire que le choix d'une ou l'autre des variantes n'impactera pas différemment les usagers des bus.

6.4 Analyse multicritère

Giration du bus direction Centre : L'emplacement de l'arrêt de bus entre les trois variantes n'a pas d'influence sur l'alignement du bus avec celui-ci, il est optimal dans les trois cas.

Giration du bus direction Schoenberg : La variante V1 permet un bon alignement, le porte-à-faux de la cabine du bus survole légèrement le trottoir. La variante V2 implique un rétrécissement du trottoir à 1.5 mètre pour garantir l'alignement avec l'arrêt de bus. L'accostage du quai est optimal la variante V3 car le bus a une bonne distance pour s'aligner à la suite du virage.

Norme Lhand : Les trois Variantes d'arrêts de bus sont applicables avec la priorité 1.









Distance inter-arrêts : Les variantes V1 et V2 sont optimal car l'arrêt est situé de manière assez centrée avec les arrêts alentours. La variante V3 place l'arrêt Bourg à 215m de l'arrêt Schoenberg.

Abribus direction Schoenberg : Les Variantes V1 et V2 permettent d'avoir un emplacement d'abribus proche des portes du bus. La variante V3, étant situé sur le pont, ne permet pas l'implantation d'un abribus. Il est donc placé à une quinzaine de mètres en amont de l'arrêt.

Aspects constructifs : Les variantes V1 apporte une complexité avec des différence d'altimétrie. La variante V2 situé à cheval sur le commencement du pont, le joint du pont sépare la dalle en béton. La variante V3 est situé de manière adéquate entre la zone du bourg et la zone du pont.

Coûts : Les variantes V1 et V2 impliquent des coûts supplémentaires. La reprise du niveau, respectivement l'interface entre le quartier du Bourg et le pont pour la variante 2, demandent des travaux plus conséquents que l'implantation de l'arrêt sur le pont de La variante 3.

Intégration urbaine : La variante V1 intègre l'arrêt de bus dans la placette située avant le pont, une cassure est présente entre l'arrêt et l'alignement du pont.

Critères et pondération	V1 – Tête de pont	V2 – À cheval	V3 – Sur le pont
 Girations bus dir. Centre (+++)	++ Alignement permet un accostage optimal	++ Alignement permet un accostage optimal	++ Alignement permet un accostage optimal
 Girations bus dir. Schoenberg (+++)	+ Accostage possible à 10km/h, léger dépassement sur le trottoir à l'arrivée	- Accostage à 10km/h nécessite rétrécissement du trottoir à 1,5m	++ Alignement permet un accostage optimal
 Normes LHand (+++)	++ Arrêt Priorité 1, quais 22cm	++ Arrêt Priorité 1, quais 22cm	++ Arrêt Priorité 1, quais 22cm
 Distance inter-arrêts	++ 255m Bourg-Schoenberg, 350m Bourg-Tivoli : bonne accessibilité globale	++ 245 Bourg-Schoenberg, 360m Bourg-Tivoli : bonne accessibilité globale	+ 230m Bourg-Schoenberg, 375m Bourg-Tivoli, perception légèrement moins bonne
 Abribus (++)	++ Abribus proches de l'arrêt	++ Abribus décentrés mais proches d'une porte du bus	+ Abribus isolés de l'arrêt à environ 15m
 Aspects constructifs (+)	- Dalle en béton et dévers, gestion des altimétries complexe	- Joint bitume polymère traversant la dalle en béton	++ Synergies avec Pont Zaehringen
 Coûts (+)	- Reprises de niveaux	- Difficultés d'une demi-dalle en béton et de l'arrêt à cheval	++ Synergies avec Pont Zaehringen
 Intégration urbaine (++)	- Intégration dans la placette, cassure avec alignement du pont	- Intégration urbaine difficile entre le pont et la tête de pont	+ Symétrie avec arrêt côté Schoenberg

7 Arrêt côté Schönberg

Le carrefour côté Schoenberg est un giratoire classique. La seule particularité est que les usagers n'ont pas le droit d'emprunter le pont Zaehringen sauf s'il s'agit de bus, taxis, cyclomoteurs ou de vélos.

7.1 Projet de base



Figure 7 : Arrêt côté Schönberg, projet de base (Source : Ville de Fribourg)

7.2 Aménagement étudié

L'arrêt Pont de Zaehringen se situera au début du pont côté Schoenberg, comme indiqué ci-dessous. Les girations ont été vérifiées et cette disposition permet au bus d'accoster parfaitement à quai.

