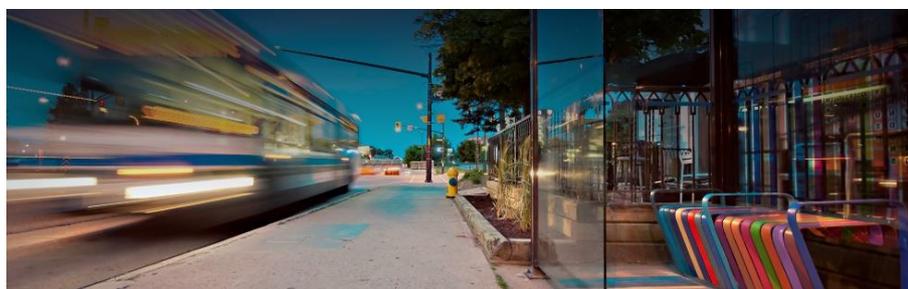




ETUDE DE MOBILITÉ ZONE NORD DU CANAL

Résultats des scénarios et
recommandations

SEPTEMBRE 2023



DES TRANSPORTS DURABLES DANS UNE SOCIÉTÉ DYNAMIQUE

Commanditaire	Perspective.brussels Bruxelles Mobilité Provincie Vlaams-Brabant Departement Omgeving, Vlaanderen
Personnes de contact	Sven VERCAMMEN Maarten VERSCHAFFELT Nele TIERENS Christel HENDRIX Frédéric RASIER
Contractant	STRATEC S.A. REBEL Avenue Adolphe Lacomblé, 69-71 1030 Schaerbeek Belgique
Sous traitant	REBEL Maria-Theresialei 7 B-2018 Antwerpen
Personne de contact	Sylvie GAYDA
Direction de l'étude	Sylvie GAYDA (STRATEC)
Personnes ayant participé à la rédaction du rapport	Pierre DE L'ESPÉE (STRATEC) GUILLEM RUAULT (STRATEC) Thibaud STÉPHAN (STRATEC) Fleur MERCELIS (REBEL) Laura TAVERNIER (REBEL)

INTRODUCTION	8
1. OBJET DU PRÉSENT RAPPORT	8
2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	10
ANALYSE ET SIMULATIONS À L'ÉCHELLE MACROSCOPIQUE	11
3. DONNÉES D'ENTRÉE DU MODÈLE	11
3.1. INTRODUCTION	11
3.2. HYPOTHÈSES PRISES EN COMPTE	11
3.2.1. Nombre de déplacements générés par les nouveaux programmes	11
3.2.2. Modulation horaire des déplacements de personnes	13
3.2.3. Nombre de mouvements de transport de marchandises générés par les nouveaux programmes	13
3.2.4. Modulation horaire pour le transport de marchandises	15
3.2.5. Hypothèses relatives au réseau routier	15
4. FONCTIONNEMENT DU MODÈLE MACROSCOPIQUE (MODÈLE À 4 ÉTAPES)	18
5. DÉFINITION ET CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS	20
5.1. VUE D'ENSEMBLE DES SCÉNARIOS	20
5.2. SCÉNARIO S0 – SCÉNARIO SANS DÉVELOPPEMENT DES SITES 2030 À ÉTUDIER	21
5.3. SCÉNARIO S1 – SCÉNARIO AVEC DÉVELOPPEMENT DES SITES	27
5.3.1. Définition du scénario	27
5.3.2. Réflexions sur le télétravail et la demande totale de déplacements	30
5.4. SCÉNARIO S2 – AMÉNAGEMENTS LOCAUX + MESURES POIDS LOURDS	33
5.5. SCÉNARIO S3 – NOUVEAU PONT + PRÉSERVATION DES CENTRES	34
5.6. SCÉNARIO S4 – PARTS MODALES AMBITIEUSES	37
6. RÉSULTATS DES SIMULATIONS MACRO	39
6.1. ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE DÉPLACEMENTS	39
6.2. COMPARAISON DES SCÉNARIOS	45
6.2.1. Indicateurs du réseau routier	45
6.2.2. Trafic routier	46
6.2.3. Parts modales	47
6.2.4. Niveaux de service aux carrefours	48
6.2.5. Transports en commun	52
6.3. SITUATION 2017	53
6.3.1. Résultats Macro	53
6.4. SCÉNARIO 0 – SCÉNARIO SANS DÉVELOPPEMENT DES SITES 2030 À ÉTUDIER	54
6.4.1. Résultats Macro	54
6.5. SCÉNARIO S1 – SCÉNARIO AVEC DÉVELOPPEMENT DES SITES	56
6.5.1. Résultats Macro	56
6.5.2. Résumé de l'analyse du scénario S1	58
6.6. SCÉNARIO S2 – AMÉNAGEMENTS LOCAUX + MESURES POIDS LOURDS	58
6.6.1. Résultats Macro	58
6.6.2. Résumé de l'analyse du scénario S2	60
6.7. SCÉNARIO S3 – NOUVEAU PONT + PRÉSERVATION DES CENTRES	64
6.7.1. Résultats Macro	64
6.7.2. Résumé de l'analyse du scénario S3	65
6.8. SCÉNARIO 4 – PARTS MODALES AMBITIEUSES	68
6.8.1. Résultats Macro	68
6.8.2. Résumé de l'analyse du scénario S4	68
6.9. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	71
ANALYSE ET SIMULATIONS À L'ÉCHELLE LOCALE DES CARREFOURS (ÉCHELLE MICROSCOPIQUE)	76
7. FONCTIONNEMENT DU MODÈLE MICROSCOPIQUE	76
7.1. PRINCIPE DE SIMULATION	78
7.2. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE MICROSIMULATION	78
7.3. LIMITE DES MODÈLES	79
8. AMÉNAGEMENTS TESTÉS ET RÉSULTATS MICRO	79
8.1. HYPOTHÈSES RELATIVES A LA DEMANDE DE DÉPLACEMENTS	80
8.2. RÉSEAU MODÉLISÉ	81
8.3. OBJECTIFS DES MICROSIMULATIONS	82

8.4. AMÉNAGEMENTS TESTÉS	82
8.4.1. Carrefour 0	85
8.4.2. Carrefour 1	86
8.4.3. Carrefour 2	87
8.4.4. Carrefour 3	88
8.4.5. Carrefour 4	89
8.4.6. Carrefour 5	91
8.4.7. Carrefours 6 et 7	92
8.5. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS SIMULÉS DANS VISSIM	93
8.6. RÉSULTATS DES MICROSIMULATIONS	93
RECOMMANDATIONS ET SYNTHÈSE	96
9. RECOMMANDATIONS	96
9.1. INTRODUCTION	96
9.2. RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX PROGRAMMES	96
9.3. RECOMMANDATIONS FAVORISANT LE REPORT MODAL	97
9.3.1. Centres-villes apaisés	99
9.3.2. Améliorations TC	99
9.3.3. Pistes cyclables	102
9.3.4. Limitation du stationnement sur les sites des nouveaux programmes	107
9.3.5. Résumé par mode	107
9.4. OPTIMISATION DU TRAFIC ROUTIER	108
9.4.1. Recommandations	108
9.4.2. Proposition de structuration des accès routiers à la zone d'étude	109
9.4.3. Accès aux projets	112
9.5. RECOMMANDATIONS RELATIVES AU TRANSPORT DE MARCHANDISES	112
9.5.1. Recommandations visant le report modal	113
9.5.1.a. Report modal vers la navigation intérieure	115
9.5.1.b. Report modal vers le rail	117
9.5.1.c. Report modal vers les vélos-cargos	118
9.5.2. Recommandations visant à éviter et à réduire le trafic de marchandises	120
9.5.2.a. Recommandations relatives aux activités accueillies sur les sites	120
9.5.2.b. Recommandations relatives aux infrastructures sur les sites	121
9.5.3. Recommandations visant à déplacer le trafic de marchandises dans le temps ou dans l'espace	121
10. SYNTHÈSE DES ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE ET DES RECOMMANDATIONS	123

Liste des figures

Figure 1 : Carte du zonage avec projets	10
Figure 2 : Schéma du zonage	10
Figure 3 : Carte du zonage de la zone canal nord dans le modèle du MOW	10
Figure 4 : Répartition horaire des déplacements en lien avec les programmes, suivant la fonction de ces derniers et le type d'utilisateur (Stratec)	13
Figure 5 : Estimation des mouvements et répartition modale pour différents secteurs économiques (Cahier de l'Observatoire de la mobilité 4, Bruxelles Mobilité)	14
Figure 6 : Réseaux routiers en 2017 et 2030 S0	16
Figure 7 : Étapes du modèle à 4 étapes (Stratec)	18
Figure 8 : Carte des projets du scénario S0	23
Figure 9 : Déplacements journaliers en EVP par projets en S0	24
Figure 10 : Aménagements du scénario S0	26
Figure 11 : Emplacement des programmes du scénario 1	27
Figure 12 : Déplacements journaliers en EVP (équivalent-véhicule particulier) par projet en S1	29
Figure 13 : Aménagements et mesures testés dans le scénario S2	34
Figure 14 : Aménagements et mesures testés dans le scénario S3	35
Figure 15 : Emplacement du nouveau pont Est-Ouest (Source : GoogleMaps + Stratec)	36
Figure 16 : Carte du zonage canal nord	38
Figure 17 : Évolution de la demande– Flux journaliers dans la zone d'étude	40
Figure 18 : Déplacements journaliers attirés par la zone d'étude dans les scénarios S0 et S1 (modèle macro)	41
Figure 19 : Déplacements journaliers attirés par la zone d'étude pour les scénarios S0 et S1 (modèle macro)	42

Figure 20 : Origine (commune de résidence) des travailleurs travaillant dans la zone d'étude (nombre de déplacements journaliers, scénario S1)	44
Figure 21 : Destination des travailleurs venant de la zone d'étude (nombre de déplacements journaliers, scénario 1)	44
Figure 22 : Perte de temps dans le réseau en véhicules*heure	45
Figure 23 : Vitesse de charge selon le scénario par zone (1 = zone d'intervention ; 2 = zone d'étude)	46
Figure 24 : Carte des flux de véhicules reportés à l'heure suivante	47
Figure 25 : Graphique des parts modales des scénarii.....	48
Figure 26 : Niveaux de service dans le scénario S0	49
Figure 27 : Niveaux de service dans le scénario S1	50
Figure 28 : Niveaux de service dans le scénario S2	50
Figure 29 : Niveaux de service dans le scénario S3	51
Figure 30 : Niveaux de service dans le scénario S4	51
Figure 31 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2017	53
Figure 32 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030	54
Figure 33 : Carte des flux de véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S0 (PAE :	55
Figure 34 : Files relatives du réseau routier à l'HPS dans le scénario S0	56
Figure 35 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S1	57
Figure 36 : Véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S1	57
Figure 37 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S2	59
Figure 38 : Véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S2	59
Figure 39 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S3	64
Figure 40 : Files relatives du réseau routier dans le scénario S3	65
Figure 41 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 avec les projets S4	68
Figure 42 : Carrefours microsimulés	77
Figure 43 : Extraits des résultats du modèle microscopique.....	79
Figure 44 : Niveaux de service aux carrefours définis par le Highway Capacity Manual	79
Figure 45 : Réseau modélisé (fond de plan : OpenStreetMap).....	81
Figure 46 : Schéma des scénarios des carrefours 0-1-2	83
Figure 47 : Schéma des scénarios des carrefours 3-4	84
Figure 48 : Rond-point au carrefour 0 (#Parkstraat-Schaerbeeklei)	85
Figure 49 : Options d'aménagement du carrefour 1	86
Figure 50 : Ajout d'une bande de tourne-à-droite au carrefour 2 pour les scénarios B, C et D ainsi que double sens dans la rue F. Debockstraat pour le scénario D	87
Figure 51 : Options d'aménagement de la Schaarbeeklei au carrefour 3	88
Figure 52 : Phases de feux pour la sortie de GLS au carrefour 4 (scénario E)	89
Figure 53 : Plan de circulation pour l'option n°2 (scénario F) des carrefours 3 et 4	89
Figure 54 : Liaison de Buda au sud.....	90
Figure 55 : Option d'aménagement des carrefours 3 et 4 dans le scénario I	91
Figure 56 : Option d'aménagement du carrefour 5 dans le scénario H	91
Figure 57 : Aménagement le long des berges au niveau du pont Buda.	92
Figure 58 : Aménagements TC recommandés	100
Figure 59 : Proposition d'emplacement de la gare de Kerklaan (remplacement de la gare de Buda)	102
Figure 60 : Carte des cyclostrades (Fietssnelwegen overzicht - Cyclostrades)	104
Figure 61 : Projets cyclo-piétons dans la zone d'étude (source : Ville de Bruxelles).....	105
Figure 62 : Aménagements routiers et cyclopiétons prévus ou suggérés à hauteur du pont de Buda (source : Ville de Bruxelles).....	105
Figure 63 : Proposition de tracé entre Vilvorde et Bruxelles passant le long de la Senne (BKP, Perspective Brussels)	106
Figure 64 : Carte des accès à la zone d'étude depuis les autoroutes	110
Figure 65 : Aménagement R22 Source AVW https://wegenverkeer.be/werken/herinrichting-van-de-woluwelaan	111
Figure 66 : Coût du transport de marchandises par conteneur en fonction de la distance, selon le mode – Cas d'un conteneur maritime (pas de pré-acheminement – seulement post-acheminement routier)	114
Figure 67 : Entreprises dans la zone d'étude le long du canal (Google - my Maps Rebel)	116

Figure 68: La typologie des cargo-cycles (Velab)	119
Figure 69 : Évolution de la demande– Flux journaliers dans la zone d'étude.....	123
Figure 70 : Vitesse de charge selon le scénario par zone (1 = zone d'intervention ; 2 = zone d'étude)	125

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Hypothèses du nombre d'habitants, employés et visiteurs suivant la fonction des lieux (sources : en bleu : IBSA 2020, en jaune : Technische Nota Strategisch Project Vilvoorde-Machelen, en vert : perspective.brussels, en blanc : Stratec)</i>	12
<i>Tableau 2 : Part du trafic de marchandises (Technische Nota SP Vi-Ma).....</i>	13
Tableau 3 : Mouvements générés par le projet Schaerbeek-Formation dans le scénario S1 en 2030	15
Tableau 4 : Surface des projets du S0 agrégée par fonction.	24
Tableau 5 : Superficie par projet immobilier par secteur pour le S1	28
Tableau 6 : Déplacements journaliers par mode par type de déplacements en 2017 (MOW)	39
Tableau 7 : Répartition par mode par type de déplacements en 2017 (MOW)	39
Tableau 8 : Déplacements journaliers tous modes en lien avec la zone d'étude (2 sens)	40
Tableau 9 : Synthèse des niveaux de service aux 10 carrefours sélectionnés	52
Tableau 10 : Fréquentation journalière des transports en commun.	52
Tableau 11 : Parts modales prises comme hypothèses dans le scénario S4.....	68
Tableau 12 : Analyse multicritères des scénarios	71
Tableau 13 : Trafic généré dans le modèle micro	81
Tableau 14 : Résultats généraux de la microsimulation	93
Tableau 15 Evaluation des aménagements testés	95
Tableau 16 : Répartition des déplacements par jour du programme du S1 par fonction agrégée	97
Tableau 17 : Résumé des aménagements recommandés pour inciter au report modal	107

GLOSSAIRE

TC : transport en commun

VP : voiture particulière

PL : poids lourd

HPM : heure de pointe du matin

HPS : heure de pointe du soir

EVP : équivalent-véhicule-particulier (une voiture équivaut à 1 EVP, selon notre convention un poids lourd équivaut à 2,5 EVP)

RBC : Région de Bruxelles-Capitale

RF : Région flamande.

INTRODUCTION

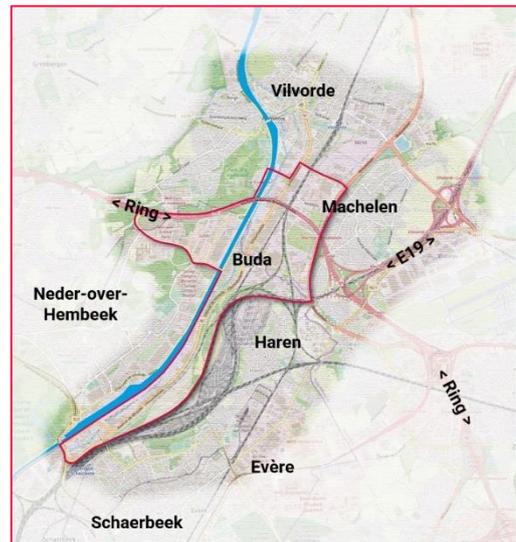
1. OBJET DU PRÉSENT RAPPORT

Le présent rapport présente les résultats de l'étude de mobilité initiée par le groupement *Perspective.Brussels | Bruxelles Mobilité | Vlaams Gewest - Departement Omgeving | Province du Brabant Flamand*. Cette étude a comme objectifs :

- La prise en compte des développements de programmes et d'infrastructures prévisibles au sein de la zone « Buda » qui sont de nature à avoir des conséquences sur la mobilité à l'horizon 2030-2040 ;
- L'évaluation des besoins inhérents à ces évolutions, en particulier les effets en termes de génération de trafic, d'accessibilité, de multimodalité ;
- Permettre de juger du niveau d'adéquation entre l'offre prévue concernant les réseaux de transport et la demande prévisible, et formuler des recommandations pour que les ambitions de développement portées par cette zone puissent être atteintes dans de bonnes conditions de mobilité.

Voici en résumé l'approche utilisée :

- D'abord, une modélisation à l'échelle macroscopique des conditions projetées en 2030 à l'aide du modèle multimodal de transport du MOW¹ ; simulation de différents scénarios, analyse et évaluation
- Ensuite, une modélisation à l'échelle dite microscopique, d'un ensemble de carrefours, à l'aide du logiciel Vissim ; microsimulation de différents scénarios d'aménagement, analyse et évaluation
- Enfin, des recommandations concrètes pour la zone d'étude, à l'échelle macroscopique et à l'échelle locale des carrefours.



La zone fait aujourd'hui l'objet de multiples ambitions, mais pâtit de conditions d'accès et de circulation pouvant être difficiles. La mission a consisté à **étudier la situation future comprenant les nouveaux programmes et à étudier différents scénarios pour tester des mesures et des aménagements relatifs à la mobilité**. Il s'agit bien ici d'étudier et de tester des options, d'explorer des pistes, pour comprendre les mécanismes et pour voir quelles pistes sont efficaces (améliorent la mobilité), lesquelles semblent prometteuses et lesquelles n'apportent pas de solution.

¹ MOW : Mobilité en Openbare Werken, Région flamande.

A l'échelle macroscopique, 4 scénarios ont donc été définis et étudiés ; ils prennent en compte dans un premier temps l'évolution des programmes, puis un ensemble de mesures testées, pour qu'on puisse les évaluer et voir si elles sont bénéfiques à la mobilité dans la zone d'étude.

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Trois périmètres sont utilisés dans l'étude.

- La zone d'intervention : n° 1 : zone où l'on peut préconiser des interventions dans le cadre de l'étude
- La zone d'étude : n° 2 : zone d'influence autour de la zone d'intervention
- Hors périmètre : n° 3 : zone hors de la zone d'étude.

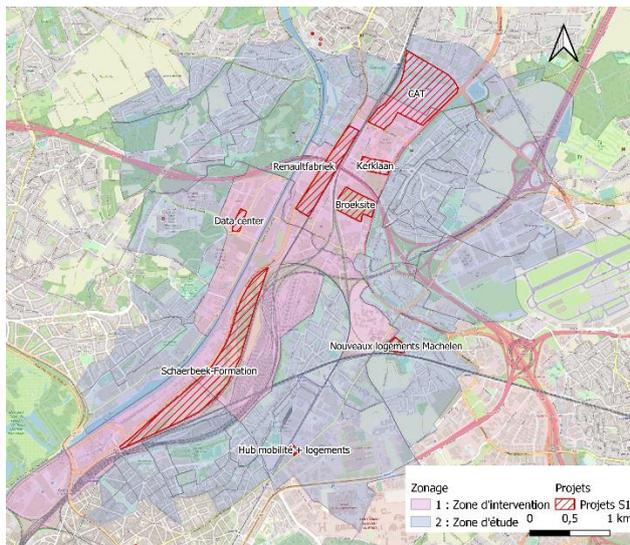


Figure 1 : Carte du zonage avec projets



Figure 2 : Schéma du zonage

La carte ci-dessous présente le découpage de la zone d'étude en zones de transport dans le modèle du MOW.

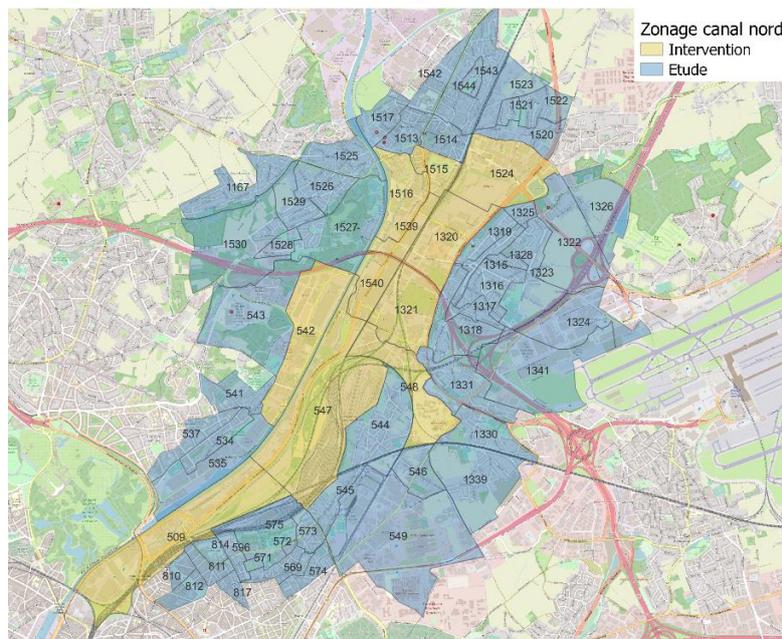


Figure 3 : Carte du zonage de la zone canal nord dans le modèle du MOW

ANALYSE ET SIMULATIONS À L'ÉCHELLE MACROSCOPIQUE

3. DONNÉES D'ENTRÉE DU MODÈLE

3.1. Introduction

Le modèle à 4 étapes développé par le MOW est construit à partir de différentes sources de données qui alimentent la partie « offre de transport », la partie « demande de transport » et la partie « comportement des usagers » du modèle.

Données d'offre :

- Réseau de transport géolocalisé constitué d'arcs contenant les vitesses et les modes autorisés, les péages ou les zones à faible émission
- Offre de transport en commun (itinéraires, arrêts, horaire/fréquence, capacité, prix)
- Les prix des modes de transports tels que perçus par les usagers (coût d'utilisation de la voiture, coût d'utilisation des transports en commun, ...).

Données de demande :

- La demande de déplacements de personnes et de transport de marchandises générée et émise par les zones du modèle
 - Projection socio-démographique 2030 élaborée par le Bureau fédéral du Plan et la Région flamande
 - Programmes définis par les collectivités (voir section 5.3)
 - Données sur le trafic de marchandises
- Les comptages routiers, de transport en commun, vélo, piéton.

L'ensemble de ces données permet de calibrer le modèle sur l'année de base de 2017 afin de répliquer cette situation de base.

3.2. Hypothèses prises en compte

3.2.1. NOMBRE DE DÉPLACEMENTS GÉNÉRÉS PAR LES NOUVEAUX PROGRAMMES

Cette section explique comment a été calculé le nombre de déplacements générés par les nouveaux programmes étudiés dans la zone d'étude.

Pour chaque programme, nous avons évalué le nombre de déplacements qui seraient effectués en lien avec celui-ci. Pour cela, nous avons réparti les fonctions en 8 groupes généraux :

- Logements

- Bureaux
- Scolaire
- PME et industrie productive
- Commerces
- Services et équipements
- Loisirs
- Horeca (hôtels-restaurants-cafés).

Les nombres de déplacements sont ensuite estimés sur base de différentes hypothèses. La première est le nombre d'habitants ou d'employés ainsi que de visiteurs par unité. Les unités sont principalement 1 m² ou 1 logement. Par exemple pour des bureaux, il est supposé 0,067 employé/m² et 0,25 visiteur/m². Comme tous les employés ne sont pas présents au même moment, un taux de présence est appliqué. Pour chaque personne, un nombre de déplacements quotidiens moyen est estimé. Il varie entre 2 (un simple aller-retour) et 4 pour les écoles (parents qui font deux aller-retour par jour pour l'entrée et la sortie des classes). Pour un habitant, on estime que celui-ci fait 2,4 déplacements/jour en lien avec son logement. Le tableau ci-dessous reprend les hypothèses utilisées dans le modèle, avec leur source (voir la convention de couleur dans le titre du tableau).

Nous ne nous préoccupons pas ici d'affecter un mode aux déplacements estimés. En effet, comme le modèle de simulation du MOW est un modèle multimodal, la répartition modale est calculée par le modèle lui-même, et elle sera calculée dans le scénario 2030 tendanciel suivant les mêmes règles que pour la situation 2017.

Tableau 1 : Hypothèses du nombre d'habitants, employés et visiteurs suivant la fonction des lieux (sources : en bleu : IBSA 2020, en jaune : Technische Nota Strategisch Project Vilvoorde-Machelen, en vert : perspective.brussels, en blanc : Stratec)

	Unités	Hypothèses / unité		Tx de présence	
		Hab. / Empl.	Visiteurs	Hab. / Empl.	Visiteurs
Logement (RBC)	log.	2,17	0,2	100%	100%
Logement (BF)	log.	2,39	0,2	100%	100%
Bureaux	m ²	0,067	0,00834	80%	100%
PME	m ²	0,007	0,00090	80%	100%
École fondamentale	m ²	0,01	0,17	85%	85%
École secondaire	m ²	0,01	0,13	85%	85%
Éducation	m ²	0,01	0,13	85%	85%
Commerces	m ²	0,01	0,308	65%	100%
Loisirs	m ²	0,0025	0,25	65%	100%
Service	m ²	0,005	0,1	80%	100%
Santé	m ²	0,027	0,024	60%	100%
HoReCa	m ²	0,02	0,76	85%	100%
Hôtel	m ²	0,3	0,04	85%	100%
Restauration	m ²	0,04	0	65%	100%
Industrie	m ²	0,01	0,00125	80%	100%
Culture	m ²	0,13	1	65%	100%
Ateliers	m ²	0,0065	0,12	65%	100%
Logistique	m ²	0,00	0,01	80%	100%

Sport	m ²	0,0025	0,25	65%	100%
Parc scientifique	m ²	0,01	0,03	80%	100%
Portuaire	m ²	0,00	0,01	80%	100%

3.2.2. MODULATION HORAIRE DES DÉPLACEMENTS DE PERSONNES

Une fois les déplacements journaliers estimés, nous les avons répartis entre les différentes heures de la journée pour obtenir les déplacements à l'heure de pointe du soir (HPS). L'heure de pointe du soir est la plus chargée en termes de demande², aussi nous analysons les résultats macroscopiques à l'HPS. Des hypothèses ont été faites pour les différentes fonctions, dont certaines sont reprises dans le graphique ci-dessous. La part des déplacements journaliers sur l'HPS varie entre 7% (pour les visiteurs de l'industrie) et 20% pour les employés des services et des bureaux.

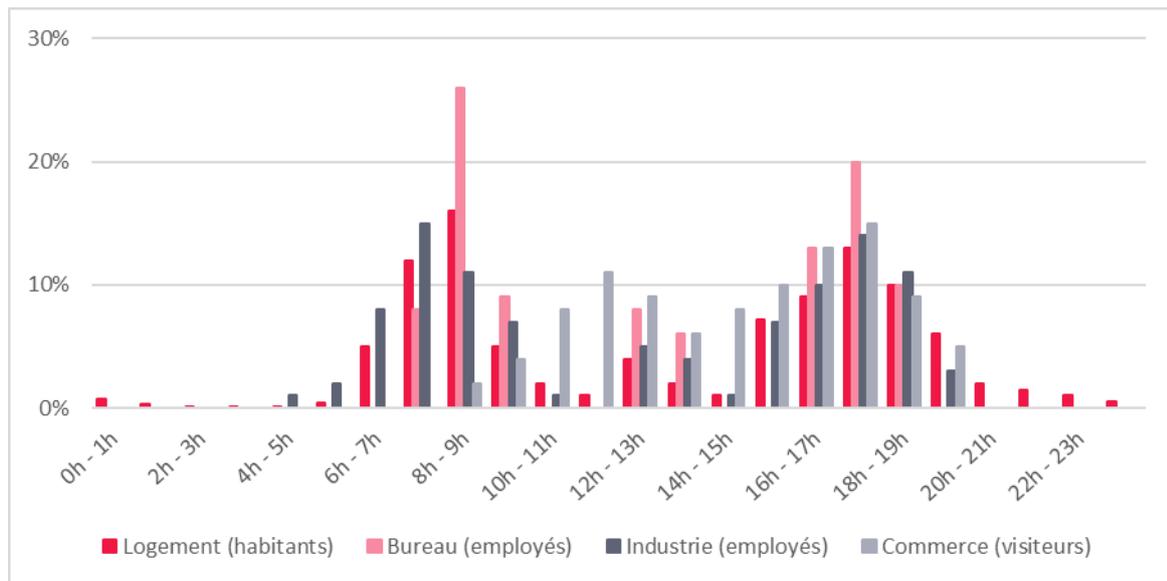


Figure 4 : Répartition horaire des déplacements en lien avec les programmes, suivant la fonction de ces derniers et le type d'utilisateur (Stratec)

A l'HPS, il est également important de distinguer le sens des flux, c'est-à-dire les flux entrants et sortants, puisque l'on veut construire des matrices origine-destination qui seront ensuite insérées dans le modèle. Pour certains flux, la répartition est de 50-50 (par exemple les visiteurs des commerces, qui entrent et sortent dans la même heure). Pour d'autres, la répartition est plus déséquilibrée : à l'HPS, il y a par exemple 80% des habitants qui rentrent chez eux et seulement 20% qui en sortent. Au contraire, il y a 80% des employés qui quittent leurs emplois et 20% qui y arrivent.

3.2.3. NOMBRE DE MOUVEMENTS DE TRANSPORT DE MARCHANDISES GÉNÉRÉS PAR LES NOUVEAUX PROGRAMMES

Pour les marchandises, plusieurs hypothèses ont été utilisées. D'un point de vue global, la part du trafic de marchandises sur le trafic total repris dans la Technische Nota du Strategisch Project Vilvoorde-Machelen a permis d'avoir des informations génériques :

Tableau 2 : Part du trafic de marchandises (Technische Nota SP Vi-Ma)

² On peut le voir dans le graphique, si l'on additionne les quatre fonctions représentées.

Part du trafic de marchandises			
<i>Technische Nota SP Vi-Ma</i>			
	camionnettes	poids-mi-lourds	poids-lourds
Logements	1%	1%	0%
Bureaux	2%	1%	0%
PME prod.	8%	3%	8%
Commerces	4%	1%	1%
Equipements	3%	1%	0%
Santé	3%	1%	0%

Cependant, comme pour le transport de personnes, des ajustements pour certains projets devaient être faits. Pour cela, nous nous sommes basés sur le Cahier de l'Observatoire de la mobilité de la Région de Bruxelles-Capitale sur le transport de marchandises et la logistique à Bruxelles. Ce cahier a permis notamment d'avoir une estimation des mouvements par emploi ainsi que la répartition modale pour différents secteurs (en effet, seul le transport de marchandises par la route est représenté dans le modèle du MOW).

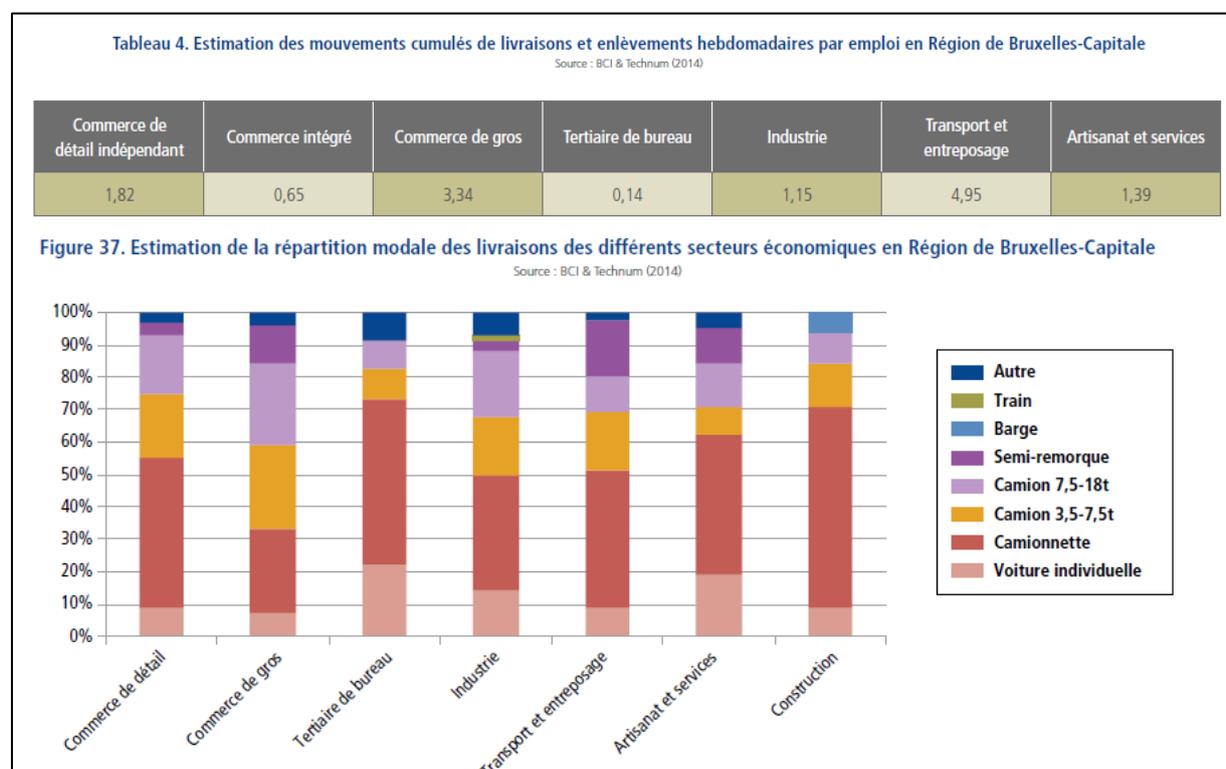


Figure 5 : Estimation des mouvements et répartition modale pour différents secteurs économiques (Cahier de l'Observatoire de la mobilité 4, Bruxelles Mobilité)

Un travail particulier a été fait pour l'estimation des mouvements liés à l'extension du terminal à conteneurs du Port de Bruxelles. Le « Masterplan Horizon 2040 du Port de Bruxelles » a permis de faire les hypothèses suivantes :

- Prévission de trafic annuel : 20 000 TEU (TEU : unité de conteneur normalisé). Or un camion peut transporter 1,5 TEU en moyenne. Cela implique donc 27 000 mouvements/an, car les camions doivent venir et repartir ((20 000/1,5) x 2 = environ 27 000).
- Sur un an, il est supposé 260 jours ouvrés, ce qui conduit à un trafic de 103 camions/jour.

Une augmentation totale du trafic de 700 000 tonnes est prévue à court terme dans l'avant-port, mais pour le scénario tendanciel sans les nouveaux développements étudiés dans cette étude (c'est-à-dire le scénario S0 – voir définition des scénarios plus loin au chapitre 5), il nous a paru plus prudent de ne pas prendre que l'augmentation liée au terminal à conteneurs, soit environ 40% de cette augmentation totale.

Cas particulier de Schaarbeek-Formation

Pour Schaarbeek-Formation, dans le scénario incluant les nouveaux développements à étudier (c'est-à-dire le scénario S1 – voir définition des scénarios au chapitre 5), nous avons estimé le nombre de mouvements de véhicules sur base des surfaces des programmes générant du trafic de marchandises (logistique et industrie). Un autre calcul est effectué pour estimer le nombre de mouvements de véhicules pour les travailleurs et visiteurs.

Il s'agit de 230 000m² de programme logistique et 230 000m² de PME/industrie.

Ces surfaces ont été multipliées par les hypothèses-clés pour la génération de trafic de marchandises. Il en résulte 2346 camionnettes et camions par jour pour le programme logistique et 570 camionnettes et camions pour le programme industriel. Au total, cela représente donc 2916 véhicules par jour. Cette estimation est basée sur une hypothèse d'utilisation intensive des surfaces envisagées. Des études ultérieures dédiées à ce site devraient permettre d'avoir une vision plus claire sur le remplissage du site et d'estimer plus précisément la génération de trafic.

Tableau 3 : Mouvements générés par le projet Schaarbeek-Formation dans le scénario S1 en 2030

Programme	Fonction	Mouvements de véhicules par jour		
		Léger	Moyen	Lourd
Schaerbeek-Formation	Logistique	1104	828	414
Schaerbeek-Formation	Industrie	242	86	242

3.2.4. MODULATION HORAIRE POUR LE TRANSPORT DE MARCHANDISES

En 2017, le modèle du MOW montrait que 6% du transport de marchandises se déroulait à l'heure de pointe du soir (17-18h). Nous avons donc décidé de reprendre ce chiffre pour la situation 2030. Cela était de plus cohérent avec les observations du Cahier de l'Observatoire de la mobilité en Région de Bruxelles-Capitale.

3.2.5. HYPOTHÈSES RELATIVES AU RÉSEAU ROUTIER

Les deux cartes représentent le nombre de voies en 2017 et en 2030 dans le scénario tendanciel sans les développements à étudier (scénario S0).. Les différences entre 2017 et 2030 dans la zone d'étude sont les suivantes :

- Passage de 3 à 4 voies sur le ring
- Passage de 2 à 1 voies sur la N1 (Schaarbeeklei) au nord de la Budasesteenweg
- Passage de 2 à 1 voies sur l'Avenue de Tyras
- Passage de 2 à 3 voies sur la Woluwelaan au niveau de la Budasesteenweg avec le tunnel³.

³ <https://wegenverkeer.be/werken/herinrichting-van-de-woluwelaan>

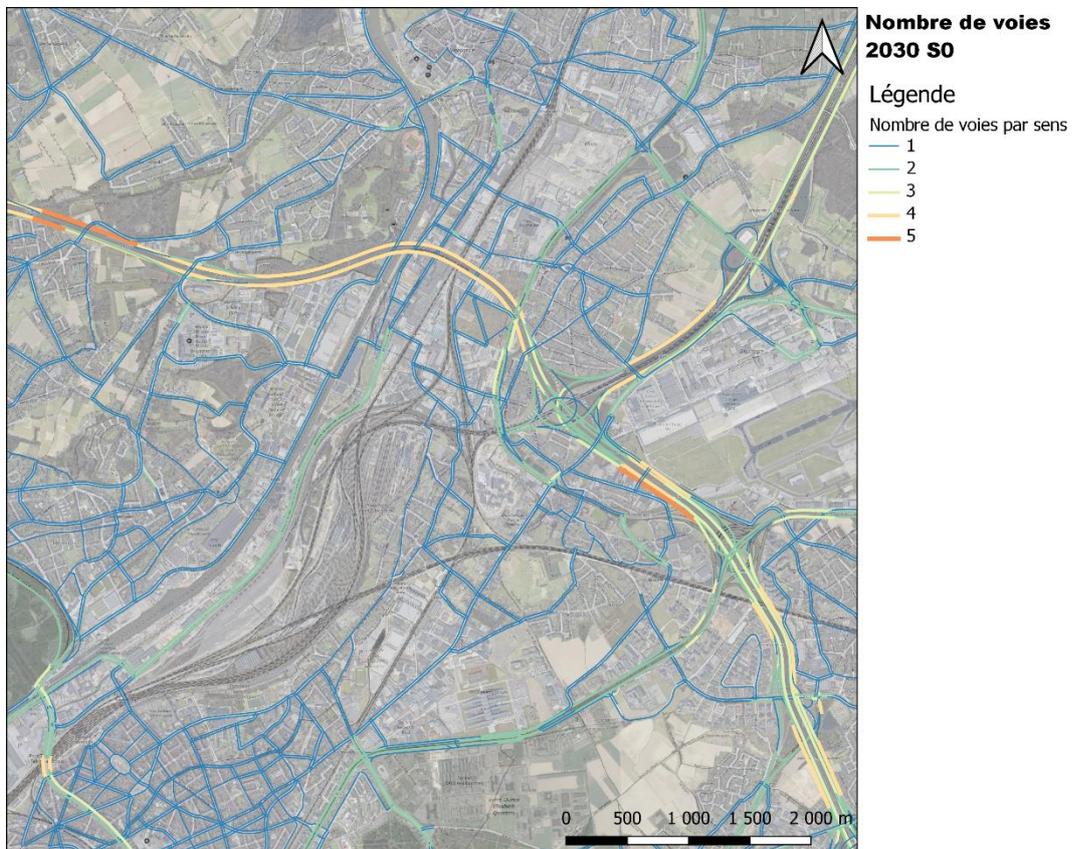
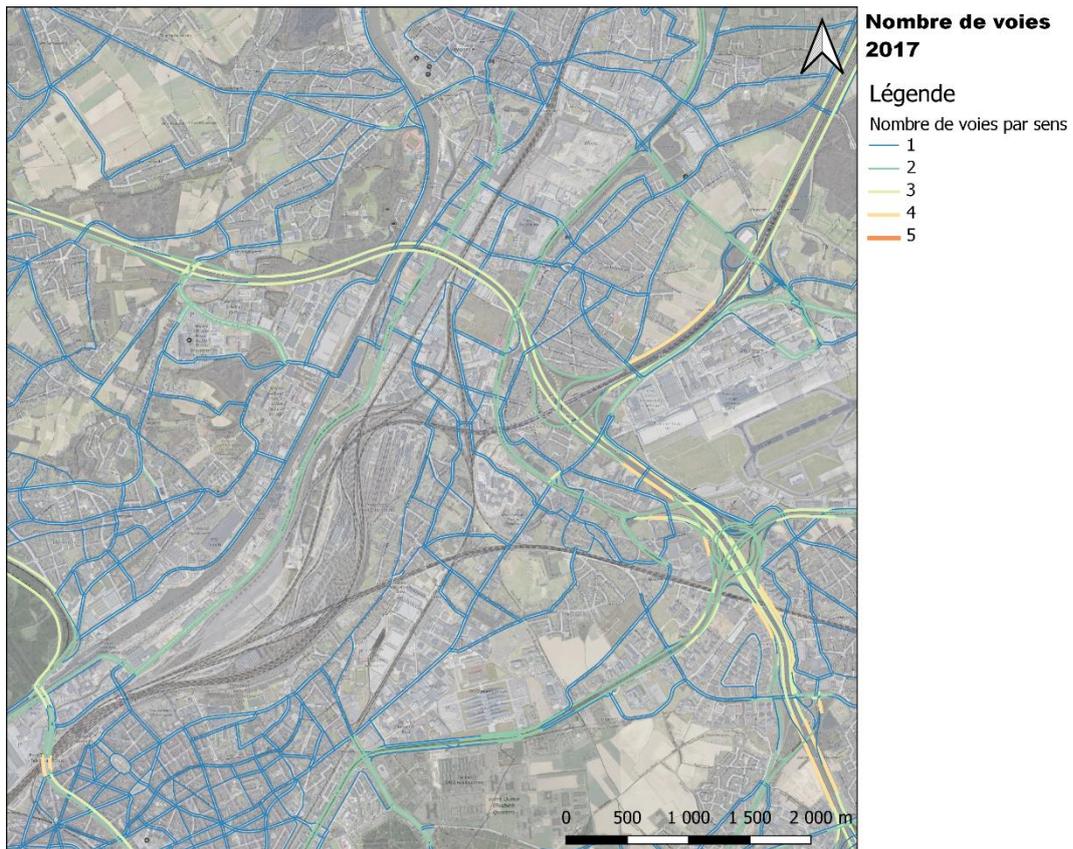


Figure 6 : Réseaux routiers en 2017 et 2030 S0

4. FONCTIONNEMENT DU MODÈLE MACROSCOPIQUE (MODÈLE À 4 ÉTAPES)

Le modèle macroscopique sert à reproduire les flux de déplacements observés pour la situation existante et à simuler les déplacements à un horizon futur, selon différents scénarios. Les résultats des simulations macroscopiques sont utilisés comme donnée d'entrée dans le modèle microscopique.

D'une manière générale, les modèles de transport sont caractérisés par l'offre de transport (le réseau, les modes, leurs caractéristiques) et par la demande (génération et attraction des flux, catégorisés par leur comportement de déplacement). L'interaction entre l'offre et la demande est régie par des modèles mathématiques du champ de l'économie.

Un modèle tente d'abord de reproduire au mieux la réalité observée, dans la situation actuelle (l'offre, la demande et les déplacements que cela génère). Si la reconstitution est de qualité satisfaisante, on peut en déduire que les paramètres du modèle sont corrects. On peut alors utiliser le modèle pour simuler des changements par rapport à la situation actuelle et voir ce que deviennent les déplacements. Il peut s'agir de changements dans l'offre (dans le réseau, dans les modes) ou dans la demande (croissance de population, de l'emploi, des services, nouveaux quartiers).

Les schémas ci-dessous représentent les 4 étapes des modèles dits « à 4 étapes ».

