

RAPPORT COMPLET – VOLET PASSAGERS

Etude d'un transport fluvial structurant à Liège



VISA

Ind.	Date	Raison d'émission de version	Établi	Approuvé
A	12/07/2024	Émission du document	NNE, AHA, DEM, YLO	NNE
B	02/08/2024	Révision suite commentaires ville de Liège	NNE	AHA
C	07/10/2024	Finalisation des reprises suite réunion avec la ville de Liège	NNE	AHA
D	04/11/2024	Ajouts suite Comité Accompagnement	NNE	AHA
E				

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE DE L'ETUDE	10
2.	OBJET DU DOCUMENT	10
3.	ETAT DES LIEUX.....	11
3.1.	DOCUMENTS ANALYSES.....	11
3.2.	DONNEES D'ENTREES COLLECTEES.....	11
3.3.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE	12
3.3.1.	<i>Transports publics en région liégeoise.....</i>	<i>12</i>
3.3.2.	<i>Transport par voie d'eau – généralités.....</i>	<i>19</i>
3.3.3.	<i>Enseignements du documents Transport Collectif en Milieu Urbain.....</i>	<i>20</i>
4.	BENCHMARK	27
4.1.	CONTEXTE GÉNÉRAL.....	27
4.2.	LES DESSERTES BIEN ÉTABLIES – ROTTERDAM ET ANVERS.....	27
4.2.1.	<i>Vitesse commerciale</i>	<i>27</i>
4.2.2.	<i>Fréquence</i>	<i>29</i>
4.2.3.	<i>Grille des tarifs</i>	<i>30</i>
4.2.4.	<i>Qualité des pontons.....</i>	<i>30</i>
4.2.5.	<i>Qualité de l'information.....</i>	<i>31</i>
4.2.6.	<i>Accessibilité aux PMR</i>	<i>32</i>
4.2.7.	<i>Accessibilité aux vélos et vélos-cargos.....</i>	<i>32</i>
4.2.8.	<i>Correspondances</i>	<i>33</i>
4.2.9.	<i>Gouvernance.....</i>	<i>34</i>
4.2.10.	<i>Les Bateaux</i>	<i>34</i>
4.3.	LA DESSERTE DE DEMAIN – JUVISY-ÉVRY	35
4.3.1.	<i>Vitesse commerciale</i>	<i>35</i>
4.3.2.	<i>Fréquence</i>	<i>35</i>
4.3.3.	<i>Grille des tarifs – résultats d'exploitation.....</i>	<i>36</i>
4.3.4.	<i>Qualité des pontons.....</i>	<i>36</i>
4.3.5.	<i>Qualité de l'information.....</i>	<i>37</i>
4.3.6.	<i>Accessibilité aux PMR</i>	<i>37</i>
4.3.7.	<i>Accessibilité aux vélos et vélos-cargos.....</i>	<i>37</i>
4.3.8.	<i>Correspondances</i>	<i>37</i>
4.3.9.	<i>Les bateaux.....</i>	<i>38</i>

4.4. LILLE	39
5. ETUDE DE MARCHÉ	41
5.1. REALISATION D'UNE ENQUETE EN LIGNE – DONNEES TECHNIQUES.....	41
5.2. RESULTATS DE L'ENQUETE – DONNEES DE BASE	41
5.3. RESULTATS DE L'ENQUETE EXPLOITES	41
5.3.1. Définition d'une matrice O/D « potentiel ».....	42
5.3.2. Intégration des informations des écoles.....	45
5.3.3. Restriction du potentiel	45
5.3.4. Scénarios de fréquentation	45
5.3.5. Identification des arrêts.....	46
5.3.6. Principaux facteurs d'attractivité de la voie d'eau.....	48
5.4. DEFINITION DES ARRETS, LIGNES, PARCOURS ET FREQUENCES.....	49
5.4.1. Définition des arrêts.....	49
5.4.2. Définition des lignes potentielles.....	58
5.4.3. Définition des fréquences, vitesses commerciales et nombre de bateaux	62
5.5. NOTE SUR LE TRANSPORT A LA DEMANDE – TAXI BOAT	76
5.5.1. Benchmark	76
5.5.2. Synthèse et application à Liège	81
6. ETAT DES LIEUX TECHNOLOGIQUE ET CONCEPTION PRELIMINAIRE DES BATEAUX.....	84
6.1. TYPOLOGIES DE BATEAUX ET CARACTERISTIQUES GENERALES.....	84
6.2. TECHNOLOGIES ACTUELLES RELATIVES A LA PROPULSION HYBRIDE ET ELECTRIQUE	84
6.2.1. Propulsion hybride.....	85
6.2.2. Full électrique (avec ou sans assistance)	86
6.3. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES SYSTEMES	88
6.4. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET SPECIFICATIONS	89
6.4.1. Conception de bateau	89
6.4.2. Recommandations concernant la conception des bateaux	92
6.5. ESTIMATION DES COUTS	93
7. INFRASTRUCTURES	95
7.1. TYPOLOGIES D'ARRETS	96
7.1.1. Les différentes configurations des quais.....	96
7.1.2. Variantes de ponton type adapté aux différentes configurations de la Meuse.....	97
7.1.3. Conception des embarcadères selon les différentes configurations de site	100

7.1.4. Accès aux quais et aux arrêts depuis la route.....	101
7.2. AUTRES ELEMENTS D'INFRASTRUCTURE - TERMINAUX DE NUIT	112
7.3. COUTS DES INFRASTRUCTURES	115
7.4. OPPORTUNITES DE SYNERGIES AVEC LE TRANSPORT DE MARCHANDISES	118
8. ANALYSE FINANCIERE.....	119
8.1. COUTS D'INVESTISSEMENT ET D'OPERATION	119
8.1.1. Coûts d'investissement.....	120
8.1.2. Coûts d'exploitation des bateaux.....	120
8.1.3. Coûts administratifs liés au bon fonctionnement du réseau	121
8.2. REVENUS	121
8.3. RENTABILITE DU PROJET ET CALCUL DU PRIX UNITAIRE DU TRAJET	121
8.3.1. Option 1 – Ligne 1	123
8.3.2. Option 2 – Ligne 2 et ligne 3.....	124
8.3.3. Option 3 – ligne 2 et ligne 4.....	125
8.3.4. Option 3 – ligne 2 et ligne 4 – opérationnel uniquement	125
8.4. CALCUL DU COUT AU KM ET DES KM PASSAGERS	126
8.4.1. Coût au km	126
8.4.2. Evaluation de l'offre - Calcul des km passagers.....	127
8.5. SYNTHESE.....	127
8.6. MODALITES DE CONTRACTUALISATION.....	130
9. SYNTHESE ET CONCLUSION.....	131
9.1. SYNTHESE GENERALE	131
9.2. CONCLUSION	133
ANNEXE A1. FICHES SYNTHETIQUES ETAT DES LIEUX	136
ANNEXE A2. TABLEAU COMPARATIF DES CAS ETUDIES	144
ANNEXE A3. FORMULAIRE D'ENQUETE.....	147
ANNEXE A4. STATISTIQUES DE BASE SUR LE PROFIL DES REpondANTS	148
ANNEXE A5. FREQUENTATION – 10% ET 5%.....	151
ANNEXE A6. COUTS DE CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES LIGNES 1 ET 3	155
ANNEXE A7. CALCUL DE LA VAN POUR LES HYPOTHESES 5% ET 10%	157

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vitesse commerciale en 2015 (PCM, 2021).....	13
Figure 2 : Mobilité ferroviaire : Réseau, accessibilité et offre (PCM, 2021)	13
Figure 3 : Localisation des établissements d'enseignements à distance de 1 km de l'axe de la Meuse et de la Dérivation (source : Ville de Liège).....	15
Figure 4 : Identification des P+R – Plan Communal de Mobilité - 2021.....	18
Figure 5 : Capacité par type de bateau et comparaison avec le bus (CERTU, 2013)	23
Figure 6 : Comparaison des vitesses commerciales de lignes maritimes et fluviales avec les vitesses des bus et tram (CERTU, 2013).....	24
Figure 7 : Système d'accroche automatique à La Rochelle (CERTU, 2013).....	24
Figure 8 : Un waterbus double des péniches sur l'Escaut maritime à Zwijndrecht	28
Figure 9 : L'horaire affiché à la station Erasmusbrug à Rotterdam.....	29
Figure 10 : Horaire Waterbus Anvers – sur affiche plaquée sur horaire initial	29
Figure 11 : Rampe d'accès à Merwekade, Dordrecht.	30
Figure 12 : Disposition des entrées et sorties du ponton à Merwekade, et des trois abris. ...	31
Figure 13 : Ecran d'affichage et panneau fixe à la station Erasmusburg.....	31
Figure 14 : Cyclistes à Merwekade.....	33
Figure 15 : Lignes Dordrecht - Rotterdam.....	34
Figure 16 : Bateaux utilisés à Rotterdam (© Waterbus) et Anvers (© De Waterbus).....	35
Figure 17 : Image de synthèse du bateau Hyke encastré dans le dock à Juvisy.....	36
Figure 18 : Futur réseau RiverCat	38
Figure 19 : Images de synthèse du bateau Hyke embarquant un utilitaire léger - Transition progressive vers l'autonomie complète.....	39
Figure 20 : Schéma de la desserte de navettes fluviales envisagée par la Ville de Lille et Ports de Lille.....	40
Figure 21 : Zones d'intérêt étudiées dans l'enquête	42
Figure 22 : Propositions d'arrêts et zones d'intérêt	47
Figure 23 : Totalité des arrêts retenus (16 arrêts).....	50
Figure 24 : vue de l'arrêt Vivegnis	50
Figure 25 : vue de l'arrêt Herstal	51
Figure 26 : vue de l'arrêt Pont Atlas.....	52
Figure 27 : vue de l'arrêt Pont Maghin	52
Figure 28 : vue de l'arrêt Passerelle Saucy – XX août.....	53
Figure 29 : vue de l'arrêt Aquarium.....	53
Figure 30 : vue de l'arrêt Paradis / Guillemins	53

Figure 31 : vue de l'arrêt Monument Gramme	54
Figure 32 : vue de l'arrêt Sclessin Standard	54
Figure 33 : vue de l'arrêt Pont de Seraing	55
Figure 34 : vue de l'arrêt Longdoz Médiacité	56
Figure 35 : vue des arrêts Amercoeur	56
Figure 36 : vue de l'arrêt Bavière.....	57
Figure 37 : vue de l'arrêt Bressoux.....	57
Figure 38 : vue de l'arrêt P+R Tram / Liège Expo	57
Figure 39 : Proposition de ligne Dérivation et Meuse Centre – option 1 (Ligne 1).....	60
Figure 40 : Proposition de ligne Dérivation et ligne Meuse Centre jusque Seraing – option 2 (lignes 2 – Dérivation et 3 – Meuse)	61
Figure 41 : Proposition de ligne Dérivation et ligne Meuse Vivegnis - Seraing – option 3 (ligne 2 – Dérivation et ligne 4 – Meuse)	62
Figure 42 : pourcentage de trafic Floating car data Bemobile (source Ville de Liège).....	64
Figure 43 : Répartition horaire des passagers retenus pour la présente étude	65
Figure 44 : Carte du futur réseau de bus TEC (source www.letec.be)	75
Figure 45: Bateaux taxi typiques de Venises (Motoscafi).....	77
Figure 46: Stations desservies par les bateaux taxi à Amsterdam	78
Figure 47: Navire de la compagnie WATERTAXI AMSTERDAM.....	78
Figure 48: Stations desservies par les bateaux taxis de Rotterdam (réparties en 3 zones) ..	79
Figure 49: Exemples de bateaux taxi et d'un quai d'embarquement à Rotterdam.....	79
Figure 50: Plan des lignes de False Creek's ferry à Vancouver	80
Figure 51 : Bateau de la compagnie FalseCreek's ferry	81
Figure 52 Schéma de motorisation hybride en série	85
Figure 53 Schéma de motorisation hybride en parallèle	85
Figure 54 Schéma de motorisation hybride mixte série - parallèle	86
Figure 55 Schéma d'une propulsion full électrique batterie.....	87
Figure 56 Schéma d'une propulsion full électrique batterie avec assistance.....	87
Figure 57 : arrangement général d'un bateau monocoque de 52 places assises, et variantes avec capacité supérieure à dimensions identiques.....	92
Figure 58 : quai bas - Passerelle Saucy	96
Figure 59 : quai intermédiaire - Amercoeur.....	96
Figure 60 : quai haut - Pont de Seraing	97
Figure 61 : exemple d'une halte sur le quai existant	98
Figure 62 : Variante 1 - ponton mobile coulissant et passerelles	98

Figure 63 : Variante 2 - ponton mobile sur bras articulés.....	99
Figure 64 : Variante 3 – pontons en paliers – conception type.....	99
Figure 65 : Conception type d'un embarcadère avec ascenseur pour quai haut.....	100
Figure 66 : Conception type d'un embarcadère pour quai intermédiaire	101
Figure 67 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Monument Gramme rive droite.....	102
Figure 68 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Paradis rive gauche	103
Figure 69 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Aquarium Rive Droite	103
Figure 70 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Pont Maghin Rive Droite	104
Figure 71 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Pont Atlas	104
Figure 72 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Herstal IPES	105
Figure 73 : Configuration actuelle au droit des arrêts Amercoeur (en haut, rive gauche ; en bas, rive droite).....	106
Figure 74 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Bavière – B3	106
Figure 75 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Bressoux.....	107
Figure 76 : vue de l'arrêt P+R Tram / Liège Expo (situation avant travaux – haut, gauche et montage situation projetée – haut, droite ; images SOFICO).....	107
Figure 77 : Vue de la zone d'implantation de l'arrêt XX Août	108
Figure 78 : Situation actuelle arrêt XX Août - Obligation de passer par la passerelle pour traverser en sécurité.....	109
Figure 79 : Embarcadère actuel de Sclessin	109
Figure 80 : Configurations des quais au Pont de Seraing (rive droite)	110
Figure 81 : Configurations des quais au Pont de Seraing (rive gauche)	110
Figure 82 : Vue de l'arrêt Longdoz-Mediacité	111
Figure 83 : Berge et chemin de halage à Vivegnis (gauche)// Accès peu aisé vers les commerces (droite)	112
Figure 84 : Rampe RORO et bassin de Seraing, à moins de 5 min de navigation du Pont de Seraing.....	112
Figure 85 : Dimensions du bassin de Seraing : 175 m X 40 m environ.....	113
Figure 86 : Darse de Jemeppe à proximité du Pont de Seraing.....	113
Figure 87 : Vue de la darse de Jemeppe (gauche) et entrée de celle-ci, en hautes eaux (droite)	114
Figure 88 : Vue aérienne de la pointe sud de l'île Monsin.....	114
Figure 89 : Zone aménageable, côté Meuse	115

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La ville de Liège fait le constat que les cours d'eau :

- n'accueillent pas de transport quotidien de personnes et ne sont pas intégrés dans le réseau de transport de façon générale ;
- accueillent (pour la Meuse uniquement) des activités de transport de marchandises « lourdes » non liées à la thématique de la logistique urbaine et du dernier kilomètre.

Le Plan Communal de Mobilité de la Ville de Liège prévoit, dans ses multiples actions, de tester la faisabilité d'un transport fluvial sur la Meuse et la Dérivation. Il s'agit d'ailleurs d'une mesure plébiscitée par les citoyens dans le cadre de l'élaboration du Programme Stratégique Transversal Liège 2025.

Dans ce cadre, la ville de Liège a désigné le bureau d'études DN&T pour la réalisation d'une étude de faisabilité d'un transport fluvial structurant à Liège.

Cette étude comprend les étapes suivantes :

- État des lieux – transport fluvial à Liège et en Belgique ;
- Benchmark ;
- État des lieux – technologies et évolutions attendues ;
- Analyse des démarches administratives et autorisations ;
- Étude de marché et modèles d'exploitation ;
- Coût des infrastructures ;
- Communication.

De façon transversale, l'étude demande des prises de contact régulières avec les autorités concernées, ainsi que la production de documents techniques et documents de communication externe.

2. OBJET DU DOCUMENT

Ce rapport constitue les livrables complet et final du volet passagers :

- État des lieux ;
- Benchmark ;
- Etude de marchés;
- Etat des lieux technologiques pour les bateaux ;
- Analyse des besoins en infrastructures ;
- Analyse financière ;
- Conclusion.

3. ETAT DES LIEUX

L'objectif de cette phase initiale est de centraliser et synthétiser les études existantes et en cours sur la thématique du transport fluvial.

Pour ce faire, nous détaillons :

- Les documents analysés (rapports et données d'entrée) ;
- Les principales conclusions issues des documents, pertinentes pour la présente étude ;
- Un focus sur la mise en application du document technique CERTU (2013) dans le cadre du contexte liégeois.

Ces éléments textuels sont complétés par les fiches synthétiques jointes en Annexe A1.

3.1. DOCUMENTS ANALYSES

Les documents analysés concernent essentiellement, mais pas uniquement, le transport fluvial à Liège et en Belgique.

Concernant le transport de personnes, les documents suivants sont consultés :

- Plan régional de transport public 2025, zone urbaine de Liège, SPW, 2021 ;
- Plan Communal de Mobilité, Ville de Liège, 2021 et Monitoring 2022 ;
- La mobilité urbaine est-elle en bonne voie ? Debrie, 2021 ;
- Waterborne mobility service in sustainable regional planning, Johansson, M. 2020;
- Plan Urbain de Mobilité, SPW, 2019 ;
- Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain, CERTU, 2013 ;
- Transurbaine, rapport de synthèse GRE-Liège, 2012 ;
- Mobilité urbaine et technologies de l'information et de la communication (TIC) : enjeux et perspectives pour le climat, Florence Miroux, Benoît Lefèvre (2012).

Dans la synthèse et l'analyse des documents, certains commentaires sont d'ores et déjà proposés afin de mettre en contexte ces éléments avec la présente étude.

3.2. DONNEES D'ENTREES COLLECTEES

Au-delà des rapports précités, les entretiens menés avec les différentes administrations ont permis de collecter les données de bases suivantes :

- Documents voie d'eau SPW MI (ponts, occupation de la voie d'eau, bathymétrie de la Meuse, Ourthe et dérivation,...) ;
- Données GSM « tous modes tous motifs » – printemps 2018 ;
- Historique navette fluviale par l'Office du Tourisme ;
- Cartes Office Tourisme ;
- Couches SHP, données de la Ville de Liège (cellules commerciales, établissements scolaires, crèches...) ;

- Données GTFS du réseau TEC projeté en 2024 (produites en nov. 2022), SPW MI ;
- Projections de fréquentation associées.

3.3. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE

3.3.1. TRANSPORTS PUBLICS EN REGION LIEGEOISE

Analyse globale des PCM, PUM et Transurbaine

Les rapports PCM, PUM ainsi que le rapport de synthèse Transurbaine donnent une vision claire des principaux enjeux de la mobilité en région liégeoise, sur lesquels est basée la refonte en cours du réseau de transports en commun.

Sans reprendre les contenus de ces rapports, quelques éléments marquants pouvant être d'intérêt pour l'étude de faisabilité d'une ligne de transport par voie d'eau sont repris ci-après. La synthèse ne se veut pas exhaustive, mais vise à mettre le transport par voie d'eau en perspective des enjeux actuels et futurs de la mobilité liégeoise.

- **L'offre de bus actuelle** est « concentrée en rive gauche de la Meuse, plus particulièrement sur l'axe St-Lambert – Avroy – Sauvenière – Guillemins. Le projet de tramway permettra de répondre à la saturation chronique de cette véritable colonne vertébrale du réseau et de redistribuer une partie de l'offre en bus ainsi économisée vers la rive droite, pour rééquilibrer la desserte de la ville (et offrir des liaisons qualitatives entre les différentes parties de celle-ci). » (PCM 2021).
 - *Le transport fluvial est susceptible de contribuer à cet équilibre, et de faciliter le transfert entre les deux rives.*
- **Les vitesses commerciales** sont actuellement très faibles, en particulier en zone urbaine dense en heure de pointe (< 10 km/h), et sont marquées par une forte irrégularité (différence de temps de parcours entre heure de pointe et heure creuse). On observe également un phénomène de « train de bus », avec un bus plein et en retard, suivi de très près d'un bus moins occupé. Le réseau redéveloppé vise à prendre en compte ce constat, et le tram apportera une régularité et une vitesse commerciale nettement améliorées par rapport à ces constats. Néanmoins, le transport terrestre restera au moins partiellement soumis aux conditions de trafic.
 - *Le transport fluvial se démarque du transport terrestre (en particulier hors site propre) par une régularité potentielle élevée, car non soumise au trafic.*
- La région liégeoise possède un potentiel de développement du **transport local par train** (train S) important, justifié par
 - La structuration du réseau existant ;
 - Le niveau de fréquentation relativement faible de la gare des Guillemins au regard de celui des autres grandes gares en Belgique (potentiel important).

Ce réseau est au moins partiellement parallèle à la Meuse, et présent en rive gauche et en rive droite, mais avec peu d'arrêts en rive droite.

 - *À infrastructure constante (c'est-à-dire sans arrêt supplémentaire en rive droite), un transport fluvial est susceptible d'être complémentaire au transport ferroviaire,*

en particulier en cas de desserte de la Dérivation. Un arrêt dans les Vennes tel que prévu dans le PCM ne serait pas de nature à contredire cette complémentarité.

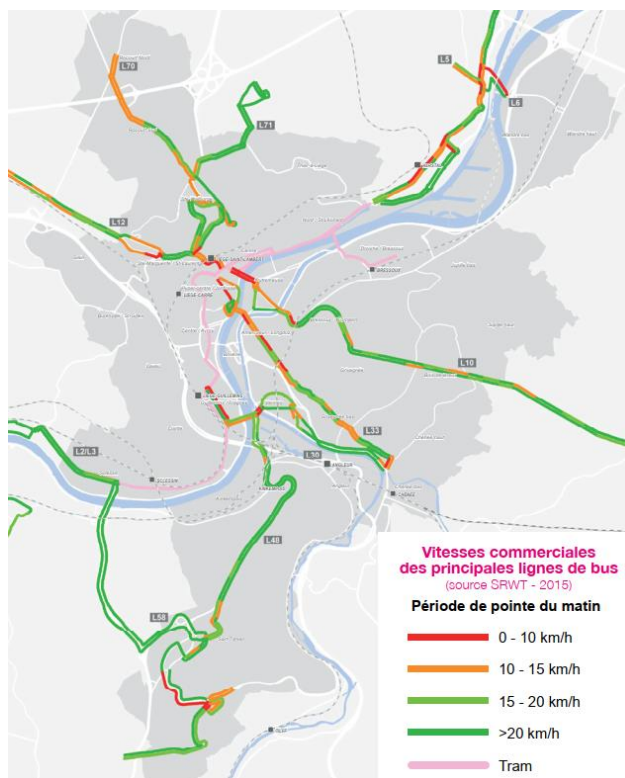


Figure 1 : Vitesse commerciale en 2015 (PCM, 2021)

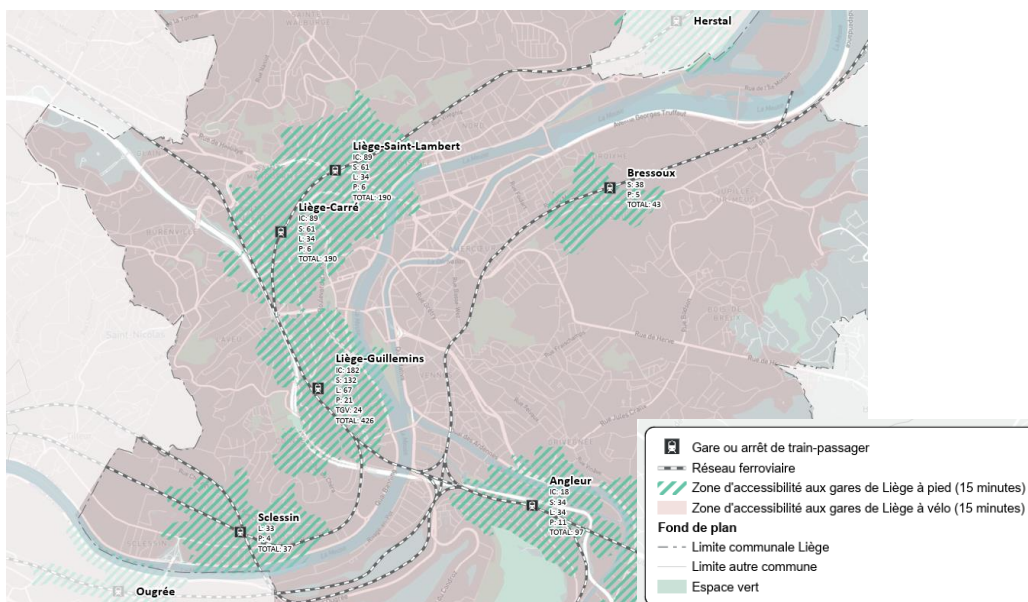


Figure 2 : Mobilité ferroviaire : Réseau, accessibilité et offre (PCM, 2021)

- L'un des enjeux du report modal se repose sur le « **marketing de la mobilité** » : information lisible, accessible, en temps réel, intégration des offres tarifaires, pour toutes les mobilités.

- *Cet enjeu du marketing de mobilité est essentiel pour le transport fluvial également, et constitue l'une des conditions d'un succès en cas de mise en œuvre de cette nouvelle solution de mobilité à laquelle les Liégeois comme les usagers extérieurs ne sont pas familiers.*
- La promotion de la mobilité piétonne et **cycliste** figure parmi les actions identifiées dans le PCM 2021.
 - *Comparativement aux autres modes de transport public, le transport par voie d'eau se prête à l'intermodalité cycliste : la conception des bateaux peut intégrer la possibilité d'embarquer des vélos.*
- La **restructuration du réseau de bus** est axée autour du développement du tram (cohérence des lignes, complémentarité, rabattement vers le tram), tout en intégrant le fait que 75% des voyageurs resteront des voyageurs « bus ».
 - *Le réseau étant en pleine refonte, les constats actuels (fréquentation, dysfonctionnement...) ne seront que partiellement valables à l'horizon temporel d'une éventuelle mise en place d'une ligne de transport par voie fluviale.*
 - *La mise en œuvre d'une telle ligne, pour être utilisée de façon optimale, et pour avoir la meilleure rentabilité possible tout en ne pénalisant pas les investissements récents et en cours (tram, BHNS) demanderait une nouvelle évolution à la marge du réseau de transport en commun.*
- Le PCM a pour objectif de limiter les émissions de gaz à effet de serre par la poursuite du **verdissement de la flotte des véhicules** (bus). En particulier, le PCM se fixe comme objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer la qualité de l'air. Le PCM se fixe également comme objectif de réduire les nuisances sonores.
 - *Le transport par voie d'eau possède un potentiel important de verdissement de l'offre de transport en commun.*
 - *Le transport par voie d'eau se joue dans un espace ouvert et large (la Meuse, la dérivation), et plus que probablement avec des modes de propulsion non (intégralement) thermiques. Les nuisances sonores de ce mode de transport sont particulièrement maîtrisées.*
- Le **transport par voie d'eau** est explicitement mentionné dans le PCM, et intègre la notion de « taxi-boat ».
- **L'intermodalité** constitue un enjeu important du PCM, avec la mise en place de pôles de mobilité.
 - *Les emplacements de ces pôles de mobilités, définis dans une perspective « classique » voiture / train / bus / tram ne sont actuellement et logiquement pas situés à proximité de la voie d'eau (sauf exception). Une offre de transport fluvial générera sans doute la nécessité d'actualiser la distribution des pôles de mobilité afin d'intégrer au mieux ce nouveau mode de transport.*
- La mobilité liée aux **établissements scolaires** est à l'origine d'une part importante de la congestion à Liège ; le PCM se fixe l'ambition de maîtriser et diversifier les déplacements liés aux établissements scolaires.
 - *Le transport par voie d'eau peut faire partie de la réponse à cette problématique : une part significative des établissements scolaires sont situés à proximité de la voie d'eau ; la régularité des transports par voie d'eau se marie très bien avec les*

exigences de ponctualité des établissements scolaires ; le transport par voie d'eau constitue un mode de transport susceptible d'attirer une population jeune et sensible à ses attraits (confort, pollution maîtrisée, réappropriation de l'eau en ville...).

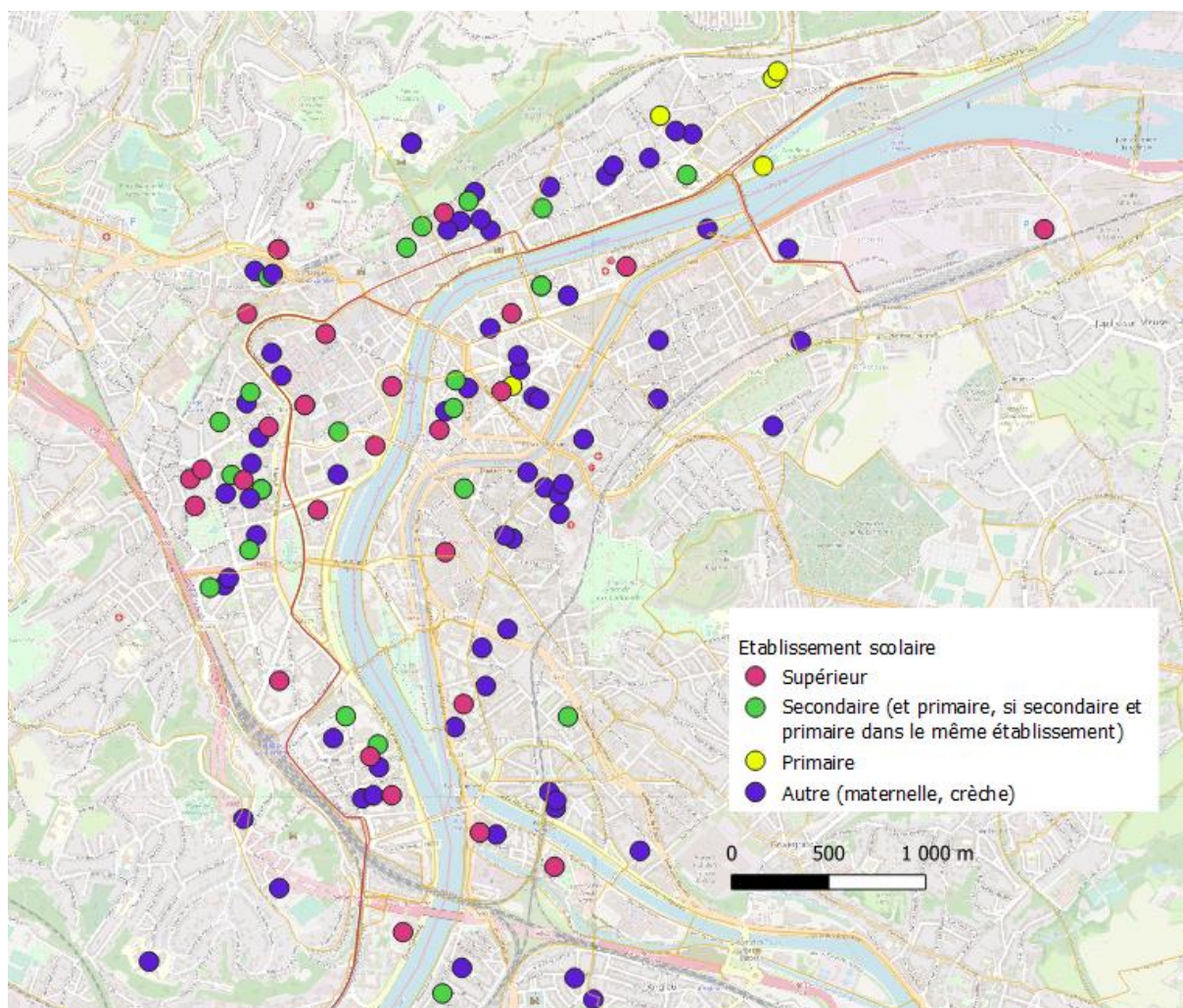


Figure 3 : Localisation des établissements d'enseignements à distance de 1 km de l'axe de la Meuse et de la Dérivation (source : Ville de Liège)

- **Les événements temporaires** constituent un défi de mobilité, qui doivent générer un minimum de gêne, en particulier pour les publics non concernés.
 - *Le transport par voie d'eau est susceptible de participer à la solution. D'une part, ce mode de transport ne sera jamais impacté par l'organisation de tels événements car il ne nécessite pas d'espace public terrestre. D'autre part, ce transport est particulièrement attractif pour les publics extérieurs fréquentant ce genre d'événement, qu'ils soient à grande fréquence (La Batte) ou annuel (Foire de Liège, Marché de Noël, festivals et festivités diverses...).*

Tendances de fréquentation à Liège, tendances en France

Le monitoring du Plan Communal de Mobilité 2024 indique une tendance de fréquentation à la hausse des bus depuis 2021. Il faut cependant noter que la fréquentation des bus a drastiquement diminué en période COVID, et que l'augmentation observée depuis 2021 n'a pas encore permis de rattraper le niveau de fréquentation avant COVID. Cependant et comme souligné par le Plan Communal de Mobilité et la synthèse du rapport de la Transurbaine, les différentes actions publiques envisagées devraient favoriser une augmentation des fréquentations.

Le consensus concernant les politiques publiques de mobilité des villes françaises est que la mise en place de ces politiques publiques (notamment économiques) crée une modification des comportements urbains vers le transport en commun et le vélo (Debie, 2021 Miroux, 2012).

Dans les cas de Lyon, Strasbourg ou Grenoble, la piétonnisation du centre-ville et le développement intensif des transports en commun ont permis une amélioration significative des conditions de vie des habitants et des profits des commerçants de la ville (Transurbaine).

Ainsi le rapport de la Transurbaine considère les améliorations suivantes : « En connectant les sites stratégiques et les friches à reconvertir, la Transurbaine les densifiera et augmentera leur attractivité. » Ces évolutions impliquant une augmentation de l'urbanisation et du nombre d'habitants sont susceptibles, si elles sont effectives, d'aboutir à une augmentation du nombre d'utilisateurs potentiels.

Enfin, les projections de trafic du réseau restructuré permettent de donner des ordres de grandeur des tendances de fréquentation après mise en œuvre du Plan Régional de Transport Public. Il en ressort une augmentation du nombre de passagers quotidiens de l'ordre de 20 à 35%.

- Évolution du nombre de voyages quotidiens sur le réseau liégeois
 - ~290 000 voyages en situation actuelle ;
 - ~355 000 voyages en situation projetée, soit +23 %.
- Évolution du nombre de voyages quotidiens sur les lignes au moins partiellement parallèles à la Meuse ;

Le Monitoring du Plan Communal de Mobilité indique par ailleurs :

- Une augmentation du total annuel des montées dans un bus entre 2017 et 2019 ;
- Une chute brutale des montées en 2020 (effet lié au COVID, ~50% de diminution) ;
- Une baisse faible de 10 % entre 2020 et 2021, qui prolonge l'effet COVID et télétravail.

Ces données sont donc très fortement impactées par l'effet COVID et difficilement interprétables pour évaluer les prévisions à plus long terme.

Lignes ▼	Nouveau nom ▼	lignes // Meuse sit. actuelle ▼	lignes // Meuse sit. projetée ▼
48	2	15300	7879
148	3	0	8768
2	9	10035	9479
3	10	7116	5652
4	6	23106	8671
7	7	8321	7133
58	8	3648	4712
5	35	4291	3892
6	36	5742	4074
25	45	5572	2677
9	91	1825	1662
76	76	4926	3726
78	78	674	573
90	90	1062	885
94	94	1386	1154
134	72	2620	1466
1		9640	0
24	34	6403	0
27		10153	0
Tram	T	0	92862
Total		121820	165264
Augmentation			136%

Tableau 1 : Projection de fréquentation sur les lignes ayant un tronçon significatif parallèle à la Meuse

Navette fluviale

Le Plan Communal de mobilité ainsi que l'historique de la navette fluviale communiqués par l'Office du Tourisme démontrent le succès de ce mode de transport.

En fonctionnement depuis 2017, la fréquentation a suivi les grandes tendances suivantes :

- La navette était initialement plébiscitée par les Liégeois du fait de l'attrait de la nouveauté, et de son tarif très attractif ;
- Les Liégeois ont été progressivement remplacés par des touristes, notamment à cause de l'augmentation du tarif ;
- La fréquentation a continuellement augmenté jusqu'à atteindre 40 000 personnes / an avant le COVID ;
- 2020 et 2021 ont vu la fréquentation diminuer drastiquement (COVID puis inondations) ;
- La fréquentation se redresse en 2022-2023, mais est pénalisée par des soucis matériels limitant les fréquences.

Les arrêts ont évolué avec le temps, et sont actuellement un compromis entre possibilités techniques (présence d'embarcadère, absence de gêne à la navigation) et intérêt pour les usagers. Les embarcadères utilisés sont ceux mis en place par la Région.

La navette fluviale fonctionne actuellement :

- Du mardi au dimanche entre mai et septembre inclus ;
- Les week-end en mars, avril et octobre.

Le succès de la navette justifie le maintien d'une offre compatible avec les objectifs touristiques.

Le PCM souhaite par ailleurs que les Liégeois se réapproprient ce mode de transport, citant quelques clés de la réussite d'un mode de transport structurant (fréquence, plage horaire, intermodalité...).

Problématique des parkings en région liégeoise

Les parkings de délestage sont un sujet central quant au potentiel d'attrait de nouveaux usagers extérieurs à Liège, dans le cadre du développement du tram et des BHNS. Ce sujet est également central dans le cas d'une ou plusieurs lignes fluviales structurantes.

Le PCM prévoit dans les actions futures « Couvrir toutes les grandes entrées de Liège par une offre en P+R gratuite liée au train, au tram ou aux BHNS ». Les localisations souhaitées pour ces parkings sont déterminées dans la carte n°8 du PCM.

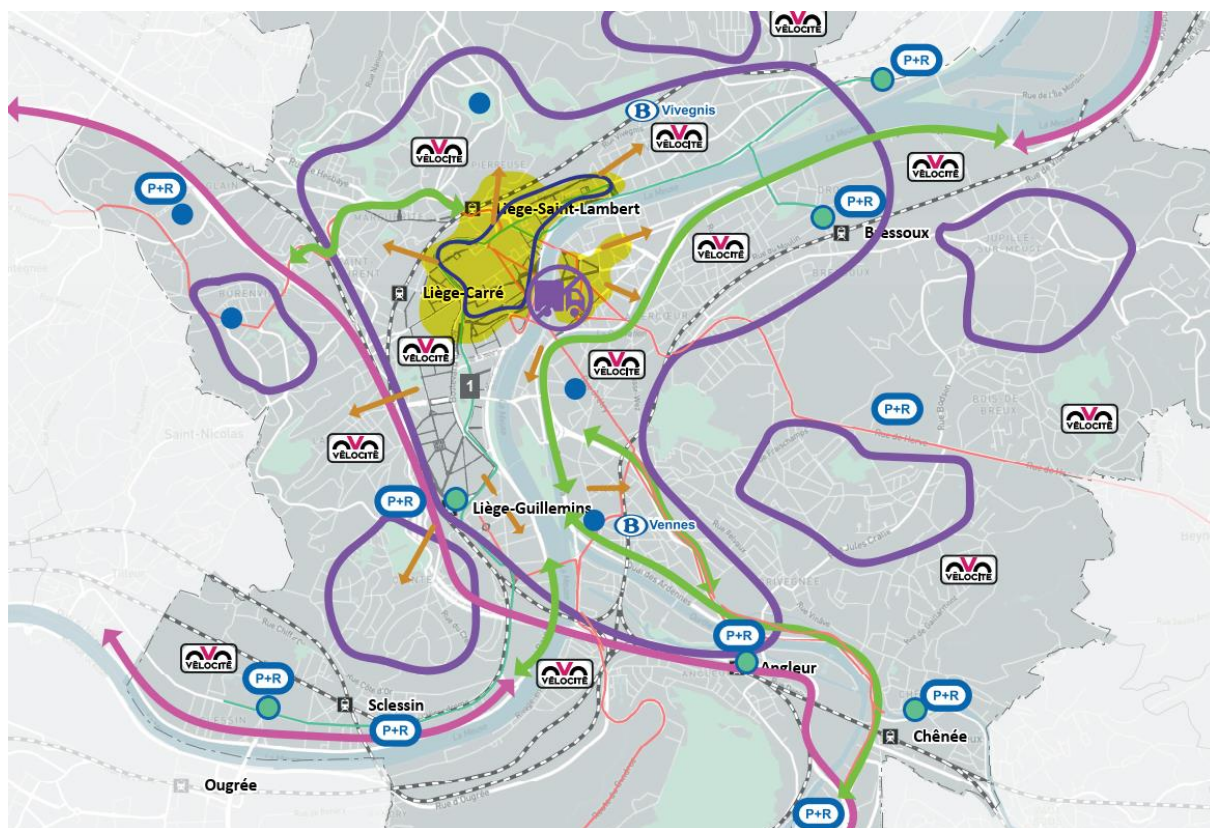


Figure 4 : Identification des P+R – Plan Communal de Mobilité - 2021

On constate que plusieurs d'entre eux pourraient être exploités dans le cadre d'une liaison fluviale. Il ressort cependant des entretiens menés en début d'étude, que

- Leur capacité à absorber la demande relative à une navette fluviale en complément de la demande relative aux usagers des transports terrestres (tram en particulier) est questionnée ;
- La mise en œuvre de parkings P+R complémentaires à ceux identifiés dans le PCM pourrait constituer un défi difficilement surmontable à court et moyen terme.

3.3.2. TRANSPORT PAR VOIE D'EAU – GENERALITES

Cas d'étude

Les cas d'étude présentés dans les documents (« Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain » par Certu principalement) constituent des mises en œuvre assez anciennes de liaison de transport de passager par voie d'eau et présentent des caractéristiques similaires, à savoir le passage d'une rive à l'autre d'un large fleuve avec peu de ponts, ou le passage d'une rive à l'autre d'une rade ou d'un port.

On constate à la lecture des documents correspondants que ces cas

- sont relativement éloignés du cas de Liège en termes de typologie de voie d'eau ;
- empruntent des plans d'eau ou des voies d'eau « naturels » ou évidents, et assurent un service reconnu ;
- sont gérés par des exploitants privés ou mixtes depuis des années, ce qui permet de présumer d'une rentabilité du service ;
- sont néanmoins à l'origine d'un retour d'expérience et d'enseignements utiles pour le cas de Liège, malgré une typologie de voie d'eau différente. Ces enseignements sont détaillés au § 3.3.3

Les cas repris dans les rapports analysés sont détaillés dans le tableau de la page suivante.

Bilan carbone

Les documents évoquant l'impact écologique du transport par voie d'eau décrivent ce dernier comme une solution bas-carbone. Cependant la seule analyse approchant un bilan carbone se base sur des données de 2008 trop anciennes pour la présente étude.

À ce stade, les documents analysés ne permettent donc pas de « quantifier » l'intérêt bas-carbone de la solution. On retient cependant que

- De même que pour les bus, des solutions hybrides et d'électrification sont opérationnelles ;
- Une ligne de transport fluvial profite d'une « infrastructure » existante ; seuls les arrêts sont à aménager (infrastructures généralement plus lourdes que pour les transports terrestres). Il n'y a pas d'usure et d'entretien de l'infrastructure linéaire, ni travaux de mise en site propre ;
- Bien qu'encore peu opérationnelle, la solution d'alimentation en énergie par hydrogène est prometteuse et adaptée au transport fluvial.

Intermodalité

Dans les différents documents l'intermodalité est considérée comme très importante pour assurer une réussite de ce genre de projet. Le Tableau 2 (p.16) confirme cette analyse.

Parmi les éléments favorisant l'intermodalité on retrouve :

- la proximité avec les autres modes de déplacement (tram, parkings P+R, parkings vélo ;
- la présence de billets et abonnements communs aux différents transports en commun ;
- la visibilité des arrêts via l'affichage ;
- la présence d'une intermodalité sur les applications.

3.3.3. ENSEIGNEMENTS DU DOCUMENTS *TRANSPORT COLLECTIF EN MILIEU URBAIN*

Gouvernance, stratégie, financement, réglementation

La mise en place d'un projet de transport urbain par voie d'eau doit s'intégrer dans un projet global de mobilité et plus largement d'agglomération, qui doit contribuer à

- La réappropriation des berges et de leur environnement naturel et urbain ;
- La valorisation de l'image des transports en commun.

Ce type de transport est dépendant de la géographie du territoire, et doit l'utiliser pour marquer son efficacité par rapport aux modes de transport terrestre (raccourcir la durée de déplacement, faciliter les franchissements de voie d'eau, relier des pôles urbains...).

La voie d'eau, étant le « site propre » à partager déjà existant, doit être adaptée à ce mode de transport, et la réglementation afférente doit le permettre (ou pouvoir être ajustée pour le permettre).

La réussite d'un tel projet est d'autant plus assurée que le projet participe à (non exhaustif)

- La complémentarité avec le réseau terrestre et la participation au maillage des transports en commun ;
- La complémentarité entre usages de transport urbain et fonctions de loisir, liées à l'attractivité de la voie d'eau ; ce double usage doit être anticipé dès le montage du projet car l'offre doit y être adaptée ;
- La mutualisation des usages et des infrastructures par différents acteurs, permettant le cas échéant le partage des investissements.

La réussite d'un tel projet est également liée aux orientations stratégiques et de gouvernance suivantes :

- Gouvernance partagée par l'ensemble des acteurs institutionnels et opérationnels ;
- Intégration tarifaire favorisant la multimodalité ;
- Concertation publique avec les gestionnaires de la voie d'eau, riverains, usagers, afin d'éviter les conflits d'usage ;
- Cohérence d'approche en termes d'exploitation des navettes, par rapport au transport terrestre ;
- Montage financier intégrant subsides et revenus annexes (valorisation du foncier, recettes publicitaires, billettique spécifique pour les usages touristiques...).

Tableau 2 : Tableau synthétique des cas rapportés dans la documentation analysée

Ville	Exploitant	Date de démarrage et date d'analyse	Typologie de voie d'eau	Tarification	Bateau	Intermodalité	Accessibilité PMR	Signalétique et affichage
Lorient	Privé	Analyse 2013 – toujours en service	5 lignes de bus permettant de rejoindre les rives de la rade de Lorient	Ticket 1,30€ commun au réseau durant 1h	Motorisation thermique	Liaison forte cadencement fréquences, P+R et stationnements divers	Accessibilité selon la ligne	Panneaux d'affichage stations et bateaux, affichage led avant bateau, lignes sur le plan du réseau
La Rochelle	Privé	Analyse 2013 – toujours en service	Bac sur 250 m (remplaçant ~1km à pied)	Commun au réseau ou 1€ ou 2€ selon le trajet	Bateau « électro-solaire » Objectif plutôt touristique	Pas d'échange TC, échange vélo à bord, parkings à proximité	Ponton avec assistance, navires en autonomie	Logo commun
Nantes	Mixte	Analyse 2013 – toujours en service	Fleuve large ; navibus permettant de pallier le peu de ponts	Ticket 1,50 € commun au réseau durant 1h	Bateaux hybrides diesels-électriques	Interconnexion gare maritime, P+R et vélo à bord	Accessible avec assistance	Logo commun
Marseille	Privé	Analyse 2013 – toujours en service	Ferry permettant de traverser le vieux port	Ticket commun ou 2,50€	1 Catamaran électro-solaire et 2 navires thermiques	Métro et bus proches	Accessible sans assistance	Signalétique relativement rudimentaire
Toulon	Mixte	Analyse 2013 -	Rade, les lignes permettent d'éviter d'importants détours terrestres	Ticket commun ou 2€	Vedettes diesel	En cours de déploiement	Accessible avec assistance	Panneaux d'affichage à la gare maritime, signalétique interactive en cours de déploiement

Dans le cas de la Ville de Liège, les constats suivants peuvent être posés en lien avec les enseignements ci-dessus :

- *Il est évident que la refonte du réseau de transport public, et en particulier l'intégration du tram, constitue un projet d'agglomération déjà bien entamé. L'intégration d'une nouvelle solution de mobilité par voie d'eau implique une mise à jour des plans de mobilité afin d'en garantir le succès.*
- *La réappropriation des berges est en cours côté Meuse (corridor rive gauche, écoquartier Rives Ardentes et RAVeL, ...), et la mise en place d'un système de transport fluvial peut contribuer significativement à cette valorisation. Cependant, le potentiel reste important, en cumulant Meuse et Dérivation, dont les berges s'apparentent pour la plupart à des quais verticaux. Les berges de la Dérivation sont toutefois, pour beaucoup, bordées par des voiries régionales d'importance dont la transformation et/ou l'adaptation à la présence de quais d'embarquement pour un transport fluvial constituent un enjeu majeur. A minima, des traversées sécurisées sont à envisager entre de futurs quais et le cœur des quartiers.*
- *Le partage des usages doit être étudié finement ; notamment sur la Dérivation qui n'est pas naviguée actuellement, sauf par des avirons.*
- *Le succès de la navette fluviale actuelle confirme l'intérêt de prévoir une dimension touristique au système à développer.*
- *La mutualisation des usages peut passer par l'intégration d'un système de transport urbain de marchandises, objet également de la présente étude.*
- *L'ensemble des acteurs consultés sont parfaitement conscients sur les enjeux de multimodalité.*
- *Les conditions d'exploitation et de financement sont un sujet clé, à l'heure où des investissements conséquents sont dirigés vers le tram et la refonte du réseau. La recherche de subsides est inévitable et consiste en une étape indispensable du projet.*

Caractéristiques générales

La mise en œuvre d'un système de transport par voie d'eau doit se faire dans le cadre d'une approche englobant la réflexion sur l'infrastructure, le matériel et l'exploitation.

La diversité de matériel est importante :

- Types de propulsion ;
- Capacité variable (15 à ~250 places) ;
- Durée de vie dépendante du type de motorisation et de l'environnement (20 à 30 ans en moyenne) ;
- En termes de capacité, pour un service avec fréquence de 10 minutes, la capacité peut aller de 70 à 900 passagers / heure / sens (voir Figure 5).

La réglementation impose une limite stricte de passagers qu'il n'est pas possible de dépasser, même ponctuellement. Pour augmenter la capacité d'une liaison, il faut donc augmenter la fréquence ou la taille des bateaux.

La vitesse de navigation est fixée par les règlements et peut avoir un impact sur la capacité limite d'une liaison.

Il est également nécessaire de prévoir une continuité de service en prévoyant des solutions de substitution afin de maintenir l'attractivité de l'offre. Les raisons d'interruption de services peuvent être liées aux exigences réglementaires d'encadrement à bord (et donc l'absence de personnel qualifié) ou les conditions d'exploitation (aléas climatiques, avaries avec peu d'offre de remplacement de bateaux – contrairement aux bus, ...). Il est donc important de choisir un matériel adapté aux conditions de navigation.

