

Franchissement Jean Jacques Bosc

Document de présentation général de l'étude/ Analyse comparative/Bilans de GES



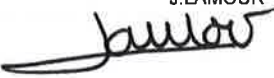
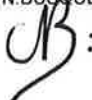
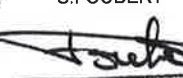
Emetteur **Arcadis**

Siège social

9 Avenue Réaumur
92354 Le Plessis Robinson Cedex
Tél. : +33 (0)1 46 01 24 00

Réf affaire Emetteur **0110-000045**
Chef de Projet **LAMOUR Julien**
Auteur principal **LAMOUR Julien**

Nombre total de pages **197**

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
B01	03/11/2010	Première diffusion	J.LAMOUR	N.BUSQUET	S.FOUBERT
					

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».

Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.

Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

Table des Matières

1	Introduction.....	8
2	Description de l'étude.....	10
2.1	Présentation de l'étude	10
2.2	Description de l'outil d'évaluation	11
2.3	Description de la méthodologie d'évaluation	13
3	Gouvernance du projet.....	14
3.1	Introduction.....	14
3.2	Historique de la consultation.....	14
3.3	Evaluation	15
3.4	Conclusion	18
4	Evaluation des indicateurs	19
4.1	Dimension : Confort et Qualité de Vie.....	19
4.1.1	Gain de temps.....	19
4.1.2	Gain frais de fonctionnement	21
4.1.3	Impact acoustique.....	23
4.1.4	Intégrabilité urbaine	24
4.1.5	Emprise foncière	26
4.1.6	Durée des travaux.....	27
4.2	Dimension : Performance Economique.....	29
4.2.1	Coûts du franchissement en phase travaux	29
4.2.2	Coûts du franchissement en phases exploitation et entretien.....	30
4.2.3	Evolutivité / modularité.....	31
4.2.4	Effets sur l'emploi.....	32
4.3	Dimension : Impact Environnemental.....	34
4.3.1	Qualité de l'air et Impact sanitaire.....	34
4.3.2	Impact sur l'effet de serre.....	36
4.3.3	Perturbation des écosystèmes.....	38
4.3.4	Equilibre déblais/remblais.....	39
5	Analyse comparative par dimensions.....	41
5.1	Confort et qualité de vie	41
5.1.1	Représentation synthétique.....	41

5.1.2	Conclusion.....	42
5.2	Performance économique.....	42
5.2.1	Représentation synthétique.....	42
5.2.2	Conclusion.....	43
5.3	Impact Environnemental	43
5.3.1	Représentation synthétique.....	43
5.3.2	Conclusion.....	44
6	Analyse comparative par solution de franchissements	45
7	Limites de l'étude	48
8	Indicateurs non évalués et pistes de réflexion.....	49
8.1	Accessibilité	49
8.2	Plurimodalité	50
8.3	Sécurité.....	50
8.4	Confort visuel.....	51
8.5	Confort climatique.....	52
8.6	Eco-compatibilité	52
9	Conclusion	53

Liste des tableaux

Tableau 1: Dimensions et indicateurs retenus	12
Tableau 2: Gouvernance du projet.....	17
Tableau 3: Gains de temps.....	20
Tableau 4: Evaluation de l'indicateur Gain de temps.....	20
Tableau 5: Gains frais de fonctionnement.....	22
Tableau 6: Evaluation de l'indicateur Gain frais de fonctionnement.....	22
Tableau 7: Emprunte acoustique associée aux variations de trafic induites par les franchissements	24
Tableau 8: Evaluation de l'indicateur Impact acoustique.....	24
Tableau 9: Evaluation de l'indicateur Intégrabilité urbaine	26
Tableau 10: Evaluation de l'indicateur Emprise foncière.....	27
Tableau 11: Evaluation de l'indicateur Durée des travaux	28
Tableau 12: Coûts du franchissement en phase travaux	29
Tableau 13: Evaluation de l'indicateur Coûts en phase travaux	30
Tableau 14: Coûts en phase entretien /exploitation.....	30
Tableau 15: Evaluation de l'indicateur Coûts en phase exploitation et entretien.....	30
Tableau 16: Evaluation de l'indicateur Evolutivité/modularité	32
Tableau 17: Evaluation de l'indicateur Effets sur l'emploi	33
Tableau 18: Quantité de polluants émis par franchissement	35
Tableau 19: Evaluation de l'indicateur Qualité de l'air	35
Tableau 20: Bilan de GES spécifique à chaque solution de franchissement.....	37
Tableau 21: Temps de compensation par solution de franchissement.....	37
Tableau 22: Evaluation de l'indicateur Effet de serre	37
Tableau 23: Evaluation de l'indicateur Perturbation des écosystèmes.....	39
Tableau 24: Bilan déblais/remblais par solution de franchissement.....	40
Tableau 25: Evaluation de l'indicateur Equilibre déblais/remblais	40

Liste des figures

Figure 1: Localisation du futur franchissement Jean Jacques Bosc	8
Figure 2: Etat initial de la zone d'étude (source DIREN)	38
Figure 3: Synthèse des indicateurs de la dimension Confort et cadre de vie.....	41
Figure 4: Synthèse des indicateurs de la dimension Performance économique.....	42
Figure 5: Synthèse des indicateurs de la dimension Impact environnemental	43
Figure 6 : Profil Développement Durable Pont et Tunnel 2*1 voie.....	46
Figure 7 : Profil Développement Durable Pont et Tunnel 2*2 voies.....	47

Liste des acronymes

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

APHEIS: Air Pollution and Health: A European Information System

BTP : Bâtiments et Travaux Publics

CPC : Comité Permanent de Concertation

CUB : Communauté urbaine de Bordeaux

GES : Gaz à Effet de Serre

LOTI : Loi d'orientation sur les transports intérieurs

TCSP : Transport en commun en site propre

Liste des Annexes

Annexe 1: Description géométrique des solutions pont 2*1 et 2*2 voies	10
Annexe 2: Description géométrique des solutions tunnel 2*1 et 2*2 voies	10
Annexe 3: Note technique : Gain de temps.....	19
Annexe 4: Note technique : Gain frais de fonctionnement.....	21
Annexe 5: Note technique : Impact acoustique.....	23
Annexe 6: Note technique : Intégrabilité urbaine	24
Annexe 7 : Note technique : Durée des travaux.....	27
Annexe 8: Note technique : Coûts du franchissement en phase travaux	29
Annexe 9: Note technique : Coûts exploitation et entretien.....	30
Annexe 10: Note technique : Effets sur l'emploi.....	32
Annexe 11: Note technique : Qualité de l'air et quantité de polluants émis.....	34
Annexe 12: Note technique : Bilan GES.....	36
Annexe 13: Impact sur l'effet de serre solution Pont.....	36
Annexe 14: Impact sur l'effet de serre solution Tunnel.....	36
Annexe 15: Note technique : Perturbation des écosystèmes.....	38
Annexe 16: Note technique : Equilibre déblais/remblais	39

1 Introduction

Par délibération du 26 octobre 2007, le conseil de la Communauté Urbaine de Bordeaux (C.U.B) a souhaité initier les études et la concertation pour la réalisation d'un nouveau franchissement de la Garonne, dans le prolongement du boulevard Jean Jacques Bosc.



Figure 1: Localisation du futur franchissement Jean Jacques Bosc

Les objectifs poursuivis de ce franchissements sont notamment :

- D'assurer le lien entre les rives au sud de l'agglomération et compléter le maillage du réseau viaire ;
- De rééquilibrer les déplacements sur les deux quais, rive droite et rive gauche et mettre en valeur le fleuve au sud de l'agglomération ;
- De poursuivre les itinéraires associant tous les modes de déplacements (marche, deux roues, transport en commun, véhicule particulier...) ;

- De participer à la desserte des territoires en cours de mutation comme les secteurs de Bordeaux/Saint-Jean/Belcier, Bègles sud et plaine rive droite/Floirac et favoriser les échanges entre les différents pôles d'activités de part et d'autre du fleuve
- D'accompagner le développement de la gare Saint-Jean avec l'arrivée de la LGV ;

C'est dans ce contexte, et pour notamment répondre aux préoccupations manifestées à l'issue du débat public que la CUB a missionné ARCADIS pour procéder à une évaluation des différents types de franchissement envisagés selon les critères du Développement Durable.

La méthodologie retenue ainsi que les résultats de l'évaluation menée sont présentés dans le présent rapport.

2 Description de l'étude

2.1 Présentation de l'étude

Annexe 1: Description géométrique des solutions pont 2*1 et 2*2 voies

Annexe 2: Description géométrique des solutions tunnel 2*1 et 2*2 voies

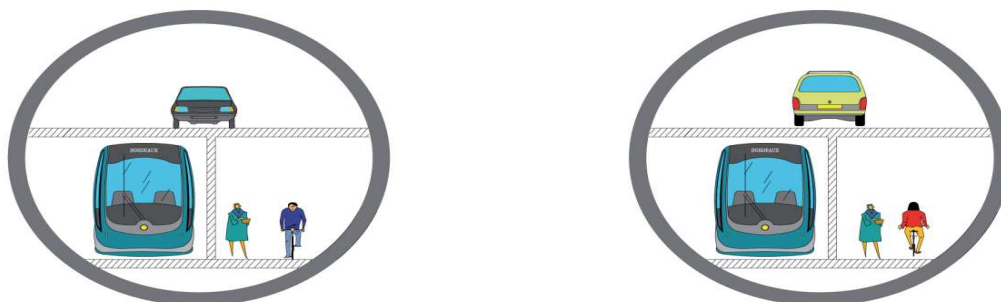
L'étude réalisée prétend mettre en lumière, à partir d'une analyse multicritères, les points faibles et les points forts d'une solution de franchissement par rapport à une autre en regards de critères du Développement Durable.

Elle prévoit d'être un outil d'information préalable aux échanges prévus dans le cadre de la deuxième phase de la consultation publique..

En cohérence avec les attentes formulées par le public et les associations, 4 solutions de franchissements ont, dans un premier temps, été envisagées et comparées entre elles. Chacune des solutions proposées prend en compte la totalité des modes de déplacements envisagés et en particulier, les modes doux (marche à pied, vélo..) ainsi que les transports en commun.

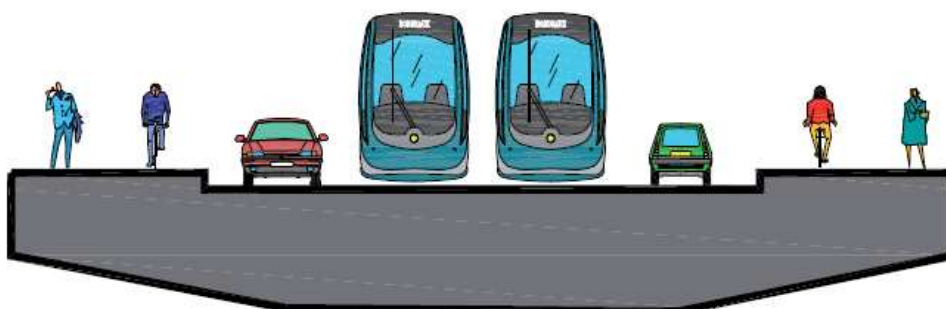
Elles sont toutes les 4 représentées par les illustrations schématiques suivantes :

- Solution Tunnel 2*1 voie avec TCSP



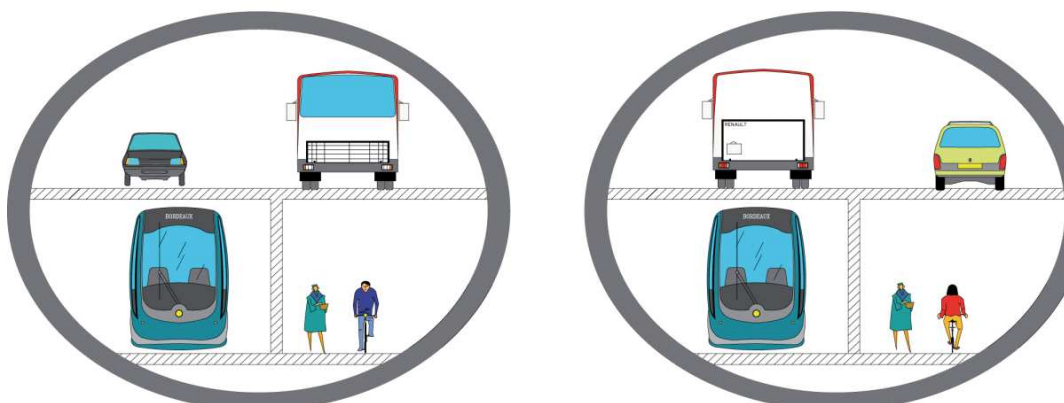
Les caractéristiques techniques de la solution de franchissement retenue sont présentées en Annexe 2.