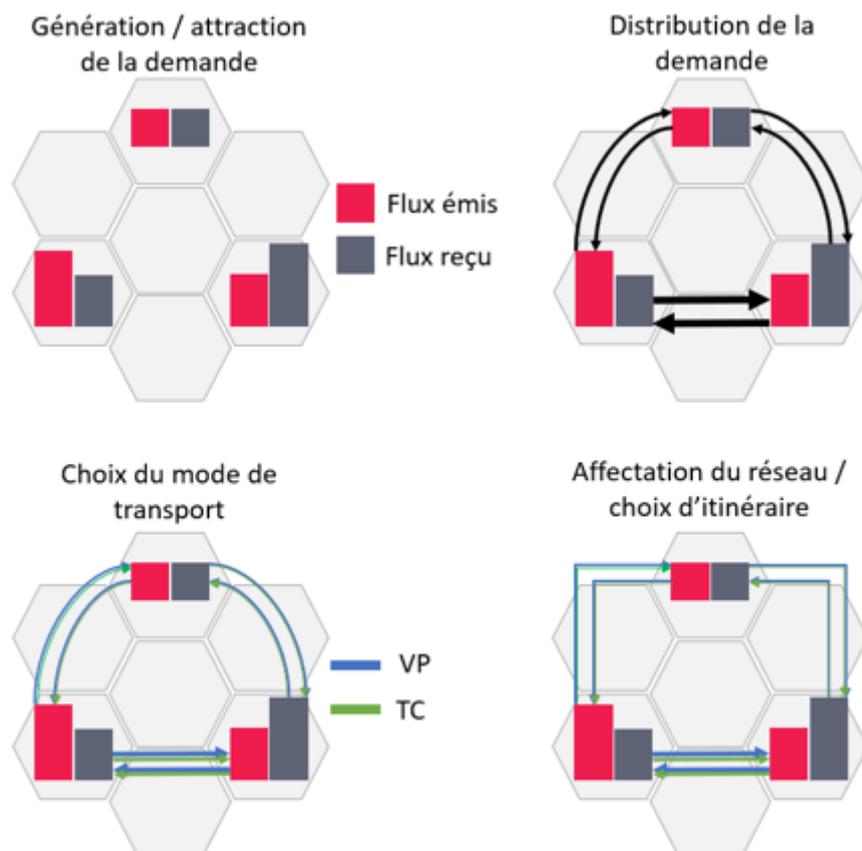


Figure 7 : Étapes du modèle à 4 étapes (Stratec)

Les 4 étapes modélisées sont les suivantes :

- 1) Le fait de se déplacer ou non (étape dite de **génération**). Par exemple, pour le travail, seule une partie de la population va effectivement réaliser un déplacement (les autres sont en télétravail, en congé, etc.). Cette étape aboutit au nombre moyen de déplacements par personne, pour un motif donné (dans cet exemple, le travail), pendant la période considérée (par exemple par jour ou pendant la période de pointe du matin 6h-10h).
- 2) Le choix de la destination (étape dite de **distribution**). Tous les déplacements partant d'une certaine zone sont répartis entre les destinations possibles et tous les déplacements arrivant à une certaine zone sont répartis entre les origines possibles. Cette répartition se fait notamment en fonction de l'accessibilité et des activités présentes dans chaque zone. Une matrice origine – destination (OD) est ainsi générée et contient un flux (des déplacements) sur chaque relation origine-destination (relation OD).
- 3) Le choix du mode (étape dite de **choix modal**). Sur chaque relation origine-destination, le flux total (les déplacements totaux) est réparti entre les modes possibles en fonction de l'attractivité de chaque mode.
- 4) Le choix d'itinéraire (étape dite d'**affectation**). Au sein du mode (choisi à l'étape précédente), cette étape détermine pour chaque relation origine-destination les itinéraires choisis par les usagers et comment les déplacements se répartissent entre ces différents itinéraires. Le modèle compare les différents itinéraires possibles et affecte les usagers sur ces itinéraires (constitués de tronçons du réseau), en tenant compte de l'attractivité des différents itinéraires. L'étape d'affectation est en général calculée pour la route et pour les transports en commun. Ainsi il est possible de connaître la charge du réseau pour ces deux modes.

Chacune des 4 étapes est réalisée par un modèle mathématique d'un type particulier.

Les indicateurs en sortie du modèle macroscopique sont les suivants :

- les caractéristiques générales des déplacements dans le scénario étudié : volume total, structure en motifs, distribution des distances parcourues, répartition entre modes, distribution des durées de déplacement, etc.
- la charge sur les réseaux, c'est-à-dire le trafic (sur les itinéraires routiers et les lignes de transport en commun) et le niveau de service associé (temps de parcours, vitesse, niveau de congestion...).

5. DÉFINITION ET CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS

Les scénarios ont été définis de manière relativement contrastée, pour pouvoir voir en tirer des conclusions aussi claires que possible. Ils ont aussi été définis comme des « packages » de mesures à tester : l'approche choisie n'est pas de simuler individuellement les différentes mesures que l'on souhaite tester, mais de tester un package de mesures qui semblent cohérentes entre elles, pour évaluer leurs effets combinés.

Enfin, il convient de rappeler que la modélisation n'a pas pour objectif de prévoir une situation future qui se produirait assurément, mais bien d'évaluer les effets de différents aménagements, interventions, politiques de mobilité, par la comparaison entre un scénario avec ces mesures et un scénario de référence sans ces mesures.

5.1. Vue d'ensemble des scénarios

Un scénario tendanciel 2030 a été élaboré par le MOW sur base d'hypothèses du Bureau fédéral du Plan et de la Région flamande, dans le cadre de ses travaux et indépendamment de la présente étude.

À partir de ce scénario tendanciel 2030 du MOW, un scénario S0 a été construit, de la façon suivante : nous avons enlevé du scénario 2030 du MOW tous les programmes futurs dont les effets doivent être étudiés dans la présente étude et nous n'avons laissé que les "coups partis" (décisions déjà prises, voire programmes dont les travaux ont déjà commencé), dont les effets ne sont pas à étudier. Le scénario S0 génère donc moins de déplacements par jour que le scénario 2030 du MOW. Le S0 constitue un scénario de référence auquel seront comparés tous les autres scénarios.

Ensuite, le scénario S1 a été construit en ajoutant au S0 les programmes futurs à étudier. Le scénario S1 génère le même nombre de déplacements que le scénario 2030 du MOW : une compensation a été faite, au niveau communal pour les logements et au niveau de l'arrondissement pour les emplois (c'est-à-dire que si un programme de logements est prévu dans une commune, avec donc un accroissement de population, des habitants sont retirés ailleurs dans la même commune, à l'horizon 2030 ; le principe est le même pour les emplois, mais au niveau de l'arrondissement).

Les scénarios suivants, S2, S3, S4 prennent tous en compte la même demande de déplacements que le scénario S1 (même nombre de population, d'emploi, de services, et au même endroit). Le scénario S0 fournit donc une référence 2030 (que se passerait-il si l'on ne réalisait pas les programmes futurs ?), à laquelle nous pourrions comparer les scénarios S1 et suivants.

Le tableau ci-dessous donne une présentation synthétique des scénarios de l'étude canal Nord :

Tableau 1 : Scénario modélisé et à modéliser par le MOW avec le modèle régional flamand

	Demande / programmes	Réseaux	Mesures
2017	Demande 2017	2017	
S0	Demande 2030 sans les projets S1	2030 coups partis	
S1	Demande 2030 avec les projets du S1	2030 coups partis	
S2	Demande 2030 avec les projets du S1	2030 coups partis + aménagements S2	Péage des poids lourd dans le centre de Vilvorde
S3	Demande 2030 avec les projets du S1	2030 coups partis + aménagements S3	Interdiction transit dans les centre de Vilvorde et Machelen
S4	Demande 2030 avec les projets du S1	2030 coups partis + aménagements S4	Modification des parts modales

Les détails d'offre et de demande sont précisés dans ce chapitre, dans la suite du texte.

Trois niveaux de demande sont donc modélisés : 2017, 2030 S0 et 2030 S1. Comme on l'a dit ci-dessus, les scénarios S1, S2, S3 et S4 ont la même demande de déplacements de personnes. Ils ont aussi la même demande de transport de marchandises tous modes, mais le scénario 4 prend en compte une réduction du nombre de poids lourds. Dans cette étude, on a donc pris le parti d'étudier les effets d'aménagements des réseaux et de politiques de transport avec une demande de déplacements fixée (on n'a pas simulé de scénario avec une demande de déplacements moins élevée). L'objectif est de formuler des recommandations afin de réguler la mobilité dans la zone d'étude, compte tenu des programmes à venir. La zone d'étude est vouée à se développer économiquement et les programmes envisagés dans l'étude ne sont pour certains (Schaerbeek-Formation) que les premières étapes d'un développement encore plus intense.

5.2. Scénario S0 – Scénario sans développement des sites 2030 à étudier

L'objectif du scénario 0 est de modéliser une **situation tenant uniquement compte des « coups partis » (c'est-à-dire les décisions déjà prises)**, en ce compris les projets qui sont déjà programmés et donc couverts par un permis, en cours de réalisation, etc. D'ici 2030, c'est ainsi une série de projets économiques, résidentiels ou encore d'infrastructures qui doit ainsi être mise en œuvre à l'échelle de la zone d'étude, avec pour chacun d'eux des effets en termes de déplacements.

Ce scénario 0 est intéressant, car il doit **constituer le niveau de référence**. Le développement sera à minima rencontré à l'échelle de la zone Buda d'ici 2030 et comme on l'a dit plus haut, les autres scénarios ne questionneront pas de possibles retours en arrière. En tant que scénario de référence, les autres scénarios lui seront comparés, permettant ainsi d'en qualifier les effets, tant positifs que négatifs. C'est cette comparaison qui doit permettre de faire émerger les pistes de solution à préconiser afin de permettre le bon aménagement des réseaux de mobilité tout en accompagnant le développement socio-économique.

Les « coups partis » considérés dans ce scénario sont de deux ordres :

- **les programmes** : Il s'agit des projets d'aménagement de site, tels que le développement de nouveaux bâtiments ou parcs d'entreprises, la reconversion de certains bâtiments, la création de logements, etc. Ces programmes ont pour effet de faire évoluer les flux à l'origine et à destination de la zone, car ils impliquent la création de nouveaux emplois, activités, commerces, logements, etc. qui sont des activités génératrices de déplacements. La modélisation tient compte de l'ajout de ces programmes et des flux qu'ils induisent, tandis que la répartition modale qui leur est associée résulte de l'exercice de simulation ;
- **Les réseaux** : Ce sont les projets d'infrastructures à l'échelle de la zone. Ces infrastructures peuvent être à destination d'un ou plusieurs modes (modes actifs, transports en commun, voitures particulières, poids lourds), et présentent donc des dimensionnements, réglementation, vitesses de circulation , etc. qui vont avoir des effets sur les conditions de circulation des différents flux.

Les tableaux et cartes présentés ci-dessous permettent d'identifier les programmes/réseaux considérés dans le scénario S0. Il est important de préciser que certains éléments peuvent déjà être mis en place dans la réalité, mais l'exercice a été réalisé à partir d'un modèle 2017, les "nouveaux" projets doivent donc être réalisés entre 2018 et 2030.

- Programmes S0

En accord avec les maîtres d'ouvrage, les projets suivants ont été retenus et intégrés au scénario S0.

- Kernversterking Machelen (rénovation du centre de Machelen)
- Quickparking Budasteenweg (parking avec navettes vers l'aéroport de Zaventem)
- Parc d'entreprises sur la Luchthavenlaan
- Centre commercial Docks Brussel
- Business Park sur la Rittwegerlaan
- Parc de bureaux sur la Medialaan
- Het Broek (rénovation du quartier autour de la Broekplein à Vilvorde)
- Kanaalpark (nouveaux logements aux abords du Steenkaai à Vilvorde)
- 4 Fonteynen (nouveaux logements sur la rive opposée au parc 3 Fonteynen à Vilvorde)
- DPD (entrepôt logistique sur la Tyraslaan)
- Parc d'entreprises Copernic à Bruxelles
- Extension du terminal à conteneurs du Port de Bruxelles
- Rénovation urbaine de la zone BRYC / ZIR 4 à Bruxelles
- Parc de PME Magellan à Bruxelles
- Nord City et Star City (zones de logements et pour PME sur la chaussée de Haecht à Bruxelles)
- De Borght (nouveaux logements à Grimbergen)
- Comet (zone pour activités productives à Bruxelles)

- Centre canin et policier à Bruxelles
- Data Center dans la zone d'activités Galilei à Bruxelles
- Prison de Haren
- Parc industriel et productive Brightpark à Machelen

Ces projets et les informations relatives ont été recensés par les maîtres d'ouvrage ainsi que les différents acteurs interrogés lors d'entretiens bilatéraux. Concernant les acteurs interrogés, il s'agit de :

- Communes de Vilvorde, Machelen, Grimbergen, Bruxelles-Ville, Schaerbeek et Evere
- Port de Bruxelles, Communauté Portuaire et Vlaamse Waterweg
- Citydev.brussels
- POM Vlaams-Brabant, Vlaio et VOKA.

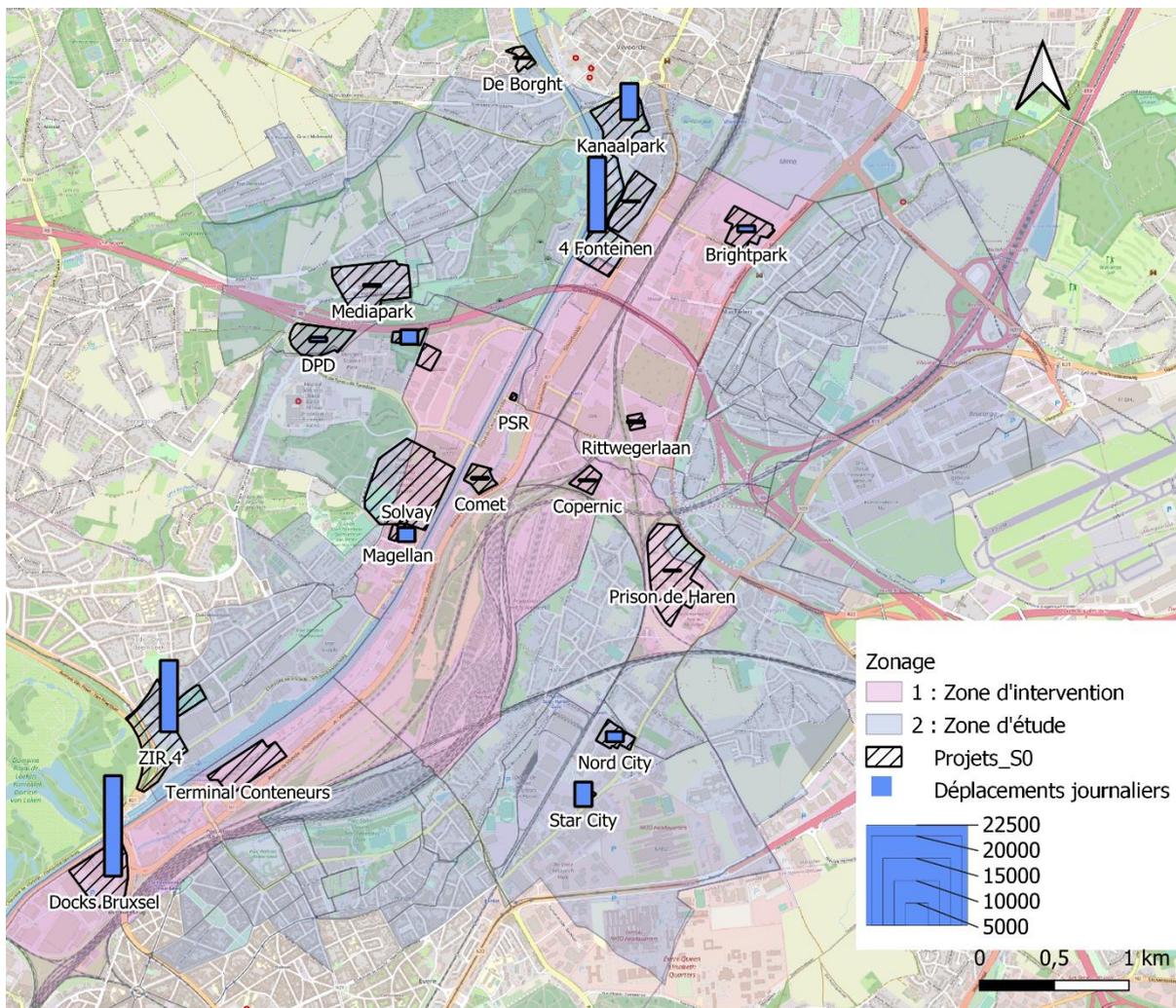


Figure 8 : Carte des projets du scénario S0

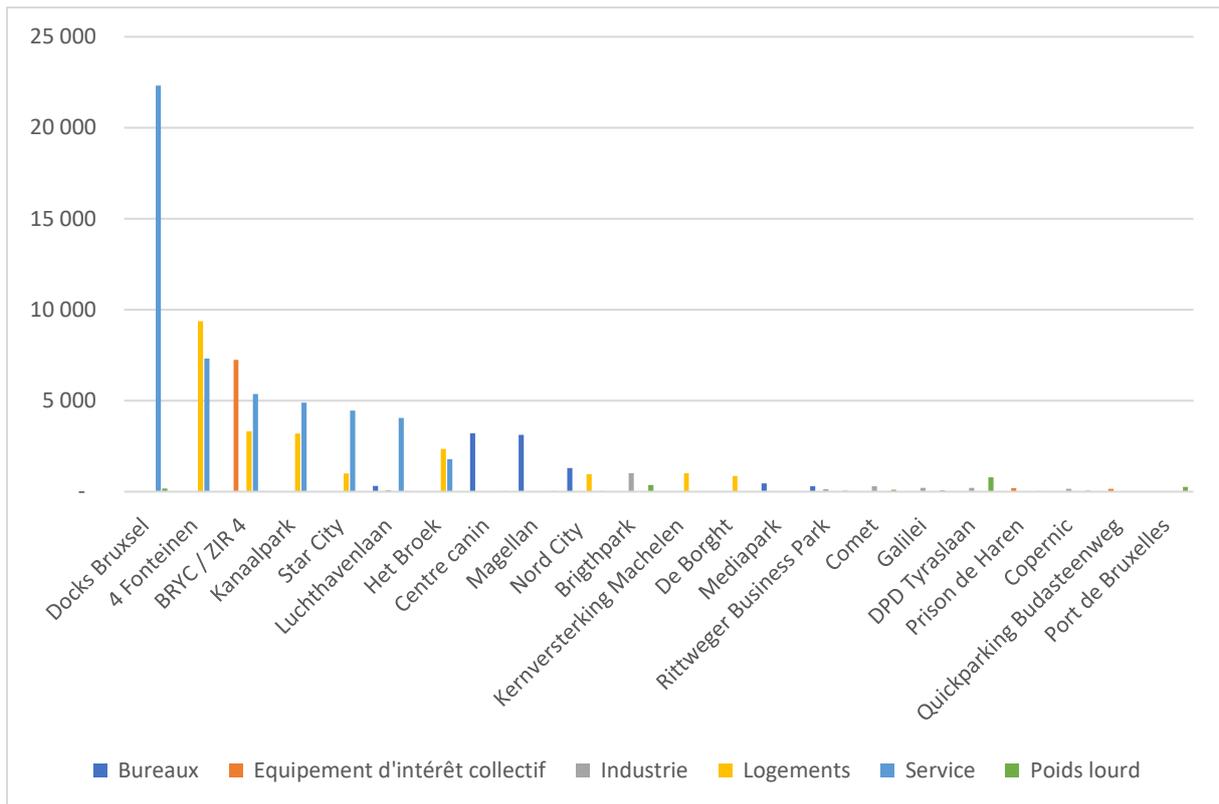


Figure 9 : Déplacements journaliers en EVP⁴ par projets en S0

Le programme développé en S0 contient 22 projets dans la zone d'étude. Les 7 projets principaux génèrent 77 000 déplacements par jour soit 85% de la demande générée par les programmes actés. La majorité des projets est située à proximité du canal.

Tableau 4 : Surface des projets du S0 agrégée par fonction.

Fonction agrégée	Surface S0 [m ²]
Équipement d'intérêt collectif	205 735
Industrie	158 472F
Logements	137 824
Service	81 605
Bureaux	7 100
Total général	590 736

- Hypothèses spécifiques à certains projets

La catégorisation proposée ci-dessus n'a pas pu s'appliquer à tous les programmes. Nous avons donc dû prendre des hypothèses plus précises pour quelques projets :

- Parking de l'aéroport sur la Budasteenweg

⁴ EVP : Équivalent Véhicule Particulier

Le rapport annuel de l'aéroport de Bruxelles Zaventem indique une part modale de la voiture de 39% pour les visiteurs. Ces personnes bénéficient en tout de 12 000 places de parking. Le parking sur la chaussée de Buda compte environ 120 places, ce qui représente 1% de cette offre.

En dehors du transit, 23 350 940 passagers arrivent ou partent de l'aéroport par an (soit environ 64 000/jour). Parmi eux, 54% voyagent seuls, 32% à deux et 14% à plus. Nous avons donc fait l'hypothèse d'un taux d'occupation des voitures de 1,6. Cela nous permet d'évaluer les mouvements en lien avec le parking à 156/jour. Par ailleurs, 6% des passagers arrivent ou partent entre 17 et 19h, ce qui donne un total de 9 mouvements à l'heure de pointe du soir (HPS).

- Docks Bruxsel

Le nombre de visiteurs et son lien avec le nombre d'emplois ont été évalués grâce aux données de fréquentation de l'année 2019. Avec 5 millions de visiteurs pour l'année, le nombre moyen par jour peut être estimé à près de 14 000 visiteurs, soit environ 15 visiteurs/emploi.

- Prison de Haren

Les déplacements liés à la prison de Haren ont été repris de l'étude d'incidence du projet. A l'heure de pointe du soir, il est évalué 25 arrivées et 128 sorties (personnel, avocats, visiteurs). Les salles de tribunal adjointes à la prison sont aussi responsables de 49 déplacements. Cela fait un total de 202 déplacements.

- Réseaux

Les projets modifiant les réseaux de transport ont également été pris en compte. Cependant seuls ceux susceptibles d'avoir un effet dans le modèle ont été conservés pour la modélisation. Ainsi, la création de pistes cyclables séparées le long d'une voie n'aura pas d'effet sur la répartition modale dans un modèle multimodal classique comme celui du MOW. Par contre, la création d'une cyclostrade qui réduit significativement la distance entre deux points est une modification du réseau qui peut être incluse dans le modèle. Les projets retenus ont donc été les suivants, chaque projet est identifié par un numéro repris sur la carte ci-dessous :

- Modes actifs⁵ :

1. F215-FR0 : nouveau RER vélo entre la gare de Vilvorde et la Hermeslaan
2. Passerelle cyclopiétonne sur le canal au niveau de la Broekplein
3. Couloir gare de Schaerbeek pour les piétons et cycliste à pied
4. RER Vélo le long des voies ferrées entre la chaussée de Haecht et la gare de Schaerbeek (tracé exact en attente de confirmation)
5. Liaison cyclable entre la Woluwelaan et la Pieter Schroonsstraat
6. Pont cyclable au niveau de la sortie du Ring Koningslo
7. Liaison vélo entre le Canal et la Woluwelaan
8. Pont cyclable F3

⁵ Les pistes cyclables et autres aménagements pour piétons n'ont pas d'impact sur le choix modal sauf s'il y a un vrai gain de temps grâce à un aménagement. Il s'agit donc d'un « worst case » pour les modes actifs.

- Transport en commun :
 9. Nouveau tramway à Neder-over-Heembeek
 10. Metro Nord (RBC)
 11. Ringtrambus
 12. Luchthaventram
- Voitures :
 13. Sens unique est-ouest sur la Stationlei à Vilvorde
 14. Réaménagement de la Schaarbeeklei (passage à 2x1 bandes et réduction de la vitesse)
 15. Réduction du nombre de bandes sur le pont Van Praet
 16. Sens unique ouest-est sur la Kerklaan entre la Woluwelaan et la Rittwegerlaan
 17. Réaménagement de l'échangeur du Ring avec la Woluwelaan (tunnel et passage à 2x1 bandes de la Woluwelaan)
 18. Réaménagement de l'échangeur du Ring avec l'A201
 19. Réduction du nombre de bandes sur la Tyraslaan
 20. Réduction du nombre de bandes sur l'A12 au sein de la RBC

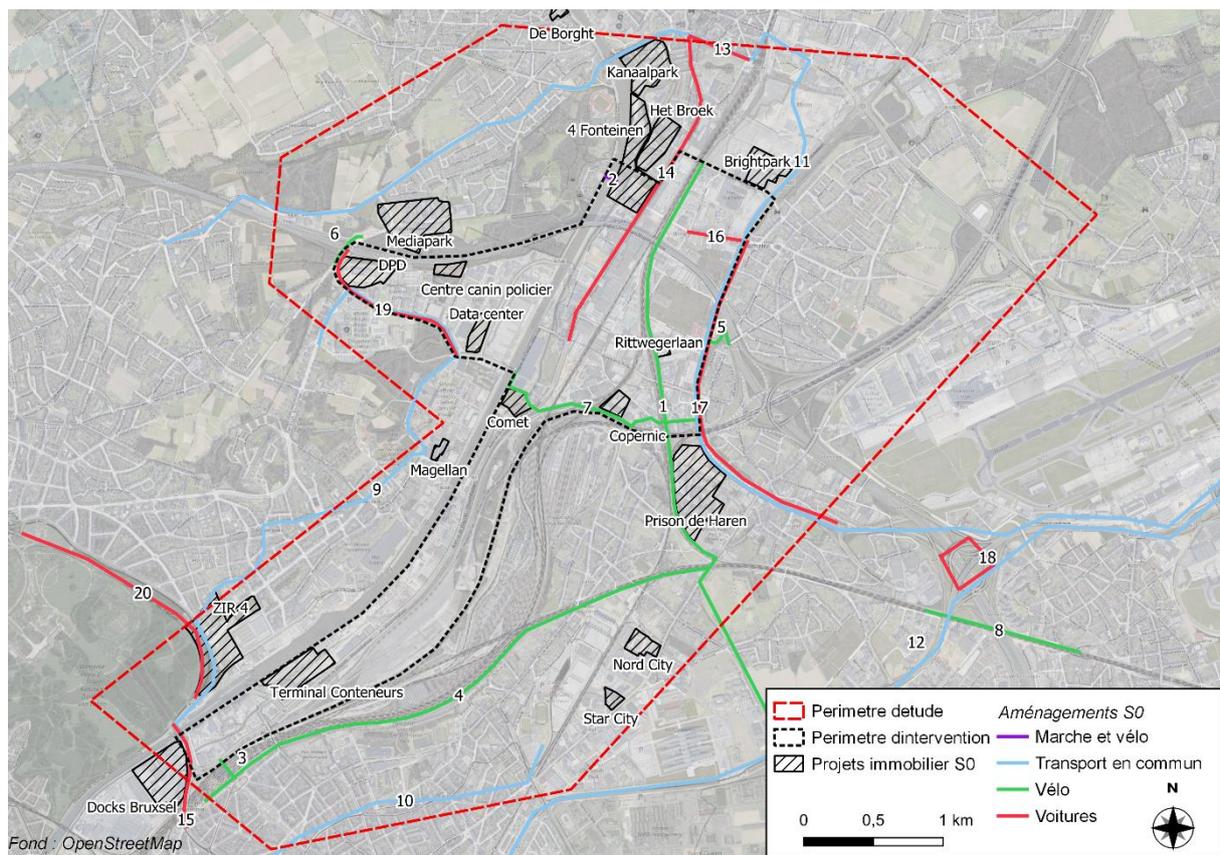


Figure 10 : Aménagements du scénario S0

5.3. Scénario S1 – Scénario avec développement des sites

5.3.1. DEFINITION DU SCENARIO

Le scénario S1 prend en compte 7 projets immobiliers ou industriels qui sont en cours de réflexion sur la zone. Il fournit le niveau de demande de déplacements commun des scénarios S1 à S4. Ce scénario comprend les aménagements et programmes du S0 ainsi que les programmes supplémentaires décrits ci-dessous.

- Programmes S1

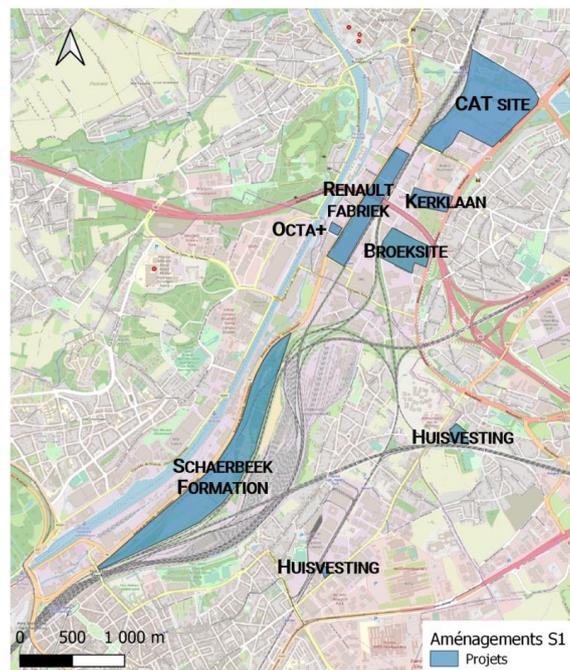


Figure 11 : Emplacement des programmes du scénario S1

En accord avec les maîtres d'ouvrage, les projets suivants ont été retenus et intégrés au scénario S1.

- CAT-site
- Broeksite
- Kerklaan
- Octa +
- Renaultfabriek Nord
- Renaultfabriek Sud
- Schaerbeek-Formation.

Les projets du S1 représentent plus du double de la surface ajoutée en S0. L'augmentation de la surface se fait majoritairement dans l'industrie. Il faut noter cependant que les programmes ne sont pas définitivement fixés et que la situation est évolutive. La description des programmes que nous faisons

dans ce scénario S1 est une image à un instant t, mais les sites vont se remplir progressivement. Les répartitions par fonction sont aussi indicatives et peuvent changer, il s'agit bien d'hypothèses.

Tableau 5 : Superficie par projet immobilier par secteur pour le S1

Projet immobilier	Informations	
CAT-site	127400	m ² logements
	104100	m ² bureaux
	65000	m ² PME et logistique
	1300	m ² équipements collectifs
	5700	m ² commerces de détail
	8547	m ² hôtels
	2035	m ² restauration
	5749	m ² services commerciaux
	14100	m ² éducation
	9200	m ² culture
	32400	m ² hôpital
Broeksite	55000	m ² ateliers / magasins de confection
	25000	m ² bureaux
	8000	m ² éducation
	30250	m ² autres activités
	11000	m ² culture
	12000	m ² espaces récréatifs
	10000	m ² restauration
	2000	m ² wellness
25000	m ² parc	
Renaultfabriek Nord	110305	m ² activités (sud du Ring)
Renaultfabriek Sud	20378	m ² commerces de détail
	8750	m ² espaces récréatifs
	8750	m ² éducation
	8750	m ² équipements collectifs
Kerklaan	75000	m ² logements
	1500	m ² commerces de détail
	1500	m ² équipements collectifs
Schaerbeek-Formation	230 000	m ² logistique
	230 000	m ² PME
Octa +	31195	m ² d'industrie
	34476	m ² logistique
	17385	m ² ateliers

Fonction agrégée	Surface S1 [m²]
Industrie	773 361
Logements	202 400
Bureaux	129 100
Équipement d'intérêt collectif	74 800
Service	72 124
Loisirs et culture	42 950
Horeca	12 035
Total général	1 306 770

Les programmes du S1 génèrent des déplacements journaliers calculés suivant les mêmes hypothèses que les programmes de S0. Les fonctions de bureau et de logement génèrent plus de déplacements aux heures de pointe, qui sont dimensionnantes.

Projet immobilier	Industrie	Service	Loisirs et culture	Équipement d'intérêt collectif	Bureaux	Logements	Horeca	Poids lourd
CAT-site	900	7 500	6 200	6 100	12 800	10 500	5 400	1 600
Broeksite	15 200	1 900	13 500	15 000	3 900	-	500	400
Renaultfabriek Sud	-	14 700	4 400	2 100	-	-	-	-
Schaerbeek-Formation	7 300	-	-	-	-	-	-	5 500
Kerklaan	-	1 300	-	-	-	6 200	-	-
Octa +	5 300	-	-	-	-	-	-	800
Renaultfabriek Nord	1 600	-	-	-	-	-	-	500
Total général	30 300	25 400	24 100	23 200	16 700	16 700	5 900	8 800
Part fonction	20%	17%	16%	15%	11%	11%	4%	6%

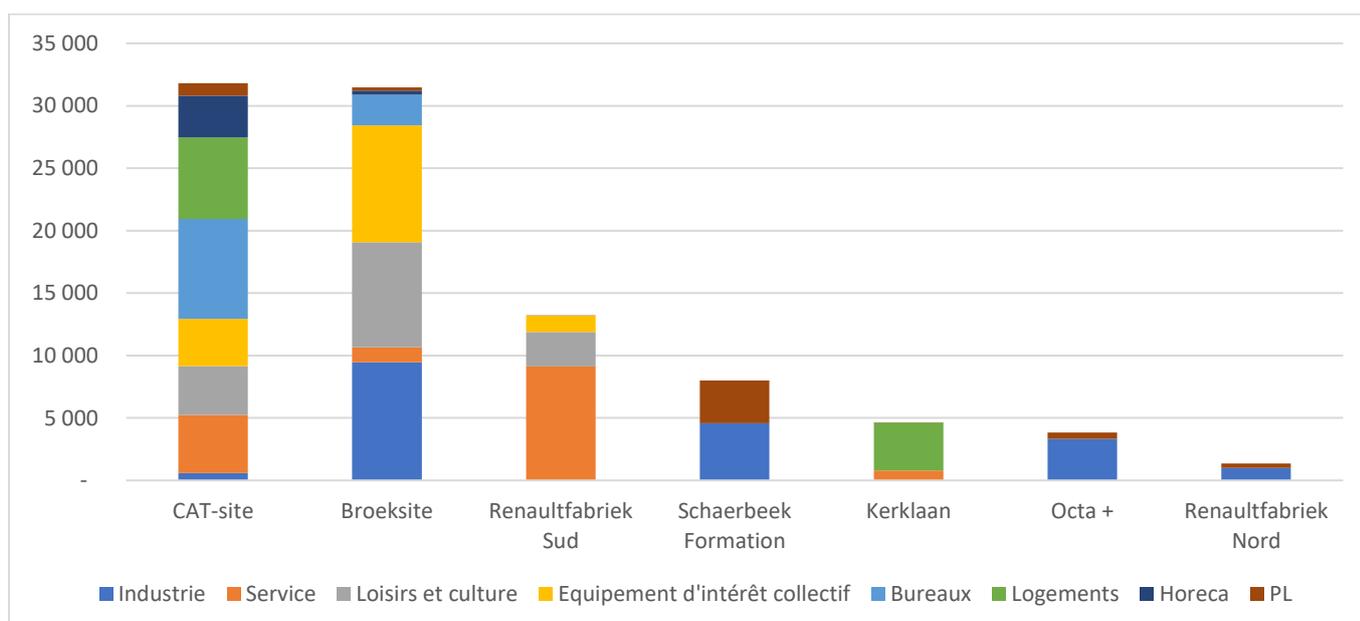


Figure 12 : Déplacements journaliers en EVP (équivalent-véhicule particulier) par projet en S1

Les flux générés par les programmes du S1 représentent environ 100 000 déplacements par jour. Les poids lourds comptent pour 6% soit 5 500 déplacements de poids lourds.

5.3.2. REFLEXIONS SUR LE TELETRAVAIL ET LA DEMANDE TOTALE DE DEPLACEMENTS

Comme on l'a dit plus haut, on a pris le parti dans cette étude d'envisager principalement des aménagements des réseaux et des politiques de transport plutôt que des modifications de programmes. La zone d'étude est vouée à se développer économiquement, par conséquent un niveau de demande équivalent au S1 sera probablement atteint à un certain moment. Néanmoins, dans cette section, nous proposons quelques réflexions sur les programmes.

Le scénario S1 a été défini au début de l'étude, en 2019, avant la crise Covid. Depuis, la crise Covid a accéléré le recours au télétravail. Le télétravail imposé pendant les périodes de confinement de la crise Covid a démontré que les outils technologiques étaient performants pour permettre le travail à distance pour toute une série de secteurs d'activité tertiaires et pour toute une série de fonctions. D'autre part, les employeurs du secteur tertiaire ont un intérêt financier à organiser un télétravail partiel de manière structurelle pour réduire les surfaces de bureaux nécessaires et ainsi réduire leurs coûts. Avec la généralisation du télétravail, en particulier pour les plus grandes entreprises⁶, on peut donc estimer que le besoin en bureaux sera moindre à l'avenir.

Un scénario avec plus de télétravail n'a pas été quantifié, ni simulé, cependant on pourrait garder ce point en mémoire lorsqu'on analyse les résultats des scénarios S1 et suivants, en considérant que les déplacements pour le motif domicile-travail pourraient être moins nombreux que prévu. Il faut néanmoins nuancer ce propos, ce qui est fait dans les paragraphes qui suivent.

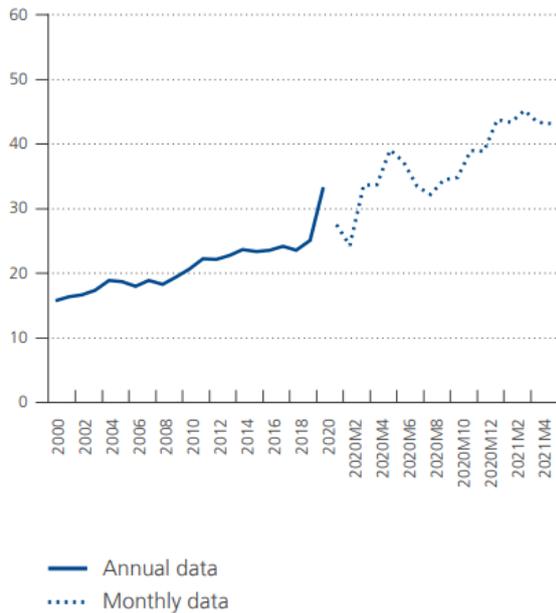
Les premiers graphiques ci-dessous sont tirés de l'étude « The Belgian economy in the wake of the Covid-19 shock », réalisés par la Banque nationale (NBB Economic Review, septembre 2021). Ils montrent comment le télétravail a augmenté entre la période avant Covid et la période après Covid et présentent aussi les taux de télétravail attendus pour le futur.

⁶ <https://www.teletravailler.be/storage/main/tltravail-en-belgique-2021.pdf>

Intensive use of teleworking is likely to persist in the future

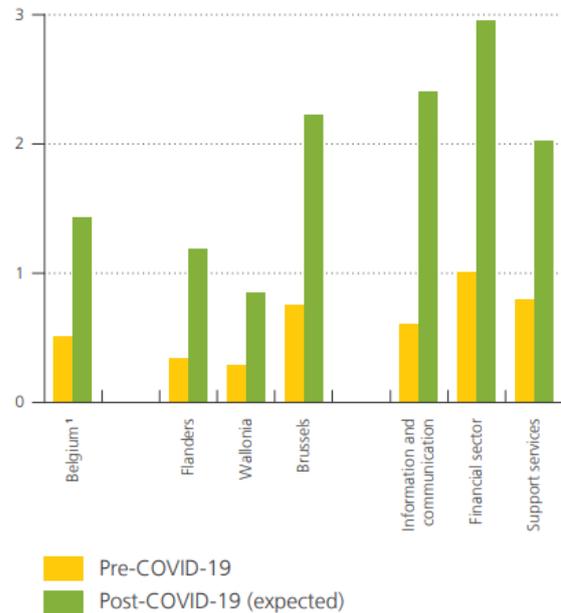
Evolution of teleworking

(employed persons working from home sometimes or usually, in % of total employment)



Average number of remote days per week

(weighted averages based on staff size, excluding self-employed)



Sources: Statbel, ERMG surveys.

Cependant, des études montrent que les personnes qui télétravaillent effectuent moins de déplacements domicile-travail (par définition), mais qu'une partie ou la totalité de cette réduction est compensée par une augmentation des déplacements pour d'autres motifs. Les déplacements qui se substituent aux déplacements domicile-travail se font donc vers d'autres destinations, à d'autres heures, et parfois avec d'autres modes (que les déplacements domicile-travail).

Le graphique ci-dessous illustre les résultats du modèle de transport PLANET du Bureau fédéral du Plan et la contribution du télétravail à la réduction estimée du volume total de demande entre 2019 et 2040. Le tableau qui suit le graphique précise les hypothèses adoptées par le Bureau fédéral du Plan quant au télétravail, pour le modèle PLANET : le pourcentage d'employés pratiquant le télétravail passerait de 18 % en 2019 à 31 % en 2030 (40 % en 2040), et le nombre moyen de jours de télétravail pour un télétravailleur passerait de 1,5 par semaine en 2019 à 1,8 par semaine en 2030 (2 en 2040).



	Niveau			Croissance		
	2019	2030	2040	30/19	40/30	40/19
Nbre de déplacements (millions par an)	1003	1019	972	+2%	-5%	-3%
Part dans le total des déplacements	18%	18%	17%			
Population active occupée (milliers)	4601	4906	5020	+7%	+2%	+9%

Scénario d'évolution du télétravail en Belgique

Part des employés pratiquant le télétravail	18%	31%	40%			
Nombre moyen de jours de télétravail pour un télétravailleur	1,5	1,8	2			
Nombre de déplacements moyen par travailleur par semaine, tous employés confondus	4,2	4,0	3,7	-5%	-7%	-11%

Source : PLANET v5.0 (Bureau fédéral du Plan).

Il faut aussi noter que les déplacements domicile-travail du secteur tertiaire sont ceux qui impactent le plus le trafic à la pointe du matin et du soir (les déplacements de travail pour d'autres secteurs d'activité et les déplacements pour d'autres motifs que le travail se répartissent plus uniformément sur les heures de la journée). Cette généralisation du télétravail diminue (et diminuera) donc la demande totale, mais encore plus la demande aux heures de pointe, ce qui est évidemment d'une grande importance pour la zone d'étude.

Cependant, si moins de surfaces de bureaux sont nécessaires, ou plus exactement si le ratio moyen m²/emploi diminue, cela signifie que certaines surfaces ne seront pas occupées par les emplois prévus dans le scénario S1, mais ces espaces laissés vacants pourraient être occupés par d'autres programmes (bureaux, industries, entrepôts, commerces, équipements de loisir, ...). Il nous a donc semblé hasardeux de réduire les superficies et la demande totale de déplacements sans une réflexion

plus approfondie. Cette réflexion plus approfondie porterait sur le télétravail, l'e-commerce et la réaffectation des surfaces vacantes.

Il est important de souligner que les impacts du télétravail sur les déplacements peuvent varier selon les contextes et les régions. Certaines études suggèrent qu'il peut entraîner une réduction des déplacements liés au travail, tandis que d'autres études, comme au Royaume-Uni⁷, montrent que cela peut avoir l'effet inverse et augmenter la demande de déplacement. Il est donc important de prendre en compte ces différents résultats lors de l'analyse des impacts du télétravail sur les déplacements et de considérer les contextes locaux pour une meilleure compréhension des résultats. L'effet peut aussi être différent selon les modes (effet différent par exemple sur les déplacements en voiture et les déplacements en transport en commun). Il nous paraît important de continuer à surveiller les tendances et les résultats de recherche pour une meilleure compréhension de l'impact du télétravail sur les déplacements.

Dans le cadre de la présente étude, nous avons donc conservé les hypothèses de demande définies au début de l'étude, mais nous avons voulu dans cette section attirer l'attention du lecteur sur cette question.

5.4. Scénario S2 – Aménagements locaux + mesures poids lourds

Le scénario S2 est construit sur la base du S1. Ils ont la même demande de déplacements. Des aménagements locaux et des mesures de réduction du transit des poids lourds sont testés. L'apaisement de certains axes est pris en compte.