Dans le cas de la Ville de Liège, les constats suivants peuvent être posés en lien avec les enseignements ci-dessus :

- *La détermination des solutions possibles en termes de capacité de bateaux, de motorisation, de fréquence... fait partie intégrante de l'étude.*
- *La continuité de service doit être étudiée sous l'angle suivant :*
 - *Statistiques de navigation, et en particulier appréciation des jours prévisibles d'indisponibilité pour cause de crue – on considère que le bief étant régulé, il restera navigable même en condition d'étiage. Une évaluation quantitative est possible.*
 - *Indisponibilité des matériels : le retour d'expérience devra permettre d'identifier la fréquence d'avarie et d'indisponibilité (programmée ou non) des bateaux, et prévoir le matériel de remplacement en conséquences.*
 - *Indisponibilité des personnes : la formation et le recrutement de personnel compétent constituera certainement un enjeu clé de la réussite du projet. Le vivier de personnel est réduit, et des efforts spécifiques sur le volet personnel sont indispensables sous peine de ne pas pouvoir assurer le niveau de service ambitionné.*

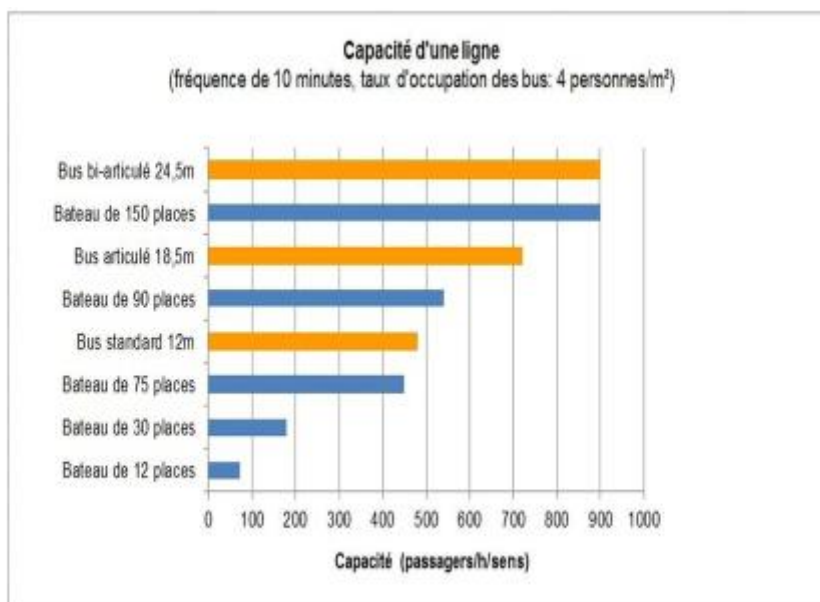


Figure 5 : Capacité par type de bateau et comparaison avec le bus (CERTU, 2013)

Niveau de service

Le transport collectif par voie d'eau propose un service fiable et régulier, car en site propre « intégral ».

Les vitesses commerciales sont variables mais peuvent être compétitives avec celles d'un tram ou d'un bus. La Figure 6 propose des gammes de vitesse commerciale ; le transport fluvial s'apparente à une ligne de cabotage. Les cas benchmarks étudiés en chapitre 4 montrent toutefois que la vitesse commerciale d'une telle ligne peut être revue à la hausse.

Les temps d'accostage et d'arrêt en station sont généralement plus longs que ceux d'un bus ou d'un tram (quelques minutes) et conditionnent la vitesse commerciale. Des adaptations techniques pour l'amarrage (système d'accroche, amarrage possible dans les deux sens...) peuvent être mises en place pour les optimiser (par exemple, Figure 7).

Les amplitudes horaires et fréquences sont hautement liées au contexte local.

La législation PMR est bien entendu à appliquer et intégrer dès la conception, pour une accessibilité depuis la voirie jusqu'au bateau.

Les interruptions de services sont la plupart du temps compatibles avec les exigences de disponibilité d'un transport collectif ; il est par ailleurs possible de mettre en place des solutions de substitution.

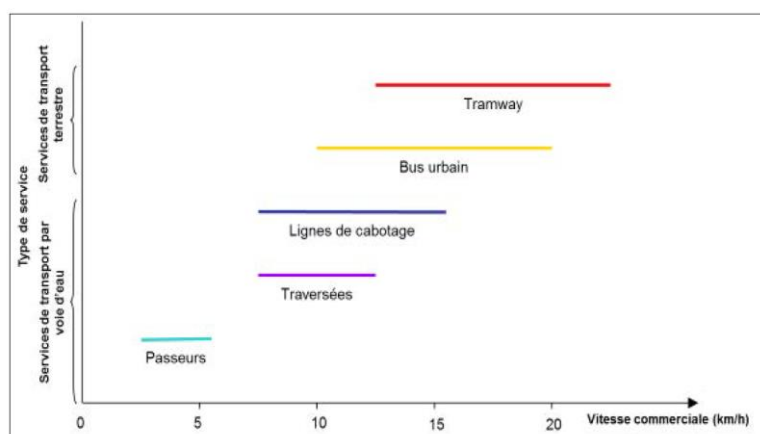


Figure 6 : Comparaison des vitesses commerciales de lignes maritimes et fluviales avec les vitesses des bus et tram (CERTU, 2013)



Figure 7 : Système d'accroche automatique à La Rochelle (CERTU, 2013)

Dans le cas de la Ville de Liège, les constats suivants peuvent être posés en lien avec les enseignements ci-dessus :

- *L'atteinte d'une vitesse commerciale concurrentielle avec les autres modes de transport est un impératif à Liège, où la ligne fluviale ne rendra pas des services tels que l'atteinte de points difficilement accessibles par voie terrestre, le remplacement de franchissements inexistants (dans une certaine mesure, la ligne fluviale peut néanmoins faciliter le passage entre rive gauche et rive droite, et l'accessibilité des rives de la Dérivation).*
- *La réglementation actuelle pénalise fortement l'atteinte d'une vitesse commerciale attractive (15 km/h actuellement). Il sera nécessaire de proposer, justifier et discuter des ajustements possibles de cette réglementation, en fonction des contraintes impérieuses à respecter.*
- *Une réflexion est nécessaire sur les systèmes d'accroche, afin d'optimiser la durée des escales et, le cas échéant, la présence de personnel à bord.*
- *La régularité du service est un atout indéniable, comme indiqué dans l'analyse du PUM ci-dessus.*
- *La complexité de l'accessibilité PMR se situera moins entre le quai d'embarquement et le bateau, qu'entre la voirie et le quai d'embarquement. En effet, des murs de quai verticaux et de relativement grande hauteur sont largement présents en bord de Meuse et de Dérivation, et doivent faire l'objet d'aménagements spécifiques pour assurer une liaison entre voirie et quai d'embarquement.*

Modalités d'exploitation et de maintenance

Les modalités d'exploitation et de maintenance sont encadrées par la réglementation spécifique au domaine fluvial.

Il est pertinent d'envisager un mode de contractualisation identique aux autres modes de surface.

Hormis les mise à sec (entretien du moteur ou de la coque, par exemple), les opérations de maintenance ont peu d'impact sur la disponibilité du système.

Impact environnemental

Pour rappel, les éléments ci-dessous datent de 2013 ; on se limite donc aux généralités.

- La consommation énergétique dépend des caractéristiques du bateau, ainsi que des conditions de navigation ;
- Les matériels navigants thermiques ont des consommations énergétiques supérieures à celles des bus, du fait d'une puissance moteur plus importantes ;
- Les évolutions récentes et en cours permettent d'envisager des motorisations moins émettrices de CO₂ et autres polluants que les motorisations thermiques ;
- Le choix de matériel adapté permet de limiter l'impact sur les milieux aquatiques et structures de berges (notamment, en termes de limitation des remous) ;
- L'impact visuel et sonore est faible ; au contraire, les navettes fluviales contribuent à la revalorisation de la voie d'eau en milieu urbain.

Dans le cas de la Ville de Liège, les constats suivants peuvent être posés en lien avec les enseignements ci-dessus :

- *La présente étude vise, entre autres, à identifier les solutions opérationnelles de propulsion, et permettront d'actualiser et préciser ces éléments généraux ;*
- *À l'heure actuelle, dans la mise en place d'un nouveau mode de transport, il est raisonnable d'avoir pour objectif des émissions de gaz à effet de serre et autres polluants inférieures ou égales aux autres modes de transport performants.*

4. BENCHMARK

Nous avons visité les cinq villes retenues pour le benchmark entre janvier et septembre 2023 :

- Rotterdam et Anvers, du 29 au 31 janvier ;
- Juvisy, Ris-Orangis et Soisy-sur-Seine, du 8 au 9 juin.

Les renseignements collectés ont été complétés en réalisant des entretiens avec les opérateurs, comme avec les élus et techniciens concernés.

4.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La maturité des transports par voie d'eau sur les villes étudiées est très variable. Nous résumons successivement la situation concernant le transport de passagers et celui des marchandises.

Pour les passagers et la fonction d'intégration dans les réseaux urbains de transports collectifs, la desserte de Rotterdam et de son aire métropolitaine, comme celle d'Anvers et de sa région, sont parfaitement établies et reconnues d'intérêt public. Les bateaux sont adoptés par une population de pendulaires, avec ou sans vélo, comme par les touristes. Ceux-ci semblent toutefois moins présents à Anvers qu'à Rotterdam.

L'expérience engrangée depuis de nombreuses années par ces deux réseaux permet de se projeter avec confiance dans le fonctionnement d'une desserte fluviale équivalente à Liège. Les sous-chapitres correspondants développent les différents aspects de l'offre et de la demande ayant permis d'atteindre le succès rencontré aujourd'hui.

Le troisième exemple dans la banlieue parisienne est la chronique d'un succès annoncé. Même avant l'installation (d'ici mars 2024) des trois pontons dédiés et l'acquisition des trois bateaux devant assurer les navettes entre Juvisy et Soisy-sur-Seine, un ensemble de facteurs permet d'escompter l'adoption de cette desserte par les habitants. Le « choc de l'offre » produira son effet, selon l'analyse que nous faisons dans le sous-chapitre consacré au modèle RiverCat.

Nous ajoutons une courte présentation d'un autre projet de navette fluviale de passagers, sur la Métropole Européenne de Lille, projet révélé en marge de notre enquête auprès de Ports de Lille sur le transport de marchandises.

4.2. LES DESSERTES BIEN ÉTABLIES – ROTTERDAM ET ANVERS

Le voyage d'étude à Rotterdam et Anvers, du 29 au 31 janvier 2023, a apporté de nombreux enseignements, qui sont synthétisés ci-après sous les différents volets.

4.2.1. VITESSE COMMERCIALE

La vitesse commerciale est de l'ordre de 22 km/h à Rotterdam, sur les parcours longs comme celui de Rotterdam à Dordrecht. Elle est obtenue grâce à des pointes de 45 km/h, mais les capitaines sont attentifs aux risques occasionnés par le batillage (vagues générées par le

bateau), et ralentissent en conséquence. C'est le cas notamment pour le croisement de péniches lourdement chargées. Le batillage est réduit par la conception du catamaran, mais demeure sensible, notamment pour les bateaux de plaisance.

S'agissant des mêmes bateaux et d'un plan d'eau également large, la desserte à Anvers affiche pratiquement la même vitesse commerciale, dépassant les 20 km/h. Les capitaines atteignent moins souvent qu'à Rotterdam les pointes de 45 km/h (d'ailleurs exclues dans la zone portuaire). Cette vitesse commerciale rend le water-bus particulièrement attractif pour les vélos, non seulement en réduisant le temps global du parcours, mais en évitant les tunnels (stressants et peut-être même interdits aux vélos) et les ponts, avec leurs rampes d'accès et les pointes d'effort ainsi requis.

Même si une telle vitesse commerciale ne saurait être atteinte à Liège à cause du risque sur les infrastructures généré par le batillage, l'enjeu consiste bien à rendre le water-bus compétitif sur le parcours emprunté. La vitesse commerciale devrait ainsi atteindre de l'ordre de 16 km/h, soit l'équivalent de la vitesse commerciale des lignes de bus à haut niveau de service.



Figure 8 : Un waterbus double des péniches sur l'Escaut maritime à Zwijsdrecht

4.2.2. FRÉQUENCE

Le schéma de base est la fréquence de la demi-heure, réduite à une fréquence horaire le week-end. Cette fréquence est obtenue par une flotte de 8 bateaux actuellement à Rotterdam, et 6 bateaux à Anvers.

C'est la fréquence requise pour que le service fluvial capte une part de la clientèle des transports en commun.

À investissement égal, il est probablement préférable d'assurer cette fréquence sur un parcours moins étendu, et de profiter des nouvelles embarcations acquises pour étendre les parcours vers des stations plus éloignées. Une moindre fréquence sur un parcours plus complet rendrait le service moins apte à capter de nouveaux clients.

20		
Naar / to Dordrecht, Merwekade		
MAANDAG T/M VRIJDAG (MONDAY-FRIDAY)	ZATERDAG (SATURDAY)	ZONDAG (SUNDAY)
07:00	08:30	10:30
07:30	09:30	11:30
08:30	10:30	12:30
09:00	11:30	13:30
09:30	12:30	14:30
10:30	13:30	15:30
11:00	14:30	16:30
11:30	15:30	17:30
12:30	16:30	18:30
13:30	17:30	19:30
14:30	18:30	
15:30	19:30	
16:30	20:30	
17:30		
18:30		
19:30		
20:30		

Figure 9 : L'horaire affiché à la station Erasmusbrug à Rotterdam

La manière dont les habitants de la ville-centre et surtout des banlieues percevront le nouveau service sera un mix d'a priori, de préjugés liés aux habitudes ancrées, et de réceptivité aux messages publicitaires que l'autorité de transports ne manquera pas de transmettre sur les différents médias. Dans ce mix, la fréquence la plus élevée possible sera un facteur prédominant.

La fréquence a dû être réduite depuis plusieurs mois à Anvers par manque de personnel.

D'où l'affiche temporaire collée un peu grossièrement sur le panneau aux stations.

Cet aveu de difficultés rencontrées par l'exploitant ne peut qu'impacter négativement la perception du service.

MAANDAG T/M VRIJDAG											
Hemiksem → Antwerpen → Lillo						Lillo → Antwerpen → Hemiksem					
HEMIKSEM	KRUIBEKE	STEDEN-PLEIN	SINT ANNA	ZWIL-RECHT	KALLO-SLUIS	LILO	LILO	LIJCKEN-RECHT	KALLO-SLUIS	SINT ANNA	STEDEN-PLEIN
-	-	4.30	4.37	4.58	5.06	5.23	-	-	5.22	5.29	5.50
-	-	4.45	4.52	5.13	5.21	-	-	5.30	5.35	5.52	6.20
-	-	5.00	5.07	5.28	5.36	5.53	6.00	6.05	6.22	6.29	6.50
-	-	5.30	5.37	5.58	6.06	6.23	6.30	6.35	6.52	6.59	7.20
-	-	6.00	6.07	6.28	6.36	6.53	7.00	7.05	7.22	7.29	7.50
-	-	6.30	6.37	6.58	7.06	7.23	7.30	7.35	7.52	7.59	8.20
6.30	6.40	7.00	7.07	7.28	7.36	7.53	8.00	8.05	8.22	8.29	8.50
7.00	7.10	7.20	7.27	7.48	7.56	8.13	8.20	8.25	8.42	8.49	9.10
7.30	7.40	8.00	8.07	8.28	8.36	8.53	9.00	9.05	9.22	9.29	9.50
8.00	8.10	8.20	8.27	8.48	8.56	9.13	9.20	9.25	9.42	9.49	10.10
8.30	8.40	8.50	8.57	9.18	9.26	9.43	9.50	9.55	10.12	10.19	10.40
9.00	9.10	9.20	9.27	9.48	9.56	10.13	10.20	10.25	10.42	10.49	11.10
9.30	9.40	9.50	9.57	10.18	10.26	10.43	10.50	10.55	11.12	11.19	11.40
10.00	10.10	10.20	10.27	10.48	10.56	11.13	11.20	11.25	11.42	11.49	12.10
10.30	10.40	10.50	10.57	11.18	11.26	11.43	11.50	11.55	12.12	12.19	12.40
11.00	11.10	11.20	11.27	11.48	11.56	12.13	12.20	12.25	12.42	12.49	13.10
11.30	11.40	11.50	11.57	12.18	12.26	12.43	12.50	12.55	13.12	13.19	13.40
12.00	12.10	12.20	12.27	12.48	12.56	13.13	13.20	13.25	13.42	13.49	14.10
12.30	12.40	12.50	12.57	13.18	13.26	13.43	13.50	13.55	14.12	14.19	14.40
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.30	13.40	13.50	13.57	14.18	14.26	14.43	14.50	14.55	15.12	15.19	15.40
14.00	14.10	14.20	14.27	14.48	14.56	15.13	15.20	15.25	15.42	15.49	16.10
14.30	14.40	14.50	14.57	15.18	15.26	15.43	15.50	15.55	16.12	16.19	16.40
15.00	15.10	15.20	15.27	15.48	15.56	16.13	16.20	16.25	16.42	16.49	17.10
15.30	15.40	15.50	15.57	16.18	16.26	16.43	16.50	16.55	17.12	17.19	17.40
16.00	16.10	16.20	16.27	16.48	16.56	17.13	17.20	17.25	17.42	17.49	18.10
16.30	16.40	16.50	16.57	17.18	17.26	17.43	17.50	17.55	18.12	18.19	18.40
17.00	17.10	17.20	17.27	17.48	17.56	18.13	18.20	18.25	18.42	18.49	19.10
17.30	17.40	17.50	17.57	18.18	18.26	18.43	18.50	18.55	19.12	19.19	19.40
18.00	18.10	18.20	18.27	18.48	18.56	19.13	19.20	19.25	19.42	19.49	20.10
18.30	18.40	18.50	18.57	19.18	19.26	19.43	19.50	19.55	20.12	20.19	20.40
19.00	19.10	19.20	19.27	19.48	19.56	20.13	20.20	20.25	20.42	20.49	21.10
19.30	19.40	19.50	19.57	20.18	20.26	20.43	20.50	20.55	21.12	21.19	21.40
20.00	20.10	20.20	20.27	20.48	20.56	21.13	21.20	21.25	21.42	21.49	22.10
-	-	21.00	21.07	21.28	21.36	21.53	22.00	22.05	22.22	22.29	22.50
-	-	21.30	21.37	21.58	22.06	22.23	22.30	22.35	22.52	22.59	23.20
-	-	22.00	22.07	22.28	22.36	22.53	23.00	23.05	23.22	23.29	23.50

Figure 10 : Horaire Waterbus Anvers – sur affiche plaquée sur horaire initial

4.2.3. GRILLE DES TARIFS

À Rotterdam, l'usager paie entre 2,40 € et 7,20 € le trajet unique en fonction de la distance parcourue. Les seniors (plus de 65 ans) bénéficient d'une réduction sensible, de l'ordre de 40%. Le tarif pour le libre accès pendant toute la journée est de 11,20 € pour les seniors et 15,50 € au tarif normal. La carte journalière pour les enfants de 4 à 11 ans est de 5 €.

La grille des tarifs à Anvers est similaire, mais la réduction pour les seniors est moins importante, et l'exploitant offre un billet aller-retour pour 6 €. L'aller simple est de 4 € (respectivement 5 € et 3,50 € pour les seniors) . Les abonnements pour les pendulaires sont bien développés à Anvers (entre parenthèses, le tarif réduit) :

▪ carnet de 10 trajets	€24 (€21)
▪ carte journalière (seulement à bord)	€15 (€13)
▪ abonnement mensuel	€70 (€60)
▪ abonnement annuel	€685 (€565)
▪ enfants jusqu'à 5 ans	gratuit
▪ jeunes de 5 ans à 24 ans	tarif réduit
▪ seniors (+65 ans)	tarif réduit
▪ personnes à mobilité réduite	tarif réduit
▪ vélos	gratuit

A noter que De WaterBus d'Anvers distingue les secteurs amont et aval de la station Steenplein du centre-ville, et qu'un parcours cumulant les deux secteurs avec un seul ticket n'est pas autorisé. Il faut ainsi payer deux trajets pour se rendre de Hemiksem à Lillo. Compte tenu de la distance (27km) et du temps de trajet (90min), cette exigence paraît raisonnable.

4.2.4. QUALITÉ DES PONTONS

Les pontons installés à Rotterdam sont remarquables pour leur confort, leur design, la facilité d'accès et les supports d'information, aussi bien imprimés qu'affichés sur écran. Tout inspire confiance chez l'usager.

Leur qualité est illustrée par une courte vidéo réalisée sur la station de Merwekade à Dordrecht. On relève le traçage de voies distinctes pour les piétons et les vélos.



Figure 11 : Rampe d'accès à Merwekade, Dordrecht.

La station Merwekade est une station de correspondances entre 4 lignes, dont deux ayant la fonction de bacs (transports de proximité). Le ponton est ainsi d'une longueur exceptionnelle - 110m – pouvant accueillir trois water-bus simultanément.

Afin de faciliter les flux lors des pointes, ce ponton est muni de rampes d'accès à chaque extrémité. Elles servent respectivement d'entrée et de sortie aussi bien pour les piétons (revêtement bleu) que pour les vélos (revêtement rouge). Elles sont assez longues pour que la pente n'excède pas 10 %, malgré le marnage dû à la marée à Rotterdam.

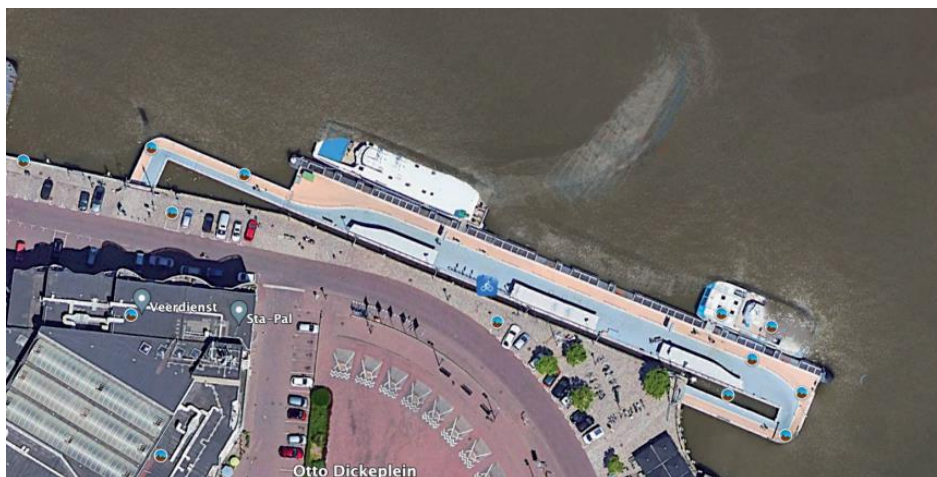


Figure 12 : Disposition des entrées et sorties du ponton à Merwekade, et des trois abris.

Les pontons à Anvers sont tels que mis à disposition par le port, et ne sont pas concédés à l'exploitant De Waterbus. L'utilisateur trouve ainsi un environnement qui est nettement moins accueillant.

4.2.5. QUALITÉ DE L'INFORMATION

L'information distillée aux stations est de grande qualité à Rotterdam, comportant à la fois de grands panneaux d'information avec les horaires, les tarifs et une grande carte, et un écran d'affichage des dessertes en temps réel. Par conséquent, l'utilisateur est mis en confiance, et les abris sont eux aussi de qualité, sans être complètement fermés. Cela paraît logique, puisque l'utilisateur, disposant d'informations sur les horaires, peut viser le départ de son choix, sans avoir à attendre longtemps.

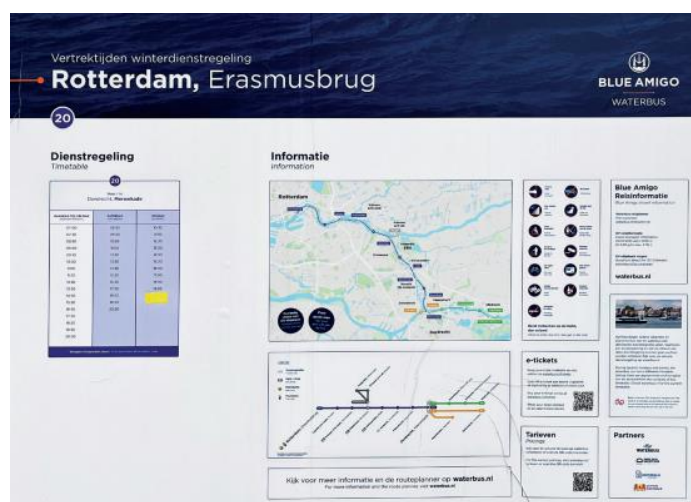


Figure 13 : Ecran d'affichage et panneau fixe à la station Erasmusbrug



L'écran d'affichage des départs à la station Erasmusbrug met l'utilisateur en confiance par le message d'accueil (en bas), l'information très claire sur le prochain départ (ici dans 10 minutes) et par l'affichage des correspondances en tram et bus.

Le panneau posé sur l'abri apporte toutes les autres informations utiles.

Comme nous l'avons vu au § 4.2.2 sur les fréquences, le panneau à Anvers est de moindre qualité et moins complet, et il n'y a pas d'écran d'affichage en temps réel.

4.2.6. ACCESSIBILITÉ AUX PMR

L'amarrage du bateau et le déploiement de la rampe inspirent confiance, surtout à Rotterdam. Les conditions sont optimales pour les fauteuils roulants. C'est beaucoup moins évident à Anvers et sur l'ensemble des haltes. La longue estacade à Lillo est assez dissuasive pour les PMR.

4.2.7. ACCESSIBILITÉ AUX VÉLOS ET VÉLOS-CARGOS

Les vélos sont accueillis dans des conditions – là aussi – optimales : rampes larges à faible pente, voie réservée sur les pontons (voir Figure 11), grand espace de rangement des vélos sur le pont arrière du bateau. D'ailleurs, le succès du service auprès des cyclistes ne se dément pas.

L'image (Figure 14) montre de nombreux pendulaires qui prennent le bateau de la ligne de proximité au départ de Merwekade à 7h45 le lundi 30 janvier. La desserte – aussi sur la ligne 20, qui met un peu moins d'une heure pour atteindre l'Erasmusbrug – est un peu moins étoffée en hiver, mais l'usage du service est devenu quotidien pour de nombreux cyclistes, qui ne peuvent désormais envisager de s'en passer.

En trois jours, nous n'avons vu aucun vélo-cargo. Nous savons cependant par ailleurs que l'accueil des vélos-cargos est prévu par RiverCat France sur les futures dessertes de Paris, utilisant la nouvelle version hybride du catamaran Aqualiner. Une évolution dans ce sens est prévisible sur les réseaux de Rotterdam et d'Anvers.



Figure 14 : Cyclistes à Merwekade

4.2.8. CORRESPONDANCES

Il y a deux types de correspondances : celles avec les autres moyens de transport en commun et celles entre les différentes lignes fluviales. À Anvers, cela ne concerne que la station de Steenplein, où s'effectue la correspondance entre le bac vers Linkeroever (Rive Gauche) et le Waterbus. Sur le réseau de Rotterdam, il y a les correspondances entre la ligne principale 20 à la station De Schans et la navette saisonnière Rijdsdijk/Kinderdijk, et surtout à Dordrecht Merwekade entre les lignes 20 et les trois autres lignes : 21 et 22 vers Papendrecht Veerdam et Zwijndrecht Veerplein (fonctions de ferries) et la ligne 23 vers Sliedrecht Middeldiep. La qualité de l'affichage revêt alors une importance accrue, puisqu'il peut y avoir trois départs à quelques minutes d'inter- valle. L'écran d'affichage indique alors non seulement les minutes avant le départ de chaque ligne, mais aussi l'emplacement sur le quai.

La question des correspondances pourrait éventuellement se poser à Liège, entre une desserte 100% électrique à vitesse modérée sur la Dérivation de la Meuse et une desserte plus rapide desservant la ville de Liège mais aussi les communes alentour (Seraing et Herstal), en navigant exclusivement sur la Meuse.

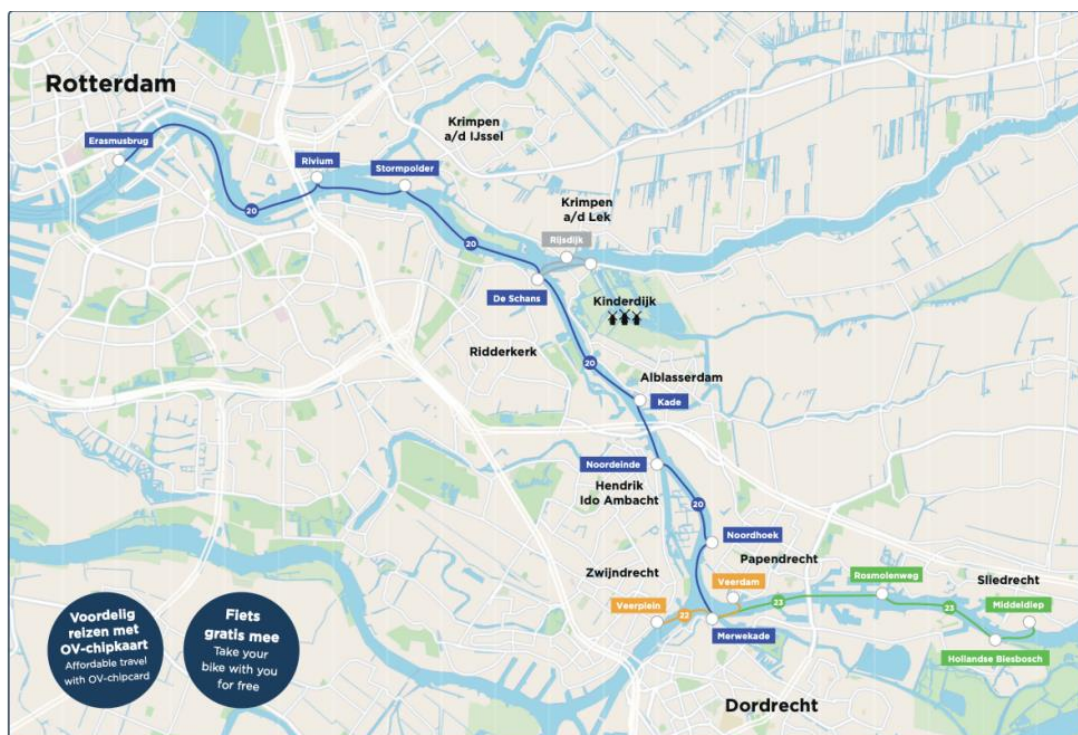


Figure 15 : Lignes Dordrecht - Rotterdam

4.2.9. GOUVERNANCE

Le recrutement et la fidélisation apparaissent difficiles, dans un contexte mal défini lors de nos entretiens.

La direction met plutôt en avant la difficulté de recrutement lié à la réglementation européenne, qui impose depuis peu 540 jours de formation avant de devenir capitaine, au lieu des 100 jours requis précédemment.

Le directeur de RiverCat France, Dany Carvalho, précise que la future desserte sur Paris et sa couronne (Seine-et-Marne et Hauts-de-Seine) rencontre la même difficulté de recrutement.

Il manque actuellement une quinzaine de capitaines pour assurer l'offre du service d'été à Rotterdam, et autant de stewards.

Il manque aussi du personnel à Anvers, comme l'atteste la réduction de l'offre constatée fin janvier.

4.2.10. LES BATEAUX

Les bateaux utilisés à Anvers et Rotterdam/Dordrecht sont fournis par le même constructeur, et de dimensions similaires : 32 m par 8 m de large ; 18 tonnes ; tirant d'eau 1,30 m.



Figure 16 : Bateaux utilisés à Rotterdam (© Waterbus) et Anvers (© De Waterbus)

Ils peuvent embarquer 132 passagers et une vingtaine de vélos.

Ils sont propulsés par une motorisation hybride (Rotterdam/Dordrecht) et thermique (Anvers)

4.3. LA DESSERTE DE DEMAIN – JUVISY-ÉVRY

La société RiverCat France lance deux services de bateaux à passagers en 2024, tous les deux spécifiquement conçus pour répondre à la demande de la population de disposer de solutions de mobilité hybride pour leurs trajets quotidiens. Les lignes créées sur Paris ne font pas partie de notre étude, compte tenu des différences notables avec les caractéristiques de la métropole de Liège. Pour mémoire, la conception de la future desserte de Paris repose sur le même modèle du Waterbus qu'à Rotterdam et Anvers (bateaux hybrides dans un premier temps).

La desserte qui nous intéresse pour Liège est celle qui a gagné un concours organisé par VNF et l'Agence de l'Innovation des Transports. Les pouvoirs publics ont souhaité soutenir des projets permettant d'optimiser l'utilisation des voies navigables pendant les Jeux olympiques de Paris.

La ligne ouvrira dans un premier temps dans la couronne sud entre Juvisy-sur-Orge et Soisy-sur-Seine via Ris-Orangis (un peu moins de 8 km). Le projet (« MonBB », pour mon beau bateau) avait fait l'objet d'une soumission conjointe par RiverCat et le constructeur norvégien Hyke Smart City Ferries.

4.3.1. VITESSE COMMERCIALE

La vitesse commerciale sera de l'ordre de 15 km/h. La vitesse maximale des bateaux Hyke est de 28 km/h. À cette vitesse, le service raccourcira de nombreux trajets, notamment aux heures de pointe et pour les passagers à vélo.

4.3.2. FRÉQUENCE

Les concepteurs et futurs exploitants de la desserte tablent sur la fréquence de 30 minutes (comme à Rotterdam et Anvers) comme étant suffisante pour que les usagers s'organisent en conséquence. La fréquence est moindre que celle du RER, mais les horaires de chaque halte seront bien connus et imprimés dans les esprits de tous les clients réguliers. Pour les clients

occasionnels, il y aura au moins l'affichage en temps réel sur la halte qui mettra en confiance. Un partenaire de RiverCat a contacté l'entreprise pour demander si une desserte toutes les 15 minutes pouvait s'envisager, mais l'opérateur estime que ce n'est pas réaliste : un bateau qui passe toutes les 7 minutes en moyenne, cela représenterait une perturbation excessive des autres usagers de la Seine.

4.3.3. GRILLE DES TARIFS – RÉSULTATS D'EXPLOITATION

L'opérateur prévoit un tarif unique de 2 € ou 3 €.

S'agissant d'une expérimentation, le déficit d'exploitation sera financé par les communes et le département de l'Essonne, pour une durée de trois ans a priori. L'autorité organisatrice des transports de la région Île-de-France suit de près le projet pour ensuite créer une DSP (Délégation de Service Public) si le succès est confirmé. Il est à souligner que le constructeur des bateaux met à disposition les bateaux pour la démonstration. Ceci a pour effet de reporter l'investissement lourd jusqu'au moment où la desserte sera lancée dans la durée.

4.3.4. QUALITÉ DES PONTONS

Les pontons sont la grande innovation du constructeur Hyke Smart City Ferries. Remarquablement compacts, ils sont constitués de trois parties : un dock à chaque extrémité dans lequel le bateau vient s'encastrer, et un ponton extérieur pouvant accueillir tout autre bateau. Il s'agit donc de pontons à la fois dédiés et banalisés. L'accostage et le branchement sur l'unité de recharge des batteries se font automatiquement.



Figure 17 : Image de synthèse du bateau Hyke encastré dans le dock à Juvisy.

Sur l'image de synthèse on voit qu'un deuxième bateau peut accoster en face du premier. Le futur tram entre Juvisy et Orly ne viendra pas sur le quai de la Seine, mais à quelques pas. L'image illustre cette nouvelle correspondance offerte aux habitants du secteur.

4.3.5. QUALITÉ DE L'INFORMATION

L'information distillée aux stations sera de qualité, comme à Rotterdam, comportant un grand panneau d'informations avec les horaires, les tarifs et une carte, et un écran d'affichage des dessertes en temps réel.

4.3.6. ACCESSIBILITÉ AUX PMR

La configuration des quais à chacune des trois haltes est différente, mais dans tous les cas l'aménagement sera conçu pour que les rampes respectent les normes pour les PMR.

4.3.7. ACCESSIBILITÉ AUX VÉLOS ET VÉLOS-CARGOS

Les vélos seront accueillis, et en dehors des heures de pointe les vélos-cargos seront bienvenus, avec une tarification attractive. L'opérateur envisage d'accueillir des vélos modulaires pouvant porter de petites palettes.

4.3.8. CORRESPONDANCES

Compte tenu de la faible longueur du parcours initial, la facilité des correspondances sera un facteur essentiel du succès du service. Les concepteurs, qui sont très jeunes (moins de 30 ans), ont parfaitement saisi l'air du temps et le recours accru à des solutions de mobilité hybrides. Il ne convient même plus de raisonner en « correspondances », avec la notion de contrainte que cela implique, mais de « séquences » au départ du domicile ou du lieu de travail, séquences qui seront choisies selon l'humeur et les besoins du jour.

Le raisonnement est très différent sur les trois haltes initiales. À Soisy-sur-Seine, qui n'a pas de gare RER, mais où la population est majoritairement utilisatrice de la voiture, la principale motivation sera l'avantage de ne pas avoir à prendre sa voiture. La navette fluviale fera arriver à 400 mètres de la gare RER de Juvisy avec sa desserte très étoffée.

Une autre clientèle sur cette commune est constituée par les cyclistes, qui utiliseront la navette pour réduire la distance à parcourir pour se rendre au travail ou pour rentrer.

À Ris-Orangis, la principale motivation sera le fait d'éviter une correspondance entre les lignes D et C du RER à Juvisy. Le trajet relativement court jusqu'à Juvisy sera plus agréable, une courte séquence en évitant la foule.

À Juvisy, la principale motivation sera le loisir, notamment pour les pratiquants de vélo, qui rejoindront plus vite la forêt de Sénart en débarquant de la navette à Soisy-sur-Seine.

Les trajets à vélo que la navette permet d'éviter sont actuellement assez dissuasifs, notamment le long de la N7. Il n'y a pas actuellement de continuité du parcours cyclable, mais même si le réseau cyclable est achevé à terme, cela reste un environnement inadapté au vélo.

La carte montre le futur réseau RiverCat à Paris et dans la banlieue. Le service de banlieue entre Juvisy et Soisy-sur-Seine pourrait être étendu jusqu'au Louvre les week-ends.

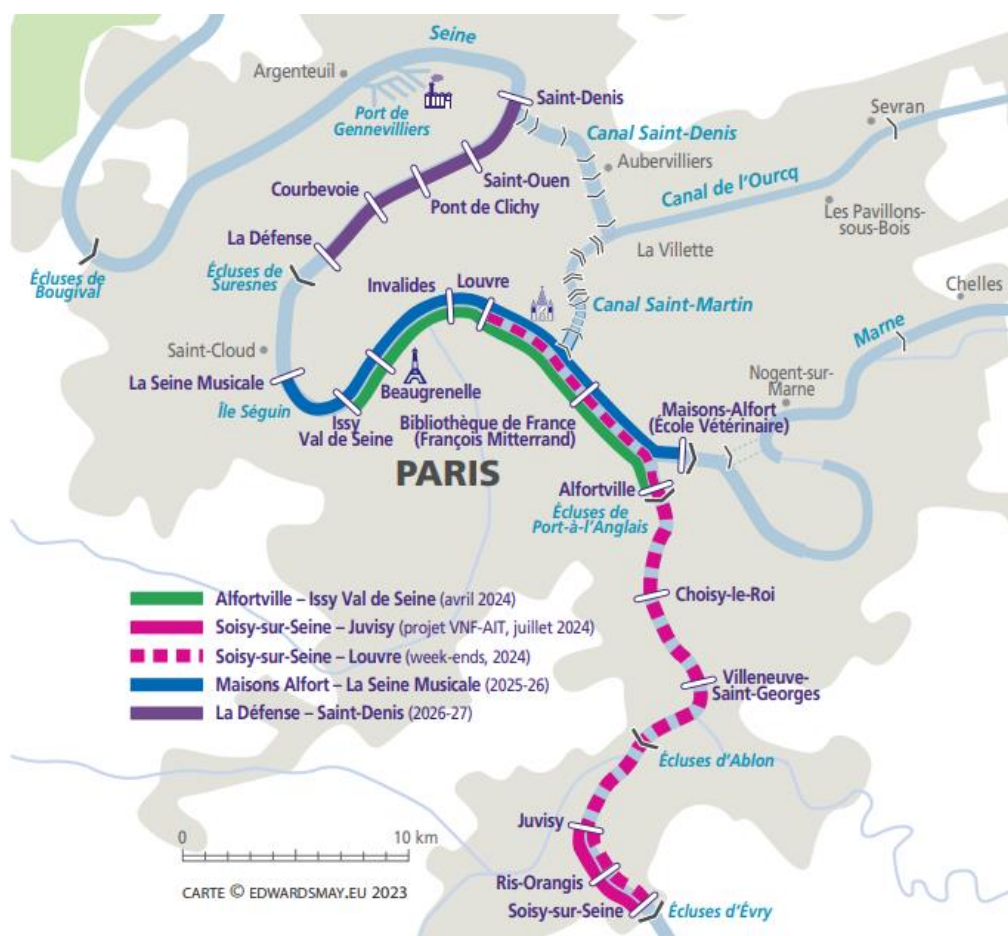


Figure 18 : Futur réseau RiverCat

4.3.9. LES BATEAUX

Le modèle de bateau adopté est le Smart Ferry de 15 m par 5,70 m, tirant d'eau 35 cm à vide, 50 cm à pleine charge, tirant d'air 3,20 m à vide, 3,05 m pleine charge. Les premiers modèles sont déjà exploités dans le fjord d'Oslo.

- La capacité est de 50 passagers et 6 à 8 vélos. Le poids total en charge est de 10 tonnes.
- Puissance du moteur entre 60 et 150 kW
- La consommation d'énergie se situe entre 10 et 12 kWh à 11 km/h
- Capacité des batteries entre 95 et 285 kWh
- Énergie solaire intégrée : 7 kW (pointe)
- Charge intégrée avec le dock automatique (ponton relié au réseau)
- Climatisation avec recyclage de la chaleur
- Navigation en autonomie complète à terme
- Accessibilité : sans entrave pour vélos, fauteuils roulants, ambulateurs, etc.
- Équipage au démarrage : 1 capitaine et 1 steward pour la sécurité. 1 seul accompagnateur est prévu à terme, en mode automatique.

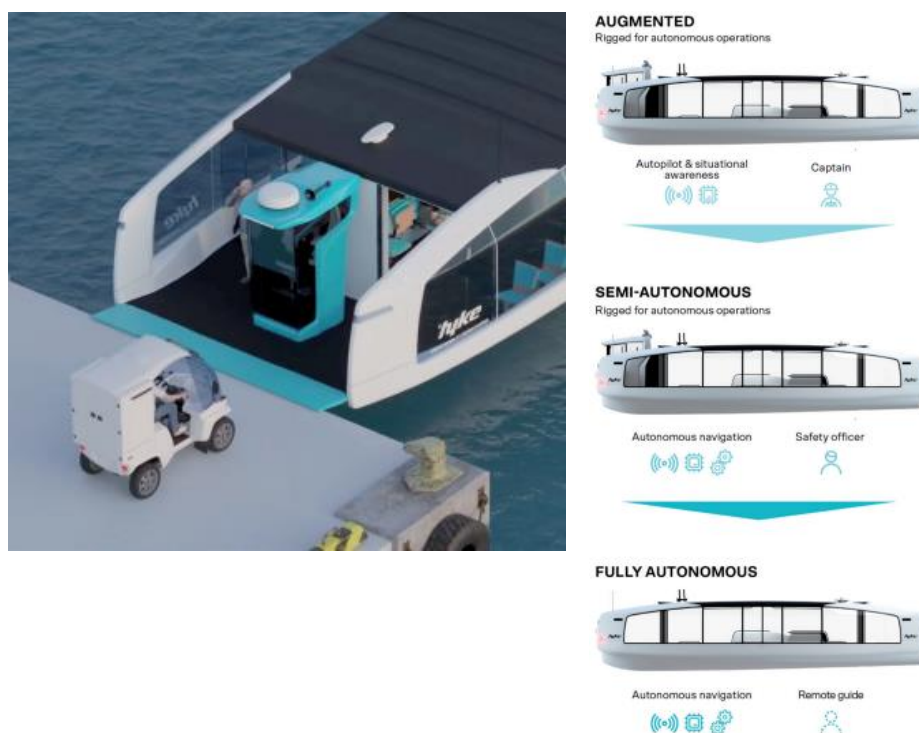


Figure 19 : Images de synthèse du bateau Hyke embarquant un utilitaire léger - Transition progressive vers l'autonomie complète

4.4. LILLE

Notre enquête sur le Port de Lille dans le cadre du benchmark marchandises a révélé la relance d'un autre projet longtemps laissé dans les cartons, d'une navette fluviale entre Haubourdin et La Citadelle de Lille. Cette desserte avait été imaginée en 2009 lors de l'inauguration d'Euratechnologies au Bassin des Bois Blancs. L'ambition était de développer une ligne de transport en commun sur la Deûle entre Haubourdin (voire le parc Mosaïc l'été) jusqu'à la Citadelle de Lille, avec des haltes à Euratechnologies et au port.

La Métropole à l'époque s'était engagée à lancer une étude, mais n'a pas donné suite. À cette époque, la Ville de Lille avait fait réaliser un Schéma directeur des Eaux à Lille (le SDEL). Ce document avait dessiné des lignes de navette vers le sud depuis la Citadelle et vers le Nord depuis le Vieux Lille car la grande difficulté à Lille est la rupture de charge de l'écluse du Grand Carré avec une chute de 4m peu compatible avec une navette fluviale à passagers. En revanche, une ligne de navette sur le bief amont jusqu'à l'écluse de Don était envisageable, ainsi qu'une ligne sur le bief aval jusqu'à l'écluse de Quesnoy-sur-Deûle.

Aujourd'hui, ce projet de navette est porté par le port et par la ville de Lille. La première ligne entre Haubourdin et Lille paraît plus que nécessaire que la ligne de tramway entre Haubourdin et Lille va engendrer des gros travaux qui nécessiteront également l'arrêt de la ligne de bus qui circule actuellement entre la mairie d'Haubourdin et la Citadelle de Lille. En 2009, il avait été démontré qu'une navette mettrait le même temps pour relier ces deux points, voire moins, et sans risque de bouchon.

Si une telle navette était mise en place, en plus de relier Haubourdin (son bassin de vie, un éventuel parking relais permettant de se garer en dehors du cœur métropolitain) et le centre de Lille, elle permettrait de faire office de bac entre l'île des Bois Blancs (et son quartier des Rives de la Haute Deûle et Euratechnologies) sur la rive gauche et le port de Lille sur la rive droite. Enfin, un arrêt de la navette fluviale au port permettait de faire le lien avec également le métro (station port de Lille) et le futur tramway et aussi les haltes des croisiéristes.

La Ville de Lille et Ports de Lille envisagent de demander à Lille Métropole (MEL) de réactiver le projet en tant qu'AOT Autorité Organisatrice de Transport. Il s'agirait également d'avoir un appui des VNF pour porter ce projet de transport en commun, qui paraît être en adéquation avec le contexte actuel (mise en place d'une ZFE, futurs travaux qui impacteront le ligne de bus le plus fréquentée de la métropole, et évolution du matériel).

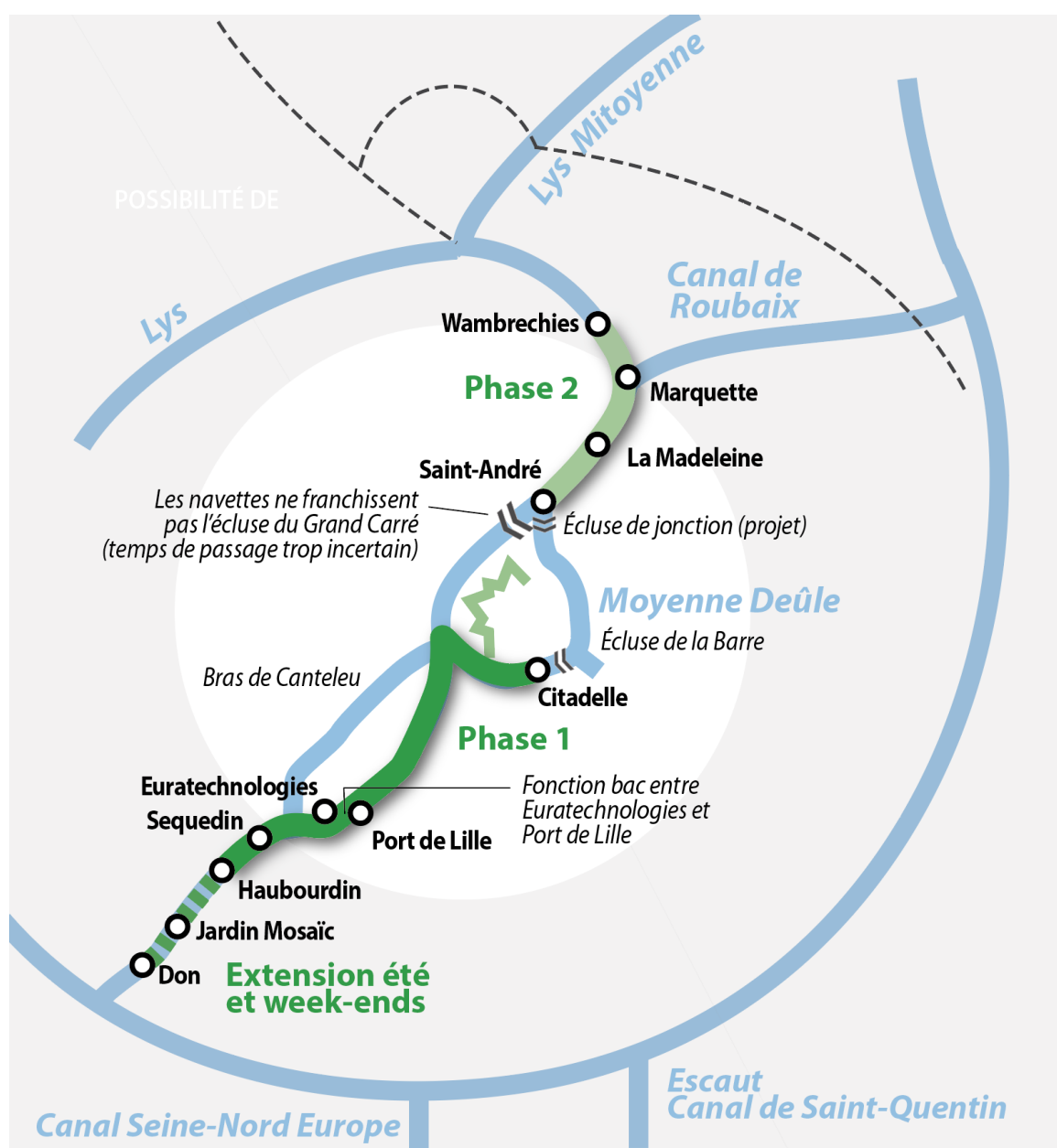


Figure 20 : Schéma de la desserte de navettes fluviales envisagée par la Ville de Lille et Ports de Lille

5. ETUDE DE MARCHÉ

5.1. RÉALISATION D'UNE ENQUÊTE EN LIGNE – DONNÉES TECHNIQUES

Afin d'évaluer l'intérêt des Liégeoises et Liégeois, ainsi que des habitants des communes alentours, une enquête en ligne a été réalisée du 7 septembre au 9 octobre 2023, à l'appui de l'outil Qualtrics proposé par l'intermédiaire du partenariat avec ULLège (prof. M Cools).