- Solution Pont 2*1 voie avec TCSP



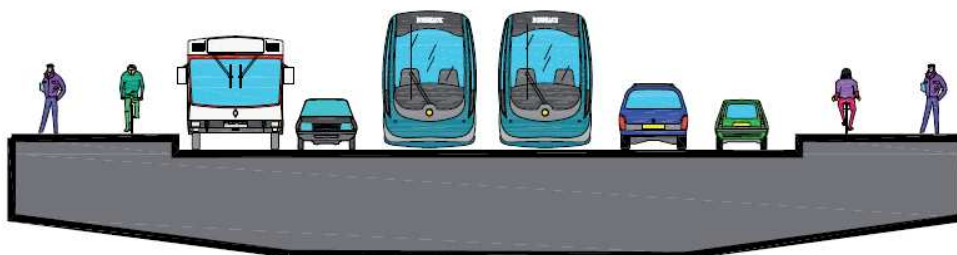
Les caractéristiques techniques de la solution de franchissement retenue sont présentées en Annexe 1

- Solution Tunnel 2*2 voies avec TCSP



Les caractéristiques techniques de la solution de franchissement retenue sont présentées en Annexe 2.

- Solution Pont 2*2 voies avec TCSP



Les caractéristiques techniques de la solution de franchissement retenue sont présentées en Annexe 1.

2.2 Description de l'outil d'évaluation

Fort de son retour d'expérience dans les analyses multicritères, ARCADIS a voulu proposer une étude répondant à 3 objectifs principaux :

- **Principe de répétabilité** : l'analyse réalisée se doit d'être la plus objective possible et ne doit pas être tributaire des choix subjectifs faits par l'évaluateur.
- **Principe de transparence** : l'ensemble des données valorisées dans l'analyse multicritères doit être justifié et argumenté.
- **Principe de spécificité** : l'étude réalisée doit être spécifique du projet évalué

C'est notamment pour répondre à ces principes qu'il a été fait le choix de proposer un outil d'évaluation spécifique au projet de franchissement Jean-Jacques Bosc.

L'élaboration de l'outil s'est déroulée en plusieurs étapes :

1. Parmi les dimensions et interfaces classiques du Développement Durable, identification des dimensions clivantes et différenciantes dans le cadre de l'analyse comparative réalisée par la suite. Pour cette raison, 3 dimensions ont été retenues :

1. Dimension Confort et cadre de vie

2. Dimension Performance économique

3. Dimension Impact environnemental

2. Pour chacune des dimensions définies, des indicateurs ont été retenus. Ces indicateurs se veulent avant tout clivants et différenciants, et, pour répondre au principe de répétabilité, avant tout quantitatifs sinon qualitatifs :

Tableau 1: Dimensions et indicateurs retenus

Dimension Confort et cadre de vie	Dimension Performance économique	Dimension Impact environnemental
Gain de temps	Coûts du franchissement en phase travaux	Qualité de l'air et impact sanitaire
Gain frais de fonctionnement	Coûts du franchissement en phase exploitation	Impact sur l'effet de serre
Impact acoustique	Evolutivité/modularité	Perturbation des écosystèmes
Intégrabilité urbaine	Effets sur l'emploi	Bilan déblais/remblais
Emprise foncière		
Durée des travaux		

L'outil proposé a donc avant tout été conçu dans le cadre de l'analyse comparative demandée dans la concertation.

Il ne prétend pas aborder de façon spécifique les 27 principes de la déclaration de Rio sur l'environnement et le Développement Durable mais plutôt de proposer aux élus, associations et riverains un outil d'aide à la décision dans le cadre d'une analyse comparative de différents types de franchissement selon les principes majeurs du Développement Durable.

L'outil se veut novateur puisque spécifiquement adapté au contexte de l'étude et s'inspire des outils déjà disponibles (Grille RST du CERTU notamment) ou en cours (Grille CBDD de SYNTEC Ingénierie dont ARCADIS a participé à l'élaboration).

2.3 Description de la méthodologie d'évaluation

L'analyse comparative réalisée se décline en 3 parties distinctes :

1. **Une évaluation par indicateur** permet, dans un premier temps, de présenter les données utilisées pour l'évaluation. Pour mener à bien l'analyse comparative, la cotation attribuée aux indicateurs s'est déclinée en 3 notes :
 - **-2** : le franchissement présente, par rapport à toutes les autres solutions considérées, des inconvénients notables ;
 - **0** : le franchissement ne présente pas d'intérêt/atout spécifique par rapport aux autres solutions envisagées
 - **2** : le franchissement présente, par rapport à toutes les autres solutions considérées ou par rapport à une solution de référence sans franchissement, des avantages notables
2. **Une évaluation par famille** permettra dans un second temps d'évaluer chacune des solutions de franchissement selon les 3 dimensions considérées.
3. **Une évaluation par solution de franchissement** permettra, par la réalisation du Profil de Performance de Développement Durable de comparer les solutions de franchissement entre elles.

En amont de cette analyse comparative, l'escalier de la gouvernance sera établi afin d'estimer les efforts éventuels qu'il convient d'accomplir par la CUB, maître d'ouvrage, pour progresser en matière de gouvernance du projet.

3 Gouvernance du projet

3.1 Introduction

« Les choix destinés à répondre aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures à satisfaire leur propres besoins »

C'est au travers de cette définition phare du Développement Durable qu'il est apparu nécessaire d'aborder une dimension spécifique, complémentaire et fédératrice des 3 déjà présentées : **la Gouvernance de projet**. Dimension-clé d'une démarche de développement intelligent, elle assure le lien indispensable et donne la cohésion au processus de développement.

3.2 Historique de la consultation

Par délibération du 26 octobre 2007, la CUB a souhaité initier l'étude d'un nouveau franchissement et ouvrir une concertation publique sur la base de l'article L300-2 du code de l'urbanisme.

Avant même l'ouverture officielle de cette concertation, la CUB a initié une réflexion élargie sur les modalités mêmes de la future concertation. A cette fin, elle a proposé au public un projet de charte de la concertation.

A l'issue de cette réflexion élargie, la Charte de la Concertation a été validée par le conseil de la CUB le 19 décembre 2008, fixant ainsi les modalités de la concertation qui a officiellement débuté le 09 février 2009

A la suite, un garant de la concertation a été nommé et un Comité Permanent de la Consultation (CPC) a été mis en place. Des documents ont été versés au dossier pour informer le public et susciter le débat.

Cette première phase de la concertation s'est achevée par un cycle de réunions publiques et par la production d'un rapport d'étape produit par le garant. Dans ce rapport d'étape du 05 mai 2010, le garant fait une évaluation du processus mis en place et formule les recommandations au maître d'ouvrage pour la poursuite de la procédure.

Il met notamment en exergue les éléments suivants :

- La nécessité, au travers d'ateliers thématiques, de poursuivre et enrichir le débat au travers d'une réflexion plus approfondie
- D'approfondir la réflexion en faveur avant tout d'une solution pont et en complément d'une solution navette
- D'apporter autant que de besoins, des éléments complémentaires à la solution tunnel

C'est à ce stade d'avancement de la concertation que s'inscrit la présente analyse.

3.3 Evaluation

L'évaluation de la Gouvernance a été menée autour des 5 axes majeurs :

1. Management de projet
2. Concertation et participation
3. Règles du jeu
4. Evaluation, suivi et bilan
5. Respect des valeurs humaines

Pour chacun de ces axes l'évaluation a été spécifiquement menée pour l'échelle d'appréciation suivante :

- Hors sujet
- Mal pris en compte (-3)
- Non pris en compte (0)
- Moyennement pris en compte(1)
- Assez bien pris en compte(2)
- Bien pris en compte (3)

Critère d'évaluation		Evaluation	Note attribuée
Management de projet	Le management favorise-t-il une mobilisation des partenaires ?	<ul style="list-style-type: none"> Le projet de franchissement étant fortement dépendant du projet plus global qu'est le projet Bordeaux Euratlantique, il convient, dans les échanges, d'intégrer de façon plus marquée, les porteurs de ce projet (Etablissement Public d'Aménagement). La charte établie fixe un cadre précis de pilotage et met en place les conditions d'un dialogue pérenne. 	1
	Le management favorise-t-il l'émergence de projets aux différentes échelles ?		
	A chaque étape du processus d'élaboration, le management favorise-t-il une dynamique de projets ?		
Concertation et participation	Le management favorise-t-il l'implication des usagers ?	<ul style="list-style-type: none"> Les outils d'échange mis à la disposition des riverains par la CUB ont, dans leur globalité, montré leur efficacité (site internet notamment). L'organisation proposée par la CUB au travers de la charte associe les usagers dans les instances d'échanges. Le garant de la concertation assure une expertise des démarches engagées par la CUB dans le cadre de la concertation. Les avis des usagers sont intégrés dans le processus de concertation et sont notamment moteurs dans le choix du franchissement. 	3
	Le management donne-t-il des moyens de l'expertise aux usagers ?		
	A chaque étape du processus, le management intègre-t-il la participation ?		
Règle du jeu	Le management intègre-t-il les règles juridiques et techniques ?	<ul style="list-style-type: none"> La charte établie est cohérente avec les exigences réglementaires de base et va même au-delà. Il est à ce sujet admis que l'espace d'échange internet soit maintenu à l'issue de la phase de concertation. Le processus de management prévoit, par 	3
	Le management prévoit-t-il de formaliser les étapes et les engagements pris ?		
	Le projet prévoit-t-il de valider chaque étape du processus d'élaboration		

		l'intermédiaire du garant de la consultation, d'établir des rapports d'étape visant à faire un bilan sur la consultation menée	
Evaluation suivi et bilan	Le projet prend t-il en compte les finalités de l'évaluation ?	sans objet à ce stade d'avancement du projet	-
	Le projet intègre t-il l'évaluation à chaque étape du processus ?		
	Le projet favorise-t-il les modalités de l'évaluation		
Respect des valeurs humaines	Le projet favorise t-il le partage de valeurs communes ?	sans objet à ce stade d'avancement du projet	-
	Le projet conforte-t-il les progrès collectifs au sein de l'équipe projet ?		
	Le projet privilégie t-il les modalités d'une approche coopérative à chaque étape du processus ?		

Tableau 2: Gouvernance du projet

3.4 Conclusion

L'analyse réalisée met clairement en évidence l'efficacité des efforts engagés par la CUB depuis le début de la concertation pour bâtir, avec élus, riverains et associations, les bases d'un projet concerté.