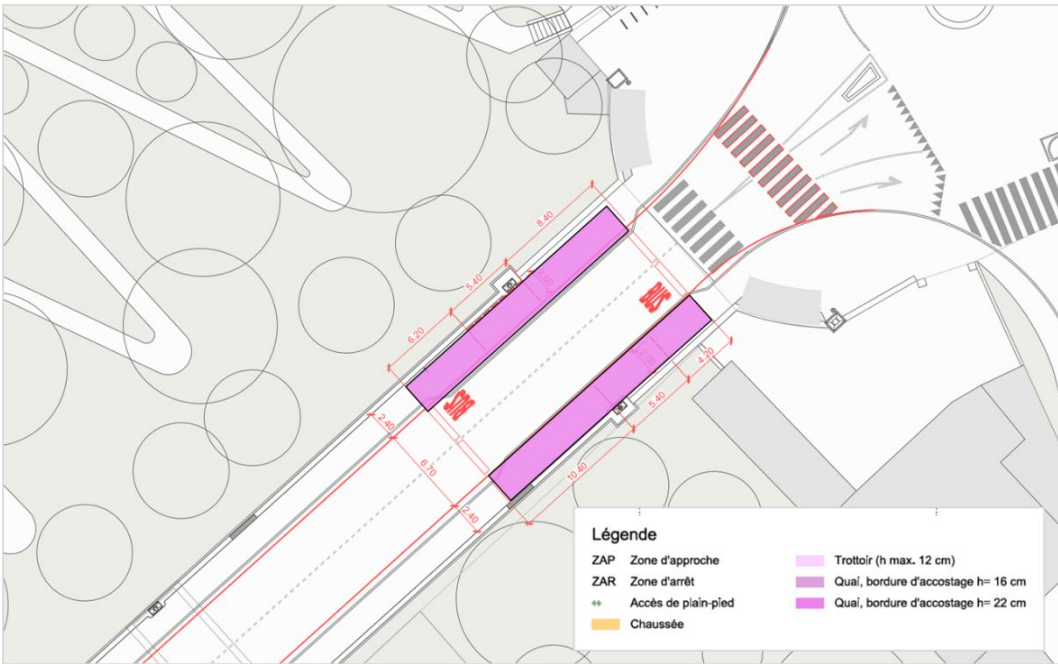


Figure 7 : Arrêt côté Schönberg

7.3 Vérification des girations

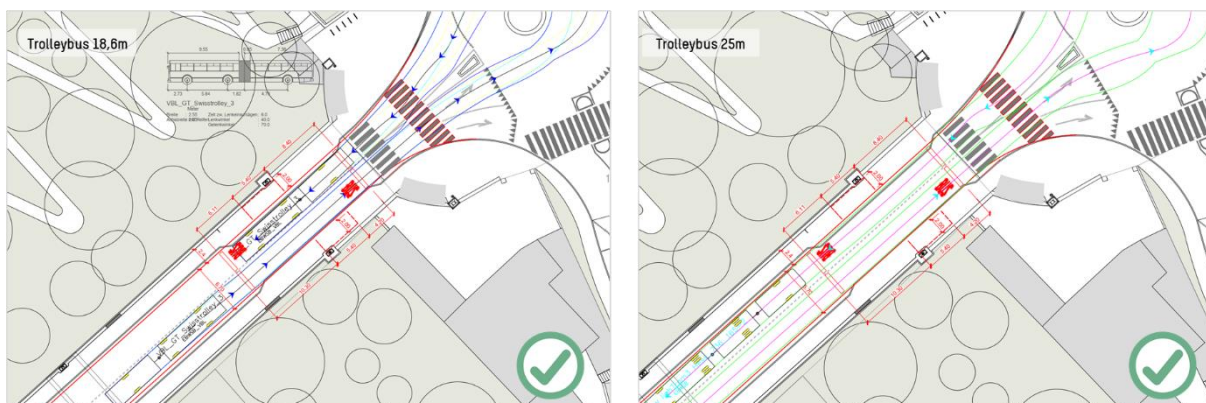


Figure 8 : Girations pour l'arrêt Pont de Zaehringen avec un bus articulé de 18,6m et un bus biarticulé de 25m, nouveau projet

8 Accessibilité piétonne sur le pont

La rectification du pont de Zaehringen implique la gestion des piétons. Ce chapitre traite de l'emplacement d'un potentiel passage pour piéton et du fonctionnement des piétons sur le pont. Plusieurs variantes ont été étudiées et analysées.