Voici les mesures testées dans le scénario 2 :

- Péage PL sur le centre de Vilvorde
- Zone 30 dans le centre de Machelen
- Limitation du transit sur la Brusselsestenweg + la Harenseseesteenweg réservées à la desserte locale (interdiction du transit = pas de trafic dans le modèle)
- Modification du rond-point De Vuist en carrefour à feux avec plus de temps de vert pour l'axe Woluwelaan (nord<->sud)
- Carrefour à feux #Budasteenweg-N1 avec plus de temps de vert pour les échanges sud<->est
- Nouvelle ligne de bus est-ouest (5/heure)
- Navette bus CAT-site, Broeksite (8/heure)

⁷ https://forumviesmobiles.org/sites/default/files/mobilite_et_numerique_enquete_anglaise_forum_vies_mobiles.pdf

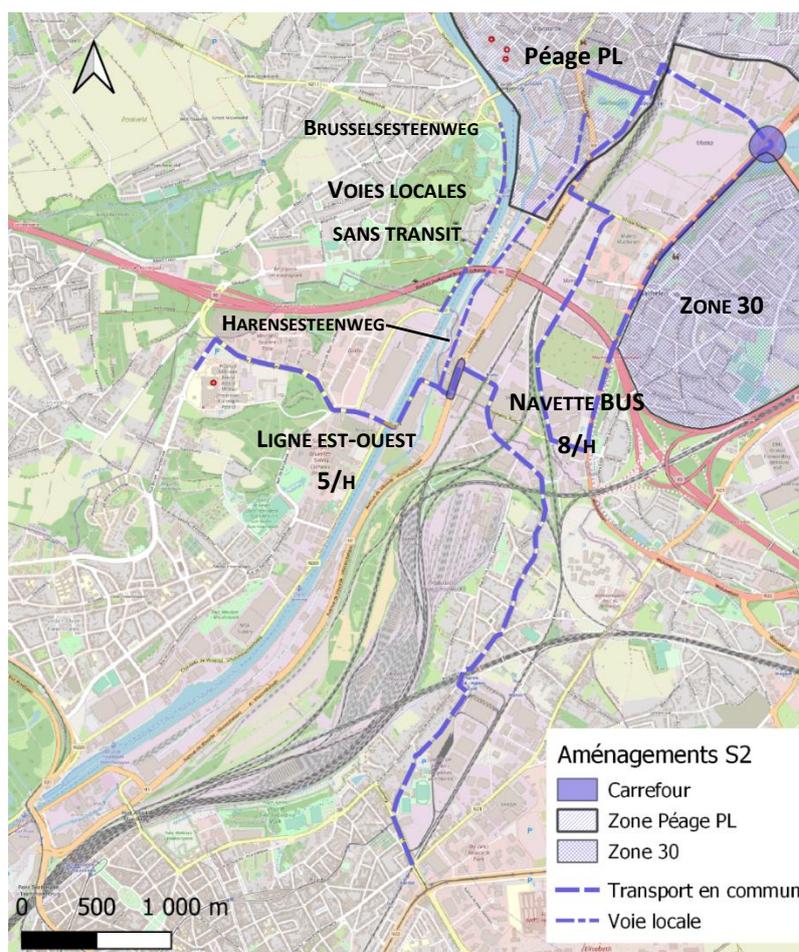


Figure 13 : Aménagements et mesures testés dans le scénario S2

5.5. Scénario S3 – Nouveau pont + préservation des centres

Le scénario S3 est le plus intense du point de vue des infrastructures. Notons qu'on ne prend pas en considération ici les coûts d'investissement associés aux nouvelles infrastructures. Dans ce scénario, le trafic de transit est contenu sur les axes structurants et les localités (centres urbains) sont préservées de ce trafic. Comme indiqué plus haut, le scénario S3 prend en compte la même demande de déplacements que S1.

Voici les éléments du scénario S3 :

- S0 + S1 + prise en compte d'aménagements de transport, de réduction du transit :
- Interdisant tout transit en dehors de ces axes structurants en orange (cf. Figure 14 : Aménagements et mesures testés dans le scénario S3) (*) pour la zone d'étude

- Création pont Est - Ouest à 9 m de hauteur pour laisser passer les bateaux sur le canal (cf. Figure 14 et Figure 15)⁸
- Modification du tracé de la ligne est-ouest passant par le nouveau pont, avec une fréquence de 10 bus par heure
- Alignement de la voirie de la Budasesteenweg
- Augmentation de la fréquence du bus 58 de 6/h à 12/h.

(*) L'interdiction du transit en dehors des axes structurant en orange ci-dessous peut être appliquée en ajoutant une taxe élevée pour les voitures particulières et poids lourd en transit qui utilisent les voiries dans les zones sans transit autorisé. Les usagers locaux ne sont pas pénalisés par la taxe de transit. Cette mesure serait un moyen de limiter le trafic de transit, au bénéfice des usagers locaux.

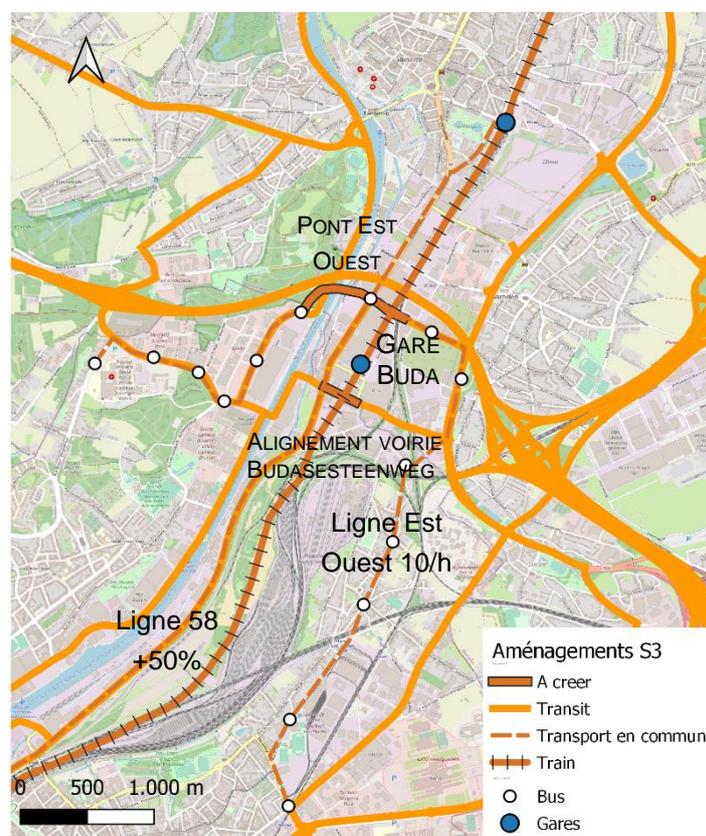


Figure 14 : Aménagements et mesures testés dans le scénario S3

Voici ci-dessous l'emplacement du nouveau pont Est-Ouest. Le pont arrive sur la partie gauche des voies de chemin de fer et doit passer sous deux voies de chemin de fer. Ensuite la route passe à côté du programme Broeksite qui prévoit une chaussée partagée avec les modes actifs. La rue Nieuwbrugstraat ne permet pas l'accès à la N1 pour l'instant. La création du pont changera localement le type de voirie pour absorber le trafic de transit.

⁸ La faisabilité du nouveau pont Est-Ouest a été étudiée au niveau technique au préalable dans l'étude d'optimisation Buda+. L'étude montre qu'un tel ouvrage est possible compte tenu des contraintes spatiales.



Figure 15: Emplacement du nouveau pont Est-Ouest (Source : GoogleMaps + Stratec)

5.6. Scénario S4 – Parts modales ambitieuses

Le scénario S4 suppose que des mesures globales sont mises en place dans les deux Régions provoquant un report modal vers des modes plus durables que la voiture et les poids lourds, pour les personnes et pour le fret. C'est l'hypothèse de base de ce scénario. Les parts modales sont fixées à priori dans le modèle macro pour les déplacements de personnes et le transport de marchandises. Il n'y a pas d'aménagements locaux. Comme indiqué plus haut, le scénario S4 prend en compte la même demande de déplacements que S1.

Voici les éléments du scénario S4 :

- S0 + S1 + Mise en place de parts modales ambitieuses et prise en compte d'aménagements de transport :
- Report de + 5,4% du trafic fret de poids lourds vers des modes plus durables (*)
- Parts modales ambitieuses pour les voyageurs ; le tableau ci-dessous présente les hypothèses prises pour les différents sites :

Modes concernés	Renault, Kerklaan, Broeksite	CAT	Reste zone d'étude
Modes durables	60%	70%	50%
Modes non durables	40%	30%	50%

Avec :

- Modes durables : à pied, à vélo, adulte passager, transports publics
- Modes non durables : enfants passagers, adultes conducteurs de voiture

(*) Une analyse de la demande de transport de marchandises dans la zone d'étude a été réalisée, prenant en compte les sites existants et les nouveaux sites prévus. Une réflexion a été menée sur la part du fret routier qui pourrait réalistement se reporter vers la voie d'eau et vers le ferroviaire, si des mesures volontaristes sont mises en place. Cette analyse a conclu qu'un report modal de 5,4 % du fret routier était à la fois ambitieux et réaliste. Une part du fret routier pourrait aussi se reporter vers du vélo cargo, mais cette part est marginale.

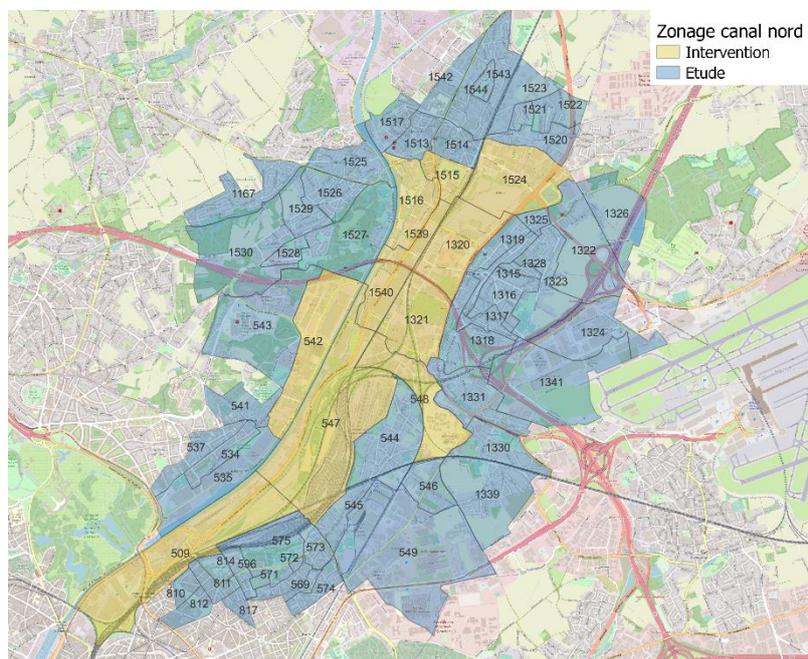


Figure 16 : Carte du zonage canal nord

6. RÉSULTATS DES SIMULATIONS MACRO

La première section de ce chapitre aborde l'évolution de la demande de déplacements. Ensuite, nous présentons une vue d'ensemble sur les différents scénarios, avec une comparaison de leurs performances sur base de différents indicateurs. Ensuite, certains aspects des scénarios sont détaillés, scénario par scénario. Finalement, le chapitre se clôt par une synthèse des résultats macro.

6.1. Evolution de la demande de déplacements

Les scénarios présentés au chapitre précédent sont la combinaison d'un niveau de demande de déplacements (2017, S0 2030 et S1 2030) avec des scénarios d'offre (2017, S0-S1, S2 et S3). Le S4 est un scénario particulier supposant a priori un report modal significatif de la voiture et des poids lourds vers les modes plus durables, mais l'offre modélisée dans le modèle du MOW reste l'offre du scénario S0. Ces scénarios ont été simulés par le MOW avec le modèle du MOW. Ils prennent en compte les projections démographiques et d'emploi du Bureau fédéral du Plan et de la Région flamande.

Cette section analyse les trois niveaux de demande de déplacements : 2017, S0 2030 et S1 2030.

En préliminaire, rappelons quelques **définitions** (voir chapitre 2 - Description de la zone d'étude- Figure 2) :

Interne : Déplacements internes à la zone ¹⁹

Flux d'échange : Déplacements en lien avec la zone d'intervention (1<->2;1<->3)

Flux de transit : Déplacements de la zone d'étude hors zone d'intervention (2 <->2;2 <->3) ; le transit pris en compte ici ne comprend pas les déplacements de 3 vers 3.

NB : Seule une part du transit passe par la zone d'intervention

Tableau 6 : Déplacements journaliers par mode par type de déplacements en 2017 (MOW)

Type de déplacement	Conducteurs	Passagers adultes	Passagers enfants	TC	Train	Vélo	Marche	Déplacements journaliers en 2017
Interne	39	3	2	1	1	22	33	101
Échange	14 600	2 900	300	1 400	2 100	2 500	2 000	25 800
Transit	147 100	30 500	9 300	19 600	17 000	26 800	24 600	274 900
Total	161 739	33 403	9 602	21 001	19 101	29 322	26 633	300 801
Répartition	54%	11%	3%	7%	6%	10%	9%	

Tableau 7 : Répartition par mode par type de déplacements en 2017 (MOW)

Type de déplacement	Conducteurs	Passagers adultes	Passagers enfants	TC	Train	Vélo	Marche
Interne	39%	3%	2%	1%	1%	22%	33%

⁹ Les nombres de déplacements par type de mouvement (interne, échange, transit) sont estimés à partir du modèle macroscopique. On voit dans le tableau que les déplacements à l'intérieur des zones sont probablement sous-estimés. Mais lors du calage du modèle, on effectue un calage des trafics empruntant le réseau routier (trafic affecté), donc les conditions de circulation (vitesse moyenne, congestion) sont correctement prises en compte.

Échange	57%	11%	1%	5%	8%	10%	8%
Transit	54%	11%	3%	7%	6%	10%	9%

- Les usagers utilisent majoritairement la voiture dans la zone d'étude.
- La part du transit est de 91%.
- Les échanges représentent 9%.
- Les flux entre la future zone attenante aux projets (1) et la zone hors d'étude (3) pourraient considérablement augmenter avec l'ajout des projets S0 et S1.
- Les flux entre les zones internes au périmètre d'étude et ceux entre les zones 2 et 3 augmenteraient aussi, mais dans une moindre recommandation.

Tableau 8 : Déplacements journaliers tous modes en lien avec la zone d'étude (2 sens)

Relation	2017	S0*	S1 S2 S3 S4
2 <-> 3	246 966	287 759	304 980
1 <-> 3	21 249	85 971	155 076
2 <-> 2	27 850	26 762	27 081
1 <-> 2	4 535	11 390	13 075
1 <-> 1	101	2 073	2 479
Total	300 701	413 956	502 691
Variation avec 2017		38%	67%

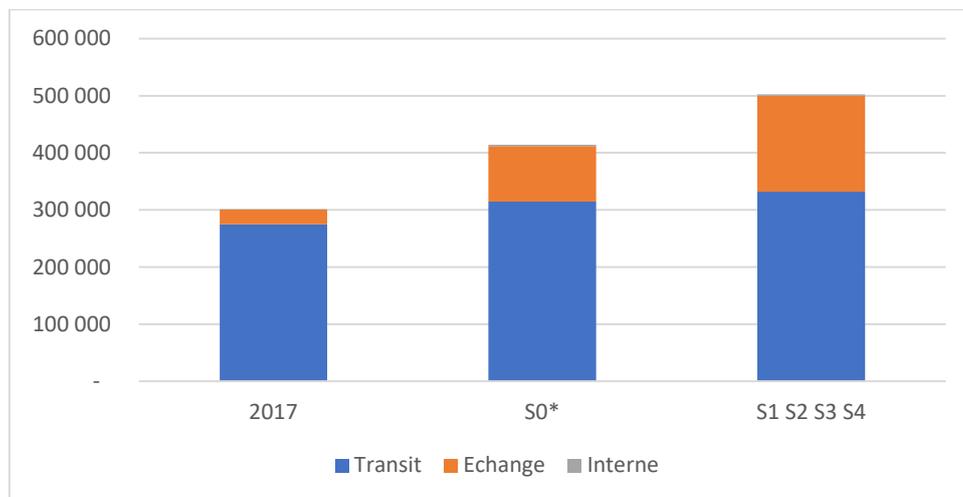


Figure 17 : Évolution de la demande– Flux journaliers dans la zone d'étude

Rappel de la définition des scénarios :

- **S0** = S1 sans les nouveaux programmes
- **S1 S2 S3 S4** : scénarios avec les nouveaux programmes – population P totale et emploi E total constant et identique à ceux du scénario 2030 tendanciel du MOW (projections du Bureau fédéral du Plan et de la Région flamande) (pas de double compte).

On remarque une augmentation de 67% des flux entre 2017 et le scénario S1 (2030), lié à la mise en œuvre de nouveaux programmes. Le flux d'échange est **multiplié par 6** entre 2017 et le scénario S1 (2030) passant de 25 000 à 160 000 déplacements par jour. Le flux de transit augmente de 20% entre 2017 et 2030 pour le scénario S1.

Stratec

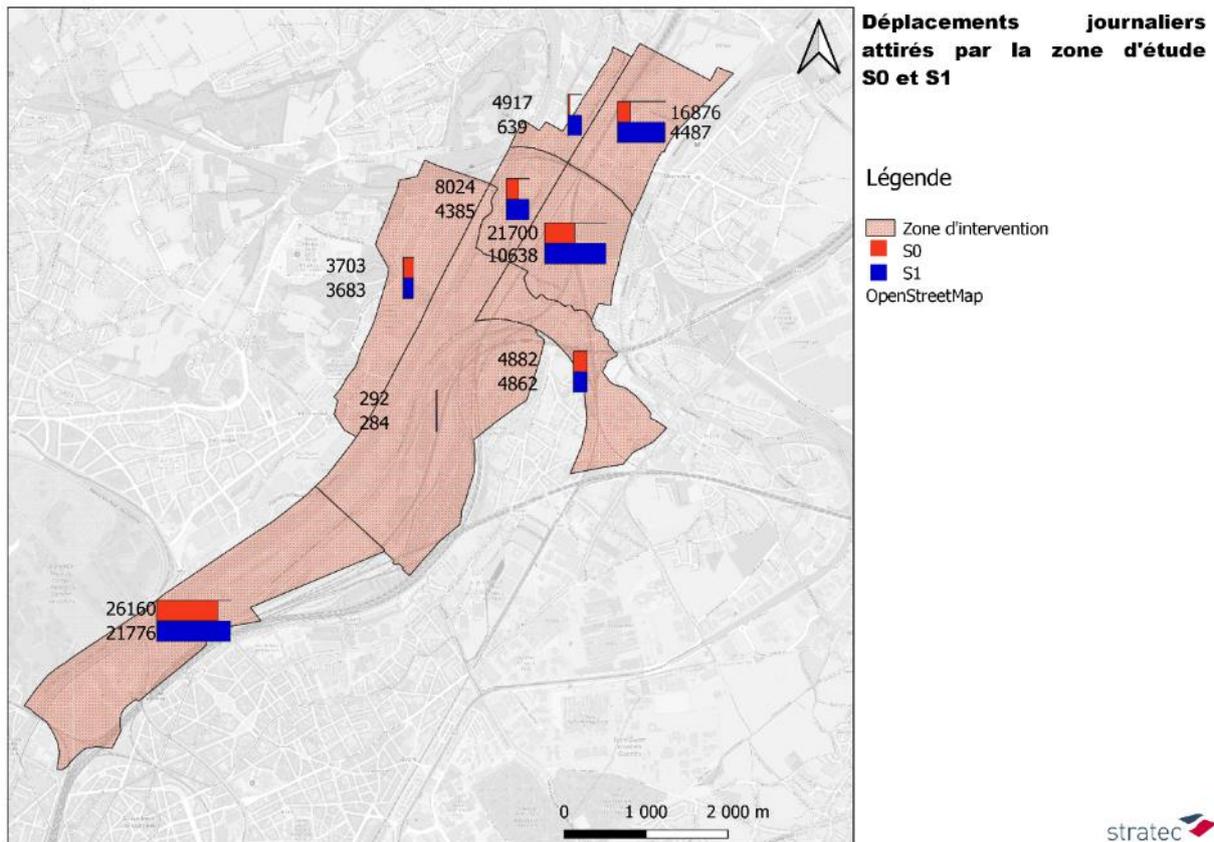


Figure 18 : Déplacements journaliers attirés par la zone d'étude dans les scénarios S0 et S1 (modèle macro)

La majorité des déplacements sont situés dans le nord de la zone d'intervention. Et l'on remarque une forte augmentation du nombre de déplacements dans le nord de la zone d'intervention. Cette augmentation est majoritairement liée aux projets CAT-Site et Broeksite.

Les cartes ci-dessous présentent le nombre de déplacements attirés par la zone d'étude pour les scénarios S0 et S1, avec en outre la répartition modale des déplacements attirés vers chaque zone. Globalement, la part du mode "voiture conducteur" paraît moins élevée dans la partie bruxelloise de la zone d'étude (notamment à Schaerbeek et Neder-over-Hembeek) que dans la partie située en Région flamande (par exemple à Vilvorde). On remarque une réduction de la part des conducteurs dans la zone de CAT-site entre S0 et S1. Cela s'explique par une accessibilité en transport en commun et en train plus élevée. La présence des centralités de Vilvorde et Machelen modifie la pratique de la mobilité. Les usagers sont moins dépendants de la voiture près du centre de Vilvorde et Machelen. On remarque une augmentation du nombre de déplacements dans la zone d'intervention en orange comme indiqué précédemment. Des pôles attracteurs sont concentrés au sud de Vilvorde, entre Schaerbeek et Evere, en plus des pôles que constituent Dockx et Schaerbeek-Formation. De manière générale, la part modale des modes non durables (conducteurs et passagers enfants) diminue entre le scénario S0 et le scénario S1. Cette tendance générale est liée à l'augmentation de la congestion qui allonge les temps de parcours et par conséquent diminue l'attractivité de la voiture vis-à-vis des autres modes de transports. Le chapitre suivant 6.2 décrit plus en détail l'impact de la demande supplémentaire liée aux programmes du S1.

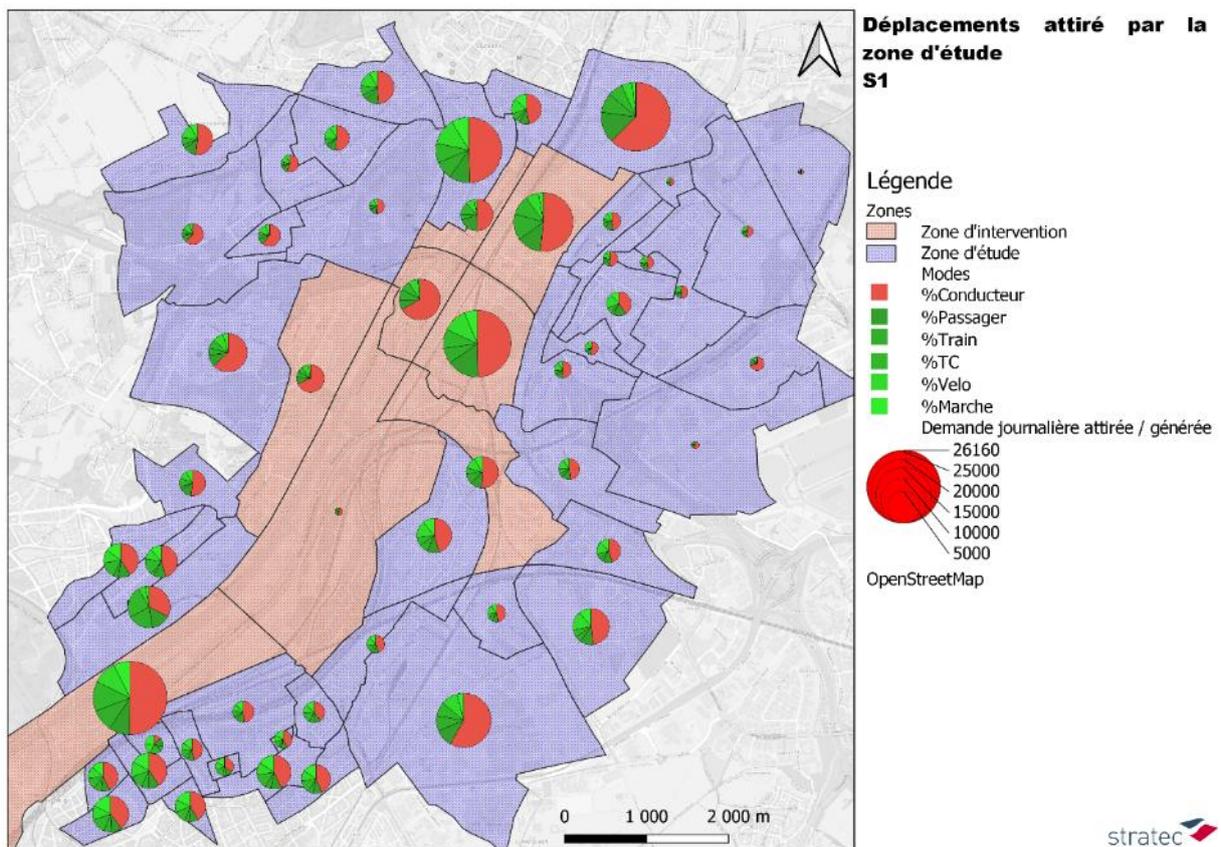
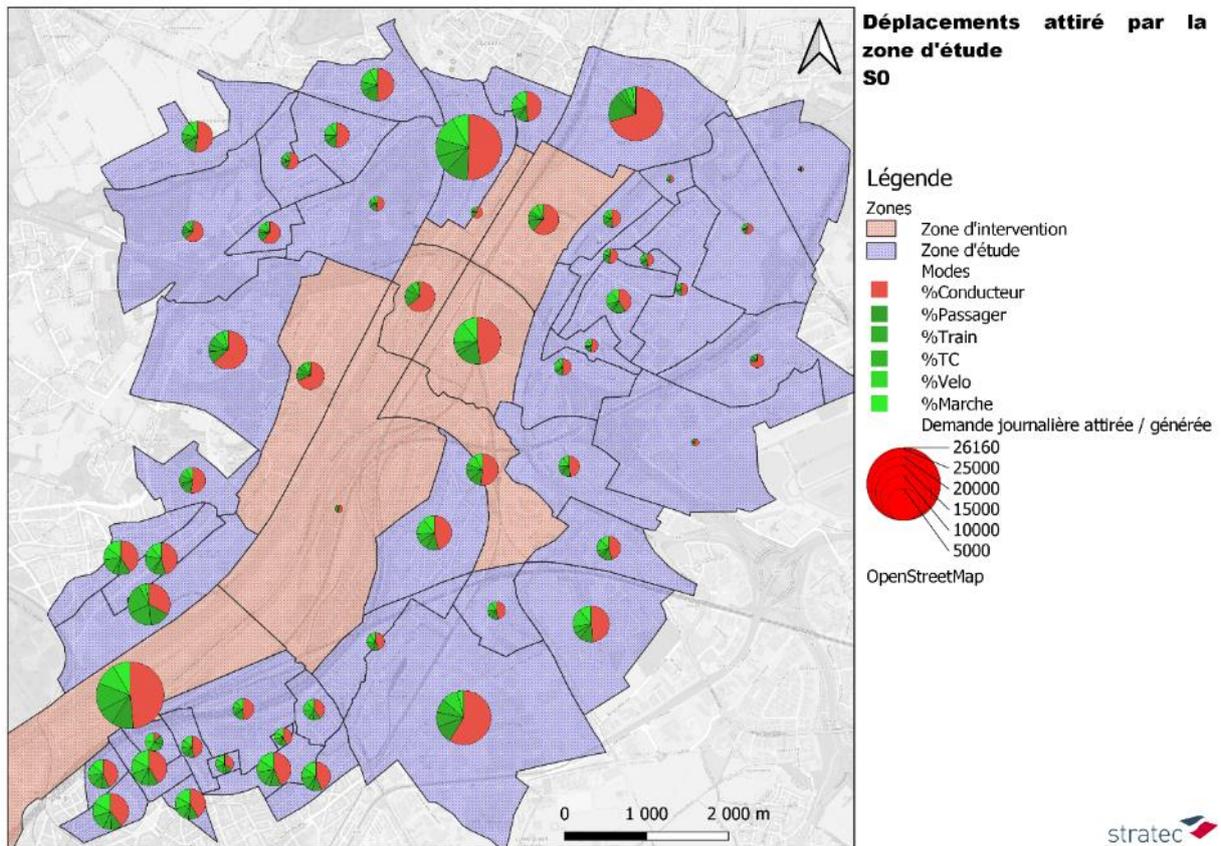


Figure 19 : Déplacements journaliers attirés par la zone d'étude pour les scénarios S0 et S1 (modèle macro)

Les Figure 20 et Figure 21 présentent l'origine (commune de résidence) des travailleurs travaillant dans la zone d'étude et la destination des travailleurs résidant dans la zone d'étude, en nombre de déplacements journaliers pour le scénario S1. Les communes sont réparties par classe de nombre de déplacements par jour. Le poids de la classe est entre parenthèses et le nombre de communes par classe est entre crochets.

Si l'on considère le rôle de pôle d'emploi de la zone d'étude, 44 500 travailleurs sont **attirés** par la zone d'étude (zones 1 et 2). L'origine des travailleurs est répartie en étoile autour de la zone d'étude. Les communes proches de Bruxelles, Schaarbeek et Vilvorde sont les plus génératrices de déplacements pour le travail. Les autres communes les plus génératrices sont Grimbergen, Mechelen, Evere et Anderlecht. Ces 7 communes représentent à elles seules 32% des déplacements pour le travail à destination allant dans la zone d'étude. Les 3 premières catégories de déplacements entre 300 et 3000 représentent 68% des déplacements avec 39 communes sur les 234 communes du modèle soit 17%. Il s'agit donc d'une répartition assez concentrée de la demande.

Par ailleurs, la zone d'étude **génère** 21 500 travailleurs par jour, soit 2 fois moins qu'elle n'attire de travailleurs. Ces résultats sont cohérents étant donné le caractère industriel de la zone d'étude. La destination des travailleurs résidant dans la zone d'étude a une répartition plus concentrée comme on peut le voir sur la Figure 21. En effet, Bruxelles attire 24% des travailleurs de la zone d'étude. Schaarbeek, Vilvorde, Machelen et Zaventem attirent entre 1000 et 2000 travailleurs par jour. Les 3 premières classes de déplacement entre 300 et 5200 représentent 77% des déplacements pour le travail venant de la zone d'étude avec 16 communes du modèle. Il s'agit d'une répartition très concentrée de la demande.

Dans les deux cas, il y a une forte interaction avec les communes limitrophes de la zone d'étude et il est nécessaire d'avoir une offre de transport performante pour répondre aux besoins de cette demande de déplacements domicile-travail.

Une grande partie des actifs qui viennent travailler dans la zone d'étude résident dans la commune de Vilvorde et les communes limitrophes. Il existe donc un certain potentiel pour le vélo et les transports en commun, mais même pour ceux venant des communes limitrophes, les distances peuvent être dans certains cas trop élevées pour le vélo (sachant que la zone d'étude s'étend sur 6 km du nord au sud). D'autre part, les communes les plus génératrices de déplacements domicile-travail à destination de la zone d'étude sont situées sur l'axe ferroviaire de la ligne Bruxelles-Malines-Anvers, ce qui peut constituer aussi une opportunité.

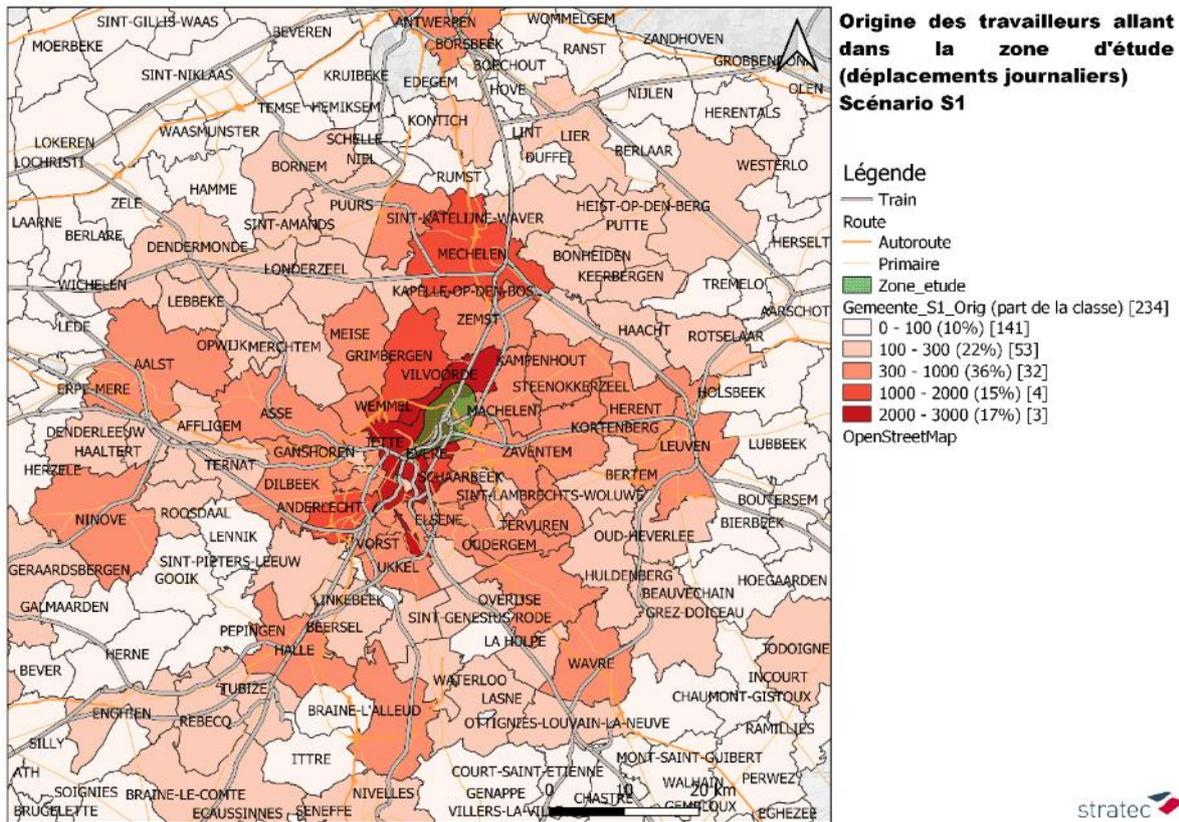


Figure 20 : Origine (commune de résidence) des travailleurs travaillant dans la zone d'étude (nombre de déplacements journaliers, scénario S1)

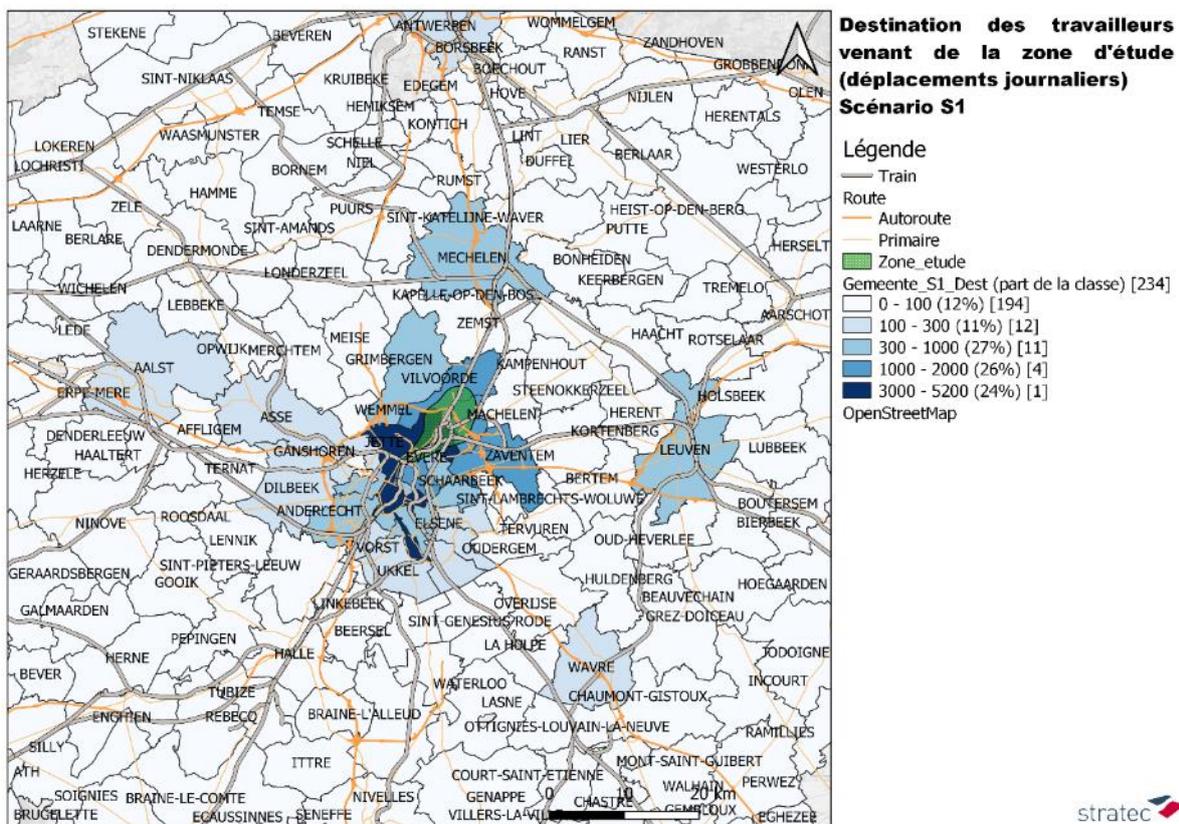


Figure 21 : Destination des travailleurs venant de la zone d'étude (nombre de déplacements journaliers, scénario 1)

6.2. Comparaison des scénarios

6.2.1. INDICATEURS DU RÉSEAU ROUTIER

Les figures ci-dessous présentent les performances du réseau routier dans les différents scénarios.

Pour l'interprétation des figures ci-dessous, précisons que :

- Le périmètre correspond à l'aire d'étude
- Le « temps total perdu » est la différence entre le temps de trajet total avec la congestion (dans le scénario concerné) et le temps total de trajet à vide, pour les voitures et poids lourds
- La « vitesse en charge » correspond à la vitesse moyenne des utilisateurs du réseau.

Les deux indicateurs présentés, temps total perdu et vitesse en charge, sont calculés sur les usagers qui, dans la simulation, circulent sur le réseau entre 17h et 18h.

On peut constater sur les deux figures que le temps perdu sur le réseau routier augmente avec le nombre de projets, car le nombre croissant de véhicules en circulation y fait diminuer la vitesse. L'augmentation du temps perdu entre les scénarii S1 et S2 est liée aux aménagements supplémentaires du S2.

Dans les scénarios que nous considérons, il semble y avoir une corrélation quasi linéaire entre le nombre d'heures perdues et la demande par horizon (à réseau constant). Ainsi, on perdrait par exemple 19% de temps supplémentaires entre la situation actuelle et le scénario S0.

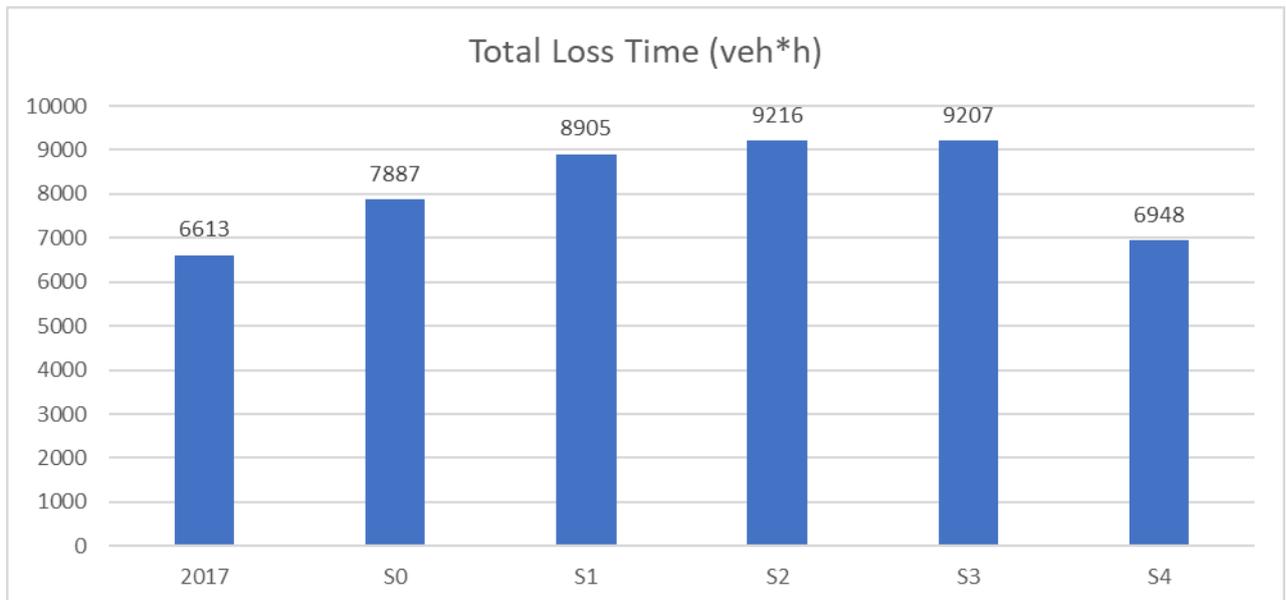


Figure 22 : Perte de temps dans le réseau en véhicules*heure

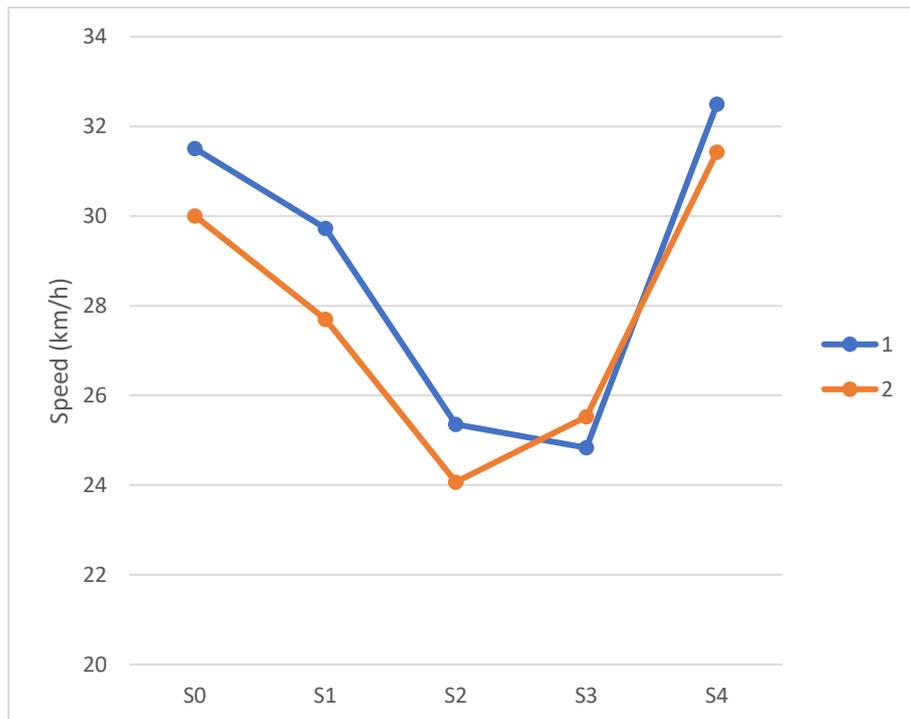


Figure 23 : Vitesse de charge selon le scénario par zone (1 = zone d'intervention ; 2 = zone d'étude)

On remarque une baisse de 7% de la vitesse moyenne entre S0 et S1. Cette baisse est liée aux usagers supplémentaires des programmes du S1. La vitesse moyenne baisse de 14% entre les scénarios S1 et S2 et de 11% pour le S3. La baisse de vitesse dans les scénarios S2 et S3 est liée aux aménagements et mesures testés dans ces scénarios. En effet en comparant les vitesses moyennes au S1 on peut déduire l'impact des aménagements qui sont testés dans les scénarios S2 et S3.

Dans le scénario S4, grâce à un report modal important, on atteint en 2030, avec 100 000 déplacements supplémentaires par jour (tous modes), une vitesse moyenne supérieure à celle du scénario S0.

6.2.2. TRAFIC ROUTIER

A la figure suivante, les cartes montrent le nombre de véhicules reporté à l'heure suivante (ici 18h-19h, puisque l'heure simulée est 17h-18h). Ce mécanisme du modèle permet de représenter de manière fine la congestion. Ce mécanisme est présent aussi à l'heure précédente et précharge le réseau avec les véhicules qui n'ont pas pu passer pendant l'heure simulée précédente. Ces cartes rendent compte du nombre de véhicules qui souhaiteraient circuler pendant l'heure simulée. La légende reprend l'échelle graduelle en rouge avec le nombre de véhicules reportés à l'heure suivante. Sur les voiries qui ne sont pas représentées, tous les véhicules ont réussi à passer durant l'heure.

Ces cartes sont reprises dans un format plus grand dans les sections consacrées à chaque scénario.

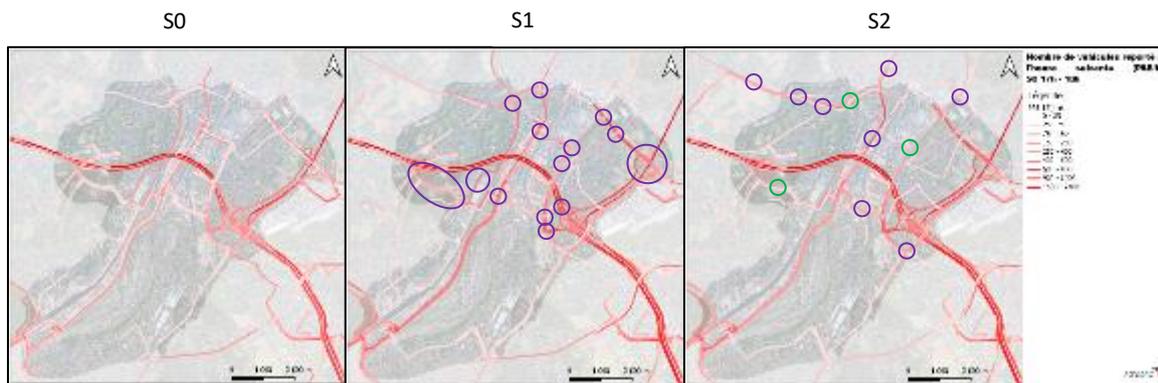


Figure 24 : Carte des flux de véhicules reportés à l'heure suivante

L'augmentation du nombre d'utilisateurs génère plus de congestion, et le nombre de véhicules qui est reporté à l'heure suivante parce qu'ils ne peuvent pas atteindre leur destination dans l'heure modélisée augmente entre S0 et S1. Les aménagements dans le S2 dégradent encore légèrement une situation déjà compliquée. On remarque plus de difficultés pour accéder à Vilvorde. Les aménagements améliorent la situation sur les points verts (par rapport à S1).