Le questionnaire de l'enquête est à retrouver en Annexe A1.

L'enquête a notamment fait l'objet de publicité sur les réseaux sociaux (Ville de Liège, Université...), sur RTC Télé Liège,...

L'enquête a permis de récolter 4445 réponses, dont 1151 réponses ont été écartées pour l'une des raisons suivantes :

- Pas d'accord avec les règles du RGPD ;
- Répondants hors de la Province de Liège ;
- Enquêtes pilotes réalisées pour tester l'outil ;
- Répondants ayant terminé l'enquête en moins de 3,5 minutes ;
- Répondants s'étant moqués ouvertement de l'enquête.

5.2. RESULTATS DE L'ENQUETE – DONNEES DE BASE

Les statistiques de base de l'enquête sont données sous forme tabulaire en Annexe A4. Les points marquants sont rappelés ici :

- Les tranches d'âge < 25 ans sont sous-représentées. Cela peut notamment être dû aux modes de diffusion. Il convient pour cette tranche d'âge d'utiliser d'autres sources de données, comme par exemple les données relatives aux écoles ;
- On note une légère sur-représentation de femmes ;
- La grande majorité des répondants ont un niveau d'éducation de minimum bac+3 ;
- La grande majorité des répondants sont employés (temps plein ou temps partiels) ou indépendants. Peu d'étudiants ou personnes sans emploi ont répondu ;
- 18 communes ont produit minimum 20 répondants ; les communes ayant produit le plus de répondants sont Liège (plus de la moitié), Seraing et Herstal ;
- Les répondants ont généralement une forte tendance à utiliser la voiture individuelle (en tant que conducteur) ou être piétons pour leurs déplacements à Liège ; il s'agit là de publics intéressants à capter pour le bateau-bus ;
- Les zones d'intérêt principales, vers lesquelles les répondants se rendraient en priorité avec le bateau-bus, sont la zone Centre (47% des répondants), suivie de loin par Outremeuse (10%), et Avroy-Blonden (6%).

5.3. RESULTATS DE L'ENQUETE EXPLOITES

Les résultats de l'enquête exploités sont en particulier :

- /1/ L'identification de la commune de provenance des répondants, visant à donner l'origine des voyages aller ;
 - /2/ Pour chaque répondant, la zone d'intérêt déclarée, parmi les zones sur la carte ci-dessous ;
 - /3/ Pour chaque répondant, la prise en compte des réponses suivantes :
 - Nombre de déplacements sur Liège par semaine – nous retenons les répondants qui viennent à Liège minimum 4 jours / semaine
 - Les modes de déplacement pour ces trajets sur Liège – nous retenons les répondants qui utilisent les transports en commun ou modes actifs (marche, vélo...) ;
 - La probabilité d'utiliser le bateau-bus – nous retenons les répondants qui affichent la probabilité maximale d'utiliser les bateaux bus ;
- ⇒ 10% des répondants remplissent ces trois critères ; il est possible pour chaque répondant d'identifier son origine (/1/) et sa destination (/2/), permettant ainsi de construire une matrice Origine / Destination (matrice O/D) brute des répondants susceptibles d'utiliser le bateau bus.

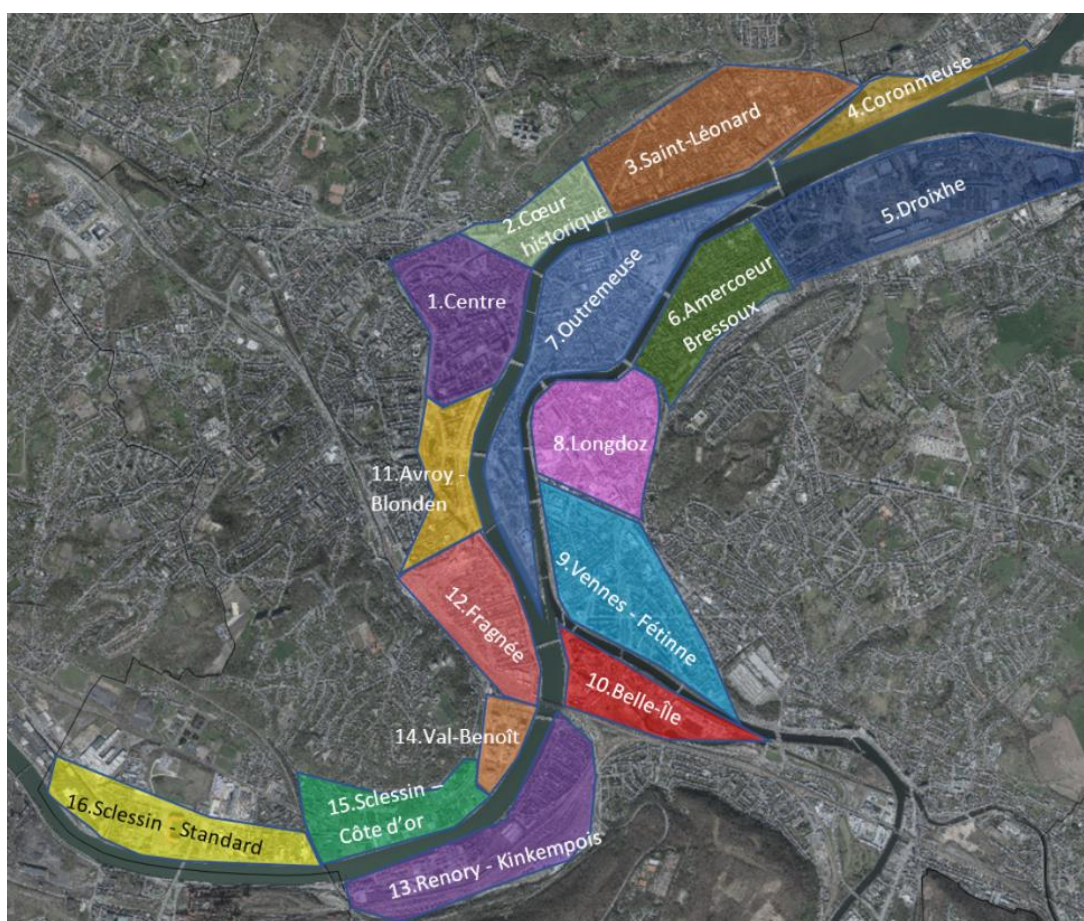


Figure 21 : Zones d'intérêt étudiées dans l'enquête

5.3.1. DÉFINITION D'UNE MATRICE O/D « POTENTIEL »

La matrice O/D brute des répondants est pondérée à l'aide de la méthode IPF (Iterative Proportional Fitting) sur base des populations effectives des communes réparties par groupe

d'âge, de façon à aboutir un total de population dans chaque commune d'origine, susceptible d'emprunter le bateau bus quotidiennement pour aller à Liège dans l'une des zones d'intérêt.

Outre l'enquête, la procédure IPF a également comme données d'entrée la population en 2023 des communes ayant produit plus de 20 répondants (les autres communes sont écartées), soit 492748 habitants. 2970 répondants sont issus de ces communes.

Ces résultats sont catégorisés par genre, et par âge (catégorie 18-64 ans et catégorie 65 ans et plus).

En observant l'échantillon de répondants, on constate que la répartition des répondants dans ces catégories ne correspond pas à la répartition effective des populations des communes (à titre d'exemple, aucune femme de 18-64 à Ans n'a répondu).

La méthode IPF a pour objectif de rendre l'échantillon (enquête) représentatif de toute la population :

- La proportion dans l'échantillon doit correspondre à la proportion de la population réelle ;
- Il faut satisfaire la distribution sur les genres et âges, et satisfaire la distribution par commune.

Itérativement, la méthode vise à satisfaire alternativement la répartition genre / âge puis la répartition par commune, puis genre / âge puis commune...

- On détermine un poids initial à appliquer aux réponses pour satisfaire la répartition genre/âge ; ensuite on ajuste le poids par commune, ce qui aura pour effet de modifier la répartition genre/âge ;
- Au bout de plusieurs itérations, le poids ne bouge plus et correspond à la distribution commune + genre / âge ;
- On applique ensuite ce poids à chaque réponse de l'enquête pour déterminer la représentativité de chaque réponse ;
- On applique enfin le facteur d'échelle pour extrapoler à toute la population ;
- A noter que cette méthode ne prend pas en compte les répondants X (ne s'étant pas prononcé sur leur genre), ni aux répondants de moins de 18 ans.

Cette méthode permet d'aboutir à une matrice Origine (commune de résidence) / Destination (zone d'intérêt) représentative de la population globale.

Les critères /3/ détaillés ci-dessus sont ensuite appliqués pour filtrer les réponses et générer une matrice O/D représentative de la population, et limitée aux usagers potentiels du bateau bus (Tableau 3).

Il faut noter que cette matrice O/D potentiel n'identifie que le trajet « aller » (commune vers zone d'intérêt). Pour évaluer le nombre de passagers total, il faut donc ajouter le trajet « retour » (zone d'intérêt vers commune).

Tableau 3 : Matrice O/D (allers simples) voyageurs potentiels

Commune de Résidence	Zone d'intérêt dans Liège																		
# de voyages / jour	1. Centre	1. near travel to one of these zones	2. Cœur historique	3. Saint-Léonard	4. Commense	5. Droixhe	6. Amereœur-Bressoux	7. Outremense	8. Longdoz	9. Venns-Fétinne	10. Belle-île	11. Avroy-Blonden	12. Fraignée	13. Kenroy-Kinkempois	14. Val-Benoit	15. Sclèsin-Côte d'or	16. Sclèsin-Standard	Total enquête	Tota
Ans	2 234	0	0	0	0	297	0	0	0	0	0	0	345	0	0	0	0	2 877	
Beigne-Hensay	0	0	0	0	0	0	0	0	0	397	0	0	0	0	0	0	0	397	
Blegny	356	0	0	0	0	0	0	566	0	0	0	0	0	0	0	0	0	922	
Chaudfontaine	205	0	0	0	0	0	0	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	362	
Esneux	429	0	0	0	0	0	0	301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	730	
Fleumelle	635	0	0	0	0	0	0	475	0	317	0	0	0	0	0	0	0	1 427	
Fletron	388	0	0	0	0	0	0	0	549	0	0	0	0	0	0	0	0	937	
Grâce-Hollogne	552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	339	892	
Hesral	1 734	0	0	244	0	0	0	0	335	0	0	244	0	0	0	0	0	2 557	
Liège	14 830	61	1 903	1 627	358	61	495	3 899	796	559	822	2 297	1 822	304	254	122	579	30 808	
Neupré	0	0	0	0	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238	
Oupeye	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	557	0	0	325	882	
Saint-Nicolas	570	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	570	
Seraing	1 529	0	612	0	0	0	306	612	0	0	0	0	0	0	0	0	306	3 366	
Soumagne	1 171	0	0	0	0	0	0	830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 001	
Sprimont	601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	601	
Vise	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	
Total	25 510	61	2 515	1 871	358	358	801	7 078	1 681	1 274	822	2 541	2 166	860	254	122	1 550	49 824	49 824

5.3.2. INTÉGRATION DES INFORMATIONS DES ÉCOLES

Les statistiques des écoles suivantes ont été reçues : HECH et Helmo (différents campus).

Un premier tri a été effectué sur les codes postaux d'origine des étudiants, en ne considérant que les communes pour lesquelles la Meuse est facilement accessible, ou proches de celles-ci (y compris hors du périmètre du bateau-bus). Cela détermine l'origine des voyages.

La destination correspond aux localisations des différents campus.

Il en ressort les voyages potentiels suivants, considérant que tout étudiant habitant dans ces zones est un utilisateur possible du bateau-bus.

Tableau 4 : voyageurs potentiels vers les camps ayant fourni des données (allers simples)

# de voyages / jour		HECH	Campus Guillemins	CFEL	HELMo ESAS	HELMo Mode	HELMo Saint-Croix	Campus de l'Ourthe	Total	
	Ecoles	675	959	85	308	43	196	541	2,807	voyageurs par jour (aller uniquement)

Il est entendu que ces informations ne sont que parcellaires. Il ne s'agit que des trajets « aller » vers les campus ; il faut ajouter les trajets « retour » depuis les campus.

5.3.3. RESTRICTION DU POTENTIEL

Des restrictions sont ensuite définies sur les usagers potentiels. Ces restrictions concernent:

- Les communes éloignées de la Meuse : certaines communes éloignées de la Meuse affichent plus de 20 répondants, dont certains se montrant très intéressés par le bateau-bus (exemple Neupré, Sprimont, Ans ...). Ces répondants sont écartés, afin de limiter les voyageurs potentiels aux communes directement en contact avec la Meuse ; cette approche est conservatrice.
- L'enquête montre qu'une forte proportion d'habitants de Liège sont intéressés par la destination Liège-centre. Etant donné la densité du réseau de transport en commun liégeois (et sa refonte en cours avec l'arrivée du tram et des busways), il est hautement probable que seule une fraction de ces répondants utilise régulièrement le bateau-bus. De ce fait, un ratio (voir ci-dessous 5.3.4) de ces utilisateurs est retenu pour la suite de l'étude.

5.3.4. SCÉNARIOS DE FRÉQUENTATION

En cumulant les résultats de l'enquête et l'information des écoles, il ressort un potentiel de voyageurs de 52 631 voyages « aller » par jour, soit un total de 105 262 voyages unitaires par jour.

Considérant que seule une partie des personnes intéressées prendra effectivement le bateau-bus sur une journée donnée, nous proposons 3 scénarios de fréquentation, combinant des pourcentages d'utilisateurs effectifs et les restrictions détaillées au § 5.3.3 :

- 5 % des utilisateurs potentiels utilisent effectivement le bateau-bus, et parmi ceux-ci, 5 % des Liégeois à destination de la zone d'intérêt centre utilisent effectivement le bateau-bus, soit 1915 voyageurs / jour ;

- 10 % des utilisateurs potentiels utilisent effectivement le bateau-bus, et parmi ceux-ci, 10% des Liégeois à destination de la zone d'intérêt centre utilisent effectivement le bateau-bus, soit 3829 voyageurs / jour ;
- 15 % des utilisateurs potentiels utilisent effectivement le bateau-bus, et parmi ceux-ci, 15% des Liégeois à destination de la zone d'intérêt centre utilisent effectivement le bateau-bus, soit 5744 voyageurs / jour.

A titre de comparaison, les projections du TEC considèrent 92 862 voyageurs du tram / jour après déploiement du nouveau réseau. Selon les hypothèses, la fréquentation du bateau-bus équivaldrait donc à 2,1 à 6,3 % de fréquentation du tram.

Comme évoqué ci-dessous, plusieurs hypothèses prudentes sont prises sur les résultats de l'étude. Ces choix sont dus à :

- Une surreprésentation de certaines catégories socio-économiques (diplômés de l'enseignement supérieurs, actifs) – bien que l'impact de la situation socio-économique sur la volonté d'utiliser le bateau-bus ne soit pas connu ;
- Un contexte conjoncturel de rejet des transports en commune terrestres, dû aux travaux du tram de Liège en cours lors de l'enquête, qui génère des difficultés de circulation des bus, voitures, vélos...
- Le fait que le tram, qui longe la Meuse et est donc susceptible d'entrer en concurrence directe avec le bateau-bus, n'a pas encore été testé et adopté par les Liégeois qui se projettent donc difficilement en tant qu'utilisateur effectif.

Il faut noter que ces éléments de prudence sont conservateurs : ils réduisent le potentiel affiché d'usagers et ne donnent donc pas une vision qui pourrait être considérée comme exagérément optimiste du potentiel.

5.3.5. IDENTIFICATION DES ARRÊTS

L'importance relative des destinations selon l'enquête et la fréquentation des campus pour lesquels de l'information a été recueillie est illustrée à la figure ci-dessous :

- Les zones d'intérêt sont identifiées et colorisées en fonction du nombre d'utilisateurs potentiels (avant application des % proposés aux § 5.3.3 et 5.3.4) ; ce nombre est rappelé à côté du nom de la zone ;
- Les campus dont les données sont exploitées sont identifiés par les ronds bleus dont la taille varie en fonction du nombre d'élèves potentiel (avant application des % proposés aux § 5.3.3 et 5.3.4) ; ce nombre est rappelé à côté du nom de l'école ;
- Les arrêts pré-identifiés sont rappelés par des points rouges et orange.

Afin de toucher des publics plus éloignés de Liège (Seraing et Herstal), en cohérence avec l'intérêt marqué par ces communes pour ce moyen de transport, des arrêts sont ajoutés en dehors du périmètre de la carte Figure 22.

.

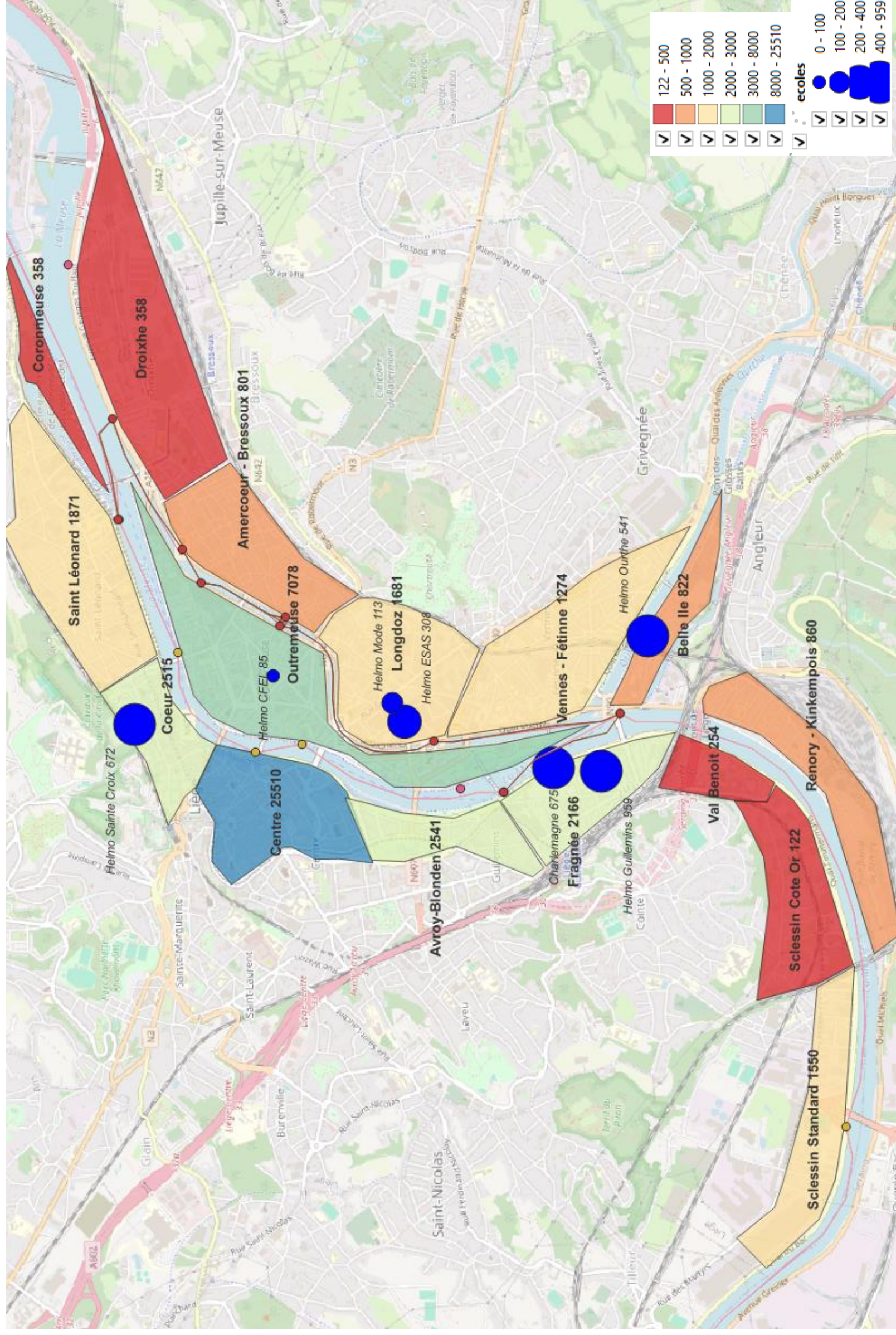


Figure 22 : Propositions d'arrêts et zones d'intérêt

5.3.6. PRINCIPAUX FACTEURS D'ATTRACTIVITÉ DE LA VOIE D'EAU

Les principaux facteurs d'attractivité de la voie d'eau en tant que transport structurant sont décrits ci-dessous.

Ces éléments, qualitatifs, ressortent des retours de l'enquête ainsi que des entretiens avec les différentes parties prenante.

Vitesse commerciale et régularité / ponctualité

Une notion primordiale pour les transports en commun est la vitesse commerciale, c'est-à-dire la vitesse moyenne du véhicule sur le réseau (arrêts compris). Cette vitesse est comprise entre 10 à 13 km/h pour le bus et 19 km/h pour le Tram, pour le transport à Liège.

Bien qu'il soit difficile de concurrencer le tram (voir § 5.4.3), le bateau est compétitif avec le bus, et présente d'autres avantages marquants : pas de risque d'embouteillage, pas de carrefours avec feux de signalisation, pas de rues en sens unique, travaux... Ces éléments permettent d'envisager une régularité fiable, à défaut d'une vitesse élevée. En effet, à moins d'opter pour une motorisation très puissante et donc coûteuse, à la fois à l'achat et en carburant, un bateau ne pourra pas naviguer à grande vitesse, d'autant que les arrêts fréquents rendraient le parcours très inconfortable pour les passagers.

Les notions de fréquences et une large plage horaire de fonctionnement sont des éléments critiques pour l'attractivité d'un transport en commun. Les hypothèses relatives à ces éléments sont données au § 5.4.3.1.

Multimodalité

Le bateau, par essence cantonné à 1 ou 2 grands axes (Meuse et Dérivation) ne peut être attractif que moyennant une intégration poussée dans une vision multimodale du transport en commun. En effet, la rupture de charge est quasiment inévitable, sauf pour les trajets suivant parfaitement les lignes. Les éléments suivants apparaissent déterminants pour permettre une réelle multimodalité :

- Une billetterie commune avec les transports terrestres (a minima tram et bus) est indispensable pour envisager le déploiement d'une réelle multimodalité ;
- Une cohérence des arrêts bateau / bus ou bateau / tram (trajet facile et court entre les arrêts) ;
- La possibilité d'emporter sur le bateau des moyens de micro-mobilité ou mobilité douce (trottinettes, vélos,...) ;
- Une connexion aisée entre les haltes des bateaux et les itinéraires de mobilité douce, et plus largement une bonne accessibilité (y compris PMR) des haltes.

Confort, agrément et information

Au-delà de l'objectif premier du bateau-bus, il convient de veiller au confort et à l'agrément de ce mode de transport. L'expérience de trajet sur une voie d'eau est fondamentalement différente d'un transport terrestre, et cet aspect peut être mis en valeur pour favoriser l'adoption

de mode de transport. Cela doit permettre également aux citoyens de se réapproprier le fleuve et d'en faire un atout pour la ville plutôt qu'une contrainte.

Cela peut comprendre :

- Un niveau de confort suffisant des bateaux ;
- Des espaces vitrés et agréables ;
- Intégration des haltes dans un projet de réappropriation du cours d'eau, comme par exemple le réaménagement des berges pour usage de loisir, retour de la nature sur les berges,...
- Signalétique adaptée depuis et vers la Ville
- ...

Au-delà de ces aspects, la communication est importante : les affichages dynamiques sont largement préférables aux panneaux d'affichage statique et comprendront idéalement des informations relatives aux connexions multimodales.

5.4. DÉFINITION DES ARRÊTS, LIGNES, PARCOURS ET FRÉQUENCES

5.4.1. DÉFINITION DES ARRÊTS

Sur base de la carte affichée Figure 22 qui montre la cohérence des arrêts sur le périmètre de Liège avec les données de fréquentation, la carte Figure 23 illustre la totalité des arrêts retenus pour la suite de l'étude.

Un arrêt au Palais des Congrès pourrait être ajouté, pour utilisation permanente ou occasionnelle lors de manifestations / événements. Outre le palais des Congrès, cet arrêt faciliterait la desserte de la partie Sud d'Outremeuse, voire du quartier de Longdoz / Vennes.

A l'inverse, la permanence d'un arrêt comme celui de Sclessin pourrait être questionnée, étant donné que cet arrêt serait essentiellement utilisé les jours de matches du Standard.

Ces arrêts sont identifiés sur fond d'images aériennes ci-dessous ; les points d'intérêt proches sont également identifiés.

Il faut noter que la localisation précise des arrêts est susceptible d'évoluer en fonction de contraintes techniques, d'urbanisme, de mobilité... Néanmoins, en première approche, des emplacements réalistes sont retenus, en fonction des aménagements actuels.

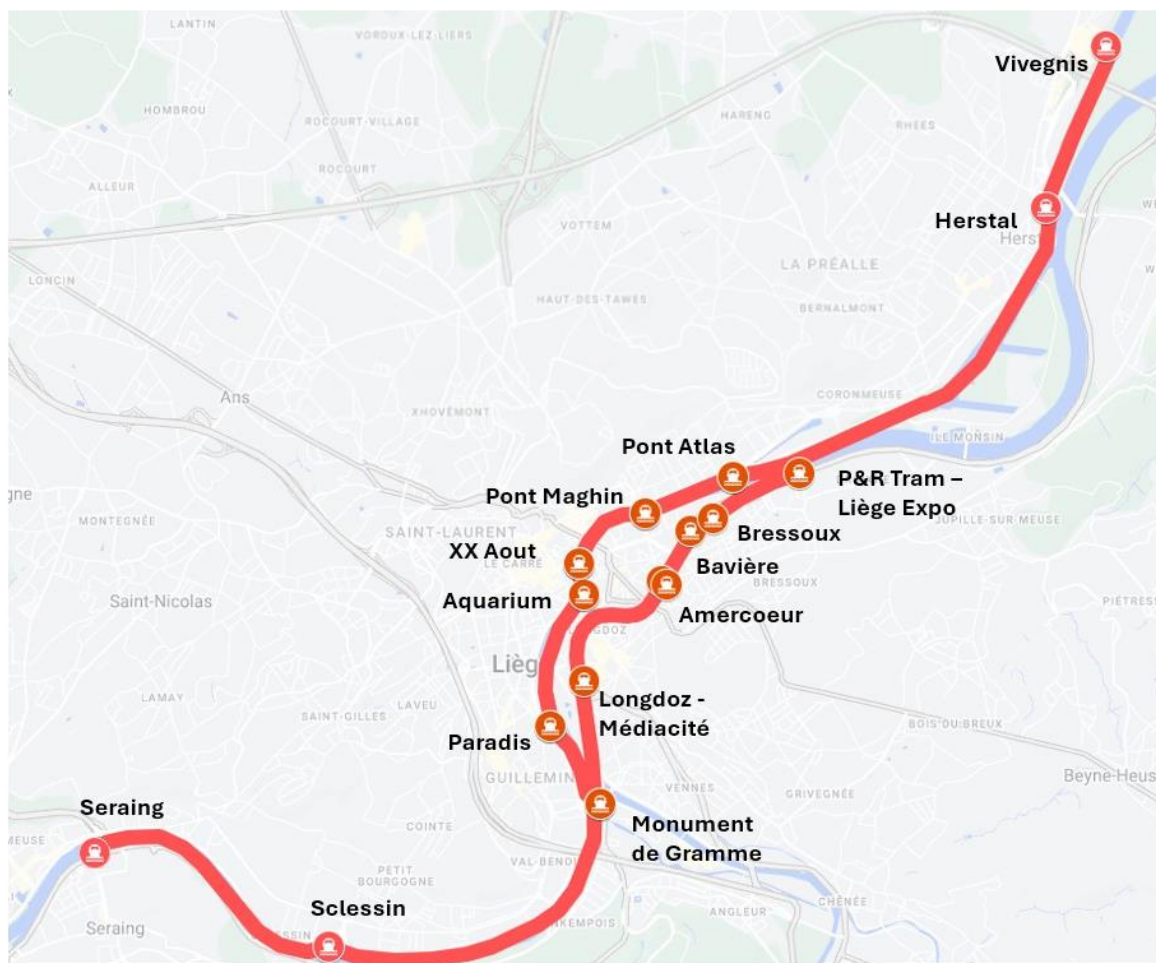


Figure 23 : Totalité des arrêts retenus (16 arrêts)

Vivegnis (centre commercial) – rive gauche

Accès au centre commercial de Vivegnis ; parking aisé en bout de ligne.

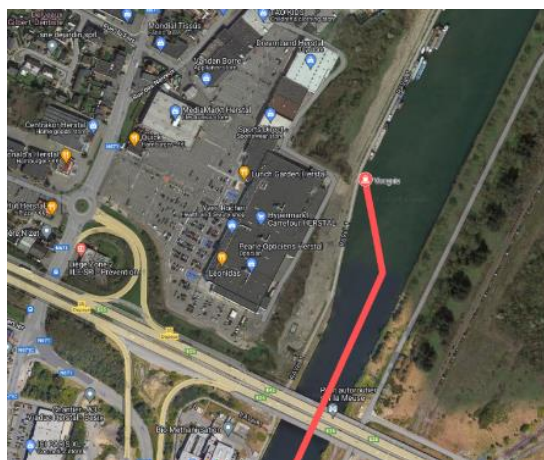


Figure 24 : vue de l'arrêt Vivegnis

Herstal IPES – rive gauche

Arrêt devant l'école polytechnique pour faciliter la mobilité étudiante, accès au centre-ville d'Herstal.

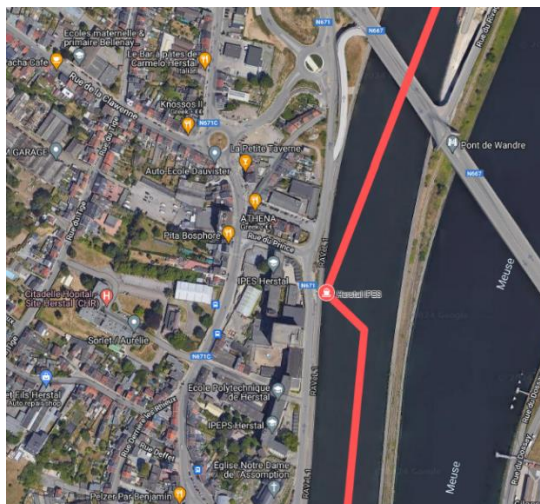


Figure 25 : vue de l'arrêt Herstal

Entretien avec la ville de Herstal

Un entretien a été mené le 04/07/2024 avec la ville de Herstal dans le but d'identifier les orientations préférentielles en termes d'implantation d'un éventuel arrêt de bateau-bus.

La Ville indique que le collège a récemment étudié la possibilité d'un bateau-bus sur le territoire, mais principalement à vocation touristique.

Concernant l'arrêt Vivegnis, il est globalement bien positionné mais devra s'articuler, le cas échéant, avec les futures liaisons prévues entre le Ravel et le parking du centre commercial, ce qui pourrait amener à déplacer légèrement l'arrêt vers l'amont.

Concernant l'arrêt IPES, celui-ci devra idéalement être positionné avant la remontée vers le croisement avec la rue du Prince (en amont de celle-ci), pour faciliter l'accès au passage piéton permettant de traverser le Boulevard Albert 1er. Le positionnement exact entre le campus IPES et la place Licourt restera à discuter finement, en cas de déploiement du réseau.

Enfin, la ville de Herstal interroge la possibilité de mettre en place un arrêt au niveau de la rue des mineurs : la rue des Mineurs est une des transversales de la « Low Line », épine dorsale de la mobilité active qui sera mise en place sur le territoire de la ville, avec un accès direct au centre de Herstal. Il faut cependant noter que cette zone est utilisée d'une part par des activités industrielles (chantier La Bouée) et d'autre part par des bateaux logements, ce qui complique la mise en œuvre d'un arrêt à cet endroit. Cette possibilité ne doit cependant pas être formellement exclue et méritera d'être approfondie en cas de déploiement du réseau.

Pont Atlas – rive gauche

Point de jonction entre la Meuse et la Dérivation, point d'entrée dans le centre-ville, non loin de la cité d'immeubles de Droixhe et à l'entrée de la darse de Coronmeuse

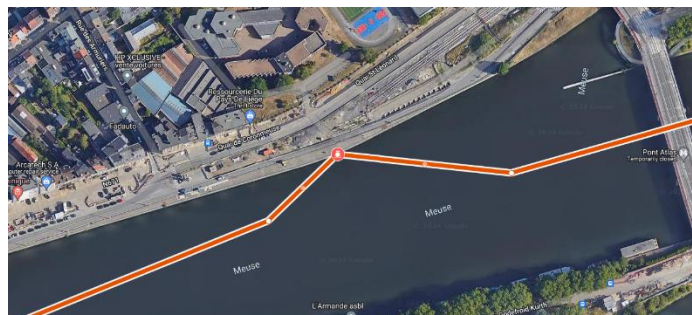


Figure 26 : vue de l'arrêt Pont Atlas

Pont Maghin rive droite

Accès vers Outremeuse, caserne Fonck, B3.

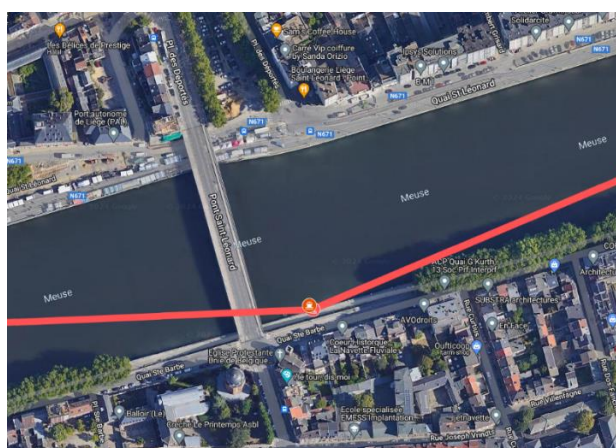


Figure 27 : vue de l'arrêt Pont Maghin

Passerelle Saucy - XX août – rive gauche

Accès à l'hypercentre (Opéra, Carré, Saint Lambert...), au quartier universitaire, accès au marché de la Batte.

Liaison avec le futur corridor mode doux.

En fonction des liaisons avec la future passerelle, accès aisé au quartier Outremeuse.

Situé dans un quartier très commerçant, à quelques minutes de l'hypercentre (St Lambert, Opéra, Carré,...), à deux pas de l'administration de l'ULiège, avec un accès piéton aisé vers Outremeuse ; cet arrêt est en plein cœur du marché de la Batte chaque dimanche ;



Figure 28 : vue de l'arrêt Passerelle Saucy – XX août

Aquarium – rive gauche

Accès à l'Aquarium et plus généralement au cœur du quartier Outremeuse. Cet accès facilite aussi le passage d'une rive à l'autre.



Figure 29 : vue de l'arrêt Aquarium

Paradis/Guillemins – rive gauche

Accès gare des Guillemins, tram, tour des Finances et quartier en (fin de) reconversion.
Accès Boverie par la passerelle.



Figure 30 : vue de l'arrêt Paradis / Guillemins

Monument Gramme – rive droite

Point de jonction entre la Meuse et la Dérivation, point d'entrée dans le centre-ville, quartier comportant plusieurs écoles et hautes écoles, arrêt de nombreuses lignes de bus.



Figure 31 : vue de l'arrêt Monument Gramme

Sclessin Standard – rive gauche

Arrêt potentiel, probablement desservi uniquement les jours de matchs, situé juste devant le stade.

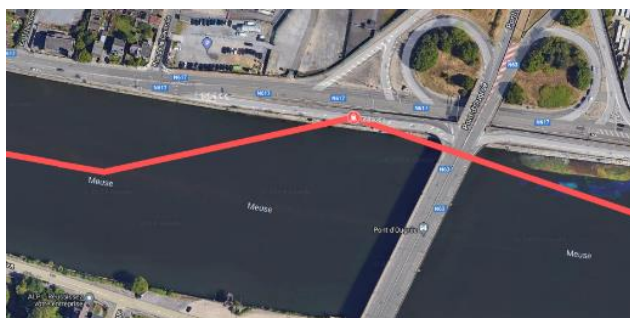


Figure 32 : vue de l'arrêt Sclessin Standard

Pont de Seraing

Terminus sud actuel du réseau, à proximité de la gare routière de Jemeppe et de la gare omnibus "Pont de Seraing".

Accès centre de Seraing revitalisé.

Un bassin actuellement inutilisé est situé à quelques minutes du pont pourrait servir de terminal de nuit et de zone de maintenance, en fonction de son affectation future (voir § 7.2).

Comme précisé dans l'encart ci-dessous, cet arrêt pourrait se positionner en rive gauche (côté pôle multimodal) ou en rive droite (côté centre-ville). Il devrait en tous cas être mis en œuvre en cohérence avec la future passerelle mode doux.



Figure 33 : vue de l'arrêt Pont de Seraing

Entretien avec la ville de Seraing

Un entretien a été mené le 26/06/2024 avec la ville de Seraing dans le but d'identifier les orientations préférentielles en termes d'implantation d'un éventuel arrêt de bateau-bus.

Il en ressort les points suivants :

Passerelle cyclo-piétonne

Une passerelle cyclo-piétonne est prévue pour rejoindre le futur pôle multimodal de Jemeppe en rive gauche (bus, tram, et gare à proximité) et le centre-ville de Seraing en rive droite.

Du fait de cette passerelle, la Ville ne marque pas de préférence nette entre un arrêt en rive gauche (pôle multimodal) et un arrêt en rive droite (centre-ville), bien que la logique voudrait positionner l'arrêt de bateau-bus en rive gauche.

Cependant, la ville de Seraing attire l'attention sur la coordination à prévoir, afin de garantir l'accessibilité du quai depuis la passerelle. Cette coordination est difficile à prévoir dès maintenant, vu la temporalité différente des projet (le marché d'auteur de projet de la passerelle est en cours d'attribution).

Darse de Jemeppe et rampe d'accès à l'eau en rive gauche (voir § 7.2)

Concernant la darse de Jemeppe, et suite à l'étude de faisabilité d'un port de plaisance dans la darse, une demande de modification du plan de secteur et été émise et est en cours d'analyse par la Région Wallonne. La ville de Seraing conserve l'ambition de requalifier la zone de la darse, ne la rendant pas propice à une zone de remisage des bateaux.

Concernant la rampe d'accès à l'eau en rive gauche, la ville de Seraing ne possède pas d'information précise sur la gestion des parcelles. Ces parcelles appartiennent à la Région Wallonne.

Extensions

La ville de Seraing indique qu'il pourrait être intéressant, dans une phase ultérieure, et éventuellement de façon moins régulière (week-ends et/ou congés scolaires uniquement, par exemple), de prévoir une extension jusqu'au site du Val Saint Lambert.

Longdoz Médiacité – dérivation rive droite

Accès au centre commercial de la Médiacité, aux quartiers de la rive droite, aux musées des transports et de la métallurgie.



Figure 34 : vue de l'arrêt Longdoz Médiacité

Amercoeur - dérivation rive gauche et rive droite

Accès cœur des quartiers Outremeuse et Amercoeur.

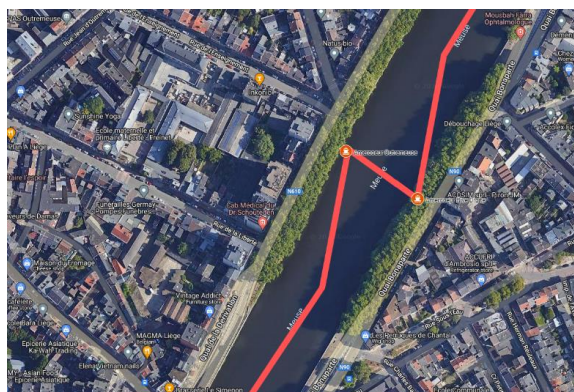


Figure 35 : vue des arrêts Amercoeur

Bavière / B3 – dérivation rive gauche

Accès au quartier Outremeuse et à la bibliothèque de la Province, à l'école HEPL et au CHU – BRULL



Figure 36 : vue de l'arrêt Bavière

Bressoux – dérivation rive droite

Desserte du quartier Bressoux

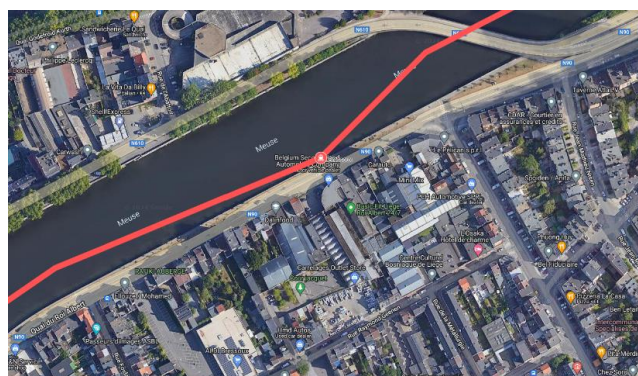


Figure 37 : vue de l'arrêt Bressoux

P+R Tram / Liège Expo

Accès au boulevard urbain et au P+R du tram ainsi qu'à Liège Expo

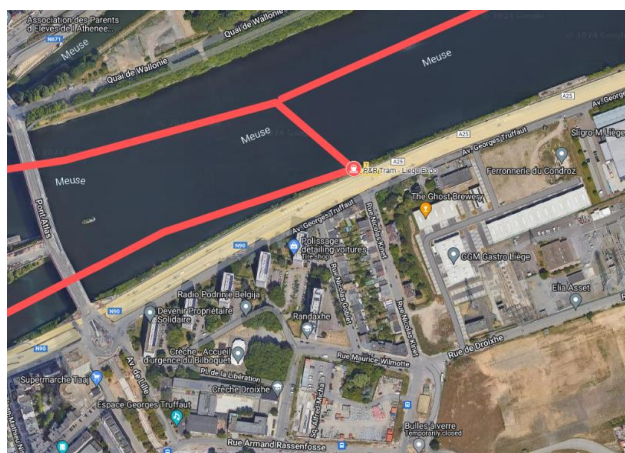


Figure 38 : vue de l'arrêt P+R Tram / Liège Expo

5.4.2. DÉFINITION DES LIGNES POTENTIELLES

Afin de simplifier au maximum le réseau et de permettre aux passagers d'aller le plus loin possible sans rupture de charge, plusieurs options sont préconisées pour desservir la majorité ou la totalité des arrêts définis.

Ces options sont illustrées ci-dessous. A noter que toutes les options incluent la navigation sur la Dérivation. Malgré les enjeux liés à l'aviron (voir encart ci-dessous), cette option paraît indispensable pour les raisons suivantes :

- Pas de concurrence avec le tram ;
- Desserte des quartiers Outremeuse, Longdoz, Amercoeur et rabattement vers le tram via Paradis (et, le cas échéant, Pont Atlas), le tout avec une régularité que peut difficilement offrir le transport terrestre ;
- Absence de ligne de bus suivant l'intégralité de ce parcours, y compris dans le nouveau réseau.

Avant de décrire les différentes lignes, quelques spécificités relatives à la Dérivation sont détaillées ci-après : spécificités intrinsèques (et différences par rapport à la Meuse) et spécificité d'usage.

5.4.2.1. Spécificités relatives à la Dérivation

Spécificités intrinsèques

La Dérivation présente les spécificités suivantes par rapport à la Meuse :

- A ce jour, la Dérivation est interdite à la navigation à moteur. Le cas échéant, la mise en œuvre d'une ligne de bateau-bus sur la Dérivation imposera une révision de la réglementation ;
- N'étant pas une voie navigable utilisée par les bateaux de commerce, le tirant d'eau n'est pas garanti comme sur la Meuse. C'est pourquoi il est important de minimiser l'enfoncement des bateaux, comme prévu dans le cadre de cette étude (enfoncement maximum de 1,0 m). Une analyse de la bathymétrie de fin juillet 2021 montre que ce tirant d'eau est satisfait sur l'ensemble du linéaire, à l'exception des quelques zones en berge, qui ne serait de toute façon pas naviguées.
- De même, le tirant d'air n'est pas garanti au même titre que sur la Meuse. C'est pourquoi un tirant d'air de 3,4 m maximum est retenu pour la conception des bateaux, ce qui est acceptable au regard des informations mises à notre disposition.

Spécificités d'usage

Au-delà des spécificités intrinsèques, la Dérivation fait l'objet d'un usage particulier, à savoir la pratique d'aviron.

De ce fait, le 04/06/2024, un entretien a été réalisé avec M ESTIENNE, membre du CA de l'Union Nautique de Liège, afin d'examiner les contraintes et risques liés à la navigation éventuelle d'un bateau-bus sur la Dérivation. L'entretien s'est déroulé à l'Union Nautique.

Entretien avec le club d'avirons (Union Nautique)

Cet entretien a permis de mettre en lumière le fonctionnement du club, les conditions de navigation des avirons et les interactions possibles entre aviron et bateau bus, en cas de mise en œuvre d'une ligne de bateau-bus sur la dérivation qui, aujourd'hui interdite à la navigation à moteur, constitue une piste de vitesse et d'apprentissage d'aviron de grande qualité.



Fonctionnement du club et avirons

Il faut tout d'abord noter que tout membre expérimenté a l'autorisation de naviguer sans restriction (si ce n'est restriction liée au débit, voir ci-dessous), à savoir la semaine, le week-end, en journée et en soirée (y compris à la nuit tombée, en hiver par exemple, à l'aide de lampes de poche pour assurer la visibilité).

Au-delà de cette navigation libre, l'école d'aviron se tient d'avril à octobre, les mercredi après-midi, samedi et dimanche matin, ainsi que les mardis de 18h à 20h.

Spécificité

Les avirons ont un franc-bord d'une dizaine de cm ; ils ne tolèrent donc pas de vagues supérieures à 5 à 10 cm.

La pratique de l'aviron impose de progresser dos au sens d'évolution, limitant ainsi la visibilité, à moins de se retourner régulièrement. Les rameurs expérimentés connaissent « par cœur » le site et se retournent donc très peu.



En fibre de verre, le plus léger possible, les avirons sont des équipements fragiles qui ne tolèrent pas les chocs.

Conditions et règles de navigation

La navigation est possible moyennant respect des débits suivants :

- $Q < 600 \text{ m}^3/\text{s}$ mesurés à Lixhe pour la navigation sur la dérivation
- $Q < 80 \text{ m}^3/\text{s}$ mesurés aux Grosses Battes pour la navigation sur l'Ourthe

Un aviron avalant doit évoluer côté rive gauche, dans une bande de 10 m depuis la rive.

Un aviron montant doit évoluer côté rive droite, dans une bande de 10 m depuis la rive.

Pour rappel, la dérivation a une largeur de 50 m, dont 10 m sont neutralisés de chaque côté pour l'aviron, laissant donc théoriquement un couloir de 30 m pour le bateau bus, à utiliser à double sens.

Les demi-tours sont généralement (mais pas impérativement) réalisés à l'aval d'un pont.

Les bons rameurs évoluent à plus de 10 ou 12 km/h, soit plus que la vitesse commerciale des bateaux (cf § 5.4.3).

Interactions possibles

En navigation courante, il ne devrait théoriquement pas y avoir d'interaction entre bateau-bus et aviron, hormis la question des vagues, qui peuvent être maîtrisées grâce à une navigation

à vitesse réduite et un profil de coque adéquat. Néanmoins, un rameur débutant, ou des rameurs en train de se dépasser restent susceptibles de dépasser la bande de 10 m énoncée plus haut, imposant une attention particulière dans le chef des pilotes.

Les infrastructures sont également susceptibles de générer un risque pour les avirons, même en l'absence de bateaux : ces infrastructures empiètent sur les couloirs d'évolution utilisés aujourd'hui. Il faut cependant noter que les habitudes seront sans doute prises par les rameurs assez rapidement, et qu'ils seront en mesure d'éviter ces obstacles.

Par contre, un bateau accosté empiète sur le nouveau couloir de navigation, générant un risque de collision entre aviron et bateau. Ceci est d'autant plus vrai en manœuvre d'approche ou de départ de l'arrêt.

Enfin, un dernier risque est identifié lors des demi-tours des avirons ; ils empruntent alors, par la force des choses, le « couloir » central de navigation du bateau bus.

Synthèse

Il ne ressort pas de l'entretien une cohabitation impossible entre avirons et bateau-bus. Le déploiement d'une ligne de bateau-bus nuira cependant à la qualité du terrain d'aviron, imposera un suivi strict des règles de navigation, une attention particulière des rameurs et la création d'un risque aujourd'hui inexistant, inhérent à la cohabitation entre bateau motorisé et bateau à rames.

En cas de concrétisation de la ligne, la poursuite du dialogue avec l'Union Nautique (et, probablement, avec le RCAE, autre club d'aviron) est impérative afin de limiter les impacts négatifs sur leurs activités.

5.4.2.2. Option 1: Ligne 1 - Dérivation et Meuse Centre

La ligne unique dessert la dérivation et la Meuse entre pont Atlas et Paradis

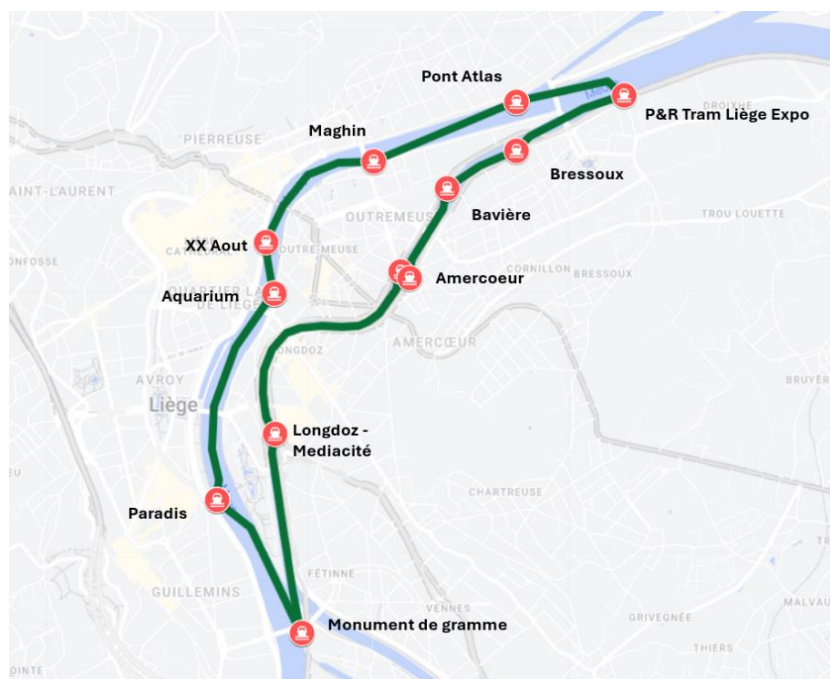


Figure 39 : Proposition de ligne Dérivation et Meuse Centre – option 1 (Ligne 1)

5.4.2.3. Option 2 : Ligne Dérivation 2 et ligne 3 Meuse Centre avec prolongation vers Seraing

La ligne 2 dessert la dérivation, incluant les arrêts Pont Atlas et Paradis, qui permettent la connexion avec la ligne 3 desservant la Meuse entre Pont Atlas et Seraing.

Des connexions entre les lignes 2, lignes 3 et Tram sont possibles à Pont Atlas et Paradis.