L'analyse réalisée est également cohérente avec les principales conclusions du rapport d'étape intermédiaire proposé le 05 mai 2010 par le garant et qui fait un premier bilan de la concertation menée.

4 Evaluation des indicateurs

4.1 Dimension : Confort et Qualité de Vie

4.1.1 Gain de temps

Annexe 3: Note technique : Gain de temps

4.1.1.1 Description

Cet indicateur permet d'estimer les gains de temps réalisés par les utilisateurs de véhicules légers en situation de projet 2025 avec franchissement par rapport à la référence 2025 sans franchissement à l'échelle de l'agglomération, à savoir :

- les utilisateurs de l'ouvrage qui vont réduire leur temps de trajet ;
- les véhicules n'utilisant pas l'ouvrage mais profitant de la fluidification des itinéraires apportée par l'ouvrage ;
- les nouveaux utilisateurs induits par la nouvelle infrastructure

L'indicateur est un indicateur classiquement évalué dans le cadre des dossiers LOTI, dossiers visant à évaluer l'impact économique et social d'un projet routier dans le cadre des dossiers de mise à l'enquête publique d'une étude d'impact.

La valorisation des gains de temps est effectuée en se référant aux valeurs tutélaires définies dans l'instruction cadre de mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport et dans l'instruction de mai 2007 relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers interurbains.

Le projet a 3 impacts différents sur les gains de temps :

- 1°) le franchissement permet de raccourcir les distances donc les temps de parcours en évitant des détours,
- 2°) le report modal sur les TC va générer une baisse des véhicules, ce qui, avec le report des véhicules sur le nouveau franchissement, va fluidifier beaucoup d'itinéraires qui pourront être alors optimisés en temps de parcours,
- 3°) par contre, le trafic induit sur les Origines-Destinations de part et d'autre du pont va limiter la baisse des temps de parcours...

4.1.1.2 Application au projet

Les données nécessaires à l'évaluation de cet indicateur sont issues de l'étude de déplacement mise à disposition par la CUB.

4.1.1.3 Evaluation

Sur la base de l'étude de déplacement disponible et de la note technique proposée en Annexe 3, les gains de temps suivants ont pu être calculés :

Tableau 3: Gains de temps

	Gain de temps des véhicules induits (en véh.h)	Différence par rapport au projet le plus faible (tunnel 2*2)	Flux de véhicules HPS sur le franchissement en veh/h	Ratio de Gain de temps par véhicule utilisant le franchissement
Projet tunnel 2*1	-888	-57%	2300	-23
Projet tunnel 2*2	-2077	0%	3800	-33
Projet pont 2*1 avec trémies	-1419	-32%	2700	-32
Projet pont 2*2 avec trémies	-1816	-13%	4000	-27
Projet pont 2*1 sans trémies	-721	-65%	2600	-17
Projet pont 2*2 sans trémies	-927	-55%	3400	-16

Tout d'abord il faut noter que ces gains de temps sont tous supérieurs à 700 véh.h à l'heure de pointe du soir (HPS), justifiant ainsi l'intérêt du franchissement étudié quelque soit la solution retenue.

Cependant, les solutions du tunnel à 2x2voies et du pont 2x2 avec trémies se distinguent par des gains de temps estimés à environ 1 800-2 000 véh.h à l'HPS, soit un ratio élevé de 30min gagnées par véhicule utilisant le franchissement à l'heure de pointe. Il est intéressant de remarquer que ce ratio de 30min est atteint aussi pour la solution du pont 2x1 avec trémies dont les gains de temps mais aussi la capacité sont plus faibles.

4.1.1.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de l'Annexe 3, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Gain de temps » :

Tableau 4: Evaluation de l'indicateur Gain de temps

Indicateur	Gain de temps			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	0	2

4.1.2 Gain frais de fonctionnement

Annexe 4: Note technique : Gain frais de fonctionnement

4.1.2.1 Description

Cet indicateur permet d'estimer les gains en frais de fonctionnement réalisés par les utilisateurs de véhicules à horizon 2025 par rapport à un état de référence sans franchissement, à savoir :

- les utilisateurs de l'ouvrage qui vont réduire leur temps de trajet ;
- les véhicules n'utilisant pas l'ouvrage mais profitant de la fluidification des itinéraires apportée par l'ouvrage ;
- les nouveaux utilisateurs induits par la nouvelle infrastructure

Comme l'indicateur de gain de temps, l'indicateur des gains en frais de fonctionnement est un indicateur classiquement évalué dans le cadre des dossiers LOTI, dossiers visant à évaluer l'impact économique et social d'un projet routier dans le cadre des dossiers de mise à l'enquête publique d'une étude d'impact.

Le projet a 3 impacts différents sur les frais de fonctionnement :

- 1) le franchissement permet de raccourcir les distances de déplacements en évitant des détours,
- 2) le report modal sur les TC va générer une baisse des véhicules, ce qui va fluidifier beaucoup d'itinéraires qui pourront être alors optimisés en distance de trajet,
- 3) par contre, le trafic induit sur les Origines-Destinations de part et d'autre du pont va amener une hausse des frais de fonctionnement.

4.1.2.2 Application au projet

Les données nécessaires à l'évaluation de cet indicateur seront issues de l'étude de déplacement mise à disposition par la CUB.

4.1.2.3 Evaluation

Sur la base de l'étude de déplacement disponible et de la note technique proposée en Annexe 4, les gains de frais de fonctionnement ont pu être calculés :

Tableau 5: Gains frais de fonctionnement

Ecart kilométrage			Gain en frais de fonctionnement (en M€ 2010)
	Nb véh.km VL à l'HPS	Nb de véh.km PL à l'HPS	Total
Projet tunnel 2*1	-6388	-436	5.423
Projet tunnel 2*2	2075	-307	1.975
Projet pont 2*1 avec trémies	-4118	-348	3.583
Projet pont 2*2 avec trémies	-4795	-584	4.402
Projet pont 2*1 sans trémies	-3826	-301	3.299
Projet pont 2*2 sans trémies	-4342	-386	3.801

L'analyse est similaire à celle des gains de temps, à la grande différence près que le montant de gains en frais de fonctionnement s'élève à un niveau plus faible. En effet, la distance gagnée, faible, ne dépasse pas 2 ou 3 km alors que le temps gagné par rapport au réseau fortement saturé en situation de référence 2025 est élevé.

Les gains en frais de fonctionnement des véhicules sont les plus importants pour l'option du tunnel en 2x1voie. Comme pour les gains de temps hors induction, les solutions de pont génèrent des gains entre 20% et 40% plus faibles, avec le pont en 2x2 voies avec trémies par rapport à la meilleure solution tunnel.

4.1.2.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de l'Annexe 4, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Gain frais de fonctionnement » :

Tableau 6: Evaluation de l'indicateur Gain frais de fonctionnement

Indicateur	Gain frais de fonctionnement			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	0	0	2	0

4.1.3 Impact acoustique

Annexe 5: Note technique : Impact acoustique

4.1.3.1 Description

Le franchissement étudié est indissociable des éléments qui l'entourent, formant un ensemble où chaque élément interfère sur les autres. Cet ensemble d'éléments dessine un espace où des enjeux de santé et de confort sont conditionnés par le bruit qui les entoure.

Pour évaluer l'indicateur « Impact acoustique » lié au franchissement, l'étude menée s'est limitée à :

- une approche qualitative liée à la configuration géométrique des franchissements,
- une approche quantitative associée aux variations de trafic induites par les franchissements compte tenu d'un état de référence sans franchissement. A la variation de trafic définie, une empreinte acoustique associée a été définie.

4.1.3.2 Application au projet

Pour évaluer l'indicateur, le retour d'expérience d'ARCADIS sur des projets similaires (approche qualitative) et les données trafic issues de l'étude de déplacement (approche quantitative) ont été valorisés.

4.1.3.3 Evaluation

Approche qualitative

D'un point de vue purement géométrique, l'impact acoustique direct du projet avec une solution en tunnel est plus avantageux qu'une solution aérienne. Il faut cependant comparer les accès de ces deux ouvrages qui peuvent inverser cet impact.

La longueur de trémie nécessaire aux accès tunnel, plus importante qu'un simple raccord du pont aux voies sur berges, va générer du trafic supplémentaire sur un plus long parcours.

Les trémies réalisées avec des piédroits verticaux et réfléchissants vont générer de la multi réflexion du bruit et augmenter légèrement les niveaux de bruit globaux dus à la simple augmentation de trafic.

Sur ce point, seule une étude quantitative plus fine peut trancher en faveur d'une solution ou d'une autre. Cela relève d'une étude de détail avec une simulation en 3D permettant de comparer les niveaux de bruit en façades des habitations les plus proches du projet.

Approche quantitative

Sur la base de l'étude de déplacement disponible et, en comparaison à un état de référence sans franchissement, les variations de niveau de bruit attendues sur le franchissement et à ses abords immédiats permettent d'établir le tableau de synthèse ci-dessous :

Tableau 7: Emprunte acoustique associée aux variations de trafic induites par les franchissements

				Pont 2x1 trémies	Pont 2x2 trémies	Pont 2x1 ss trémie	Pont 2x2 ss trémie	Tunnel 2x1
Nombre de tronçons concernés	IMPACT POSITIF	Diminution des niveaux de bruit	$> -1 \text{ dB(A)}$	22	37	19	14	18
	NEUTRE	Stabilité des niveaux	$0.9 < * < -0.9 \text{ dB(A)}$	189	167	194	196	194
	IMPACT NEGATIF	Augmentation des niveaux	$>1 \text{ dB(A)}$	37	44	27	30	22
Intensité maximale relevée				34.2	34.2	31.1	32.4	11.6
Longueur de tronçon	IMPACT POSITIF	- 1dB(A)	mètre	5712	10663	7357	5363	6470
	IMPACT NEGATIF	>1 dB(A)		11953	14374	8800	10365	6538

Sur la base de cette étude il apparaît :

- un avantage à la solution tunnel qui présente le moins d'impact négatif.
- Que les solutions « pont » avec trémies font ressortir de nombreuses fluctuations de niveaux de bruit en négatif ou en positif.

4.1.3.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de la note technique proposée en Annexe 5, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Impact acoustique » :

Tableau 8: Evaluation de l'indicateur Impact acoustique

Indicateur	Impact acoustique			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
<i>Cotation</i>	-2	-2	2	2

4.1.4 Intégrabilité urbaine

Annexe 6: Note technique : Intégrabilité urbaine

4.1.4.1 Description

Un projet de franchissement qu'il soit de type tunnel ou pont se devra d'être constitutif et structurant du paysage qui l'entoure. Produisant des effets à différentes échelles, un tel projet doit avoir capacité à :

- Crée un cadre de vie de qualité ;
- Participer à la qualité esthétique des espaces traversés ;
- Exprimer dans la mesure du possible des spécificités culturelles.

Le projet de franchissement se doit donc d'être l'occasion de préserver ou de faire émerger un paysage intéressant et riche.

4.1.4.2 Application au projet

Cet indicateur fait appel aux différents corps de métiers d'ARCADIS (environnementalistes, ouvragistes, socio-économistes, spécialistes Développement Durable) et les différents retours d'expériences associés.

La multiplicité des intervenants et donc implicitement des sensibilités permet d'évaluer qualitativement chaque solution de franchissement envisagée.

4.1.4.3 Evaluation

Franchissement de type Pont

Le projet de franchissement de la Garonne est un projet urbain et doit nécessairement s'intégrer dans son environnement paysagé. Le pont peut répondre à ce besoin : il apparaît clairement que le pont dans sa conception, ses aménagements, son traitement architectural, sa mise en valeur nocturne peut même contribuer à l'améliorer.