Une des pistes d'amélioration est de déplacer lademande de fret routier (poids lourds) à un autre moment de la journée, en dehors des heures de pointe. Les recommandations relatives au transport de marchandises sont reprises dans la section 9.5.

6.2.3. PARTS MODALES

On rappelle que, dans les simulations 2030, les "préférences modales" des usagers sont supposées être les mêmes qu'en 2017 et qu'aucune recommandation particulière du plan GoodMove ou relative aux objectifs régionaux flamands en matière de répartition modale n'a été prise en compte, hormis dans le scénario S4.

- L'évolution de 2017 à S0 produit les changements modaux les plus importants :
 - - 4 points de part modale pour les conducteurs
 - + 5 points pour les voyageurs en train
- La part modale des conducteurs diminue ensuite entre le S0 et les autres scénarii de 1 point à 2 points pour les scénarios S1, S2 et S3, au profit des transports en commun (TC) et du train
- La part modale du vélo resterait constante, quel que soit le scénario. Celle de la marche diminuerait légèrement avec le nombre de projets, probablement avec l'augmentation de l'offre TC.
- Dans le scénario S4, la part modale des conducteurs+passagers enfants diminue de 10 points par rapport au S0 (rappelons que ceci n'est pas à proprement parler le résultat d'une simulation, mais plutôt une donnée d'entrée du scénario S4).

On peut déduire des indicateurs précédents sur le réseau routiers et des parts modales que l'augmentation de la part des modes durables est un point essentiel pour le développement futur de la zone d'étude.

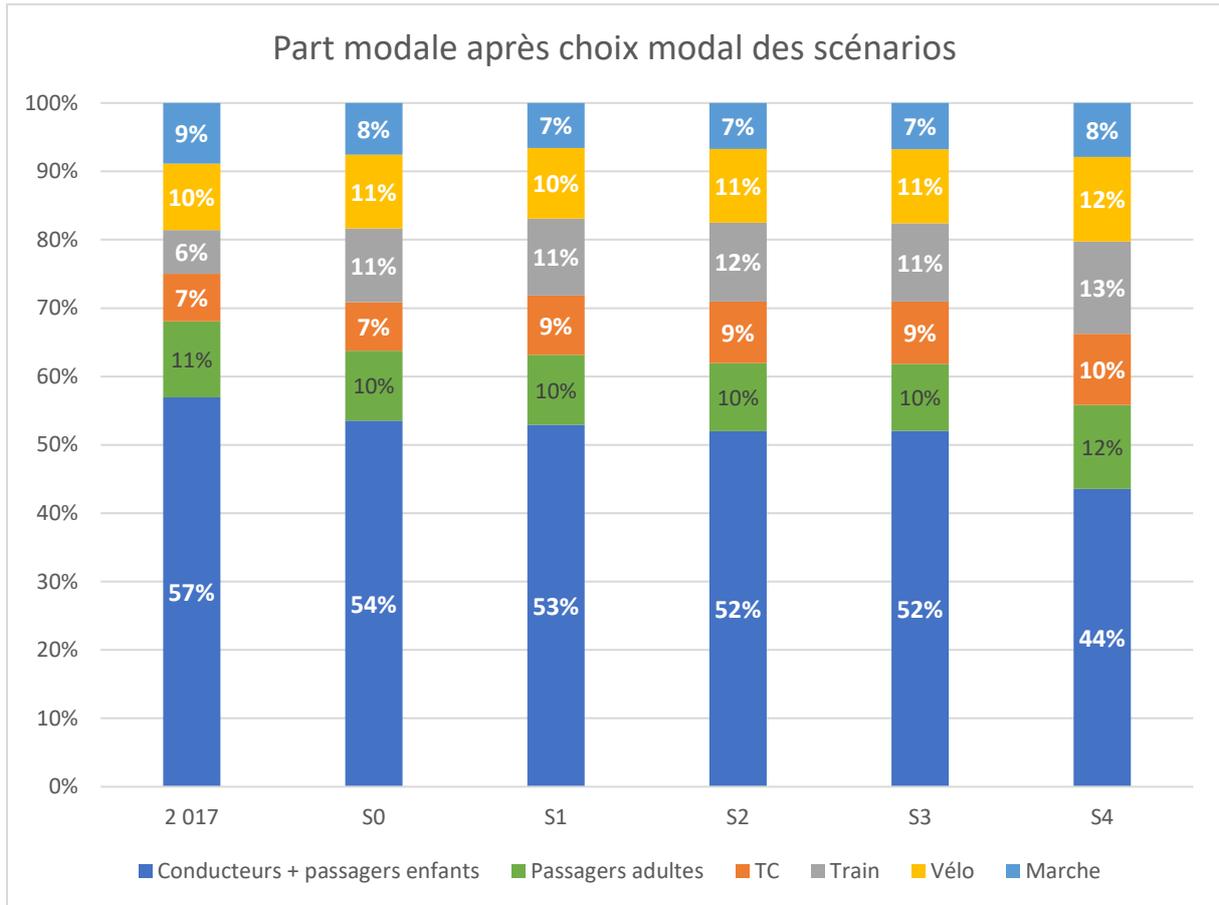


Figure 25 : Graphique des parts modales des scénarii¹⁰

6.2.4. NIVEAUX DE SERVICE AUX CARREFOURS

Les cartes qui suivent présentent les niveaux de service de 10 carrefours, dans les différents scénarios. L'indicateur qui nous permet de voir si ces carrefours offrent de bons niveaux de service ("fonctionnent bien") ou pas est le temps moyen perdu par usager empruntant le carrefour (en secondes). Cet indicateur est issu du modèle macroscopique. On estime généralement que lorsque le temps moyen perdu est supérieur à 35 secondes (soit les trois dernières classes de couleur dans les cartes), il faut intervenir et adapter le carrefour. L'interprétation détaillée de cet indicateur, telle qu'elle est donnée par l'ouvrage de référence *Highway Capacity Manual*, est donnée à la Figure 44, au chapitre 7.

¹⁰ Pour le scénario S4, la répartition au sein des modes durables a été estimée au prorata de cette répartition dans le scénario S1. En effet, comme le choix modal du scénario S4 n'a pas été modélisé avec le modèle macroscopique, on ne dispose pas de cette répartition via le modèle.



Figure 26 : Niveaux de service dans le scénario S0

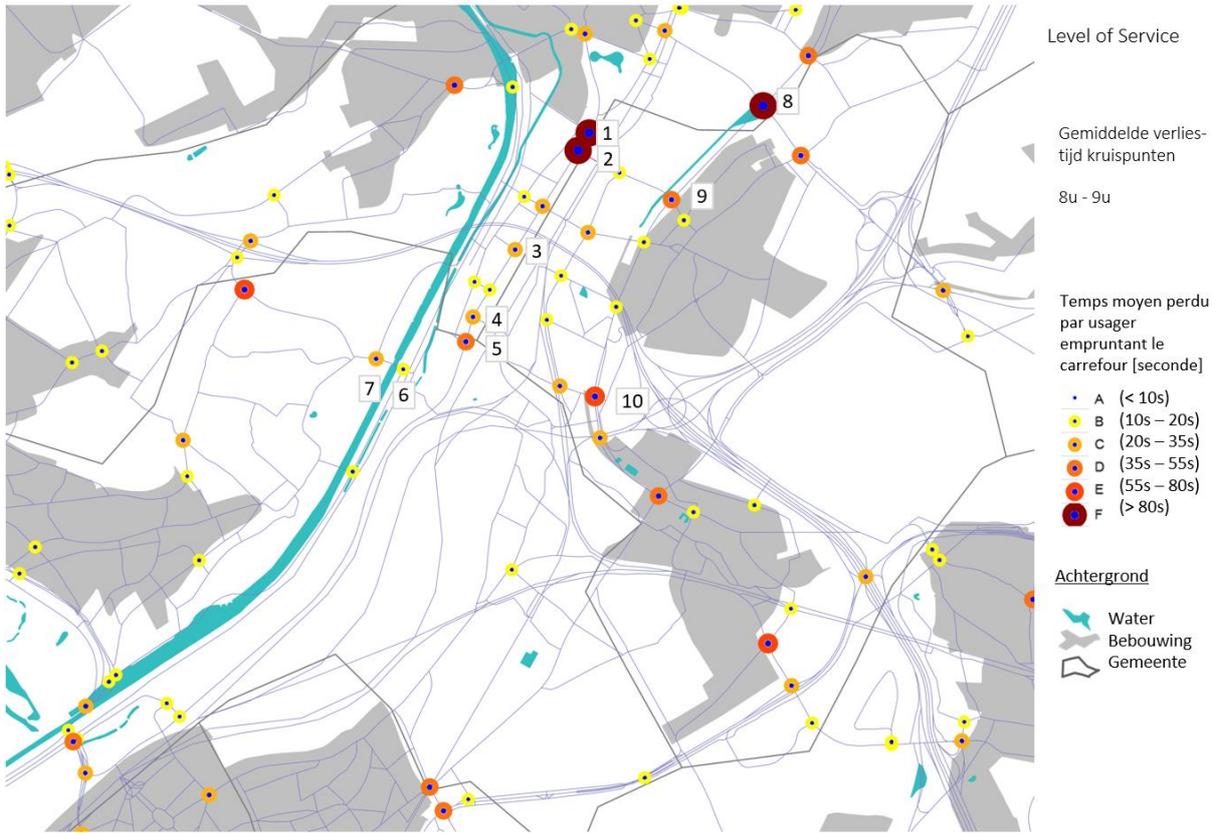


Figure 27 : Niveaux de service dans le scénario S1



Figure 28 : Niveaux de service dans le scénario S2



Figure 29 : Niveaux de service dans le scénario S3



Figure 30 : Niveaux de service dans le scénario S4

Tableau 9 : Synthèse des niveaux de service aux 10 carrefours sélectionnés

Carrefour	N°	S0	S1	S2	S3	S4
#N1-Havenstraat	1	B	F	F	E	A
#N1-Machelenstraat	2	F	F	D	C	D
#N1-Gillekensstraat	3	C	C	D	E	C
#N1-General Lemanlaan	4	C	C	C	A	C
#N1-Budasteenweg	5	D	E	E	F	D
#Pont Buda	6	C	B	B	B	C
#Chau. de Vilvorde-Av. Antoine Van Os	7	C	C	-	F	C
#Woluwelaan-Luchthavenlaan	8	E	F	C	F	E
#Woluwelaan-Machelenstraat	9	D	D	E	D	D
#Woluwelaan-Budasteenweg	10	E	E	E	D	E

En résumé, voici les principales conclusions pour les 10 carrefours sélectionnés :

- Les carrefours 1,2,5,7,8 et 10 sont les plus congestionnés
- Le scénario 3 est le plus dégradé
- Le scénario 4 est le plus fluide.

Il faut noter que les carrefours surlignés en orange ont fait l'objet de microsimulations avec le logiciel Vissim, de même que certains autres carrefours qui ne sont pas dans cette liste. Ces microsimulations sont présentées en détail au chapitre 8.

6.2.5. TRANSPORTS EN COMMUN

Cette section présente les résultats des simulations macro relatives au transport en commun, par ligne de transport en commun. Seules les lignes impactées dans les scénarios sont reprises ici.

Tableau 10 : Fréquentation journalière des transports en commun.

Lignes	S0	S1	S2	S3	S2-S1	S3-S1	S2/S1	S3/S1
BUS	28 074	46 991	53 645	61 778	25 571	14 787	14%	31%
270-VRK - Brussel - Haacht - Keerbergen		16 137	16 302	16 550	165	413	1%	3%
282-VRK - Zaventem Luchthaven - Vilvoorde	7 153	7 876	8 147	8 040	271	164	3%	2%
47-HEEMBEEK - VILVOORDE STATION	4 049	4 159	4 062	4 011	- 97	- 148	-2%	-4%
56-SCHUMAN - BUDA	4 527	4 600	4 335	4 270	- 265	- 330	-6%	-7%
57-NOORDSTATION - MILITAIR HOSPITAAL	5 356	5 449	5 209	4 886	- 240	- 563	-4%	-10%
58-VILVOORDE STATION - IJZER	2 612	3 684	5 018	8 455	1 334	4 771	36%	130%
65-CENTRAAL STATION - MECHELEN	4 377	5 086	5 777	4 205	691	- 881	14%	-17%
Oost-West bus			4 155	10 661	4 155	10 661		
Pendelbus ViMa			640	700	640	700		
TRAM	18 895	22 327	24 679	23 320	2 352	993	11%	4%
RTB	18 318	21 742	24 107	22 747	2 365	1 005	11%	5%
Tram NOH	577	585	572	573	- 13	- 12	-2%	-2%
TREIN	93 036	106 391	102 842	102 316	- 3 549	- 4 075	-3%	-4%
S1 NIJVEL - MECHELEN	57 261	67 473	62 857	61 804	- 4 616	- 5 669	-7%	-8%
S4 AALST - MECHELEN	17 337	18 549	18 970	19 100	421	551	2%	3%
S5 EDINGEN - MECHELEN	10 853	11 945	12 264	12 445	319	500	3%	4%
S7 VILVOORDE - HAL	7 585	8 424	8 751	8 967	327	543	4%	6%
Total général	232 775	270 452	275 441	282 157	4 989	11 705	2%	4%

On remarque une forte hausse de la fréquentation sur le bus et le tram de 5% à 31% en moyenne par rapport au scénario S1. La hausse est portée par la nouvelle ligne est-ouest transportant 4 160 personnes dans le S2 et 10 660 personnes dans le S3. L'augmentation de la fréquence sur la ligne de bus 58 est efficace et accroisse la fréquentation de 36% en S2 et de 130% en S3.

La part des trains diminue de 3 à 4% dans les scénarios S2 et S3 par comparaison avec le scénario S1. La ligne ferroviaire suburbaine S1 perd 7% à 8% à cause de la concurrence avec la ligne 58. Les lignes de train S4, S5 et S7 attirent par contre plus de voyageurs que dans le scénario S1.

De manière générale, on observe une hausse de la fréquentation des transports en commun. Deux effets sont à l'origine de cette hausse :

- Amélioration de l'offre TC (S2 et S3)
- Augmentation de la congestion dans les scénarios S2 et S3, par comparaison avec S1.

En conclusion, l'amélioration des TC au niveau local est essentielle au développement de la zone.

6.3. Situation 2017

La situation 2017 permet d'analyser la situation existante afin de soulever les problèmes existants.

6.3.1. RÉSULTATS MACRO

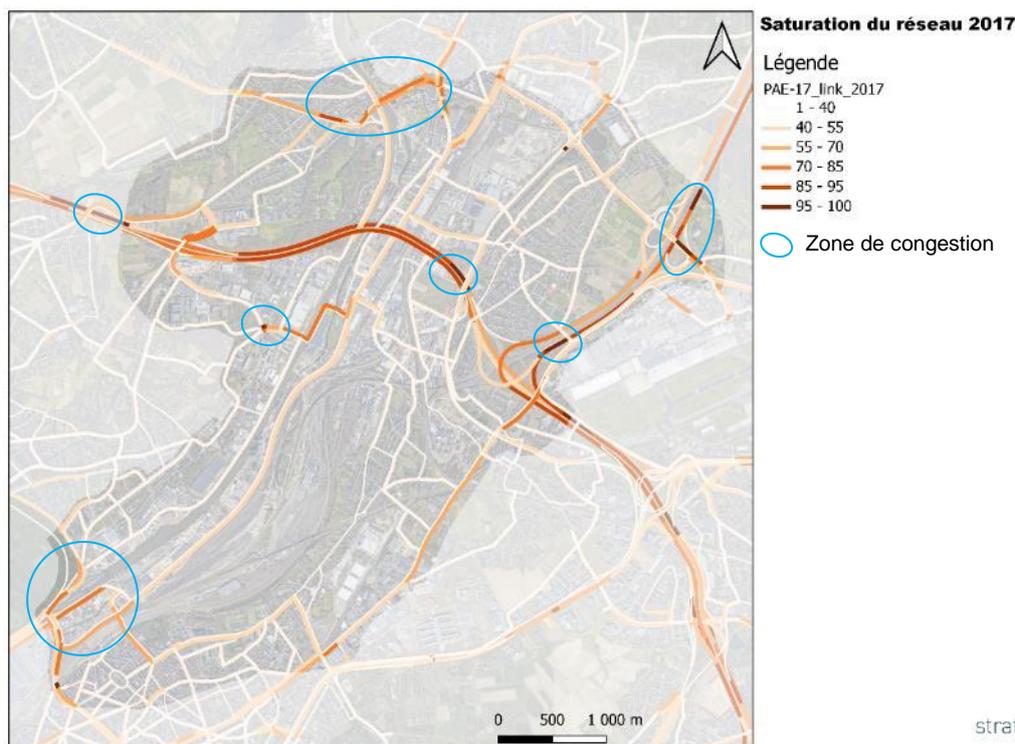


Figure 31 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2017

Certains carrefours sont saturés, comme l'intersection entre la N211 et l'autoroute E19 (en direction de Malines) ou, dans une moindre mesure, les intersections autour des ponts de l'Europe et Van Praet. Les rampes d'accès aux autoroutes sont chargées. La saturation sur le ring est atteinte. Le pont Buda est également déjà chargé.

6.4. Scénario 0 – Scénario sans développement des sites 2030 à étudier

6.4.1. RÉSULTATS MACRO

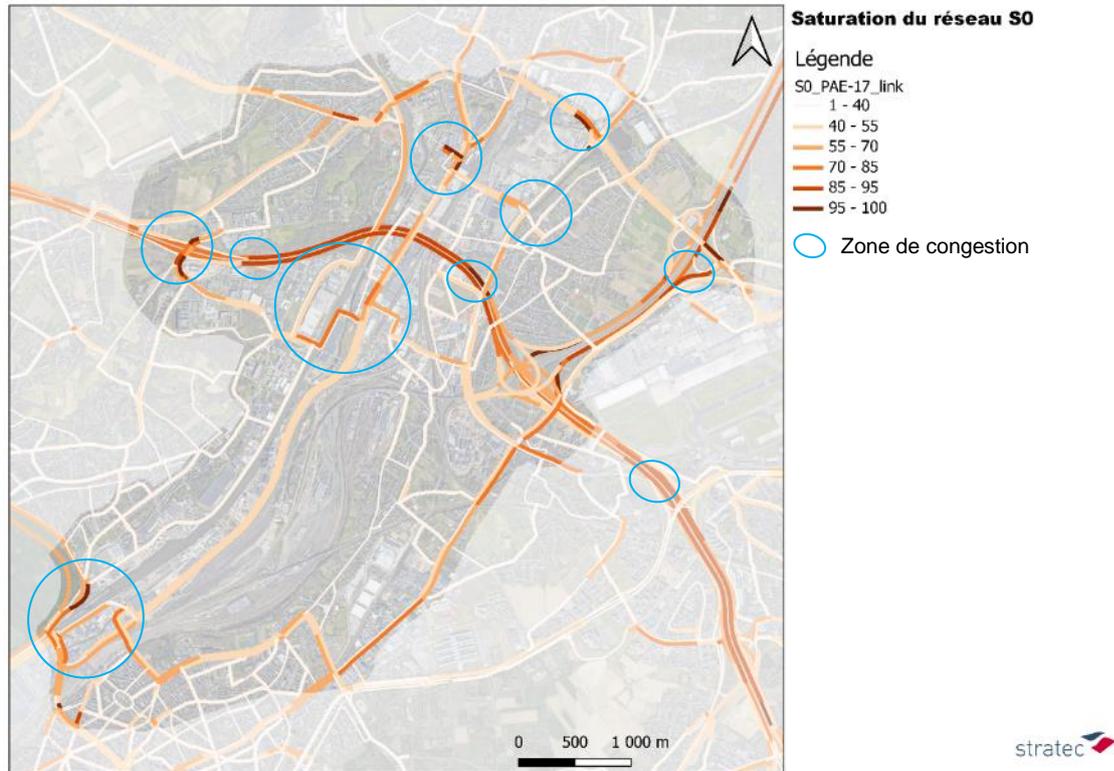


Figure 32 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030

Entre la situation 2017 et le scénario S0 sans développement des sites, environ 100 000 déplacements journaliers supplémentaires s'effectuent dans ou en lien avec la zone d'étude. Certains carrefours sont saturés sur le réseau local. Les autoroutes et leurs rampes d'accès sont généralement plus chargées que dans la situation actuelle. La saturation sur le ring est atteinte. Elle pourrait également être atteinte à l'Avenue des Croix du Feu, la bretelle sud de la sortie 12 de l'E19 et à la Schaarbeeklei.

La figure suivante montre le nombre de véhicules reporté à l'heure suivante (ici 18h-19h, puisque l'heure simulée est 17h-18h). La légende reprend l'échelle graduelle en rouge avec le nombre de véhicules reporté à l'heure suivante. Sur les voiries qui ne sont pas représentées, tous les véhicules ont réussi à passer durant l'heure.

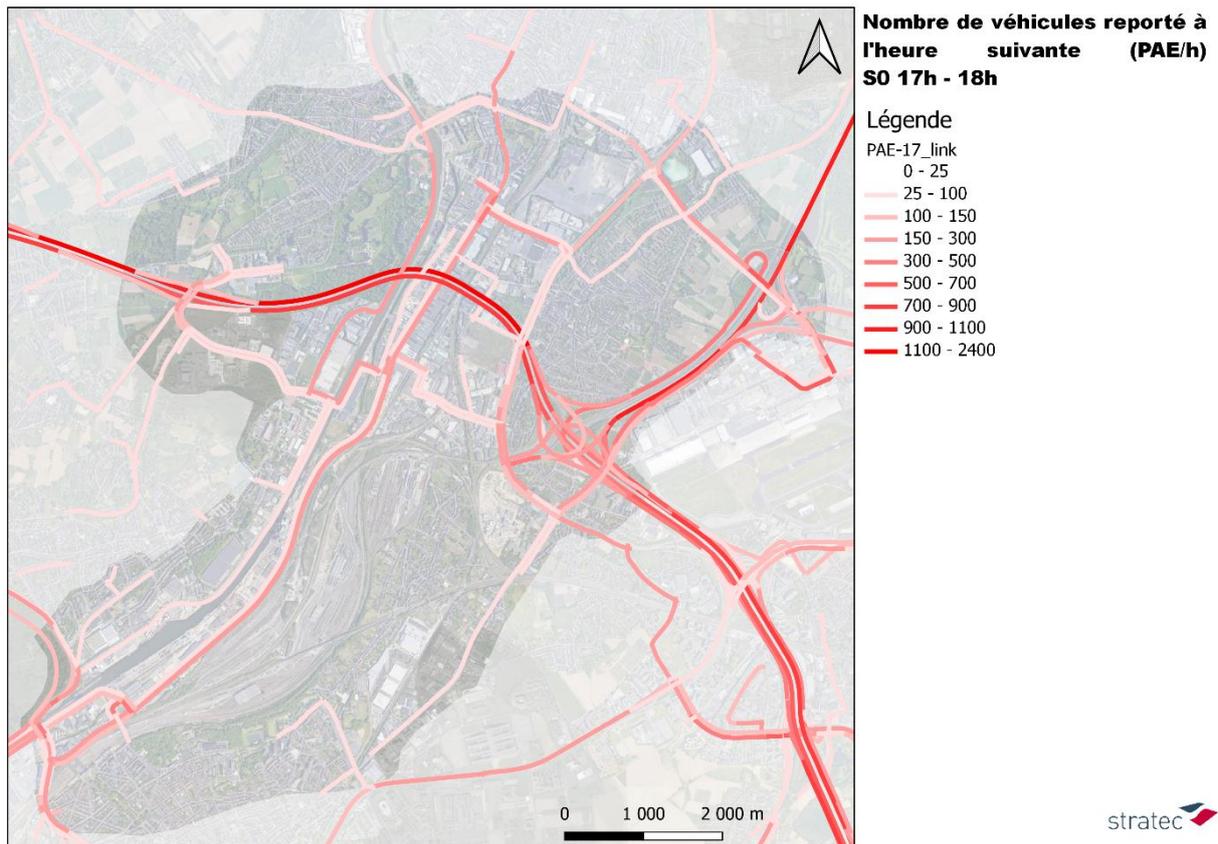


Figure 33 : Carte des flux de véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S0 (PAE :

On remarque un nombre de véhicules reporté élevé sur le ring et l'E19. Dans notre zone d'étude, la Schaarbeeklei montre un nombre élevé de véhicules reportés dans le sens Sud Nord. C'est également le cas pour la chaussée de Buda dans le sens Est-Ouest en continuant sur la chaussée de Vilvorde. On remarque également la même chose sur la Machelenstraat dans le sens Ouest-Est.

La Figure 34 permet d'identifier les sections où des files relatives se forme suite au blocking back. En d'autres termes il est possible de repérer où sont les points de blocage dans le réseau. Une file relative de 90 à 100% réduit fortement la capacité de la voirie.

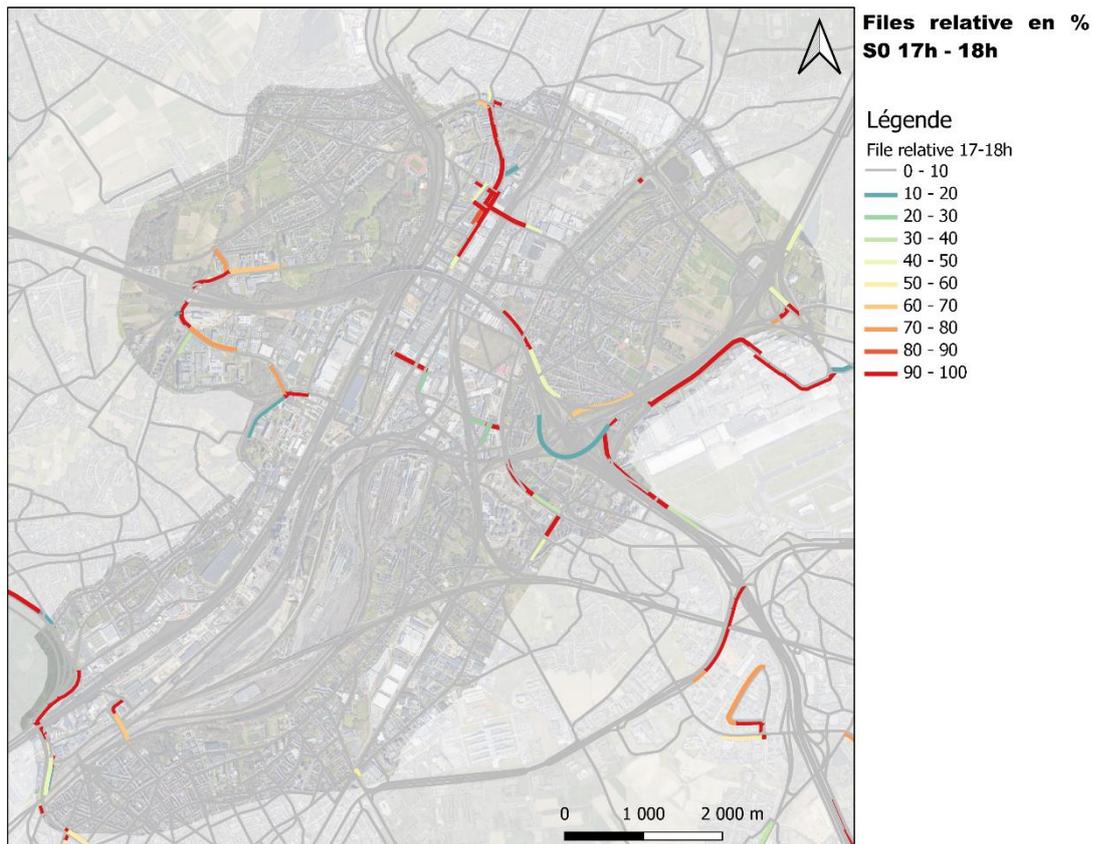


Figure 34 : Files relatives du réseau routier à l'HPS dans le scénario S0

6.5. Scénario S1 – Scénario avec développement des sites

6.5.1. RÉSULTATS MACRO

La saturation ne varie pas beaucoup par rapport au précédent scénario, car le réseau est déjà saturé. En bleu, on remarque une diminution de la saturation, ce qui s'explique par une congestion trop importante qui diminue le niveau de service et réduit le débit capable de circuler. Au sud sur la rampe du Lion, l'augmentation de la congestion est due au projet Schaarbeek-Formation. La saturation devient critique sur le réseau local.

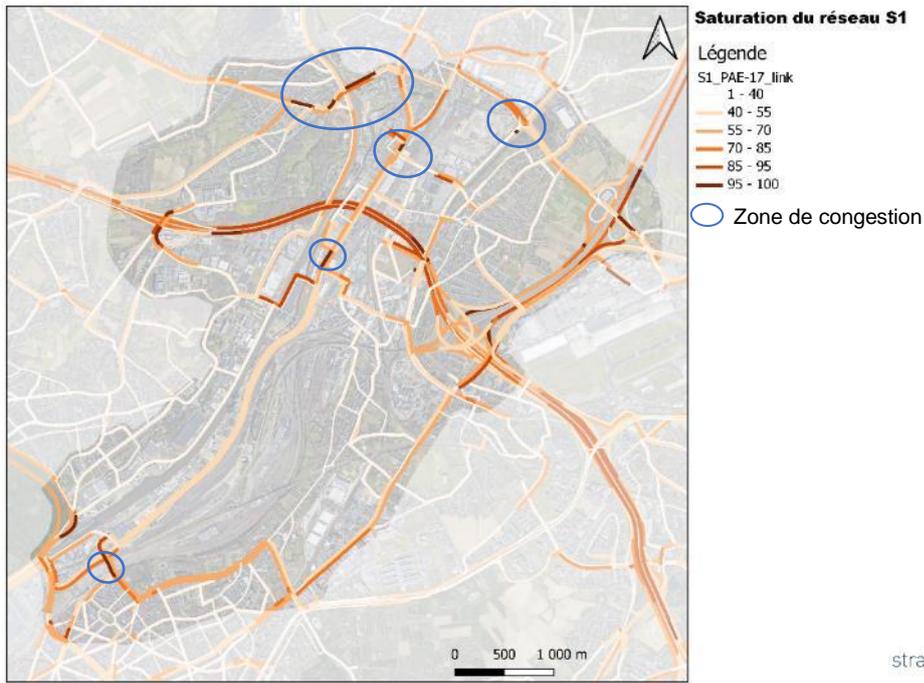


Figure 35 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S1

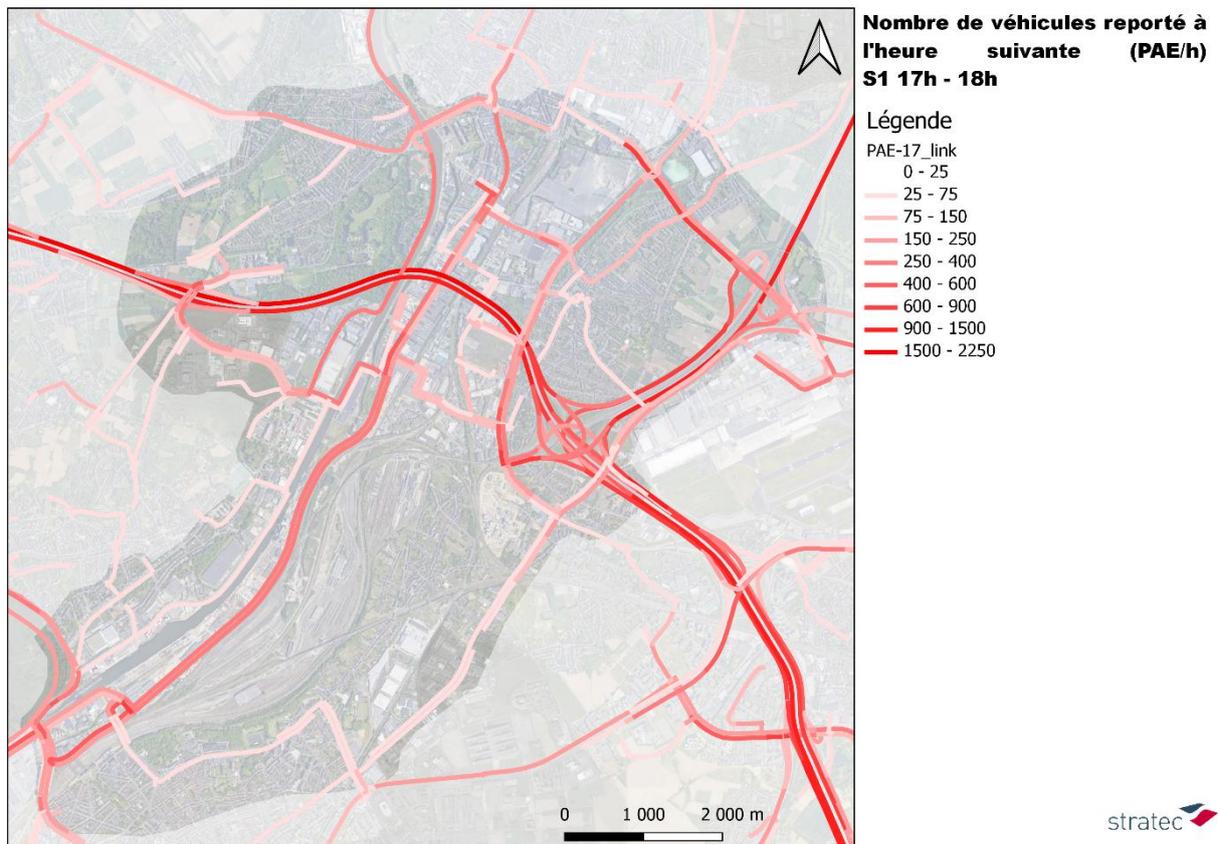


Figure 36 : Véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S1

Le modèle prend en compte la congestion en « stockant » les véhicules qui ne peuvent pas circuler pendant l'heure de simulation. Ils sont ajoutés en pré-chargement sur l'heure suivante. Plus il y a de congestion, plus il y a de véhicules reportés à l'heure suivante, ainsi le nombre de véhicules reportés donne une bonne indication du niveau de congestion.

Dans la Figure 36, on remarque un niveau élevé de véhicules reporté sur le ring ainsi que sur la Schaarbeeklei en particulier aux abords de la Budasesteenweg. La Woluwelaan est également chargée jusqu'à l'intersection avec la Budasesteenweg.

6.5.2. RESUME DE L'ANALYSE DU SCENARIO S1

Le scénario S1 présente la situation avec les programmes ajoutés en 2030. Cette demande supplémentaire s'ajoute à la demande du S0 et détériore les conditions de circulation dans la zone d'intervention et dans la zone d'étude. On remarque les effets suivants :

- Augmentation des heures perdues
 - Diminution de la vitesse
 - Augmentation de la congestion sur le R0
 - Propagation de la saturation dans le réseau local
 - Baisse des niveaux de service des carrefours
 - Augmentation de la part modale des modes actifs
-
- La combinaison de ces effets rend la situation critique. Il est nécessaire d'intervenir avec des mesures et/ou aménagements pour améliorer la mobilité de la zone.

6.6. Scénario S2 – Aménagements locaux + mesures poids lourds

Les scénarios S2, S3 et S4 sont comparés au scénario S1 afin de mettre en évidence l'impact de l'offre sur la demande.

6.6.1. RESULTATS MACRO

La saturation ne varie pas beaucoup par rapport au précédent scénario, car le réseau est déjà saturé. En vert, on constate une légère diminution de la saturation sur la Schaarbeeklei par rapport au scénario S1. En bleu, l'augmentation de la saturation est généralisée. Les projets participent à l'augmentation de la congestion, notamment celui de Schaarbeek-Formation.

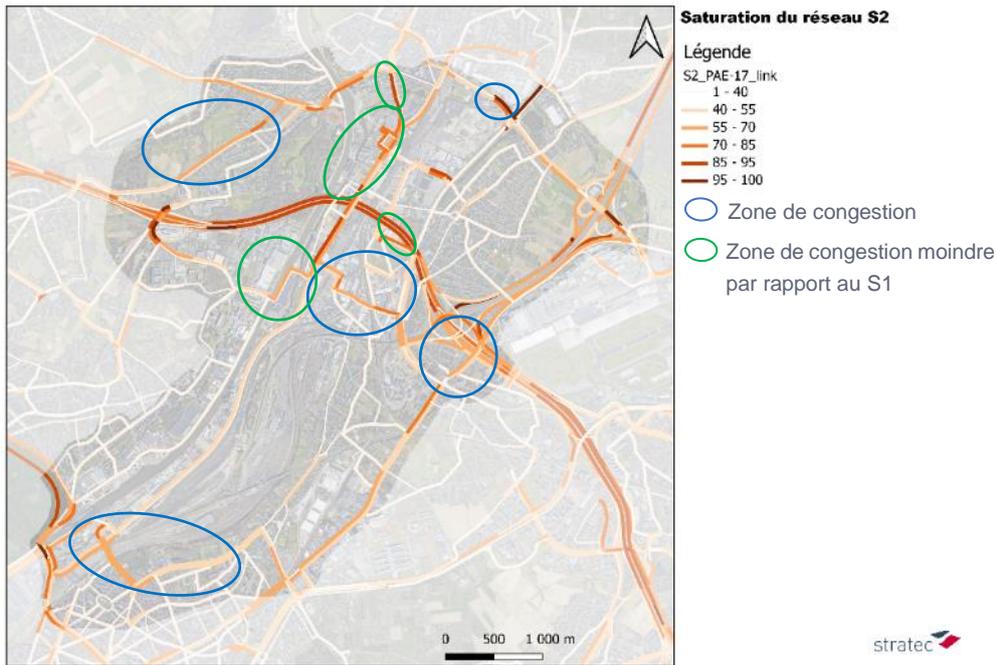


Figure 37 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S2

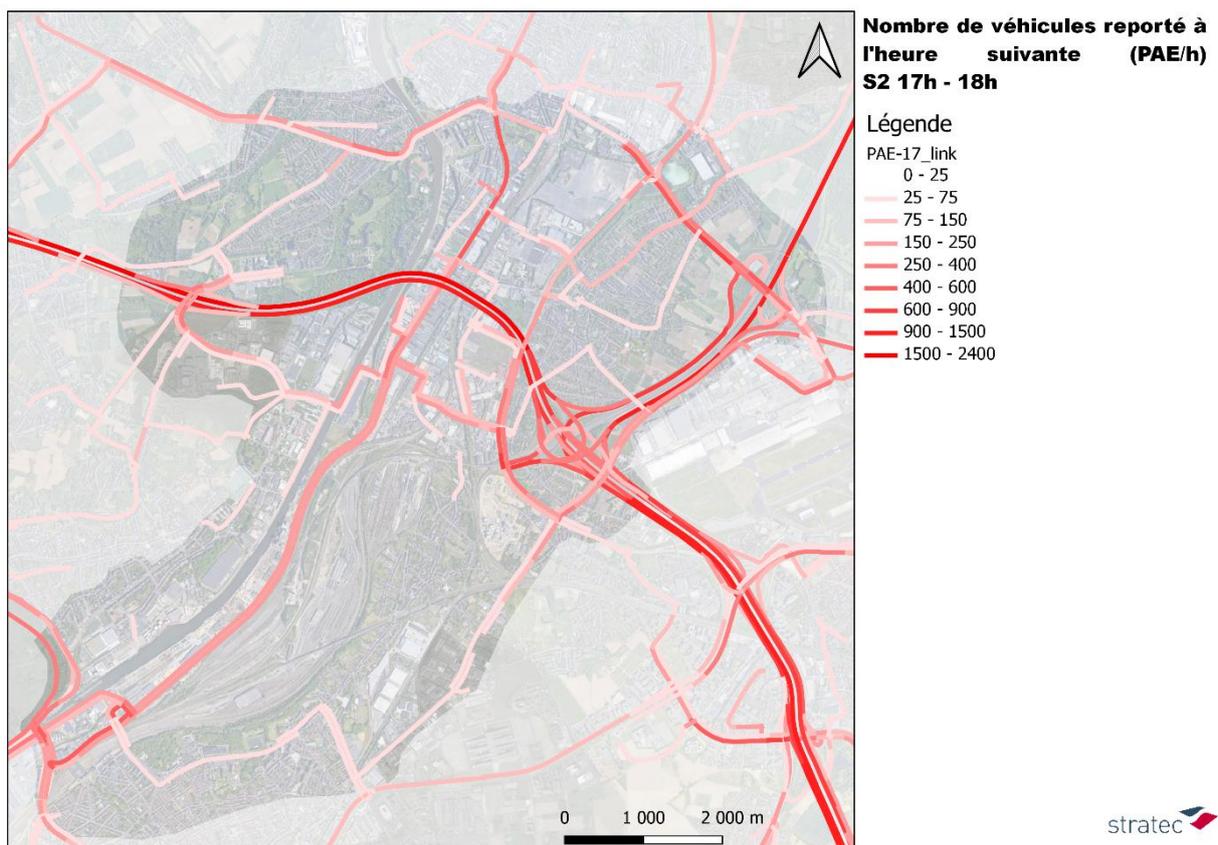


Figure 38 : Véhicules reportés à l'heure suivante dans le scénario S2

Les véhicules reportés sur l'heure suivante sont similaires au scénario S1.

6.6.2. RÉSUMÉ DE L'ANALYSE DU SCÉNARIO S2

Dans ce scénario, les centres-villes sont apaisés grâce à la zone 30 ainsi qu'au péage poids lourd mis en place au et autour du centre de Vilvorde. Cependant, les déplacements en voiture et poids lourds relégués en dehors des centres-villes accroissent la congestion sur le réseau environnant. Les poids lourds empruntent des itinéraires alternatifs qui contournent la zone.

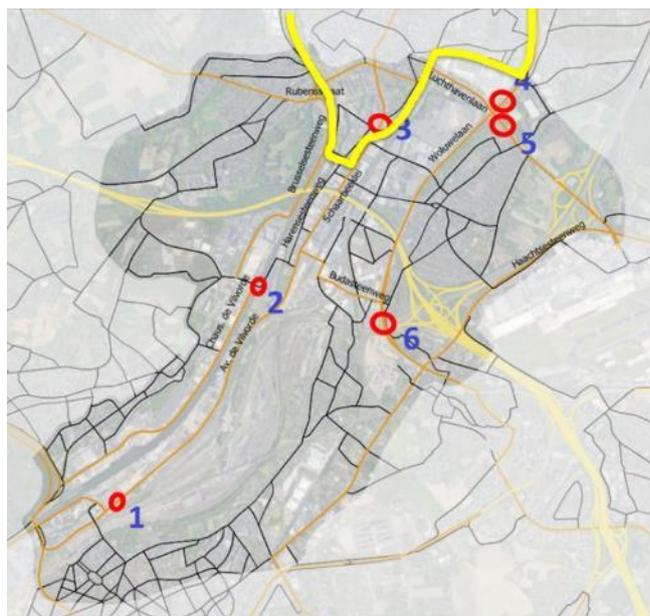
La remarque pour le centre-ville vaut aussi pour les deux chaussées Brusselsestenweg et Harenseseesteenweg dans la mesure où elles seraient restreintes à la desserte locale.

Nous constatons que la conversion du rond-point Vuist en carrefour à feux améliore significativement la qualité de service. En effet, les conducteurs gagnent une quinzaine de secondes au carrefour Schaarbeeklei/ Budasteenweg par rapport au scénario S1.

La fréquentation de la ligne de bus est-ouest est de 4000 voyages/jour. Cette fréquentation est cependant théorique car elle ne prend pas en compte les contraintes d'exploitation liées au passage par le pont Buda. La STIB s'oppose à la création de la ligne Est-Ouest si l'itinéraire passe par le pont Buda car les retards occasionnés par la levée du pont empêchent l'exploitation fiable de la ligne. La ligne Est- Ouest aurait besoin de franchir le canal sans être interrompue par le trafic fluvial.

Focus sur la recommandation de péage poids lourds dans Vilvorde

- Dans la zone 3 (centre de Vilvorde), les mouvements de fret baissent de 86%, c'est-à-dire de 120 à 17,2 véhicules/heure.
- Dans la zone 4 (Woluwelaan), les mouvements de fret augmentent de 162%, c'est-à-dire de 43 à 113 véhicules/heure.
- Dans la zone 2 (Budabrug), les mouvements de fret augmentent de 24 %, c'est-à-dire de 62 à 78 véhicules/heure.



	S1	S2	SLA	S2/S1
Type de dépl.	Veh 17-18h	Veh 17-18h	6	-1%
Interne	2,4	2,3	2	+24%
Echange	341,3	357,9	3	-86%
Transit	314,0	297,6	5	+23%
Total	657,6	657,9	1	-31%
Transit/Total	48%	45%	4	+162%
			Total	+0%

Le péage pour camions du scénario 2 est très efficace pour empêcher le trafic lourd d'atteindre le centre de Vilvorde. Le trafic se déplace principalement vers la Woluwelaan qui a une capacité élevée.

Le trafic augmente également au pont de Buda.