N.B : pour des questions de compréhension, les traversées sont indiquées en jaune. Toutefois, le marquage peut ou ne pas être apposé, selon le choix du mandant.

8.1 Variante Piétons 1

La variante 1 ne considère aucun passage piéton au sur le pont de Zaehringen.

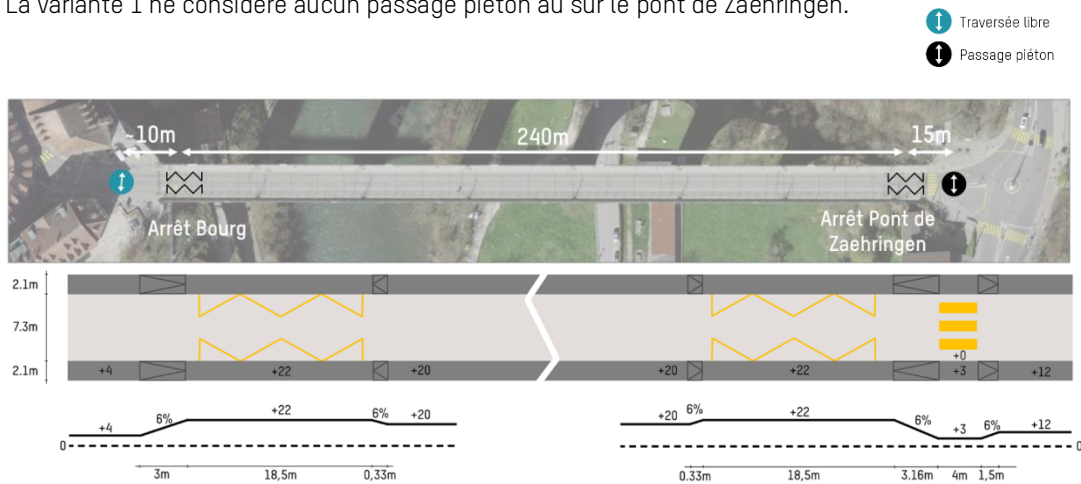


Figure 15: Variante Piétons 1 (Source : Emch+Berger, 25/08/2022)

8.2 Variante Piétons 2

La variante Piétons 2 prévoit un passage au centre du pont à égale distance des deux arrêts de bus situé à chacune des extrémités du pont.



Figure 16 : Variante Piétons 2 (Source : Emch+Berger, 25/08/2022)

8.3 Variante Piétons 3

La variante Piétons 3 place un passage piétons à 50 mètres de l'arrêt Bourg, le passage piétons est situé juste au-dessus de la Sarine. Le passage-piétons permet de relier les trottoirs et d'avoir une vision sur le Pont de Berne côté sud et sur le Pont de la Poya côté nord.

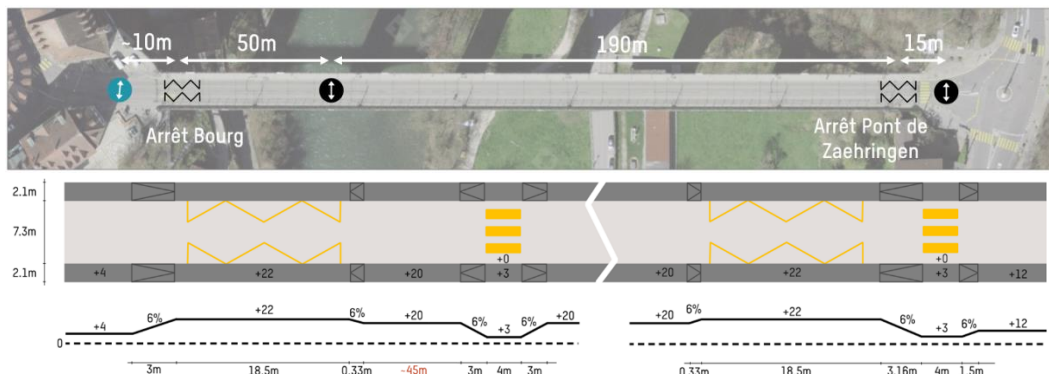
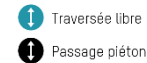


Figure 17 : Variante Piétons 2 [Source : Emch+Berger, 25/08/2022]

8.4 Variante Piétons 4

La Variante Piétons 4 consiste en deux passages-piétons situés sur le pont au plus proche des arrêts de bus.