Le lien qu'offre un pont ne se limite pas au rapprochement qu'il crée entre deux rives, il peut être l'opportunité d'être un lieu de rassemblement et d'échanges, un espace de vie se créé.

Les raccordements et les aménagements sur berge donnent la possibilité de restructurer complètement les environs ; des nouvelles fonctions et usages sont imaginables.

Franchissement de type tunnel

L'intégrabilité urbaine de la solution tunnel est quant à elle beaucoup plus limitée puisqu'elle ne propose que peu d'alternatives possibles à des notions évidentes d'intégrabilité urbaine :

- Appropriation limitée des spécificités de l'aire d'étude ;
- Adaptation limitée du projet au patrimoine local ;
- Capacité limitée à donner à voir ; relation entre franchissement et abords, ambiance lumineuse ;
- Difficultés de proposer une image du franchissement cohérente et harmonieuse avec les aménagements déjà existants.

4.1.4.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de la note technique proposée en Annexe 6, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Intégrabilité Urbaine »

Tableau 9: Evaluation de l'indicateur Intégrabilité urbaine

Indicateur	Intégrabilité urbaine			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	-2	-2

4.1.5 Emprise foncière

4.1.5.1 Description

Les phases travaux des différents franchissements vont générer des gênes évidentes pour les riverains. Ces gênes se manifestent sous plusieurs aspects dont notamment l'emprise gelée lors de la phase travaux des ouvrages.

En phase exploitation, la maîtrise de l'emprise des franchissements dans une optique de développement durable nécessite la recherche d'un juste équilibre visant à une consommation d'espace raisonnée qui donnera à l'ouvrage sa juste place dans le territoire.

Compte tenu de la position très amont de l'étude, l'évaluation de l'indicateur emprise foncière s'est limitée à la phase travaux.

4.1.5.2 Application au projet

Pour évaluer l'indicateur le retour d'expérience d'ARCADIS sur des projets similaires a été valorisé.

4.1.5.3 Evaluation

Franchissement de type Pont

L'emprise foncière mobilisée par la phase travaux d'un franchissement de type pont est essentiellement associée aux étapes suivantes :

- Stockage provisoire des déblais (500m²) ;
- Dock de construction (20000m²).

Franchissement de type Tunnel

Dans le cadre d'une solution de type tunnel, les emprises foncières mobilisées estimées sont associées :

- au creusement des trémies d'accès (550 x 50) m² de part et d'autre ;
- au stockage provisoire des déblais (100 000m² environ) ;

- au dock de construction (40.000 m²).

Ainsi un franchissement de type tunnel gèlera donc momentanément une surface de terrain nettement plus importante qu'une solution de type pont.

4.1.5.4 Cotation

Sur la base de cette analyse, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Emprise foncière » :

Tableau 10: Evaluation de l'indicateur Emprise foncière

Indicateur	Emprise foncière			
	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Solution				
Cotation	2	2	-2	-2

4.1.6 Durée des travaux

Annexe 7 : Note technique : Durée des travaux

4.1.6.1 Description

A la durée de la phase travaux des franchissements considérés est associée la notion de gêne des riverains vivant à proximité immédiate du futur franchissement.

La notion de gêne est large puisque notamment associée à des notions de :

- Gêne acoustique ;
- Gêne visuelle ;
- Gêne liées aux perturbations du trafic ;
- Gêne olfactive.

Sur cette base, il est apparu nécessaire d'intégrer l'indicateur « Durée des travaux » dans l'analyse comparative réalisée.

4.1.6.2 Application au projet

Pour évaluer l'indicateur le retour d'expérience d'ARCADIS sur des projets similaires a été valorisé.

Il est toutefois à noter que le phasage des travaux ne peut être qu'approché et est très approximatif à ce stade où la structure n'est pas définie.

4.1.6.3 Evaluation

Franchissement de type Pont

Pour une solution de type Pont le phasage des travaux s'est décliné en 4 étapes :

- Phase préparatoire : durée estimée : environ 4 mois ;

- Construction des appuis : durée estimée : environ 10 mois ;
- Construction du tablier : environ 16 mois ;
- Finition des équipements : environ 2 mois ;

Soit une durée estimée de construction de l'ouvrage **d'environ 35 mois.**

Franchissement de type Tunnel

Pour une solution de type Tunnel foré, le phasage des travaux est associé aux opérations suivantes

- Installation chantier ;
- Parois moulées ;
- Terrassement ;
- Fabrication tunnelier ;
- Forage ;
- Démontage tunnelier ;
- Génie civil au droit des trémies .

Soit une durée estimée de construction de l'ouvrage de **50 mois environ** (solution 2*2 voies) et **de 45 mois** environ (solution 2*1 voies).

Un échancier associé à ces travaux est proposé en Annexe 7.

Il apparait donc nettement que la gêne associée à la phase travaux d'une solution tunnel sera plus longue qu'une solution de type pont

4.1.6.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de la note technique proposée en Annexe 7, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Durée des travaux » :

Tableau 11: Evaluation de l'indicateur Durée des travaux

Indicateur	Durée des travaux			
	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Solution				
Cotation	2	2	-2	-2

4.2 Dimension : Performance Economique

La dimension « Performance Economique de l'ouvrage » vise à proposer, dans le cadre de l'analyse comparative réalisée, les outils permettant d'évaluer les gains et les coûts engendrés par le projet pour la collectivité.

NB : A ce stade d'avancement du projet, aucun impact significatif sur la navigabilité du fleuve n'est attendue (navigabilité des grands paquebots, dans le chenal de navigation...). L'impact du franchissement sur l'économie fluviale n'a donc pas été spécifiquement évalué puisque n'apparaissant ni clivant ni différenciant sur la base des données disponibles et connues à ce jour.

4.2.1 Coûts du franchissement en phase travaux

Annexe 8: Note technique : Coûts du franchissement en phase travaux

4.2.1.1 Description

Le Développement Durable impose de faire des choix qui n'obèrent pas les possibilités de développement des générations futures. C'est dans ce contexte que le coût du franchissement en phase travaux et en phase d'exploitation doit être appréhendé au mieux des connaissances actuelles.

Pour des raisons de clarté de l'analyse, deux indicateurs ont été distingués :

- Indicateur « Coûts du franchissement en phase travaux » ;
- Indicateur « Coûts du franchissement en phase exploitation ».

4.2.1.2 Application au projet

Le coût de construction de chaque solution envisagée a été estimé à partir du retour d'expérience d'ARCADIS.

4.2.1.3 Evaluation

Sur la base des configurations géométriques considérées, et du retour d'expérience d'ARCADIS, les coûts en phase travaux de chacun des franchissements peuvent être définis comme suit

Tableau 12: Coûts du franchissement en phase travaux

	Pont 2*1 voie	Pont 2*2 voies	Tunnel 2*1 voie	Tunnel 2*2 voies
Coûts du Franchissement (M€₂₀₁₀)	75	90	375	465

Une solution de type tunnel s'avère donc être nettement plus onéreuse qu'une solution pont.

4.2.1.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de la note technique proposée en Annexe 8, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Coûts du franchissement en phase travaux » :

Tableau 13: Evaluation de l'indicateur Coûts en phase travaux

Indicateur	Coûts en phase travaux			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	-2	-2

4.2.2 Coûts du franchissement en phases exploitation et entretien

Annexe 9: Note technique : Coûts exploitation et entretien

4.2.2.1 Evaluation

Sur la base des configurations géométriques considérées, et du retour d'expérience d'ARCADIS, les coûts annuels d'entretien de chacun des franchissements peuvent être définis comme suit :

Tableau 14: Coûts en phase entretien /exploitation

	Pont 2*1 voie	Pont 2*2 voies	Tunnel 2*1 voie	Tunnel 2*2 voies
Coûts annuels liés aux équipements (k€₂₀₀₅/an)	négligeable à l'échelle du projet	négligeable à l'échelle du projet	entre 13 et 84	entre 13 et 84
Coûts annuels d'entretien (k€₂₀₁₀/an) (1% du prix du franchissement)	750	900	3700	4600
Coûts total exploitation (k€₂₀₁₀/an)	750	900	3700	4600

Une solution de type tunnel s'avère donc être nettement plus onéreuse qu'une solution pont.

4.2.2.2 Cotation

Sur la base de cette analyse et de la note technique proposée en Annexe 9, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Coûts exploitation et entretien » :

Tableau 15: Evaluation de l'indicateur Coûts en phase exploitation et entretien

Indicateur	Coûts en phase exploitation et entretien			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	-2	-2

4.2.3 Evolutivité / modularité

4.2.3.1 Description

L'indicateur permet d'évaluer le droit à l'erreur du maître d'ouvrage dès lors qu'une solution de franchissement a été retenue et qu'elle se révèle par la suite insuffisante.

Il estime, pour cette raison, l'évolutivité possible de ces franchissements.

4.2.3.2 Application au projet

Sur la base du retour d'expérience d'ARCADIS, nos experts en infrastructure ont estimé de manière qualitative et quantitative la possibilité d'évolution de l'ouvrage et le coût engendré par cette évolution.

Afin d'évaluer au mieux ce paramètre, les contraintes aussi bien techniques qu'économiques sont prises en compte dans cet indicateur.

4.2.3.3 Evaluation

Franchissement de type Pont

Le tablier n'est pas rigidement connecté aux appuis, cela permet de faire évoluer le tablier tant que la descente de charge peut être supportée par les appuis qui pourront le cas échéant être surdimensionnés pour donner une marge d'évolution vers un chargement plus lourd du pont.

Ainsi, la largeur du pont peut évoluer dès lors que le dimensionnement initial le permet.

La configuration géométrique du franchissement prévoit de séparer le pont en plusieurs ouvrages, à savoir 2 à 3 tabliers pour le trafic routier et deux passerelles de part et d'autre pour supporter les modes doux.

La discontinuité transversale est défavorable vis-à-vis de l'évolutivité du projet : les circulations ne peuvent pas passer d'un ouvrage à l'autre. Cependant cette solution est bien moins onéreuse qu'un seul tablier compte tenu de la largeur du pont projeté.

La solution caisson (en béton précontraint) présente un meilleur comportement transversal que la solution bipoutre mixte et une redistribution transversale de la charge (c'est-à-dire à charge globale constante un décalage de son barycentre) sera plus difficile dans la solution bipoutre.

En revanche, les passerelles sont indépendantes des tabliers routiers et sur les côtés, de sorte que l'on peut faire évoluer leur largeur, leur programme assez facilement.

Franchissement de type Tunnel

Pour la solution tunnel immergé, il n'est pas envisageable de venir poser à fond des nouveaux caissons. Un nouveau tunnel parallèle au premier au risque de perturber la stabilité de ce dernier

Pour la solution tunnel foré, il est techniquement possible d'envisager le creusement d'un autre tube en parallèle de ceux creusés. L'ouvrage initial n'est donc pas techniquement évolutif

4.2.3.4 Cotation

Sur la base de cette analyse, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Evolutivité/Modularité » :

Tableau 16: Evaluation de l'indicateur Evolutivité/modularité

Indicateur	Evolutivité /modularité			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	0	0	-2	-2

4.2.4 Effets sur l'emploi

Annexe 10: Note technique : Effets sur l'emploi

4.2.4.1 Description

Les effets économiques sur l'emploi sont évalués à partir des recommandations de l'instruction cadre de mai 2007¹. Ce document de référence précise les différences sources d'emploi à évaluer aussi bien en phase de travaux qu'en phase d'entretien.