Dans ce scénario, la recommandation concernant le fret (péage) n'a aucun effet sur le volume total du trafic de fret dans la zone d'étude. Des mesures supplémentaires (expliquées dans la section 9.5) seraient nécessaires pour réduire le volume du trafic routier de marchandises.

Le tableau ci-dessous présente une évaluation globale du scénario. Les scores mis pour chaque aménagement ou mesure testé sont des scores qualitatifs, basés pour certains sur les résultats quantitatifs des macrosimulations.

Les scores peuvent s'interpréter comme suit :

++ : bénéfice clair, peu ou pas d'effet négatif

+ : bénéfice moyen

+/- : les effets positifs et négatifs se compensent

- : effet négatif d'ampleur moyenne

-- : effet très négatif.

Evaluation du scénario S2

	Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
	Péage PL sur le centre de Vilvorde	Réduit le nombre de poids lourds dans le centre-ville, améliore la qualité de vie du centre-ville	Génère de la congestion sur les itinéraires contournant le centre	++	<u>Décideurs</u> : Commune de Vilvorde <u>Publics concernés</u> : riverains, conducteurs de poids lourds, entreprises utilisant des poids lourds, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
	Zone 30 dans le centre de Machelen	Améliore la qualité/sécurité du centre-ville, détourne le transit sur les axes structurants	Allonge les temps de parcours des usagers	++	<u>Décideurs</u> : Commune de Machelen <u>Publics concernés</u> : riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
	Limitation du transit sur la Brusselsesteenweg	Améliore la qualité de vie et la sécurité de la berge du canal ainsi que pour le parc 3 Fontaines	Génère de la congestion sur les itinéraires contournant la Brusselsesteenweg (alors qu'il s'agit d'un axe Confort dans le Plan GoodMove)	+/-	<u>Décideurs</u> : Ville de Bruxelles et Vilvorde, Région flamande et RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains (sur l'axe fermé et sur les itinéraires alternatifs), faune et flore du domaine de trois fontaines
	Limitation du transit sur la Harensessteenweg	Améliore la qualité de vie de la rue et de la sécurité	Génère de la congestion sur les itinéraires contournant la Harensessteenweg	+	<u>Décideurs</u> : Commune de Vilvorde, <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
	Modification du rond-point De Vuist en carrefour à feux	Permet de prioriser certains mouvements, augmente la capacité, permet de faire des ondes vertes, permet de limiter l'accès au centre de Vilvorde	Risque d'accident supplémentaire, coût d'aménagement	++	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde et Machelen, Région flamande <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
	Carrefour à feux #Budasteenweg-N1	Gains de temps pour les usagers avec plus de temps de vert (le flux Nord-Sud)	Perte de temps pour les usagers avec moins de temps de vert (le flux Est-Ouest), pas d'impact notable sur l'amélioration du niveau de service du carrefour	+/-	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
	Nouvelle ligne de bus est-ouest (5/heure)	Report modal, réduction de la congestion, gains de temps des usagers, amélioration de l'axe Est-Ouest	Coût d'achat des véhicules, coût des aménagements et coût d'exploitation, incompatibilité d'exploitation avec le pont Buda	+	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB, DELIJN <u>Publics concernés</u> : Riverains, entreprises, usagers
	Navette BUS CAT-site, Broeksite (8/heure)	Report modal, réduction de la congestion, gains de temps des usagers, amélioration de	Coût d'achat des véhicules et des aménagements, coût d'exploitation	++	<u>Décideurs</u> : Commune de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB, DELIJN <u>Publics concernés</u> : Riverains, entreprises, usagers

	l'accessibilité locale dans la zone canal Nord			
--	--	--	--	--

6.7. Scénario S3 – Nouveau pont + préservation des centres

6.7.1. RÉSULTATS MACRO

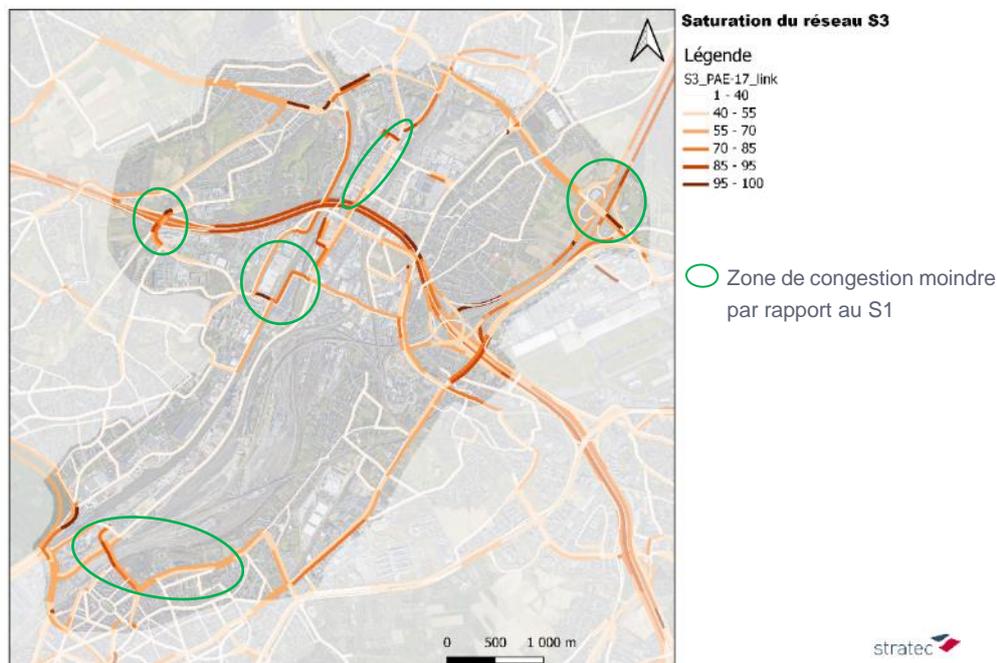


Figure 39 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 dans le scénario S3

Globalement, le niveau de congestion est très similaire à celui du scénario S1. On y retrouve la congestion du ring. Cependant, on constate de légères améliorations comme à la chaussée de Buda, à la rue du Lion ou sur la Schaarbeeklei (en vert sur la carte ci-dessus). Cette dernière s'explique par l'interdiction de transit VL et PL aux centres de Machelen et Vilvorde.

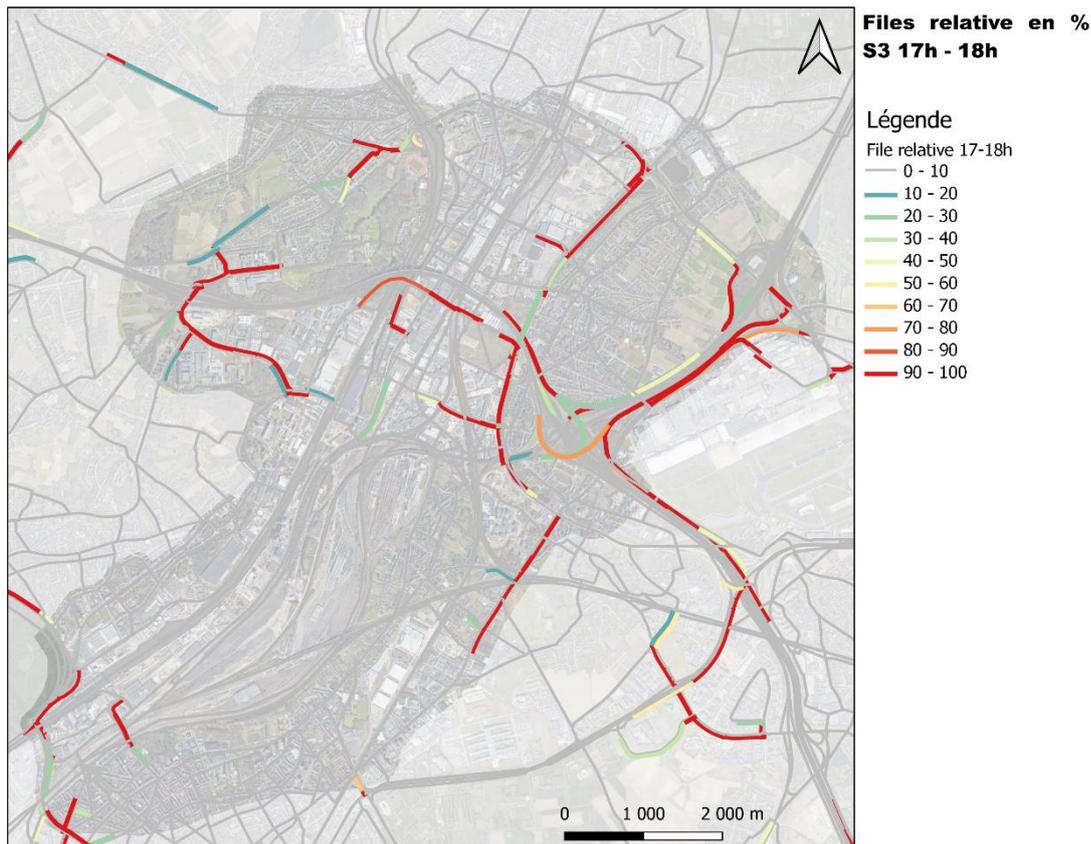


Figure 40 : Files relatives du réseau routier dans le scénario S3¹¹

6.7.2. RÉSUMÉ DE L'ANALYSE DU SCÉNARIO S3

L'interdiction de tout transit en dehors des axes structurants rend les centres-villes apaisés, mais les déplacements en voiture sont refoulés en dehors des centres-villes, accroissant la congestion dans le réseau environnant, comme dans le précédent scénario.

Les temps d'attente augmentent significativement aux carrefours dans la zone d'étude.

Le nouveau pont créé au sud du ring est peu utilisé (autour de 30 % de sa capacité) à cause de la congestion des carrefours en amont et en aval et des carrefours dans le prolongement du pont vers l'est.

La « linéarisation » de la chaussée de Buda rend le carrefour entre la chaussée de Buda et l'avenue de Vilvorde plus congestionnée au profit du carrefour entre Schaarbeeklei et Diegemstraat.

Il y a 10 700 voyages par jour sur la nouvelle ligne de bus est-ouest. La fréquentation augmente de 157% par rapport au scénario S2. De plus dans ce scénario-ci, l'exploitation de la ligne est possible avec le pont à 9m de hauteur.

La fréquentation de la ligne de bus 58 augmente de 56 %, tandis que sa fréquence double (de 6 à 12 par heure). Elle passe de 3700 à 8500 voyages par jour entre les scénarios S1 et S3. La fréquentation ferroviaire diminue notamment sur la ligne S1 qui est en concurrence avec la ligne de bus 58. Cette ligne de bus est aussi affectée par la congestion aux carrefours amont et aval ; il est difficile d'envisager une bande bus dédiée sur toute la chaussée de Buda (manque de place), par contre on pourrait envisager une bande dédiée au bus au carrefour entre la chaussée de Buda et la Schaarbeeklei.

¹¹ Remarque : toutes les cartes ne sont pas disponibles pour tous les scénarios.

Faisabilité du nouveau pont

Le nouveau pont fait face à des contraintes majeures. Une note du niveau de contrainte entre 0 et 5 a été de manière qualitative, à dire d'expert, par les experts du bureau d'études (5 = contrainte forte, frein important à la réalisation):

Contraintes	Note de 0 à 5
Coûts d'investissement élevés	4
Contraintes d'emprise sur la voie publique	3
Passage de bateaux de plus de 9m de hauteur de manière journalière	3
La hauteur libre nécessaire pour l'avant-port de Bruxelles est de 34m	3
La proximité du transformateur de Proximus et les projets liés au système de cogénération	2
Expropriation des entreprises entre la Nieuwbrugstraat et la Schaarbeeklei	4
Réaménagement du pont ferroviaire sur la Nieuwbrugstraat	3
L'impact du trafic de transit sur le projet Broeksite	2

Concernant la contrainte du passage des bateaux sur le canal, il serait possible de créer un pont à 9 mètres qui se lève lorsque des bateaux de plus de 9 mètres doivent passer. Ce système permet de laisser passer la majorité des bateaux sans affecter les conditions de la circulation routière sur le pont. Une recommandation supplémentaire consisterait à limiter le passage des bateaux de plus de 9 mètres pendant les heures de pointe (7h30 à 9h30 et 16h à 19h).

Un pont pourrait être construit plus au sud aux environs de l'ancien pont de Buda et rejoindre plus facilement la Budasesteenweg. Les contraintes sont également importantes et nécessitent une analyse plus fine de la faisabilité d'un tel projet.

Un pont pour les modes durables (vélo, piéton, transport public) comme le pont Suzan Daniel est envisageable. Il conservera les fonctions d'axe Est-Ouest sans avoir les effets négatifs des reports d'itinéraire VP passant par le nouveau pont. Ainsi la zone d'étude sera préservée du trafic de transit passant sur le pont. D'autres possibilités peuvent également être explorées dans le cadre d'études futures si nécessaire, comme le fait de réserver le pont de Buda aux piétons et aux cyclistes tout en prévoyant un nouveau pont-levis de 9 mètres de haut pour les transports publics et le trafic de marchandises (local). L'étude sur la spécialisation des routes réalisée dans le cadre de GoodMove a montré qu'un passage sur le canal devrait être prévu pour le trafic de marchandises, mais pas pour les VP. La présente étude montre qu'une liaison à travers le canal présente des avantages pour le fret, les bus et les cyclistes, mais que les conditions préalables spatiales, financières et organisationnelles doivent être prises en compte pour permettre la réalisation d'une telle infrastructure. Il en va de même pour les jonctions en amont et en aval afin d'accueillir une telle structure.

Evaluation du scénario S3



Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
Interdiction du transit en dehors des axes structurants	Améliore la qualité/sécurité du centre-ville	Allonge les temps de parcours des usagers (effet négatif global important)	+/-	<u>Décodeurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC <u>Publics concernés</u> : riverains, conducteurs de poids lourds, entreprises utilisant des poids lourds, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs.
Création pont Est-Ouest à 9 m de hauteur	Fluidifie l'axe Est-Ouest, permet l'exploitation de la ligne Est-Ouest, soulage l'ancien pont Buda	Coûts d'expropriation, de construction, attire du trafic de transit et congestionne les carrefours pour accéder au pont. Concurrence avec les autres modes durables si ouverts aux VP	+	<u>Décodeurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC <u>Publics concernés</u> : riverains, entreprises impactées, usagers de la route, port de Bruxelles
Alignement voirie Budasesteenweg	Fluidifie l'axe Est-Ouest, fait gagner du temps aux usagers sur l'axe Est-Ouest	Coûts d'expropriation et de construction	+/-	<u>Décodeurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC <u>Publics concernés</u> : riverains, entreprises impactées, usagers de la route
Nouvelle ligne de bus est-ouest (10/heure)	Forte fréquentation qui montre qu'elle répond à un besoin, gains de temps des usagers TC, réduction de la congestion, amélioration de l'axe Est-Ouest	Coûts d'achat des véhicules, coût des aménagements et coût d'exploitation	++	<u>Décodeurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB, DELIIN <u>Publics concernés</u> : riverains, usagers des TC
Bus 58 augmentations de la fréquence de 6/h à 12/h	Réduction de la congestion, gains de temps des usagers, augmentation de la fréquentation	Coûts d'achat et d'exploitation, report d'usagers du train S1 vers le bus 58 (peu de report depuis la voiture)	++	<u>Décodeurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, Ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB <u>Publics concernés</u> : riverains, usagers des TC

6.8. Scénario 4 – Parts modales ambitieuses

6.8.1. RESULTATS MACRO

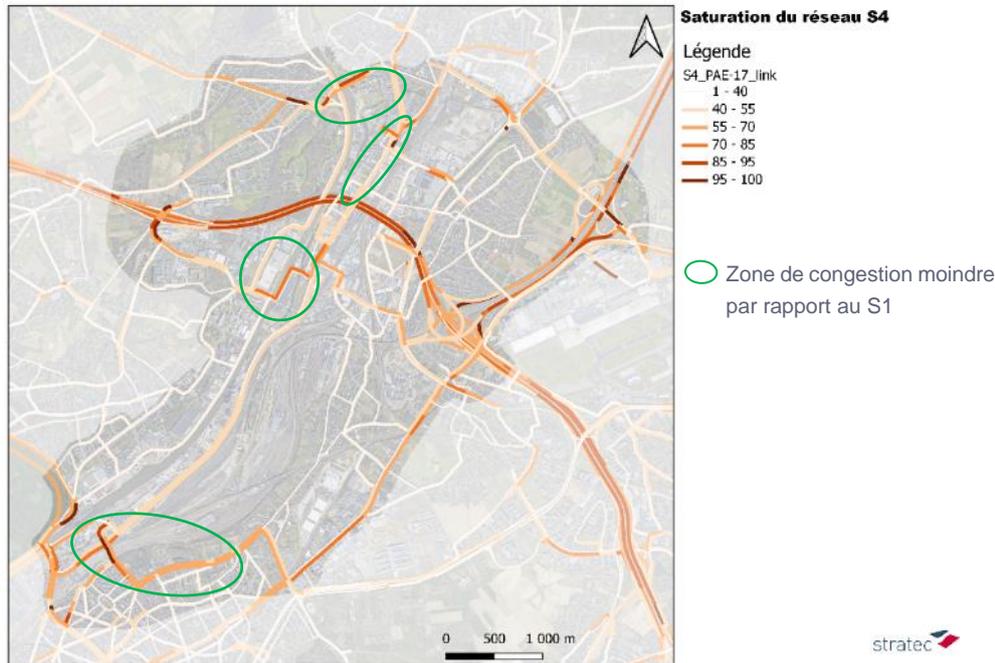


Figure 41 : Carte de saturation des voies principales de la zone d'étude en 2030 avec les projets S4¹²

Ce scénario permet une circulation très fluide sur l'ensemble du secteur (excepté les points noirs du ring et de l'échangeur de Vilvorde aéroport). La N1 est particulièrement dégagée, ce qui est un point fort de ce scénario.

6.8.2. RESUME DE L'ANALYSE DU SCENARIO S4

Dans ce scénario, on mise sur des mesures ambitieuses pour le report modal des usagers. En conséquence, on constate un report modal significatif. En effet, la part de conducteurs automobiles passe de 53 % en S1 à 44% en S4. La vitesse routière s'améliore et atteint un niveau similaire à celui du scénario S0. Les carrefours dans la zone d'étude fonctionnent mieux.

Tableau 11 : Parts modales prises comme hypothèses dans le scénario S4

Secteurs	Renault, Kerklaan, Broeksite	CAT	Reste zone d'étude
Modes actifs et TC	60%	70%	50%
Automobile	40%	30%	50%

Par conséquent, il est nécessaire d'adapter l'offre de transport en commun dans la mesure où, en première approximation, la demande en transport en commun urbain (bus, tram, métro) augmente de + 21%, tandis que la demande en train augmente de +15 %.

¹² Remarque : toutes les cartes ne sont pas disponibles pour tous les scénarios.

Ce scénario ambitieux décrit une situation idéale où un report modal important est effectué de l'automobile vers les transports en commun et les modes actifs. Une série de mesures sont à mettre en place pour atteindre ces parts modales ambitieuses sans quoi la situation se rapprocherait du scénario S1 qui n'est pas souhaitable des points de vue du développement économique, social et environnemental. Une série de recommandations sont présentées dans le chapitre 9 (recommandations) qui devraient être mises en place, au moins partiellement, pour se rapprocher du scénario S4.

Dans le scénario S4, on suppose aussi que des mesures sont mises en œuvre pour le transport de marchandises. On estime que l'introduction de mesures ambitieuses permettra de transférer environ 5% du trafic fret de poids lourds vers les autres modes (voie d'eau et ferroviaire essentiellement). La section 9.5 du rapport détaille des recommandations relatives au transport de marchandises et explique également quelles sont les contraintes du transport de marchandises, qui rendent parfois le report modal difficile à réaliser en pratique. En particulier, le déplacement du trafic de fret routier en dehors des heures de pointe semble être une proposition intéressante, à la fois faisable et efficace, pour améliorer la mobilité des personnes aux heures de pointe.

Evaluation du scénario S4



Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
Report de + 5,4% de trafic fret	Réduit le nombre de poids lourds de manière globale, moins de congestion globalement	Attire plus de poids lourds dans la zone de Schaerbeek-Formation et du port de Bruxelles, augmente la congestion localement	++	<u>Décideurs</u> : Région flamande, RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains, Schaerbeek-Formation, port de Bruxelles, conducteurs de poids lourds, entreprises utilisant des poids lourds.
Parts modales ambitieuses	Réduit la congestion de manière globale, améliore la qualité de vie, la sécurité	Perte de temps éventuelle pour certains usagers passants de la voiture vers les modes durables.	++	<u>Décideurs</u> : Région flamande, RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains, Cat-site, Broeksite, Renaultfabriek, Kerklaan, Octa+, Schaerbeek-Formation.

6.9. Synthèse des résultats

Cette section présente une synthèse des résultats sous la forme d'une **analyse multicritères qualitative**. L'analyse multicritères reprend les principaux indicateurs présentés dans les sections précédentes.

Tableau 12 : Analyse multicritères des scénarios

Critères	S0	S1	S2	S3	S4
Temps perdu dans la congestion	+	-	-	-	+
Vitesse globale	+	-	---	---	+++
Part modale des mode actifs	---	-	-	-	+
Niveau de service des carrefours	+	-	+	---	+++
Offre TC	-	-	+	+++	+++
Nuisance pour les riverains	+	---	+	+++	+++
Simplicité et faisabilité des aménagements nécessaires	+++	+++	-	---	-

Voici les niveaux d'impact des critères :

+++	Forte amélioration
+	Amélioration modérée
-	Dégradation modérée
---	Forte dégradation

Ci-dessous, nous résumons ce que l'on peut dire de l'analyse multicritères qualitative. Ensuite, les trois tableaux qui suivent reprennent les principaux résultats des scénarios macroscopiques, mais de manière transversale, non plus scénario par scénario mais par thématique. Trois thématiques sont présentées : le report modal, la liaison est-ouest et l'accessibilité routière.

Synthèse qualitative des scénarios

Le scénario S0 a une demande de déplacements plus faible que les scénarios S1 à S4, par conséquent les impacts y sont logiquement plus faibles. Il faut noter cependant qu'en 2017 on remarque déjà des difficultés sur le R0.

Le scénario S1 a une demande supplémentaire liée aux programmes. On observe une dégradation générale des critères. Il n'y a pas de nouvel aménagement par rapport au scénario S0.

Le scénario S2 présente une congestion plus importante que le scénario S1, parce que, en contrepartie, les centres-villes sont apaisés. En particulier, le péage poids lourds détourne ce trafic vers les axes structurants et augmente donc la congestion sur ces axes déjà très chargés. Dans l'ensemble, les critères sont négatifs sauf pour le niveau de service des carrefours, l'offre des TC qui s'améliore et le niveau des nuisances pour les riverains.

Le scénario S3 teste des aménagements d'ampleur (nouveau pont) et des mesures locales. Les mesures locales interdisent le transit dans les localités de Machelen et Vilvorde, mais les améliorations de transport en commun et l'offre de transport existante ne parviennent pas à absorber la demande détournée des zones protégées. Les conditions de circulation sont dégradées sauf pour les zones protégées et la partie sud de la Schaarbeeklei. Le nouveau pont ne semble pas, à lui seul, une solution

pertinente : il est sous-utilisé parce que les carrefours en aval sur l'itinéraire ouest-est sont eux-mêmes fortement congestionnés.

Le scénario S4 s'inspire des objectifs régionaux en matière de report modal : objectifs du Plan GoodMove et objectifs de la Région flamande. Les parts modales des modes actifs augmentent et la congestion diminue. Les critères de mobilité sont au vert. La réduction du nombre de voitures particulières sur la route et la baisse du trafic de poids lourds sont significatives, et les nuisances pour les riverains diminuent en conséquence. Le score « - » mis pour le critère « faisabilité » est justifié par le fait que ce scénario suppose que d'importantes mesures soient mises en œuvre de manière à obtenir un report modal significatif à l'horizon 2030. Certaines de ces mesures peuvent être difficiles à implémenter, pour des raisons budgétaires, institutionnelles ou d'acceptabilité par les citoyens et les entreprises.

Conclusions par thématique

A. Report modal

Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
Report de + 5,4% de trafic fret	Réduit le nombre de poids lourds de manière globale, moins de congestion globalement	Attire plus de poids lourds dans la zone de Schaerbeek-Formation et du port de Bruxelles, augmente la congestion localement	++	<u>Décideurs</u> : Région flamande, RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains, Schaerbeek-Formation, port de Bruxelles, conducteurs de poids lourds, entreprises utilisant des poids lourds.
Interdiction du transit en dehors des axes structurants	Améliore la qualité/sécurité du centre-ville	Allonge les temps de parcours des usagers	+/-	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC <u>Publics concernés</u> : riverains, conducteurs de poids lourds, entreprises utilisant des poids lourds, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs.
Parts modales ambitieuses	Réduit la congestion de manière globale, améliore la qualité de vie, la sécurité	Perte de temps éventuelle pour certains usagers passants de la voiture vers les modes durables.	++	<u>Décideurs</u> : Région flamande, RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains, Cat-site, Broeksite, Renaultfabriek, Kerklaan, Octa+, Schaerbeek-Formation.
Navette BUS CAT-site, Broeksite (8/heure)	Report modal, réduction de la congestion, gains de temps des usagers, amélioration de l'accessibilité locale dans la zone canal Nord	Coût d'achat des véhicules, des aménagements et coûts d'exploitation	++	<u>Décideurs</u> : Commune de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB, DELIJN <u>Publics concernés</u> : Riverains, entreprises, usagers
Bus 58 augmentations de la fréquence de 6/h à 12/h	Réduction de la congestion, gains de temps des usagers, augmentation de la fréquentation	Coûts d'achat et d'exploitation, report d'usagers du train S1 vers le bus 58 (peu de report depuis la voiture)	++	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB <u>Publics concernés</u> : riverains, usagers des TC
Zone 30 dans le centre de Machelen	Améliore la qualité/sécurité du centre-ville, détourne le transit sur les axes structurants	Allonge les temps de parcours des usagers	++	<u>Décideurs</u> : Commune de Machelen <u>Publics concernés</u> : riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs

B. Liaison Est-Ouest

Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
Création pont Est - Ouest à 9 m de hauteur	Fluidifie l'axe Est-Ouest, permet l'exploitation de la ligne Est-Ouest, soulage l'ancien pont Buda	Coûts d'expropriation et de construction, attire du trafic de transit, congestionne les carrefours pour accéder au pont et a une grande emprise sur la zone.	+	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC
				<u>Publics concernés</u> : riverains, entreprises impactées, usagers de la route, port de Bruxelles
Nouvelle ligne de bus est-ouest (10/heure)	Forte fréquentation qui montre qu'elle répond à un besoin, gains de temps des usagers TC, réduction de la congestion, amélioration de l'axe Est-Ouest	Coût d'achat des véhicules, coût des aménagements et coût d'exploitation	++	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, STIB, DELIJN
				<u>Publics concernés</u> : riverains, usagers des TC

Pour information, la réalisation du pont coûterait entre 15 et 30 M d'euros, sur base d'une hypothèse tirée des études pour le pont Marchant à Anderlecht (hypothèse : 3000 euros/m²). Il s'agit d'une estimation approximative visant à fournir un premier ordre de grandeur. Une étude spécifique serait nécessaire pour évaluer de manière plus fine le coût de l'aménagement.

La nouvelle ligne de bus est-ouest coûterait 5 à 10M d'euros pour l'achat du matériel roulant, avec une hypothèse de 300 000 euros par bus.

C. Accessibilité routière de la zone canal nord

Aménagements ou mesures testés	Effets positifs	Effets négatifs	Score	Acteurs concernés
Limitation du transit sur la Brusselsesteenweg	Améliore la qualité de vie et la sécurité de la berge du canal ainsi que pour le parc 3 Fontaines	Génère de la congestion sur les itinéraires contournant la Brusselsesteenweg (il s'agit d'un axe Confort dans le Plan GoodMove)	+/-	<u>Décideurs</u> : Ville de Bruxelles et Vilvorde, Région flamande et RBC <u>Publics concernés</u> : Riverains (sur l'axe fermé et sur les itinéraires alternatifs), faune et flore du domaine de trois fontaines
Limitation du transit sur la Harensesteenweg	Améliore la qualité de vie de la rue et de la sécurité	Génère de la congestion sur les itinéraires contournant la Harensesteenweg	+	<u>Décideurs</u> : Commune de Vilvorde, MOW/AWV <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
Modification du rond-point De Vuist en carrefour à feux	Permet de prioriser certains mouvements, augmente la capacité, permet de faire des ondes vertes, permet de limiter l'accès au centre de Vilvorde	Risque d'accident supplémentaire	++	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde et Machelen, Région flamande <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
Carrefour à feux #Budasteenweg-N1	Gains de temps pour les usagers avec plus de temps de vert	Perte de temps pour les usagers avec moins de temps de vert, pas d'impact notable sur l'amélioration du niveau de service du carrefour	+/-	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC, <u>Publics concernés</u> : Riverains, usagers de la route sur les itinéraires alternatifs
Alignement voirie Budasteenweg	Fluidifie l'axe Est-Ouest, fait gagner du temps aux usagers sur l'axe Est-Ouest	Coûts d'expropriation et de construction	+	<u>Décideurs</u> : Communes de Vilvorde, Machelen, ville de Bruxelles, Région flamande et de RBC <u>Publics concernés</u> : riverains, entreprises impactées, usagers de la route

ANALYSE ET SIMULATIONS À L'ÉCHELLE LOCALE DES CARREFOURS (ÉCHELLE MICROSCOPIQUE)

7. FONCTIONNEMENT DU MODÈLE MICROSCOPIQUE

La modélisation microscopique a été réalisée avec le logiciel VISSIM.

Le modèle microscopique est construit sur la base des résultats des scénarios du modèle macroscopique. Les analyses du modèle macroscopique montrent que les enjeux de circulation routière sont principalement situés sur la Schaerbeeklei. C'est pour cette raison que le modèle microscopique se focalise sur l'axe de la Scharbeeklei afin d'y tester des aménagements locaux.

La section modélisée est la section de la Schaarbeeklei (N1) comprise entre Havenstraat et le rond-point du pont van Praet au Nord de Schaerbeek. Le carrefour du pont Buda est aussi modélisé. La figure ci-dessous présente les 8 carrefours modélisés.

Les simulations ont été réalisées à l'heure de pointe du matin (HPM) un jour ouvrable moyen. L'HPM est choisie pour la microsimulation, car il s'agit de la période avec le plus grand nombre de véhicules circulant effectivement dans la zone d'étude. Ceci peut paraître paradoxal : les macrosimulations réalisées avec le modèle du MOW portaient sur l'heure de pointe du soir, car la demande totale est plus élevée à la pointe du soir (voir section 3.2.2). Mais les conditions routières sont plus dégradées à l'HPS qu'à l'HPM, il y a plus de congestion, et donc il y a moins d'usagers circulant effectivement dans la zone d'étude.

Outre les résultats du modèle macroscopique du MOW, différentes sources complémentaires ont été exploitées :

- comptages directionnels réalisés par Stratec sur les carrefours de la Schaarbeeklei,
- plans DWG de voiries (fournis par Bruxelles Mobilité et la Région flamande) mis à jour sur base d'orthophotoplans cf. en annexe,
- grilles de feux transmises par la cellule feux de Bruxelles Mobilité et la Région flamande.

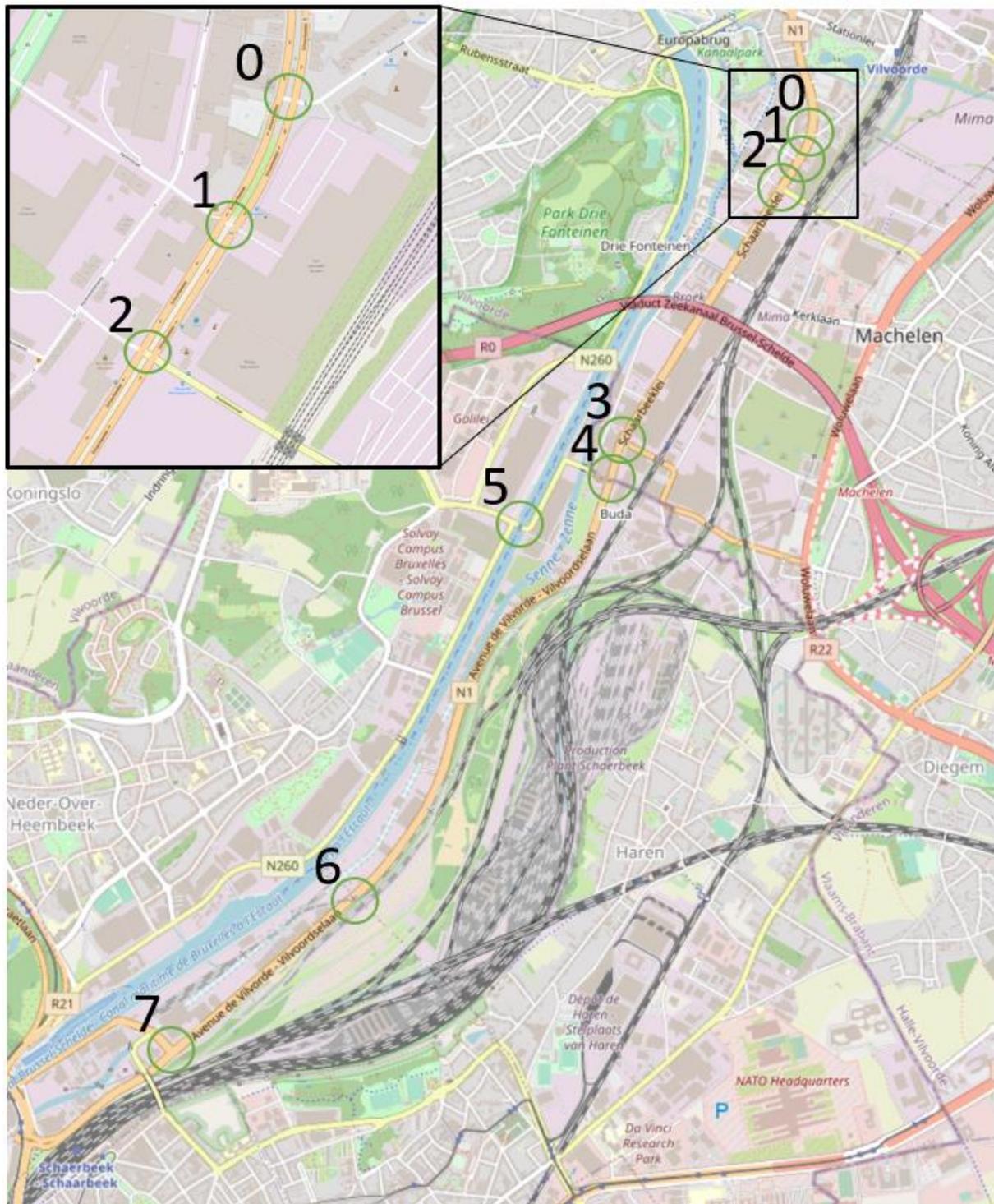


Figure 42 : Carrefours microsimulés

0. #N1-Parkstraat
1. #N1-Havenstraat
2. #N1-Machelenstraat/Vilvoordelaan
3. #N1-Generaal Lemanlaan/Budasesteenweg
4. #N1-Chaussée de Buda/ Budasesteenweg
5. #Pont Buda
6. #N1 - Passage à niveau
7. #N1 – Rue du Lion

7.1. Principe de simulation

La modélisation a été réalisée sur 5 400 secondes dont les 3 600 dernières ont été retenues pour l'analyse. En effet en simulation "dynamique", chaque véhicule est pris individuellement, entrant et sortant de la zone selon les conditions de circulation. En début de simulation, les premiers véhicules injectés sont seuls et se déplacent donc sans aucune restriction. Comme la zone d'étude est assez étendue, il faut un certain temps avant que les conditions moyennes soient rencontrées. Pour éviter de biaiser les résultats moyens sur une heure, il a été considéré une période de mise en régime de 30 minutes, qui correspond *grosso modo* à ce qui peut être observé *in situ*. Chaque scénario est simulé dix fois et les indicateurs sont des indicateurs moyens sur les 10 simulations¹³.

7.2. Interprétation des résultats de microsimulation

Les résultats sont présentés sous forme de cartes représentant les caractéristiques de base du trafic pour une heure moyenne en HPM :

- Volumes de trafic et vitesse moyenne par segment de tronçon (tronçons de 10 mètres) ;
- Vitesses moyennes par segment de bande de circulation (10 mètres). Cet indicateur est très utile pour identifier les endroits où les véhicules perdent du temps et pour estimer la longueur de la zone impactée ;
- Longueur moyenne et maximale des files d'attente, calculées à partir du moment où la vitesse d'un véhicule descend en dessous de 5km/h jusqu'à ce qu'elle dépasse à nouveau 10 km/h ; entre ces 2 limites, le véhicule est considéré comme étant dans la congestion.
- Les niveaux de service des mouvements aux carrefours, indiquant le temps perdu au carrefour.

Dans les schémas ci-dessous, la bande violette du schéma de droite représente la longueur *moyenne* de la file en mètres sur 10 simulations, ici 48,01m (la longueur de file *maximale* est utilisée pour dimensionner les carrefours).

Dans le schéma de gauche, les valeurs au-dessus de la flèche représente le trafic entrant/sortant (626/710). Les valeurs entre les arcs de cercle correspondent au volume pour le mouvement. La somme des mouvements sortants est égal à la valeur au-dessus de la flèche. Par exemple, $560+144 (+6) = 710$. La valeur 6 n'est pas affichée car trop faible.



13 C'est le principe des microsimulations : chaque simulation comporte des hypothèses prises aléatoirement (par exemple, le prochain véhicule qui entre dans le carrefour veut-il tourner à gauche, à droite, ou aller tout droit), il faut donc calculer des indicateurs moyens sur plusieurs simulations.

Figure 43 : Extraits des résultats du modèle microscopique

Le *Highway Capacity Manual* (HCM) définit les niveaux de service pour les intersections signalisées en fonction du temps perdu moyen des véhicules.

Indice LOS	Temps perdu à l'intersection	Turn Value Visualization Color Scheme Attribute: Level-of-service value (Avg,1800,All)
1	≤10 sec	≤ 1.000
2	10–20 sec	≤ 2.000
3	20–35 sec	≤ 3.000
4	35–55 sec	≤ 4.000
5	55–80 sec	≤ 5.000
MAX	>80 sec	≤ MAX

} Bon niveau de service/
} Faible congestion
} Niveau de service dégradé/
} Forte congestion

Figure 44 : Niveaux de service aux carrefours définis par le Highway Capacity Manual

Les indicateurs de performance généraux, calculés pour l'ensemble de la zone d'étude et pour une période d'une heure suivant les 30 minutes de « mise en régime », sont présentés dans des tableaux synthétiques:

- distances parcourues, temps de parcours et vitesse moyenne pour le trafic motorisé ;
- distances parcourues, temps de parcours et vitesse commerciale moyenne pour le transport public (bus STIB et De Lijn).

7.3. Limite des modèles

Passage du modèle macroscopique au modèle microscopique

Le modèle macro permet d'estimer la répartition modale et d'avoir une assez bonne idée des itinéraires qui sont empruntés, mais il a tendance à surestimer la capacité des carrefours et donc le volume de trafic qui traverse chaque carrefour.

Dans la réalité, le volume maximum de trafic qui arrive dans un carrefour ne peut dépasser la capacité des carrefours en amont.

Le modèle micro est, quant à lui, alimenté par le modèle macro. Par conséquent, il est important de limiter les volumes de trafic entrant dans le modèle micro à la capacité des carrefours en amont (qui ne sont pas eux-mêmes modélisés dans le modèle micro). Il est important de dimensionner correctement les carrefours avec un flux réaliste qui peut être plus faible que le flux issu du modèle macro.

Ensuite, le modèle micro permet d'affiner les résultats en prenant en compte la géométrie, le stockage des véhicules et les effets dynamiques de la congestion tels que les remontées de file.

Notons que quand un nouvel aménagement est mis en œuvre, des reports d'itinéraires peuvent avoir lieu. Dans nos simulations, ces reports ne sont pas pris en compte (c'est-à-dire que les aménagements n'ont pas été étudiés avec le modèle macro) ou ils sont estimés par hypothèse (par exemple quand une voirie est fermée).

8. AMÉNAGEMENTS TESTÉS ET

RÉSULTATS MICRO

Ce chapitre présente les hypothèses et les aménagements testés localement dans la zone d'étude. Les situations testées ont été analysées avec le logiciel Vissim afin d'évaluer l'impact de chaque aménagement. Les résultats des simulations sont également présentés dans ce chapitre, avec les principales conclusions à en tirer. Les résultats sont décrits plus en détail dans une annexe à ce rapport.

8.1. Hypothèses relatives à la demande de déplacements

Trois scénarios de demande routière sont considérés dans les microsimulations : les demandes des scénarios macro S0, S1 et S4. Néanmoins, les aménagements ne sont testés qu'avec la demande du scénario S4. Les microsimulations de carrefours effectuées avec les niveaux de demande S0 et S1 ne sont là que pour servir de point de comparaison.

La période simulée est l'heure de pointe du matin (HPM) 8h-9h.

Situations S0 et S4

Le trafic routier du modèle macro sert d'input pour le modèle micro.

En outre, Stratec a réalisé des comptages de véhicules routiers à certains des carrefours en 2022 (carrefours 2, 3, 4, 5 et 7 – voir carte ci-dessous). Les itinéraires internes empruntés dans le modèle Vissim sont adaptés avec ces comptages et les mouvements calculés par le modèle macro.

Un calage est réalisé par itinéraire pour respecter au mieux les inputs et les outputs du modèle macroscopique.

Situation S1

Le trafic de transit est corrigé aux entrées du modèle micro à partir des matrices de demande du modèle macro (scénario S1).

Le trafic généré par les projets du S1 est réparti dans le modèle micro; les itinéraires sont répartis sur les zones d'attraction. La demande des projets S1 à l'HPM est estimée à partir des hypothèses fournies au MOW pour le modèle macro. Une part modale conducteur de **51%** est utilisée pour passer de la demande tous modes vers la demande routière à l'HPM. Cette part modale est calculée à partir du modèle macroscopique en S1. Les accès de Schaerbeek-Formation et Renault Fabriek sont explicitement modélisés dans la microsimulation (parce que situés sur l'axe de la Schaarbeeklei). Les autres sites sont inclus dans les trafics input/output.

Tableau 13 : Trafic généré dans le modèle micro

Situation	S0	S1_base	S1_projet	S1 total	Variation transit S1/S0-1	Variation trafic S1/S0-1	S4
VP	7 092	6 497	2 821	9 318	-8%	+31%	6 393
PL	263	240	66	306	-9%	+17%	462
EVP	7 748	7 097	2 986	10 083	-8%	+30%	7 547

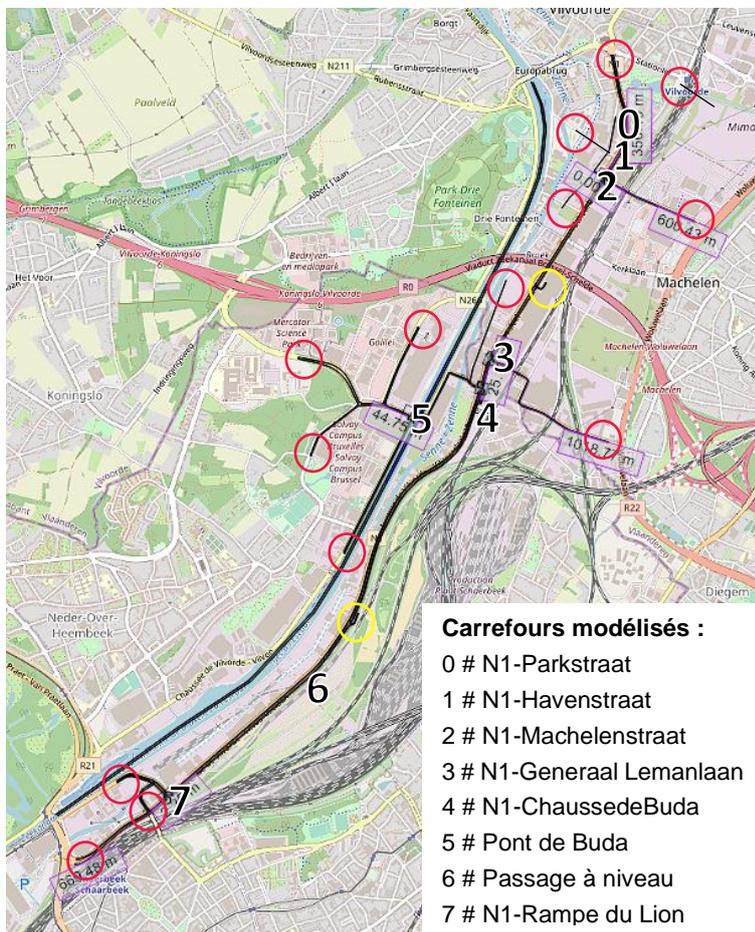
EVP* : Équivalent Voiture Particulière; un poids lourd = 2,5 voitures particulières

S1_base = trafic de transit ; S1_projet = trafic dû aux projets étudiés.

Les EVP en S1_base sont inférieurs aux EVP en S0 parce que la situation du trafic routier est dégradée en S1, donc moins de trafic de transit peut passer

8.2. Réseau modélisé

Huit carrefours sont modélisés. Les caractéristiques de la modélisation sont précisées ci-dessous.