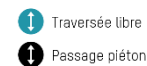


Figure 18 : Variante Piétons 4 deux PPP [Source : Emch+Berger, 25/08/2022]

8.5 Tableau Multicritère

Sécurité : On peut définir la sécurité sur le pont comme fortement corrélée avec les nombres de passages piétons sur celui-ci. En effet, l'abaissement des bordures du pont à +3cm permet aux véhicules de monter sur le trottoir et amène non seulement une situation de risque pour les piétons, mais également pour eux-mêmes car les garde corps du pont ne sont pas dimensionnés pour retenir un choc dû à un véhicule, ce qui pourrait entraîner leur chute. Ainsi, la variante 1 apparaît comme la meilleure du point de vue de la sécurité.

Accessibilité : La Variante 1 ne permet aucune traversée sur le pont. La distance entre deux traversées dans cette configuration (entre le passage piéton côté Schoenberg et la traversée libre côté

Bourg) est d’environ 270m – ce qui correspond à environ 3 minutes de marche. La Variante 2 (pas-sage piéton au milieu du pont) limite l’écart de distance à maximum 150 mètres. Les variantes 3 et 4 offrent des points de traversée du pont espacés d’environ 210m.

Confort : Les arguments de confort rejoignent ceux de sécurité. En effet, plus il y a de variations du trottoir, moins le cheminement le long du pont est confortable. Il devient même difficile pour une personne en fauteuil qui voudrait simplement aller de l’arrêt Bourg à l’arrêt Pont de Zaehringen sans traverser le pont de manière transversale.

Aspect constructif : Les variantes présentant des variations de niveau seront légèrement plus diffi-ciles à réaliser du fait des altimétries à gérer. Néanmoins elles restent tout à fait faisables.

Esthétique : du fait de l’aspect très rectiligne du pont, il est visuellement préférable de réaliser des trottoirs et bordures invariants, et de ce fait la variante 1 est également la meilleure de ce point de vue.

Critères et pondération	V1 – Pas de création de passage piéton	V2 – Création d’un passage piéton au milieu du pont	V3 – Création d’un passage piéton près de l’arrêt Bourg	V4 – Création de plusieurs passages proches des arrêts
Sécurité [+++]	++ Bordure de 20cm min. tout le long du pont	- Risque pour les véhicules de mordre le trottoir et de le chevaucher	- Risque pour les véhicules de mordre le trottoir et de le chevaucher	-- Risque pour les véhicules de mordre le trottoir et de le chevaucher
Accessibilité [+++]	- Distance relativement grande entre deux traversées (300m), mais détours pour revenir sur le pont	++ Distance faible entre les différentes traversées (max. 150m)	+ Distance correcte entre 2 traversées: max. 210m.	+ Distance correcte entre deux traversées : max. 210m.
Confort [+]	++ Sol quasi plat sur toute la longueur du pont	+ «Bateau» à traverser pour les piétons et les PMR	+ «Bateau» à traverser pour les piétons et les PMR	Beaucoup d’irrégularités altimétriques
Aspects constructifs [+]	++ Trottoirs et bordures faciles à réaliser du fait des altimétries peu changeantes	Altimétries à gérer lors de la construction	Altimétries à gérer lors de la construction	Altimétries à gérer lors de la construction
Esthétique [+]	++ Bonne intégration visuelle	Disruption/cassure	Disruption/cassure	- Beaucoup de cassures

Tableau 1 : Tableau multicritère des variante Piétons

9 Variante technique de la traversée piétonne

La variante 2 de traversée piétonne a été sélectionnée, au terme des discussions et désir du COPIL, comme variante de traversée piétonne. Ce chapitre de traite de la faisabilité technique de mise en œuvre de cette variante

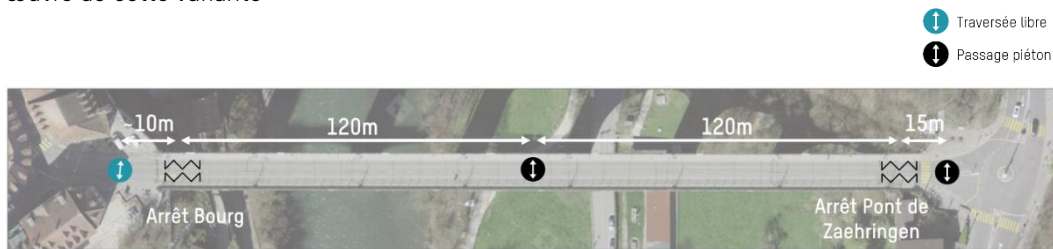


Figure 19 Variante Piétons 2 (Source : Emch+Berger, 25/08/2022)