NB : *ARCADIS précise toutefois que l'étude des effets du franchissement sur l'emploi ne mesurent pas ses effets sur la création d'activités et d'emplois dans les secteurs avoisinants. Le projet Bordeaux-Euratlantique par exemple prévoit la création de 30.000 emplois qui ne sont, bien entendu, pas ici comptabilisés.*

4.2.4.2 Application au projet

L'indicateur est évalué à partir des coûts en phase travaux précédemment définis et basés sur le retour d'expérience d'ARCADIS acquis sur des projets similaires.

4.2.4.3 Evaluation

Le nombre d'emplois créés est directement proportionnel au montant des travaux, ce qui fait que les solutions de tunnel créent 5 à 6 fois plus d'emplois que les solutions de pont car elles coûtent 5 à 6 fois plus chères.

Il est intéressant de noter que l'ordre de grandeur du nombre d'emplois créés est d'environ 1400-1500 emplois en phase construction et d'une dizaine pour la phase d'entretien-exploitation pour les solutions de pont.

¹ Instruction de mai 2007 relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers interurbains, mai 2007

4.2.4.4 Cotation

Sur la base de cette analyse et de l'Annexe 10, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Effets sur l'emploi » :

Tableau 17: Evaluation de l'indicateur Effets sur l'emploi

Indicateur	Effets sur l'emploi			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	0	0	2	2

4.3 Dimension : Impact Environnemental

4.3.1 Qualité de l'air et Impact sanitaire

Annexe 11: Note technique : Qualité de l'air et quantité de polluants émis

4.3.1.1 Description

Les gaz et particules émis par les transports routiers induisent une grande diversité d'effets. Dans de nombreux domaines, des études ont quantifié les incidences de la pollution atmosphérique :

- **l'étude APHEIS** dénombre plus de 30000 décès par an attribuables à la qualité de l'air en France ;
- **l'étude mobilité durable** en région bruxelloise évalue le coût annuel lié à la détérioration des bâtiments à 70 M€ pour la seule région Bruxelles- >Capitale ;
- **les rapports du Groupe d'Experts** Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat estiment un réchauffement de l'atmosphère qui conduira à une élévation de la température ambiante comprise entre 1.5 et 6°C à l'horizon d'un siècle, liée à la production de CO₂.

On peut toutefois distinguer parmi ces différents effets, deux échelles principales :

- Une dimension globale pour laquelle l'infrastructure apporte sa contribution ;
- Une dimension locale qui se traduit dans la pollution de proximité dont l'infrastructure constitue la composante principale.

Sur la base des données d'étude disponibles, l'aire d'étude s'est limitée à la dimension locale à savoir l'aire d'influence élargie du franchissement (similaire à celle retenue dans l'étude de déplacement).

Elle s'est attachée à évaluer non seulement les quantités de polluants émises mais également l'impact sanitaire associé.

4.3.1.2 Application au projet

L'indicateur « Qualité de l'air » a été quantitativement évalué à partir :

- des données trafic issues de l'étude de déplacement ;
- du logiciel IMPACT développé par l'ADEME qui permet, à partir des données de trafic, d'estimer les quantités de composés réglementés émis dans l'atmosphère ;
- de l'impact sanitaire attendu et associé aux émissions calculées ;

4.3.1.3 Evaluation

Sur la base des données trafic et du logiciel IMPACT, il est possible d'estimer les quantités de polluants émises suivantes :

Tableau 18: Quantité de polluants émis par franchissement (différence avec référence 2025)

Comparaison des émissions en heures de pointe entre les différents scénarios de franchissement						
Scénarios	POLLUANTS DE BASE (en kg)					GAZ A EFFET DE SERRE (en kg)
	Monoxyde de carbone (CO)	Oxydes d'azote (No _x)	Composés organiques volatiles (COV)	Particules (PM)	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Dioxyde de carbone (CO ₂)
Pont 2x1 2025 avec trémies	-3.9%	-3.2%	-3.1%	-3.9%	-3.3%	-3.3%
Pont 2x2 2025 avec trémies	-2.1%	-1.4%	-1.6%	-1.7%	-1.4%	-1.4%
Pont 2x1 2025 sans trémies	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%	-0.2%
Pont 2x2 2025 sans trémies	-0.7%	-0.4%	-0.6%	-0.6%	-0.4%	-0.4%
Tunnel 2x1 2025	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.4%	-0.4%
Tunnel 2x2 2025	1.3%	1.2%	1.4%	1.2%	1.2%	1.2%

L'étude réalisée met ainsi nettement en évidence :

- Que toutes les solutions de franchissement considérées (tunnel 2*2 mise à part) présentent une situation plus favorable qu'un état sans franchissement
- Que les gains les plus importants sont attendus pour une solution de type pont , qu'elle soit avec ou sans trémies

4.3.1.4 Cotation

Sur la base de cette analyse, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Qualité de l'air » :

Tableau 19: Evaluation de l'indicateur Qualité de l'air

Indicateur	Qualité de l'air			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	-2	-2

4.3.2 Impact sur l'effet de serre

Annexe 12: Note technique : Bilan GES

Annexe 13: Impact sur l'effet de serre solution Pont

Annexe 14: Impact sur l'effet de serre solution Tunnel

4.3.2.1 Description

ARCADIS a réalisé l'évaluation comparative de l'impact sur l'effet de serre de chacune des solutions de franchissement envisagées (pont et tunnel 2x1 et 2x2 voies), dont le but est :

- D'évaluer et hiérarchiser les émissions de gaz à effet de serre générées par la construction de l'ouvrage ;
- D'évaluer les émissions de gaz à effet de serre générées par le trafic sur l'agglomération bordelaise suite à la mise en place du franchissement pour chaque variant étudiée ;
- De comparer la contribution relative de la construction de chaque solution avec les émissions liées à l'utilisation de l'ouvrage pour la période d'étude de trente ans.

L'évaluation comparative se décompose en deux entités distinctes :

- Un diagnostic gaz à effet de serre « construction », inspiré de la méthodologie Bilan Carbone[®] développée par l'ADEME ;
- Un diagnostic gaz à effet de serre « utilisation », établi à l'aide du logiciel de modélisation des émissions routières IMPACT développé par l'ADEME.

4.3.2.2 Application au projet

Les données d'entrée relatives au bilan GES sont constituées :

- Du phasage des travaux liés aux différents franchissements défini sur la base du retour d'expérience d'ARCADIS sur des ouvrages similaires ;
- De la quantité/nature/origine des matériaux nécessaires à la construction des franchissements et définies sur la base du retour d'expérience d'ARCADIS sur des ouvrages similaires ;
- De l'étude de déplacement disponible et mise à disposition par la CUB

4.3.2.3 Evaluation

Sur la base des Annexe 12 ; Annexe 13 et Annexe 14, les émissions suivantes ont pu être calculées :

Tableau 20: Bilan de GES spécifique à chaque solution de franchissement

Emissions liées à la construction du franchissement (en t eq C)						
	Pont 2x2		Pont 2x1		Tunnel 2x2	Tunnel 2x1
	Option 1	Option 2	Option 1	Option 2		
Matériaux						
	11 791	11 259	8 754	8 400	37 919	30 231
% du total	98.45%	98.43%	98.31%	98.26%	95.41%	95.11%
Fret matériaux						
Variante "transport fluvial"	203	191	165	160	1 842	1 568
Variante "transport ferroviaire"	167	168	137	138	1 810	1 541
Moyenne	185	179	151	149	1826	1554
% du total	1.55%	1.57%	1.69%	1.74%	4.59%	4.89%
Emissions totales						
TOTAL	11 976	11 438	8 905	8 549	39 745	31 785

Ces émissions permettent non seulement d'estimer les émissions évitées par rapport à une situation sans franchissement mais également d'estimer le temps de compensation carbone associé à chaque franchissement :

Tableau 21: Temps de compensation par solution de franchissement

Emissions évitées sur la période 2017 - 2047 (en t eq C)				
	Pont 2x2	Pont 2x1	Tunnel 2x2	Tunnel 2x1
Emissions évitées sur 31 ans	9 923 705	9 926 076	9 921 865	9 921 880
Emissions évitées par jours	877.04	877.25	876.88	876.88
Temps de compensation en jours	13	10	45	36

Ainsi à l'échelle du projet, les temps de compensation calculés sont du même ordre de grandeur pour une solution de type pont ou tunnel.

Ces temps de compensation très faibles pour toutes les solutions étudiées sont notamment justifiés par les forts gains de temps précédemment calculés.

4.3.2.4 Cotation

Sur la base de cette analyse, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Effet de serre » :

Tableau 22: Evaluation de l'indicateur Effet de serre

Indicateur	Effet de serre			
Solution	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
Cotation	2	2	2	2

4.3.3 Perturbation des écosystèmes

Annexe 15: Note technique : Perturbation des écosystèmes

4.3.3.1 Description

Cet indicateur évalue la perturbation des écosystèmes lors de la phase chantier de l'ouvrage. Il prend donc en compte toutes les nuisances potentielles (augmentation des matières en suspension, perturbation de la courammentologie, vibrations, ...) générées par le chantier et impactant les écosystèmes.

4.3.3.2 Application au projet

Sur la base du retour d'expérience d'ARCADIS, l'ensemble des processus du chantier générant des nuisances pour les écosystèmes sera pris en compte.

4.3.3.3 Evaluation

L'état initial de l'air d'influence du franchissement a été défini à partir de la carte suivante :

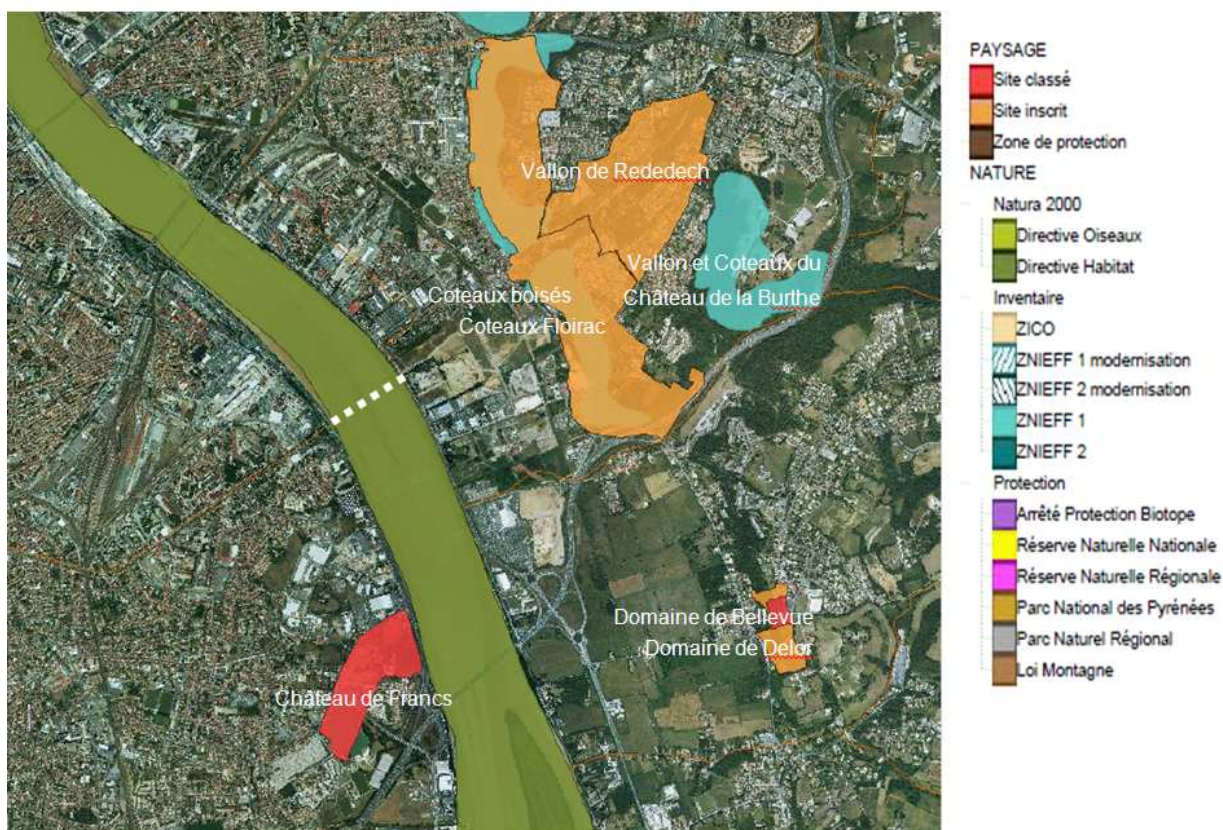


Figure 2: Etat initial de la zone d'étude (source DIREN)

Celle-ci démontre ainsi la sensibilité environnementale de la zone d'étude.