Les bateaux de la ligne 2 font demi-tour aux terminus de cette ligne (Pont Atlas et Paradis).



Figure 40 : Proposition de ligne Dérivation et ligne Meuse Centre jusque Seraing – option 2 (lignes 2 – Dérivation et 3 – Meuse)

5.4.2.4. Option 3 : Ligne Dérivation 2 et ligne 4 Meuse Centre avec prolongation vers Seraing et Herstal / Vivegnis

La ligne 2 dessert la dérivation, incluant les arrêts Pont Atlas et Paradis, qui permettent la connexion avec la ligne 4 desservant la Meuse entre Vivegnis et Seraing.

Des connexions entre les ligne 2, ligne 4 et Tram sont possibles à Pont Atlas et Paradis.

Les bateaux de la ligne 2 font demi-tour aux terminus de cette ligne (Pont Atlas et Paradis).

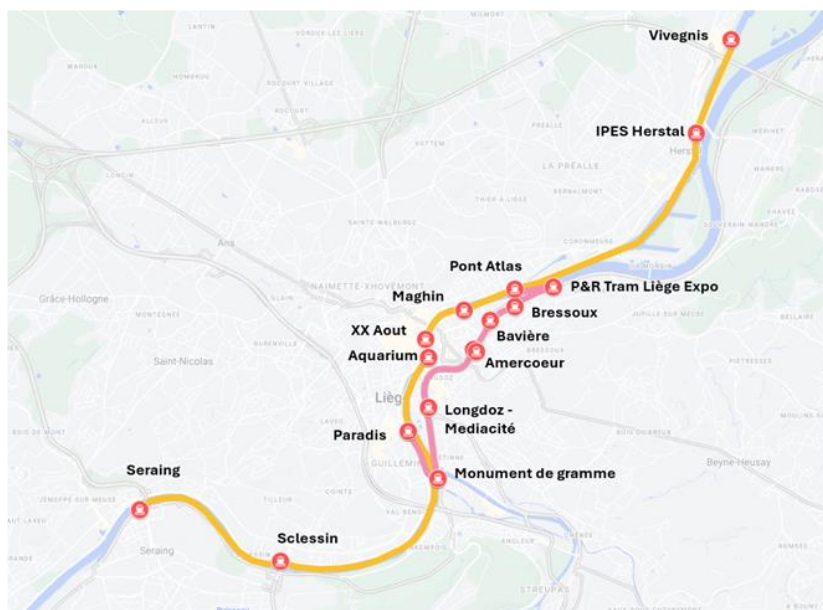


Figure 41 : Proposition de ligne Dérivation et ligne Meuse Vivegnis - Seraing – option 3 (ligne 2 – Dérivation et ligne 4 – Meuse)

5.4.2.5. Alternatives et considérations diverses

D'autres options peuvent être envisagées à savoir diminuer le nombre d'arrêts et les remettre en service pour des manifestations spéciales à savoir l'arrêt de Sclessin et l'arrêt au palais des Congrès.

Un prolongement saisonnier jusqu'au Val Saint Lambert est également jugé intéressant par la Ville de Seraing.

5.4.3. DÉFINITION DES FRÉQUENCES, VITESSES COMMERCIALES ET NOMBRE DE BATEAUX

5.4.3.1. Hypothèses de travail

Vitesse et durée des arrêts

Les hypothèses suivantes sont prises en termes de vitesse maximale, durée brute des arrêts, et durée de la phase décélération / arrêt / accélération :

- Vitesse maximale :
 - 23 km/h sur la Meuse
 - 15 km/h sur la dérivation

Les vitesses maximales sont prises pour hypothèse de travail en prenant compte les critères suivants :

- Dérivation (15 km/h) :

- Cette vitesse permet de limiter de la génération des vagues, dans un chenal plus étroit que la Meuse, (probablement) en présence d'avirons. Une vitesse de navigation plus élevée augmente la hauteur de vague générée par le passage de bateaux, ce qui amènerait, sur des linéaires à définir, à modifier les berges pour limiter le risque d'érosion dû aux vagues ;
 - Cette vitesse requiert une puissance de motorisation limitée, limitant ainsi la consommation énergétique et rendant possible le recours à une motorisation full électrique, comme indiqué au § 6.4. La puissance de motorisation nécessaire augmente fortement avec la vitesse de navigation ;
 - A noter qu'actuellement, il n'y a pas de vitesse autorisée pour la navigation motorisée, car celle-ci est interdite.
- Meuse (23 km/h) :
 - Cette vitesse est prise pour hypothèse afin d'atteindre des vitesses commerciales compétitives avec les transports terrestres (voir calcul ci-dessous) ;
 - Cette vitesse permet de limiter l'écart de vitesse entre navigation de commerce (limitée à 15 km/h) et navigation des bateau-bus, afin de garantir la sécurité des usagers de la voie d'eau. A noter qu'à ce jour, la limitation de vitesse à 15 km/h s'applique à tout type de navigation sur la Meuse dans la traversée de Liège ;
 - Une vitesse plus élevée amènera à nécessiter une puissance de motorisation élevée et donc une augmentation significative de la consommation énergétique.
 - Durée d'arrêt : 1 min
 - Durée totale décélération / arrêt / accélération : 3 min

Concernant ce dernier point, la justification est donnée ci-après : en considérant une accélération et un freinage "linéaires" avec une accélération suffisamment confortable pour les passagers (prenons 0,015g, soit 0,15m/s²), il faudra pour passer de 0 à 23 km/h (= 6,3 m/s) et vice-versa (exemple Meuse) :

- Atteindre une vitesse de 6,3 m/s, ce qui demande environ 43 s si l'augmentation de vitesse est régulière ;
- en 43 s, en passant linéairement de 0 à 23 km/h, on parcourt une distance d'environ 270 m ;
- idem pour la décélération jusqu'à l'arrêt.

L'estimation de durée de 3 min (43 s + 60 s + 43 s) apparaît donc valable pour le stade d'étude actuel.

Fréquence et amplitude horaire

Il est considéré une fréquence de passage de minimum 1 bateau toutes les 15 minutes.

L'amplitude horaire est de 6h à 22h.

Nombre de passagers

Le nombre de passagers par ligne est défini sur base de l'enquête, et en particulier

- la matrice Origine / Destination (Tableau 3) ;
- la restriction de potentiel (§ 5.3.3) ;
- la configuration des lignes (§ 5.4.2), qui permet de sélectionner les Origines / Destinations pertinentes pour chaque ligne :
 - les voyages hors des périmètres des lignes sont exclus. Par exemple, pour la ligne 1 - Dérivation, un voyage Herstal – Liège est exclu car le voyageur utilisera un moyen de transport terrestre.
 - les voyages le long de l'axe Meuse, nécessitant dans tous les cas une partie du trajet en tram sont également exclus car ils imposeraient une rupture de charge. Par exemple, un voyage Herstal-Seraing est exclu des voyages considérés pour l'option 2- ligne 3 (Pont Atlas – Seraing), car ce voyage exigerait une rupture charge – changement à Pont Atlas (*à noter que ce raisonnement a été établi en prenant pour hypothèse la réalisation des extensions du tram, càd avant la décision du gouvernement wallon du 29/08/2024 de les remplacer par des bus – cette décision implique par défaut une rupture de charge en transport terrestre également*).

Répartition des passagers

L'exploitation de l'enquête permet de déterminer le nombre maximum de passagers sur chaque ligne.

La répartition horaire des passagers est issue des données de trafic Bemobile sur base des données GPS (Floating car data) communiquées par la Ville. Plusieurs périodes ont été analysées depuis 2021 et jusque 2023. Ces chiffres représentent le trafic total présent à Liège chaque heure de la journée.

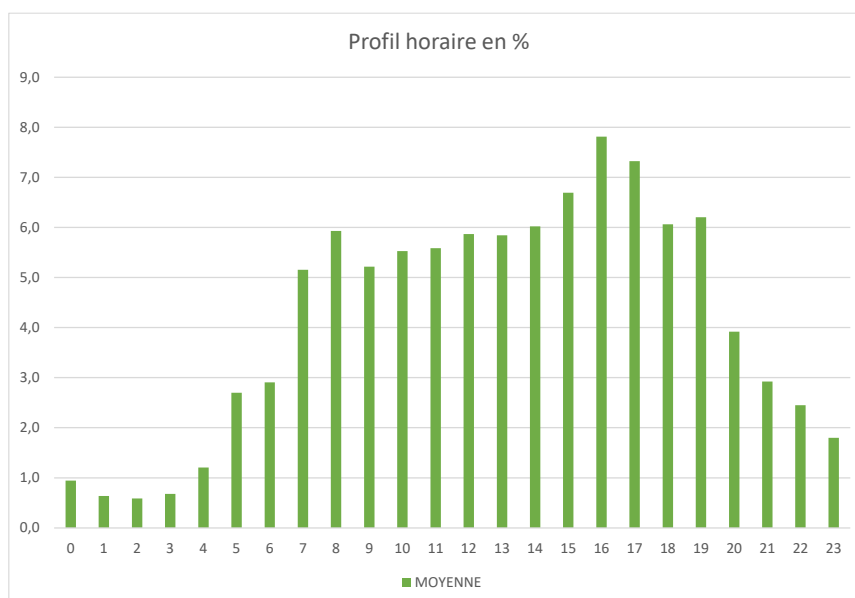


Figure 42 : pourcentage de trafic Floating car data Bemobile (source Ville de Liège)

Etant donné que le bateau bus a une amplitude horaire de 6h à 22h, ces données sont ajustées afin de cumuler un total de 100% sur cette amplitude.

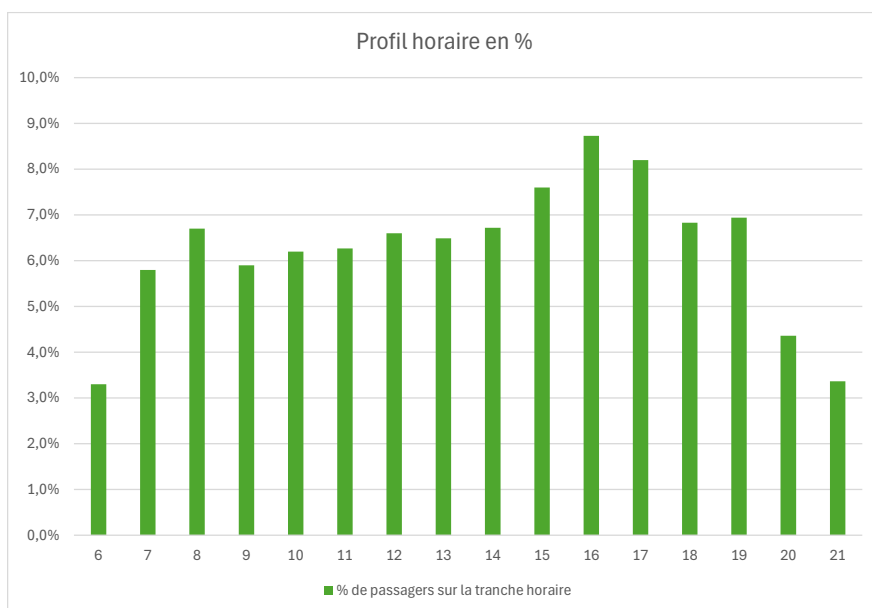


Figure 43 : Répartition horaire des passagers retenus pour la présente étude

Capacité des bateaux

Les premières analyses de sensibilité ont amené à retenir les capacités de bateaux suivantes :

- Dérivation : 30 personnes
- Meuse : 50 personnes

Le choix d'un bateau de 30 personnes sur la Dérivation est défini après une analyse préalable de la fréquentation, qui indique qu'un bateau de 50 personnes serait largement sous-exploité. Ce choix est validé par les Tableau 6 et Tableau 7 ci-dessous, qui confirment le besoin d'avoir au maximum 9 bateaux de 30 personnes pour assurer la capacité de transport aux heures de pointe.

Il faut noter que

- L'analyse de la capacité est réalisée au temps initial de l'implémentation du projet ; une augmentation de la fréquentation avec le temps est envisageable, selon le succès effectif rencontré par ce mode de transport ;
- Il est faisable, à coût maîtrisé (et en tous cas sans devoir acquérir de nouveaux bateaux) de modifier l'aménagement intérieur pour en augmenter la capacité de façon substantielle.

5.4.3.2. Option 1 : Ligne unique sur la Meuse et la dérivation (ligne 1)

Le Tableau 5 reprend les distances entre arrêts, temps de navigation , temps de décélération / arrêt / accélération pour la ligne Option 1 (Dérivation).

Le Tableau 6 et les tableaux suivants prennent en compte l'hypothèse de fréquentation dite « 15% », à savoir considérer que 15 % des utilisateurs potentiels utilisent effectivement le bateau-bus. Afin de dimensionner la flotte, le raisonnement suivant prend en compte la fréquentation maximale dite « 15% » : la flotte dimensionnée pourra ainsi supporter la fréquentation des hypothèses inférieures (10% et 5%).

Le Tableau 7 calcule le nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence de navigation, à savoir un passage à chaque arrêt toutes les 15 min, et ce peu importe la fréquentation. Pour ce faire, il détermine le temps nécessaire à un bateau pour faire le parcours complet aller et retour. Ceci permet de déterminer l'heure à laquelle ce bateau est prêt pour entamer un nouveau parcours (dans ce cas, après 134 min, soit 2h14 min). Il est donc nécessaire de prévoir 9 bateaux, qui entament leur parcours toutes les 15 min, pendant que ce premier bateau réalise son parcours complet aller / retour. A noter que cette approche ne considère pas de bateau supplémentaire (en cas d'avarie, par exemple). En phase d'implémentation concrète, il appartiendra à l'exploitant d'évaluer la nécessité de prévoir un bateau supplémentaire (à comparer avec le risque de devoir travailler en mode dégradé).

Il en ressort :

- Une durée de trajet (boucle complète de Paradis à Paradis) de ~70 min
- Une vitesse commerciale de 9,8 km/h
- Une nécessité de faire naviguer 9 bateaux simultanément afin d'assurer la fréquence (Tableau 7) ; 9 bateaux étant nécessaires pour garantir la capacité (Tableau 6)

Tableau 5 : Arrêts, distances et temps total du parcours et la vitesse commerciale pour la ligne 1 - Option 1

ligne 1			
Arrêts	Distance (km)	Temps de parcours (min)	Temps d'arrêt et décélération+ accélération (min)
Paradis RG		0,0	
Monument de Gramme RD	1	2,6	2
Longdoz Médiacité RD	1,5	6,0	3
Amercoeur RD	1,5	6,0	3
Amercoeur RG	0,1	0,4	3
Bavière RD	0,7	2,8	3
Bressoux RG	0,73	2,9	3
P&R Tram de liège RD	0,9	2,3	3
Pont Atlas RG	1	2,6	3
Pont Maghin RD	1	2,6	3
XX Août RG	0,9	2,3	3
Aquarium RD	0,4	1,0	3
Paradis RG	1,2	3,1	2
Total	10,93	34,8	32
Temps de parcourt total y compris les tems d'arrêts min		66,8	
Vitesse commerciale km/h		9,8	

Tableau 6 : Répartition journalière de passagers sur la ligne et nombre de bateaux associés – ligne 1 - option 1

Nombre de passager par sens / jour			2971			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	98	4	30	120	22
7h à 8h	5,8%	172	6	30	180	8
8h à 9h	6,7%	199	7	30	210	11
9h à 10h	5,9%	175	6	30	180	5
10h à 11h	6,2%	184	6	30	180	-4
11h à 12h	6,3%	186	6	30	180	-6
12h à 13h	6,6%	196	7	30	210	14
13h à 14H	6,5%	193	7	30	210	17
14h à 15h	6,7%	200	7	30	210	10
15h à 16h	7,6%	226	8	30	240	14
16h à 17h	8,7%	259	9	30	270	11
17h à 18h	8,2%	244	8	30	240	-4
18h à 19h	6,8%	203	7	30	210	7
19h à 20h	6,9%	206	7	30	210	4
20h à 21h	4,4%	130	5	30	150	20
21h à 22h	3,4%	100	4	30	120	20
Total	100,0%	2971			3000	129

Tableau 7 : Calcul du nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence – option 1

Temps de parcours de 11 km:	35	minutes
Temps d'arrêt à chaque stop:	3,0	minutes
Nombre d'arrêt:	12	
Temps d'arrêt total:	32	minutes
Temps de navigation totale:	67	minutes
Premier départ:	6:00	hh:mm
Fréquence de passage :	15	min
Retour du premier Bateau	8:14	
Nombre de bateau	9	

5.4.3.3. Option 2 : Ligne Dérivation et ligne Meuse Centre avec prolongation vers Seraing

Le Tableau 8 reprend les distances entre arrêts, temps de navigation , temps de décélération / arrêt / accélération pour la ligne 2 Option 2 (Ligne Dérivation). Le Tableau 11 reprend les mêmes informations pour la ligne 3 (ligne Meuse)

Il en ressort :

- Ligne Dérivation
 - Une durée de trajet (boucle complète de Paradis à Paradis) de ~50 min

- Une vitesse commerciale de 9,2 km/h
- Une nécessité de faire naviguer 7 bateaux simultanément afin d'assurer la fréquence (Tableau 10) ; 5 bateaux étant nécessaires pour garantir la capacité (Tableau 9)
- Ligne Meuse
 - Une durée de trajet de ~50 min
 - Une vitesse commerciale de 13,3 km/h
 - Une nécessité de faire naviguer 7 bateaux simultanément afin d'assurer la fréquence (Tableau 13) ; 5 bateaux étant nécessaires pour garantir la capacité (Tableau 12)

Ligne 2 – Dérivation

Tableau 8 : Arrêts, distances et temps total du parcours et la vitesse commerciale pour la ligne Option 2 – ligne 2 Dérivation

Arrêts	Distance (km)	Temps de parcours (min)	Temps d'arrêt et décélération+ accélération (min)
Paradis RG		0,0	1
Monument Gramme RD	1	2,6	3
Longdoz Médiacité RD	1,5	6,0	3
Amercoeur RD	1,5	6,0	3
Amercoeur RG	0,1	0,4	3
Bavière RD	0,7	2,8	3
Bressoux RG	0,73	2,9	3
P&R Tram de Liège RD	0,9	2,3	3
Pont Atlas RG	1	2,6	1
Total	7,43	25,7	23
Temps de parcours total y compris les temps d'arrêts min		48,7	
Vitesse commerciale km/h		9,2	

Tableau 9 : Répartition journalière de passagers sur la ligne et nombre de bateaux associés – option 2 – ligne 2

Nombre de passager par sens / jour			1560			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	51	2	30	60	9
7h à 8h	5,8%	90	3	30	90	0
8h à 9h	6,7%	105	4	30	120	15
9h à 10h	5,9%	92	3	30	90	-2
10h à 11h	6,2%	97	4	30	120	23
11h à 12h	6,3%	98	4	30	120	22
12h à 13h	6,6%	103	4	30	120	17
13h à 14H	6,5%	101	4	30	120	19
14h à 15h	6,7%	105	4	30	120	15
15h à 16h	7,6%	119	4	30	120	1
16h à 17h	8,7%	136	5	30	150	14
17h à 18h	8,2%	128	5	30	150	22
18h à 19h	6,8%	107	4	30	120	13
19h à 20h	6,9%	108	4	30	120	12
20h à 21h	4,4%	68	3	30	90	22
21h à 22h	3,4%	52	2	30	60	8
Total	100,0%	1560			1710	210

Tableau 10 : Calcul du nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence – option 2 – ligne 2

Temps de parcours de 7,43km:	26	minutes
Temps d'arrêt à chaque stop:	3,0	minutes
Nombre d'arrêt:	9	
Temps d'arrêt total:	23	minutes
Temps de navigation totale:	49	minutes
Premier départ:	6:00	hh:mm
Fréquence de passage :	15	min
Retour du premier Bateau	7:39	
Nombre de bateau	7	

Ligne 3 - Meuse

Tableau 11 : Arrêts, distances et temps total du parcours et la vitesse commerciale pour la ligne Option 2 – ligne 3 Meuse

Arrêts	Distance (km)	Temps de parcours (min)	Temps d'arrêt et décélération+ accélération (min)
Jemeppe-Pont de Seraing RD	0		1
Sclessin RG	2,2	5,7	3
Monument Gramme RD	4	10,4	3
Paradis RG	1	2,6	3
Aquarium RD	1,2	3,1	3
Passerelle Saucy RG	0,35	0,9	3
Pont Maghin RD	0,85	2,2	3
Pont Atlas RG	1	2,6	1
Total	10,6	27,7	20
Temps de parcours total y compris les temps d'arrêts min		47,7	
Vitesse commerciale km/h		13,3	

Tableau 12 : Répartition journalière de passagers sur la ligne et nombre de bateaux associés – option 2 – ligne 3

Nombre de passager par sens / jour			2616			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	86	2	50	100	14
7h à 8h	5,8%	152	3	50	150	-2
8h à 9h	6,7%	175	4	50	200	25
9h à 10h	5,9%	154	3	50	150	-4
10h à 11h	6,2%	162	4	50	200	38
11h à 12h	6,3%	164	4	50	200	36
12h à 13h	6,6%	173	4	50	200	27
13h à 14H	6,5%	170	4	50	200	30
14h à 15h	6,7%	176	4	50	200	24
15h à 16h	7,6%	199	4	50	200	1
16h à 17h	8,7%	228	5	50	250	22
17h à 18h	8,2%	215	5	50	250	35
18h à 19h	6,8%	179	4	50	200	21
19h à 20h	6,9%	182	4	50	200	18
20h à 21h	4,4%	114	3	50	150	36
21h à 22h	3,4%	88	2	50	100	12
Total	100,0%	2528			2850	322

Tableau 13 : Calcul du nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence – option 2 – ligne 2

Temps de parcours de 10,6 km:	28	minutes
Temps d'arrêt à chaque stop:	3,0	minutes
Nombre d'arrêt:	8	
Temps d'arrêt total:	20	minutes
Temps de navigation totale:	48	minutes
Premier départ:	6:00	hh:mm
Fréquence de passage :	15	min
Retour du premier Bateau	7:37	
Nombre de bateau	7	

5.4.3.4. Option 3 : Ligne Dérivation et ligne Meuse Centre avec prolongation vers Seraing et Herstal / Vivegnis

Le Tableau 8 reprend les distances entre arrêts, temps de navigation , temps de décélération / arrêt / accélération pour la ligne 2 Option 3 (Ligne Dérivation, identique option 2 ligne 2).

Le Tableau 14 reprend les mêmes informations pour la ligne 4 (ligne Meuse).

Il en ressort :

- Ligne Dérivation (idem option 2, ligne 1)
 - Une durée de trajet (boucle complète de Paradis à Paradis) de ~50 min
 - Une vitesse commerciale de 9,2 km/h
 - Une nécessité de faire naviguer 7 bateaux simultanément afin d'assurer la fréquence (Tableau 10) ; 5 bateaux étant nécessaires pour garantir la capacité (Tableau 9)
- Ligne Meuse - 4
 - Une durée de trajet de ~70 min
 - Une vitesse commerciale de 14,3 km/h
 - Une nécessité de faire naviguer 10 bateaux simultanément afin d'assurer la fréquence (Tableau 16) ; 8 bateaux étant nécessaires pour garantir la capacité (Tableau 15)

Ligne 2 – Dérivation

La ligne 2 est identique à la ligne 2 option 2. Voir § 5.4.3.3.

Ligne 4 - Meuse

Tableau 14 : Arrêts, les distances et le temps total du parcours et la vitesse commerciale pour la ligne
Option 3 – ligne 4 Meuse

ligne 4			
Arrêts	Distance (km)	Temps de parcours (min)	Temps d'arrêt et décélération+ accélération (min)
Jemeppe-Pont de Seraing RD	0		1
sclessin RG	2,2	5,7	3
Monument Gramme RD	4	10,4	3
Paradis RG	1	2,6	3
Aquarium RD	1,2	3,1	3
passerel Saucy RG	0,35	0,9	3
Pont Maghin RD	0,85	2,2	3
Pont Atlas RG	1	2,6	3
Herstal RG	4,3	11,2	3
Vivegnis RG	1,6	4,2	1
Total	16,5	43,0	26
Temps de parcourt total y compris les tems d'arrêts min		69,0	
Vitesse commerciale km/h		14,3	

Tableau 15 : Répartition journalière de passagers sur la ligne et nombre de bateaux associés – option 3
– ligne 2 Meuse

Nombre de passager par sens / jour				4209		
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	139	3	50	150	11
7h à 8h	5,8%	244	5	50	250	6
8h à 9h	6,7%	282	6	50	300	18
9h à 10h	5,9%	248	5	50	250	2
10h à 11h	6,2%	261	5	50	250	-11
11h à 12h	6,3%	264	5	50	250	-14
12h à 13h	6,6%	278	6	50	300	22
13h à 14H	6,5%	273	6	50	300	27
14h à 15h	6,7%	283	6	50	300	17
15h à 16h	7,6%	320	7	50	350	30
16h à 17h	8,7%	367	8	50	400	33
17h à 18h	8,2%	345	7	50	350	5
18h à 19h	6,8%	287	6	50	300	13
19h à 20h	6,9%	292	6	50	300	8
20h à 21h	4,4%	184	4	50	200	16
21h à 22h	3,4%	142	3	50	150	8
Total	100,0%	4209			4400	191

Tableau 16 : Calcul du nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence – option 3 – ligne 4 Meuse

Temps de parcours de 16,5 km:	43	minutes
Temps d'arrêt à chaque stop:	3,0	minutes
Nombre d'arrêt:	10	
Temps d'arrêt total:	26	minutes
Temps de navigation totale:	69	minutes
Premier départ:	6:00	hh:mm
Fréquence de passage :	15	min
Retour du premier Bateau	8:20	
Nombre de bateau	10	

5.4.3.5. Synthèse

Les principales caractéristiques des lignes de transport étudiées sont reprises aux Tableau 17 et suivants.

Les valeurs de vitesse commerciales sont globalement comparables à celles offertes par les bus, soit entre 9 et 14 km/h, toutefois pour des trajets directs (distances de parcours réduites) et une régularité potentiellement nettement meilleure que les bus roulant dans le trafic urbain. Il faut toutefois noter que, pour la dérivation (« Ligne 1 »), les vitesses de l'ordre de 9 km/h sont sensiblement inférieures aux vitesses indiquées en hypothèses de l'enquête en ligne. Il est difficile d'évaluer la sensibilité des répondants à ce paramètre (vitesse commerciale) non maîtrisé et mal connus par la plupart des usagers. Néanmoins, l'impact de cet écart entre vitesses commerciale annoncée dans l'enquête et vitesse commerciale issue des calculs de définition des lignes peut être considéré intégré dans la grande prudence prise sur le taux d'usagers effectifs par rapports aux répondants intéressés (15%, 10% et 5% selon les trois hypothèses retenues).

Tableau 17 : Synthèse des fréquences, vitesses commerciales, nombres et capacités de bateaux

	Longueur trajet en Km	Fréquence en min.	Temps de parcours en min.	Temps arrêts+ acc. et déc. En min.	Temps total en min.	Vitesse commerciale	Nombre d'arrêts	Nombre de bateau (priorité fréquence)	Nombre de bateau (selon fréquentation)	Capacité du bateau
hypothèse usagers effectifs										
Option 1										
ligne 1	11	15	35	32	67	9,8	12	9	9	30
Option 2										
Ligne 2	7	15	26	23	49	9,2	9	7	5	30
Ligne 3	11	15	28	20	48	13,3	8	7	5	50
Option 3										
Ligne 2	7	15	26	23	49	9,2	9	7	5	30
Ligne 4	17	15	43	26	69	14,3	10	10	8	50

Les fréquences sont prises pour hypothèse égales à 15 min. L'analyse détaillée des tableaux précédent montre cependant que cette fréquence impose un nombre important de bateaux en circulations par rapport aux besoins en termes de nombre de passagers, en particulier à certaines heures moins fréquentées. Dans une phase ultérieure d'implémentation du projet, il pourrait être étudié la possibilité de moduler ces fréquences en fonction de la période de la journée.

On retient également que des bateaux de 30 personnes sont justifiés sur la Dérivation, alors que des bateaux d'une capacité de 50 personnes sont justifiés sur la Meuse.

Il faut par ailleurs noter que la flotte est dimensionnée par la fréquence, et non par la fréquentation.

De ce fait, quelle que soit l'hypothèse prise sur le pourcentage d'utilisateurs effectifs (5% ; 10% ou 15%), le nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence reste identique. Il est par contre évident que les hypothèses de fréquentation ont un impact direct sur les revenus et donc l'analyse financière du projet (voir § 8). On constate que l'écart entre nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence et nombre nécessaire pour assurer la fréquentation est le plus faible pour l'option 1, suivie de l'option 3 puis l'option 2.

Les tableaux de fréquentation des lignes sont donnés pour mémoire en Annexe A5 pour les hypothèses 10% et 5%.

A titre indicatif enfin, il a été évalué que la réduction de fréquence de 15 à 20 minutes (un passage toutes les 20 minutes) permet, pour l'option 3 – ligne 4, de réduire le nombre de bateaux nécessaires pour assurer la fréquence à 8 bateaux au lieu de 10. Ce nombre de 8 bateaux permet également d'assurer la capacité nécessaire en heure de pointe.

5.4.3.6. Comparaisons avec le transport terrestre

L'objectif de la comparaison ci-dessous est d'évaluer le positionnement de l'offre de transport par bateau-bus, par rapport à l'offre de transport terrestre, pour chaque configuration de ligne, sans pour autant réaliser une comparaison exhaustive des temps de parcours pour une multitude de trajets potentiels.

Option 1

Pour l'option 1, une comparaison visuelle des lignes de bus avec la ligne de bateau-bus (pour rappel, boucle dérivation / Meuse) est possible à l'aide de la carte du (futur) réseau de bus TEC (Figure 44).

Cette carte fait apparaître la complémentarité entre les lignes terrestres, et une ligne suivant strictement la dérivation, prolongeant le trajet jusqu'au pont Atlas.

A titre d'exemple, les trajets suivants sont possible aisément en bateau-bus (ligne 1), mais nécessitent un changement (rupture de charge) en transport terrestre – voir nom des arrêts de la Ligne 1 :

- Monument Gramme – Bavière
- Paradis –Amercoeur
- ...

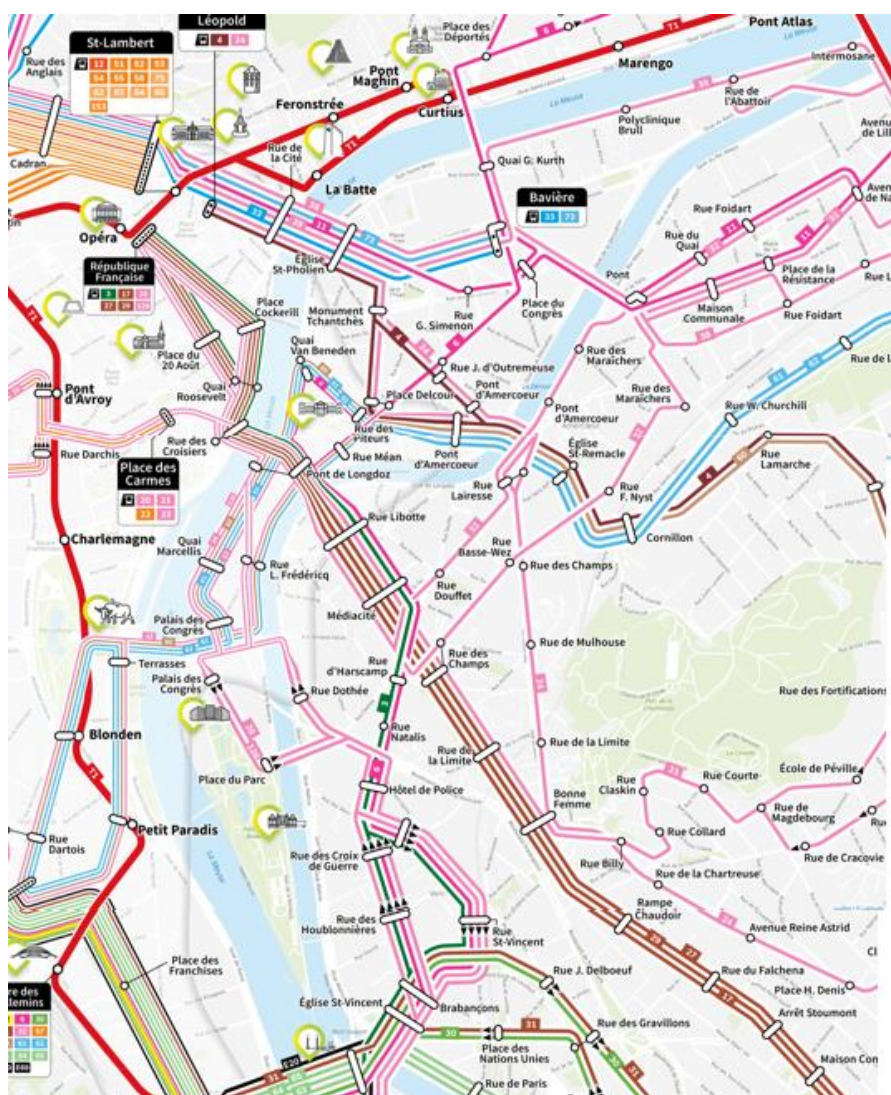


Figure 44 : Carte du futur réseau de bus TEC (source www.letec.be)

Option 2

A titre illustratif, le temps de trajet théorique est calculé entre pont Atlas et Jemeppe.

Pour le bateau, il est de 48 min, sans rupture de charge

Pour le transport terrestre, il est décomposé comme suit (suite à la décision du gouvernement wallon du 29/08/2024 de remplacer les extensions du tram par un bus) :

- Pont-Atlas – Sclessin : environ 9 km en tram, à 19 km/h, soit 28 min
- Attente 3 min
- Sclessin - Jemeppe : environ 3 km en bus à 14 km/h, soit 13 min

Le trajet en transport terrestre dure donc 44 min, soit une durée équivalente à celle du bateau, mais avec un changement.

Option 3

A titre illustratif, le temps de trajet théorique est calculé entre Herstal (centre commercial) et Jemeppe.

Pour le bateau, il est de 69 min, sans rupture de charge

Pour le transport terrestre, il est décomposé comme suit (suite à la décision du gouvernement wallon du 29/08/2024 de remplacer les extensions du tram par un bus) :

- Herstal – Coronmeuse : environ 5 km à 14 km/h, soit 21 min
- Attente 3 min
- Coronmeuse – Sclessin : environ 10,5 km en tram, à 19 km/h, soit 33 min
- Attente 3 min
- Sclessin - Jemeppe : environ 3 km en bus à 14 km/h, soit 13 min

Le trajet en transport terrestre dure donc 67 min, soit une durée équivalente à celle du bateau, mais avec deux changements.

5.5. NOTE SUR LE TRANSPORT À LA DEMANDE – TAXI BOAT

Alternativement au transport régulier, différentes formes de transport à la demande pourraient prendre place.

Afin de comprendre la notion de transport par voie d'eau à la demande, 4 exemples concrets et variés de transports par voie d'eau alternatifs aux bateaux bus, dans de grandes agglomérations sont décrits ci-dessous. Des enseignements généraux sont ensuite tirés pour la ville de Liège.

5.5.1. BENCHMARK

Venise

Les premiers bateaux taxis de Venise (Motoscafi) sont entrés en service dans les années 1920. Depuis ils se sont implantés durablement dans le paysage, si bien qu'on dénombre aujourd'hui une dizaine d'agences de bateaux taxi dans l'agglomération.

Les bateaux taxi vénitiens fonctionnent de la même manière qu'un taxi classique. Il est possible de réserver son trajet en ligne, ou par téléphone, et ce 24h/24. Il est même possible d'attraper un taxi en faisant un signe au capitaine directement depuis le quai.

Il y a différentes manières de se déplacer sur l'eau à Venise, notamment en empruntant le ferry ou le vaporetto (bus nautique comptant une vingtaine de lignes), mais le bateau taxi a l'avantage de circuler dans les plus petits canaux. Ainsi à l'instar d'un taxi classique, on peut choisir le point de départ et d'arrivée exacte du trajet. La particularité étant que dans les canaux le débarquement peut se faire n'importe où, sans infrastructures particulières.

Les bateaux taxi permettent de se déplacer à travers toute la lagune de Venise et de son archipel. Les trajets les plus récurrents ont lieux dans le centre-ville, ou entre l'aéroport Marco Polo (qui se trouve sur le continent) et le centre.

Les embarcations peuvent transporter 10 passagers avec leurs bagages. Pour les trajets partagés il faut compter environ 60€ pour un trajet au sein du centre-ville, environ 150€ pour un trajet entre le centre-ville et l'aéroport, et jusqu'à 250€ pour aller à l'extrémité de la lagune. Il est à noter qu'un supplément d'environ 15€ par personne est en vigueur à partir du 5^{ème} passager.

Concernant la vitesse de ces taxis, elle est réglementée avec des limites entre 5 et 11 km/h selon les endroits.



Figure 45: Bateaux taxi typiques de Venises (Motoscafi)

Amsterdam

A Amsterdam, depuis le début des années 2000, la compagnie de Watertaxi Amsterdam propose un service de luxe pour se rendre d'un point à l'autre de la ville le long de 75 km de canaux.

De 8h à 22h, il faut compter entre 150 et 350 € pour relier 2 stations au choix parmi une centaine (Figure 46), avec un supplément de 50 € au-delà de 18h. Il est possible de rallonger la durée du voyage en choisissant d'ajouter du temps de croisière, ce qui fera monter le prix de la course.

Les embarcations peuvent embarquer jusqu'à 12 passagers (Figure 47), et sont limitées à 6 km/h.

Ce service a une vocation purement touristique et événementielle, et permet avant tout d'arriver en bateau au restaurant ou à l'hôtel. De plus la compagnie dispose aussi de bateaux de plus grande capacité pour des croisières privées, ou pour organiser des mariages.

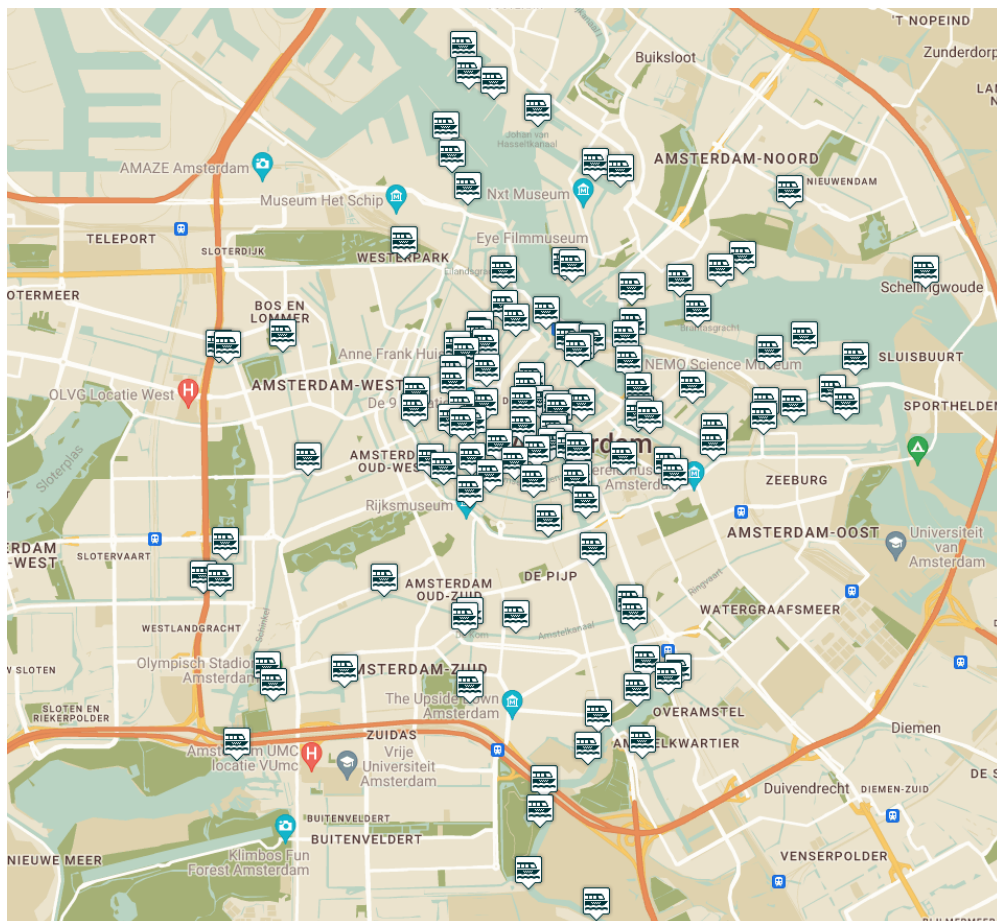


Figure 46: Stations desservies par les bateaux taxi à Amsterdam



Figure 47: Navire de la compagnie WATERTAXI AMSTERDAM

Rotterdam

Depuis 1993 la ville de Rotterdam propose un service de watertaxi permettant de relier 50 stations (Figure 48), entre 7h et minuit.

Les 50 stations se répartissent dans 3 zones (est, centre, ouest). Le tarif dépend du nombre de zones parcourues durant le trajet (entre 5 et 12,5€ par personne). La réservation peut se faire par téléphone ou en ligne via une application dédiée.

Avec 700 000 usagers/an le service de bateau taxi est bien implanté et est utilisé aussi bien par les touristes que les habitants de la ville. Pour répondre à la demande, la flotte est composée de 24 taxis de 8 ou 12 places (Figure 49), dont certains peuvent atteindre les 50 km/h.

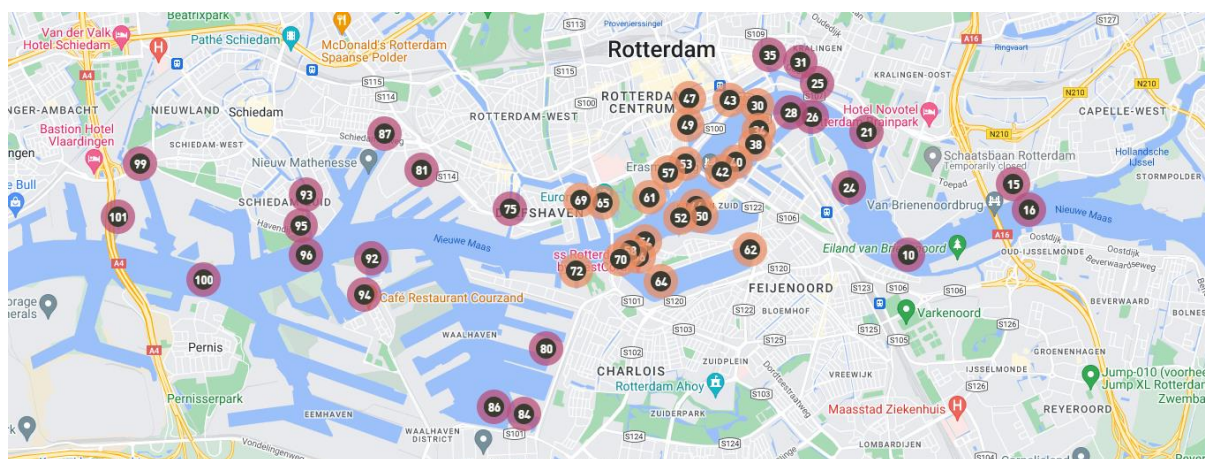


Figure 48: Stations desservies par les bateaux taxis de Rotterdam (réparties en 3 zones)



Figure 49: Exemples de bateaux taxi et d'un quai d'embarquement à Rotterdam

Il est à noter qu'en plus de ce service, la ville propose aussi un service de ferry. Les 5 lignes de ferry existantes permettent ainsi de relier certaines des stations desservies par les taxis. De plus toutes les stations sont positionnées de manière à accéder facilement au réseau de transport traditionnel.

L'embarquement / débarquement se fait sur des pontons dédiés.

Vancouver

Depuis 1982, la compagnie False Creek's ferry assure la liaison entre 9 stations réparties dans la baie de False Creek.

Contrairement aux exemples précédents, il s'agit ici de navettes plus que de taxis. Les embarcations ont une capacité réduite de 12 personnes, mais celles-ci empruntent un parcours défini sur des horaires fixes, comme un bus.

Il existe 3 lignes interconnectées qui relient les 9 stations (Figure 50). Il faut compter 3 à 8 € par personne selon la ligne empruntée et il existe un pass journée à 20 €. Entre 7h et 21h, les navettes passent tous les quarts d'heure sur les lignes rouges et jaune, et toutes les 5 minutes sur la ligne bleue (Figure 50).

Ce service semble avoir une vocation plutôt touristique bien qu'il puisse être emprunté par les habitants de Vancouver.

La longueur cumulée des 3 lignes est d'environ 4 km. Quant à la voie d'eau elle fait entre 150 et 250 m de large.



Figure 50: Plan des lignes de False Creek's ferry à Vancouver



Figure 51 : Bateau de la compagnie FalseCreek's ferry

5.5.2. SYNTHÈSE ET APPLICATION À LIÈGE

Le Tableau 18 ci-dessous synthétise les principales caractéristiques des bateau taxi analysés ci-avant.

Tableau 18: Comparatif des 4 exemples étudiés de transport par voie d'eau alternatif

	Venise	Amsterdam	Rotterdam	Vancouver
Mise en service	1920	2000	1993	1982
Amplitude horaire	24h/24	8h-22h	7h-minuit	7h-21h
Tarification	40-300€ Supplément à partir du 5e passager : +10€/personne +5€/bagage	150-350€ (Dépend du trajet et du nombre de passagers) Supplément de 50€ au-delà de 18h	5-12,5 €/personne	3-10 €/personne 20 € le billet journalier
Opérateur	Privé	Privé	Public	Privé
Capacité	10 passagers 10 bagages	12 passagers	8-12 passagers	12 passagers
Vitesse max	5-11 km/h max	6 km/h	50 km/h	10 km/h
Mode de fonctionnement	Idem taxi terrestre	100 stations / réservation en ligne ou par téléphone	50 stations / réservation en ligne ou par téléphone	Navettes (3 parcours) sur un total de 4 km

				9 stations Départ toutes les 2-15 min
Vocation du service	Quotidien / touristique	Luxeux / touristique	Quotidien / touristique	Quotidien / touristique
Divers	Il existe plus d'une dizaine de compagnies de bateaux taxi à Venise	Service de luxe Possibilité d'ajouter du temps de croisière	Réseau maillé 700 000 usagers/an Population Rotterdam > 600 000 habitants	Population Vancouver > 600 000 habitants

Les éléments de comparaison suivants sont proposés avec la situation de la ville de Liège.

Typologie de réseau et infrastructures

Les réseaux analysés sont comparés au réseau potentiel de Liège qui est quasi-linéaire.

Les réseaux de Venise et Amsterdam sont fortement maillés, constitués d'un nombre importants de petits canaux interconnectés. Les canaux sont tels qu'une infrastructure spécifique n'est pas systématiquement nécessaires, les arrêts sont possibles à de très nombreux endroits.

Le réseau de Rotterdam est légèrement maillé ; il se compose d'une artère principale (Nieuwe Maas), à laquelle se connecte une série de branches secondaires. Les points d'arrêts nécessitent des infrastructures spécifiques, qui sont assez nombreuses. Les longues distances et la largeur des voies d'eau permettent des vitesses élevées, particulièrement concurrentielles avec les transports terrestres (autre le fait que les points de traversées sont relativement rares).

Le réseau de Vancouver est assez linéaire et s'approche plus de ce qui pourrait être rencontré à Liège, à une échelle plus petite (~4 km) pour une population de Vancouver même (hors agglomérations périphériques) importante.

A noter que des infrastructures spécifiques seraient à mettre en place à Liège, avec un coût comparable aux infrastructures à mettre en place pour un bateau bus, notamment pour les raisons suivantes : coût du raccordement aux cheminements piétons terrestres, hauteur de quai, accessibilité PMR, ...

Interaction avec le bateau-bus

La complémentarité avec le bateau-bus est avérée dans le contexte de Venise et de Rotterdam.

A Amsterdam, le taxi, à vocation essentiellement loisir, ne se raccorde pas à un réseau de bateau bus, de même qu'à Vancouver.

A Liège, si tout reste à mettre en place, le service de taxi devrait probablement s'envisager en complémentarité du bateau bus (horaires élargis, service à la demande, choix de la

destination). Vu les investissements à prévoir pour les haltes, il apparaît peu probable que le service de taxi puisse être envisagé seul, sans s'intégrer dans une infrastructure de transport fluviale de passagers, sauf à fonctionner en mode limité, par exemple en se cantonnant à l'utilisation des arrêts de la navette fluviale actuelle – sans respect des contraintes PMR.

Vitesse de navigation

Les vitesses de navigation sont très variables dans les cas étudiés. On note cependant que pour les réseaux maillés avec des petits canaux et un fort trafic, ces vitesses sont faibles. Seul le cas de Rotterdam dénote avec une vitesse élevée qui permet à ces bateaux taxis d'être très efficaces en rapport avec d'autres moyens de transport, sur des distances importantes, et à plus forte raison lorsque le trajet doit rejoindre des rives opposées de la voie d'eau.

Dans le cas de la ville de Liège, la vitesse serait intrinsèquement limitée par le règlement de navigation, la nécessité de limiter les risques aux infrastructures du fait du batillage, la relativement faible largeur de la voie d'eau, la distance entre les arrêts, la navigation de bateaux de charge... Il est peu probable que le bateau taxi soit significativement plus efficace qu'un taxi terrestre, sauf cas de congestion exceptionnelle, bien que cette affirmation ne soit pas basée sur une analyse quantitative poussée.

Spécificités de Vancouver et lien avec le contexte liégeois

Le système mis en œuvre à Vancouver s'apparente à des minibus à haute fréquence. Son architecture pourrait s'envisager à Liège. Nous voyons cependant les écueils suivants qui ne permettent pas de transposer directement le système à Liège :

- La haute fréquence demande un nombre important de navettes. Si celles-ci sont moins chères à produire que des bateaux de 50 personnes, cela demande une main d'œuvre importante, alors que le recrutement d'équipage est un défi majeur identifié dans plusieurs des projets de transport par voie d'eau en Europe ;
- De même que pour les bateaux-taxis, les infrastructures sont à créer ; leur financement doit faire partie de la réflexion globale et du business model du transport par voie d'eau ;
- La ville de Vancouver compte plus de 600 000 habitants et sa métropole 2,6 millions. Les usagers potentiels de ce type de transport sont nettement plus nombreux qu'à Liège, justifiant probablement la cadence proposée, qui semble irréaliste ici ;
- La longueur cumulée des lignes est assez faible à Vancouver, permettant une fréquence élevée avec un nombre réduit de navettes. Sauf à réduire le périmètre envisagé au § 5.4, un nombre nettement plus important de navettes serait nécessaire pour atteindre une fréquence de passage de 5 minutes.

Transport à la demande

Une variante de ce système de Vancouver pourrait se baser sur le même type de navette, mais à la demande sur des lignes définies. Ce système serait alors à mi-chemin entre les bateaux taxi évoqués précédemment et le bateau-bus objet de l'étude. Ici aussi, le principal

écueil identifié est le coût des infrastructures à mettre en place, pour une fréquentation probablement moins importante que le transport structurant – le fonctionnement d'un mode à la demande exige une volonté et une organisation de la part de l'utilisateur que n'exige pas le transport structurant.