Pour des raisons techniques, les bordures de trottoirs ne peuvent pas être abaissées. Les conduites d'eau et de gaz, situées dans les bords du pont, ne permettent pas l'abaissement du niveau du trottoir. Afin de respecter la LHand et l'accès au passage pour piétons sans obstacle, le rehaussement de la route au niveau des bordures semble être une solution.

9.1 Variante décrochement pente douce.

Le décrochement vertical illustré ci-dessous permet d'avoir une pente douce de 2% comme préconisé par les TPF ainsi que la VSS 40 213. Le plateau central avec une bordure de trottoir à +3cm mesure 10m. Cette variante consiste à renforcer le parapet du pont de chaque côté de la chaussée à l'endroit où la bordure de +20cm est réduite à +3cm. Le renforcement du parapet permet de garantir une sécurité car les bus ne peuvent pas franchir le pont. Les piétons, quant à eux, gardent un confort d'utilisation à cet endroit avec une largeur de trottoir à 2.40m.

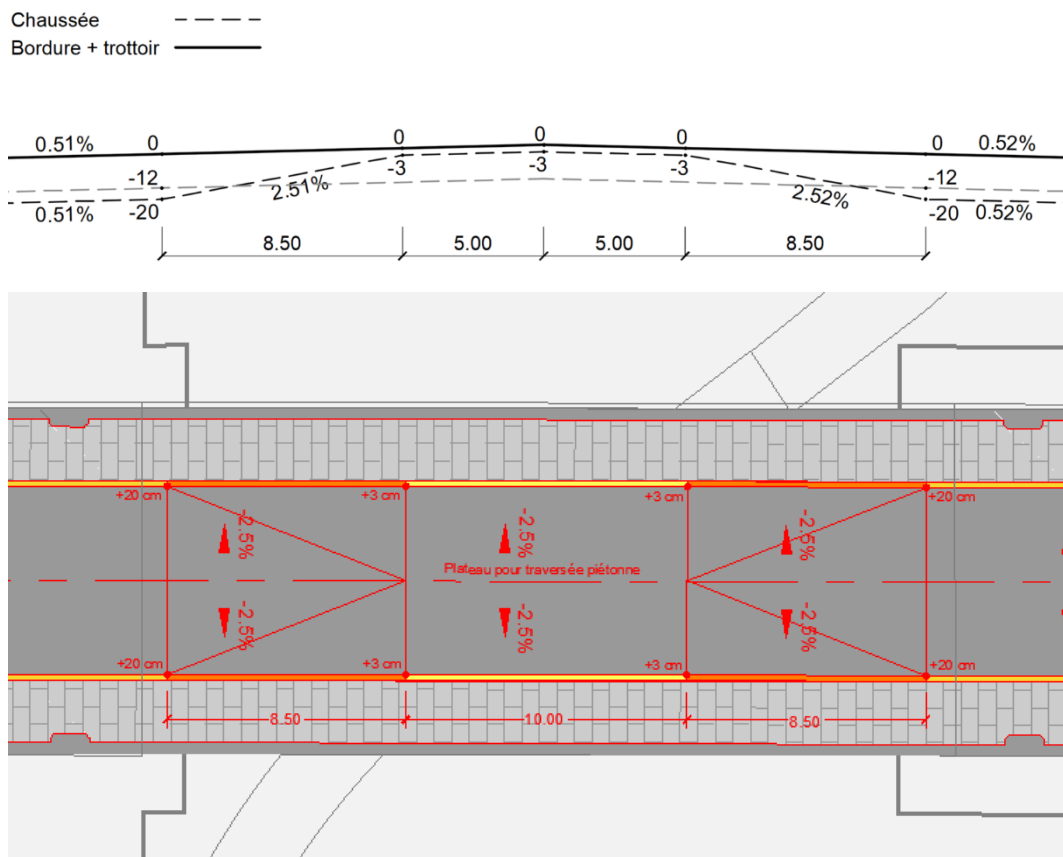


Figure 20 : coupe et travaux sur le rehaussement de la route (Source : Buchs&Plumey)