Par l'analyse comparative réalisée et annexé au présent document (Annexe 15), il apparaît nettement que :

- seule la réalisation d'un **tunnel foré** est exempte d'impact sur le milieu aquatique de la Garonne, que ce soit en phase travaux ou en phase exploitation.
- de façon similaire pour une solution de type pont ou tunnel, les impacts environnementaux d'un franchissement de la Garonne sont essentiellement associés à la phase travaux.
- compte tenu notamment des impacts associés à la phase travaux d'une solution tunnel immergé (perturbation de l'hydraulique naturel de la Garonne, quantité de déblais générés, augmentation de la turbidité liée aux opérations de clapages...), **la solution Pont apparaît (après la solution tunnel foré) être la moins impactante.**

4.3.3.4 Cotation

Sur la base de l'analyse comparative réalisée et de la note technique proposée en Annexe 15, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Perturbation des écosystèmes » :

Tableau 23: Evaluation de l'indicateur Perturbation des écosystèmes

Indicateur	Perturbation des écosystèmes			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
<i>Cotation</i>	-2	-2	2	2

4.3.4 Equilibre déblais/remblais

Annexe 16: Note technique : Equilibre déblais/remblais

4.3.4.1 Description

Un ouvrage qu'il soit de type pont ou tunnel génère des déchets qu'il convient de gérer en cohérence avec la loi du 13 juillet 1992 qui pose l'obligation de recycler et valoriser un maximum de déchets issues de l'ensemble du secteur d'activités des BTP. Ainsi seuls les déchets non valorisables doivent être éliminés en filière agréée.

C'est dans ce contexte que l'indicateur « Equilibre déblais/remblais » a été retenu.

4.3.4.2 Application au projet

L'indicateur quantité de déblais sera évaluée à partir d'une approche quantitative associée au tonnage de déblais générés par la phase travaux et estimée à partir du retour d'expérience acquis par ARCADIS sur des opérations similaires.

4.3.4.3 Evaluation

Sur la base des configurations géométriques proposées il est possible d'estimer les quantités de déblais/remblais générés par les projets de franchissement :

Tableau 24: Bilan déblais/remblais par solution de franchissement

	Pont 2*1 voie	Pont 2*2 voies	Tunnel 2*1 voie	Tunnel 2*2 voies
Quantité de déblais (*10 ³ m ³)	4.5		930	1120
Quantité de remblais (*10 ³ m ³)	42		230	340
différence (déblais – remblais) (*10 ³ m ³)	-37		700	780
	Déficitaires		Excédentaires	Excédentaires

Ainsi les solutions de franchissement de type pont seront déficitaires en déblais à l'inverse de la solution tunnel.

En dehors de toute notion de potentiel de revalorisation des déblais générés par les franchissements et compte tenu avant tout des volumes de terre excédentaires à gérer, la solution tunnel est plus impactante qu'une solution pont.

4.3.4.4 Cotation

Sur la base de l'analyse comparative réalisée et de la note technique proposée en Annexe 16, le tableau de cotation ci-dessous peut être établi pour l'indicateur « Equilibre déblais/remblais » :

Tableau 25: Evaluation de l'indicateur Equilibre déblais/remblais

Indicateur	Equilibre déblais/remblais			
<i>Solution</i>	Pont 2*2	Pont 2*1	Tunnel 2*1	Tunnel 2*2
<i>Cotation</i>	2	2	-2	-2

5 Analyse comparative par dimensions

Sur la base de l'étude réalisée il est possible de synthétiser les cotations attribuées à chaque indicateur de façon à produire une représentation graphique, synthétique, didactique et pédagogique utile lors des futurs échanges.

L'analyse réalisée par ARCADIS ne prévoit pas de procéder à une hiérarchisation des indicateurs puisque il appartient à l'utilisateur de l'outil de définir lui même ses préoccupations premières.

5.1 Confort et qualité de vie

5.1.1 Représentation synthétique

Pour la dimension Confort et qualité de vie, la synthèse de l'évaluation peut être représentée comme suit :

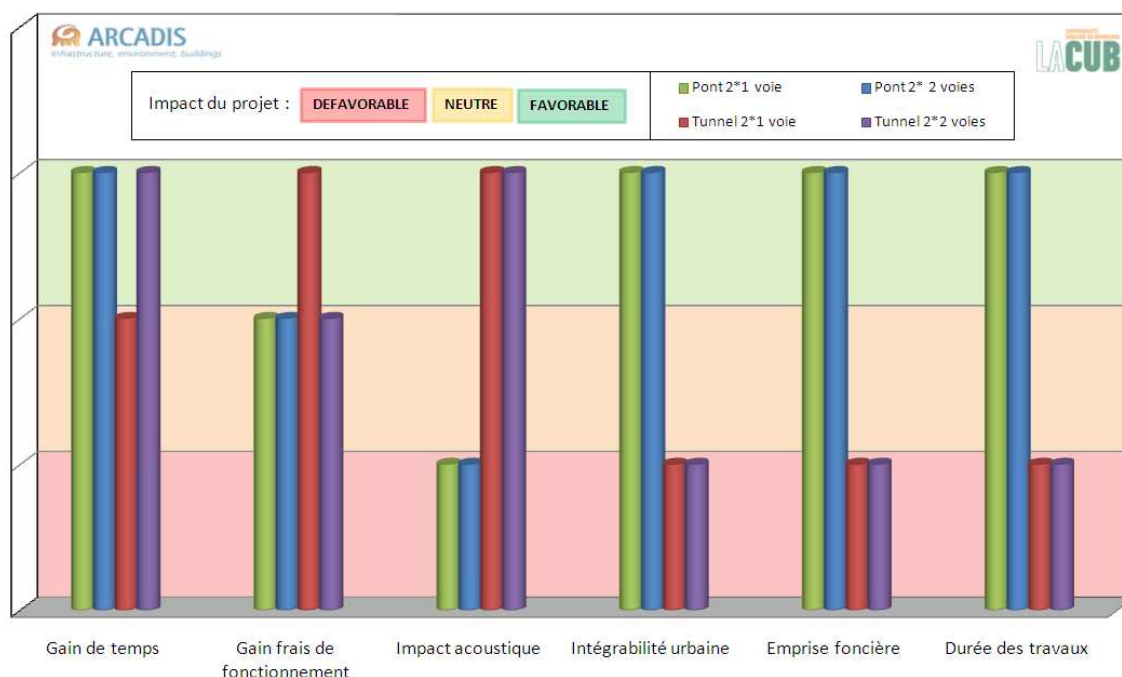


Figure 3: Synthèse des indicateurs de la dimension Confort et cadre de vie

Il convient ainsi de remarquer que :

- **Pour la solution Pont 2*2 voies** : 4 des 6 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Confort et qualité de vie.

- **Pour la solution Pont 2*1 voie** : 4 des 6 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Confort et qualité de vie.
- **Pour la solution Tunnel 2*2 voies** : seulement 2 des 6 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Confort et qualité de vie.
- **Pour la solution Tunnel 2*1 voie** : seulement 2 des 6 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Confort et qualité de vie.

5.1.2 Conclusion

En dehors de toute hiérarchisation des indicateurs, **la solution pont apparaît donc plus favorable qu'une solution tunnel** pour la seule considération de la dimension Confort et Qualité de vie et déclinée au travers de 6 indicateurs (gain de temps, gain frais de fonctionnement, impact acoustique, intégrabilité urbaine, emprise foncière, durée de travaux).

5.2 Performance économique

5.2.1 Représentation synthétique

Pour la dimension Performance économique, la synthèse de l'évaluation peut être représentée comme suit :

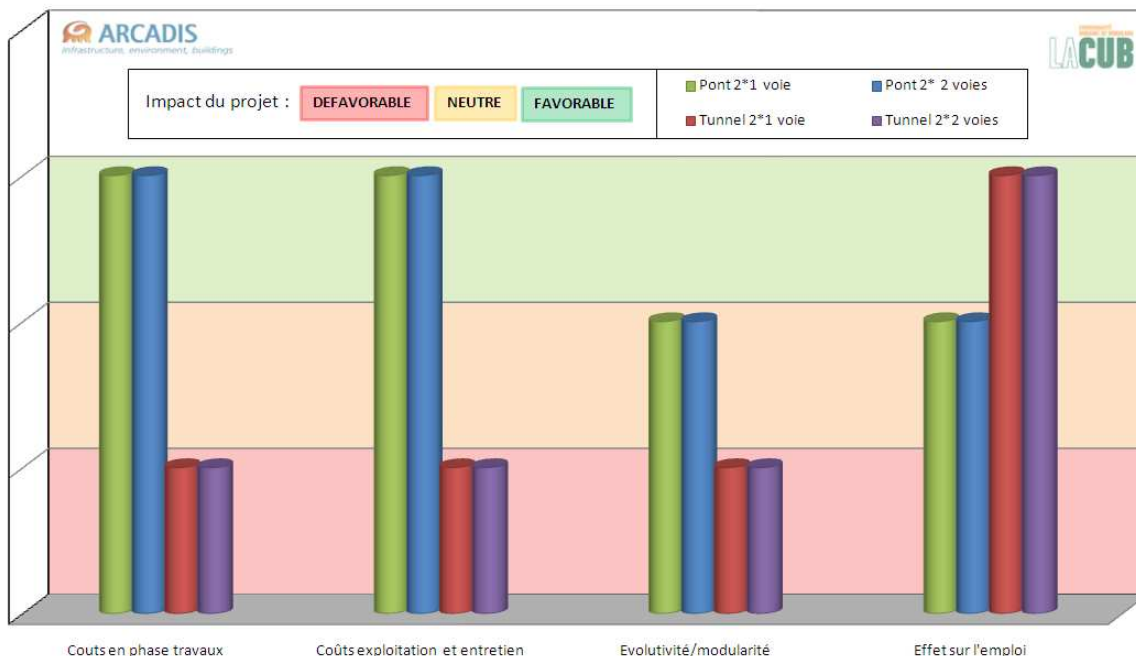


Figure 4: Synthèse des indicateurs de la dimension Performance économique

Il convient ainsi de remarquer que :

- **Pour la solution Pont 2*2 voies** : seulement 2 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Performance économique.
- **Pour la solution Pont 2*1 voie** : seulement 2 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Performance économique.
- **Pour la solution Tunnel 2*2 voies** : seulement 1 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Performance économique.
- **Pour la solution Tunnel 2*1 voie** : seulement 1 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Performance économique.