6. ETAT DES LIEUX TECHNOLOGIQUE ET CONCEPTION PRELIMINAIRE DES BATEAUX

6.1. TYPOLOGIES DE BATEAUX ET CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Comme indiqué précédemment, il est retenu une stratégie visant à utiliser des petites unités fréquentes (30 à 50 passagers) plutôt que des grandes unités navigant à fréquence réduite.

Deux configurations de coque pourraient être envisagées : monocoque ou catamaran. A ce stade de l'étude, la version monocoque sera privilégiée. La coque de bateau doit être dessinée de manière à générer le moins possible de vague (*low-wash hull*).

Pour améliorer la qualité du service, des emplacements pour PMR, poussettes, caddies... sont prévus à bord, ainsi qu'une zone de rangement pour vélos, à l'arrière du bateau.

Le bateau aura deux accès pour permettre de débarquer et embarquer rapidement.

Les dimensions générales suivantes sont envisagées :

- De l'ordre de 15 m de long pour 30 passagers et 10 vélos (Dérivation)
- De l'ordre de 20 m de long pour minimum 50 passagers et 10 vélos (Meuse)

Les bateaux auront environ 5 m de large.

Bien entendu le bateau devra être conçu et construit en respectant la norme Européenne (ES-Trin).

6.2. TECHNOLOGIES ACTUELLES RELATIVES À LA PROPULSION HYBRIDE ET ÉLECTRIQUE

L'industrie navale, tout comme le transport terrestre, est à la recherche de solutions permettant de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de particules fines.

A l'heure actuelle, les solutions suivantes sont opérationnelles pour le transport fluvial :

- Les propulsions hybrides
- Les propulsions full électriques.

A court et moyen terme, les solutions de pile à combustible (avec combustible hydrogène) sont encore trop peu matures pour pouvoir être envisagées sur des bateaux à passagers.

6.2.1. PROPULSION HYBRIDE

Plusieurs configurations de propulsion hybrides existent et sont décrites ci-dessous.

Hybride en série

Le moteur à combustion interne actionne le générateur de courant dont l'énergie est utilisée par le moteur électrique pour réaliser la propulsion Figure 52. Cette solution est rarement utilisée pour les véhicules routiers, mais assez répandue dans le monde naval.

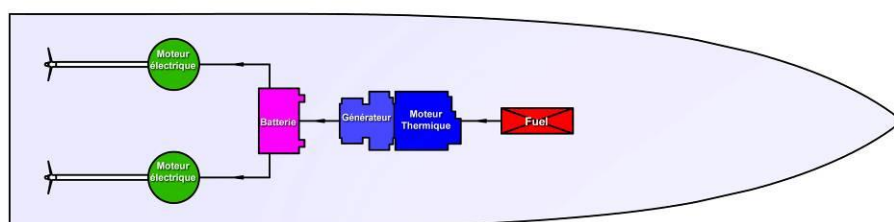


Figure 52 Schéma de motorisation hybride en série

Hybride en parallèle

Les moteurs thermiques et les moteurs électriques actionnent de manière indépendante les arbres d'hélice, l'énergie fournie étant utilisée en fonction des conditions d'exploitation et économiques, avec un rendement de fonctionnement élevé pour chacun, Figure 53. Cette solution est plus adaptée aux navires multicoques (trimarans).

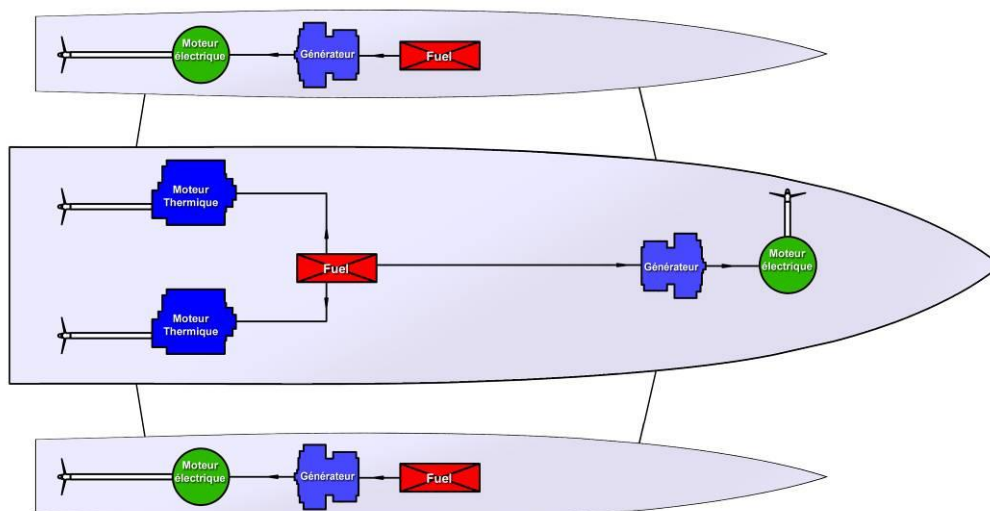


Figure 53 Schéma de motorisation hybride en parallèle

Hybride mixte série-parallèle

Cette conception combine les deux transmissions hybrides présentées ci-dessus dans le but d'utiliser les avantages de chacun de façon à ce que la transmission fonctionne à tout instant avec une efficacité maximale, Figure 54.

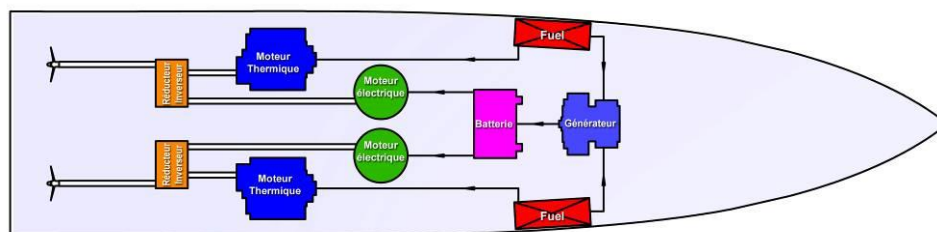


Figure 54 Schéma de motorisation hybride mixte série - parallèle

Plus précisément, le moteur thermique assure la mise en mouvement de l'embarcation en lui fournissant une accélération rapide et franche. Dans le même temps, le groupe générateur électrique entraîné par la transmission, charge les équipements de stockage électrique.

Lorsque l'embarcation a atteint sa vitesse de croisière, le groupe électrique prend le relais afin d'assurer une vitesse constante bénéficiant de l'erre du bateau (vitesse résiduelle lorsqu'il n'a plus de propulsion).

La phase de décélération se fait à l'aide du moteur thermique, qui sera malgré tout aidé lors des phases d'accostage et d'appareillage : en effet, le fonctionnement des moteurs assurera les opérations comme le feraient des propulseurs d'étrave, ceci afin d'accélérer et de sécuriser les dites manœuvres.

Une charge complète des éléments de stockage électrique pourra néanmoins être assurée la nuit afin de maintenir l'unité dans un état de fonctionnement permanent.

6.2.2. FULL ÉLECTRIQUE (AVEC OU SANS ASSISTANCE)

La solution full électrique remplace la production électrique de l'hybridation par l'installation d'une batterie pour stocker l'énergie. Cette configuration garde les avantages de la propulsion hybride avec l'avantage supplémentaire de ne pas émettre de pollution lors de la navigation. Attention toutefois que l'énergie électrique stockée doit être produite d'une manière ou d'une autre. En fonction du mix énergétique de la production électrique il y aura toujours du CO₂ généré lorsque les batteries sont rechargées, outre le coût énergétique de production des batteries.

Les inconvénients du système à batteries ne sont pas négligeables, le principal étant l'autonomie d'utilisation. Les technologies actuelles ne permettent pas de stocker autant d'énergie qu'avec du combustible fossile. Les puissances de propulsions doivent être faibles pour avoir une autonomie raisonnable. Les applications se limitent à la navigation journalière

sur des petits trajets. Le volume et le poids des batteries sont aussi conséquents, ce qui limite fortement les possibilités de rénovation d'anciens bateaux et qui contraint les designers dans les nouvelles constructions.

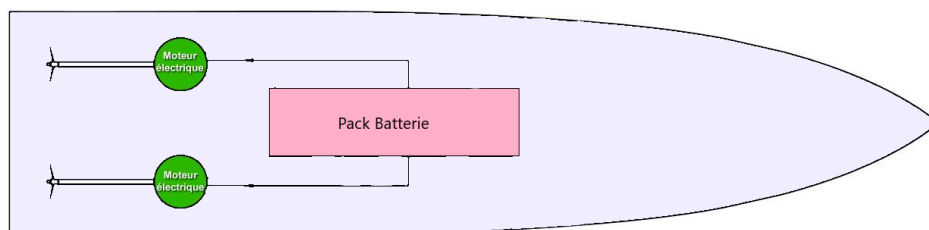


Figure 55 Schéma d'une propulsion full électrique batterie.

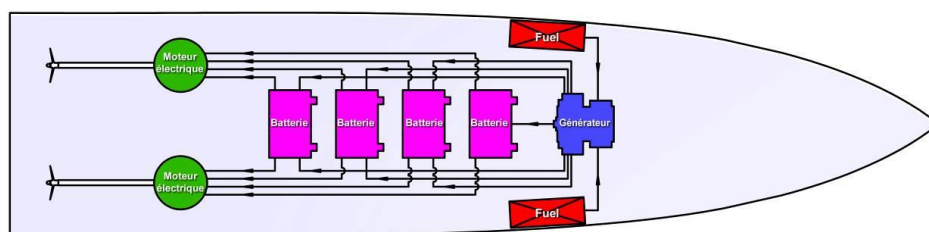


Figure 56 Schéma d'une propulsion full électrique batterie avec assistance

À noter également qu'en opération le poids des batteries reste identique, quelle que soit leur charge, ce qui n'est pas le cas pour un réservoir de carburant traditionnel. Le temps de recharge des batteries est long ce qui limite considérablement le profil opérationnel d'un bateau full électrique. Il existe des innovations pour réduire ce facteur en navigation intérieure avec l'utilisation de rack de batterie interchangeable. Avec ce type de dispositifs il est possible de remplacer l'intégralité des batteries vides par un second set complètement chargé avec l'aide d'une grue.

Dans le cas d'une motorisation full électrique avec assistance, l'énergie nécessaire pour le déplacement journalier du bateau est assurée par les batteries des accumulateurs. Celles-ci sont divisées en plusieurs groupes et alimenteront le moteur électrique alternativement, un groupe à la fois. Quand le premier groupe de batteries est déchargé jusqu'à une certaine limite, l'ordinateur de gestion activera le deuxième groupe comme donneur d'énergie et démarrera le générateur pour la recharge du premier groupe.

Le système de stockage de l'énergie sera dimensionné tel que les batteries puissent assurer l'énergie journalière nécessaire avec une utilisation minimale du générateur (moteur thermique). Cela signifie qu'en fin journée les batteries sont utilisées à plus de 95%. Pour le jour suivant, le chargement complet de batteries sera effectué pendant la nuit dans un endroit spécialement conçu possédant des bornes de chargement électriques.

6.3. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES SYSTÈMES

Le Tableau 19 résume les principaux avantages et inconvénients des différents systèmes actuels de propulsion.

Tableau 19 : Analyse comparative des solutions hybrides et full électriques

Type de système	Avantages	Inconvénients
Hybride mixte série-parallèle	Performances Autonomie Emissions réduites Sécurité Facilité de conduite Poids Compacité du groupe motopropulseur Maintenance facile	Rendement électrique inférieur besoin d'unités de stockage électrique Mise en œuvre plus pointue

Au-delà de cette comparaison générale, c'est bien le profil d'utilisation du bateau qui devra guider le choix de la solution la plus adaptée.

Dans tous les cas, afin d'assurer de bonnes caractéristiques dynamiques du navire, la coque de ce dernier sera soigneusement conçue pour ce type d'application afin de diminuer au maximum la puissance propulsive nécessaire.

Comme observé dans les Figure 52 à Figure 55, une caractéristique importante des systèmes hybrides/électriques est l'existence d'un deuxième système de stockage de l'énergie : le premier étant désigné par le réservoir de combustible, le deuxième doit permettre le transfert, ainsi que le stockage continu et dynamique de l'énergie. Différentes solutions peuvent être adoptées comme, par exemple, les batteries d'accumulateurs, les super-condensateurs, les accumulateurs cinétiques ou hydrauliques, mais les plus répandus sont les accumulateurs à base de lithium qui possèdent une capacité de stockage importante ainsi qu'une durée de vie exceptionnelle. Dans ce cadre, on peut faire la différence entre le système hybride d'une voiture et d'un bateau, ce dernier possédant l'avantage d'avoir un espace plus grand pour l'emplacement des batteries, qui peuvent servir également comme l'est par exemple. Le plus grand espace à bord d'un bateau permet aussi la modernisation du système de propulsion par l'introduction des nouvelles sources d'énergie comme les panneaux solaires ou les éoliennes.

L'utilisation d'un moteur électrique dans le système de propulsion produit des accélérations/décélérations continues ainsi qu'un couple élevé constant. Cela permet un démarrage rapide du navire même lorsqu'une grande charge est transportée. De plus, l'arbre d'hélice peut être directement actionné par le moteur électrique, sans passer par l'intermédiaire d'une boîte de vitesse. Un autre avantage est la consommation réduite de combustible qui implique des émissions polluantes réduites grâce au fonctionnement à régime

constant et optimisé du moteur thermique. Le rendement d'un moteur à combustion interne décroît significativement dans les phases d'accélération/décélération, donc quand celui-ci opère en dehors de son régime optimal. Seule la technologie hybride série-parallèle permet d'optimiser le fonctionnement du moteur et donc d'obtenir des consommations et des émissions polluantes effectivement réduites.

Les propulsions full électriques possèdent plusieurs avantages comparativement aux propulsions hybrides, parmi lesquelles on cite principalement la réduction drastique des émissions de particules fines et émissions sonores et les très bonnes performances générales. Les inconvénients majeurs portent sur l'autonomie, la densité de l'énergie et de puissance des accumulateurs électriques actuels, qui sont encore très réduites par rapport aux combustibles fossiles (10500 Wh/kg pour un moteur à essence, 161 Wh/kg pour un accumulateur Pb-acide jusqu'à près de 200 Wh/kg pour des batteries LFP récentes), l'obligation d'avoir des stations de recharge, le recyclage des batteries et le prix d'implémentation/commercialisation. Malgré ces inconvénients, la propulsion full électrique s'imposera de plus en plus dans le paysage technologique du futur au vu du caractère épuisable des combustibles fossiles.

A ce stade, la solution full électrique paraît envisageable sur la ligne 2 (Dérivation), vu le parcours réduit et la faible vitesse (maximum 15 km/h).

Les deux solutions seront analysées de manière approfondie en phase d'implémentation, en mettant en évidence toutes les implications techniques de fonctionnement (mise en œuvre réelle sur un bateau, vitesse de déplacement, arrêts, embarquement/débarquement). Les impacts économiques et écologiques devront être quantifiés en termes de prix, consommation et émissions polluantes. Finalement, seule la solution optimale sera utilisée pour réaliser les tests expérimentaux sur la Meuse. Durant la phase de prototypage et de validation, le projet tiendra compte des contraintes technico-économiques imposées par les technologies actuelles et la facteurs socio-économiques en Région Wallonne.

6.4. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET SPÉCIFICATIONS

6.4.1. CONCEPTION DE BATEAU

Motorisation

A ce stade d'étude de faisabilité, les choix suivants sont posés quant à la motorisation des bateaux :

- Motorisation full électrique pour les bateaux navigant sur la Dérivation (30 passagers)
- Motorisation hybride pour les bateaux navigant sur la Meuse (50 passagers), avec autonomie en full électrique de 2h.

Les bateaux **électriques** (Dérivation – voir spécificités de cette voie d'eau au § 5.4.2.1) sont des bateaux monocoque d'une longueur de 20 m, une largeur de 5,5 m, un tirant d'eau maximum de 1,0 m et un tirant d'air maximum de 3,4 m. Le bateau a une vitesse nominale de 15 km/h, qui peut être maintenue à l'aide de deux moteurs électriques 30 kW chacun (2 x 40 ch), alimentés par un système de deux Packs Batterie correspondant à de 2x 600Ah permettant une autonomie de 10h et 80 km.

Le pack batterie a les caractéristiques suivantes :

- Tension = 288Vdc
- Courant= 600Ah
- Energie= 172,8kWh
- Dimensions 585x900xh355 (adaptable au projet)
- Nombre de blocks =9
- Poids 1980kg.

Les bateaux **hybrides** (Meuse) sont des bateaux monocoque d'une longueur de 22 m, une largeur de 5,5 m, un tirant d'eau maximum de 1,0 m et un tirant d'air maximum de 3,4 m. Le bateau a une vitesse nominale de 23 km/h, qui peut être maintenue à l'aide de deux moteurs électriques de 100 kW chacun (2 x 136 cv) alimentés par un système de deux Packs Batterie correspondant à 2 x 400 Ah, permettant une autonomie de 1,5h à pleine puissance. Les moteurs électriques serviront à booster les moteurs thermiques.

Le pack batterie a les caractéristiques suivantes :

- Tension= 384Vdc
- Courant= 400Ah
- Energie 153,6kWh
- Dimensions 585x900xh355
- Nombre de packs =6
- Poids 1460kg

En plus de deux packs de batteries, deux moteurs thermiques sont nécessaires pour recharger les batteries mais aussi pour assurer la propulsion via une boîte de vitesse Transfluide. La puissance de chacun des moteurs sera 2 x 200 kw (2x 270 cv).

Une attention particulière est accordée aux restrictions de profondeur d'eau (1,0 m) et de hauteur de pont (3,5 m) et à la rapidité du (débarquement) du navire en prévoyant des emplacements d'embarquement des deux côtés et sur les ponts avant et arrière. Les emplacements d'embarquement avant sont adaptés à l'accès aux fauteuils roulants PMR.

Description de la conception

Les principales caractéristiques des bateaux sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 20 : caractéristiques principales des bateaux de 30 personnes (dessus) et 50 personnes (dessous)

Caractéristiques principales	Valeur	Unité
Longueur hors tout	20	m
Largeur	5,5	m
Tirant d'eau (chargé)	1	m
Tirant d'air (à vide)	3,5	m
Déplacement	60	T
Vitesse de service	15	km/h
Puissance du moteur électrique	20x30 (2x40)	kW (cv)
Capacité de la batterie	2x172	kWh
Capacité d'accueil	30	Pax

Caractéristiques principales	Valeur	Unité
Longueur hors tout	22	m
Largeur	5,5	m
Tirant d'eau (chargé)	1	m
Tirant d'air (à vide)	3,4	m
Déplacement	68	T
Vitesse de service	23	km/h
Puissance du moteur électrique	2x100 (2x136)	kW (cv)
Puissance du moteur thermique	2x200 (2x280)	kW (cv)
Capacité de la batterie	2x153	kWh
Capacité d'accueil	50	Pax

Une vue de la conception est présentée dans les figures suivantes. La timonerie est située à l'avant du navire, s'étendant sur le pont des passagers pour offrir une bonne visibilité autour du navire avec des caméras à l'arrière. La zone des passagers est située à l'arrière de la timonerie et peut accueillir 30 ou 50 passagers. Le bateau peut accueillir deux fauteuils PMR à l'avant de la zone réservée aux passagers. Le débarquement est possible à 4 positions : à l'avant et à l'arrière du navire, à bâbord et à tribord, et à l'avant du navire. Les entrées à l'avant sont accessibles aux fauteuils roulants.

Les batteries sont situées sous l'habitacle dans les compartiments de la coque. Les connexions de recharge sont situées des deux côtés à l'avant de l'espace passager. Deux moteurs hors-bord électriques ou inboard sont situés à l'arrière du bateau. En option, 40 m² de panneaux solaires sont installés sur le toit de l'espace passagers, soit environ 60 kWh par jour (28 panneaux *420 w* 5h).

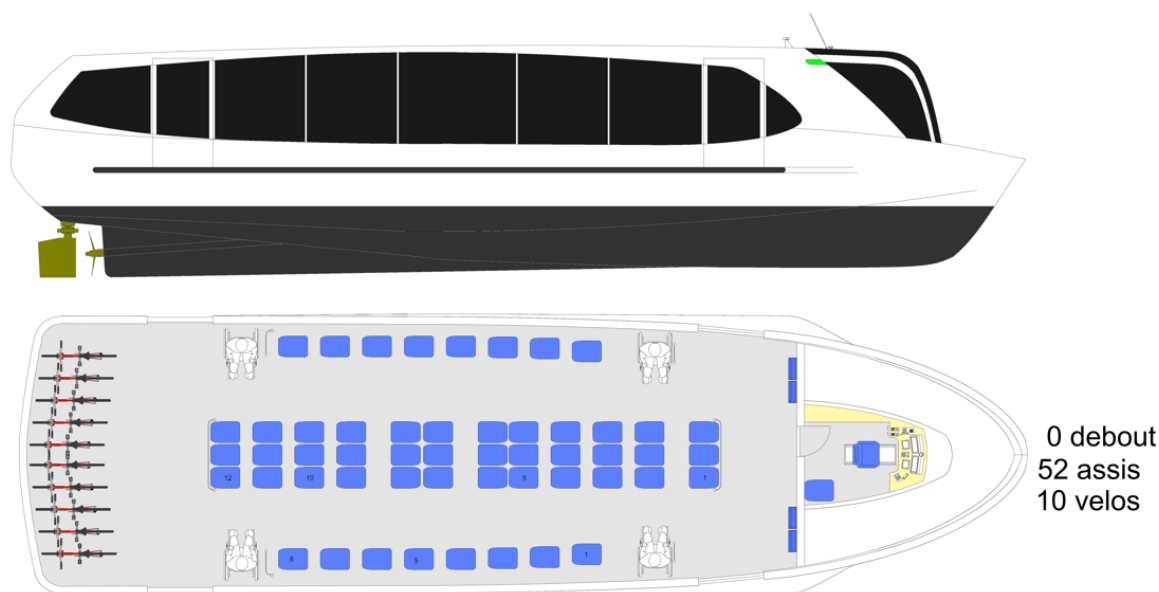


Figure 57 : arrangement général d'un bateau monocoque de 52 places assises, et variantes avec capacité supérieure à dimensions identiques

6.4.2. RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA CONCEPTION DES BATEAUX

Dans cette phase initiale d'étude de faisabilité, de nombreuses hypothèses sont formulées. La conception détaillée devra en outre, mais pas uniquement, tenir compte des éléments ci-dessous.

Optimisation de la propulsion

Lors de la conception détaillée, il conviendra d'étudier l'intérêt technico-économique d'une réduction de la vitesse maximale. En effet, une réduction de la vitesse de navigation opérationnelle pourra diminuer fortement la puissance des moteurs. A titre d'exemple, le bateau circulant sur la dérivation avec une vitesse maximale 15km/h exige une puissance de 2x40 cv, alors que le même bateau navigant à une vitesse maximale de 23km/h exigerait une puissance de 2x270 cv + 2x136 cv.

Il conviendra également d'envisager l'utilisation de capacités de batterie modulaires.

Réglementation applicable

La vitesse maximale de navigation sur la Meuse est de 15km/h. Il est donc nécessaire d'avoir une dérogation pour naviguer à 23km/h. De même, la navigation sur la dérivation est interdite pour les bateaux à moteur, il est alors nécessaire d'obtenir une dérogation afin de mettre en œuvre la ligne 1 ou la ligne 2.

Concernant les bateaux il est nécessaire de se conformer aux règlements suivants :

- Sociétés de classification pour la structure ;

- Règlement Européen ES-Trin pour les bateau à passagers ;
- Autorités pour le pavillon.

Forme de la coque

La forme de la coque doit avoir un design générant des faibles vagues « low-wash hull design ».

Les calculs de résistance sont nécessaires pour estimer la puissance à installer et définir les pack batteries nécessaires.

Il est important de noter que le processus de design de la coque et de son optimisation pour le déplacement réel du bateau et la répartition du poids est généralement effectué dans les étapes ultérieures de la conception. Cela permet de s'assurer que la conception de la coque est affinée pour minimiser la résistance et améliorer les performances globales, et que le déplacement hydrostatique s'aligne sur les estimations de poids.

Hauteur d'embarquement

Les variations du tirant d'eau (à vide) peuvent également influencer sur la hauteur d'embarquement. Au stade actuel de la conception, on suppose une hauteur d'embarquement comprise entre 1,0 m et 1,1 m.

Ces hauteurs d'embarquement doivent être cohérentes avec la conception des pontons.

Disposition des navires

Outre les itérations générales de conception, les aspects suivants de l'agencement des navires nécessitent une attention particulière :

- Vérifier l'espace requis pour l'équipement électrique en fonction des informations du fournisseur ;
- Vérifier l'espace requis pour la ventilation du compartiment à batterie en fonction des informations fournies par le fournisseur ;
- Déterminer la position des emplacements PMR : chaises pliantes et/ou espace à l'arrière de la timonerie ;
- Portes et trappes pour permettre l'accès à tous les équipements, y compris les compartiments à batteries (modulaires).

6.5. ESTIMATION DES COÛTS

Le prix d'achat de chaque bateau est estimé à 2 000.000€ et 2 500.000€ (arrondis) suivant le type de bateau. Les Tableau 21 et Tableau 22 résument les coûts par poste pour les 2 types de bateau.

Tableau 21 : Estimation du coût du bateau 30 personnes

Bateau passager pour de 30 personnes		
Structure	300 000	Nombre
coque	200 000	
superstructure	100 000	
Propulsion	610 500	
Moteurs Electrique	48 000	2
Batteries	195 000	2
Propulseur d'étrave	12 000	
Isolation Feu+ Isolation salle Batterie +SM	42 500	
appareil propulsif+ Gouvernail	35 000	2
Sécurité	59 500	
Fender	15 000	
gilets sauvetage + bachot	8 000	
Feux signalisation + secours	12 500	
Extincteurs	4 500	
Pompes d'assèchement	10 500	
Batteries de secours+ réseau	9 000	
Timonerie	75 000	
Pilotage électronique	8 250	
Siège	8 250	
Habillage intérieur	8 000	
Barre	4 500	
Matériel de navigation + Radar	45 000	
essuie glaces	1 000	
Zone passagers	214 000	
Habillage +isolation	57 000	
fenêtre	23 000	
Habillage sol	35 000	
Siege + fixation	22 000	
Eclairage+ électricité à bord + Genset	55 000	
Main courantes	4 000	
chauffage/ventilation	18 000	
Zone extérieure	133 500	
Bittes d'amarrage	12 000	
Canot	4 500	
Peinture	65 000	
Surface antidérapante	12 000	
Porte-vélos	15 000	
Tubes garde corps	25 000	
TOTAL MATERIAU	1 392 500	
Divers 20%	251 000	
coût main d'œuvre installation	155 000	
Marge bénéficiaire chantier 15%	232 000	
TOTAL bateau	2 030 500	

Tableau 22 : Estimation du coût du bateau 50 personnes

Bateau passager pour 50 personnes		
Structure	310 000	Nombre
coque	200 000	
superstructure	110 000	
Propulsion	934 500	
Moteurs thermique	128 000	2
Moteurs Electrique	38 000	2
Batteries	195 000	2
Propulseur d'étrave	20 000	
Isolation Feu+ Isolation salle Batterie +SM	42 500	
Appareil propulsif+ Gouvernail	75 000	2
sécurité	64 000	
Fender	15 000	
gilets sauvetage + bachot	8 000	
Feux signalisation + secours	12 500	
Extincteurs	9 000	
Pompes d'assèchement	10 500	
Batteries de secours+ réseau	9 000	
Timonerie	75 500	
Pilotage électronique	8 250	
Siège	8 250	
Habillage intérieur	8 000	
Barre	4 500	
Matériel de navigation + Radar	45 000	
essuie glaces	1 500	
Zone passagers	234 000	
Habillage +isolation	67 000	
fenêtre	33 000	
Habillage sol	35 000	
Siege + fixation	22 000	
Eclairage+ électricité à bord + Genset	55 000	
Main courantes	4 000	
chauffage/ventilation	18 000	
Zone extérieure	143 500	
Bittes d'amarrage	12 000	
Canot	4 500	
Peinture	75 000	
Surface antidérapante	12 000	
Porte-vélos	15 000	
Tubes garde corps	25 000	
TOTAL MATERIAU	1 761 500	
Divers 20%	317 000	
coût main d'œuvre installation	155 000	
Marge bénéficiaire chantier 15%	287 000	
TOTAL bateau	2 520 500	

7. INFRASTRUCTURES

Les considérations ci-dessous s'appliquent essentiellement au transport de passagers. Il est entendu qu'une cohabitation doit s'envisager, le cas échéant, avec le transport de marchandises. Cependant, comme indiqué dans le rapport relatif aux marchandises, les besoins en termes d'infrastructure pour les marchandises sont directement liés aux types de manutention à prévoir, ainsi que de logistique associée (palettes, colis, vélo cargo,...). Les

besoins en infrastructures pour le transport de marchandises ne sont donc pas détaillés dans le cadre de la présente étude.

7.1. TYPOLOGIES D'ARRÊTS

7.1.1. LES DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DES QUAIS

Les bords de Meuse ne sont pas aménagés de la même manière sur tout le futur trajet du bateau bus. En effet, outre le fait que le réseau s'étend en partie sur la Dérivation et en partie sur la Meuse, les bords de Meuse ne longent pas les mêmes types de zones d'activités : zone industrielle, habitations, voies rapides pour automobiles, parcs, quais de halage transformés en parcours piétonnier,... De ce fait, les quais ne sont pas situés à la même hauteur par rapport au niveau de l'eau, qui elle-même varie en fonction des crues et décrues, avec des variations de niveau allant de + 1m à + 2m lors des crues, par rapport au niveau moyen de la Meuse.

Les différentes configurations de quai dépendront donc de la hauteur de quai.

Les Figure 58 à Figure 60 illustrent différentes hauteurs de quai rencontrées sur le linéaire étudié.



Figure 58 : quai bas - Passerelle Saucy

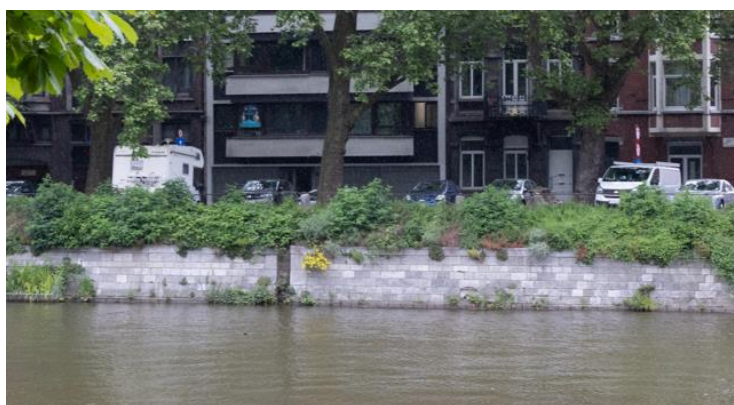


Figure 59 : quai intermédiaire - Amercoeur



Figure 60 : quai haut - Pont de Seraing

7.1.2. VARIANTES DE PONTON TYPE ADAPTÉ AUX DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DE LA MEUSE

Le niveau et la vitesse du courant de la Meuse varient avec les saisons, la pluviométrie,... Il est donc important de prendre ces éléments en considération lors de la conception des pontons.

Deux éléments principaux guident la conception des pontons :

- L'accessibilité, quel que soit le niveau de la Meuse ;
- Les forces horizontales dues au courant, à l'accostage des bateaux et aux éventuelles collisions avec les autres bateaux et péniches circulant sur le fleuve.

Plusieurs solutions techniques existent, proposant un ponton aux mécanismes simples et utilisables en toutes saisons par le plus grand nombre d'utilisateurs (y compris PMR).

Les variantes prises en compte dans l'analyse sont succinctement décrites ici, avant de détailler la conception préférentielle pour le contexte liégeois.

La solution la plus simple et la moins onéreuse consiste à utiliser directement les quais existants du centre-ville. Seules des défenses d'accostage seraient ajoutées au bord des quais. Cette solution se révèle inadaptée car ne répondant pas aux critères d'accessibilité (y compris PMR), quel que soit le niveau de la Meuse.



Figure 61 : exemple d'une halte sur le quai existant

Une première variante consiste à rendre la conception modulable à l'aide de pontons flottants mobiles, accessibles par des passerelles dont la pente varierait avec la hauteur de l'eau.

Cette variante 1 réutilise donc les infrastructures existantes, avec un ponton mobile coulissant le long du quai et des passerelles à pente variable, le tout suivant les différences de hauteur de la Meuse. Cependant, le respect des critères de pentes maximales pour les PMR amènent à de passerelles très longues sur de nombreux sites, engendrant tant des surcoûts qu'un manque de confort pour les usagers.

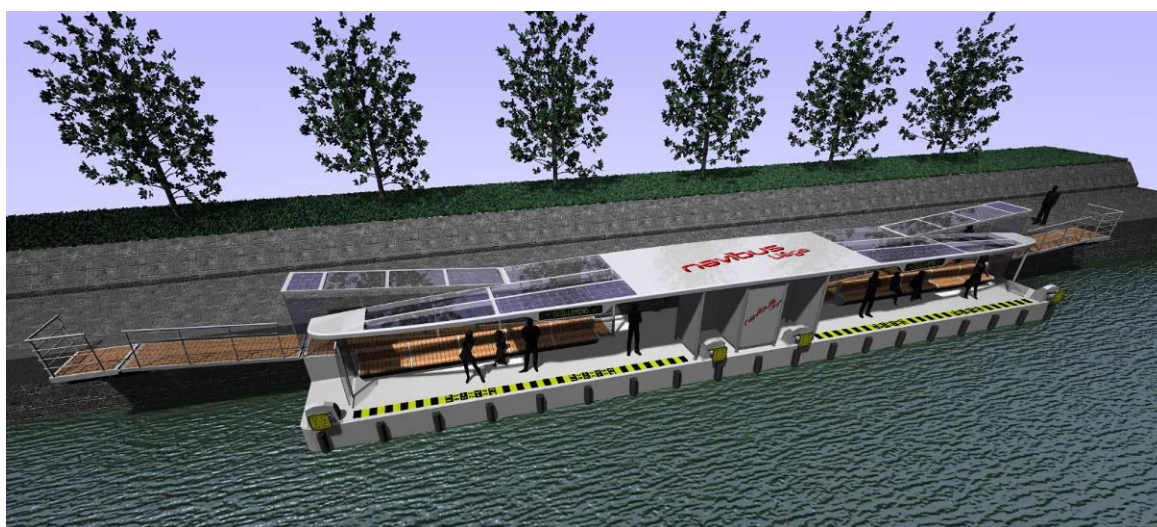


Figure 62 : Variante 1 - ponton mobile coulissant et passerelles

La deuxième variante, basée sur la première variante prévoit un autre type d'articulation pour le ponton à savoir des bracons articulés. Néanmoins, le problème des pentes des passerelles n'est pas résolu par la deuxième variante

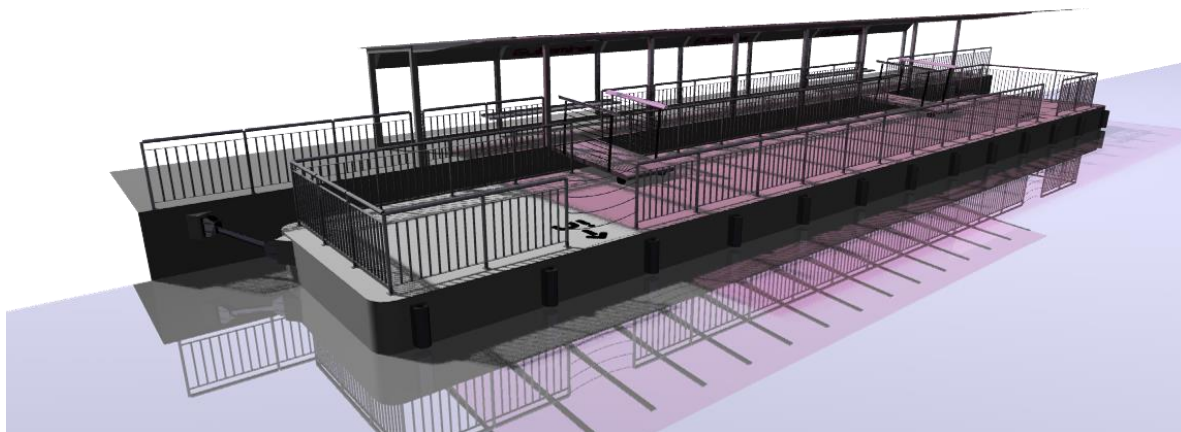


Figure 63 : Variante 2 - ponton mobile sur bras articulés

Les différences de niveau entre le quai et l'eau, ainsi que les différentes hauteurs d'eau en fonction du marnage rendent complexe et couteuse la construction de pontons mobiles et de passerelles à pente variable facilement accessibles, notamment PMR.

Une troisième variante est proposée ci-après.

Cette variante, jugée la plus appropriée dans le contexte liégeois en termes d'accessibilité, de résistance, d'économie et de facilité de mise en œuvre est un ponton fixe métallique à paliers, partiellement immergé en fonction du niveau de l'eau et fixé par des pieux foncés dans le lit du fleuve ou fixé directement au quai (uniquement si la résistance structurelle de ce dernier est connue et suffisante).

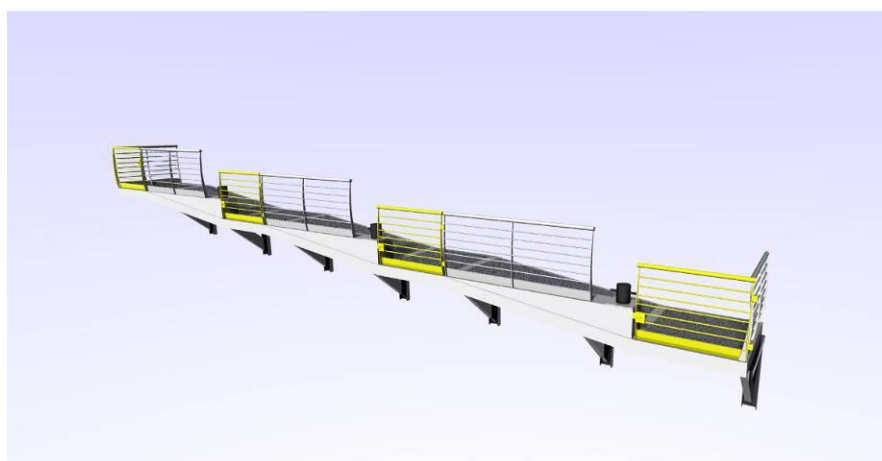


Figure 64 : Variante 3 – pontons en paliers – conception type

Afin de garantir l'accessibilité complète (y compris PMR), les différents paliers auxquels le bateau pourra accoster sont reliés par des plans inclinés. Pour la sécurité des usagers, le

ponton est entouré de garde-corps, dont certains peuvent s'ouvrir pour permettre aux passagers de quitter le bateau ou de monter à bord. Par mesure de sécurité, un mécanisme d'ouverture que seul le matelot pourrait actionner lors de l'amarrage du bateau devra être envisagé.

En prenant pour hypothèse qu'ensemble rampe et plateforme mesurent 25 m pour une variation d'altimétrie de 80 cm, l'embarcadère aura une longueur de 75 m pour une variation de hauteur d'eau de 2,4 m.

7.1.3. CONCEPTION DES EMBARCADÈRES SELON LES DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DE SITE

Sur les 16 embarcadères prévus, il est nécessaire de concevoir trois types de structures de pontons en fonction de la différence de niveau entre l'entrée du bateau et le quai.

Ainsi, au niveau du Pont de Seraing, où se situe la différence de hauteur la plus importante, des aménagements spécifiques doivent être prévus, en plus du ponton de base. Une volée de marches est nécessaire pour gravir une partie de la hauteur sans avoir une distance importante à parcourir. De ce fait, pour conserver l'accessibilité à tous, même en cas de mobilité réduite, un ascenseur est prévu pour descendre au niveau du ponton le plus haut (hors eau durant les crues de période de retour à déterminer).



Figure 65 : Conception type d'un embarcadère avec ascenseur pour quai haut

Au centre-ville, de nombreux arrêts sont situés sur des quais aménagés, où les bateaux pourraient dans la plupart des cas s'amarrer directement. Néanmoins, afin d'être toujours le plus accessible possible et ce, dans toutes circonstances (crue,...), un ponton doit tout de même être installé. Ce sera le cas pour l'arrêt Aquarium, par exemple, où le niveau de l'eau moyen est situé à un peu moins d'un mètre du quai hors crue.

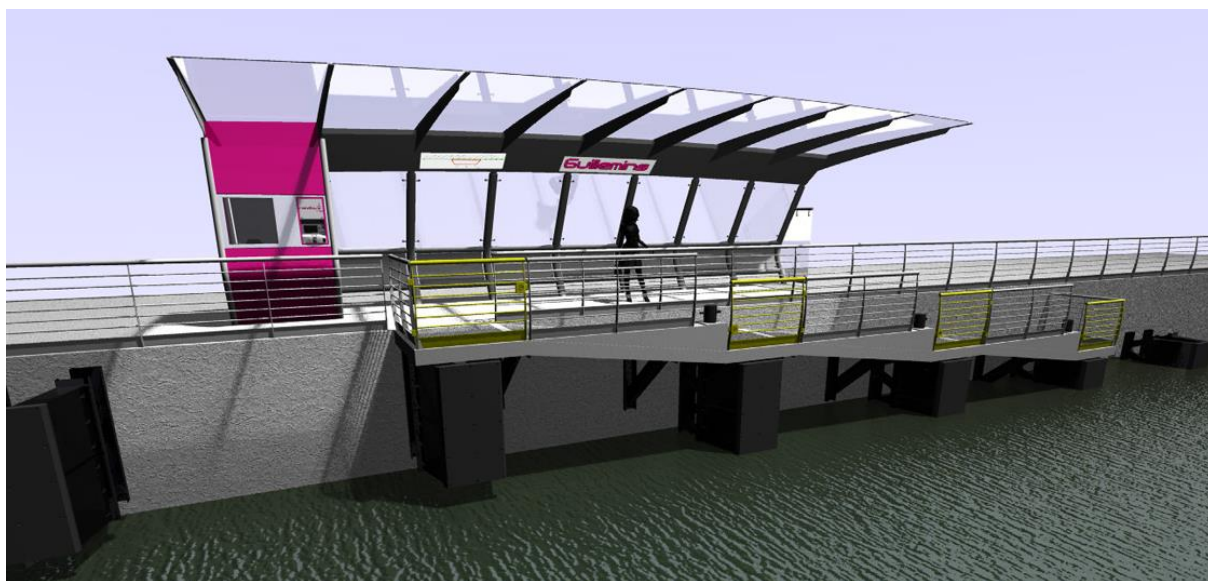


Figure 66 : Conception type d'un embarcadère pour quai intermédiaire

Sur la Dérivation, les quais ne sont pas aménagés pour un quelconque accostage et devront, pour certains, s'appuyer sur une berge talutée. Une structure devra être mise en place en plus du ponton lui-même, afin de garantir un accès aisé dans toutes les configurations du niveau de l'eau.

7.1.4. ACCÈS AUX QUAIS ET AUX ARRÊTS DEPUIS LA ROUTE

Des aménagements urbains sont nécessaires à plusieurs endroits, allant de la simple mise en place d'un passage pour piétons avec feux de signalisation à la construction d'une passerelle pour que les usagers n'aient pas à faire de détours trop importants.

Afin de mesurer les aménagements nécessaires sur l'ensemble du réseau, les différents arrêts sont passés en revue ci-après. Les propositions concernent les aménagements nécessaires a minima, sans prise en compte d'aménagements urbanistiques plus ambitieux (réappropriation des berges, corridor mode doux, requalification urbanistique,...).

a) Exploitation de quais existants

Entre le monument Gramme et Herstal, la plupart des futurs arrêts sont localisés au droit de quais bas ou intermédiaires déjà partiellement aménagés. Il est possible d'accéder aux quais (sur lesquels prendront place les embarcadères) depuis la route via les quais, qui sont prévus pour la promenade et donc accessibles aisément pour les piétons et PMR moyennant adaptation de quelques pentes et des revêtements. Pour ces arrêts (Monument Gramme, Paradis, Aquarium, pont Maghin rive droite, Pont Atlas – en lien avec la requalification du Quai Saint Léonard avec le passage du tram, Herstal IPES), seuls quelques petits aménagements seront à faire : marquage, signalisation et panneaux indicateurs autour de l'arrêt, ajout d'un plan incliné pour PMR s'il n'existe pas encore,...

Pour les arrêts Amercoeur, Bavière et Bressoux, des cheminements en haut de mur de quai existent, mais ils sont moins aménagés, et des travaux légèrement plus importants sont nécessaires. Des traversées des voies larges (Quai Bonaparte, quai de la Dérivation...) sont également à prévoir.

La localisation de ces arrêts est rappelée ci-dessous, avec une ou plusieurs vues de la situation actuelle dans laquelle s'insérera la halte et les principales observations en terme d'accessibilité.

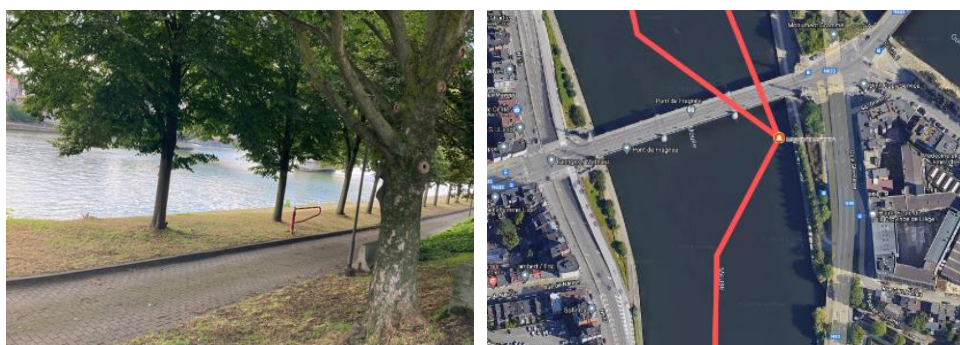


Figure 67 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Monument Gramme rive droite

Le quai au niveau du Monument Gramme (amont Pont de Fragnée) est muni d'une rampe permettant de réduire le dénivelé à rattraper avec la Meuse. Une cheminement existe actuellement et permet de rejoindre facilement les voiries. Il conviendra d'en vérifier la pente (a priori compatible PMR) et éventuellement prévoir un resurfaçage.

Une traversée du Quai Gloesener reste à ce jour difficile, sauf à remonter jusqu'au Pont de Fragnée.



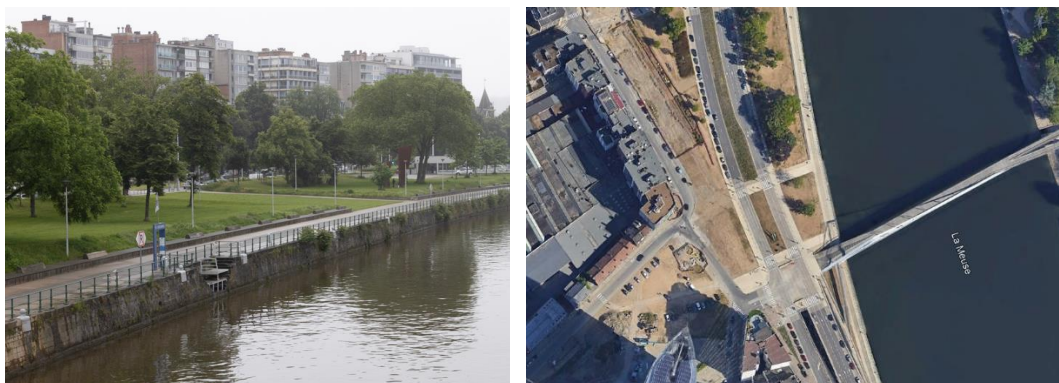


Figure 68 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Paradis rive gauche

Le quai au niveau de l'arrêt Paradis a été reconfiguré récemment, et comprend un cheminement partagé piéton / vélo. Une rampe existe pour rejoindre les voiries d'accès et plus loin l'esplanade Simone Veil. Très peu d'aménagement complémentaire au ponton d'accostage proprement dit sont nécessaires.



Figure 69 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Aquarium Rive Droite

L'arrêt Aquarium peut opportunément se situer au niveau de l'arrêt de la navette fluviale. La rampe d'accès PMR peut passer par la zone actuellement barrière du Pôle Fluvial. Il

conviendra toutefois de reprendre le revêtement complètement pour faciliter les déplacements sur la zone.

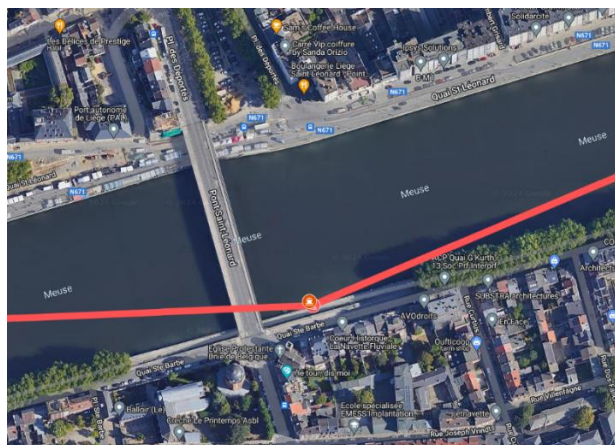


Figure 70 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Pont Maghin Rive Droite

La configuration actuelle au droit de l'arrêt Pont Maghin (zone de la halte fluviale actuelle) nécessite peu d'aménagement (hors ponton d'accostage en lui-même).

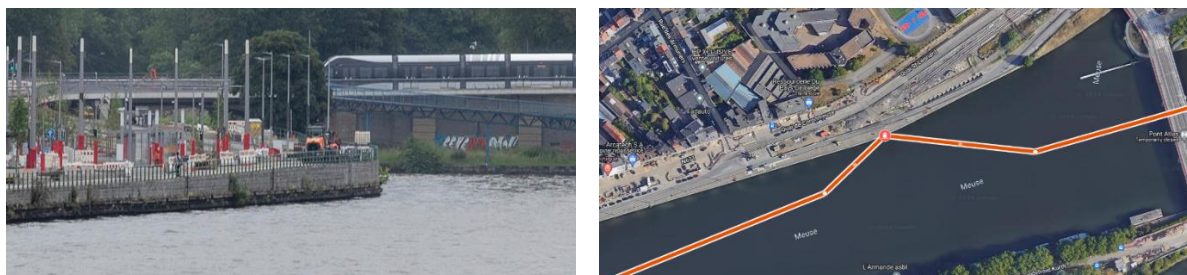


Figure 71 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Pont Atlas

La zone de l'arrêt Pont Atlas a été complètement reconfigurée à l'occasion des travaux du tram. Un cheminement de qualité est mis en œuvre. Peu d'aménagement complémentaire au

ponton d'accostage sont nécessaires. On note toutefois un dénivelé un peu plus important à rattraper par rapport aux arrêts cités précédemment (entre le ponton d'accostage et le quai).