- 8 carrefours sont étudiés
- Prise en compte des itinéraires dans la microsimulation
- Prise en compte de la levée du pont Buda (2 fois/heure)
- 15 points d'entrée/sortie sont modélisés (en rouge)
- 2 points d'entrée/sortie (en jaune) représentent Schaarbeek-Formation et Renault Fabrik
- Carrefour 2 : Pas de transit local sur la Harensessteenweg
- Optimisation des feux en réduisant les retards totaux pour chaque carrefour et chaque scénario
- Prise en compte des cyclistes aux carrefours (dans les grilles de feux)
- Prise en compte des transports publics

Figure 45 : Réseau modélisé (fond de plan : OpenStreetMap)

Trois groupes de carrefours sont présents sur l'axe de la Schaarbeeklei. Au nord, les carrefours 0-1-2 forment un groupe de carrefours qui fonctionnent ensemble. Il est important de les analyser ensemble afin de d'évaluer l'impact des remontées de files aux carrefours amont. Une synchronicité est souhaitée

afin d'avoir une onde verte sur l'axe Nord-Sud. Les deux groupes suivants, les carrefours 3-4-5 et dans une moindre mesure les carrefours 6-7, sont abordés de la même manière.

Le réseau modélisé correspond à la situation en 2023. Le passage de deux bandes à une bande sur la Schaarbeeklei est pris en compte à partir de 50m après le carrefour 3 entre la N1 et la Generaal Lemanlaan en direction de Vilvorde, cette réduction étant mise en oeuvre dans le but de dévier le trafic vers le R22.

8.3. Objectifs des microsimulations

Les microsimulations ont été réalisées pour tester des aménagements dans le cadre d'une stratégie de circulation des véhicules dans la zone d'étude. Plusieurs objectifs sont visés :

- Préservation des centralité (Vilvorde et Machelen)
- Evaluation de l'impact des nouveaux programme sur la zone d'étude
- Optimisation des phase de feux avec prise en compte des piétons et vélos
- Test d'aménagements et évaluation des conditions de circulation.

8.4. Aménagements testés

En plus des scénarios S0, S1 et S4 de base dont les hypothèses ont été détaillées plus haut, des variantes d'aménagement à ces 8 carrefours ont été étudiées **dans le scénario S4**.

Pour chaque scénario, préalablement au test des aménagements, une optimisation des phases de feux des carrefours a été réalisée avec le logiciel Vissim, afin de minimiser les temps perdus aux carrefours. L'étude des aménagements part donc d'une situation où les feux sont optimisés pour minimiser les temps perdus. (Notons qu'une autre approche est possible : on peut décider de prioriser certains mouvements (par exemple Nord-Sud ou Est-Ouest) et dans ce cas, on ne minimise pas nécessairement la somme des temps perdus.) En pratique, une étude plus précise devra ultérieurement recalculer les flux afin de refaire cet exercice d'optimisation des phases de feu.

Les **propositions d'aménagement** que l'on a testés sont décrites ci-dessous par groupe de carrefours comme ils ont été présentés dans la section précédente.

En préliminaire, soulignons que l'on a voulu dans cette partie de l'étude **explorer des pistes** et tester des aménagements pour étudier leurs effets (positifs, négatifs ou nuls) et comprendre les mécanismes. Il s'agit donc de tests. Certaines hypothèses peuvent donc être éloignées des plans de mobilité communaux, ou non conformes à ceux-ci ; certaines hypothèses peuvent aussi paraître difficilement réalisables en pratique.

Les scénarios d'aménagement local des carrefours ont été appelés par une lettre : scénario A, B, C, etc., pour les distinguer des scénarios macro S0, S1, S2, S3 et S4.

INTERSECTIONS 0-1-2

Quatre scénarios sont proposés pour le premier groupe de carrefours.

Dans chacun des scénarios, le terre-plein central est fermé à l'intersection entre le Harensesteenweg et le Schaarbeeklei au nord du carrefour 0.

- A : Les phases des feux de circulation seront optimisées aux carrefours 0 et 2
 - Des feux de signalisation seront prévus à l'intersection 1 + optimisation
- B : Comme A, mais avec une voie de pré-tri (sur la N1) pour tourner à gauche à l'intersection 1
 - Optimisation du carrefour 2 avec un tourne-à-droite à la sortie de la rue Machelen
- C : Rond-point à l'intersection 0
 - Fermeture du terre-plein central à l'intersection 1
 - Optimisation du carrefour 2 avec un tourne-à-droite à la sortie de la rue Machelen
 - Dans ce scénario, une attention particulière est accordée à la priorité TC + vélo.
- D : Fermeture de la Havenstraat entre N1 et Harensesteenweg
 - Double sens sur la F. Debockstraat (sens unique vers la N1 aujourd'hui), donc également passage direct au carrefour 2 pour le mouvement Machelenstraat - F. Debockstraat
 - Double sens sur la Harensesteenweg entre Havenstraat et F. Debock. Aujourd'hui sens unique vers le nord
 - Optimisation du carrefour 2 avec un tourne-à-droite à la sortie de la rue Machelen.

Voici ci-dessous un schéma de fonctionnement des carrefours 0-1-2.

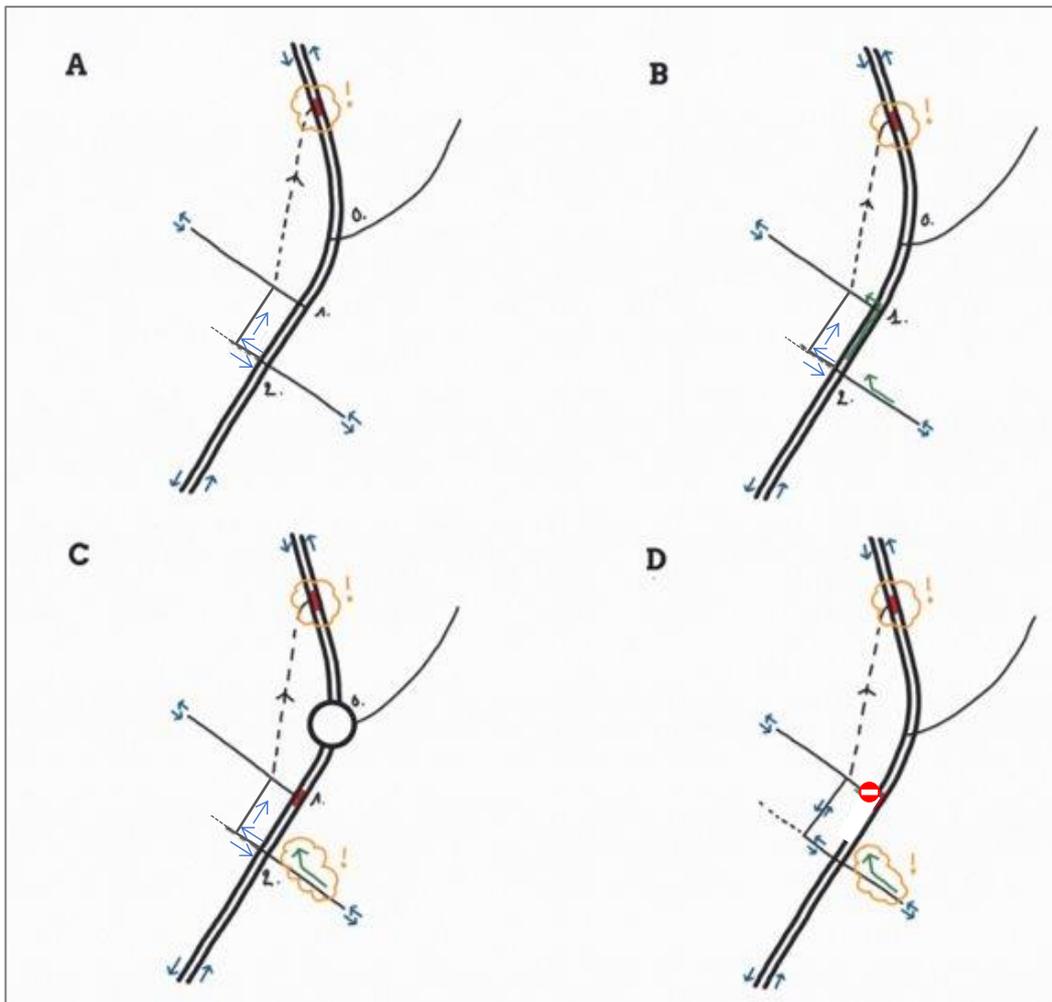


Figure 46 : Schéma des scénarios des carrefours 0-1-2

INTERSECTIONS 3-4-5

- E : Deux bandes de tourne-à-gauche dont une à droite depuis l'Est au carrefour 3
 - Spécialisation bande tourne-à-droite depuis le Sud au carrefour 3
 - Passage à une bande sur la N1 vers le nord au carrefour 3
 - Autoriser la phase de feux de GLS en même temps que celle venant du pont Buda au carrefour 4
- F : Prolongement de la Budasesteenweg via GLS accédant au carrefour 4 avec une tranchée sous le chemin de fer
 - Suppression du carrefour 3 avec General Lemanlaan. Cela permet de créer un schéma clair de gestion du trafic à un seul carrefour.
- G : Sens unique sur la chaussée de Buda du carrefour 4 au pont Buda
 - Comme E pour le carrefour 3
 - Création d'un sens unique du pont Buda vers la N1 en dessous de Aquiris (position à définir)
- H : Pont Buda fermé pour les véhicules privés
- I : Liaison de Buda au Sud
- J : Rond-point allongé aux carrefours 3 et 4

Le schéma ci-dessous présente le principe de fonctionnement des carrefours 3 et 4.

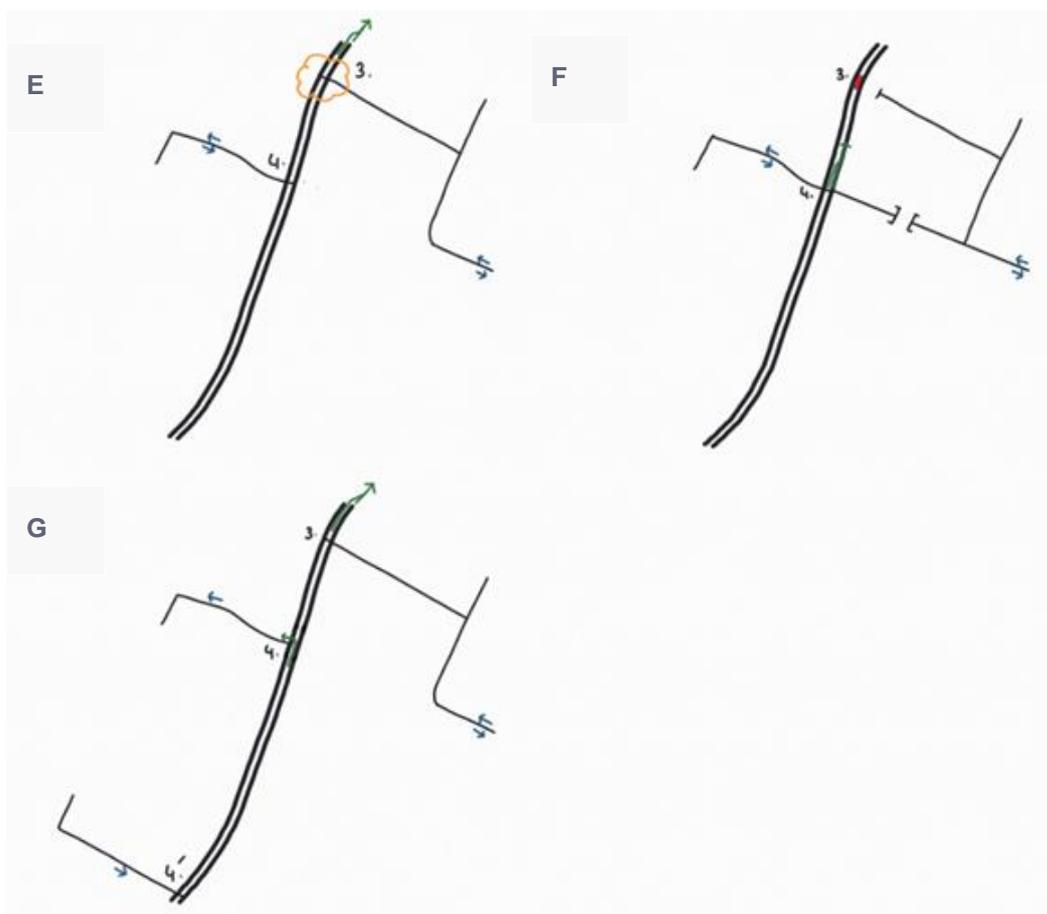


Figure 47 : Schéma des scénarios des carrefours 3-4

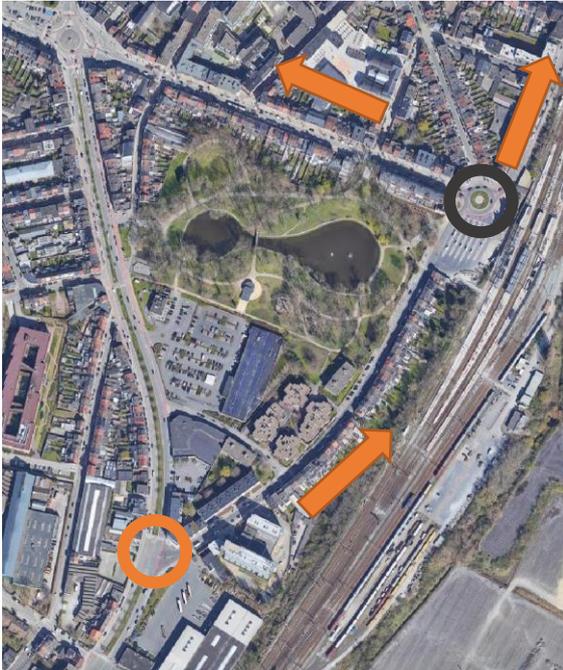
INTERSECTIONS 6-7

Pour les carrefours 6 et 7, seule la situation des scénarios S0, S1 et S4 a été simulée. On n'a pas testé d'aménagement particulier. Seul le passage à niveau a été étudié pour le carrefour 6 (analyse de l'impact du nombre de trains par heure).

8.4.1. CARREFOUR 0

Les schémas ci-dessous illustrent les deux options détaillées dans les intersections 0-1-2.

Le scénario C avec un rond-point au carrefour 0 est la seule proposition pour ce carrefour.



- Un diamètre de 32 m est suffisant pour un rond-point avec une bande de circulation.
- Parkstraat est mise en sens unique entre la gare et Schaerbeeklei.
Une déviation des lignes de bus est à prévoir.

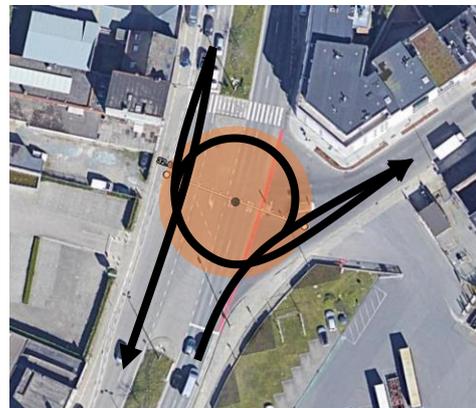


Figure 48 : Rond-point au carrefour 0 (#Parkstraat-Schaerbeeklei)

- La disposition testée ci-dessus optimise la taille du rond-point, cependant la sortie vers Parkstraat est désaxée, mais le passage en sens unique de Parkstraat simplifie le giratoire.
- Une étude géométrique est à prévoir pour préciser les dimensions de l'ouvrage et les angles d'attaque.
- Une attention particulière aux vélos et piétons est requise.

L'avantage du rond-point est d'offrir plus de fluidité dans le carrefour et de réduire la vitesse des usagers, cependant il n'est pas possible de prioriser de manière efficace les transports publics. Cet aménagement n'est généralement pas compatible avec un site propre pour les bus, ou en tout cas demande une analyse particulière.

8.4.2. CARREFOUR 1

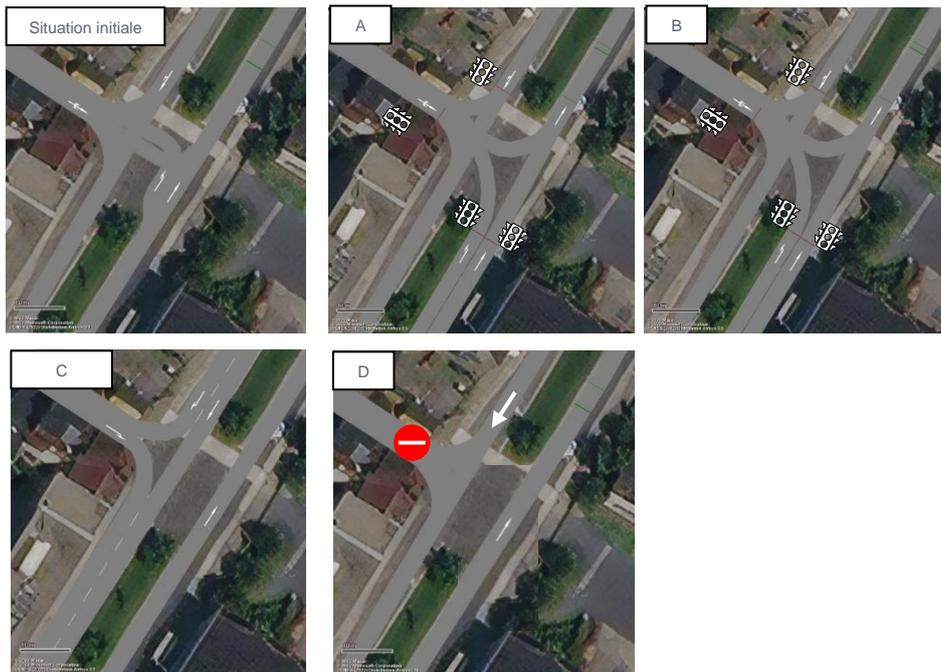


Figure 49 : Options d'aménagement du carrefour 1

Pour le carrefour 1, les **scénarios A et B** sont identiques. C'est au carrefour 2 que les scénarios se distinguent.

Le **scénario C** interdit l'accès à la Havenstraat depuis le carrefour 2 au sud et ceux venant de la Havenstraat et voulant aller vers le nord ne peuvent pas tourner à gauche. Les usagers doivent passer par le rond-point du carrefour 0. Une voie de tourne-à-droite est prévue pour ces usagers afin de fluidifier la Schaarbeeklei. Les usagers allant vers le nord doivent faire un U-turn au niveau du carrefour 2. Ces propositions visent à supprimer les mouvements en conflit avec l'axe nord-sud. Des aménagements locaux sont à prévoir pour les piétons et les cyclistes qui auront la possibilité de franchir la Schaarbeeklei.

Le **scénario D** ferme la Havenstraat entre la Schaarbeeklei et la Harensesteenweg.

8.4.3. CARREFOUR 2

L'ajout d'une bande de tourne-à-droite pour les scénarios B, C et D sur la Machelentsraat nécessite une expropriation.

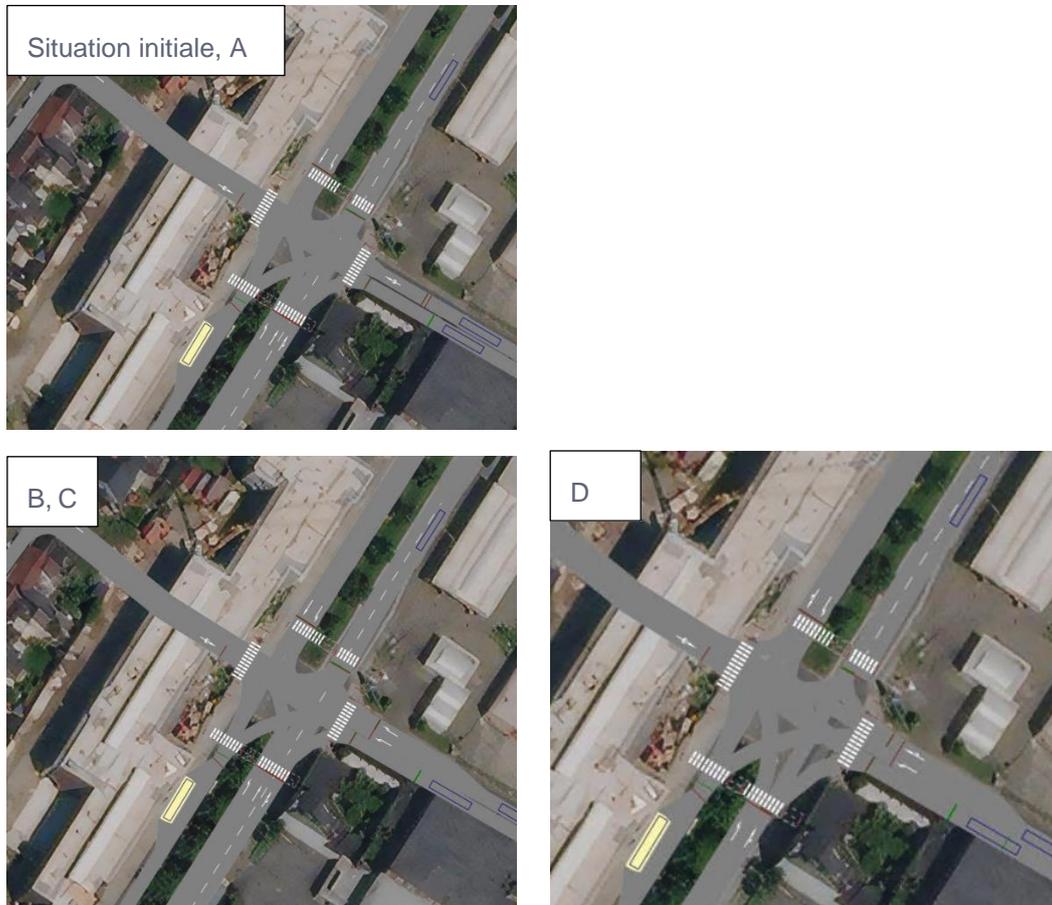


Figure 50 : Ajout d'une bande de tourne-à-droite au carrefour 2 pour les scénarios B, C et D ainsi que double sens dans la rue F. Debockstraat pour le scénario D

Le **scénario D** comprend un carrefour unique pour accéder au projet 4 Fontaines. Les usagers passent par la Harenseteenweg puis par la F. De Brockstraat pour arriver à la Schaarbeeklei.

8.4.4. CARREFOUR 3

L'aménagement de ce carrefour consiste à modifier le marquage afin d'avoir deux bandes de tourne-à-gauche, dont une permettant de tourner à droite depuis l'Est (Diegemstraat) (scénarios E et G).

Depuis le sud, sur la Schaarbeeklei, une bande est réservée aux tourne-à-droite et une nouvelle bande tout droit peut prendre place sur la berme centrale permettant ainsi d'avoir deux voies vers le Nord.

Une deuxième option est la variante avec deux bandes, soit une tout droit et un tourne-à-droite (scénarios E et G).

Enfin, une dernière option est la fermeture de la General Lemanlaan (scénario F).

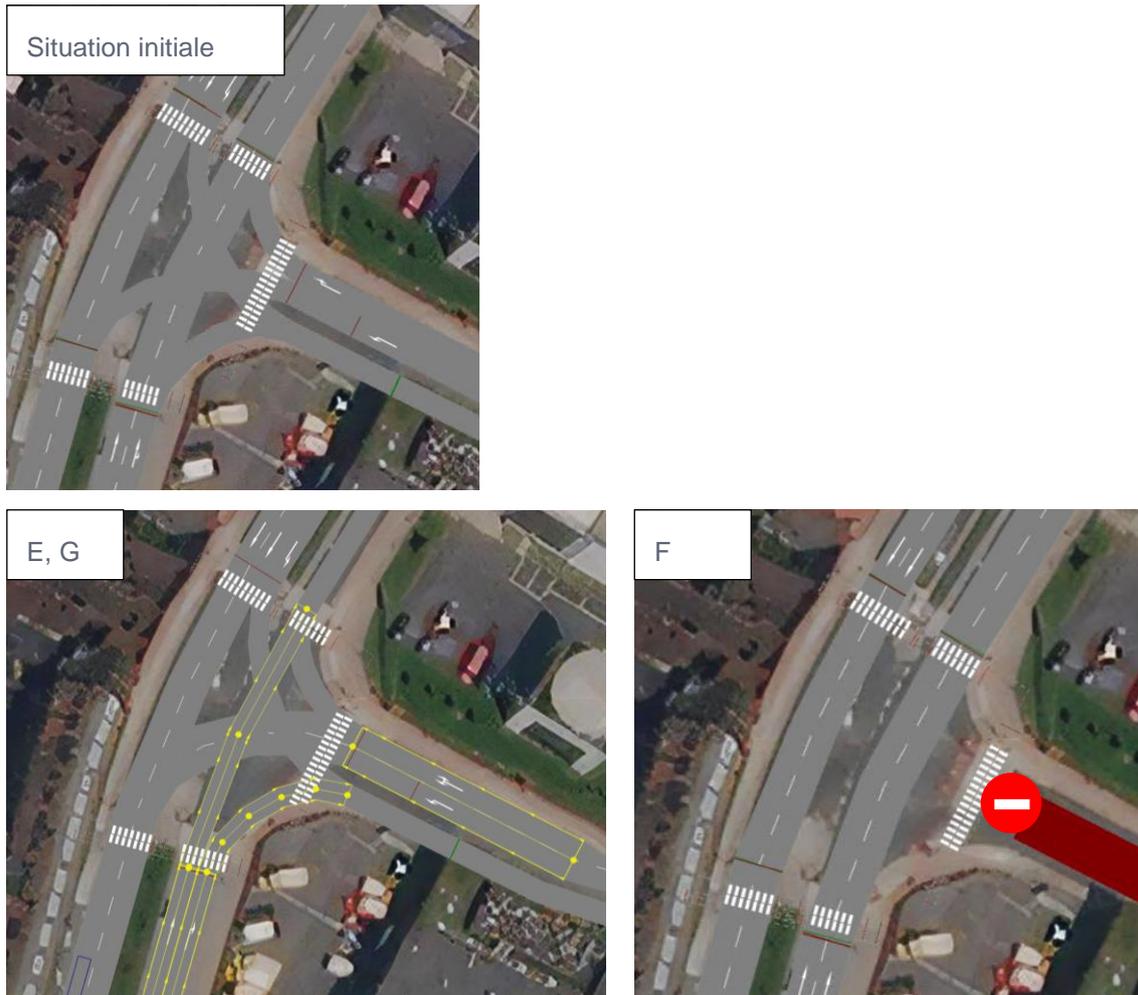


Figure 51 : Options d'aménagement de la Schaarbeeklei au carrefour 3

8.4.5. CARREFOUR 4

Pour le carrefour 4, l'aménagement proposé consiste à autoriser la phase de feux de GLS en même temps que celle venant du pont Buda. Le flux à la sortie de GLS étant faible, cela permet d'augmenter le temps de « vert » pour les autres phases.

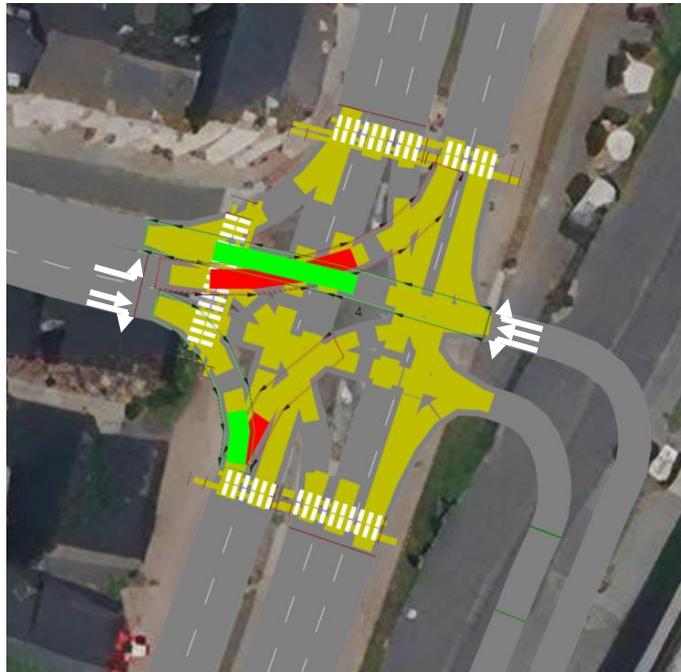


Figure 52 : Phases de feux pour la sortie de GLS au carrefour 4 (scénario E)

Pour les **carrefours 3 et 4**, l'option d'aménagement n°2 (scénario F) consiste à réaliser une liaison via GLS. Cet aménagement ne permettrait pas de tourner à gauche depuis Schaarbeeklei en venant du nord au carrefour n°4. Les sens de circulation sont représentés sur le schéma ci-dessous :

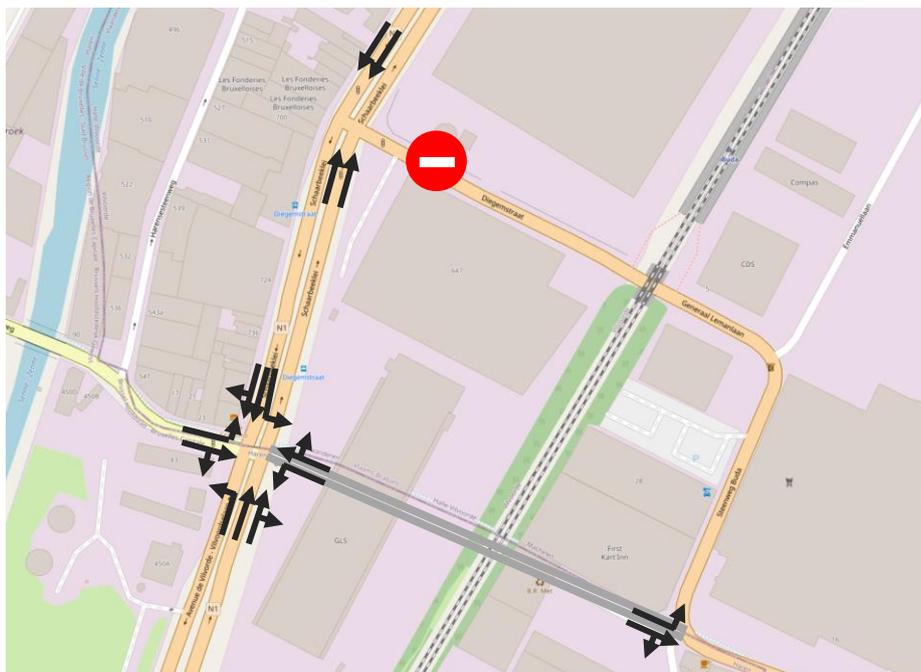


Figure 53 : Plan de circulation pour l'option n°2 (scénario F) des carrefours 3 et 4

Cet aménagement est toutefois assez radical et difficilement réalisable, car il nécessite l'expropriation de GLS et de Recycling Metal Bruxelles ainsi que la réalisation d'une tranchée sous les voies de chemin de fer.

Le **scénario G** consiste à créer un sens unique sur la chaussée de Buda en direction du pont, à prolonger l'accès à la Schaarbeeklei dans le prolongement du pont Buda. Le plan de circulation est repris sur le schéma suivant.

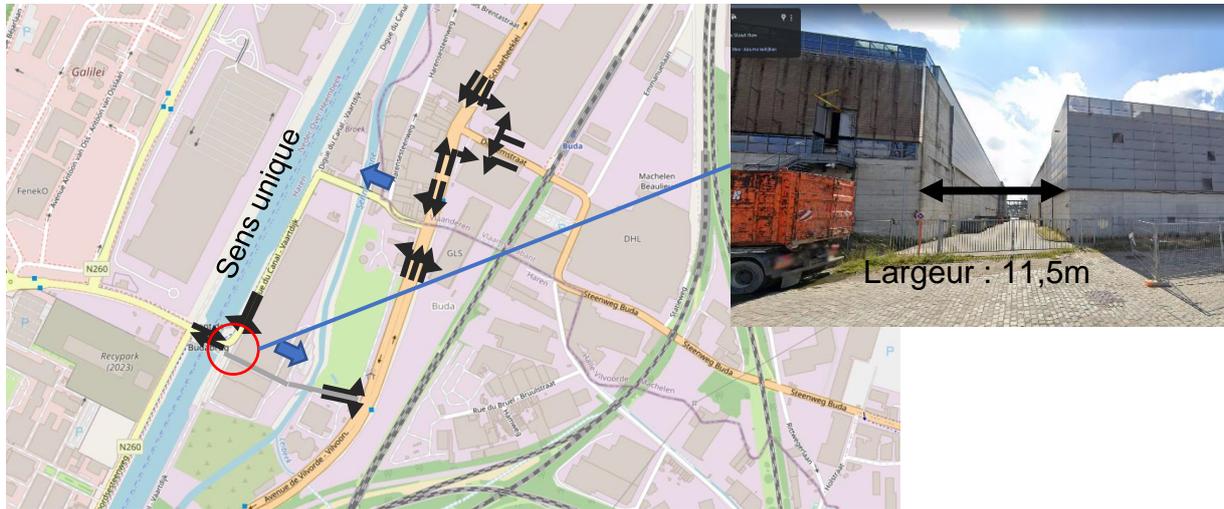


Figure 54 : Liaison de Buda au sud

Il est possible dans le cadre de cet aménagement de supprimer le carrefour 3 comme le montre la figure ci-dessus. Cela permettrait de gagner du temps au supprimant une phase de feu.

Une autre proposition pourrait être de supprimer le carrefour 4 et le mettre plus au sud. Cela permettrait d'augmenter l'espace de stockage entre les carrefours 3 et 4 afin de ne pas faire d'expropriation.

La Ville de Bruxelles a indiqué que la première variante via le site Aquiris semble peu faisable probable car l'espace est insuffisant et parce qu'Aquiris n'a probablement pas d'avantages à cette proposition. Pour le site COMET également concerné, ce n'est pas une option non plus pour la Ville. Il existe par ailleurs un cheminement piétons/cyclistes s'inscrivant dans un maillage à développer entre le canal et le boulevard de la Woluwe (maillage vert et bleu à protéger), ce qui est aussi en défaveur de cet aménagement.

Le Port de Bruxelles est opposé à cette dernière option (« plus au sud »). Le tronçon au sud du pont Buda est dédié pour partie à l'activité portuaire (circulation de poids lourds et véhicules liés à GGR) et pour partie à une future connexion cyclo-piétonne.

Le **scénario I** consiste à créer une liaison entre le pont Buda et la Schaarbeeklei plus au sud, au droit du pont. Cependant, cela ne fait que déplacer la congestion vers le sud sans qu'il n'y ait réellement d'amélioration. De plus, la longueur de stockage se trouvant réduite, il existe un risque de remontée de file. Cet aménagement n'a pas été modélisé.

Le **scénario J** consiste en un rond-point pour les carrefours 3 et 4. Ce scénario n'a pas été retenu et n'a pas été modélisé, car la largeur de la chaussée est insuffisante pour aménager un rond-point. En effet, le rayon minimal étant de 15 m lorsqu'il y a du trafic de bus ou de poids lourds, les diamètres qui sont respectivement de 24,5 m et 20,5 m aux carrefours 3 et 4 ne suffisent pas.



Figure 55 : Option d'aménagement des carrefours 3 et 4 dans le scénario I

8.4.6. CARREFOUR 5

Le **scénario H** propose l'interdiction de circuler sur le pont Buda pour les véhicules particuliers. Cela permettrait de répartir les itinéraires de part et d'autre du canal.

Le pont étant actuellement fermé¹⁴, un monitoring est réalisé sur le pont Van Praet pour voir comment ont évolué les flux et les accidents depuis la fermeture du pont Buda. Il serait intéressant de réaliser ce même monitoring sur l'Europabrug (Vilvorde)

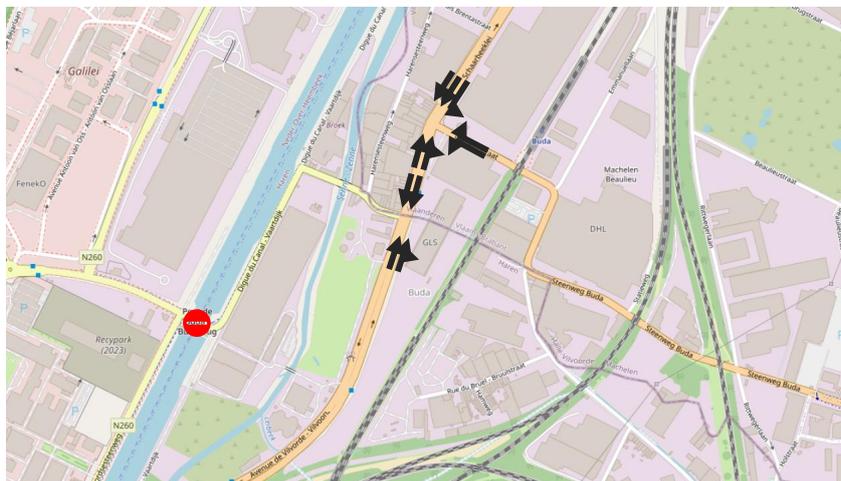


Figure 56 : Option d'aménagement du carrefour 5 dans le scénario H

¹⁴ <https://www.rtf.be/article/une-peniche-percute-le-pont-de-buda-la-structure-sera-enlevee-avant-la-fin-de-semaine-pour-que-la-navigation-reprenne-video-11130578>

¹⁵ <https://www.dhnet.be/regions/bruxelles/bruxelles-mobilite/2023/01/06/le-pont-buda-a-finalement-pu-etre-demonte-la-circulation-des-bateaux-vient-de-reprendre-ce-vendredi-sur-le-canal-bruxellois-photos-4SFRAQ4JERH5RMZIOK26MXWYGM/>

La Ville de Bruxelles et le Port de Bruxelles sont favorables à cette proposition dans la mesure où il serait possible de faire passer les bus de la STIB ainsi que les poids lourds. Une évaluation plus fine de cette proposition dans une étude ultérieure leur semblerait a priori intéressante.

Concernant les aménagements du pont Buda, la vision du Plan de qualité paysagère et urbanistique de la RBC montre l'ambition d'abaisser une partie du quai Est. Une zone de détente le long de celui-ci serait aménagée ainsi qu'une connexion cyclo-piétonne. Le passage des poids lourds sur la chaussée de Buda et un accès vers la digue du canal au sud du pont Buda, ainsi que le nouvel aménagement au périmètre du site Comet, resteraient possibles.

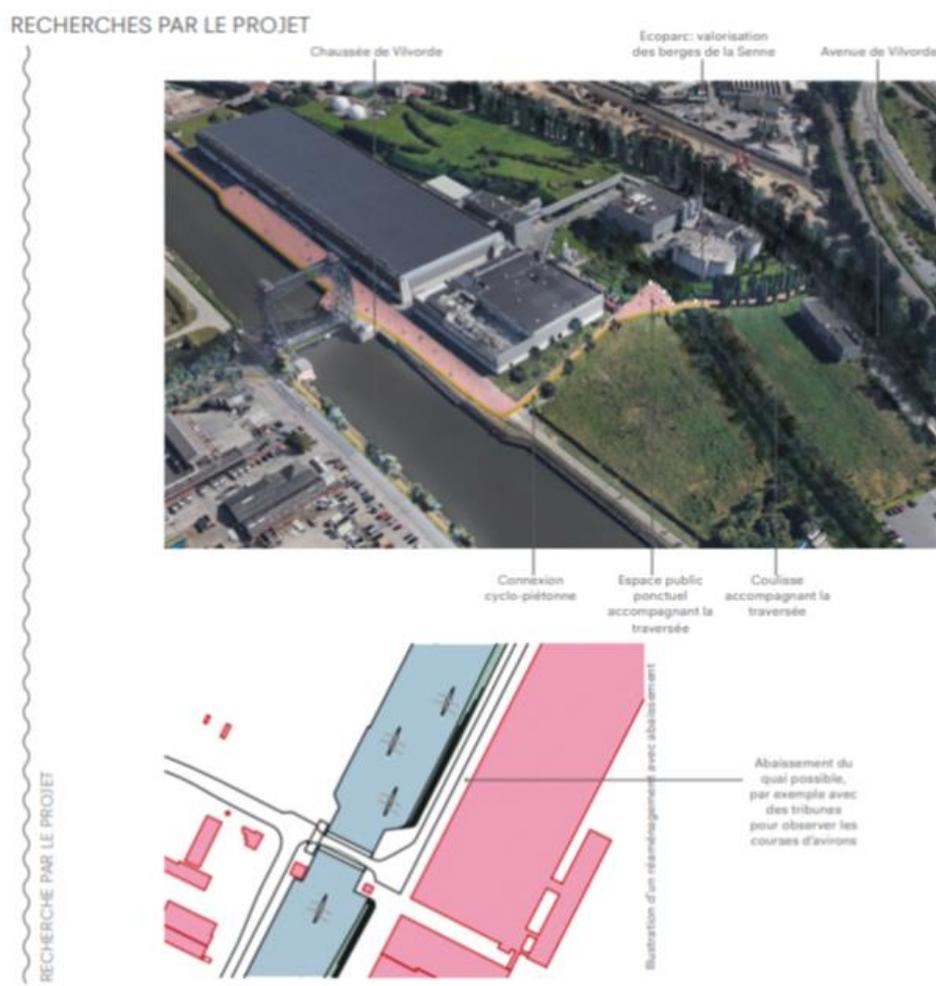


Figure 57 : Aménagement le long des berges au niveau du pont Buda.

8.4.7. CARREFOURS 6 ET 7

Le « carrefour » 6 consiste en fait en un passage à niveau reliant Schaerbeek-Formation au port de Bruxelles. De plus, il est prévu d'ajouter un accès routier à Schaerbeek-Formation au sud du passage à niveau, ainsi les usagers venant du Nord doivent traverser le passage à niveau et sont donc impactés par le nombre de passages de train. L'annexe à ce rapport comprend une analyse de l'impact du nombre de passages de train. Ce carrefour est isolé dans la zone industrielle et n'influence pas d'autres carrefours.

Le carrefour 7 avec la rue du Lion présente un trafic fluide. Il n'y a pas d'aménagement testé pour ce carrefour.

8.5. Synthèse des scénarios simulés dans Vissim

En conclusion de la section précédente, les scénarii suivants ont été simulés avec Vissim, avec la demande de déplacements routiers du scénario S4 :

- INTERSECTIONS 0-1-2
 - Scénario A : Ajout de feux au carrefour #1 + optimisation des feux aux carrefours #0 et #2
 - Scénario B : Comme A + ajout d'un tourne-à-droite au carrefour #2
 - Scénario C : Rond-point au carrefour #0 au lieu de feux
 - Scénario D : Double sens dans la F. Debockstraat, fermeture de la connexion Havenstraat – Schaarbeeklei
 -
- INTERSECTIONS 3-4-5
 - Scénario E : Modification des carrefours #3 et #4, modification des bandes de présélection et changement des phase de feux
 - Scénario F : Connexion via GLS + fermeture de la General Lemanlaan au carrefour #3
 - Scénario G : Sens unique sur la chaussée de Buda + nouvel accès en sens unique du pont Buda vers N1
 - Scénario H : Pont Buda fermé au trafic VP.

8.6. Résultats des microsimulations

Les résultats généraux obtenus avec le modèle Vissim sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Résultats généraux de la microsimulation

Situation	Retard moyen [s]	Nombre d'arrêts*	Vitesse moyenne [km/h]	Temps moyen à l'arrêt [s]	Véhicules arrivés	Demande Latente**	Distance parcourue veh.km	Temps parcourus veh.h	Priorité TC possible ?
S0	121	4	28	84	8 224	1 160	18 576	665	#0 oui; #5 non
S1	498	21	10	340	9 038	37 588	19 605	1 911	#0 oui; #5 non
S4	111	3	30	77	8 350	507	20 576	685	#0 oui; #5 non
S4_A Feux#0	131	4	28	89	8 422	356	20 674	741	#0 oui; #5 non
S4_B Tourne à droite#2	136	4	27	94	8 390	361	20 619	753	#0 oui; #5 non
S4_CRondpoint#0	79	2	34	51	8 281	93	20 343	596	#0 non; #5 non
S4_D fermeture Havenst.#1	233	9	20	160	7 063	724	17 544	870	#0 oui; #5 non
S4_E tourne à gauche#3	155	6	26	105	8 245	414	20 523	798	#0 oui; #5 non
S4_F via GLS#4	163	6	25	110	8 229	527	19 958	803	#0 oui; #5 non
S4_G sens unique Buda#4	156	6	25	104	8 235	445	20 168	793	#0 oui; #5 non
S4_H sans VP pont Buda#5	260	10	18	182	8 004	1 952	18 568	1 032	#0 oui; #5 oui

*Nombre d'arrêts : Nombre d'arrêts moyen par véhicule par heure dans la simulation. Les arrêts sont liés aux phases de feux et à la congestion.

**La demande latente correspond à la demande qui n'a pas réussi à rentrer dans la simulation à cause des remontées de files au niveau des points d'entrée des véhicules dans la simulation.

Pour l'évaluation des aménagements testés, les critères principaux à prendre en compte sont le **retard moyen**, la **demande latente** et la **possibilité ou non de donner priorité aux TC**. Les autres critères sont corrélés à ces trois critères.

Les principaux résultats sont repris ci-dessous (les résultats détaillés par carrefour sont présentés en annexe) :

Le scénario S4 de base est meilleur que le S4_A, avec 17% de moins de retard moyen.