5.2.2 Conclusion

En dehors de toute hiérarchisation des indicateurs, **la solution pont apparaît donc légèrement plus favorable qu'une solution tunnel** pour la seule considération de la dimension Performance économique et déclinée au travers de 4 indicateurs (coûts en phase travaux, coûts en phase entretien, évolutivité, Effets sur l'emploi)

5.3 Impact Environnemental

5.3.1 Représentation synthétique

Pour la dimension Impact Environnemental, la synthèse de l'évaluation peut être représentée comme suit :

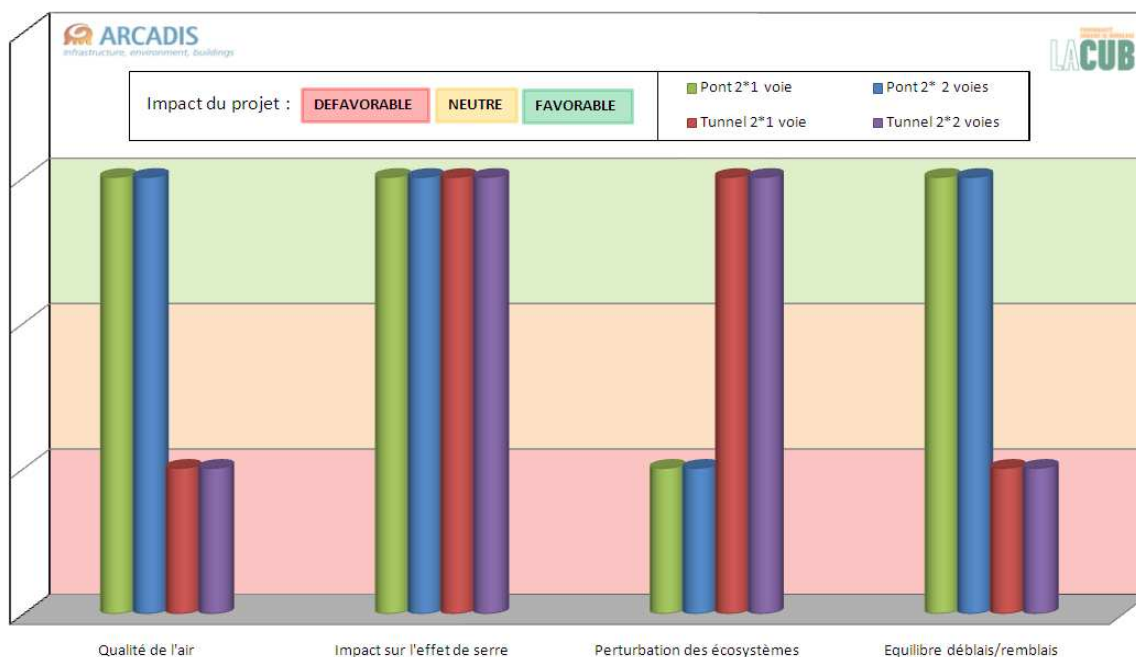


Figure 5: Synthèse des indicateurs de la dimension Impact environnemental

Il convient ainsi de remarquer que :

- **Pour la solution Pont 2*2 voies** : 3 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Impact Environnemental
- **Pour la solution Pont 2*1 voie** : 3 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Impact Environnemental
- **Pour la solution Tunnel 2*2 voies** : seulement 2 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Impact Environnemental
- **Pour la solution Tunnel 2*1 voie** : seulement 2 des 4 indicateurs évalués mettent en évidence un impact très favorable du projet de franchissement concernant la dimension Impact Environnemental.

5.3.2 Conclusion

En dehors de toute hiérarchisation des indicateurs, **la solution pont apparaît donc légèrement plus favorable qu'une solution tunnel** pour la seule considération de la dimension Impact environnemental et déclinée au travers de 4 indicateurs (Qualité de l'air, Impact sur l'effet de serre, Perturbation des écosystèmes et équilibre déblais/remblais)

6 Analyse comparative par solution de franchissements

Pour une meilleure illustration de l'évaluation réalisée, les Profils de Performance de Développement Durable ci-dessous peuvent être établis :

Profil Développement Durable: Franchissement Jean Jacques Bosc - Solutions 2*1 voie

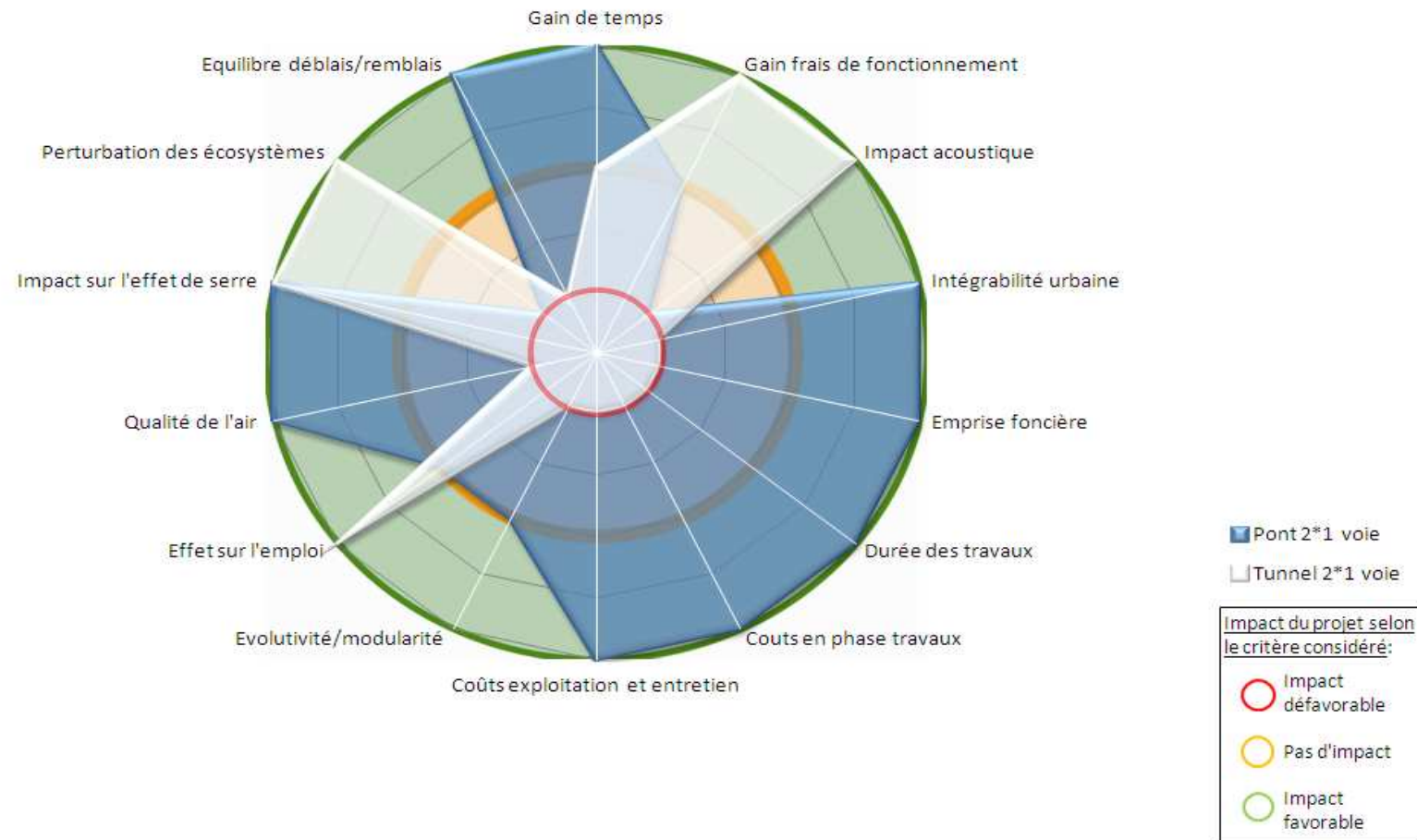


Figure 6 : Profil Développement Durable Pont et Tunnel 2*1 voie

Profil Développement Durable: Franchissement Jean Jacques Bosc - Solutions 2*2 voies

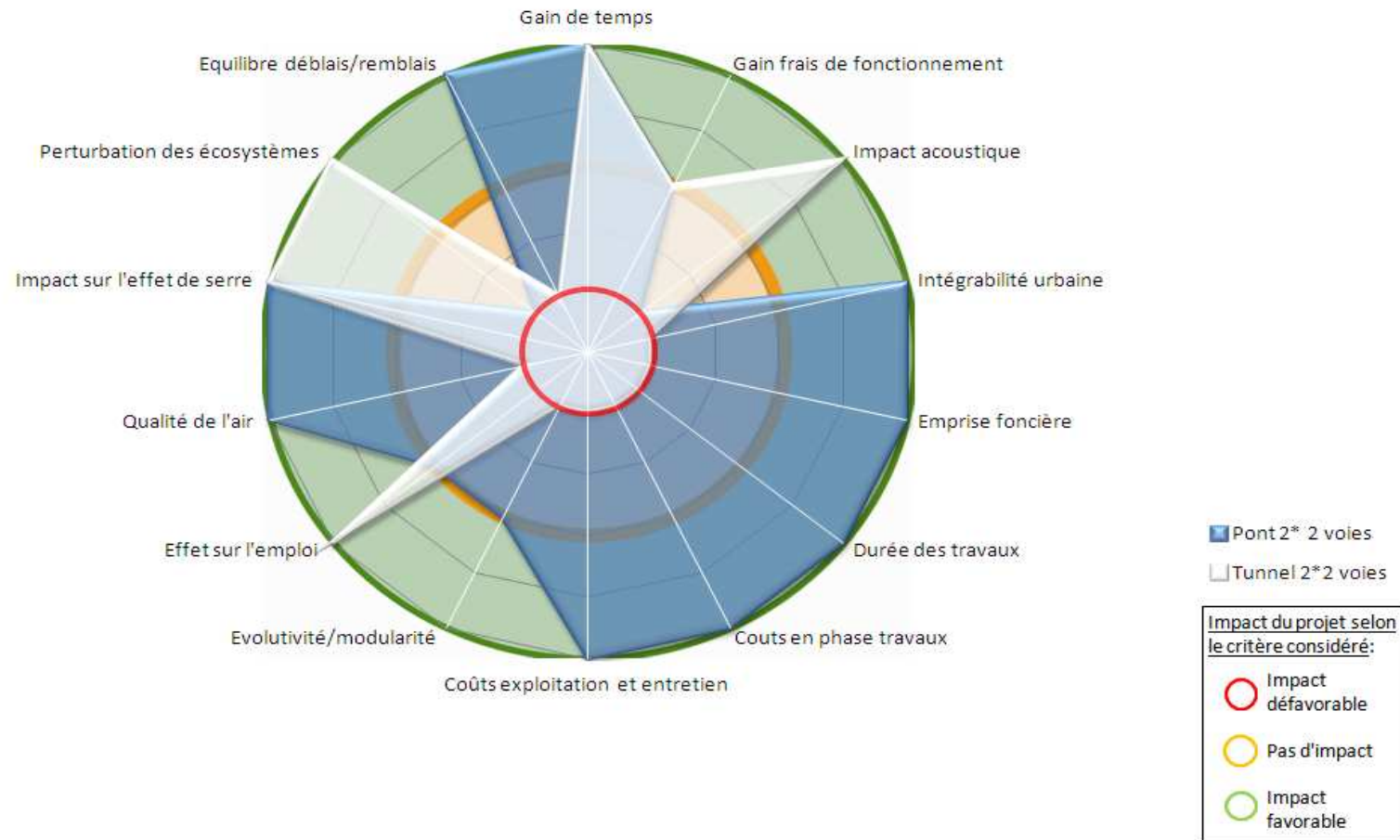


Figure 7 : Profil Développement Durable Pont et Tunnel 2*2 voies

7 Limites de l'étude

L'outil proposé a avant tout été conçu dans le cadre de l'analyse comparative souhaité par la CUB.