Figure 72 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Herstal IPES

Un cheminement piéton confortable mais relativement peu large borde la zone de l'arrêt Herstal IPES, qui s'implantera opportunément à proximité du passage piéton. Il faut également noter une hauteur de quai plus importante par rapport à l'eau, qui sera rattrapée par l'infrastructure liée au ponton d'accostage lui-même.

On observe également, 150 m plus en aval, une descente du niveau du quai, qui limiterait le dénivelé si l'arrêt y était projeté (à noter que ce déplacement plus vers l'aval ne correspond pas à la demande de la Ville de Herstal).



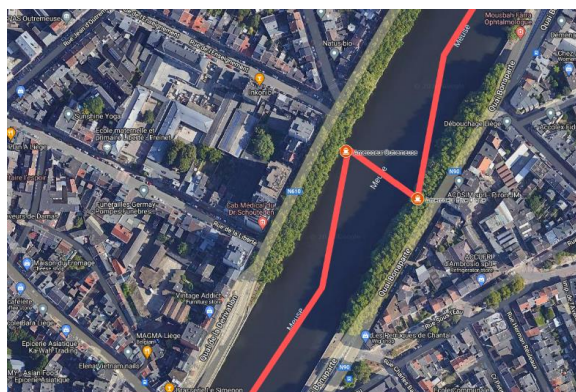


Figure 73 : Configuration actuelle au droit des arrêts Amercoeur (en haut, rive gauche ; en bas, rive droite)

Les arrêts Amercoeur en rive gauche et en rive droite ont une configuration similaire : ils sont situés au droit de quais végétalisés, servant de parking (rive gauche) ou cheminement piéton / vélo de qualité moyenne (rive droite). Le réaménagement des surfaces sera nécessaire. Il faudra également s'assurer d'aménagement des traversées sécurisées des Quais Bonaparte et de la Dérivation. En rive gauche, cela impliquera également de modifier les zones de parking.



Figure 74 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Bavière – B3

L'arrêt Bavière présente une configuration relativement semblable à l'arrêt Amercoeur rive gauche, avec des enjeux similaires : quai servant de zone de parking, revêtements et circulations à améliorer, traversées sécurisées vers le quartier Outremeuse à garantir.

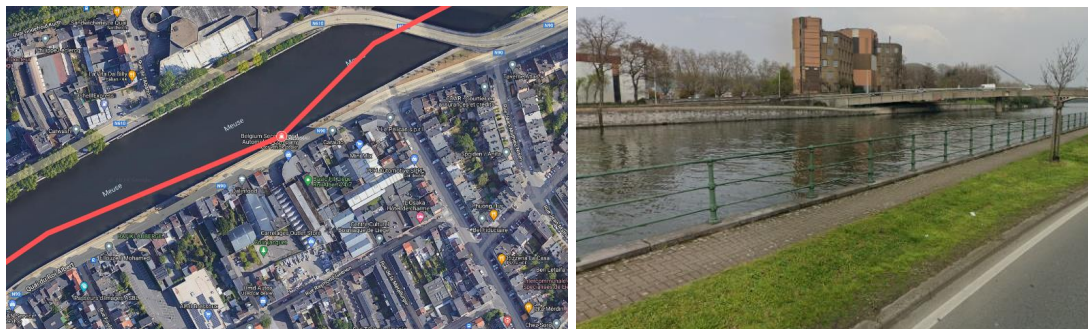


Figure 75 : Configuration actuelle au droit de l'arrêt Bressoux

Un cheminement piéton relativement lisse mais peu large borde la zone de l'arrêt Bressoux. Un élargissement du cheminement et une modification du revêtement pourraient s'avérer nécessaire.

Selon l'emplacement exact de l'arrêt, il conviendra, le cas échéant, de permettre une traversée en sécurité du Quai Roi Albert.

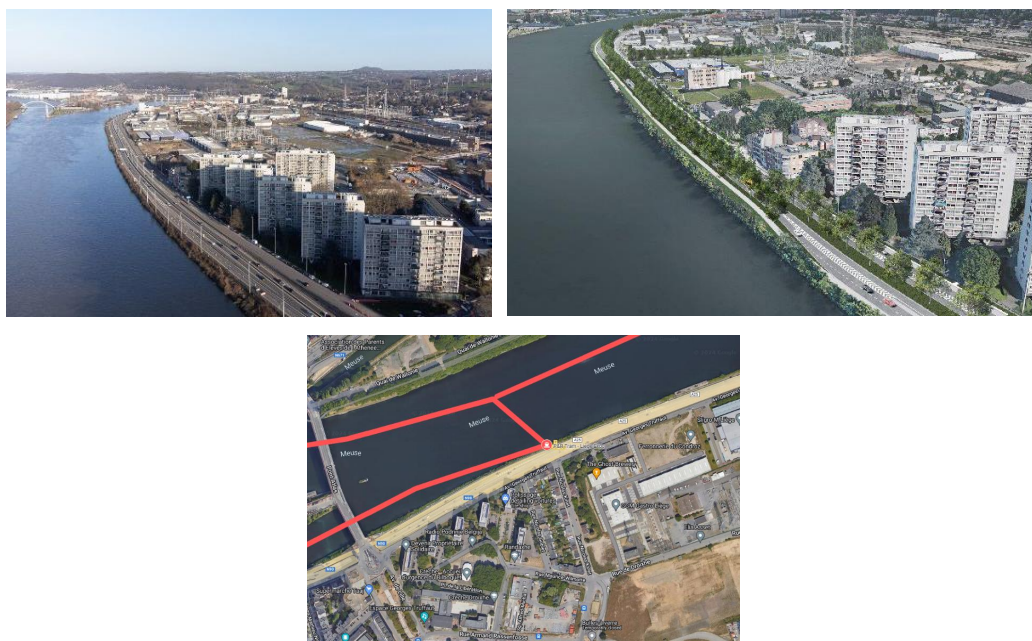


Figure 76 : vue de l'arrêt P+R Tram / Liège Expo (situation avant travaux – haut, gauche et montage situation projetée – haut, droite ; images SOFICO)

La zone de l'arrêt P+R Tram subit à l'heure actuelle une profonde transformation avec la création du boulevard urbain. Si la situation avant travaux était inadéquate pour créer des liaisons avec les quartiers, le boulevard urbain prévoit un large cheminement de qualité. Il

conviendra de veiller à prévoir des traversées sécurisées de ce boulevard urbain afin que l'arrêt puisse se connecter aisément au parking P+R et à Liège Expo.

b) Arrêts situés le long d'une voie rapide non aménagée pour les piétons

Ces arrêts sont situés au niveau de la Passerelle Saucy, à l'extérieur du centre-ville ou le long de la Dérivation et vont nécessiter des aménagements plus importants. Ces arrêts méritent une attention particulière.

La passerelle Saucy - Place du XX août

La photo ci-dessous illustre le quai déjà bien aménagé, avec l'accès par escaliers, via la passerelle, ou bien en suivant le plan incliné à gauche de l'image. Une fois sur le bas-côté de la route, il n'y a pas de passage piétonnier sécurisé, par exemple si l'on veut rejoindre rapidement le centre-ville.

Néanmoins, un projet en cours d'étude prévoit le réaménagement complet de la zone, avec une traversée cyclo-pédestre du carrefour du XX Août, régulée, large et fluide. L'accessibilité aux quais et en particulier à l'arrêt (y compris accès PMR) devrait s'insérer dans ce projet. L'étude d'une nouvelle passerelle est également prévue.



Figure 77 : Vue de la zone d'implantation de l'arrêt XX Août

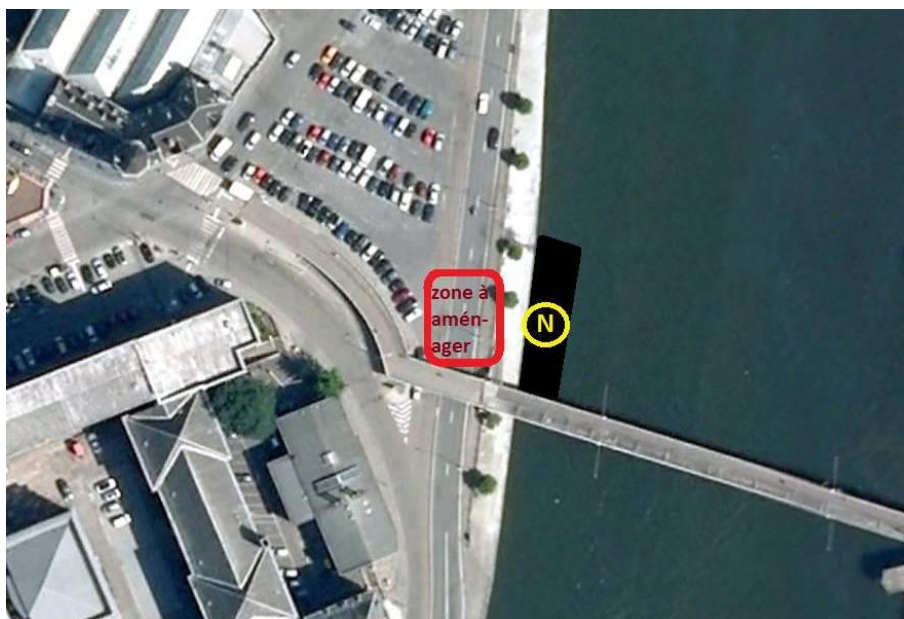


Figure 78 : Situation actuelle arrêt XX Août - Obligation de passer par la passerelle pour traverser en sécurité

Stade de Sclessin

Même si cet arrêt ne sera probablement desservi que les jours d'activité au stade, il est nécessaire de le rendre accessible à tous et de le sécuriser s'il est retenu pour faire partie des lignes 3 ou 4. La zone est particulièrement dangereuse (route à grande vitesse, aucun obstacle ne faisant ralentir la circulation,...) et les mouvements de masse d'après matches peuvent induire un danger supplémentaire. De ce fait un aménagement particulièrement bien sécurisé est nécessaire.



Figure 79 : Embarcadère actuel de Sclessin

Pont de Seraing

Comme indiqué en § 5.3.5, cet arrêt pourrait se situer en rive gauche ou en rive droite de la Meuse. Les quais sont hauts au niveau des deux rives, et, à l'heure actuelle, la liaison vers les quartiers (Jemeppe ou centre de Seraing) est rendue difficile par les voies rapides.

Il conviendra donc de profiter du projet de passerelle cyclo-pédestre pour connecter les quais aux quartiers.



Figure 80 : Configurations des quais au Pont de Seraing (rive droite)

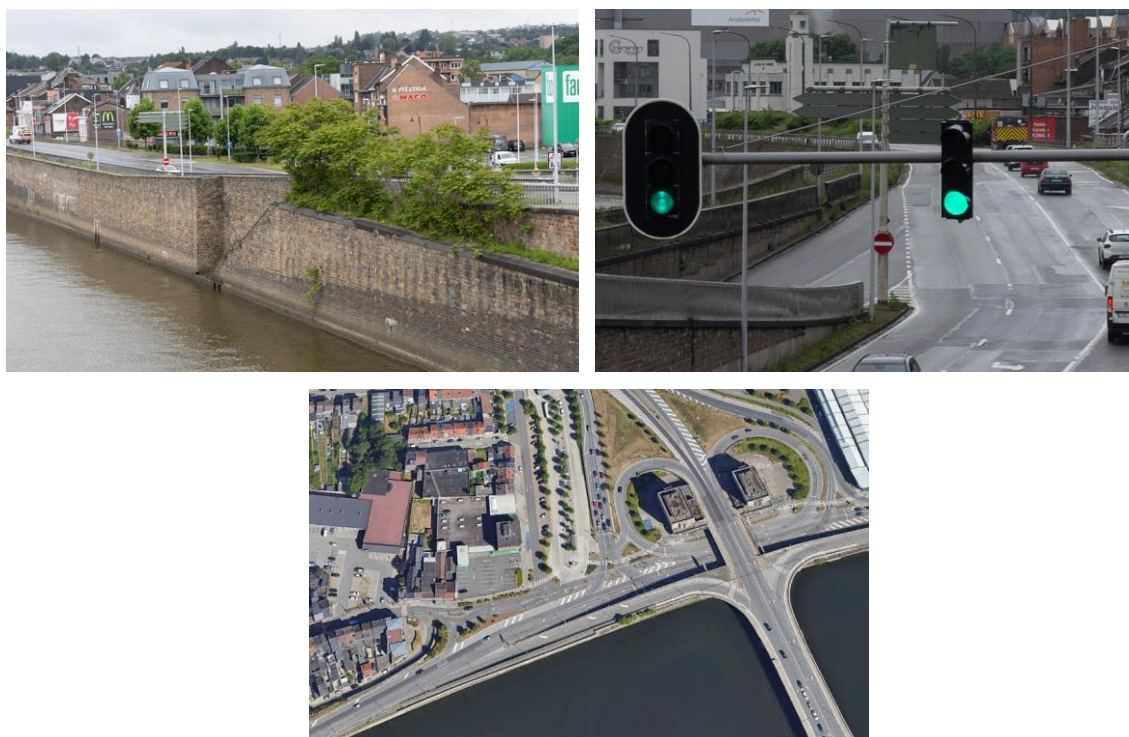


Figure 81 : Configurations des quais au Pont de Seraing (rive gauche)

c) Arrêts situés près d'un centre commercial

Deux arrêts sont situés à proximité d'un centre commercial : Longdoz-Médiacité et Vivegnis.

L'aménagement urbain dû à la construction et l'ouverture de la Médiacité présente aussi l'avantage d'avoir aménagé le boulevard en conséquence. En effet, au niveau du futur arrêt se situe une des deux entrées principales du centre commercial avec une grande esplanade. Des feux de circulations et un passage protégé se situent donc non loin de l'arrêt envisagé. Par contre, les berges de la Dérivation n'étant pas conçues pour la promenade, il est nécessaire d'aménagement un accès depuis la route.

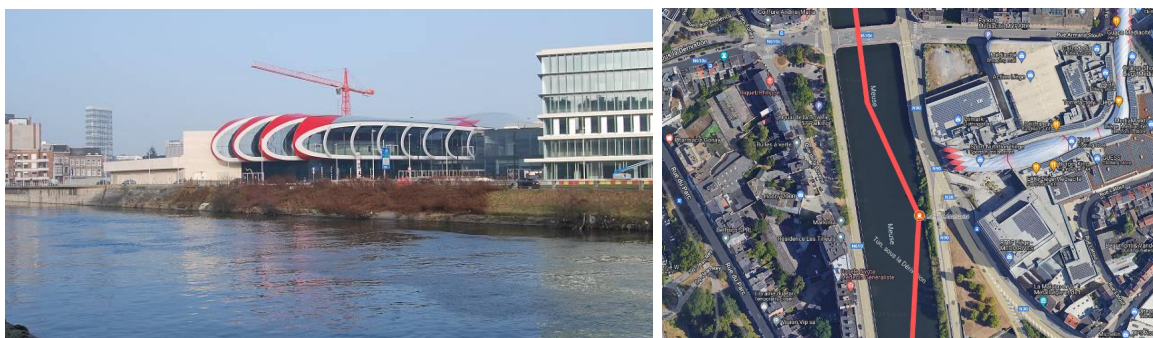
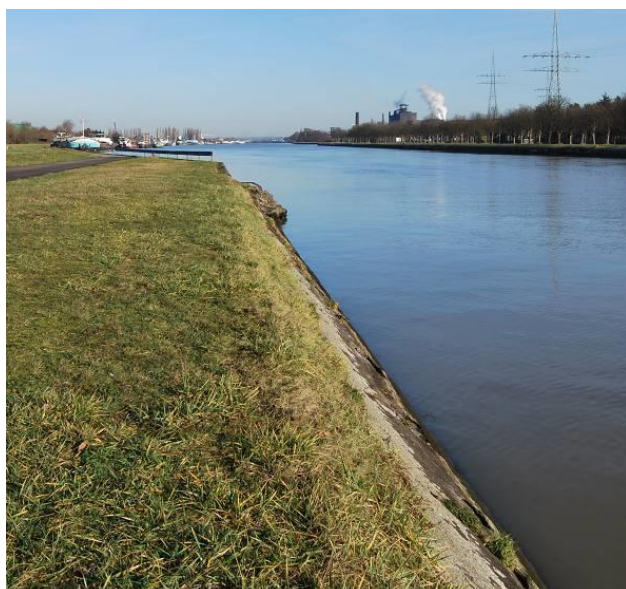


Figure 82 : Vue de l'arrêt Longdoz-Médiacité

Au niveau du centre commercial de Vivegnis, l'arrêt envisagé se situe au droit du chemin de halage, bien plat et dégagé. Cependant, aucune liaison directe n'est présente à ce jour entre le halage et le centre commercial. Des cheminements sont donc à prévoir. Comme indiqué au § 5.3.5, ces liaisons entre le Ravel et le centre commercial sont en cours d'étude et devraient être réalisées à court / moyen terme.



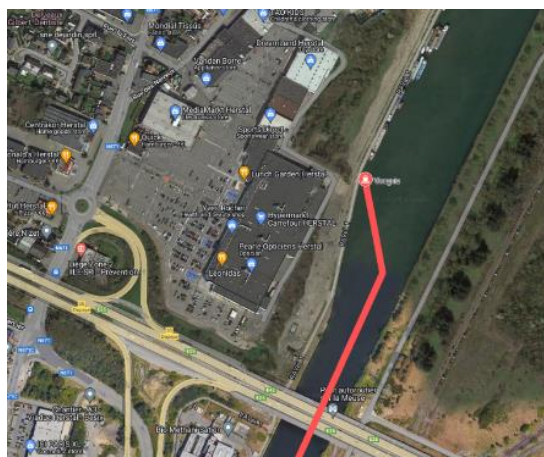


Figure 83 : Berge et chemin de halage à Vivegnis (gauche) // Accès peu aisé vers les commerces (droite)

7.2. AUTRES ÉLÉMENTS D'INFRASTRUCTURE - TERMINAUX DE NUIT

Pour des raisons de sécurité, de facilité et de maintenance, des zones "parking" pour les bateaux doivent être envisagées, à proximité des terminus afin de limiter les trajets à vide des bateaux les matins et soirs.

Ces zones serviront non seulement de parking, mais aussi de sites logistiques pour la maintenance, les réparations, le personnel, le ravitaillement électrique et en carburant, la surveillance,... Il faut donc prévoir un ou deux sites potentiellement aménageables et suffisamment larges pour accueillir une douzaine de bateaux sans problème.

En observant les deux extrémités de la ligne 2 Meuse (options 2 et 3), il existe au moins trois sites pouvant potentiellement accueillir ce genre d'infrastructures. Au sud (amont), la Darse de Jemeppe et le bassin de Seraing sont identifiées. Au nord (aval), la pointe de l'île Monsin, côté Meuse, pourrait aussi accueillir quelques bateaux et matériel sans trop d'aménagements.



Figure 84 : Rampe RORO et bassin de Seraing, à moins de 5 min de navigation du Pont de Seraing

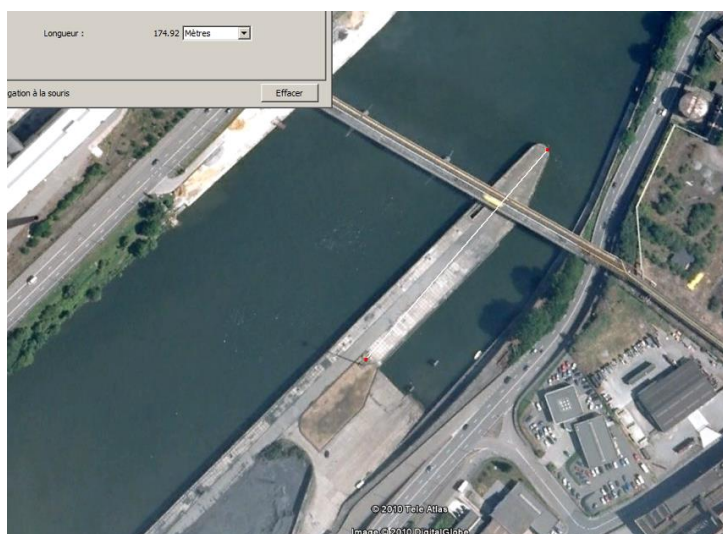


Figure 85 : Dimensions du bassin de Seraing : 175 m X 40 m environ

La Figure 85 indique que le site est suffisamment grand pour accueillir une petite flotte de bateaux. Les abords sont propres et déjà aménagés, avec une grande surface à l'arrière du bassin, qui pourrait accueillir un parking et des infrastructures pour les équipages, les ouvriers de maintenance, les agents de sécurité et le matériel. Néanmoins, une certaine activité industrielle se poursuit toujours sur le site.

La darse de Jemeppe, en rive gauche, propose une alternative en cas d'impossibilité de transformer le bassin. Des projets de redéveloppement de la darse en port de plaisance ont été étudiés par DN&T pour le compte de Liège Métropole en 2019. Si le site n'a pas encore été requalifié, la volonté de la Ville de Seraing reste bien de modifier l'affectation de la zone et redévelopper le quartier, ce qui serait probablement incompatible avec l'utilisation de la darse comme terminal de nuit.

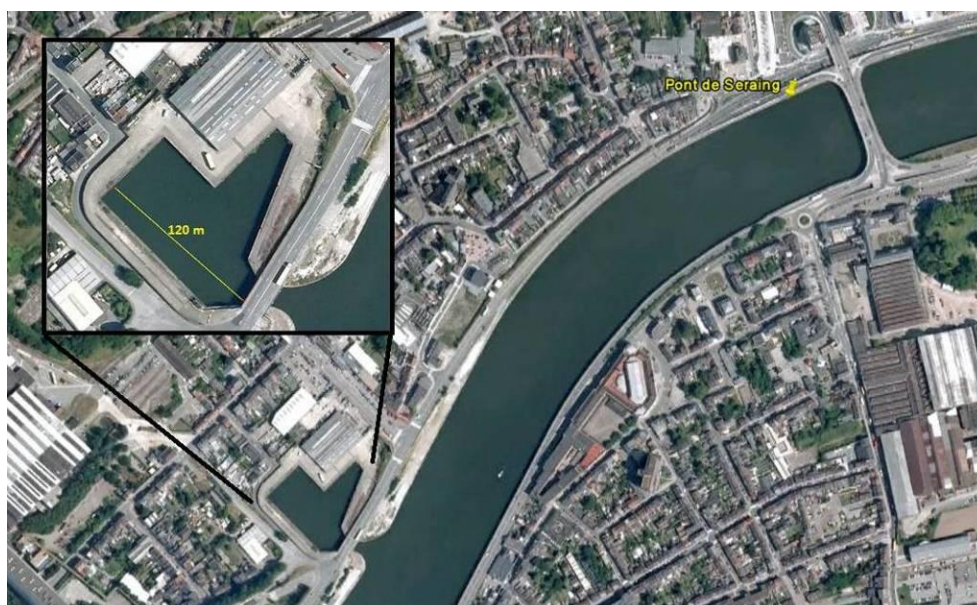


Figure 86 : Darse de Jemeppe à proximité du Pont de Seraing



Figure 87 : Vue de la darse de Jemeppe (gauche) et entrée de celle-ci, en hautes eaux (droite)

La bande bétonnée formant la darse pourrait facilement accueillir les installations électriques pour le rechargement des batteries, ainsi qu'une "station-service" et pourrait donc permettre une grande autonomie de fonctionnement des bateaux, sans qu'ils aient à se rendre ailleurs pour les ressources énergétiques ou même pour les petites réparations et les entretiens.

A l'aval, la Meuse présente une largeur importante et non naviguée par les bateaux de commerce, entre le canal Albert et le barrage de Monsin (plus de 160 m). Une zone d'amarrage en rive gauche de la Meuse ne serait donc pas de nature à gêner les petites embarcations sur la zone, sur laquelle peu de navigation est attendue.

Moyennant un léger réaménagement de la berge, il sera possible d'implanter les systèmes électriques de recharge des batteries ainsi qu'une deuxième station-service, rendant le site autonome du point de vue énergétique. Les équipages pourront s'y rendre facilement depuis la route et laisser leur véhicule au parking (encadré violet), à deux pas des embarcadères.



Figure 88 : Vue aérienne de la pointe sud de l'île Monsin

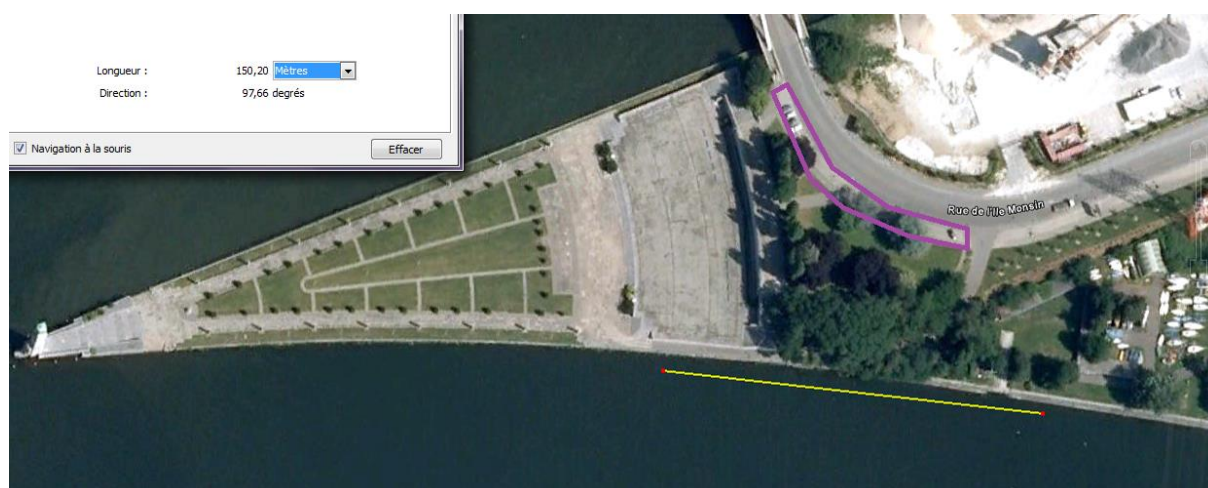


Figure 89 : Zone aménageable, côté Meuse

7.3. COÛTS DES INFRASTRUCTURES

L'étude des coûts est basée sur la configuration la plus complète, à savoir l'option 3 avec la ligne 2 (Dérivation) et la ligne 4 (Meuse entre Seraing et Herstal).

Les coûts associés aux autres lignes (1 et 3) sont ensuite donnés en Annexe A6 en appliquant la même méthodologie.

Tableau 23 : Eléments unitaires nécessaires pour la ligne 2 - dérivation

	Paradis / Guillemins	Monument gramme L1	Longdoz Mediacité	Amercoeur 1	Amercoeur 2	Bavière	Bressoux	P&R Tram Liège Expo	Pont Atlas	TOTAL
Pontons										
Pieux	6	6	8	6	6	6	6	6	0	50
Partie métallique + Installatio	21	30	30	30	30	30	15	15	0	201
Défenses	2	3	3	3	3	3	2	2	0	21
Bollards	5	5	6	5	5	5	5	5	0	41
Quais										
Abribus	10	20	10	10	10	10	10	10	0	90
Sièges	5	10	5	4	4	4	4	4	0	40
Panneaux informatifs	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Affichage digital	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Borne automatique à tickets	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Ascenseur PMR			1	1	1		1	1		5
Poste électricité	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Borne de chargement	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Kiosque	1	1		1	1	1			0	5
Bétonnage			150	60	60	40	40	80		430
Feux / passagers				1	1		1			3

Tableau 24 : Eléments unitaires nécessaires pour la ligne 4 - Meuse

	Pont de Seraing	Sclessin	Monument gramme	Paradis / Guillemins	Aquarium	Passerelle Saucy	Pont Maghin	Pont Atlas	Herstal	Vivegnis	TOTAL
Pontons											
Pieux	12	6	6	5		6	6	6	6	6	59
Partie métallique + Installati	50	30	30	21		15	15	30	15	20	226
Défenses par tranche de 10m	5	3	3	2	2	2	2	3	2	2	26
Bollards	6	5	5	4		5	5	5	3	3	41
Quais											
Abribus	24	10	20	10	10	10	10	10	10	10	124
Sièges	4	4	10	5	5	5	5	4	4	6	52
Panneaux informatifs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Affichage digital	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Borne automatique à tickets	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Ascenseur PMR	1								1	1	3
Poste électricité	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Borne de chargement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Kiosque			1	1	1	1	1	1			6
Bétonnage		20								80	100
Feux / passagers						1				1	2

Les aménagements des pontons et quais étant différents d'un arrêt à l'autre (taille de l'arrêt, structures, aménagements des quais et alentours, bétonnage,...), une estimation des éléments nécessaires par poste et par arrêt est effectuée. Les coûts sont ensuite calculés par poste pour l'intégralité des arrêts des deux lignes (ligne principale + navette).

Ces éléments énumérés, il est maintenant possible de calculer les coûts pour l'ensemble de la construction des arrêts. Sont ajoutés aux calculs d'investissement les coûts de construction et de mise en place d'un terminal pour les bateaux. Les tableaux suivants résument les calculs de prix des arrêts pour les deux lignes 2 et ligne 4. Les coûts unitaires sont des coûts d'ordre, évalués de façon jugée sécuritaire à ce stade d'étude, sur base de l'expérience du bureau d'études. Ils devront impérativement être affinés lors des étapes ultérieures d'étude du projet.

Le coût opérationnel représente le coût d'entretien des (infra)structures. Il peut s'agir notamment de

- Remise en peinture des éléments métalliques (pieux, passerelles,...)
- Remplacement des éléments d'usure ou d'éléments électroniques (défenses, panneaux informatifs, bornes...)
- Remplacement / réparation des dégradations volontaires,...

Ces montants sont pris pour hypothèses entre 0,5 % (pieux) et 8% (équipements) du coût d'investissement.

Tableau 25 Calculs des coûts de construction : ligne 2 - Dérivation +terminal de nuit

Scenario ligne 2 Dérivation Monocoque 30 Passagers	Nombre	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel / an (Euro)
Pontons					
Pieux	50	pièce	30 000	1 500 000	7 500
Passerelle métallique 3m de large+ Installat	201	m	10 000	2 010 000	20 100
Défenses	21	lot	8 000	168 000	13 440
Bollards	41	pièces	5 000	205 000	6 150
Total pour pontons				3 883 000	47 190
Quais					
Abribus	90	m	7 000	630 000	50 400
Sièges	40	pièces	400	16 000	1 280
Panneaux informatifs	8	pièces	15 000	120 000	9 600
Affichage digital	8	pièces	10 000	80 000	6 400
Borne automatique à tickets	8	pièces	18 000	144 000	11 520
Ascenseur PMR	5	pièces	40 000	200 000	16 000
Poste électricité	8	lot	30 000	240 000	19 200
Borne de chargement	8	pièces	25 000	200 000	2 000
Kiosque	5	pièces	40 000	200 000	600
Bétonnage	430	m²	1 000	430 000	4 500
Feux / passagers	3	Pièces	20 000	60 000	1 800
Total pour quais				2 320 000	117 000
TERMINAL					
Bâtiment	1	Pièce	1 100 000	1 100 000	33 000
Parking	100	places	2 500	250 000	7 500
Installation électrique pour bateau	10	places	8 000	80 000	2 400
Ponton léger (30m)	120	m2	5 000	600 000	18 000
Borne automatique à tickets	2	Pièce	8 000	16 000	480
Terminal Interactif	1		10 000	10 000	300
Plan d'Information	2	pièces	3 000	6 000	180
Total pour terminaux				2 062 000	61 860

Tableau 26 Calculs des coûts de construction : ligne 4 - Meuse

Scenario ligne 4 Meuse Monocoque 50 Passagers	Nombre	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel / an (Euro)
Pontons					
Pieux	59	pièce	30 000	1 770 000	8 850
Passerelle métallique 3m de large+ Installat	226	m	10 000	2 260 000	22 600
Défenses	26	lot	8 000	208 000	16 640
Bollards	41	pièces	5 000	205 000	6 150
Total pour pontons				4 443 000	54 240
Quais					
Abribus	124	m	7 000	868 000	69 440
Sièges	52	pièces	400	20 800	1 664
Panneaux informatifs	10	pièces	15 000	150 000	12 000
Affichage digital	10	pièces	10 000	100 000	8 000
Borne automatique à tickets	10	pièces	18 000	180 000	14 400
Ascenseur PMR	3	pièces	40 000	120 000	9 600
Poste électricité	10	lot	30 000	300 000	24 000
Borne de chargement	10	pièces	25 000	250 000	2 500
Kiosque	6	pièces	40 000	240 000	600
Bétonnage	100	m²	1 000	100 000	4 500
Feux / passagers	2	Pièces	20 000	40 000	1 800
Total pour quais				2 368 800	142 204

Le coût d'investissement total en infrastructures, calculé pour l'option 3 (ligne 2 et ligne 4) vaut environ 13 millions d'euros pour les pontons et quais, et 2 millions d'euros pour le terminal de nuit.

Ces coûts d'infrastructures comprennent l'ensemble des équipements nécessaires au bon fonctionnement de la ligne, y compris en cas de mode d'exploitation non anticipé à ce stade (à titre d'exemple, des bornes de chargement sont prévues à chaque halte).

Une version légèrement moins équipée, qui n'intègre pas ces bornes de chargement ou les kiosques, mais qui comprend bien l'ensemble des équipements nécessaires (abribus, panneaux informatifs, bornes à tickets, équipements PMR – les infrastructures ne pouvant être « allégées ») est également évaluée financièrement. L'écart est de l'ordre de 5%, soit jugé non significatif par rapport à la précision des estimations.

7.4. OPPORTUNITÉS DE SYNERGIES AVEC LE TRANSPORT DE MARCHANDISES

La présente étude comporte un volet transport de marchandises, dont les résultats sont présentés dans le rapport D23-A0001-B_RP_4_C_marchandises.

La question des synergies en termes d'infrastructures ou d'opération mérite d'être examinée.

En termes opérationnel, très peu de synergies sont envisageables : si matériellement, le transport de petits colis peut être organisés dans les bateaux à passagers, il n'est pas raisonnable d'envisager une chaîne logistique associée aux bateaux à passagers. En effet, pour garantir leur attractivité, ces bateaux passagers doivent maximiser leur vitesse commerciale, ce qui signifie, à vitesse de navigation constante, minimiser les durées d'arrêt. L'arrêt doit être réduit au maximum, et servir uniquement à l'embarquement / débarquement des passagers, sous peine de réduire la vitesse commerciale. La combinaison d'activités de transport de passagers et de marchandises n'est, de ce point de vue, pas une piste à approfondir.

En termes d'infrastructure, les synergies sont tout d'abord soumises à l'implantation prévisionnelle des arrêts (passagers) ou Espaces Logistiques de Proximité (voir rapport marchandises). Les deux volets de l'étude montrent qu'à ce stade, seul l'arrêt XX août (voire également l'arrêt Aquarium) pourrait correspondre tant aux besoins passagers et marchandises (respectivement les quais de Chéravoie et du Marcachou/Van Beneden dans l'inventaire inclus dans la partie "Marchandises")

Au-delà de ces considérations de localisation (le volet marchandises restant soumis à des propositions concrètes d'opérateurs ou développeurs de projet), on remarque que les synergies sont fortement limitées par des conditions opérationnelles et de sécurité : les flux de marchandises et flux passagers doivent impérativement être complètement distincts, pour éviter tout risque sur la sécurité des personnes. En effet, le débarquement / embarquement de marchandises nécessite inévitablement des engins et/ou véhicules, qui ne peuvent interférer avec le flux de passagers. D'autre part, un usage partagé réparti dans la durée d'une journée n'est pas réaliste, compte tenu des hypothèses de fréquence requise pour le passage des bateaux passagers (15 min). De ce fait, bien que l'infrastructure puisse être commune

aux deux activités, chacune doit avoir sa zone d'activité distincte, réduisant ainsi fortement les possibilités d'économie en termes d'infrastructure.

En d'autres termes, chaque activité doit bénéficier de sa propre longueur de quai et son propre accès à la voirie. On remarque d'ailleurs que les deux sites mentionnés ci-dessus possèdent une longueur suffisante (respectivement 166 m et 569 m) pour accueillir le cas échéant les deux activités moyennant les aménagements adéquats sur les quais et sur les voiries d'accès.

Enfin, au-delà des économies pour les quais, qui sont réduites voire nulles, des synergies peuvent être trouvées dans un périmètre plus large, pour autant que le phasage et la planification des projets le permettent : un quai, certes plus long pour accueillir les deux types d'activité, pourrait être préférable à deux quais, en termes de navigation, impact visuel, intégration urbanistique, accès voiries... Ces synergies ne sont pas jugées critiques au point de devoir imposer une planification commune. Par contre, un suivi respectif des opportunités et développement reste bien sûr pertinent pour préciser ces premières intentions de synergie.

8. ANALYSE FINANCIÈRE

L'analyse financière est détaillée pour l'option 3, à savoir l'option la plus complète (ligne 2 – Dérivation et ligne 4 – Meuse de Seraing à Herstal).

Tous les coûts sont donnés HTVA.

L'analyse financière pour les options 1 et 2 sont à retrouver en Annexe A7.

8.1. COÛTS D'INVESTISSEMENT ET D'OPÉRATION

L'estimation des coûts est basée sur différents éléments :

- Coûts d'investissement ;
 - Le coût de construction des bateaux (voir § 6.5) ;
 - Le coût de construction des pontons et des aménagements des arrêts (voir § 7.3) ;
 - Le coût de construction des terminaux de nuit des bateaux (voir § 7.3) ;
- Coûts d'opération ;
 - Les coûts liés au personnel (skippers et accompagnants, administratif,...) ;
 - Les frais d'électricité et de carburant pour le fonctionnement des bateaux ;
 - Les frais d'assurance ;
 - Les coûts de maintenance annuelle ;
 - Les frais de remplacement de diverses pièces au fil du temps.

Les rentrées d'argent sont les suivantes :

- Billetterie et subsides liés ;
- Publicité à bord des bateaux et aux arrêts ;

- Revente des bateaux en fin de vie de ceux-ci (après 30 ans de service).

8.1.1. COÛTS D'INVESTISSEMENT

Pour rappel, les coûts d'investissements évalués au § 6.5 (bateaux) et § 7.3 (infrastructures) s'élèvent à :

- Bateaux ligne 2 : 7 bateaux à 2 030 500/unité, soit 14 213 500 € ;
- Bateaux ligne 4 : 10 bateaux à 2 520 500 €/unité, soit 25 205 000 € ;
- Infrastructures : 15 076 800 € ;
- Total : 54 495 300 €.

8.1.2. COÛTS D'EXPLOITATION DES BATEAUX

Les coûts d'exploitation considérés à ce stade sont les suivants :

- Les coûts liés au personnel (skippers et accompagnants, administratif,...) ;
- Les frais d'électricité et de carburant pour le fonctionnement des bateaux ;
- Les frais d'assurance ;
- Les coûts de maintenance annuelle ;
- Les frais de remplacement de diverses pièces au fil du temps.

Ces coûts sont détaillés ci-dessous.

A ces coûts sont ajoutés le coût de remplacement des bateaux après 30 ans, en intégrant une provision pour remplacement.

Tableau 27 : Coûts d'opération bateaux - ligne 2 Dérivation

Scenario ligne 2 Dérivation Monocoque 30 Passagers	Quantité	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel par an (Euro)	Provision pour remplacement (Euro)	Valeur résiduelle (Euro)
Prix bateau	7	Bateau	2 030 500	14 213 500		473 783	852 810
Maintenance pour tous les bateaux					426 405		
Electricité pour la totalité de la flotte	1 408 900	kWh	0,20		281 780		
Capitaine	18	pers	60 000		1 080 000		
Matelot	18	pers	45 000		810 000		
Consommation Fuel / an pour secours+electrique	584 000	Litres	0,80		467 200		
Assurance (bateau+ passagers)	7	Euros	4 000		28 000		
Total pour les bateaux				14 213 500	3 093 385	473 783	852 810

Tableau 28 : Calculs d'opération bateaux - ligne 4 Meuse

Scenario ligne 4 Meuse Monocoque 50 Passagers	Quantité	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel par an (Euro)	Provision pour remplacement (Euro)	Valeur résiduelle (Euro)
Prix bateau	10	Bateau	2 520 500	25 205 000		840 167	1 512 300
Maintenance pour tous les bateaux					756 150		
Electricité pour la totalité de la flotte	1 116 900	kWh	0,20		223 380		
Capitaine	18	pers	60 000		1 080 000		
Matelot	18	pers	45 000		810 000		
Consommation Fuel / an pour secours+electrique	2 920 000	Litres	0,80		2 336 000		
Assurance (bateau+ passagers)	10	Euros	4 000		40 000		
Total pour les bateaux				25 205 000	5 245 530	840 167	1 512 300

8.1.3. COÛTS ADMINISTRATIFS LIÉS AU BON FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU

Au-delà des coûts liés à l'exploitation directe des bateaux, il est considéré qu'un staff administratif est nécessaire au bon fonctionnement du réseau. Ces coûts sont donnés ci-dessous (coûts annuels).

Tableau 29 : Coûts personnel administratifs pour l'ensemble du réseau

	Nombre	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel (Euro)
STAFF					
Staff administratif	3	pers	65 000		195 000
Location bureau	1		40 000		40 000
Matériel de bureau (installation)	1		22 500	22 500	5 500
Total pour Staff				22 500	235 000

8.2. REVENUS

Les revenus principaux proviennent de la billetterie et des subsides éventuels. Des revenus annexes tels que des affichages publicitaires aux arrêts et dans les bateaux permettraient d'avoir des revenus complémentaires. Compte tenu des incertitudes liés à ces revenus, ils ne sont à ce stade pas considérés.

Afin de mener une analyse comparative des scénarios, et pour limiter les risques de sur- ou sous-évaluation des revenus liés aux subsides, ainsi que l'impossibilité de connaître avec suffisamment de précision le revenu par trajet (étant donné que le revenu diffère pour un ticket individuel, un abonnement, une carte de 10 trajets, selon les réductions...), l'approche retenue consiste à évaluer, pour chaque option, le revenu moyen par trajet permettant d'aboutir à une valeur actualisée nette de l'investissement positive à horizon de 30 ans.

Ce revenu par trajet moyen comporte donc autant la partie billetterie (ticket individuel, abonnement, cartes de 10 trajets...) que la composante subsides.

Il reviendra dès lors, en phase ultérieure de montage contractuel et de négociation avec les investisseurs et autorités, de répartir ce montant entre usagers et subsides.

Le nombre de trajets est calculé comme suit (hypothèse de 15 % d'usagers effectifs):

- Ligne 1 : 2971 trajets aller * 365 *2 = 2 168 830 trajets
- Ligne 2 : 1560 trajets aller * 365 *2 = 1 138 800 trajets
- Ligne 3 : 2616 trajets aller * 365 *2 = 1 909 680 trajets
- Ligne 4 : 4209 trajets aller * 365 *2 = 3 072 570 trajets

8.3. RENTABILITÉ DU PROJET ET CALCUL DU PRIX UNITAIRE DU TRAJET

Comme évoqué ci-dessus, le revenu unitaire par trajet (à répartir entre usagers et subsides) est défini de façon à obtenir une valeur actualisée nette de l'opération positive (formellement, à minima supérieure à -100 000 €) à 30 ans, ce qui correspond à la durée de vie d'équipements lourds tels que les bateaux.

La valeur actualisée nette représente la somme sur 30 ans des flux annuels actualisés entre les bénéfices et les coûts du projet (investissement initial et coûts annuels de maintenance et d'entretien). L'actualisation vise à prendre en compte le fait qu'un euro d'aujourd'hui n'a pas la même valeur monétaire qu'un euro dans dix ans. L'opération d'actualisation consiste donc à ramener l'ensemble des coûts et des bénéfices qui se produisent à des dates différentes à une même année de référence (l'année 1 du projet).

Une valeur nette actualisée positive à 30 signifie donc que, au bout de 30 ans, le projet est à l'équilibre financier (moyennant la rémunération du capital incluse dans l'actualisation, de 4%).

Il s'agit à ce stade d'une estimation préliminaire, basée sur les hypothèses de dépenses et revenus exposées ci-dessus, c'est-à-dire prenant en compte l'hypothèse de 15% d'usagers effectifs. Les tableaux détaillés pour les hypothèses à 5 et 10 % sont donnés en Annexe A7. On rappelle à ce sujet que les coûts d'investissement et d'opération sont guidés par la fréquence de passage souhaitée, à savoir 15 min. De ce fait, dans les analyses relatives aux hypothèses 5 et 10 % réalisées à ce stade de l'étude; seuls les revenus varient par rapport à l'hypothèse 15%.

Les hypothèses sont considérées:

- Taux d'actualisation (qui correspond en pratique au coût du capital finançant l'opération) à 4% ;
- Augmentation de la fréquentation de 0,5% / an ;
- Inflation annuelle sur les coûts d'entretien, opération et valeur de remplacement à 2%/an ;
- Augmentation annuelle du revenu par trajet de 0,5%/an ;
- Un amortissement sur 30 ans pour les équipements lourds ;
- Hypothèses pessimistes pour les paramètres coûts ;
- Hypothèses pessimistes pour les valeurs résiduelles des équipements et même nulle pour tous les équipements lourds.
- Non prise en compte des revenus de publicité et indirects.

8.3.1. OPTION 1 – LIGNE 1

Tableau 30 : Calcul du revenu nécessaire par trajet pour VAN >0 à 30 ans – option 1, hypothèse 15%

Revenu par trajet	4,30
Taux d'actualisation	4,00%
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%
Inflation	2,00%
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%
Investissement	25 205 000
Investissement quais	10 324 600
Valeur résiduelle	1 512 300

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	4,30	2 168 830	9 325 969	5 794 148	756 150	840 167	344 153	35 529 600	2 775 671	2 668 914	2 066 797
2026	2	4,32	2 179 674	9 419 462	5 910 031	771 273	840 167	344 153	35 529 600	2 738 158	2 531 581	
2028	3	4,34	2 190 573	9 513 892	6 028 232	786 698	840 167	344 153	35 529 600	2 698 962	2 399 367	
2029	4	4,36	2 201 525	9 609 269	6 148 796	802 432	840 167	344 153	35 529 600	2 658 040	2 272 104	
2030	5	4,39	2 212 533	9 705 602	6 271 772	818 481	840 167	344 153	35 529 600	2 615 348	2 149 626	
2031	6	4,41	2 223 596	9 802 900	6 397 208	834 851	840 167	344 153	35 529 600	2 570 842	2 031 774	
2032	7	4,43	2 234 714	9 901 174	6 525 152	851 548	840 167	344 153	35 529 600	2 524 475	1 918 393	
2033	8	4,45	2 245 887	10 000 434	6 655 655	868 579	840 167	344 153	35 529 600	2 476 200	1 809 335	
2034	9	4,48	2 257 117	10 100 688	6 788 768	885 950	840 167	344 153	35 529 600	2 425 970	1 704 454	
2035	10	4,50	2 268 402	10 201 947	6 924 543	903 669	840 167	344 153	35 529 600	2 373 735	1 603 610	
2036	11	4,52	2 279 744	10 304 222	7 063 034	921 743	840 167	344 153	35 529 600	2 319 445	1 506 667	
2037	12	4,54	2 291 143	10 407 522	7 204 295	940 177	840 167	344 153	35 529 600	2 263 049	1 413 494	
2038	13	4,57	2 302 599	10 511 857	7 348 381	958 981	840 167	344 153	35 529 600	2 204 495	1 323 963	
2039	14	4,59	2 314 112	10 617 238	7 495 348	978 161	840 167	344 153	35 529 600	2 143 730	1 237 950	
2040	15	4,61	2 325 682	10 723 676	7 645 255	997 724	840 167	344 153	35 529 600	2 080 697	1 155 337	
2041	16	4,63	2 337 311	10 831 181	7 798 160	1 017 678	840 167	344 153	35 529 600	2 015 342	1 076 008	
2042	17	4,66	2 348 997	10 939 764	7 954 124	1 038 032	840 167	344 153	35 529 600	1 947 608	999 850	
2043	18	4,68	2 360 742	11 049 435	8 113 206	1 058 793	840 167	344 153	35 529 600	1 877 436	926 755	
2044	19	4,70	2 372 546	11 160 205	8 275 470	1 079 968	840 167	344 153	35 529 600	1 804 767	856 619	
2045	20	4,73	2 384 409	11 272 087	8 440 980	1 101 568	840 167	344 153	35 529 600	1 729 539	789 339	
2046	21	4,75	2 396 331	11 385 089	8 609 799	1 123 599	840 167	344 153	35 529 600	1 651 691	724 817	
2047	22	4,77	2 408 312	11 499 225	8 781 995	1 146 071	840 167	344 153	35 529 600	1 571 159	662 959	
2048	23	4,80	2 420 354	11 614 504	8 957 635	1 168 993	840 167	344 153	35 529 600	1 487 877	603 671	
2049	24	4,82	2 432 456	11 730 940	9 136 788	1 192 372	840 167	344 153	35 529 600	1 401 780	546 864	
2050	25	4,85	2 444 618	11 848 543	9 319 523	1 216 220	840 167	344 153	35 529 600	1 312 799	492 453	
2051	26	4,87	2 456 841	11 967 324	9 505 914	1 240 544	840 167	344 153	35 529 600	1 220 866	440 353	
2052	27	4,90	2 469 125	12 087 297	9 696 032	1 265 355	840 167	344 153	35 529 600	1 125 909	390 484	
2053	28	4,92	2 481 471	12 208 472	9 889 953	1 290 662	840 167	344 153	35 529 600	1 027 857	342 767	
2054	29	4,94	2 493 878	12 330 862	10 087 752	1 316 475	840 167	344 153	35 529 600	926 634	297 127	
2055	30	4,97	2 506 348	12 454 479	10 289 507	1 342 805	840 167	344 153	35 529 600	822 167	253 489	

8.3.2. OPTION 2 – LIGNE 2 ET LIGNE 3

Tableau 31 : Calcul du revenu nécessaire par trajet pour VAN >0 à 30 ans – option 2, hypothèse 15%

Revenu par trajet		4,00										
Taux d'actualisation		4,00%										
Augmentation annuelle fréquentation		0,50%										
Inflation		2,00%										
Augmentation annuelle du revenu par Investissement		0,50%										
Investissement		31 857 000										
Investissement quais		13 827 800										
Valeur résiduelle		1 911 420										
Année		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	4,00	3 048 480	12 193 920	7 627 564	1 061 900	1 061 900	460 927	45 684 800	3 504 456	3 369 669	697 964
2026	2	4,02	3 063 722	12 316 164	7 780 115	1 083 138	1 061 900	460 927	45 684 800	3 452 911	3 192 410	
2028	3	4,04	3 079 041	12 439 634	7 935 718	1 104 801	1 061 900	460 927	45 684 800	3 399 115	3 021 801	
2029	4	4,06	3 094 436	12 564 341	8 094 432	1 126 897	1 061 900	460 927	45 684 800	3 343 012	2 857 621	
2030	5	4,08	3 109 908	12 690 298	8 256 321	1 149 435	1 061 900	460 927	45 684 800	3 284 543	2 699 655	
2031	6	4,10	3 125 458	12 817 519	8 421 447	1 172 423	1 061 900	460 927	45 684 800	3 223 648	2 547 696	
2032	7	4,12	3 141 085	12 946 014	8 589 876	1 195 872	1 061 900	460 927	45 684 800	3 160 267	2 401 543	
2033	8	4,14	3 156 791	13 075 798	8 761 673	1 219 789	1 061 900	460 927	45 684 800	3 094 335	2 261 001	
2034	9	4,16	3 172 575	13 206 883	8 936 907	1 244 185	1 061 900	460 927	45 684 800	3 025 791	2 125 881	
2035	10	4,18	3 188 437	13 339 282	9 115 645	1 269 069	1 061 900	460 927	45 684 800	2 954 568	1 996 000	
2036	11	4,20	3 204 380	13 473 008	9 297 958	1 294 450	1 061 900	460 927	45 684 800	2 880 600	1 871 183	
2037	12	4,23	3 220 402	13 608 075	9 483 917	1 320 339	1 061 900	460 927	45 684 800	2 803 819	1 751 257	
2038	13	4,25	3 236 504	13 744 496	9 673 595	1 346 746	1 061 900	460 927	45 684 800	2 724 155	1 636 057	
2039	14	4,27	3 252 686	13 882 285	9 867 067	1 373 681	1 061 900	460 927	45 684 800	2 641 536	1 525 421	
2040	15	4,29	3 268 950	14 021 455	10 064 409	1 401 154	1 061 900	460 927	45 684 800	2 555 891	1 419 196	
2041	16	4,31	3 285 294	14 162 020	10 265 697	1 429 178	1 061 900	460 927	45 684 800	2 467 145	1 317 229	
2042	17	4,33	3 301 721	14 303 994	10 471 011	1 457 761	1 061 900	460 927	45 684 800	2 375 222	1 219 375	
2043	18	4,35	3 318 229	14 447 391	10 680 431	1 486 916	1 061 900	460 927	45 684 800	2 280 044	1 125 494	
2044	19	4,38	3 334 820	14 592 227	10 894 040	1 516 655	1 061 900	460 927	45 684 800	2 181 532	1 035 448	
2045	20	4,40	3 351 495	14 738 514	11 111 920	1 546 988	1 061 900	460 927	45 684 800	2 079 605	949 105	
2046	21	4,42	3 368 252	14 886 267	11 334 159	1 577 928	1 061 900	460 927	45 684 800	1 974 181	866 337	
2047	22	4,44	3 385 093	15 035 502	11 560 842	1 609 486	1 061 900	460 927	45 684 800	1 865 174	787 020	
2048	23	4,46	3 402 019	15 186 233	11 792 059	1 641 676	1 061 900	460 927	45 684 800	1 752 498	711 035	
2049	24	4,49	3 419 029	15 338 475	12 027 900	1 674 509	1 061 900	460 927	45 684 800	1 636 066	638 264	
2050	25	4,51	3 436 124	15 492 243	12 268 458	1 708 000	1 061 900	460 927	45 684 800	1 515 786	568 597	
2051	26	4,53	3 453 305	15 647 553	12 513 827	1 742 160	1 061 900	460 927	45 684 800	1 391 566	501 923	
2052	27	4,55	3 470 571	15 804 420	12 764 104	1 777 003	1 061 900	460 927	45 684 800	1 263 313	438 138	
2053	28	4,58	3 487 924	15 962 859	13 019 386	1 812 543	1 061 900	460 927	45 684 800	1 130 930	377 140	
2054	29	4,60	3 505 364	16 122 887	13 279 774	1 848 794	1 061 900	460 927	45 684 800	994 319	318 830	
2055	30	4,62	3 522 890	16 284 519	13 545 369	1 885 769	1 061 900	460 927	45 684 800	853 380	263 113	

8.3.3. OPTION 3 – LIGNE 2 ET LIGNE 4

Tableau 32 : Calcul du revenu nécessaire par trajet pour VAN >0 à 30 ans – option 3, hypothèse 15%

Revenu par trajet		3,45										
Taux d'actualisation		4,00%										
Augmentation annuelle fréquentation		0,50%										
Inflation		2,00%										
Augmentation annuelle du revenu par Investissement		0,50% 39 418 500										
Investissement quais		15 076 800										
Valeur résiduelle		2 365 110										

8.3.4. OPTION 3 – LIGNE 2 ET LIGNE 4 – OPÉRATIONNEL UNIQUEMENT

Il est possible que les investissements trouvent d'autres sources de financement de type fond FEDER.