Le scénario B est très proche du scénario S4_A. La bande de tourne-à-droite n'améliore pas la situation par rapport au S4_A.

Le scénario S4_C est le meilleur scénario en termes de retard moyen (-29%) et de vitesse moyenne (+13%) atteinte sur le réseau, mais ne donne pas la priorité au TC au carrefour 0.

Le scénario D est moins performant que le S4 de base avec une augmentation du nombre d'arrêts et une diminution de la vitesse moyenne.

Les scénarios E, F et G n'améliorent pas la situation au niveau des retards moyens malgré les aménagements lourds. L'amélioration aux carrefours 3-4-5 doit être coordonnée avec celle aux carrefours 0-1-2, l'amélioration aux carrefours 3-4-5 ne peut en principe pas se concevoir indépendamment de celle des carrefours 0-1-2.

Enfin, le scénario H est fortement dégradé par rapport au scénario S4 de base pour les mêmes raisons que le S4_F, mais permet d'améliorer l'accessibilité aux PL et aux TC sur le pont de Buda.

De manière générale, il est important de considérer les aménagements locaux dans leur contexte et les interactions possibles avec les autres carrefours. Tous les usagers doivent être pris en compte lors de la réalisation des aménagements afin de garantir une mobilité optimale. Les cheminements piétons, les pistes cyclables, les arrêts de bus et les accès aux commerces, logements et entreprises doivent être pris en compte et intégrés dans l'espace public.

Parmi les scénarios de modification, le scénario A est le plus performant si l'on prend en compte les critères de mobilité tous modes (y compris la priorité aux transports en commun) et de coûts. Le scénario A n'impacte pas grandement les carrefours 0-1-2. Ces aménagements sont appropriés pour les transports en commun et permettent une gestion de la mobilité locale plus adéquate.

En conclusion, il ressort de ces microsimulations qu'aucun aménagement n'améliore la circulation si ce n'est le scénario S4_C qui l'améliore grandement. Toutefois, dans ce scénario, l'aménagement d'un rond-point au carrefour 0 ne donne pas la priorité aux TC. Cela peut toutefois être le cas à condition de réaliser des aménagements supplémentaires tels que l'ajout d'une bande réservée aux bus, accompagnée, ou non, de feux à priorité pour les bus. Cela reste néanmoins à étudier.

Les scénarios A et B restent eux relativement similaires au scénario de base.

Tableau 15 Evaluation des aménagements testés

Carrefours	Scénario associé	Description	Impact mobilité VP	Impact mobilité TC	Expropriation
#0 N1-Parkstraat	Rond-point (C)	Rond-point au carrefour N1-Parkstraat	+ #0	- #0	non
#1 N1-Havenstraat	Feux (A-B)	Transformation en carrefour à feux	+ / -(#1) ; ++ (#2)	+ (#1) ; ++ (#2)	non
#1 N1-Havenstraat	Rond-point (C)	Pas de tourne-à-gauche ; pour tourner à gauche : déviation par le rond-point au #0	++(#0) ; ++(#1) ; + (#2)	-(#0) ; +(#1) ; + (#2)	non
#1 N1-Havenstraat	Fermeture Havenstraat (D)	Fermeture de la Havenstraat entre la N1 et la Harensessteenweg	-(#0) ; +(#1) ; -- (#2)	-(#0) ; +(#1) ; - (#2)	non
#2 N1-Machelenstraat	Bande tourne à droite (B-C-D)	Ajout d'une bande de tourne-à-droite	-(#2)	+ / -(#2)	Oui
#2 N1-Machelenstraat	Scénario D	Ouverture deux sens pour la F. De Bockstraat	-(#2)	-(#2)	Oui*
#3 N1-General Lemanlaan	Scénario E, G	Deux bandes de tourne-à-gauche dont une à droite depuis l'Est et ajout d'une bande de tourne-à-droite depuis le Sud	+ (#5)	+ / -	non
#3 N1-General Lemanlaan	Scénario F	Fermeture de la General Lemanlaan	-(#2) ; ++(#3) ; -(#4)	-(#2) ; ++(#3) ; - (#4)	non
#4 N1-Chauss. Buda	Scénario E	Autoriser la phase de feux de GLS en même temps que celle venant du pont Buda	+ (#4)	+ (#4)	non
#4 N1-Chauss. Buda	Scénario F	Liaison via GLS	-(#2) ; ++(#3) ; -(#4)	-(#2) ; +(#3) ; - (#4)	Expropriation de GLS
#4 N1-Chauss. Buda	Scénario G	Sens unique vers le pont Buda	-(#2) ; ++(#3) ; -(#4) ; + (#5)	-(#2) ; ++(#3) ; - (#4)	
#4-bis N1-Liaison pont Buda	Scénario G	Liaison au droit du pont Buda vers la N1 en sens unique	++(#3) ; + (#4)	++(#3) ; + (#4)	Expropriation terrain au sud de Aquiris
#5 Pont de Buda	Pont de Buda sans VP	Pont Buda sans trafic VP, uniquement autorisé aux TC et aux PL	-(#3) ; - (#4) ; ++ (#5)**	+ (#3) ; ++ (#4) ; ++ (#5)	Non
#6 Passage à niveau SF	M5-M9	Passage de trains	-(#6)	-(#6)	Non
#7 N1-Rue du Lion	-	Pas de modification			

RECOMMANDATIONS ET SYNTHÈSE

9. RECOMMANDATIONS

9.1. Introduction

En nous inspirant des résultats des simulations macro, nous avons établi dans ce chapitre une série de recommandations générales pour la zone d'étude. Ces recommandations couvrent successivement les aspects suivants :

- Rationalisation de la demande totale (tous modes) par secteur, aspects programmatiques
- Report modal de la voiture vers les transports en commun, le vélo et la marche
- Optimisation du trafic routier restant
- Recommandations relatives au transport de marchandises.

Notons qu'on peut distinguer trois échelles d'intervention :

- L'échelle régionale (politiques de mobilité de la Région de Bruxelles-Capitale et de la Région flamande)
- L'échelle de la zone d'intervention
- L'échelle locale, par exemple au niveau des sites des nouveaux projets.

Nous formulons des recommandations à une ou plusieurs échelles, suivant ce qui est pertinent.

Pour la description de la demande de déplacements, nous renvoyons le lecteur à la section 6.1 (Evolution de la demande de déplacements). Pour rappel, dans tous les scénarios S1 à S4, les programmes considérés sont les mêmes, et donc la demande totale de déplacements tous modes est la même également.

9.2. Recommandations relatives aux programmes

Comme on l'a dit plus haut (voir section 5.3.2), on a pris le parti dans cette étude d'envisager principalement des aménagements des réseaux et des politiques de transport plutôt que des modifications des programmes. La zone d'étude est vouée à se développer économiquement, aussi un niveau de demande équivalent au S1 sera probablement atteint à un certain moment. Néanmoins, dans cette section, nous proposons quelques réflexions sur les programmes. Avec la généralisation du télétravail en particulier pour les plus grandes entreprises, on peut estimer que le besoin en bureaux sera moindre à l'avenir. Les déplacements domicile-travail du secteur tertiaire sont ceux qui impactent le plus le trafic à la pointe du matin et du soir (les déplacements de travail pour d'autres secteurs d'activité et les déplacements pour d'autres motifs que le travail se répartissent plus uniformément sur les heures de la journée). Cette généralisation du télétravail diminue donc la demande totale, mais encore plus la demande aux heures de pointe, ce qui est évidemment d'une grande importance pour la zone d'étude.

Le tableau ci-dessous détaille par fonction le nombre de déplacements des programmes du S1 tels que prévus dans les programmes indicatifs :

Tableau 16 : Répartition des déplacements par jour du programme du S1 par fonction agrégée

Fonction agrégée	Déplacements journaliers S1	Part de déplacements
Industrie	28 200	28%
Service	16 200	16%
Loisirs et culture	15 500	16%
Équipement d'intérêt collectif	14 900	15%
Bureaux	10 700	11%
Logements	10 700	11%
Horeca	3 800	4%
Total général	100 000	100%

Ce tableau montre que la fonction "loisirs et culture" et les bureaux représentent une part significative des déplacements journaliers : la fonction "loisirs et culture" représente 16% des déplacements journaliers, tandis que la fonction de bureaux représente 11%. L'industrie et les services représentent chacun une part plus importante des déplacements, avec respectivement 28% et 16%.

Si des fonctions devaient être réduites sur la zone d'étude ou réorientées vers d'autres zones, pour réduire la pression sur le système des transports dans la zone d'étude, il nous semble que les fonctions à envisager en premier lieu seraient la fonction « bureaux » et la fonction « loisirs et culture », moins liées à la vocation industrielle de la zone et plus facilement délocalisables dans une autre zone. Soulignons encore que les déplacements en lien avec la fonction « loisirs et culture » se répartissent tout au long de la journée et ne sont pas concentrés aux heures de pointe ; le bénéfice pour la mobilité, si on réduit ces déplacements, sera donc moindre que si on réduit la fonction « bureaux ».

Une autre mesure concernant les programmes, qui pourrait améliorer la mobilité aux heures de pointe serait d'accorder plus de flexibilité pour les heures d'arrivée et de départ des travailleurs de la zone d'étude, de manière à étaler les déplacements et à moins les concentrer aux heures de pointe.

9.3. Recommandations favorisant le report modal

Parmi les quatre scénarios S1, S2, S3 et S4, seul le scénario S4 permet de revenir à des conditions de circulation routière similaires à celle du scénario S0 en termes de temps de parcours et en termes de niveau de service aux carrefours (S0 = scénario 2030 sans les nouveaux programmes, mais comprenant déjà une augmentation de la demande de déplacement par rapport à 2017). Le scénario S0 constitue ici un point de comparaison pour les autres scénarios, il ne constitue pas en lui-même un objectif, mais fournit simplement un point de comparaison. Le scénario S4 table sur des parts modales ambitieuses, tant pour les personnes que pour les marchandises. Pour atteindre les ambitions des deux Régions en matière de report modal, il faudra mettre en œuvre un certain nombre de mesures, qui sont plus ou moins faciles à mettre en œuvre et qui sont plus ou moins efficaces, c'est-à-dire ont plus ou moins d'impact. Pour le transport de personnes, on peut distinguer

- les mesures d'amélioration de l'offre alternative (transports en commun, vélo, cheminements piétons, covoiturage, navettes)
- et les mesures dissuasives de l'usage de la voiture (par exemple, réduction des emplacements de stationnement, tarification dissuasive, ...).

Pour le transport de personnes, il existe en effet un consensus des experts sur le fait que les mesures attractives (mesures dites “carotte” – notamment l’amélioration des transports en commun) sont moins efficaces pour changer les comportements des automobilistes que les mesures dissuasives (mesures dites “bâton” - telles que la restriction du stationnement ou un péage routier).

Nous rappelons ci-dessous les mesures préconisées à trois échelles (régional, zone d’intervention, local), mais il faudra que les mesures se combinent entre ces trois échelles et se renforcent mutuellement pour pouvoir atteindre les parts modales prises comme hypothèse dans le scénario S4. Sensibiliser les usagers aux enjeux environnementaux peut aussi contribuer à encourager l’adoption de modes de transport plus durables, tels que la marche, le vélo, les transports en commun ou le covoiturage. Il est important de communiquer de manière claire et adaptée à chaque public cible, en utilisant des canaux de communication pertinents pour atteindre les usagers de la zone. Par exemple, des campagnes de communication digitale peuvent toucher les jeunes travailleurs, tandis que des événements de sensibilisation physiques peuvent être organisés pour les habitants de la zone.

Au niveau régional : La zone d’étude s’étend sur les Régions de Bruxelles-Capitale et flamande, aussi les objectifs et mesures des deux Régions impactent directement les usagers de la zone.

Voici les objectifs globaux de parts modales 2030 pour la Région de Bruxelles-Capitale :

Pour les déplacements en lien avec la RBC (c’est-à-dire entrants, sortants ou intra-RBC), tous motifs confondus, l’objectif de GoodMove est de passer d’une part modale de la voiture (conducteur) de 33 % en 2018 à 25 % en 2030. Pour les déplacements domicile-travail dans les entreprises de plus de 100 travailleurs (en lien avec la RBC), l’objectif de GoodMove est de passer d’une part modale de la voiture (conducteur) de 39 % en 2018 à 28 % en 2030.

Les objectifs de la Région flamande varient selon la localisation. Pour les zones urbaines du Brabant flamand, l’objectif est de parvenir à une part modale de 50¹⁶ % pour les modes non durables (voiture conducteur et passager enfant) et de 50 % pour les modes durables (marche, vélo, transport en commun et covoiturage / passager adulte).

Notons encore que la part modale de la voiture pour les déplacements domicile-travail de la zone d’étude est de 62,9 % (source : modèle MOW, 2017). L’application de l’objectif du Brabant flamand signifierait donc de passer de 62,9% (2017) à 50% en 2030.

Au niveau de la zone d’intervention : les recommandations générales sont :

- Centres-villes apaisés (bannissement du trafic de transit)
- Amélioration de l’offre TC
- Développement des pistes cyclables
- Aménagement des cheminements piétons (confort et qualité)
- Politique de stationnement dissuasive (réduction du nombre d’emplacements, tarification dissuasive)
- Plans de mobilité d’entreprise

Parmi les mesures efficaces pour le report modal, il faut également mentionner le péage urbain ou toutes les mesures qui s’apparentent à une tarification plus élevée de l’usage de la voiture. Cependant

¹⁶ Regionaal Mobiliteitsplan, [RMP_Vlaamse_Rand_eindnota_ontwerp_digitaal_ve4vld.pdf](https://www.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-03/RMP_Vlaamse_Rand_eindnota_ontwerp_digitaal_ve4vld.pdf) (vlaanderen.be), mars 2023

cette mesure est d'ordre global, régional, elle a de nombreuses implications (acceptabilité, système de contrôle, ...), et l'évaluation de ses effets dépasse le cadre de cette étude.

Il peut être utile de travailler en collaboration avec les employeurs de la zone pour promouvoir l'adoption de modes de transport durables auprès de leurs employés. Cela peut inclure des mesures telles que la mise en place de programmes de covoiturage (programmes éventuellement mutualisés entre plusieurs entreprises) ou de subventions pour l'achat de vélos ou de cartes de transport en commun.

Au niveau local : les recommandations générales sont :

- Limitation du stationnement sur les sites des nouveaux programmes
- Navettes
- Covoiturage
- Coupure de certaines voiries (ex. Kerklaan).

9.3.1. CENTRES-VILLES APAISES

Nous renvoyons le lecteur aux résultats de simulation des scénarios S2 et S3, pour voir l'évaluation des propositions suivantes (voir chapitre 6 – tableaux d'évaluation des scénarios et tableaux de synthèse par thématique) :

- Zone 30 dans le centre-ville de Machelen (S2)
- Péage PL dans le centre de Vilvorde (S2)
- Interdiction du trafic de transit en dehors des axes structurants (S3).

Il faut rappeler ici que protéger les centres-villes du trafic de transit fait se reporter une partie de ce trafic sur d'autres modes (report modal), mais aussi sur des itinéraires routiers alternatifs environnants : la recommandation a donc souvent comme conséquence une augmentation de la congestion sur le réseau environnant la zone protégée. Une signalisation adaptée doit permettre aux usagers en transit d'emprunter les axes structurants.

9.3.2. AMELIORATIONS TC

Nous renvoyons le lecteur aux résultats de simulation des scénarios S2 et S3, pour voir l'évaluation de certaines des propositions suivantes :

- Augmentation de la fréquence de la ligne ferroviaire S1 (scénario S0)
- Augmentation de la fréquence du bus 58
- Nouvelle ligne de bus est-ouest (S2, S3), fréquence de 5 bus/heure (S2) ou 10 bus/heure (S3). Dans le S3, cette ligne de bus passe par le nouveau pont, ce qui rend l'exploitation possible. Le passage sur le pont de Buda comme dans le S2 contraint l'exploitation de la ligne à cause de la levée du pont. Une étude approfondie est préférable pour évaluer la faisabilité de cette option.
- Navette bus CAT-site, Broeksite (non testé dans le modèle)
- Déplacement de la gare de Buda sur la Kerklaan (non testé dans le modèle).

Une autre mesure envisageable serait de favoriser le bus sur la Vilvoordelaan et la Machelenstraat.

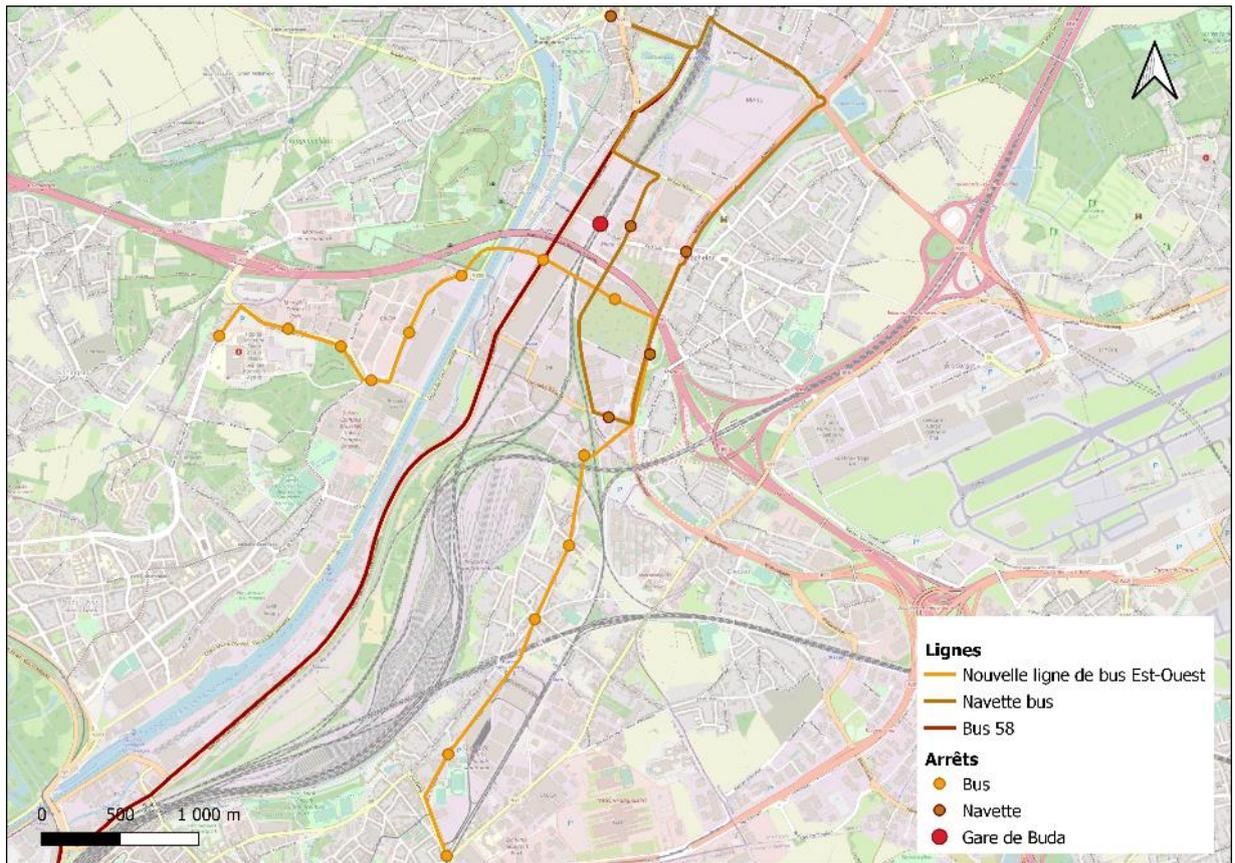


Figure 58 : Aménagements TC recommandés

Le doublement de la fréquence du bus 58 passant de 1/10 minutes à 1/5 minutes permet d'augmenter la fréquentation de 130% avec près de 4 800 passagers journaliers en plus. Cependant, il faut noter que c'est principalement un report d'itinéraire des usagers du train S1 vers le bus 58, il y a donc peu de report modal en provenance de la voiture. La ligne Est-Ouest crée une nouvelle liaison forte qui permet un report modal plus important.

L'amélioration de la fréquence et de l'accessibilité sont des facteurs importants pour l'adoption du mode TC. Cependant il faut aussi prendre en compte la qualité des arrêts et le confort dans le transport en commun. Les arrêts de la ligne 58 le long du projet de Schaerbeek-Formation n'offrent pas de bonne condition de micro-accessibilité. Nous recommandons donc d'améliorer l'aménagement de ces arrêts de bus.

La combinaison de différents modes de transport, ou « inter-modalité », est une stratégie efficace pour réduire l'usage de la voiture et encourager des déplacements plus durables. Les innovations technologiques peuvent jouer un rôle important dans la mise en place de solutions intermodales fluides et simples pour les usagers. Par exemple, des applications de mobilité intégrée peuvent permettre aux usagers de planifier des trajets combinant plusieurs modes de transport (marche, vélo, transports en commun, covoiturage, etc.) en temps réel, en fonction des conditions de circulation et de la disponibilité des différents modes de transport. Ces applications peuvent également permettre aux usagers de réserver et de payer leurs déplacements via une seule plateforme, ce qui simplifie le processus pour les usagers et encourage l'utilisation de modes de transport plus durables.

Il est important que ces solutions intermodales soient accessibles à tous les usagers de la zone, notamment aux personnes à mobilité réduite ou aux usagers ne disposant pas d'un accès facile aux technologies numériques. Il est également important de veiller à ce que les différents modes de transport soient bien connectés les uns aux autres, en particulier les transports en commun, afin de faciliter la combinaison de différents modes de transport et d'encourager leur utilisation.

Une proposition qui semble a priori favorable au transport en commun serait de déplacer la gare de Buda plus près des nouveaux développements d'emploi (voir localisation proposée sur la carte ci-dessous). Le déplacement de la gare de Buda n'a pas été modélisée dans le modèle macro. Selon le MOW (qui a réalisé quelques tests en interne), l'impact du déplacement de la gare de Buda vers le nord, sur la Broekstraat, n'est pas significatif au niveau du modèle macroscopique. Il semble tout de même que le déplacement de la gare vers le nord favorisera l'usage du train pour les projets à proximité. De plus, l'arrêt ferroviaire près de Kerklaan se trouve sur 2 lignes de chemin de fer, de sorte que plus de trains peuvent s'y arrêter. La carte ci-dessous illustre la proximité de la nouvelle gare avec les nouveaux sites.

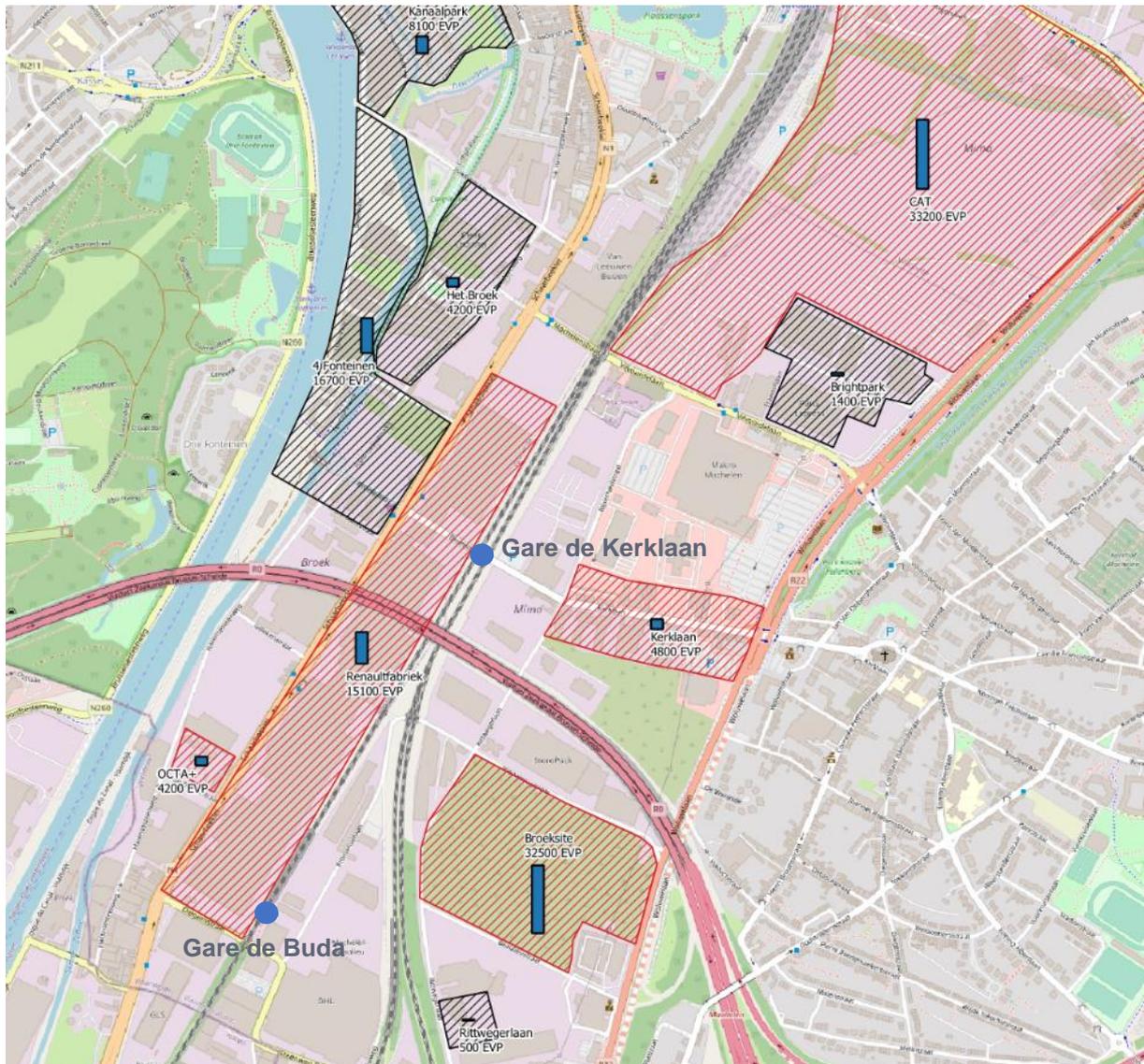


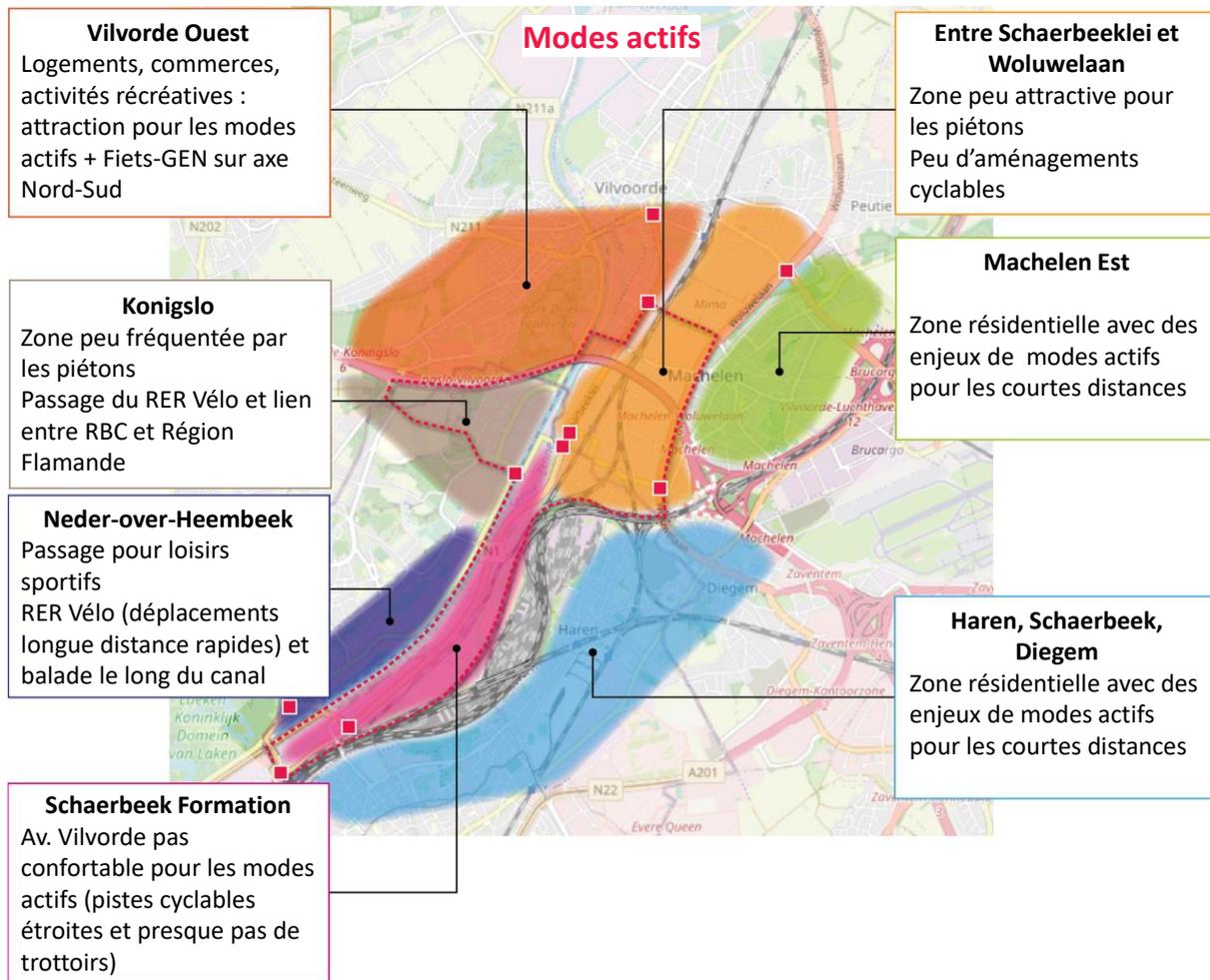
Figure 59 : Proposition d'emplacement de la gare de Kercklaan (remplacement de la gare de Buda)

9.3.3. PISTES CYCLABLES

Au niveau régional, la part de marché du vélo est en augmentation régulière depuis quelques années déjà, notamment auprès des jeunes générations, et la crise Covid a accéléré cette augmentation. Pour accompagner et renforcer cette tendance, les pouvoirs publics peuvent améliorer le réseau cyclable dans la zone d'intervention.

Les macrosimulations ne permettent en général pas d'évaluer les effets de pistes cyclables, c'est pourquoi nous n'avons pas simulé de piste cyclable dans les scénarios S2 à S4. Cependant le développement des infrastructures cyclable est une mesure de base pour inciter au report modal vers le vélo. De plus une partie significative des déplacements de/vers la zone d'étude est de courte distance. Il existe donc un certain potentiel de croissance pour la part de marché du vélo, en particulier pour les déplacements domicile-travail.

La carte ci-dessous montre les points forts et points faibles du réseau cyclable et des cheminements piétons dans la zone d'étude. Cette carte peut inspirer les aménagements cyclables à mettre en œuvre en priorité.



Par ailleurs, voici ci-dessous les itinéraires cyclables de la zone d'étude prévue par les ICR (Itinéraires Cyclables Régionaux) de la Région de Bruxelles-Capitale, le BBF (Bovenlokaal Functioneel Fietsroutenetwerk) de la Région flamande et le RER-vélo. À peu près la moitié du RER-vélo sera réalisé par des plans déjà existants dans les réseaux ICR et BBF.

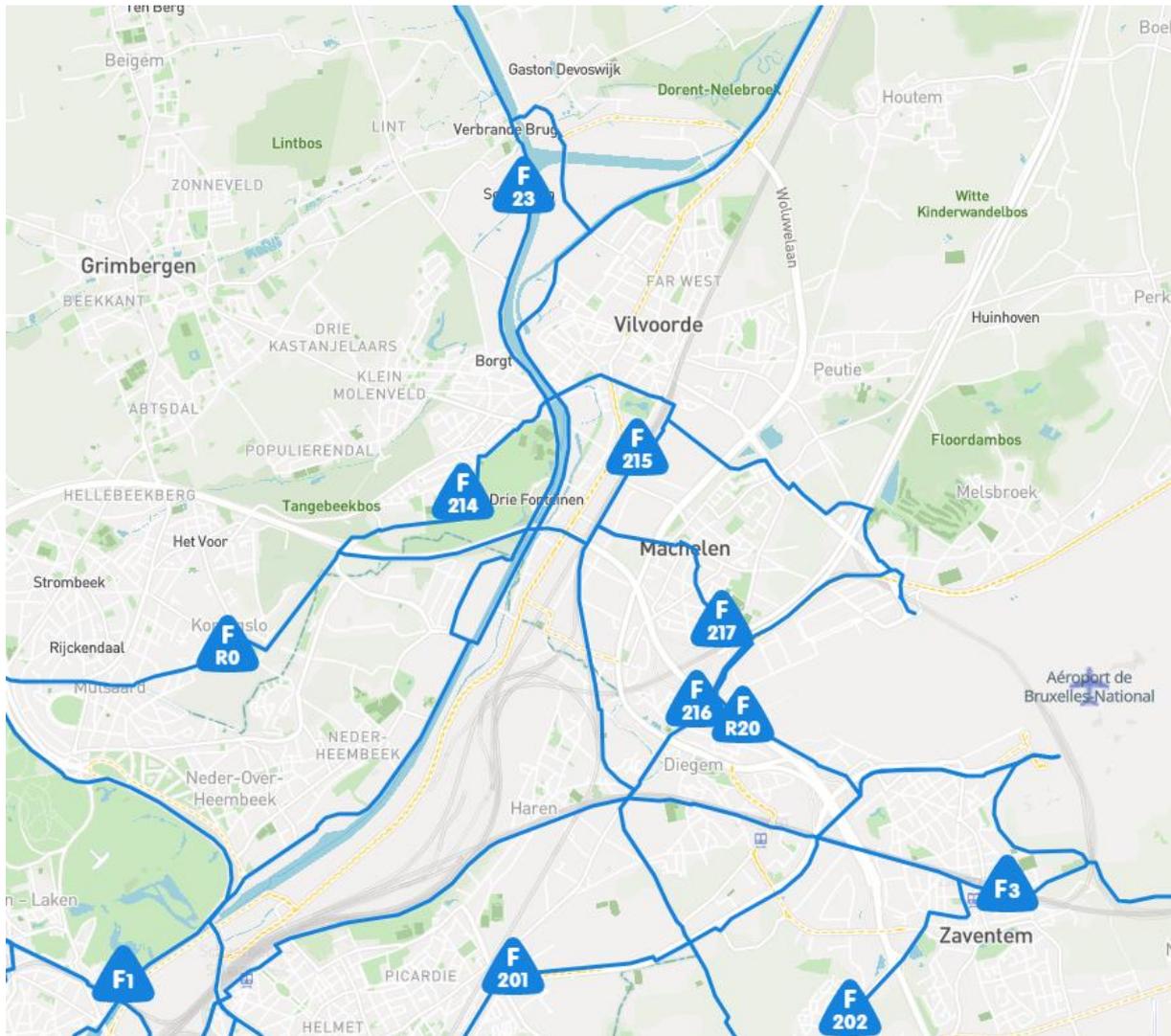


Figure 60 : Carte des cyclostrades ([Fietssnelwegen overzicht - Cyclostrades](#))

La carte ci-dessus montre l'ambition de la Région flamande de s'engager davantage encore en faveur des autoroutes cyclables. Le Plan régional de mobilité (PRM) de la Région flamande met aussi l'accent sur le développement des pistes cyclables. Il montre l'ambition, dans la zone située au-dessus de la Budasteenweg, d'obtenir une zone avec un bon accès supra-local pour les cyclistes.

Au nord du viaduc R0, une passerelle piétonne a été construite pour atteindre le domaine des Trois Fontaines, qui n'est pas facilement accessible à vélo. Cependant le pont de Buda, qui est temporairement hors service, montre l'importance des connexions cyclistes franchissant le canal. Dans ce contexte, nous rappelons l'initiative "Tous les chemins mènent à Haren", qui prévoit une liaison cyclable à grande échelle franchissant le canal, de Haren à Lower Overheembeek et au-delà. Il en va de même pour la piste cyclable F_R0 parallèle au viaduc du ring. Il serait intéressant de coordonner ces grandes traversées au niveau interrégional en Flandre et à Bruxelles afin de rendre la région facilement accessible en vélo.

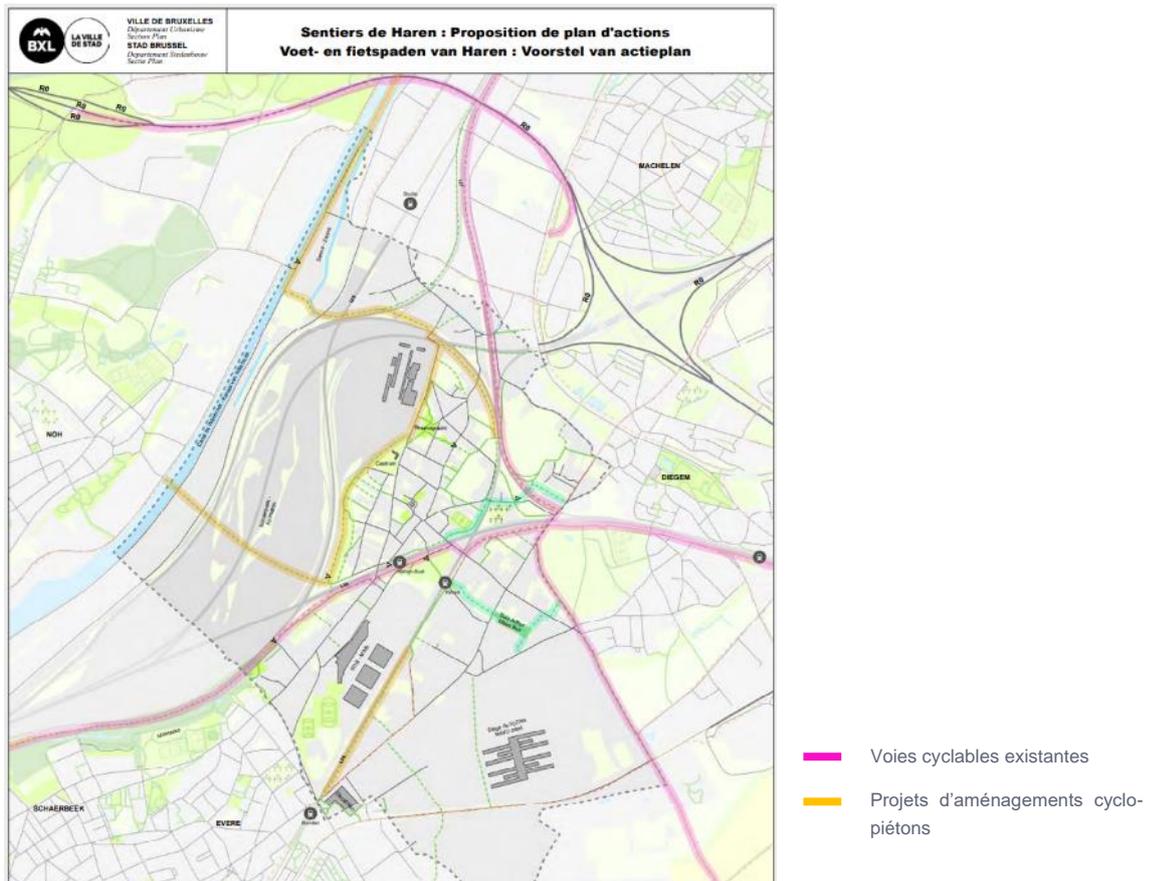


Figure 61 : Projets cyclo-piétons dans la zone d'étude (source : Ville de Bruxelles)

OBJ

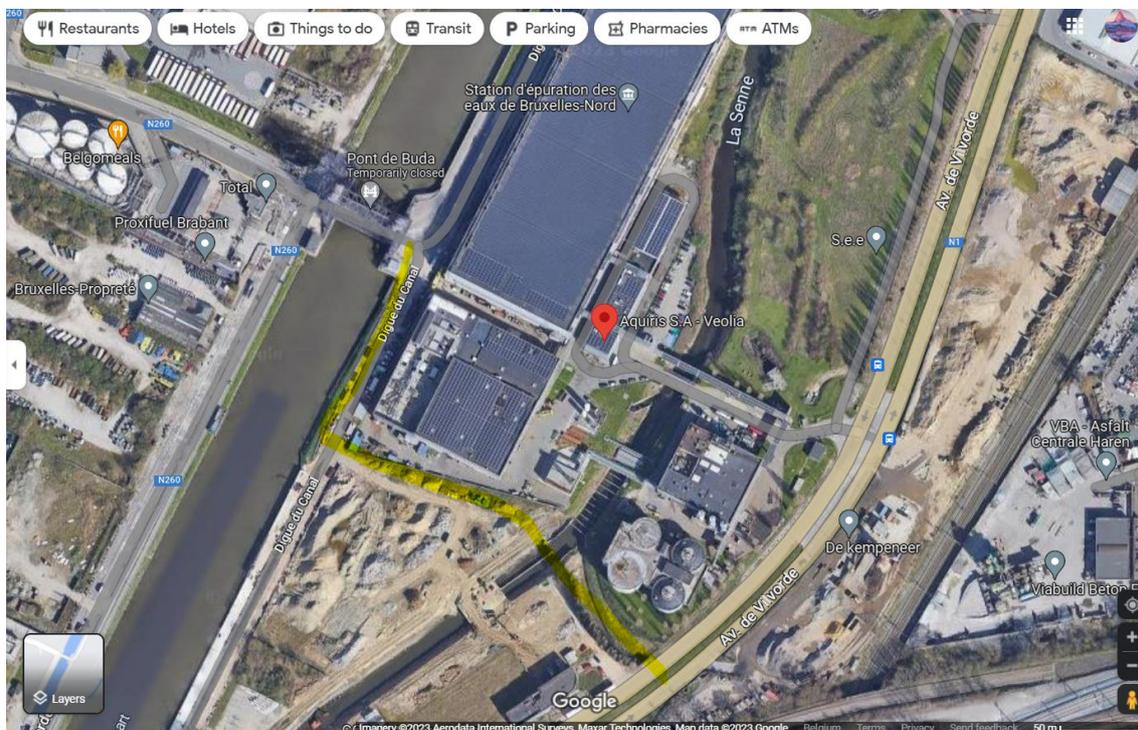


Figure 62 : Aménagements routiers et cyclopiétons prévus ou suggérés à hauteur du pont de Buda (source : Ville de Bruxelles)

Nous reprenons encore ci-dessous un autre exemple de projet de traversée pour les cyclistes.

L'avenue de Vilvorde - Schaarbeeklei (N1) reliant Vilvorde à Bruxelles est délimitée par le canal à l'est et les voies de chemin de fer à l'ouest. Bruxelles Mobilité étudie, pour l'instant, l'ajout de pistes cyclables séparées unidirectionnelles le long du trajet de l'avenue de Vilvorde. Mais il est clair que la qualité paysagère le long de l'avenue de Vilvorde n'est pas élevée, et l'ajout de pistes cyclables séparées ne suffira pas à améliorer la qualité paysagère.

Par contre, l'étude du plan de qualité paysagère et urbanistique menée par Perspective Brussels¹⁷ propose un itinéraire cyclable le long de la Senne. Cet itinéraire prolongerait donc la cyclostrade F1. Ce tracé alternatif propose un itinéraire séparé de la circulation et un environnement plus agréable. La figure suivante esquisse le tracé de cet itinéraire.