Il ne prétend pas aborder de façon spécifique les 27 principes de la déclaration de Rio sur l'environnement mais plutôt de proposer à élus, associations et riverains un outil d'aide à la décision dans le cadre d'une analyse comparative de différents types de franchissement selon les principes majeurs du Développement Durable

En effet certains indicateurs n'ont volontairement pas été retenus puisque :

- N'apparaissent ni clivants ni différenciants pour les deux types de franchissement considérés et/ou
- Ne pouvant être évalués de façon transparente, l'évaluation étant jugée trop subjective.

Les dimensions établies ne prétendent pas non plus être abordées de façon exhaustive par les indicateurs retenus.

Toutefois, ceux retenus permettent de disposer d'éléments jugés fiables, pertinents et non subjectifs garantissant ainsi aux lecteurs et utilisateurs de l'outil d'une étude répondant aux 3 principes de base auxquels une telle étude doit répondre à savoir :

- **Principe de répétabilité** : l'analyse réalisée se doit d'être la plus objective possible et ne doit pas être tributaire des choix subjectifs faits par l'évaluateur.
- **Principe de transparence** : l'ensemble des données valorisées dans l'analyse multicritères doit être justifié et argumenté.
- **Principe de spécificité** : l'étude réalisée doit être spécifique du projet évalué

Enfin, il est apparu nécessaire de proposer, pour certaines notions caractéristiques du Développement Durable et qui n'ont pas pu faire l'objet d'une évaluation spécifique, des recommandations spécifiques en lien avec le projet de franchissement étudié.

Ces notions sont abordées dans la partie suivante.

8 Indicateurs non évalués et pistes de réflexion

8.1 Accessibilité

Le franchissement devra dans la mesure du possible faire partie du territoire et devra contribuer à le modeler. L'adéquation franchissement-territoire devra s'illustrer à plusieurs niveaux :

- Dans la manière dont le franchissement s'inscrit dans le projet Bordeaux Euratlantique ;
- Dans les réponses que le projet apporte à ses aspirations ;
- Dans son articulation avec les espaces du territoire.

En effet l'accessibilité et la mobilité par le franchissement devront influencer les conditions d'usage et les ambiances des espaces situés à sa périphérie immédiate, son attractivité et son rôle dans le développement des aires urbaines.

Ces effets directs sur les aspects formes et informels de la structure territoriale devront s'appréhender à deux échelles :

- **L'espace environnant** : puisque le franchissement influence sur les formes matérielles (trames foncières, forme et dimension des parcelles, morphologie du bâti) mais également sur les dimensions des aires urbaines et rurales en encourageant, dans certains cas, les urbanisations extensives.
- **Le territoire sous influence indirecte du franchissement**, ce dernier jouant un rôle dans :
 - l'implantation des activités en favorisant quelquefois la dissémination spatiale des activités et la multiplication des demandes de transport
 - le fonctionnement des pôles structurant le territoire et leurs échanges en provoquant parfois des goulots d'étranglement et des reports de flux non maîtrisés.

La maîtrise de l'impact du franchissement et de son offre d'accessibilité et de mobilité sur la structure spatiale du territoire présente ainsi un enjeu majeur pour la symbiose de l'ouvrage avec le territoire dans une optique de développement durable.

8.2 Plurimodalité

Etant en enjeu majeur du futur franchissement et caractéristique d'un Projet Durable, les 4 solutions évaluées prévoient :

- La circulation de VL et PL sur le franchissement ;
- L'arrivée d'un TCSP à horizon 2025 ;
- La présence de modes doux tels que les vélos et piétons ;

Toutes les solutions de franchissement considérées intègrent donc l'aménagement de cheminements réservés aux piétons et aux cycles. Cette mesure permettra de rapprocher les origines et destinations et ainsi de raccourcir certains déplacements courants liés à la vie quotidienne.

Cet indicateur même si important, n'apparaît donc ni clivant ni différenciant pour les solutions étudiées.

8.3 Sécurité

Le franchissement, qu'il soit de type pont ou tunnel, est une composante du territoire vers lequel convergent des usagers aux modes de déplacement et aux préoccupations variées voire antagonistes.

Dès lors qu'un dysfonctionnement du système reliant l'environnement, l'homme et le véhicule s'instaure, des accidents apparaissent. Les dysfonctionnements peuvent émerger dès que ce système subit une évolution dans le temps ou l'espace.

Il convient de prévenir ces situations préjudiciables au titre du principe de précaution d'autant que les enjeux sont réels du point de vue :

- **humain** : les conséquences post traumatiques sont généralement profondes et pérennes ;
- **social** : chaque individu selon le mode de déplacement choisi, et le type ou les caractéristiques des véhicules utilisés, n'est pas égal devant les conséquences du risque routier ;
- **sociologique** : la sécurité est un souci constant des usagers, comme l'était la rapidité des déplacements dans les années 1980 ;
- **économique** : ces accidents engendrent des conséquences financières importantes pour la collectivité (perte de production, coût des pertes matérielles, de la prise en charge des blessés...).

Le franchissement peut potentiellement devenir suivant les cas :

- un lieu de passage pour les usagers qui l'empruntent pour différents motifs de déplacement ;
- un obstacle à franchir pour les riverains qui vivent et se déplacent à ses abords ou la traverse (passage à partir d'une trémie de tunnel,...)
- un lieu de travail pour les professionnels appelés à y intervenir.

L'objectif est de garantir la sécurité des personnes qui le côtoieront sans pour autant négliger les autres dimensions. Le franchissement devra donc être adapté aux usages qui en sont faits et à leur hiérarchie.

La mise en sécurité d'une infrastructure passe par le partage de la voie et la cohabitation des modes de déplacement doux, notamment en abordant systématiquement la sécurité des usagers, des riverains, et des professionnels.

La sécurisation d'un franchissement de type tunnel apparaît dans ce contexte plus contraignante qu'une solution de type pont.

8.4 Confort visuel

La lumière rythme et conditionne la vie, elle est notamment le moteur de la photosynthèse chez les végétaux. Elle est aussi une source de confort et d'équilibre biologique pour les humains et la faune en général. La notion de confort visuel exprime le besoin qu'ont les êtres humains, les animaux et les plantes à bénéficier d'un environnement visuel et lumineux propice à leur bien-être ou leur physiologie.

Etudier et assurer le confort visuel, c'est donc permettre aux usagers comme aux riverains de l'infrastructure :

- d'exercer leur regard dans des conditions satisfaisantes pour leur physiologie ;
- d'évaluer et hiérarchiser les impressions de lisibilité et d'orientation ;
- d'offrir des impressions d'émotion esthétique.

Ces différents aspects du confort visuel sont fondamentalement différents que l'on se trouve sur (ou à l'extérieur) d'un pont ou d'un tunnel.

Pour les riverains, la qualité de vie est fortement liée à la lumière dont ils bénéficient. Une carence (voire une absence) de lumière ou des perturbations de l'alternance jour/nuit perturbe le rythme circadien et le système endocrinien des hommes et des animaux ainsi que le cycle de croissance et de reproduction de certains végétaux. Leur cadre de vie dépend également de la qualité de la lumière qui éclaire le franchissement et ses espaces adjacents comme des vues qu'ils ont depuis leur habitation, leur lieu de travail ou leur jardin.

Pour l'usager, le confort visuel participe à la sécurité, à l'intérêt et au plaisir de son voyage. Une visibilité en adéquation avec sa physiologie participe à la sûreté de sa conduite et donne également au conducteur une sensation de confort minimisant sa fatigue. La présence de vues lui permet de s'orienter, d'identifier l'endroit où il se trouve et de découvrir les paysages qu'il traverse. Les paysages lui apportent une sensation d'aisance et une émotion esthétique.

Les facteurs participant au degré de confort visuel durant le jour diffèrent substantiellement de ceux l'influençant durant la nuit. Aussi, les critères de sûreté, d'orientation et d'émotion esthétique qui définissent le confort visuel devront être abordés selon deux préoccupations principales :

- Conditions de confort diurne,
- Conditions de confort nocturne

8.5 Confort climatique

Le long de son itinéraire le futur franchissement qu'il soit de type pont ou tunnel est en interaction avec différents microclimats. Ces interactions ont des conséquences directes sur les usagers en termes de confort et de sécurité mais également sur les milieux environnants et les riverains.

Les principales interactions entre le franchissement et le microclimat concernent :

- la température et l'humidité (verglas, brouillard, mirages),
- le vent et ce qu'il transporte ;
- la pluie et la neige (verglas, congères).

Tous ces phénomènes peuvent :

- nuire à la sécurité des usagers ;
- provoquer des inconforts pour les riverains et les utilisateurs de la route ;
- perturber les écosystèmes
- influencer la diffusion des polluants et des nuisances dans l'atmosphère ;
- nuire à la durabilité de l'infrastructure.

Il conviendra donc de les aborder spécifiquement lors de la conception de l'ouvrage.

8.6 Eco-compatibilité

Dans le cas présent, la notion d'éco-compatibilité est associée à l'impact potentiel que peuvent générer des matériaux immergés sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques du milieu receveur qu'est la Garonne.

Compte tenu des types de franchissement considérés, les impacts potentiels à considérer sont de nature :

- **Physiques** : il convient en effet, durant le cycle de vie entier de l'ouvrage, de limiter ses impacts sur la Garonne. Ces impacts peuvent, par exemple, être notamment liés à la couleur du matériau (gène sur l'écosystème de la Garonne) mais aussi sur le potentiel vibratoire de celui-ci.
- **Chimiques** : il convient en effet, durant le cycle de vie entier de l'ouvrage, de limiter ses impacts chimiques sur la Garonne. Dès la conception de l'ouvrage, le potentiel de relargage de tous les matériaux immergés utilisés devra être spécifiquement évalué. Cette notion s'inscrit également dans une logique de durabilité de l'ouvrage.

Les produits et matériaux utilisés pour la construction devront dans la mesure du possible, être éco-certifiés.

9 Conclusion

C'est en cohérence avec la concertation publique engagée depuis octobre 2007 que la CUB a missionné ARCADIS pour procéder à l'évaluation de différents types de franchissement selon les critères du Développement Durable.

Dans ce contexte, un outil d'évaluation spécifique au projet a été élaboré pour évaluer 4 types de franchissement :

- Franchissement de type pont 2*1 voie
- Franchissement de type pont 2*2 voies
- Franchissement de type tunnel 2*1 voie
- Franchissement de type pont 2*2 voies

L'évaluation s'est axée sur l'évaluation de 3 dimensions fondamentales du développement Durable que sont :

- La dimension Confort et qualité de vie
- La dimension performance économique
- La dimension Impact environnemental

Elle a ainsi permis, en dehors de toute hiérarchisation des indicateurs caractérisant ces familles, de mettre en évidence **qu'une solution de type pont semblait moins impactante qu'une solution de type tunnel.**

Il est également apparu difficile de clairement différencier, à ce stade du projet, une solution de type 2*1 voie ou 2*2 voies même si certaines tendances semblent se dessiner.

En cohérence avec le bilan de la concertation en cours, l'outil d'évaluation ainsi proposé peut également envisager d'autres solution de franchissement que les seules solutions de base de type pont ou tunnel ici évaluées. Une solution de base de type navette couplée à une solution de type pont 2*1 ou 2*2 voies peut être raisonnablement envisagée.