Afin d'évaluer la sensibilité des évaluations financières au coût d'investissement, il est ici pris pour hypothèse que l'ensemble des coûts d'investissement sont pris en charge par un financement tiers (infrastructure et bateaux). Seuls les coûts d'opération sont pour l'analyse de rentabilité. Cette analyse est réalisée pour l'option 3, avec le potentiel d'utilisateurs maximal (15%). La valeur résiduelle n'est donc pas prise en compte dans le calcul.

Les calculs avec les potentiels d'utilisateurs 10% et 5% sont à retrouver en Annexe A7.

Tableau 33 : Calcul du revenu nécessaire par trajet pour VAN >0 à 30 ans – option 3, hypothèse 15% - opérationnel uniquement

Revenu par trajet	2,45											
Taux d'actualisation	4,00%											
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%											
Inflation	2,00%											
Augmentation annuelle du revenu par passagers	0,50%											
Investissement bateaux												
Investissement quais												
Valeur résiduelle	2 365 110											
		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	2,45	4 211 370	10 317 857	8 996 409	-	-	-	-	1 321 448	1 270 623	3 187 532
2026	2	2,46	4 232 427	10 421 293	9 176 337	-	-	-	-	1 244 956	1 151 032	
2028	3	2,47	4 253 589	10 525 766	9 359 864	-	-	-	-	1 165 903	1 036 483	
2029	4	2,49	4 274 857	10 631 287	9 547 061	-	-	-	-	1 084 226	926 801	
2030	5	2,50	4 296 231	10 737 866	9 738 002	-	-	-	-	999 864	821 815	
2031	6	2,51	4 317 712	10 845 513	9 932 762	-	-	-	-	912 751	721 360	
2032	7	2,52	4 339 301	10 954 239	10 131 418	-	-	-	-	822 822	625 277	
2033	8	2,54	4 360 997	11 064 056	10 334 046	-	-	-	-	730 009	533 411	
2034	9	2,55	4 382 802	11 174 973	10 540 727	-	-	-	-	634 246	445 613	
2035	10	2,56	4 404 716	11 287 002	10 751 542	-	-	-	-	535 460	361 738	
2036	11	2,58	4 426 740	11 400 154	10 966 572	-	-	-	-	433 582	281 646	
2037	12	2,59	4 448 874	11 514 441	11 185 904	-	-	-	-	328 537	205 203	
2038	13	2,60	4 471 118	11 629 873	11 409 622	-	-	-	-	220 251	132 277	
2039	14	2,61	4 493 474	11 746 462	11 637 814	-	-	-	-	108 648	62 741	
2040	15	2,63	4 515 941	11 864 221	11 870 571	-	-	-	-	6 350	3 526	
2041	16	2,64	4 538 521	11 983 159	12 107 982	-	-	-	-	124 823	66 644	
2042	17	2,65	4 561 213	12 103 291	12 350 142	-	-	-	-	246 851	126 727	
2043	18	2,67	4 584 019	12 224 626	12 597 145	-	-	-	-	372 518	183 886	
2044	19	2,68	4 606 940	12 347 178	12 849 087	-	-	-	-	501 909	238 228	
2045	20	2,69	4 629 974	12 470 958	13 106 069	-	-	-	-	635 111	289 856	
2046	21	2,71	4 653 124	12 595 980	13 368 191	-	-	-	-	772 211	338 872	
2047	22	2,72	4 676 390	12 722 254	13 635 554	-	-	-	-	913 300	385 372	
2048	23	2,73	4 699 772	12 849 795	13 908 265	-	-	-	-	1 058 470	429 449	
2049	24	2,75	4 723 271	12 978 614	14 186 431	-	-	-	-	1 207 816	471 195	
2050	25	2,76	4 746 887	13 108 725	14 470 159	-	-	-	-	1 361 434	510 697	
2051	26	2,78	4 770 621	13 240 140	14 759 563	-	-	-	-	1 519 423	548 039	
2052	27	2,79	4 794 474	13 372 872	15 054 754	-	-	-	-	1 681 882	583 304	
2053	28	2,80	4 818 447	13 506 935	15 355 849	-	-	-	-	1 848 914	616 571	
2054	29	2,82	4 842 539	13 642 342	15 662 966	-	-	-	-	2 020 624	647 916	
2055	30	2,83	4 866 752	13 779 107	15 976 225	-	-	-	-	2 197 118	677 413	

8.4. CALCUL DU COÛT AU KM ET DES KM PASSAGERS

8.4.1. COÛT AU KM

Le coût au km parcouru par la flotte est un indicateur courant, calculé comme suit:

- Nombre de parcours réalisés quotidiennement en « jour plein », étant la somme des départs évalués par heure dans les tableaux § 5.4.3.2 à 5.4.3.4 ;
- Nombre de km parcourus quotidiennement par bateau en « jour creux » (dimanches et jours fériés) : 50 % du nombre de km parcourus en jours pleins
- Nombre de jours creux : 52 dimanches + 10 jours fériés
- Coût d'opération annuel : coût issu des tableaux repris au § 8.1.2
- A titre informatif, le calcul est également proposé en ne prenant en compte que les frais de personnel sur le bateau et les coûts de carburant, issus des mêmes tableaux.

Les résultats de ces calculs sont donnés dans le Tableau 34. Le coût au km (personnel et carburant) vaut entre 9 et 21 € selon les hypothèses. A noter que le coût moyen au km d'un bus s'établit aux alentours de 4 à 6 €.

Tableau 34 : km annuels par option et coût par km

	Longueur trajet en Km	Fréquence en min.	Nombre de bateau (priorité fréquence)	Nombre de km annuels	Coût opération bateau / km annuel	coût personnel navigant + carburant / km annuel
Option 1						
ligne 1	11	15	9	380 000	13.8	11.8
Option 2						
Ligne 2	7	15	7	146 000	21.2	18.3
Ligne 3	11	15	7	209 000	18.7	16.2
Option 3						
Ligne 2	7	15	7	146 000	21.2	18.3
Ligne 4	17	15	10	485 000	10.8	9.3

Le nombre de km annuels varie de 146 000 km (ligne 2) à 485 000 km (ligne 4).

A titre d'exemple, la ligne 6 du nouveau réseau de bus (rejoignant Coronmeuse aux Guillemins, en passant par Outremeuse les Vennes) prévoit 200 000 km/an.

8.4.2. EVALUATION DE L'OFFRE - CALCUL DES KM PASSAGERS

Le calcul des km passagers donne une indication de l'offre de transport fournie par la solution. Ils s'agit de multiplier le nombre de km parcourus annuellement par le nombre de places.

Tableau 35 : km annuels par option et coût par km

	Longueur trajet en Km	Fréquence en min.	Nombre de bateau (priorité fréquence)	Nombre de km annuels	km passagers
Option 1					
ligne 1	11	15	9	380 000	11 400 000
Option 2					
Ligne 2	7	15	7	146 000	4 380 000
Ligne 3	11	15	7	209 000	10 450 000
Option 3					
Ligne 2	7	15	7	146 000	4 380 000
Ligne 4	17	15	10	485 000	24 250 000

Le nombre de km passagers varie de 4 380 000 (ligne 2) à 24 250 000 (ligne 4).

A titre d'exemple, le tram urbain liégeois offre environ 330 000 000 de passagers km.

8.5. SYNTHÈSE

Les Tableau 30 à Tableau 36 permettent d'évaluer les perspectives financières des différentes options et hypothèses.

Si l'on considère que le revenu par trajet issu de la billetterie est identique quelles que soient l'option et l'hypothèse (cela permet de considérer que les revenus par trajet sont identiques à ceux du tram et du bus, permettant une billetterie intégrée), les écarts entre revenu nécessaire calculé et revenu de la billetterie sont à combler intégralement par des subsides.

A titre purement illustratif, le Tableau 37 indique le montant de subside nécessaire la première année du projet, considérant un revenu de billetterie de 2,1 €/trajet (montant du trajet unitaire, maximisant le revenu potentiel, négligeant l'ensemble des voyageurs voyageant à tarif réduits – cartes multivoyages, abonnements, réductions enfants, étudiants, seniors...).

Il en ressort les principaux éléments suivants:

- L'option 1, bien que moins coûteuse, draine un nombre de personnes plus limité. Comparativement à l'option 2, compte tenu de l'écart faible en investissement (+30%) comparativement à l'écart en passagers (+40%), le revenu par trajet nécessaire est supérieur d'environ 10% pour l'option 1.
- Un raisonnement similaire peut être tenu entre option 2 et option 3.
- Il en ressort que, compte tenu des investissements nécessaires, il est préférable, d'un point de vue financier, de les répartir sur un nombre maximal d'usagers ;
- Si l'on considère un revenu de billetterie de 2,1 €/trajet (et un financement interne de l'investissement), le subside doit couvrir de ~40% du revenu nécessaire par trajet (option 3, hypothèse 15%) à ~85 % (option 1, hypothèse 5%) ;
- Si l'on considère un revenu de billetterie de 2,1 €/trajet (et un financement externe de l'investissement – type fonds FEDER), le subside doit couvrir de ~14% du revenu nécessaire par trajet (option 3, hypothèse 15%) à ~70 % (option 3, hypothèse 5%) – les options 1 et 2 ne sont pas analysées sans prise en compte de l'investissement ;
- A hypothèse de fréquentation identique, l'écart entre taux de subventionnement pour l'option 3 (57%) et l'option 1 (65 %) est de 8 %. Le taux de subventionnement pour l'option 2 est intermédiaire (63 %) ;
- Selon les hypothèses définies, les subsides annuels (base année 1) s'échelonnent entre 4,8 et 11,6 millions d'euros, pour couvrir tant la partie infrastructures que bateaux et opération.
- Selon les hypothèses définies, les subsides annuels (base année 1) s'échelonnent entre 1,5 et 7,26 millions d'euros, pour couvrir uniquement les coûts d'opération (option 3 uniquement).

Tableau 36 : Synthèse des calculs financiers pour les 3 options et 3 hypothèses d'usagers effectifs

	Investisse- ment bateaux	Investisse- ment quais	Investisse- ment total	Revenu par trajet pour une VAN > 0 sur 30 ans		
hypothèse usagers effectifs				15%	10%	5%
Option 1						
ligne 1	25 205 000	10 324 600	35 529 600	4,30	6,45	12,90
Option 2						
Ligne 2	31 857 000	13 827 800	45 684 800	4,00	6,00	12,00
Ligne 3						
Option 3						
Ligne 2	39 418 500	15 076 800	54 495 300	3,45	5,15	10,35
Ligne 4						
Option 3 - opérationnel uniquement						
Ligne 2	0	0	0	2,45	3,65	7,25
Ligne 4						

Tableau 37 : Illustration du subside nécessaire pour maintenir le coût moyen d'un billet à 2,1 €, pour l'année 1 du projet

	Montant subside nécessaire et hypothèse de billetterie 2,1 € / trajet (année 1)		
hypothèse usagers effectifs	15%	10%	5%
Option 1			
ligne 1	4 771 000	6 290 000	7 808 000
Option 2			
Ligne 2	5 792 000	7 926 000	10 060 000
Ligne 3			
Option 3			
Ligne 2	5 685 000	8 563 000	11 581 000
Ligne 4			
Option 3 - opérationnel uniquement			
Ligne 2	1 474 000	4 352 000	7 230 000
Ligne 4			

L'analyse financière montre des enveloppes d'investissement très différentes, et plus généralement des montants de subsides annuels très variables selon les options de lignes et hypothèses de fréquentation retenues. De ce fait, une approche phasée pourrait être envisagée, avec un développement progressif de l'offre, qui pourrait être réévaluée et adaptée selon les données de fréquentation réelle, les budgets disponibles pour le développement, ou toute autre donnée pertinente. Notons que la notion de phasage peut s'étendre aux bateaux eux-mêmes, dont l'aménagement intérieur peut évoluer et amener à une augmentation sensible du nombre total de places (en réduisant le nombre de places assises).

L'implémentation de la solution de transport de passagers par voie d'eau pourrait être initiée avec la ligne 1 (Dérivation), à savoir la ligne qui est la plus complémentaire au réseau de transport terrestre d'une part, et celle qui demande les investissements les moins importants tant en termes d'infrastructure que de bateaux, bien que ce soit la ligne demandant le taux de subventionnement le plus important (+8% par rapport à l'option 3), avant d'être progressivement étendue aux lignes 3 et/ou 4.

8.6. MODALITÉS DE CONTRACTUALISATION

Les modalités de contractualisation doivent s'intégrer dans le contexte réglementaire wallon, fédéral et européen.

Le cadre européen récent favorisait la contractualisation par PPP (partenariat public-privé). Cette approche évolue dans un cadre européen changeant.

D'autre part, le mode de contractualisation doit permettre de respecter des contraintes fortes permettant l'attractivité du transport par voie d'eau telles que (cf également § 5.3.6):

- Tarification et billetterie intégrée avec celles des TEC ;
- Fiabilité et ponctualité, incluant un niveau d'information élevé (affichage dynamique) sur les bateau-bus mais également les transports terrestres à proximité.

Afin d'identifier les parties prenantes susceptibles d'investir et développer le projet, il convient de distinguer le responsable de l'infrastructure (telle que les quais, passerelles, pontons, cheminements...) et le responsable de l'opérationnalisation. On peut à ce titre faire le parallèle entre Infrabel (infrastructure) et SNCB (opération).

Vu les montants d'investissement et la nature de ceux-ci, l'infrastructure doit idéalement être développée et gérée par les pouvoirs publics, que ce soient le SPW-MI, voire la Ville.

Concernant l'opérationnalisation, il faut se référer au cadre légal définissant les missions de l'OTW (Opérateur de Transport en Wallonie). La mission de l'OTW concerne le transport de personnes sans spécification particulière (terrestre, fluvial...) et, implicitement, comprend donc d'éventuelles lignes de transport par voie d'eau qui doivent s'intégrer dans son système tarifaire et son réseau, tel que défini par l'AOT.

L'OTW agit sur base d'un contrat de service public conclu entre la Région Wallonne et l'OTW. Le contrat en cours, couvrant la période 2024-2028 a été approuvé le 5 octobre 2023 par le Gouvernement wallon et le 13 décembre 2023 par le Conseil d'Administration de l'OTW. Ce contrat n'intègre pas la dimension de transport de personnes par voie d'eau. Cette thématique devrait dès lors intégrer le prochain contrat de service public qui couvrira la période 2029-2033. Il convient d'anticiper la rédaction de ce prochain contrat en initiant bien en amont les discussions avec la Région et l'OTW pour pouvoir faire figurer, le cas échéant, ce type de transport dans ce prochain contrat.

En complément de ce cadre légal, la logique de multimodalité et de billetterie unique milite fortement pour une opérationnalisation par le TEC, avec les avantages et risques principaux suivants:

- Avantages :
 - Simplification de la tarification et de la rémunération d'un opérateur unique avec un billet unique ;
 - Maîtrise du risque de concurrence entre TEC et un autre opérateur ;
 - Simplification d'une intégration dans le réseau terrestre
- Risque :
 - Développement d'un nouveau métier au sein du TEC

- Personnel de bord
- Personnel de maintenance

– Nécessité probable de recourir à un tiers pour la mise à disposition des bateaux ;

Il faut noter également que les opérateurs de transport public comme le TEC ou De Lijn sous-traitent déjà une partie de leurs opérations à des opérateurs privés. Cette méthode pourrait donc être répliquée pour un bateau-bus.

9. SYNTHÈSE ET CONCLUSION

9.1. SYNTHÈSE GÉNÉRALE

L'étude de faisabilité du transport fluvial à Liège - volet passagers - a permis de

- Réaliser un benchmark des solutions de transport fluvial de passagers en Europe;
- Evaluer, sur base d'une enquête en ligne, le potentiel en termes d'usagers;
- Identifier différentes options de lignes de bateau-bus, et les arrêts correspondants, ainsi que les typologies d'aménagements nécessaires;
- Identifier les technologies de bateau et conceptions des infrastructures appropriées;
- Réaliser une analyse financière de la mise en place et l'opération du bateau-bus.

Ces analyses mettent en avant les éléments suivants, permettant d'envisager la poursuite des études et démarches de mise en œuvre d'une ou plusieurs lignes de bateau-bus :

- La faisabilité technique d'une ou plusieurs lignes de bateau-bus est avérée à ce stade. L'étude propose différentes options, avec une possibilité de développement phasé de l'offre.
- Les modalités d'intégration des lignes et arrêts de bus dans l'environnement urbanistique actuel est considérée acceptable, avec toutefois des complexités ponctuelles et des adaptations de voirie / cheminements et autres aménagements urbanistiques à prévoir.
- L'intérêt des usagers, évalué à travers l'enquête, est marqué. Ceci ne constitue toutefois pas une garantie de fréquentation, étant donné l'échantillon et les méthodes utilisées pour l'enquête, ainsi que le contexte du chantier du tram. Une quantification plus approfondie des fréquentations prévisionnelles sera nécessaire, notamment pour préciser les répartitions et organiser les fréquences de passage, ainsi que pour garantir la représentativité des hypothèses de fréquentation sur les communes limitrophes de de Seraing et Herstal, moins bien représentées dans l'enquête.
- L'étude identifie principalement les éléments d'attractivité clé suivants:
 - La garantie de régularité de l'offre, du fait de sa déconnexion totale avec la circulation terrestre et donc l'absence d'embouteillage;
 - Le confort de ce moyen de transport, et la possibilité de le combiner avec la mobilité douce (embarquement de vélos, trottinettes...);

- La complémentarité avec les transports terrestres, en particulier dans le cas de la dérivation;
- Le report d'une mobilité terrestre vers une mobilité fluviale, participant ainsi à la décongestion de trafic routier ;
- Le développement d'un mode de transport électrique sur la dérivation, donc impact sur la qualité de l'air et silencieux ;
- Un usage touristique et événementiel possible en complément des usages de mobilités ;
- La possibilité de trajets longs sans rupture de charge (Herstal à Jemeppe, en cas de développement complet).

Parmi les points d'attention principaux identifiés lors d'une éventuelle mise en œuvre de ce type de transport, l'étude retient:

- La mise en place de lignes de bateau-bus demandera une adaptation du règlement de navigation sur le secteur, pour permettre une augmentation de la vitesse de navigation sur la Meuse, et pour permettre la navigation motorisée sur la Dérivation.
- Une concertation avancée doit être menée avec tous les usagers et exploitants de la voie d'eau pour permettre la cohabitation des différents usages.
- La navigation est un nouveau métier pour le TEC, exploitant présumé. Outre le développement de compétences, se pose le défi de recrutement de pilotes et autre personnel spécialisé.
- La mise en place de taxi-boat n'apparaît pas opportune, en se basant sur une analyse comparative de solutions de ce type mises en place dans d'autres villes en Europe et ailleurs.

Enfin, en termes financier, l'étude pointe les éléments clés suivants:

- Deux catégories d'investissement sont nécessaires:
 - les investissements d'infrastructures (quais et aménagements terrestres), à longue durée de vie et coûts opérationnels faibles,
 - Pour l'option complète de Herstal à Seraing, ces montants sont estimés à 15 M d'euros
 - les investissements des bateaux, à durée de vie plus courte et coûts opérationnels importants.
 - Pour l'option complète de Herstal à Seraing, les montants d'investissement relatifs aux bateaux sont estimés à 40 M d'euros
 - Pour cette même option, les coûts opérationnels (année 1, sans actualisation) sont estimés à 9 M d'euros

Il est possible d'envisager des financeurs différents pour ces deux types d'investissement.

- En considérant un financement complet des infrastructures et des bateaux, le taux de financement par trajet, nécessaire en complément de la billetterie (avec des tarifs alignés sur ceux des transports en commun actuels), varie de
 - 40-50 % (la billetterie couvre 50-60% du coût complet) , dans l'hypothèse de fréquentation la plus élevée ;

- à 80-85% (la billetterie couvre 15-20 % du coût complet , dans l'hypothèse de fréquentation la plus faible).
- Le besoin en financement complémentaire à la billetterie diminue si l'investissement en infrastructure est réalisé à l'aide de fonds externes (par exemple, fonds FEDER) (avec des pourcentages pouvant descendre dans, certains cas, à 15%).

Ces pourcentages (dont la variation est liée aux hypothèses de déploiement des lignes, en particulier dans l'hypothèse de fréquentation maximale) sont jugés acceptables pour envisager une poursuite de la démarche de mise en œuvre d'une ou plusieurs lignes de bateau-bus. A noter qu'ils tiennent compte d'un revenu par voyageur de 2,1 €.

9.2. CONCLUSION

Le présent rapport constitue le volet passagers de l'étude d'un transport fluvial structurant à Liège.

Outre les aspects d'état des lieux et benchmark, il a permis de dessiner les contours d'une opérationnalisation concrète d'une offre de transport fluvial structurant de personnes, en abordant les thématiques de fréquentation et définition des lignes par le biais d'une enquête, d'infrastructures et d'identification des besoins en termes de bateaux. Ces éléments ont enfin permis de réaliser une analyse financière.

Considérations générales

Le benchmark a permis de démontrer que plusieurs villes possèdent ou envisagent de développer des systèmes de transports en commun sur l'eau, plus ou moins développés en fonction des besoins des usagers.

Des villes comme Rotterdam ou Anvers, traversées par un fleuve, ont bien compris que ce mode de transport en commun avait toutes les chances d'offrir des alternatives efficaces aux usagers qui souhaitent éviter les embouteillages et même parfois gagner du temps par rapport aux transports en commun classiques. Ces mêmes villes ont aussi prouvé qu'il est nécessaire d'apporter un service cohérent, efficace, rapide et surtout régulier, pour connaître le succès.

Cerner les besoins des usagers est primordial et l'apport de diversité en terme de destinations et de trajets est essentiel ; viser uniquement à désengorger les systèmes existants n'est pas suffisant pour créer un nouveau réseau attirant pour le public.

La visite des infrastructures de Rotterdam et Anvers montre qu'il n'est pas nécessaire de réaliser de grands travaux d'infrastructure pour permettre de faire fonctionner une ligne de transports en commun sur l'eau. Il est néanmoins important de rendre bien accessible les arrêts, ainsi que de proposer un fléchage clair depuis la route et les autres modes de transport. Il semble aussi important de proposer de bonnes fréquences, ainsi que de prévoir des emplacements pour les vélos. Permettre l'accès aisé au bateau y compris pour les PMR, peu importe le niveau du fleuve, est primordial (au-delà d'être légalement obligatoire), afin d'assurer un maximum de jours d'utilisation sur l'année et de n'arrêter le trafic qu'en cas de crue exceptionnelle. Enfin, une billetterie intégrée avec les transports en commun terrestre

paraît être une condition importante, voire sine qua non, d'autant plus si la volonté est bien de toucher des usagers réguliers et locaux, et non des touristes ou usagers exceptionnels.

Proposer une alternative complétant le réseau, en le renforçant dans les zones les plus défavorisées en matière de transport (Dérivation et rive droite de la Meuse) et en offrant une nouvelle ligne continue sur toute l'agglomération, s'arrêtant aux endroits stratégiques du centre-ville (écoles, pôles de bureaux, gare, centre commerciaux, hyper-centre,...) répondra aux attentes des usagers en améliorant la maîtrise d'enjeux tels que la ponctualité et la surcharge des bus ou plus simplement facilitera le trajet des personnes souhaitant aller au-delà du centre-ville en partant de Herstal ou de Seraing par exemple. Inclure les acteurs du tourisme liégeois permettra d'offrir un "plus" pour les personnes visitant la ville.

Il est évident que cette offre doit impérativement s'articuler avec l'offre du réseau complet, et en particulier du Tram qui, sur la Meuse, suit un trajet similaire, mais en rive gauche uniquement – alors que le bateau permet une desserte de la rive gauche et de la rive droite.

L'interconnexion avec les autres modes de transport est primordiale, de même que de bonnes fréquences et une large plage horaire de service. Les abris aux arrêts devront être bien pensés en matière de confort et d'information et les bateaux devront être aisément accessibles et confortables.

Tous ces éléments mettent en évidence le potentiel d'un réseau de transport de passagers sur la Meuse, à condition qu'il soit adapté à la demande, rapide, efficace, confortable et adapté à tous les usagers.

A l'inverse, le contexte liégeois n'apparaît pas propice à la mise en place de taxi-boat, en se basant sur une analyse comparative de solutions de ce type mises en place dans d'autres villes en Europe et ailleurs.

Enfin, un système de propulsion à émissions réduites est également primordial. L'utilisation d'une propulsion hybride ou électrique assistée permettra non seulement d'économiser du carburant mais surtout de moins polluer, tant en émissions de particules et de CO₂ mais aussi en terme de bruit et de confort pour les passagers. Afin de parfaire ce système, les formes de la coque seront étudiées pour nécessiter le moins de puissance possible, ainsi que pour n'avoir qu'un très faible impact sur les berges avec des coque « Low Wash Hull ».

Faisabilité technique et financière

La faisabilité technique d'une offre de transport fluvial est donc confirmée par la présente étude. Certains points de complexité ont pu être soulevés, comme la gestion de la navigation sur la Dérivation (en lien notamment avec la piste existante d'aviron) ou l'accessibilité des futurs quais en fonction de la topographie et de l'occupation actuelle des lieux. Aucune complexité technique n'est à ce jour jugée rédhibitoire.

L'analyse financière est basée sur des scénarios d'implémentation de lignes d'une part, et des scénarios de fréquentation d'autre part. Cette analyse préliminaire, qui méritera d'être affinée à chaque stade d'étude ultérieur, indique des taux de subventionnement nécessaires compris entre 60% et 90%, ce qui semble être dans l'ordre de grandeur des subventionnements

pratiqués pour le transport collectif. A noter que ce taux couvre l'ensemble des coûts, y compris donc les investissements en infrastructures et en matériel navigant.

Suites à donner

Cette étude peut servir de base au développement d'un réseau de transport fluvial à Liège. Il est évident que la seule Ville de Liège ne pourra porter l'intégralité du projet, ne fut-ce que pour des raisons réglementaires. L'appropriation de l'étude par l'OTW est donc un élément essentiel conditionnant le développement futur.

Concrètement, une implémentation « par étape » est parfaitement envisageable. Cette implémentation pourrait être initiée avec la ligne 1 (Dérivation), à savoir la ligne qui est la plus complémentaire au réseau de transport terrestre d'une part, et celle qui demande les investissements les moins importants tant en termes d'infrastructure que de bateaux, bien que ce soit la ligne demandant le taux de subventionnement le plus important (+8% par rapport à l'option 3). Cette implémentation phasée pourrait permettre d'évaluer la pertinence de solution et son taux d'adoption par les usagers, avant d'envisager un déploiement à plus large échelle.

ANNEXE A1. FICHES SYNTHETIQUES ETAT DES LIEUX

FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontre	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	Reçu de ville de Liège
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Transurbaine rapport de synthèse GRE-Liège 1/2012	
Auteur : GRE-Liège	
Commanditaire sans objet	
Domaine d'application: personnes	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel~~ , restreint, public)	
Pour les personnes	
Périmètre – Communes concernées : Ans, Grâce-Hollogne, Herstal, Liège, Saint-Nicolas et Seraing	
Type de mobilité considérée: Mobilité terrestre (Bus/Tramway)	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré Sans objet	
- Type de marchandise considéré sans objet	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre) sans objet	
Eléments de synthèse	
Raisons de l'intérêt de l'étude pour le présent marché (description, relation avec une phase de l'étude) Ce document présente le projet de Tramway , le document date de 2012 et ne présente pas d'étude de référence. Le tracé du Tramway et les caractérisations du schéma urbain qui accompagnent son établissement sont essentiels pour la présente étude, bien qu'actualisés par des documents ultérieurs. Le présent projet doit être complémentaire au tramway, proche géographiquement et économiquement et offrir une économie de temps significative aux usagers	
Enseignements valorisables pour la présente étude Vision stratégique générale sur Liège et communes périphériques	
- Références dans le document sans objet	
Contact pour informations complémentaires	



FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontré	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	sans objet
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
La Logistique urbaine fluviale 2020	
Auteur : Cerema	
Commanditaire : sans objet	
Domaine d'application: marchandise	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel~~ , ~~restreint~~ , public)	
Pour les personnes	
- Périmètre – lieu, superficie, nombre d'habitant sans objet	
- Type de mobilité considérée (navigation, multimodal, autre - à préciser) sans objet	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré Etude générale; sans objet	
3 types de marchandise présentés: produits nécessaires à l'activité du BTP, distribution de palettes sur caisses mobiles, distributions de colis	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre) Varié	
Eléments de synthèse	
L'étude présente certains intérêts du transport fluvial de marchandise ainsi que quelques méthodes organisationnelles. Une bonne partie du document porte sur les leviers administratifs et légaux français. Les annexes du documents sont riches en ressources et études de cas.	
Enseignements valorisables pour la présente étude Présentation de différentes méthodes organisationnelle du transport de marchandise urbain. Les annexes présentent de nombreux cas pouvant être utilisés pour la présente étude.	
- Références dans le document Ademe (2018) Engagement volontaire en faveur de la logistique urbaine, exp finalisation d'outils de mesure, d'accompagnement et de suivi des démarche 2018, 217 pages. Ademe (2019) Efficacité énergétique et environnementale du transport fluvial de personnes, rapport final, Expertises, mai 2019	
Contact pour informations complémentaires	

FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontr	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	Reçu de ville de Liège
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Plan urbain de mobilité 2019	
Auteurs: Pluris, Transitec et partenaires	
Commanditaire: SPW	
Domaine d'application : personnes et marchandises (accessoire)	
Disponibilité / diffusion de l'étude : public	
Pour les personnes	
Périmètre agglomération liégeoise	
Type de mobilité considérée : toute mobilité terrestre	
Pour les marchandises	
Périmètre agglomération liégeoise	
- Type de marchandise considéré : tout	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre) : transit et logis	
Eléments de synthèse	
Raisons de l'intérêt de l'étude pour le présent marché (description, relation avec une phase de l'étude)	
Document chapeau des PCM, qui définit leurs grandes orientations.	
Enseignements valorisables pour la présente étude	
Pas d'enseignements directement valorisables, mais bien indirectement via le PCM	
- Références dans le document	
Non précisées	
Contact pour informations complémentaires	



FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontré	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	Reçu de ville de Liège
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Plan communal de mobilité 2021	
Wallonie mobilité SPW	
Ville de Liège	
Domaine d'application : personnes et marchandises (accessoirement)	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel~~ , ~~restreint~~ , public)	
Pour les personnes	
Périmètre ville de Liège horizon 2035	
Type de mobilité considérée : navigation, multimodal, piéton, bus, ferroviaire	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré Ville de Liège et périphérie. Pas de chiffre tonnage ou # de camions.	
- Type de marchandise considéré Tout type de marchandise sauf transit	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre) Tout type, mais focus sur les nouveaux acteurs type transport par vélo-cargo	
Eléments de synthèse	
Plan à l'origine de la demande par le client de la présente étude, ce document et ces annexes sont essentiels. Ils présentent l'ensemble des types de mobilités et les zones concernées. Les cartes notamment présentent des éléments intéressants (mobilité cyclable, piétonne, bus...). Ce document constitue le diagnostic de la situation initiale.	
Enseignements valorisables pour la présente étude Tous le document est valorisable pour la présente étude, quelques informations clés : les plans des actions prévues concernant les différentes mobilités et la gestion des marchandises, les enjeux qui concernent le présent projet, différentes recommandations...	
- Références dans le document Non précisées	
Contact pour informations complémentaires	

FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontré	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	sans objet
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Transport collectif par voie d'eau en milieu urbain 2013	
Certu	
Commanditaire	
Domaine d'application: personnes	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel, restreint~~ , public)	
Pour les personnes	
- Périmètre – lieu, superficie, nombre d'habitant	
Généralités sur le transport fluvial avec plusieurs cas d'étude en milieu principalement estuarien	
Type de mobilité considérée: Navigation fluviale ou marine, en milieu estuarien	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré	
Sans objet	
- Type de marchandise considéré	
sans objet	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre)	
sans objet	
Eléments de synthèse	
Raisons de l'intérêt de l'étude pour le présent marché (description, relation avec une phase de l'étude)	
L'étude est théorique et générale, mais présente différentes modalités et spécificités du transport de personnes par voie d'eau. Les éléments sont présentés par thématique, dont la plupart sont d'intérêt pour la présente étude, malgré la date de parution (2013).	
Enseignements valorisables pour la présente étude	
Materiels, Maintenance, Impact environnemental, Coûts, Organisation, Niveau de Service. Ces différents domaines sont étudiés pour différentes cas d'application. Certains chapitre sont de moindre intérêt car liés à la réglementation française	
- Références dans le document	
Référence BP X50-810-1, Rapport Deloitte "Efficacité énergétique et émission transport" Ademe 2008, "Qui paie quoi en matière de transports urbains? Guide pratiques en matière de financement" MEEDM AFD CODATU 2009	
Contact pour informations complémentaires	

FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontr	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	sans objet
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Logistique intelligente constats et pistes d'opportunités (date inconnue)	
Auteur GRE Liège, Logisitics in Wallonia	
Commanditaire	
Domaine d'application: marchandises	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel~~ , ~~restreint~~ , public)	
Pour les personnes	
- Périmètre – lieu, superficie, nombre d'habitant sans objet	
- Type de mobilité considérée (navigation, multimodal, autre - à préciser) sans objet	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré Liège	
- Type de marchandise considéré Tout type	
- Type de logistique (l'accent sera mis sur la logistique urbaine / dernier kilomètre) Logistique générale et logistique urbaine; tous modes confondus	
Eléments de synthèse	
Raisons de l'intérêt de l'étude pour le présent marché (description, relation avec une phase de l'étude) L'étude présente différents constats et pistes d'opportunités pour le développement d'une stratégie de logistique intelligente sur la commune de Liège. Cette étude touche différents sujets, dont les infrastructures.	
Enseignements valorisables pour la présente étude Cette étude rapporte les principales considérations d'acteurs locaux dans la mise en place d'une logistique intelligente. Ces conclusions peuvent être intéressantes pour la présente étude notamment celles concernant la gestion stratégique des données, les besoins en infrastructures, les besoins en formation...	
- Références dans le document Anandhi, S., Anitha, R., & Sureshkumar, V. (2019). IoT Enabled RFID Authentic Object Tracking System for Smart Logistics. Wireless Personal Communicatio Hopkins, J., & Hawking, P. (2018). Big Data Analytics and IoT in logistics: A ca: International Journal of Logistics Management, 29(2), 575-591. Jamil, M. S., Jamil, M. A., Mazhar, A., Ikram, A., Ahmed, A., & Munawar, U. (2015). Smart	
Contact pour informations complémentaires	

FAISABILITÉ D'UN TRANSPORT FLUVIAL STRUCTURANT À LIÈGE

Fiche Compte Rendu Analyse Bibliographique	
Date rencontré	sans objet
Date finalisation fiche	07/07/2023
Organisme	sans objet
Interlocuteur	sans objet
Moyen de contact (visio, téléphone, rdv)	sans objet
Etude de pré-faisabilité d'une solution de distribution urbaine durable 2022	
Auteur : Neolia, Step, Urbike	
Commanditaire Ville de Liège	
Domaine d'application: marchandise	
Disponibilité / diffusion de l'étude (~~confidentiel~~ , ~~restreint~~ , public)	
Pour les personnes	
- Périmètre – lieu, superficie, nombre d'habitant sans objet	
- Type de mobilité considérée (navigation, multimodal, autre - à préciser) sans objet	
Pour les marchandises	
- Périmètre – lieu, superficie, ordre de grandeur du tonnage considéré 3 cas : Bordeaux (~40 km²); Oslo (36 km²); Paris (21 km²)	
Type de marchandise considéré: palettes, colis à destination des commerces ou des particuliers	
Logistique urbaine, transport par vélo ou véhicule motorisé	
Eléments de synthèse	
Raisons de l'intérêt de l'étude pour le présent marché (description, relation avec une phase de l'étude): Cas d'études à retenir Proposition concrète de mise en œuvre et d'expérimentation sur la ville de Liège, basée sur les cas d'étude.	
Enseignements valorisables pour la présente étude Pistes pour essai de mise en œuvre d'un ELP (espace logistique de proximité). Un ELP connecté à la voie d'eau pourrait être envisagé.	
- Références dans le document http://cyclelogistics.eu/ , https://www.polisnetwork.eu/project/novelog/ , http://2020.interregeurope.eu/resolve/ , https://northsearegion.eu/surflogh/ , http://https://www.eiturbanmobility.eu/projects/shared-micro-depots-for-urban-pi https://www.cityhubs.no/ , http://www.ecolotrans.com/ , https://www.paris-logistiques-a-paris-l-appel-a-projet-bientot-lance-3830 , https://syvil.eu/ , http://www.leslogistiques.com/	
Contact pour informations complémentaires	



ANNEXE A2. TABLEAU COMPARATIF DES CAS ETUDIÉS

	DESSERTES BIEN ÉTABLIES		PROJET	LOGISTIQUE FLUVIALE URBAINE	
	Rotterdam	Anvers	Ris-Orangis	Strasbourg	Lille
Longueur de la/des ligne(s) en km	28 +	27,5	8,5		
Nombre de lignes	2 + 3 bacs	1 (2 zones)	1	1 desserte logistique urbaine Alimentation chantiers (occasion.)	0
Population concernée en millions	1	0,6	0,1	0,5	1,1
Trafic portuaire en Mt (eau/fer/route)				7/1.1/?	2.4/0.6/6.3
Maturité de la/des ligne(s)					
– Année de lancement	2001	2017	2024	2020	-
– Nombre de bateaux	13	6	5	1 + 1	-
Passagers/marchandises	pendulaires + touristes - pas encore de fret	pendulaires + touristes - pas encore de fret	passagers + logistique cargocycles modulaires (y compris petites palettes)	Déchargements vrac et palettes au quai des Pêcheurs	Pas de logistique fluviale urbaine à ce jour
Typologie de la voie d'eau	rivières larges	Escaut maritime très large	Seine, large	Bras de l'Ille étroits, peu d'espace	Deûle large Moyenne Deûle non navigable actuellement
Multiplicité des usages de la voie d'eau	commerce très intense	commerce assez intense	commerce assez intense	Tourisme passagers : jouissant d'un monopole de fait dans l'hyper-centre	Centre Multimodal de Distribution Urbaine dans le port (n'utilise pas la voie d'eau)
Autre spécificité pertinente	aucun pont hors Rotterdam centre	aucun pont, un tunnel piétons + bac	projet MonBB lauréat concours VNF		écluse du Grand Carré, moins critique pour le fret que pour les passagers
Contacts (adresses e-mail dessous)	Gerbrand SchuttenBlue Amigo	Gerbrand SchuttenBlue Amigo	DanyCarvalho	Claire Merlin (PAS)	Ferenc Szilagyi (Port) Richard Lemeiter (ville)

Genèse du projet	Perception d'une demande latente de la population	Perception d'une demande latente de la population	fondateur résidant à Ris-Orangis lui-même demandeur !!	Appel à projets par VNF/PAS en 2018 Extensions à l'étude (construction, CDU, LFU)	Projet à l'étude
Bilan du fonctionnement (chiffres fréquentations, tendances)	En hausse progressive depuis le lancement, 750 000 passagers/an	Plafonnant actuellement (400 000 passagers/an ?)	prévision 200 000 passagers/an	600 navettes LFU depuis 2020 Chantiers : occasionnel	
Compte d'exploitation (dépenses/recettes)	petit équilibre assuré, subvention pour l'acquisition des bateaux	petit équilibre assuré, subvention pour l'acquisition des bateaux	pertes les premières années de démonstration	Support financier par autorités	
Moyen d'attirer les passagers (communication, marketing)	la marque « Blue Amigo », promotion massive, intégration dans le réseau de TC	la marque « Blue Amigo », promotion massive, intégration dans le réseau de TC	forte comm. des collectivités + demande latente	Initiatives Métropole/VNF/PAS	Initiatives Métropole/VNF/Port
Cohabitation autres usages (commerce, récréatif, motorisé ou non...)	ralentissement en passant devant les bateaux amarrés ou autres usagers vulnérables	ralentissement à 20 km/h sur toute la partie Nord (port d'Anvers)	aucune difficulté sur la Seine, sauf aviron (réduction de vitesse)	Tourisme fluvial important (750 000 passagers en 2019) par filiale PAS. Navette fluviale en projet	Situé sur l'axe majeur Seine - Escaut. Navette fluviale envisagée
Contraintes techniques			résolues par VNF et les collectivités	Uniquement canaux petit gabarit	
Mode de gestion (public, privé, DSP,...)	DSP	DSP	privé	ULS : Concession après appel à projet	URBY : Concession du CMDU
Caractéristiques des bateaux	Damen City Ferries– 1ère génération diesel– 2e génération hybride	Damen City Ferries– 1ère génération diesel– 2e génération hybride	Catamaran Hyke City Ferry, tout électrique, 15 x 5,70m50 passagers	Pousseur + Barge à très petit gabarit (CU 50 t) Bateau Freyssinet	Barge Zulu55 x 8 m, non encore déployée sur Lille
Report autres moyens de transport? Nouveaux usagers ? Statistiques	report surtout depuis la voiture, pour les longs trajets à vélo empruntant le Waterbus	report surtout depuis la voiture, pour les longs trajets à vélo empruntant le Waterbus	essentiellement nouveaux usages, forte complémentarité avec RER et vélo	Faible report modal à ce jour	

Similarités et
différences Liège

similarité : long parcours sans écluse – différence : la grande largeur de la rivière	similarité : long parcours sans écluse – différences : grande largeur de la rivière, et impact des marées sur l'accessibilité des haltes	similarités de caractère de banlieues un peu délaissées, mais avec des îlots d'opulence	Port décentré sur grand axe fluvial Présence de quais utilisables dans centre ville	Port à proximité du centre historique
--	---	--	---	--

Temps de maturation

court, grâce à la demande latente et aux temps de trajet très compétitifs	un peu plus long compte tenu de l'aspect dissuasif des haltes	estimé court («choc de l'offre»)	Projet lancé en 2018 (appel à concurrence)	
--	--	--	--	--

ANNEXE A3. FORMULAIRE D'ENQUETE

ANNEXE A4. STATISTIQUES DE BASE SUR LE PROFIL DES REpondANTS

Age				
Age	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
12-17	8	0.24	8	0.24
18-25	201	6.10	209	6.34
26-35	688	20.89	897	27.23
36-45	767	23.28	1664	50.52
46-55	689	20.92	2353	71.43
56-65	538	16.33	2891	87.77
65+	403	12.23	3294	100.00

Gender				
Gender	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Homme	1534	46.57	1534	46.57
Femme	1725	52.37	3259	98.94
X	35	1.06	3294	100.00

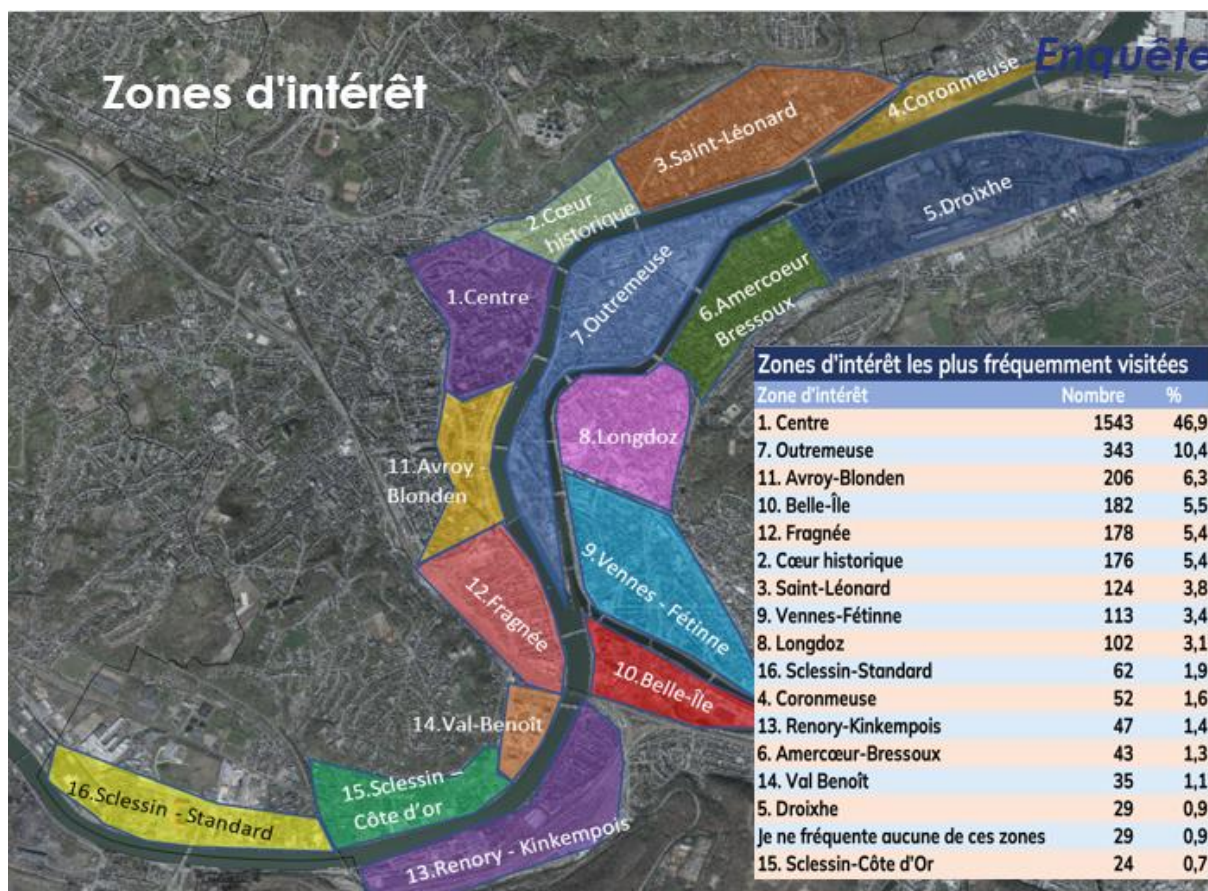
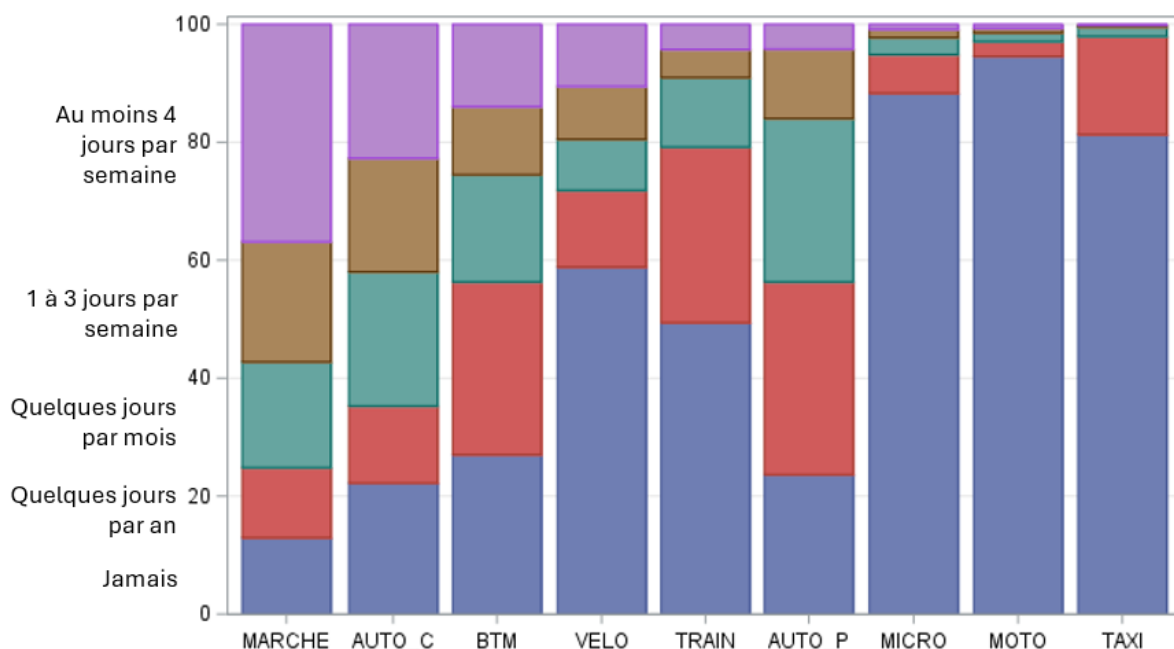
Highest obtained degree				
Degree	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
No degree	13	0.39	13	0.39
Primary school	36	1.09	49	1.49
Secondary school	591	17.94	640	19.43
Higher education (3 year)	1177	35.73	1817	55.16
Higher education (>4 years)	1477	44.84	3294	100.00