10 Plan signalisation et marquages

Afin de ne pas surcharger le pont avec des marquages au sol, la solution proposée est ne pas marquer la séparation des voies de circulation. La largeur de gabarit de 6.70m permet d'avoir une chaussée sans marquage central. Les arrêts de bus seront matérialisés comme d'habitude par des zigzags jaunes au sol. En termes de signalisation, les panneaux OSR 2.13 « Circulation interdite aux voitures automobiles et aux motocycles » existants de chaque côté du pont seront conservés. Les panneaux OSR 2.42 et 2.43 « Interdiction de tourner à droite » et « Interdiction de tourner à gauche » respectivement, situés au niveau du giratoire côté Schoenberg seront également conservés. Un panneau « Obligation de tourner à gauche » [OSR 2.38] peut également être placé au bout de la Rue de Zaehringen. Les panneaux « Limitation à 30 km/h » [OSR 2.30] sont placés à chaque extrémité du Pont de Zaehringen. Le panneau d'abaissement du régime de vitesse à 20 km/h est resté à son emplacement, au début de la rue de Bouchers.



Figure 21 – Plan de signalisation - Pont de Zaehringen

10.1 Fonctionnement du carrefour

Le fonctionnement du carrefour côté Bourg du pont se représente ainsi :

- Les véhicules venant du Pont Zaehringen sont uniquement des bus, taxis, cyclomoteurs ou vélos. Ils ont l'obligation de remonter par la rue des Bouchers puis Rue des Chanoines,
- Les véhicules venant de la rue des Bouchers sont uniquement des bus ou des vélos. Ils peuvent emprunter le pont en direction de l'arrêt Schoenberg, et les vélos peuvent également emprunter la rue de Zaehringen avec un contre-sens cyclable matérialisé par un pictogramme au sol et une ligne jaune,
- Les véhicules provenant de la rue de Zaehringen ont l'obligation de tourner à gauche, sauf s'il s'agit de taxis, cyclomoteurs ou vélos. Tous les usagers doivent en revanche céder la priorité

dans le carrefour. Ce système permet de favoriser les transports publics, et de dissuader les usagers en voiture de s'aventurer dans le quartier de Bourg, ainsi que de rendre l'espace piéton et cycliste plus sûr grâce à la diminution du trafic.

11 Conclusion

Depuis sa fermeture, le Pont de Zaehringen n'est plus utilisé comme un axe d'entrée de ville pour les voitures. Son état de vétusté et la volonté de redonner une place centrale à ce pont historique a décidé la Ville de Fribourg d'entreprendre une rénovation totale de l'infrastructure. En plus des aspects de conservation, le pont doit accueillir les arrêts de bus supprimé dans le cadre du réaménagement du Bourg I (arrêt Chancellerie). Le réaménagement des arrêts de bus et une nouvelle définition des largeurs de voies de circulation s'inscrivent dans la volonté d'une homogénéité entre le nouveau fonctionnement du quartier de Bourg et le pont de Zaehringen. Les emplacements des arrêts de bus aux extrémités du pont sont l'objet principal de l'étude, ainsi que la distribution de l'utilisation du gabarit entier du pont.

Les résultats de l'étude démontrent que le meilleur emplacement pour les arrêts de bus est en début du pont. En effet, le caractère linéaire du lieu permet aux bus de bien s'aligner, avec une bordure de +22cm. Les usagers vivant dans le Bourg doivent parcourir une distance supplémentaire qui est acceptable. Le régime de vitesse doit être descendu à 30km/h par dérogation permettant de réduire le gabarit de la chaussée à 6.70m. Aux arrêts de bus, le décrochement horizontal réduit le gabarit à 6.50m. La visibilité linéaire sur le pont permet aux bus de pouvoir anticiper le moment de croisement. L'amincissement du gabarit routier offre des trottoirs de 2.40m de chaque côté de la chaussée ce qui offre un espace généreux pour les piétons et les touristes souhaitant s'arrêter pour admirer la vue. Le trottoir est avec une hauteur de +20cm par rapport à la chaussée, afin d'avoir un effet boutte-roue. Une possibilité de perméabilité entre les trottoirs est offerte aux extrémités du pont et au milieu de celui-ci.

Annexes

- Illustrations des girations, avec la nouvelle géométrie de quais du 05.04.2024