Professional status				
Status	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Student	153	4.64	153	4.64
Unemployed	113	3.43	266	8.08
Employed (full time)	1838	55.80	2104	63.87
Employed (part time)	316	9.59	2420	73.47
Independant	250	7.59	2670	81.06
Retired	510	15.48	3180	96.54
Other	114	3.46	3294	100.00

Obs	F_Res_Comm	Frequency
1	Liège	2164
2	Seraing	136
3	Herstal	105
4	Chaudfontaine	83
5	Ans	60
6	Esneux	56
7	Flémalle	48
8	Oupeye	43
9	Blegny	38

Obs	F_Res_Comm	Frequency
10	Visé	37
11	Grâce-Hollogne	35
12	Neupré	35
13	Sprimont	35
14	Saint-Nicolas	34
15	Beyne-Heusay	27
16	Fléron	26
17	Soumagne	25
18	Verviers	24

Fréquence d'utilisation du mode de transport



ANNEXE A5. FREQUENTATION – 10% ET 5%

Ligne 1 – 5 %

Nombre de passager par sens / jour			990			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	33	4	30	120	87
7h à 8h	5,8%	57	6	30	180	123
8h à 9h	6,7%	66	7	30	210	144
9h à 10h	5,9%	58	6	30	180	122
10h à 11h	6,2%	61	6	30	180	119
11h à 12h	6,3%	62	6	30	180	118
12h à 13h	6,6%	65	7	30	210	145
13h à 14H	6,5%	64	7	30	210	146
14h à 15h	6,7%	67	7	30	210	143
15h à 16h	7,6%	75	8	30	240	165
16h à 17h	8,7%	86	9	30	270	184
17h à 18h	8,2%	81	8	30	240	159
18h à 19h	6,8%	68	7	30	210	142
19h à 20h	6,9%	69	7	30	210	141
20h à 21h	4,4%	43	5	30	150	107
21h à 22h	3,4%	33	4	30	120	87
Total	100,0%	990			3000	2043

Ligne 2 – 5 %

Nombre de passager par sens / jour			520			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	17	2	30	60	43
7h à 8h	5,8%	30	3	30	90	60
8h à 9h	6,7%	35	4	30	120	85
9h à 10h	5,9%	31	3	30	90	59
10h à 11h	6,2%	32	4	30	120	88
11h à 12h	6,3%	33	4	30	120	87
12h à 13h	6,6%	34	4	30	120	86
13h à 14H	6,5%	34	4	30	120	86
14h à 15h	6,7%	35	4	30	120	85
15h à 16h	7,6%	40	4	30	120	80
16h à 17h	8,7%	45	5	30	150	105
17h à 18h	8,2%	43	5	30	150	107
18h à 19h	6,8%	36	4	30	120	84
19h à 20h	6,9%	36	4	30	120	84
20h à 21h	4,4%	23	3	30	90	67
21h à 22h	3,4%	17	2	30	60	43
Total	100,0%	520			1710	1250

Ligne 3 – 5 %

Nombre de passager par sens / jour			872			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	29	2	50	100	71
7h à 8h	5,8%	51	3	50	150	99
8h à 9h	6,7%	58	4	50	200	142
9h à 10h	5,9%	51	3	50	150	99
10h à 11h	6,2%	54	4	50	200	146
11h à 12h	6,3%	55	4	50	200	145
12h à 13h	6,6%	58	4	50	200	142
13h à 14h	6,5%	57	4	50	200	143
14h à 15h	6,7%	59	4	50	200	141
15h à 16h	7,6%	66	4	50	200	134
16h à 17h	8,7%	76	5	50	250	174
17h à 18h	8,2%	72	5	50	250	178
18h à 19h	6,8%	60	4	50	200	140
19h à 20h	6,9%	61	4	50	200	139
20h à 21h	4,4%	38	3	50	150	112
21h à 22h	3,4%	29	2	50	100	71
Total	100,0%	843			2850	2007

Ligne 4 – 5 %

				1403		
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	46	3	50	150	104
7h à 8h	5,8%	81	5	50	250	169
8h à 9h	6,7%	94	6	50	300	206
9h à 10h	5,9%	83	5	50	250	167
10h à 11h	6,2%	87	5	50	250	163
11h à 12h	6,3%	88	5	50	250	162
12h à 13h	6,6%	93	6	50	300	207
13h à 14h	6,5%	91	6	50	300	209
14h à 15h	6,7%	94	6	50	300	206
15h à 16h	7,6%	107	7	50	350	243
16h à 17h	8,7%	122	8	50	400	278
17h à 18h	8,2%	115	7	50	350	235
18h à 19h	6,8%	96	6	50	300	204
19h à 20h	6,9%	97	6	50	300	203
20h à 21h	4,4%	61	4	50	200	139
21h à 22h	3,4%	47	3	50	150	103
Total	100,0%	1403			4400	2997

Ligne 1 – 10 %

Nombre de passager par sens / jour			1981			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	65	4	30	120	55
7h à 8h	5,8%	115	6	30	180	65
8h à 9h	6,7%	133	7	30	210	77
9h à 10h	5,9%	117	6	30	180	63
10h à 11h	6,2%	123	6	30	180	57
11h à 12h	6,3%	124	6	30	180	56
12h à 13h	6,6%	131	7	30	210	79
13h à 14h	6,5%	129	7	30	210	81
14h à 15h	6,7%	133	7	30	210	77
15h à 16h	7,6%	151	8	30	240	89
16h à 17h	8,7%	173	9	30	270	97
17h à 18h	8,2%	162	8	30	240	78
18h à 19h	6,8%	135	7	30	210	75
19h à 20h	6,9%	137	7	30	210	73
20h à 21h	4,4%	86	5	30	150	64
21h à 22h	3,4%	67	4	30	120	53
Total	100,0%	1981			3000	1086

Ligne 2 – 10 %

Nombre de passager par sens / jour			1040			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	34	2	30	60	26
7h à 8h	5,8%	60	3	30	90	30
8h à 9h	6,7%	70	4	30	120	50
9h à 10h	5,9%	61	3	30	90	29
10h à 11h	6,2%	64	4	30	120	56
11h à 12h	6,3%	65	4	30	120	55
12h à 13h	6,6%	69	4	30	120	51
13h à 14h	6,5%	67	4	30	120	53
14h à 15h	6,7%	70	4	30	120	50
15h à 16h	7,6%	79	4	30	120	41
16h à 17h	8,7%	91	5	30	150	59
17h à 18h	8,2%	85	5	30	150	65
18h à 19h	6,8%	71	4	30	120	49
19h à 20h	6,9%	72	4	30	120	48
20h à 21h	4,4%	45	3	30	90	45
21h à 22h	3,4%	35	2	30	60	25
Total	100,0%	1040			1710	730

Ligne 3 – 10 %

Nombre de passager par sens / jour			1744			
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	58	2	50	100	42
7h à 8h	5,8%	101	3	50	150	49
8h à 9h	6,7%	117	4	50	200	83
9h à 10h	5,9%	103	3	50	150	47
10h à 11h	6,2%	108	4	50	200	92
11h à 12h	6,3%	109	4	50	200	91
12h à 13h	6,6%	115	4	50	200	85
13h à 14h	6,5%	113	4	50	200	87
14h à 15h	6,7%	117	4	50	200	83
15h à 16h	7,6%	133	4	50	200	67
16h à 17h	8,7%	152	5	50	250	98
17h à 18h	8,2%	143	5	50	250	107
18h à 19h	6,8%	119	4	50	200	81
19h à 20h	6,9%	121	4	50	200	79
20h à 21h	4,4%	76	3	50	150	74
21h à 22h	3,4%	59	2	50	100	41
Total	100,0%	1685			2850	1165

Ligne 4 – 10 %

				2806		
Par sens	Répartition en % des passagers sur la journée	Nombre de passagers	Nombre de bateaux nécessaire par heure	Capacité d'un bateau	Total passagers transportés par les bateaux	Ecart entre l'offre et la demande
6h à 7h	3,3%	93	3	50	150	57
7h à 8h	5,8%	163	5	50	250	87
8h à 9h	6,7%	188	6	50	300	112
9h à 10h	5,9%	166	5	50	250	84
10h à 11h	6,2%	174	5	50	250	76
11h à 12h	6,3%	176	5	50	250	74
12h à 13h	6,6%	185	6	50	300	115
13h à 14h	6,5%	182	6	50	300	118
14h à 15h	6,7%	189	6	50	300	111
15h à 16h	7,6%	213	7	50	350	137
16h à 17h	8,7%	245	8	50	400	155
17h à 18h	8,2%	230	7	50	350	120
18h à 19h	6,8%	192	6	50	300	108
19h à 20h	6,9%	195	6	50	300	105
20h à 21h	4,4%	122	4	50	200	78
21h à 22h	3,4%	94	3	50	150	56
Total	100,0%	2806			4400	1594

ANNEXE A6. COUTS DE CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES LIGNES 1 ET 3

Ligne 1

	Paradis / Guillemins	Monument gramme L1	Longdoz Mediacité	Amercoeur 1	Amercoeur 2	Bavière	Bressoux	P&R Tram Liège Expo	Pont Atlas	Pont Maghin	Passerelle Saucy	Aquarium	TOTAL
Pontons													
Pieux	6	6	8	6	6	6	6	6	6	6	6		68
Partie métallique + Installatic	21	30	30	30	30	30	15	15	30	15	15		261
Défenses	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	30
Bollards	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5		56
Quais													
Abribus	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	130
Sièges	5	10	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	59
Panneaux informatifs	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Affichage digital	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Borne automatique à tickets	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Ascenseur PMR			1	1	1		1	1					5
Poste électricité	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Borne de chargement	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Kiosque	1	1		1	1	1			1	1	1	1	9
Bétonnage			150	60	60	40	40	80					430
Feux / passagers				1	1		1				1		4

Scenario ligne 1 Dérivation Monocoque 30 Passagers	Nombre	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel / an (Euro)
Pontons					
Pieux	68	pièce	30 000	2 040 000	10 200
Passerelle métallique 3m de large+ Installat	261	m	10 000	2 610 000	52 200
Défenses	30	lot de 10 m	8 000	240 000	19 200
Bollards	56	pièces	5 000	280 000	8 400
Total pour pontons				5 170 000	90 000
Quais					
Abribus	130	m	7 000	910 000	72 800
Sièges	59	pièces	400	23 600	1 888
Panneaux informatifs	12	pièces	15 000	180 000	14 400
Affichage digital	12	pièces	10 000	120 000	9 600
Borne automatique à tickets	12	pièces	18 000	216 000	17 280
Ascenseur PMR	5	pièces	40 000	200 000	16 000
Poste électricité	12	lot	30 000	360 000	28 800
Borne de chargement	12	pièces	25 000	300 000	3 000
Kiosque	9	pièces	40 000	360 000	600
Bétonnage	430	m²	1 000	430 000	4 500
Feux / passagers	4	Pièces	20 000	80 000	1 800
Total pour quais				3 179 600	164 368

Ligne 3

	Pont de Seraing	Sclessin	Monument gramme L1	Paradis / Guillemins	Aquarium	Passerelle Saucy	Pont Maghin	Pont Atlas	TOTAL
Pontons									
Pieux	12	6	6	6		6	6	6	48
Partie métallique + Installatio	50	30	30	21		15	15	30	191
Défenses par tranche de 10m	5	3	3	2	3	2	2	3	23
Bollards	6	5	5	5		5	5	5	36
Quais									
Abribus	24	10	20	10	10	10	10	10	104
Sièges	4	4	10	5	5	5	5	4	42
Panneaux informatifs	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Affichage digital	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Borne automatique à tickets	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Ascenseur PMR	1								1
Poste électricité	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Borne de chargement	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Kiosque			1	1	1	1	1	1	6
Bétonnage		20							20
Feux / passagers						1			1

Scenario ligne 3 Meuse Monocoque 50 Passagers	Nombre	Items	Prix unitaire (Euro)	investissement Initial (Euro)	Coût opérationnel / an (Euro)
Pontons					
Pieux	48	pièce	30 000	1 440 000	7 200
Passerelle métallique 3m de large+ Installat	191	m	10 000	1 910 000	19 100
Défenses	23	lot	8 000	184 000	14 720
Bollards	36	pièces	5 000	180 000	5 400
Total pour pontons				3 714 000	46 420
Quais					
Abribus	104	m	7 000	728 000	58 240
Sièges	42	pièces	400	16 800	1 344
Panneaux informatifs	8	pièces	15 000	120 000	9 600
Affichage digital	8	pièces	10 000	80 000	6 400
Borne automatique à tickets	8	pièces	18 000	144 000	11 520
Ascenseur PMR	1	pièces	40 000	40 000	3 200
Poste électricité	8	lot	30 000	240 000	19 200
Borne de chargement	8	pièces	25 000	200 000	2 000
Kiosque	6	pièces	40 000	240 000	600
Bétonnage	20	m²	1 000	20 000	4 500
Feux / passagers	1	Pièces	20 000	20 000	1 800
Total pour quais				1 848 800	112 104

ANNEXE A7. CALCUL DE LA VAN POUR LES HYPOTHESES 5% ET 10%

Option 1 – 5 %

Revenu par trajet	8,90
Taux d'actualisation	4,00%
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%
Inflation	2,00%
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%
Investissement	25 205 000
Investissement quais	10 324 600
Valeur résiduelle	1 512 300

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	8,90	1 051 930	9 362 177	5 794 148	840 167	840 167	344 153	35 529 600	2 727 862	2 622 945	917 618
2026	2	8,94	1 057 190	9 456 033	5 910 031	856 970	840 167	344 153	35 529 600	2 689 032	2 486 161	
2028	3	8,99	1 062 476	9 550 830	6 028 232	874 109	840 167	344 153	35 529 600	2 648 489	2 354 497	
2029	4	9,03	1 067 788	9 646 577	6 148 796	891 592	840 167	344 153	35 529 600	2 606 189	2 227 781	
2030	5	9,08	1 073 127	9 743 284	6 271 772	909 423	840 167	344 153	35 529 600	2 562 088	2 105 850	
2031	6	9,12	1 078 493	9 840 960	6 397 208	927 612	840 167	344 153	35 529 600	2 516 141	1 988 542	
2032	7	9,17	1 083 885	9 939 616	6 525 152	946 164	840 167	344 153	35 529 600	2 468 300	1 875 705	
2033	8	9,22	1 089 304	10 039 260	6 655 655	965 087	840 167	344 153	35 529 600	2 418 518	1 767 187	
2034	9	9,26	1 094 751	10 139 904	6 788 768	984 389	840 167	344 153	35 529 600	2 366 747	1 662 845	
2035	10	9,31	1 100 225	10 241 556	6 924 543	1 004 077	840 167	344 153	35 529 600	2 312 936	1 562 537	
2036	11	9,36	1 105 726	10 344 228	7 063 034	1 024 158	840 167	344 153	35 529 600	2 257 035	1 466 127	
2037	12	9,40	1 111 254	10 447 929	7 204 295	1 044 642	840 167	344 153	35 529 600	2 198 992	1 373 484	
2038	13	9,45	1 116 811	10 552 669	7 348 381	1 065 534	840 167	344 153	35 529 600	2 138 754	1 284 480	
2039	14	9,50	1 122 395	10 658 460	7 495 348	1 086 845	840 167	344 153	35 529 600	2 076 266	1 198 992	
2040	15	9,54	1 128 007	10 765 311	7 645 255	1 108 582	840 167	344 153	35 529 600	2 011 474	1 116 900	
2041	16	9,59	1 133 647	10 873 233	7 798 160	1 130 754	840 167	344 153	35 529 600	1 944 319	1 038 088	
2042	17	9,64	1 139 315	10 982 237	7 954 124	1 153 369	840 167	344 153	35 529 600	1 874 745	962 444	
2043	18	9,69	1 145 012	11 092 334	8 113 206	1 176 436	840 167	344 153	35 529 600	1 802 692	889 859	
2044	19	9,74	1 150 737	11 203 535	8 275 470	1 199 965	840 167	344 153	35 529 600	1 728 100	820 230	
2045	20	9,78	1 156 490	11 315 850	8 440 980	1 223 964	840 167	344 153	35 529 600	1 650 907	753 452	
2046	21	9,83	1 162 273	11 429 292	8 609 799	1 248 443	840 167	344 153	35 529 600	1 571 049	689 429	
2047	22	9,88	1 168 084	11 543 870	8 781 995	1 273 412	840 167	344 153	35 529 600	1 488 463	628 065	
2048	23	9,93	1 173 925	11 659 598	8 957 635	1 298 881	840 167	344 153	35 529 600	1 403 082	569 267	
2049	24	9,98	1 179 794	11 776 485	9 136 788	1 324 858	840 167	344 153	35 529 600	1 314 839	512 947	
2050	25	10,03	1 185 693	11 894 544	9 319 523	1 351 355	840 167	344 153	35 529 600	1 223 666	459 018	
2051	26	10,08	1 191 622	12 013 787	9 505 914	1 378 382	840 167	344 153	35 529 600	1 129 491	407 395	
2052	27	10,13	1 197 580	12 134 225	9 696 032	1 405 950	840 167	344 153	35 529 600	1 032 243	357 999	
2053	28	10,18	1 203 568	12 255 871	9 889 953	1 434 069	840 167	344 153	35 529 600	931 849	310 751	
2054	29	10,23	1 209 585	12 378 736	10 087 752	1 462 751	840 167	344 153	35 529 600	828 234	265 574	
2055	30	10,29	1 215 633	12 502 833	10 289 507	1 492 006	840 167	344 153	35 529 600	721 320	222 397	

Option 1 – 10 %

Revenu par trajet	4,45
Taux d'actualisation	4,00%
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%
Inflation	2,00%
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%
Investissement	25 205 000
Investissement quais	10 324 600
Valeur résiduelle	1 512 300

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	4,45	2 103 860	9 362 177	5 794 148	840 167	840 167	344 153	35 529 600	2 727 862	2 622 945	917 618
2026	2	4,47	2 114 379	9 456 033	5 910 031	856 970	840 167	344 153	35 529 600	2 689 032	2 486 161	
2028	3	4,49	2 124 951	9 550 830	6 028 232	874 109	840 167	344 153	35 529 600	2 648 489	2 354 497	
2029	4	4,52	2 135 576	9 646 577	6 148 796	891 592	840 167	344 153	35 529 600	2 606 189	2 227 781	
2030	5	4,54	2 146 254	9 743 284	6 271 772	909 423	840 167	344 153	35 529 600	2 562 088	2 105 850	
2031	6	4,56	2 156 985	9 840 960	6 397 208	927 612	840 167	344 153	35 529 600	2 516 141	1 988 542	
2032	7	4,59	2 167 770	9 939 616	6 525 152	946 164	840 167	344 153	35 529 600	2 468 300	1 875 705	
2033	8	4,61	2 178 609	10 039 260	6 655 655	965 087	840 167	344 153	35 529 600	2 418 518	1 767 187	
2034	9	4,63	2 189 502	10 139 904	6 788 768	984 389	840 167	344 153	35 529 600	2 366 747	1 662 845	
2035	10	4,65	2 200 449	10 241 556	6 924 543	1 004 077	840 167	344 153	35 529 600	2 312 936	1 562 537	
2036	11	4,68	2 211 452	10 344 228	7 063 034	1 024 158	840 167	344 153	35 529 600	2 257 035	1 466 127	
2037	12	4,70	2 222 509	10 447 929	7 204 295	1 044 642	840 167	344 153	35 529 600	2 198 992	1 373 484	
2038	13	4,72	2 233 621	10 552 669	7 348 381	1 065 534	840 167	344 153	35 529 600	2 138 754	1 284 480	
2039	14	4,75	2 244 790	10 658 460	7 495 348	1 086 845	840 167	344 153	35 529 600	2 076 266	1 198 992	
2040	15	4,77	2 256 014	10 765 311	7 645 255	1 108 582	840 167	344 153	35 529 600	2 011 474	1 116 900	
2041	16	4,80	2 267 294	10 873 233	7 798 160	1 130 754	840 167	344 153	35 529 600	1 944 319	1 038 088	
2042	17	4,82	2 278 630	10 982 237	7 954 124	1 153 369	840 167	344 153	35 529 600	1 874 745	962 444	
2043	18	4,84	2 290 023	11 092 334	8 113 206	1 176 436	840 167	344 153	35 529 600	1 802 692	889 859	
2044	19	4,87	2 301 473	11 203 535	8 275 470	1 199 965	840 167	344 153	35 529 600	1 728 100	820 230	
2045	20	4,89	2 312 981	11 315 850	8 440 980	1 223 964	840 167	344 153	35 529 600	1 650 907	753 452	
2046	21	4,92	2 324 546	11 429 292	8 609 799	1 248 443	840 167	344 153	35 529 600	1 571 049	689 429	
2047	22	4,94	2 336 168	11 543 870	8 781 995	1 273 412	840 167	344 153	35 529 600	1 488 463	628 065	
2048	23	4,97	2 347 849	11 659 598	8 957 635	1 298 881	840 167	344 153	35 529 600	1 403 082	569 267	
2049	24	4,99	2 359 588	11 776 485	9 136 788	1 324 858	840 167	344 153	35 529 600	1 314 839	512 947	
2050	25	5,02	2 371 386	11 894 544	9 319 523	1 351 355	840 167	344 153	35 529 600	1 223 666	459 018	
2051	26	5,04	2 383 243	12 013 787	9 505 914	1 378 382	840 167	344 153	35 529 600	1 129 491	407 395	
2052	27	5,07	2 395 160	12 134 225	9 696 032	1 405 950	840 167	344 153	35 529 600	1 032 243	357 999	
2053	28	5,09	2 407 135	12 255 871	9 889 953	1 434 069	840 167	344 153	35 529 600	931 849	310 751	
2054	29	5,12	2 419 171	12 378 736	10 087 752	1 462 751	840 167	344 153	35 529 600	828 234	265 574	
2055	30	5,14	2 431 267	12 502 833	10 289 507	1 492 006	840 167	344 153	35 529 600	721 320	222 397	

Option 2 – 5 %

Revenu par trajet	9,80											
Taux d'actualisation	4,00%											
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%											
Inflation	2,00%											
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%											
Investissement	31 857 000											
Investissement quais	13 827 800											
Valeur résiduelle	1 911 420											

Année		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	9,80	1 242 947	12 180 877	7 627 564	1 061 900	1 061 900	460 927	45 684 800	3 491 413	3 357 128	443 801
2026	2	9,85	1 249 161	12 302 991	7 780 115	1 083 138	1 061 900	460 927	45 684 800	3 439 737	3 180 231	
2028	3	9,90	1 255 407	12 426 328	7 935 718	1 104 801	1 061 900	460 927	45 684 800	3 385 810	3 009 973	
2029	4	9,95	1 261 684	12 550 902	8 094 432	1 126 897	1 061 900	460 927	45 684 800	3 329 573	2 846 133	
2030	5	10,00	1 267 993	12 676 725	8 256 321	1 149 435	1 061 900	460 927	45 684 800	3 270 970	2 688 499	
2031	6	10,05	1 274 333	12 803 809	8 421 447	1 172 423	1 061 900	460 927	45 684 800	3 209 939	2 536 861	
2032	7	10,10	1 280 704	12 932 167	8 589 876	1 195 872	1 061 900	460 927	45 684 800	3 146 419	2 391 020	
2033	8	10,15	1 287 108	13 061 812	8 761 673	1 219 789	1 061 900	460 927	45 684 800	3 080 349	2 250 781	
2034	9	10,20	1 293 543	13 192 757	8 936 907	1 244 185	1 061 900	460 927	45 684 800	3 011 665	2 115 956	
2035	10	10,25	1 300 011	13 325 014	9 115 645	1 269 069	1 061 900	460 927	45 684 800	2 940 300	1 986 362	
2036	11	10,30	1 306 511	13 458 597	9 297 958	1 294 450	1 061 900	460 927	45 684 800	2 866 189	1 861 822	
2037	12	10,35	1 313 044	13 593 520	9 483 917	1 320 339	1 061 900	460 927	45 684 800	2 789 264	1 742 166	
2038	13	10,40	1 319 609	13 729 795	9 673 595	1 346 746	1 061 900	460 927	45 684 800	2 709 454	1 627 228	
2039	14	10,46	1 326 207	13 867 436	9 867 067	1 373 681	1 061 900	460 927	45 684 800	2 626 688	1 516 847	
2040	15	10,51	1 332 838	14 006 457	10 064 409	1 401 154	1 061 900	460 927	45 684 800	2 540 894	1 410 868	
2041	16	10,56	1 339 502	14 146 872	10 265 697	1 429 178	1 061 900	460 927	45 684 800	2 451 997	1 309 141	
2042	17	10,61	1 346 200	14 288 694	10 471 011	1 457 761	1 061 900	460 927	45 684 800	2 359 922	1 211 521	
2043	18	10,67	1 352 931	14 431 938	10 680 431	1 486 916	1 061 900	460 927	45 684 800	2 264 591	1 117 866	
2044	19	10,72	1 359 695	14 576 619	10 894 040	1 516 655	1 061 900	460 927	45 684 800	2 165 924	1 028 040	
2045	20	10,77	1 366 494	14 722 749	11 111 920	1 546 988	1 061 900	460 927	45 684 800	2 063 841	941 910	
2046	21	10,83	1 373 326	14 870 345	11 334 159	1 577 928	1 061 900	460 927	45 684 800	1 958 258	859 350	
2047	22	10,88	1 380 193	15 019 420	11 560 842	1 609 486	1 061 900	460 927	45 684 800	1 849 092	780 234	
2048	23	10,94	1 387 094	15 169 990	11 792 059	1 641 676	1 061 900	460 927	45 684 800	1 736 255	704 444	
2049	24	10,99	1 394 029	15 322 069	12 027 900	1 674 509	1 061 900	460 927	45 684 800	1 619 659	631 864	
2050	25	11,05	1 400 999	15 475 673	12 268 458	1 708 000	1 061 900	460 927	45 684 800	1 499 215	562 381	
2051	26	11,10	1 408 004	15 630 816	12 513 827	1 742 160	1 061 900	460 927	45 684 800	1 374 830	495 886	
2052	27	11,16	1 415 045	15 787 515	12 764 104	1 777 003	1 061 900	460 927	45 684 800	1 246 409	432 275	
2053	28	11,21	1 422 120	15 945 785	13 019 386	1 812 543	1 061 900	460 927	45 684 800	1 113 856	371 446	
2054	29	11,27	1 429 230	16 105 642	13 279 774	1 848 794	1 061 900	460 927	45 684 800	977 074	313 300	
2055	30	11,33	1 436 376	16 267 101	13 545 369	1 885 769	1 061 900	460 927	45 684 800	835 962	257 743	

Option 2 – 10 %

Revenu par trajet	4,90											
Taux d'actualisation	4,00%											
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%											
Inflation	2,00%											
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%											
Investissement	31 857 000											
Investissement quais	13 827 800											
Valeur résiduelle	1 911 420											

Année		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	4,90	2 485 893	12 180 877	7 627 564	1 061 900	1 061 900	460 927	45 684 800	3 491 413	3 357 128	443 801
2026	2	4,92	2 498 323	12 302 991	7 780 115	1 083 138	1 061 900	460 927	45 684 800	3 439 737	3 180 231	
2028	3	4,95	2 510 814	12 426 328	7 935 718	1 104 801	1 061 900	460 927	45 684 800	3 385 810	3 009 973	
2029	4	4,97	2 523 368	12 550 902	8 094 432	1 126 897	1 061 900	460 927	45 684 800	3 329 573	2 846 133	
2030	5	5,00	2 535 985	12 676 725	8 256 321	1 149 435	1 061 900	460 927	45 684 800	3 270 970	2 688 499	
2031	6	5,02	2 548 665	12 803 809	8 421 447	1 172 423	1 061 900	460 927	45 684 800	3 209 939	2 536 861	
2032	7	5,05	2 561 409	12 932 167	8 589 876	1 195 872	1 061 900	460 927	45 684 800	3 146 419	2 391 020	
2033	8	5,07	2 574 216	13 061 812	8 761 673	1 219 789	1 061 900	460 927	45 684 800	3 080 349	2 250 781	
2034	9	5,10	2 587 087	13 192 757	8 936 907	1 244 185	1 061 900	460 927	45 684 800	3 011 665	2 115 956	
2035	10	5,12	2 600 022	13 325 014	9 115 645	1 269 069	1 061 900	460 927	45 684 800	2 940 300	1 986 362	
2036	11	5,15	2 613 022	13 458 597	9 297 958	1 294 450	1 061 900	460 927	45 684 800	2 866 189	1 861 822	
2037	12	5,18	2 626 087	13 593 520	9 483 917	1 320 339	1 061 900	460 927	45 684 800	2 789 264	1 742 166	
2038	13	5,20	2 639 218	13 729 795	9 673 595	1 346 746	1 061 900	460 927	45 684 800	2 709 454	1 627 228	
2039	14	5,23	2 652 414	13 867 436	9 867 067	1 373 681	1 061 900	460 927	45 684 800	2 626 688	1 516 847	
2040	15	5,25	2 665 676	14 006 457	10 064 409	1 401 154	1 061 900	460 927	45 684 800	2 540 894	1 410 868	
2041	16	5,28	2 679 004	14 146 872	10 265 697	1 429 178	1 061 900	460 927	45 684 800	2 451 997	1 309 141	
2042	17	5,31	2 692 399	14 288 694	10 471 011	1 457 761	1 061 900	460 927	45 684 800	2 359 922	1 211 521	
2043	18	5,33	2 705 861	14 431 938	10 680 431	1 486 916	1 061 900	460 927	45 684 800	2 264 591	1 117 866	
2044	19	5,36	2 719 391	14 576 619	10 894 040	1 516 655	1 061 900	460 927	45 684 800	2 165 924	1 028 040	
2045	20	5,39	2 732 988	14 722 749	11 111 920	1 546 988	1 061 900	460 927	45 684 800	2 063 841	941 910	
2046	21	5,41	2 746 653	14 870 345	11 334 159	1 577 928	1 061 900	460 927	45 684 800	1 958 258	859 350	
2047	22	5,44	2 760 386	15 019 420	11 560 842	1 609 486	1 061 900	460 927	45 684 800	1 849 092	780 234	
2048	23	5,47	2 774 188	15 169 990	11 792 059	1 641 676	1 061 900	460 927	45 684 800	1 736 255	704 444	
2049	24	5,50	2 788 059	15 322 069	12 027 900	1 674 509	1 061 900	460 927	45 684 800	1 619 659	631 864	
2050	25	5,52	2 801 999	15 475 673	12 268 458	1 708 000	1 061 900	460 927	45 684 800	1 499 215	562 381	
2051	26	5,55	2 816 009	15 630 816	12 513 827	1 742 160	1 061 900	460 927	45 684 800	1 374 830	495 886	
2052	27	5,58	2 830 089	15 787 515	12 764 104	1 777 003	1 061 900	460 927	45 684 800	1 246 409	432 275	
2053	28	5,61	2 844 239	15 945 785	13 019 386	1 812 543	1 061 900	460 927	45 684 800	1 113 856	371 446	
2054	29	5,63	2 858 461	16 105 642	13 279 774	1 848 794	1 061 900	460 927	45 684 800	977 074	313 300	
2055	30	5,66	2 872 753	16 267 101	13 545 369	1 885 769	1 061 900	460 927	45 684 800	835 962	257 743	

Option 3 – 5 %

Revenu par trajet	10,35											
Taux d'actualisation	4,00%											
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%											
Inflation	2,00%											
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%											
Investissement	39 418 500											
Investissement quais	15 076 800											
Valeur résiduelle	2 365 110											

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	10,35	1 397 707	14 466 264	8 996 409	1 313 950	1 313 950	502 560	54 495 300	4 155 905	3 996 063	525 472
2026	2	10,40	1 404 695	14 611 288	9 176 337	1 340 229	1 313 950	502 560	54 495 300	4 094 722	3 785 801	
2028	3	10,45	1 411 719	14 757 766	9 359 864	1 367 034	1 313 950	502 560	54 495 300	4 030 869	3 583 428	
2029	4	10,51	1 418 777	14 905 713	9 547 061	1 394 374	1 313 950	502 560	54 495 300	3 964 278	3 388 681	
2030	5	10,56	1 425 871	15 055 143	9 738 002	1 422 262	1 313 950	502 560	54 495 300	3 894 879	3 201 306	
2031	6	10,61	1 433 001	15 206 071	9 932 762	1 450 707	1 313 950	502 560	54 495 300	3 822 601	3 021 057	
2032	7	10,66	1 440 166	15 358 512	10 131 418	1 479 721	1 313 950	502 560	54 495 300	3 747 373	2 847 695	
2033	8	10,72	1 447 366	15 512 481	10 334 046	1 509 316	1 313 950	502 560	54 495 300	3 669 119	2 680 989	
2034	9	10,77	1 454 603	15 667 993	10 540 727	1 539 502	1 313 950	502 560	54 495 300	3 587 764	2 520 716	
2035	10	10,83	1 461 876	15 825 065	10 751 542	1 570 292	1 313 950	502 560	54 495 300	3 503 231	2 366 658	
2036	11	10,88	1 469 186	15 983 711	10 966 572	1 601 698	1 313 950	502 560	54 495 300	3 415 441	2 218 605	
2037	12	10,93	1 476 531	16 143 948	11 185 904	1 633 732	1 313 950	502 560	54 495 300	3 324 312	2 076 356	
2038	13	10,99	1 483 914	16 305 791	11 409 622	1 666 406	1 313 950	502 560	54 495 300	3 229 763	1 939 712	
2039	14	11,04	1 491 334	16 469 256	11 637 814	1 699 734	1 313 950	502 560	54 495 300	3 131 708	1 808 483	
2040	15	11,10	1 498 790	16 634 361	11 870 571	1 733 729	1 313 950	502 560	54 495 300	3 030 061	1 682 485	
2041	16	11,15	1 506 284	16 801 120	12 107 982	1 768 404	1 313 950	502 560	54 495 300	2 924 734	1 561 540	
2042	17	11,21	1 513 816	16 969 551	12 350 142	1 803 772	1 313 950	502 560	54 495 300	2 815 638	1 445 473	
2043	18	11,27	1 521 385	17 139 671	12 597 145	1 839 847	1 313 950	502 560	54 495 300	2 702 679	1 334 119	
2044	19	11,32	1 528 992	17 311 496	12 849 087	1 876 644	1 313 950	502 560	54 495 300	2 585 765	1 227 314	
2045	20	11,38	1 536 637	17 485 044	13 106 069	1 914 177	1 313 950	502 560	54 495 300	2 464 798	1 124 902	
2046	21	11,44	1 544 320	17 660 332	13 368 191	1 952 461	1 313 950	502 560	54 495 300	2 339 681	1 026 730	
2047	22	11,49	1 552 042	17 837 377	13 635 554	1 991 510	1 313 950	502 560	54 495 300	2 210 312	932 653	
2048	23	11,55	1 559 802	18 016 196	13 908 265	2 031 340	1 313 950	502 560	54 495 300	2 076 591	842 528	
2049	24	11,61	1 567 601	18 196 809	14 186 431	2 071 967	1 313 950	502 560	54 495 300	1 938 411	756 216	
2050	25	11,67	1 575 439	18 379 232	14 470 159	2 113 406	1 313 950	502 560	54 495 300	1 795 666	673 585	
2051	26	11,72	1 583 316	18 563 483	14 759 563	2 155 674	1 313 950	502 560	54 495 300	1 648 247	594 505	
2052	27	11,78	1 591 233	18 749 582	15 054 754	2 198 788	1 313 950	502 560	54 495 300	1 496 041	518 852	
2053	28	11,84	1 599 189	18 937 547	15 355 849	2 242 763	1 313 950	502 560	54 495 300	1 338 935	446 505	
2054	29	11,90	1 607 185	19 127 396	15 662 966	2 287 619	1 313 950	502 560	54 495 300	1 176 811	377 346	
2055	30	11,96	1 615 221	19 319 148	15 976 225	2 333 371	1 313 950	502 560	54 495 300	1 009 552	311 264	

Option 3 – 10 %

Revenu par trajet	5,20
Taux d'actualisation	4,00%
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%
Inflation	2,00%
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%
Investissement	39 418 500
Investissement quais	15 076 800
Valeur résiduelle	2 365 110

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investisse- ment bateaux	Investisse- ment quais	Investisse- ment total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	5,20	2 795 413	14 536 149	8 996 409	1 313 950	1 313 950	502 560	54 495 300	4 225 790	4 063 260	1 887 331
2026	2	5,23	2 809 390	14 681 874	9 176 337	1 340 229	1 313 950	502 560	54 495 300	4 165 308	3 851 061	
2028	3	5,25	2 823 437	14 829 060	9 359 864	1 367 034	1 313 950	502 560	54 495 300	4 102 163	3 646 808	
2029	4	5,28	2 837 555	14 977 721	9 547 061	1 394 374	1 313 950	502 560	54 495 300	4 036 286	3 450 234	3 267 085
2030	5	5,30	2 851 742	15 127 873	9 738 002	1 422 262	1 313 950	502 560	54 495 300	3 967 609	3 261 085	
2031	6	5,33	2 866 001	15 279 530	9 932 762	1 450 707	1 313 950	502 560	54 495 300	3 896 060	3 079 113	
2032	7	5,36	2 880 331	15 432 707	10 131 418	1 479 721	1 313 950	502 560	54 495 300	3 821 568	2 904 078	2 735 747
2033	8	5,38	2 894 733	15 587 420	10 334 046	1 509 316	1 313 950	502 560	54 495 300	3 744 058	2 735 747	
2034	9	5,41	2 909 206	15 743 684	10 540 727	1 539 502	1 313 950	502 560	54 495 300	3 663 455	2 573 895	
2035	10	5,44	2 923 752	15 901 514	10 751 542	1 570 292	1 313 950	502 560	54 495 300	3 579 681	2 418 304	2 268 763
2036	11	5,47	2 938 371	16 060 927	10 966 572	1 601 698	1 313 950	502 560	54 495 300	3 492 657	2 268 763	
2037	12	5,49	2 953 063	16 221 938	11 185 904	1 633 732	1 313 950	502 560	54 495 300	3 402 302	2 125 068	
2038	13	5,52	2 967 828	16 384 563	11 409 622	1 666 406	1 313 950	502 560	54 495 300	3 308 535	1 987 020	1 854 428
2039	14	5,55	2 982 667	16 548 818	11 637 814	1 699 734	1 313 950	502 560	54 495 300	3 211 269	1 854 428	
2040	15	5,58	2 997 581	16 714 720	11 870 571	1 733 729	1 313 950	502 560	54 495 300	3 110 420	1 727 106	
2041	16	5,60	3 012 569	16 882 285	12 107 982	1 768 404	1 313 950	502 560	54 495 300	3 005 899	1 604 874	1 487 559
2042	17	5,63	3 027 632	17 051 530	12 350 142	1 803 772	1 313 950	502 560	54 495 300	2 897 616	1 487 559	
2043	18	5,66	3 042 770	17 222 472	12 597 145	1 839 847	1 313 950	502 560	54 495 300	2 785 480	1 374 991	
2044	19	5,69	3 057 984	17 395 127	12 849 087	1 876 644	1 313 950	502 560	54 495 300	2 669 395	1 267 008	1 163 452
2045	20	5,72	3 073 273	17 569 513	13 106 069	1 914 177	1 313 950	502 560	54 495 300	2 549 267	1 163 452	
2046	21	5,75	3 088 640	17 745 647	13 368 191	1 952 461	1 313 950	502 560	54 495 300	2 424 996	1 064 170	
2047	22	5,77	3 104 083	17 923 547	13 635 554	1 991 510	1 313 950	502 560	54 495 300	2 296 483	969 014	877 840
2048	23	5,80	3 119 603	18 103 231	13 908 265	2 031 340	1 313 950	502 560	54 495 300	2 163 626	877 840	
2049	24	5,83	3 135 201	18 284 716	14 186 431	2 071 967	1 313 950	502 560	54 495 300	2 026 318	790 510	
2050	25	5,86	3 150 877	18 468 020	14 470 159	2 113 406	1 313 950	502 560	54 495 300	1 884 455	706 891	706 891
2051	26	5,89	3 166 632	18 653 162	14 759 563	2 155 674	1 313 950	502 560	54 495 300	1 737 925	626 851	
2052	27	5,92	3 182 465	18 840 160	15 054 754	2 198 788	1 313 950	502 560	54 495 300	1 586 619	550 266	
2053	28	5,95	3 198 377	19 029 033	15 355 849	2 242 763	1 313 950	502 560	54 495 300	1 430 420	477 013	406 975
2054	29	5,98	3 214 369	19 219 799	15 662 966	2 287 619	1 313 950	502 560	54 495 300	1 269 214	406 975	
2055	30	6,01	3 230 441	19 412 477	15 976 225	2 333 371	1 313 950	502 560	54 495 300	1 102 881	340 039	

Option 3 – 5 % - opérationnel uniquement

Revenu par trajet	10,35
Taux d'actualisation	4,00%
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%
Inflation	2,00%
Augmentation annuelle du revenu par	0,50%
Investissement	39 418 500
Investissement quais	15 076 800
Valeur résiduelle	2 365 110

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investisse- ment bateaux	Investisse- ment quais	Investisse- ment total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	10,35	1 403 790	14 529 227	8 996 409	1 313 950	1 313 950	502 560	54 495 300	4 218 868	4 056 603	1 752 425
2026	2	10,40	1 410 809	14 674 882	9 176 337	1 340 229	1 313 950	502 560	54 495 300	4 158 316	3 844 597	
2028	3	10,45	1 417 863	14 821 998	9 359 864	1 367 034	1 313 950	502 560	54 495 300	4 095 100	3 640 529	
2029	4	10,51	1 424 952	14 970 588	9 547 061	1 394 374	1 313 950	502 560	54 495 300	4 029 153	3 444 137	
2030	5	10,56	1 432 077	15 120 668	9 738 002	1 422 262	1 313 950	502 560	54 495 300	3 960 404	3 255 164	
2031	6	10,61	1 439 237	15 272 253	9 932 762	1 450 707	1 313 950	502 560	54 495 300	3 888 784	3 073 362	
2032	7	10,66	1 446 434	15 425 357	10 131 418	1 479 721	1 313 950	502 560	54 495 300	3 814 219	2 898 493	
2033	8	10,72	1 453 666	15 579 997	10 334 046	1 509 316	1 313 950	502 560	54 495 300	3 736 635	2 730 323	
2034	9	10,77	1 460 934	15 736 186	10 540 727	1 539 502	1 313 950	502 560	54 495 300	3 655 957	2 568 627	
2035	10	10,83	1 468 239	15 893 941	10 751 542	1 570 292	1 313 950	502 560	54 495 300	3 572 108	2 413 188	
2036	11	10,88	1 475 580	16 053 278	10 966 572	1 601 698	1 313 950	502 560	54 495 300	3 485 008	2 263 795	
2037	12	10,93	1 482 958	16 214 212	11 185 904	1 633 732	1 313 950	502 560	54 495 300	3 394 577	2 120 243	
2038	13	10,99	1 490 373	16 376 760	11 409 622	1 666 406	1 313 950	502 560	54 495 300	3 300 731	1 982 334	
2039	14	11,04	1 497 825	16 540 937	11 637 814	1 699 734	1 313 950	502 560	54 495 300	3 203 388	1 849 877	
2040	15	11,10	1 505 314	16 706 760	11 870 571	1 733 729	1 313 950	502 560	54 495 300	3 102 460	1 722 686	
2041	16	11,15	1 512 840	16 874 245	12 107 982	1 768 404	1 313 950	502 560	54 495 300	2 997 859	1 600 581	
2042	17	11,21	1 520 404	17 043 409	12 350 142	1 803 772	1 313 950	502 560	54 495 300	2 889 496	1 483 390	
2043	18	11,27	1 528 006	17 214 269	12 597 145	1 839 847	1 313 950	502 560	54 495 300	2 777 278	1 370 942	
2044	19	11,32	1 536 647	17 386 842	12 849 087	1 876 644	1 313 950	502 560	54 495 300	2 661 111	1 263 076	
2045	20	11,38	1 543 325	17 561 145	13 106 069	1 914 177	1 313 950	502 560	54 495 300	2 540 899	1 159 633	
2046	21	11,44	1 551 041	17 737 196	13 368 191	1 952 461	1 313 950	502 560	54 495 300	2 416 545	1 060 461	
2047	22	11,49	1 558 797	17 915 011	13 635 554	1 991 510	1 313 950	502 560	54 495 300	2 287 947	965 412	
2048	23	11,55	1 566 591	18 094 609	13 908 265	2 031 340	1 313 950	502 560	54 495 300	2 155 004	874 342	
2049	24	11,61	1 574 424	18 276 008	14 186 431	2 071 967	1 313 950	502 560	54 495 300	2 017 610	787 113	
2050	25	11,67	1 582 296	18 459 225	14 470 159	2 113 406	1 313 950	502 560	54 495 300	1 875 659	703 591	
2051	26	11,72	1 590 207	18 644 279	14 759 563	2 155 674	1 313 950	502 560	54 495 300	1 729 042	623 647	
2052	27	11,78	1 598 158	18 831 187	15 054 754	2 198 788	1 313 950	502 560	54 495 300	1 577 646	547 154	
2053	28	11,84	1 606 149	19 019 970	15 355 849	2 242 763	1 313 950	502 560	54 495 300	1 421 358	473 991	
2054	29	11,90	1 614 180	19 210 645	15 662 966	2 287 619	1 313 950	502 560	54 495 300	1 260 061	404 040	
2055	30	11,96	1 622 251	19 403 232	15 976 225	2 333 371	1 313 950	502 560	54 495 300	1 093 636	337 188	

Option 3 – 10 %- opérationnel uniquement

Revenu par trajet	2,45											
Taux d'actualisation	4,00%											
Augmentation annuelle fréquentation	0,50%											
Inflation	2,00%											
Augmentation annuelle du revenu par passagers	0,50%											
Investissement bateaux												
Investissement quais												
Valeur résiduelle	2 365 110											

		Revenu par trajet	Nombre de passagers	Revenu total trajets	Exploitation et entretien	Valeur de remplacement	Investissement bateaux	Investissement quais	Investissement total	Bénéfices	Bénéfices actualisés	VAN
2025	1	2,45	4 211 370	10 317 857	8 996 409	-	-	-	-	1 321 448	1 270 623	3 187 532
2026	2	2,46	4 232 427	10 421 293	9 176 337	-	-	-	-	1 244 956	1 151 032	
2028	3	2,47	4 253 589	10 525 766	9 359 864	-	-	-	-	1 165 903	1 036 483	
2029	4	2,49	4 274 857	10 631 287	9 547 061	-	-	-	-	1 084 226	926 801	
2030	5	2,50	4 296 231	10 737 866	9 738 002	-	-	-	-	999 864	821 815	
2031	6	2,51	4 317 712	10 845 513	9 932 762	-	-	-	-	912 751	721 360	
2032	7	2,52	4 339 301	10 954 239	10 131 418	-	-	-	-	822 822	625 277	
2033	8	2,54	4 360 997	11 064 056	10 334 046	-	-	-	-	730 009	533 411	
2034	9	2,55	4 382 802	11 174 973	10 540 727	-	-	-	-	634 246	445 613	
2035	10	2,56	4 404 716	11 287 002	10 751 542	-	-	-	-	535 460	361 738	
2036	11	2,58	4 426 740	11 400 154	10 966 572	-	-	-	-	433 582	281 646	
2037	12	2,59	4 448 874	11 514 441	11 185 904	-	-	-	-	328 537	205 203	
2038	13	2,60	4 471 118	11 629 873	11 409 622	-	-	-	-	220 251	132 277	
2039	14	2,61	4 493 474	11 746 462	11 637 814	-	-	-	-	108 648	62 741	
2040	15	2,63	4 515 941	11 864 221	11 870 571	-	-	-	-	6 350	3 526	
2041	16	2,64	4 538 521	11 983 159	12 107 982	-	-	-	-	124 823	66 644	
2042	17	2,65	4 561 213	12 103 291	12 350 142	-	-	-	-	246 851	126 727	
2043	18	2,67	4 584 019	12 224 626	12 597 145	-	-	-	-	372 518	183 886	
2044	19	2,68	4 606 940	12 347 178	12 849 087	-	-	-	-	501 909	238 228	
2045	20	2,69	4 629 974	12 470 958	13 106 069	-	-	-	-	635 111	289 856	
2046	21	2,71	4 653 124	12 595 980	13 368 191	-	-	-	-	772 211	338 872	
2047	22	2,72	4 676 390	12 722 254	13 635 554	-	-	-	-	913 300	385 372	
2048	23	2,73	4 699 772	12 849 795	13 908 265	-	-	-	-	1 058 470	429 449	
2049	24	2,75	4 723 271	12 978 614	14 186 431	-	-	-	-	1 207 816	471 195	
2050	25	2,76	4 746 887	13 108 725	14 470 159	-	-	-	-	1 361 434	510 697	
2051	26	2,78	4 770 621	13 240 140	14 759 563	-	-	-	-	1 519 423	548 039	
2052	27	2,79	4 794 474	13 372 872	15 054 754	-	-	-	-	1 681 882	583 304	
2053	28	2,80	4 818 447	13 506 935	15 355 849	-	-	-	-	1 848 914	616 571	
2054	29	2,82	4 842 539	13 642 342	15 662 966	-	-	-	-	2 020 624	647 916	
2055	30	2,83	4 866 752	13 779 107	15 976 225	-	-	-	-	2 197 118	677 413	