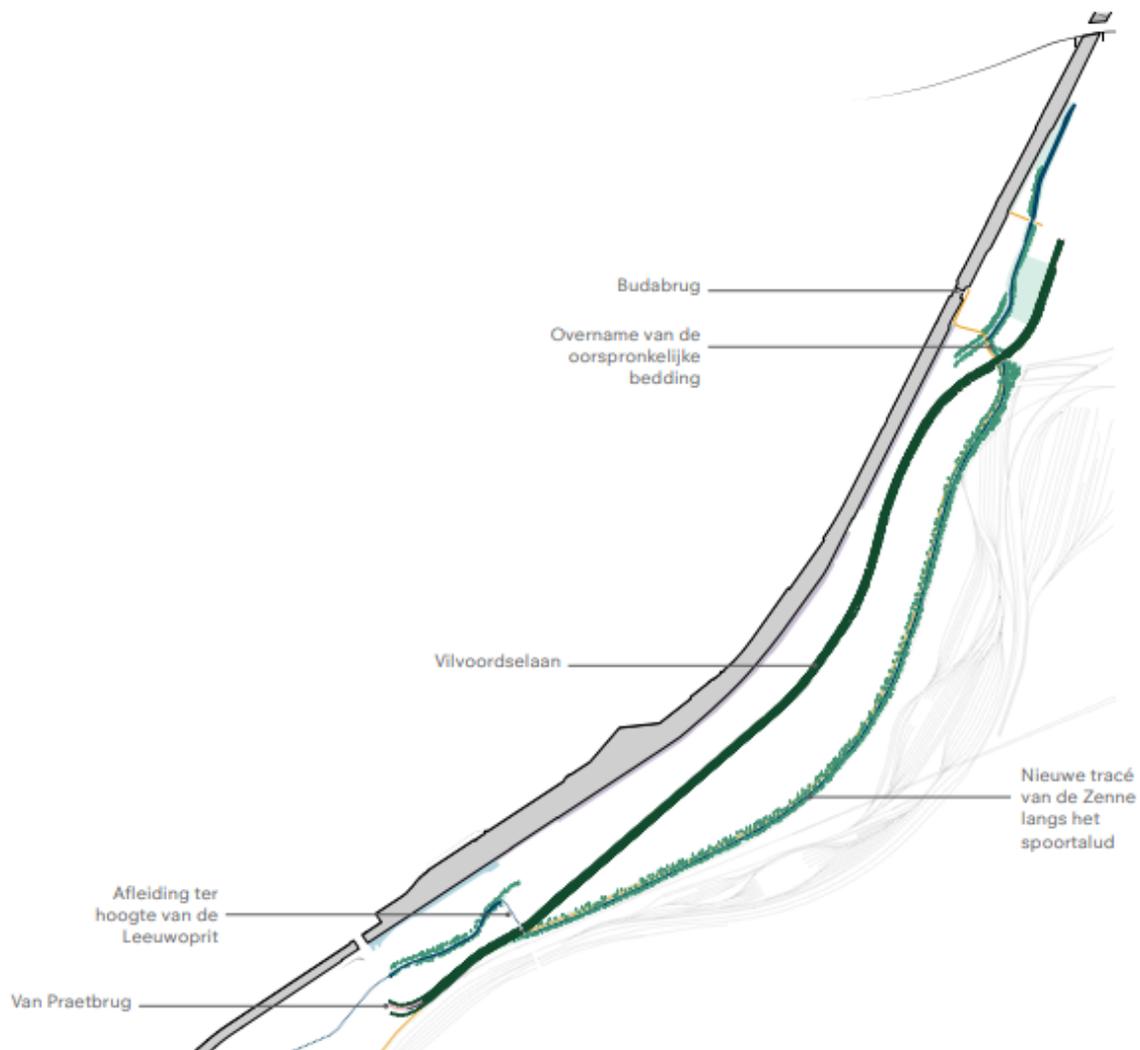


Figure 63 : Proposition de tracé entre Vilvorde et Bruxelles passant le long de la Senne (BKP, Perspective Brussels)

Cet itinéraire permet de relier Vilvorde à Bruxelles sur le côté Est du canal sans passer par le pont Buda, dont le franchissement peut engendrer des temps d'attente élevés, lorsqu'il doit être levé.

¹⁷ https://perspective.brussels/sites/default/files/poles/bkp_nl_hd.pdf

9.3.4. LIMITATION DU STATIONNEMENT SUR LES SITES DES NOUVEAUX PROGRAMMES

Un des leviers d'action pour inciter à un report modal significatif est la réduction de la capacité de stationnement. C'est une mesure très efficace, car, pour choisir leur mode de transport, les usagers comparent les temps de parcours, les coûts et le confort des différents modes qui leur sont disponibles. En réduisant les emplacements de stationnement en voirie et hors voirie, on augmente de facto le temps de porte à porte en voiture et on rend donc la voiture moins attractive.

Une façon de faire consiste à offrir moins de places de stationnement fixes et à inciter à un usage multiple de chaque place.

Plus concrètement, voici quelques mesures que nous recommandons en matière de stationnement :

- mutualiser les emplacements de stationnement au sein d'un même site et entre différents sites
- envisager un parking commun à gestion publique (comme à Tour & Taxis)
- envisager de mutualiser les emplacements pour logements et emplois¹⁸
- prévoir un nombre suffisant d'emplacements de stationnement pour les vélos et prévoir des parkings facilement convertissables voitures/vélos
- établir et mettre en œuvre des Plans de déplacements d'entreprise (aménageant des solutions de covoiturage, des navettes d'entreprise, ...) pour compenser le nombre limité d'emplacements et offrir aux employés et ouvriers des alternatives confortables à l'autosolisme.

9.3.5. RESUME PAR MODE

Le tableau ci-dessous résume les **mesures et aménagements locaux** recommandés pour favoriser le report modal.

Tableau 17 : Résumé des aménagements recommandés pour inciter au report modal

Mode de transport	Aménagements et mesures proposés
Voitures	Zone 30 Machelen Fermeture de la Brusselsesteenweg au trafic routier (hors trafic purement local) Fermeture de la Harensessteenweg au trafic routier (hors trafic purement local)
Transports en commun	Augmentation de la fréquence du bus 58 Sur le pont de Buda, accès réservé aux poids lourds, aux TC, aux piétons et aux vélos (interdit aux voitures) Nouvelle ligne de bus est-ouest : si un nouveau pont n'est pas construit, il y a une concertation à mener avec la STIB pour que celle-ci accepte d'exploiter une ligne passant par le pont de Buda. Par exemple, si le pont de Buda est fermé aux voitures particulières, il serait éventuellement possible que la STIB accepte d'exploiter une ligne passant sur le pont.

¹⁸ À noter cependant que cette mesure peut avoir un effet pervers : il se peut qu'elle incite les habitants à utiliser leur voiture pour libérer la place pour un actif.

	Navette bus CAT-site, Broeksite Déplacement de la gare de Buda
Vélos	Passerelle cyclopiétonne (Salangaanbrug) Tracé entre Vilvorde et Bruxelles passant le long de la Senne (tracé indicatif) Passerelle NOH — Haren Accès Est-Ouest au niveau du pont Buda de manière fonctionnelle (par exemple Ringfietspad à étudier)
Piétons	S'assurer que les trottoirs existent et sont en bon état notamment en liaison avec les arrêts de bus. Par exemple, il n'y a pas de trottoir sur la General Lemanlaan.
Poids lourds	Développement du vélo-cargo Restriction de la circulation de camions en centre-ville (interdiction au trafic PL de transit) Sur le pont de Buda, accès réservé aux poids lourds, aux TC, aux piétons et aux vélos (interdit aux voitures)

9.4. Optimisation du trafic routier

9.4.1. RECOMMANDATIONS

Mesures testées dans les macrosimulations, visant à améliorer l'écoulement du trafic routier résiduel :

- Remplacement du rond-point De Vuist par un carrefour à feux, favorisant l'axe nord-sud (S2)
- Carrefour à feux Budasesteenweg # Schaarbeeklei (N1), avec plus de temps de vert sur les échanges sud-est (S2)
- Nouveau pont (S3)
- Optimisation des carrefours à feux sur la N1 cf. microsimulations
- Aménagements des carrefours à feux de la N1 cf. microsimulations
- Rond-point Parkstraat cf. microsimulations
- Fermeture du pont Buda aux VP cf. microsimulations
- Fermeture de la Brusselsesteenweg au trafic routier (hors trafic purement local)

Autres mesures envisageables, qui n'ont pas été testées :

- Établir un plan / schéma de circulation local et ramener les flux vers des axes structurants nord-sud et est-ouest (voir proposition ci-dessous)
- Trémies sur les carrefours #Woluwelaan-Vilvoordelaan
- Limitation du passage de bateaux aux heures de pointes au niveau du pont Buda (7h-9h et 16h-19h).

Les microsimulations ont aussi permis de tester une série d'aménagements, plus localement. Il en ressort qu'aucun aménagement n'améliore la circulation si ce n'est le scénario S4_C qui l'améliore grandement. Toutefois, dans ce scénario, l'aménagement d'un rond-point au carrefour 0 ne donne pas la priorité aux TC. Cela peut toutefois être le cas à condition de réaliser des aménagements

supplémentaires tels que l'ajout d'une bande réservée aux bus accompagnée, ou non, de feux à priorité pour les bus. Cela reste néanmoins à étudier.

Les scénarios A et B restent eux relativement similaires au scénario de base.

Les aménagements testés sont présentés en détail au chapitre 8 sur les microsimulations.

9.4.2. PROPOSITION DE STRUCTURATION DES ACCES ROUTIERS A LA ZONE D'ETUDE

Nous présentons dans cette section une proposition pour une structuration plus claire des accès routiers à la zone d'étude, pour canaliser les flux sur les voiries de niveau supérieur.

Cette proposition n'a pas été modélisée (ni avec le modèle macro, ni avec le modèle micro) ; elle est issue des réflexions du bureau d'études, à partir de l'ensemble des résultats des macrosimulations. Dans le timing de l'étude, elle a précédé les microsimulations en Vissim. Cette analyse adopte une vision plus large que l'analyse locale des carrefours étudiés avec Vissim : ici, il s'agit de traiter les accès routiers à la zone d'étude dans son ensemble.

Les deux principales voiries capacitaires de la zone d'étude, la N1 et la Woluwelaan, ont été retenues comme **voiries structurantes nord-sud** (voir la figure ci-dessous). La N1 est, en Région de Bruxelles-Capitale, une voirie à 2x2 bandes comme la Woluwelaan en Région flamande. Cette dernière voirie, à l'est, relie deux échangeurs autoroutiers via une bretelle Ring/E19 à réaliser au sud et via la Luchthavenlaan et l'échangeur 12 de l'E19 au nord de la zone. Un tunnel de 600m est actuellement en construction dans la partie sud de l'avenue de Woluwe. À l'ouest, la N1 est reliée au Ring via le pont de Buda et l'échangeur 6.

Les 3 accès possibles depuis le ring et l'autoroute E19 sont donc les suivants :

- Le complexe de sortie de l'E19 vers la Luchthavenlaan (sortie 12)
- L'échangeur de Machelen (R0/E19), avec des sorties du R0 vers le R22 et vice versa
- Le complexe de sortie R0 Vilvoorde-Koningslo (sortie 6).

Ces deux axes nord-sud sont reliés par **deux axes est-ouest**, au sud, par la General Lemanlaan et la chaussée de Buda et, au nord, par la Vilvoordelaan.

Ce maillage permet la desserte des zones d'activités existantes et futures, pour les véhicules légers comme pour les poids lourds, et servira de collecteur pour les voiries de quartiers, plus calmes et destinées aux modes doux, sans détourner le trafic vers les centres adjacents.

Accès VP et PL à la zone d'étude depuis les infrastructures autoroutières

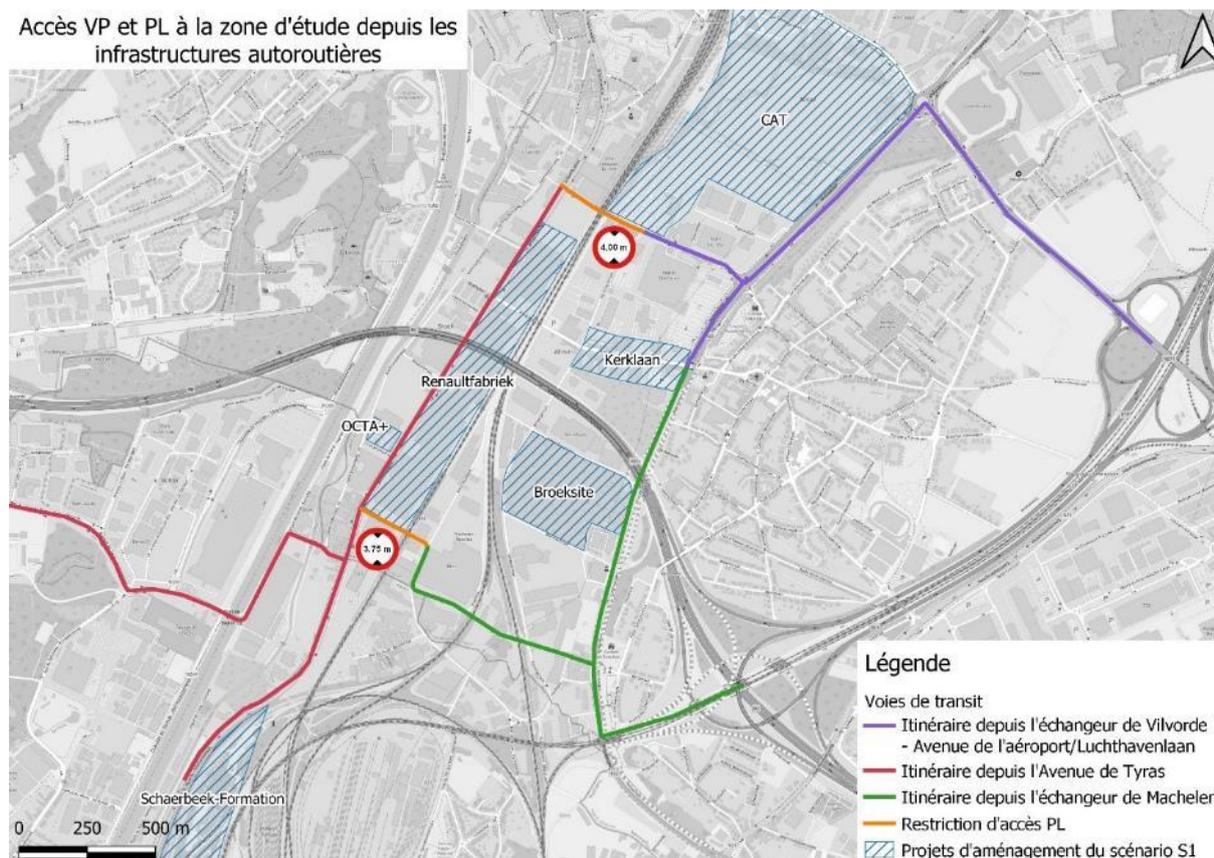


Figure 64 : Carte des accès à la zone d'étude depuis les autoroutes

Comme la Kerklaan est fermée aux véhicules motorisés au niveau des voies ferroviaires, les deux itinéraires de liaison est-ouest sont la Vilvoordelaan et la chaussée de Buda. Le trafic de poids lourds y est restreint respectivement par des tunnels de 4 et 3,75 mètres de hauteur. Les semi-remorques ayant une hauteur de maximum 4 m peuvent emprunter la Vilvoordelaan ou l'itinéraire de l'avenue de Tyras pour accéder à l'ouest de la zone d'intervention (limite des chemins de fer).

À l'ouest, la liaison de la zone d'étude avec le Ring (échangeur 6 Vilvorde-Koningslo) et avec la zone industrielle de la rive gauche du canal passe principalement par le pont de Buda. Le pont de Vilvorde au nord et le pont Van Praet au sud, autres moyens de franchir la barrière du canal, sont éloignés de la zone d'étude, ils obligent le trafic est-ouest à des détours et amènent le trafic dans des zones urbanisées. Le pont de Buda est un ouvrage de faible capacité, avec une bande de circulation par sens et des pistes cyclopiétonnes relativement étroites. En outre, les levées fréquentes du pont interrompent toutes les circulations. Ces interruptions de traversées, la faible largeur du pont et le trafic important de poids lourds et voitures sur cet axe font qu'il s'agit d'un vrai goulet d'étranglement pour la zone. Plusieurs pistes sont possibles soit en réduisant le trafic VP avec des mesures de détournement du trafic, soit en interdisant le trafic VP aux heures de pointe avec un contrôle caméra ANPR afin de privilégier l'axe Nord Sud ou plus largement en prévoyant d'importants investissements comme la construction d'un nouveau pont. Une étude plus approfondie serait éventuellement nécessaire pour évaluer l'intérêt et la faisabilité de cette construction et examiner son éventuel emplacement.

Dans cette proposition de structuration du réseau, les voiries retenues comme axes structurants pour les voitures sont les voiries de la catégorie la plus élevée dans la zone d'étude et elles ramènent le trafic sur des voiries de catégorie 1 : au nord vers le Ring et au sud sur l'avenue Van Praet et l'A12 (traits rouges sur la carte de gauche ci-dessous). Le franchissement du pont Buda pour les voitures

particulières n'est pas une priorité. L'autorisation limitée aux TC et aux poids lourds nous semble une meilleure alternative. Pour les poids lourds, le pont Buda se trouve dans la catégorie la plus élevée.

Par ailleurs, nous rappelons ci-dessous les aménagements en cours sur le R22.

Les travaux sur la Woluwelaan entre Kerklaan et Haachtsesteenweg permettront l'accès du R0 vers le R22 et du R22 vers le R0. Voici les aménagements prévus par la Région flamande.

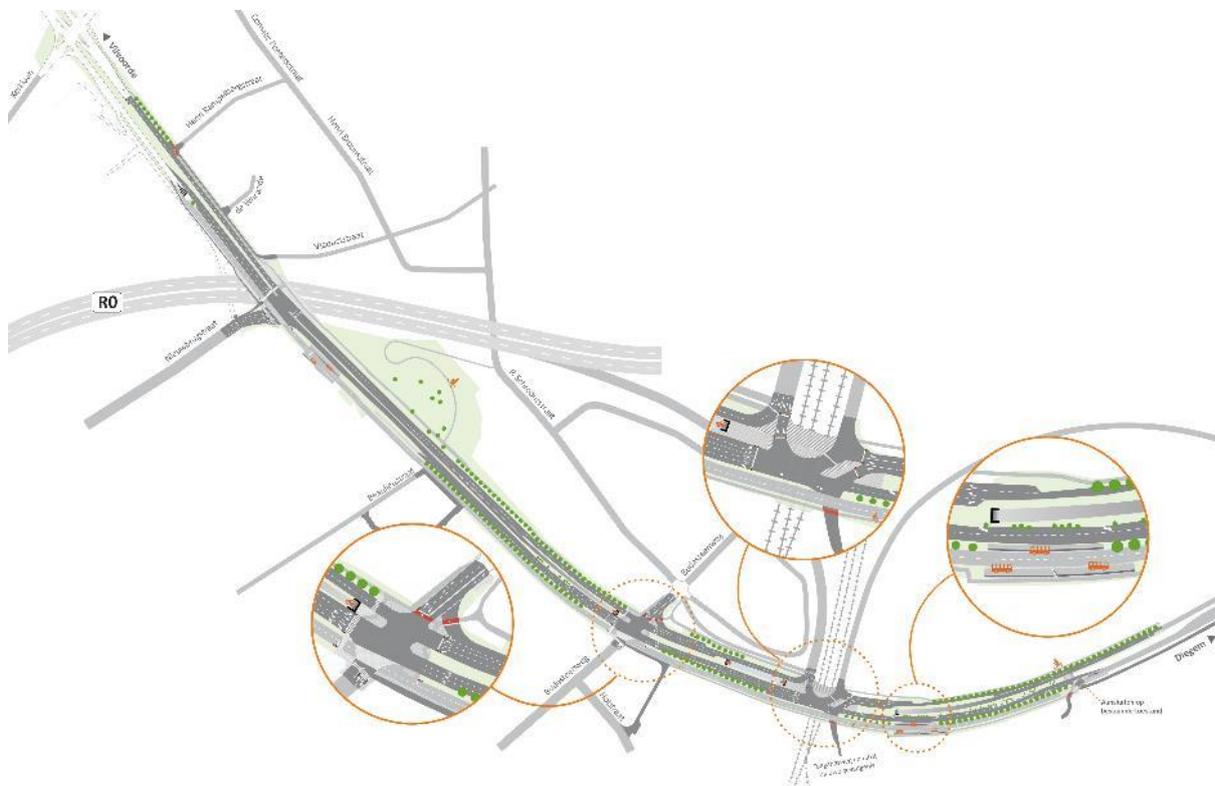


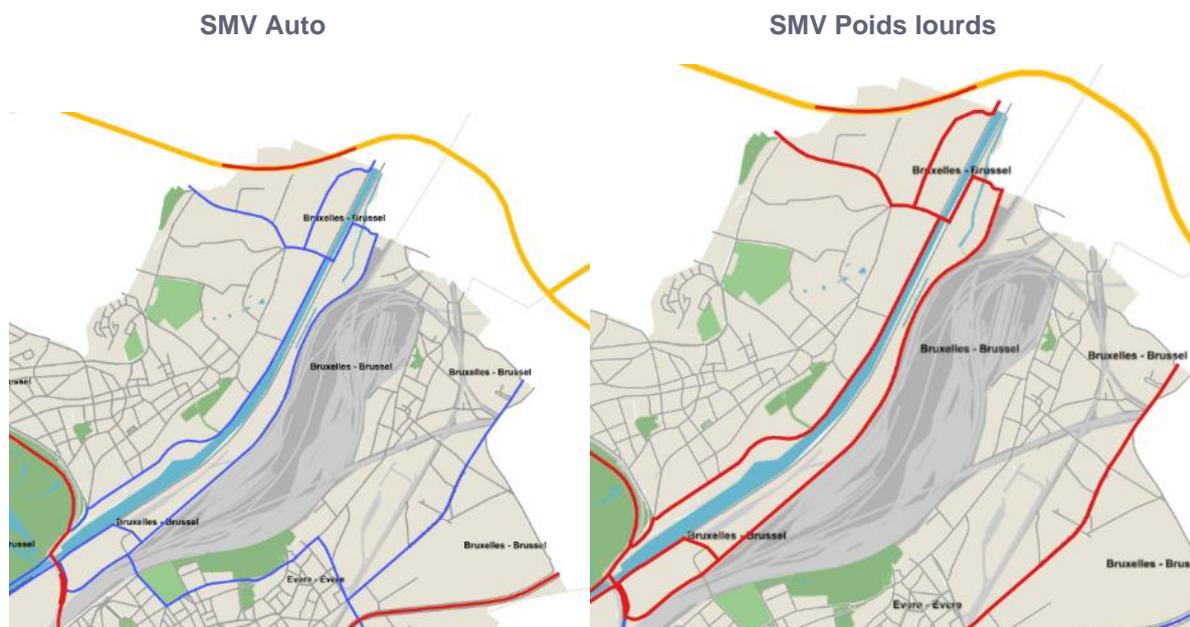
Figure 65 : Aménagement R22 Source AVW <https://wegenverkeer.be/werken/herinrichting-van-de-woluwelaan>

Les entrées et sorties du Ring de Bruxelles (R0) seront dotées d'un tout nouveau carrefour avec des feux de signalisation. Ces feux assurent la fluidité du trafic entre Woluwelaan, le R0 et la partie du R0 entre Machelen et Halle (E19). Si l'on continue tout droit à partir de Diegem, le tunnel permet de passer sous les carrefours (voir figure ci-dessus). Les automobilistes en provenance de Diegem qui souhaitent emprunter le ring intérieur ou extérieur de Bruxelles peuvent se mettre sur la voie de droite à l'intersection pour emprunter la bretelle d'accès. Pour le trafic en provenance de Vilvorde qui souhaite rejoindre le ring intérieur ou extérieur, il y aura des voies de tri à gauche au carrefour de Woluwelaan. Le trafic venant du périphérique et voulant emprunter Woluwelaan sera contrôlé par les mêmes feux de signalisation.

AWV installera également des feux de signalisation à l'intersection de Woluwelaan et de Nieuwbrugstraat afin de rendre la circulation plus fluide et plus sûre. Ce réseau structurant proposé tient compte en Région bruxelloise des recommandations du plan GoodMove. L'avenue de Vilvorde, l'avenue de Tyras, la chaussée de Vilvorde, le pont de Buda, la Digue du Canal et la chaussée de Buda sont des voiries de la catégorie « Confort » (niveau 2) dans la SMV Auto¹⁹ comme illustrée en traits

¹⁹ SMV : Spécialisation multimodale des voiries, définie dans le Plan régional GoodMove de la Région de Bruxelles-Capitale.

bleus sur la carte ci-dessous à gauche et sont des voiries de la catégorie « Plus » (niveau 1) dans la SMV Poids lourds, en traits rouges sur la carte de droite ci-dessous.



Source: <https://data.mobility.brussels/mobigis/fr/>

9.4.3. ACCES AUX PROJETS

Les nouveaux projets envisagés doivent être facilement accessibles par tous les modes de transport. La proximité de centres urbains desservis par un bon réseau de transport en commun, ou des gares devraient favoriser l'utilisation des transports en commun. L'accès PMR est aussi à prendre en compte dans l'accès aux sites.

Concernant les accès routiers aux sites, ils devraient répondre aux critères suivants :

- Optimiser l'accès aux axes structurants, ne pas entraver le fonctionnement de ceux-ci
- Ne pas former de remontée de file sur la voie publique
- Prévoir une entrée et une sortie qui gênent au minimum le trafic (entrée vers la droite et sortie à droite en empêchant le croisement du flux inverse)
- Mutualiser les entrées et sorties afin de minimiser l'impact sur la circulation et réduire les raccordements à la voie publique.
- Prévoir un rond-point ou autre aménagement pour éviter les conflits entre mouvements
- Sur le site même, créer une boucle de circulation interne permettant d'éviter les conflits entre les mouvements entrants et sortants
- Concevoir le partage de l'espace entre les usagers des différents modes.

Ces points sont à prendre en considération et à concrétiser en fonction des conditions locales propres à chaque site. La signalétique joue aussi un rôle important : de manière générale, il est important d'informer les usagers avec une signalétique claire et efficace, pour les orienter vers les entrées et sorties et vers les moyens de transport disponibles (transport en commun, voitures en autopartage, vélo en autopartage).

9.5. Recommandations relatives au transport de

marchandises

Nous présentons dans cette section des recommandations relatives au transport de marchandises dans la zone d'étude ; ces recommandations sont le fruit d'une réflexion sur les potentialités de la zone et sur les activités présentes et futures.

L'impact du transport de marchandises sur la zone d'étude dépend de mesures potentielles qui concernent 3 niveaux :

- Des mesures relatives aux programmes et à leur localisation : en jouant sur le remplissage des zones du périmètre d'étude (types d'entreprises et interactions entre elles) et en mettant en place des politiques d'accompagnement, il est possible d'avoir un impact sur le kilométrage, les véhicules utilisés et les itinéraires, entre autres.
- Des mesures relatives à l'**activité actuelle de la zone d'étude** pourraient - selon le secteur - avoir un impact positif sur le nombre de kilomètres parcourus par les camions dans la zone. Il s'agit, par exemple, d'utiliser davantage les murs de quai pour transporter plus de marchandises par voie fluviale plutôt que par route.
- Des mesures supra-locales qui ont un effet sur le transport de marchandises dans la zone étudiée. Nous avons notamment à l'esprit l'objectif de la Flandre de réaliser un transfert modal tel que 30 % des flux de marchandises seraient transportés par des modes durables (voies navigables intérieures et rail). Ces mesures garantiront une diminution globale du trafic routier de marchandises, au **niveau général**, mais il est vraisemblable que le nombre de mouvements logistiques sur les **routes de niveau local** augmentera en raison de l'utilisation plus intensive des plateformes multimodales dans et autour de la zone d'étude (Port de Bruxelles, Schaarbeek-Formation, terminal à conteneurs Cargovil...).

Dans cette section, nous nous concentrons uniquement sur les **mesures des deux premiers niveaux**. Nous pouvons les subdiviser en mesures visant à :

- **Report modal** - Réduction des volumes de fret transportés par la route et augmentation des volumes transportés par voie fluviale ou ferroviaire (et au niveau local par des vélos cargos, qui sont moins nuisibles que des camionnettes).
- **Éviter/Réduire les flux** - Lorsqu'un transfert modal n'est pas possible pour un flux de marchandises particulier, des optimisations de programmes peuvent permettre de réduire, voire d'éviter complètement certains mouvements de véhicules.
- **Déplacer les flux dans le temps ou l'espace** - Enfin, les flux de marchandises peuvent également être contrôlés en les déplaçant dans le temps (par exemple, par des livraisons de début/fin de journée et de nuit) ou dans l'espace (par exemple, par des restrictions d'accès, avec ou sans fenêtres horaires). Ces mesures servent principalement à sécuriser au maximum les mouvements de marchandises nécessaires dans les zones résidentielles.

Les mesures déjà incluses dans les scénarios, comme l'expansion de la capacité du port de Bruxelles, ne sont pas reprises ici.

9.5.1. RECOMMANDATIONS VISANT LE REPORT MODAL

Avant de présenter des propositions spécifiques au périmètre d'étude, il nous semble intéressant de rappeler que, par rapport à la route, la voie d'eau devient compétitive pour de **moyennes/longues distances** (généralement de l'ordre de 100-200 km), et le chemin de fer pour des distances encore plus longues (généralement de l'ordre de 600-700 km). Ceci est dû à la structure des coûts de ces trois

modes, comme l'illustre le graphique ci-dessous : le coût au kilomètre est moins élevé pour la voie d'eau et pour le fer que pour la route, mais par contre, il y a pour la voie d'eau et le fer des coûts fixes de pré- et post-acheminements routiers. Ce qui fait que le coût total d'un transport par voie d'eau n'est inférieur au coût total par la route qu'à partir d'une certaine distance. Et le coût total par le fer n'est inférieur au coût total par la route que pour une distance encore plus grande. Le graphique ci-dessous illustre le cas d'un conteneur maritime (il n'y a pas de pré-acheminement, seulement un post-acheminement routier), mais les conclusions sur la compétitivité des trois modes sont les mêmes pour tous les types de marchandises.

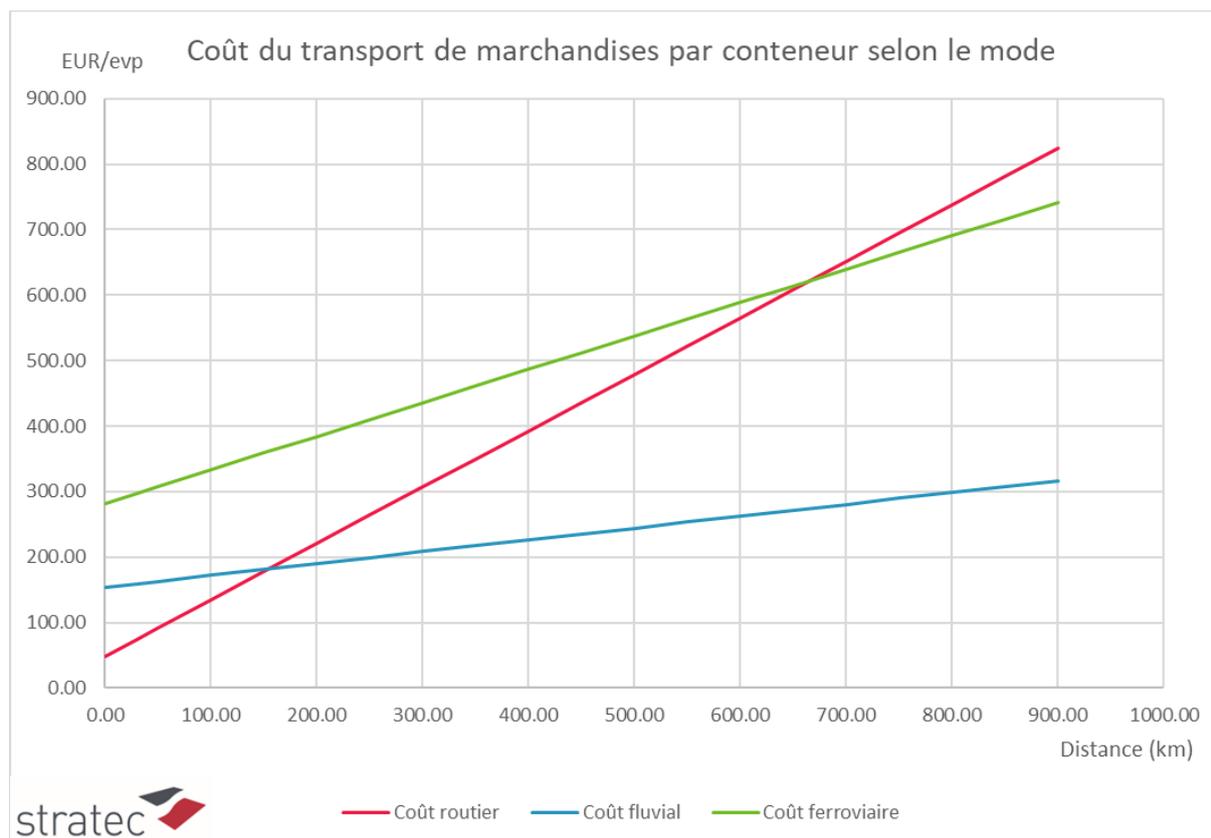


Figure 66 : Coût du transport de marchandises par conteneur en fonction de la distance, selon le mode – Cas d'un conteneur maritime (pas de pré-acheminement – seulement post-acheminement routier) (source des données : Modèle multimodal du transport de marchandises Stratec)

Un deuxième critère pour que les chargeurs envisagent la voie d'eau et le fer est la **massification** : si l'entreprise doit livrer ou recevoir des petits volumes, les options voie d'eau et fer ne sont pas appropriées.

La distance à parcourir et la possibilité de massifier constituent donc deux critères importants pour la capacité d'une entreprise à se reporter des poids lourds vers la voie d'eau ou le train. Et ce report modal, s'il se fait, nécessitera dans tous les cas une certaine réorganisation logistique de l'entreprise. Des plans de livraison d'entreprise (après les plans de déplacement d'entreprise) pourraient être un bon outil pour atteindre cet objectif. De tels plans visent à optimiser la livraison au sein de l'entreprise et proposent des possibilités pour des livraisons mutualisées avec des entreprises voisines ou externes et offrent un maximum de solutions durables.

En théorie, la massification des envois peut dans certains cas se faire par une collaboration entre entreprises et une mutualisation de leurs transports. Néanmoins, pour que cette mutualisation soit possible, il faut que les entreprises en question soient localisées à proximité les unes des autres. Autrement, l'utilisation d'un hub multimodal permet de grouper les livraisons et de les distribuer de façon optimisée. Cela pourrait être possible sur le site Schaerbeek-Formation, néanmoins c'est partiellement contradictoire avec la mixité fonctionnelle voulue par ailleurs dans la zone d'étude, au moins dans une certaine mesure (mixité des fonctions résidentielle, commerciale, de loisirs, tertiaire, industrielle).

9.5.1.a. REPORT MODAL VERS LA NAVIGATION INTERIEURE

Les pouvoirs publics ont un rôle à jouer pour encourager la coopération entre les entreprises et réduire les écarts de coûts entre le transport routier et le transport par voie d'eau ou le train. Cela peut se faire en rendant le transport routier plus cher et/ou en rendant le transport par voie d'eau plus attractif financièrement.

Compte tenu de la présence du canal Bruxelles-Escaut et du port de Bruxelles dans la zone d'étude, il est tout à fait pertinent d'examiner le potentiel d'un transfert modal vers le transport fluvial. La carte ci-dessous présente les entreprises potentiellement concernées par le mode fluvial dans la zone d'étude.



Figure 67 : Entreprises dans la zone d'étude le long du canal ([Google - my Maps Rebel](#))

Nous distinguons ici :

- **Entreprises disposant déjà d'un mur de quai**

Le long du canal Bruxelles-Escourt, un certain nombre d'entreprises utilisent déjà la voie navigable via leurs propres murs de quai. Il s'agit d'une quinzaine de murs de quai, principalement utilisés pour le transbordement de déchets de démolition et de matériaux de construction et de matières premières (p. ex. De Smet, Demeuter, Koekoekx). Dans une mesure limitée, il existe un transbordement de produits pétroliers et chimiques (par exemple, Tessenderlo Chemie, Lukoil). Cependant, une analyse de l'utilisation de ces quais (2016) montre que la marge de progression est encore importante. Dans de nombreux cas, le transbordement de marchandises a lieu moins d'une fois par semaine. Il est également frappant de constater que les murs de quai sont principalement utilisés comme destinations et presque jamais (ou exceptionnellement) comme origines. Une explication possible est que la plupart des

marchandises arrivent en vrac (sous forme de matières premières ou de déchets) et ont ensuite (après une éventuelle transformation) des destinations dispersées. Cependant, nous estimons qu'en raison du type de marchandises (sable, matériaux de construction) et de certaines tendances (économie circulaire, plus d'engagement dans les pôles de construction dans les villes, transport de matériaux granulés), les flux de ces marchandises dans le sens "sortant" peuvent et vont augmenter. Ce phénomène peut être stimulé par la mise en relation d'entreprises présentant un déséquilibre important entre les flux entrants et sortants avec des destinations possibles le long d'une voie navigable et des projets (pilotes) autour de l'économie circulaire ou des hubs de construction.

Finalement, l'utilisation de la voie d'eau devrait être une priorité pour les entreprises disposant d'un mur de quai. Dans les nouveaux développements ou les renouvellements de permis, le gouvernement devrait exiger une utilisation maximale de la voie navigable pour les entreprises situées le long de celle-ci.

- **Entreprises situées en bordure de la voie d'eau, mais ne l'utilisant pas encore**

Ces entreprises - si elles génèrent une grande quantité de fret routier - devraient s'efforcer de réaliser un transfert modal vers la voie navigable via leurs propres quais ou les quais voisins. Les sites suivants sont situés (très) près du canal maritime : Site de Gillekens (en cours de réaménagement), Plastic Omnium, Balchem, Indaver,... Toutefois, les possibilités effectives d'implantation d'un mur de quai doivent être étudiées localement. En effet, pour les entreprises situées le long de la digue du Westvaart, la réalisation d'un mur de quai est difficilement conciliable avec la présence d'une chaussée avec piste cyclable entre les sites et le canal. Dans ce cas, l'accent devrait être mis sur l'utilisation partagée des murs de quai déjà en place afin de désenclaver encore les entreprises voisines par la voie fluviale (voir également le point suivant). Cela va dans le sens des efforts que De Vlaamse Waterweg déploie déjà pour encourager la double utilisation, dans sa politique de concession.

- **Entreprises non situées sur la voie navigable**

Lorsqu'une entreprise n'est pas liée à l'eau, il est toujours possible d'utiliser la voie navigable pour recevoir ou livrer des marchandises. Par exemple, Caterpillar transporte des conteneurs via Cargovil, situé sur l'autre rive du canal maritime. Ces collaborations sont intéressantes lorsqu'une entreprise ne dispose pas d'un volume suffisant pour rendre le transport par voie d'eau rentable à elle seule. Les efforts continus des développeurs de marché de la voie navigable flamande peuvent encourager les entreprises à effectuer le transfert modal. De plus, le développement d'un hub multimodal sur Schaerbeek-Formation pourrait également offrir des opportunités aux entreprises de la zone d'étude (et, plus généralement, des deux Régions).

Cependant, il faut tenir compte du fait que la nécessité d'un transport et d'un transbordement supplémentaires fait souvent que cette option n'est pas économiquement intéressante pour les entreprises.

9.5.1.b. REPORT MODAL VERS LE RAIL

Le transport de marchandises par rail n'est rentable que lorsqu'il s'agit de (très) gros volumes à transporter sur de longues distances (cf. Figure 66). Par conséquent, un transfert modal vers le rail a principalement un effet positif sur le trafic du réseau supralocal, par exemple en raison des importants volumes transportés vers le port d'Anvers.

Il existe certaines possibilités d'utiliser plus intensivement le rail dans la zone d'étude, par la réutilisation de la ligne ferroviaire du Port et la création d'un centre logistique à Schaerbeek-Formation. Il serait intéressant d'examiner par le biais d'une étude de marché pour quel type de marchandises/secteurs (par exemple, les fruits et légumes) le terminal trimodal est une destination/une origine intéressante. En effet, le transfert modal vers le rail est encore plus difficile que le transfert modal sur l'eau. Cela est dû au fait que les coûts de transbordement vers le rail sont beaucoup plus élevés que ceux du transbordement vers les voies navigables intérieures en raison de la complexité du processus de manœuvre. Le transport par rail n'est donc intéressant que pour le transport de (très) gros volumes sur de longues distances. Cela signifie également que les possibilités de mise en œuvre locale - utilisation du rail par les entreprises situées dans la zone d'étude doivent être rentables.

En outre, la capacité du réseau ferroviaire actuel est limitée et saturée. En cas de capacité insuffisante, la priorité est toujours donnée au transport de passagers.

Enfin, si le port de Bruxelles peut attirer de nouveaux volumes (internationaux) par rail grâce à un hub multimodal (rail et voie d'eau) à Schaerbeek-Formation, cela pourrait entraîner une réduction des camions sur les réseaux supra-locaux, mais pourrait signifier une augmentation du trafic local si les marchandises sont distribuées à partir de là par la route. Un accès routier sûr et de qualité est donc d'une grande importance. Cependant, le remplissage du hub multimodal sur le site de Schaerbeek-Formation et son impact sur la mobilité font l'objet d'études qui sont encore à démarrer.

9.5.1.c. REPORT MODAL VERS LES VELOS-CARGOS

Pour la livraison de marchandises sur le dernier kilomètre, le vélo-cargo a gagné du terrain ces dernières années. Grâce à des développements récents, ce véhicule peut transporter des volumes de plus en plus importants (Figure 68) et constitue une option économique et durable pour le transport de marchandises dans les zones urbaines denses. Des exemples tels que DHL, BPost, Cargovelo, Ziegler, Urbike,... transportant quotidiennement des colis et autres marchandises dans les villes à l'aide d'un vélo-cargo montrent que l'utilisation de ce moyen de transport a atteint une certaine maturité.

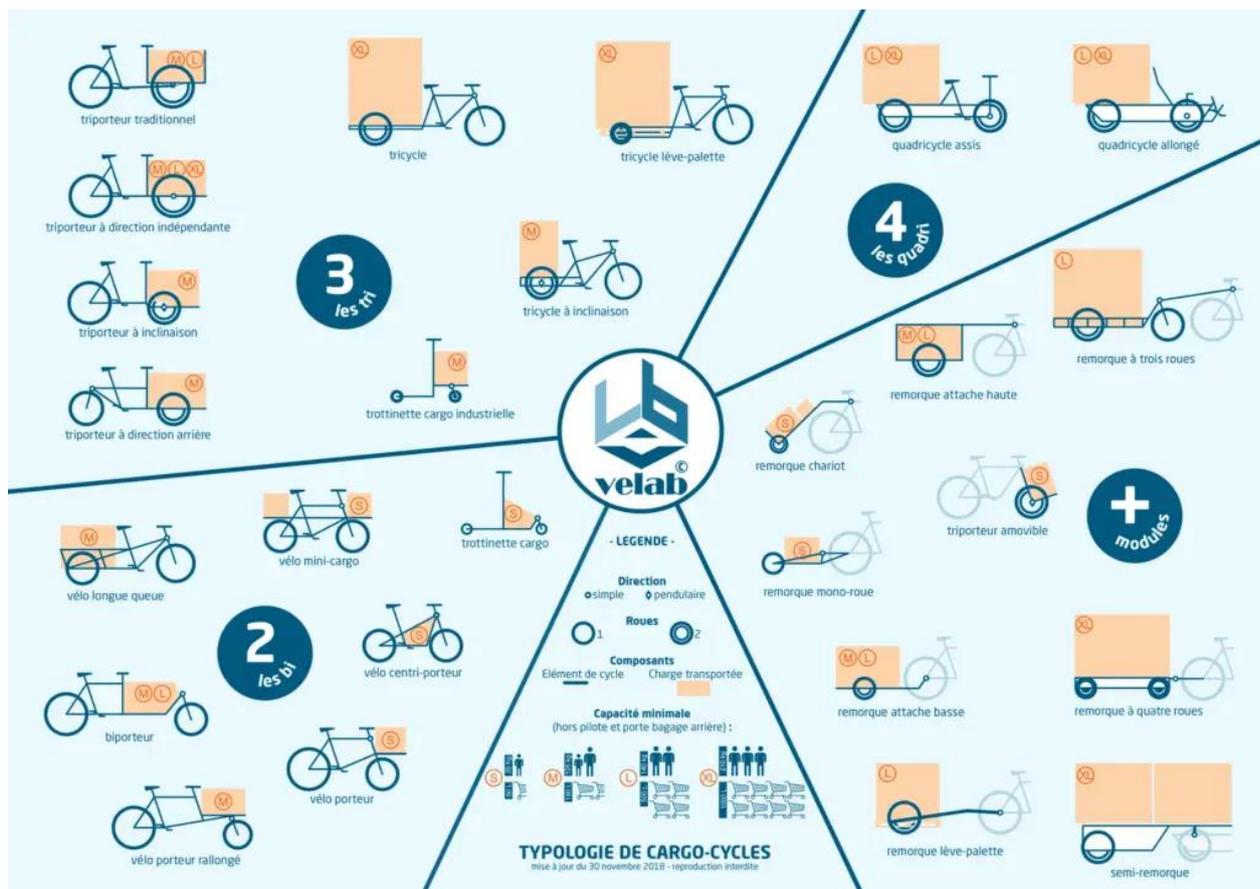


Figure 68: La typologie des cargo-cycles (Velab)

En utilisant un vélo-cargo, le conducteur peut éviter les embouteillages et gagner du temps pendant le trajet. D'autres gains de temps sont réalisés, car le vélo-cargo peut stationner sur le trottoir pendant le chargement et le déchargement. Cela évite de devoir chercher une place de stationnement (trafic de recherche et perte de temps pour les conducteurs) ou des situations dangereuses dues à des fourgons qui se garent en double file lorsqu'ils ne trouvent pas de place de stationnement. Ce gain de temps permet aux vélos-cargos de faire jusqu'à deux fois plus d'arrêts qu'une camionnette dans les zones urbaines²⁰. Enfin, c'est un mode de transport actif et sans émission, ce qui est un avantage pour l'habitabilité urbaine.

Il existe un potentiel certain pour le transport de marchandises. Par exemple, selon certaines études²¹, 32 % de toutes les livraisons pourraient être effectuées en vélo-cargo et même 50 % du trafic de service (plombiers, nettoyage, entretien...) pourrait passer de la camionnette au vélo-cargo.

Aujourd'hui, les vélos-cargos sont déjà utilisés dans de nombreux secteurs tels que les livraisons aux supermarchés et aux restaurants, le transport de colis, la livraison d'installations (par exemple, l'imprimerie, les livraisons aux hôpitaux, ...). Pour le trafic de service aussi, il existe de nombreux exemples où les services verts des villes, les ateliers de réparation de vélos, les vétérinaires, ... sont

²⁰ <https://www.zieglergroup.com/post/be/samen-pionieren-in-multimobiliteit-in-de-stad/>

²¹ <https://www.eurobike.com/en/program-highlights/conferences/cccbp/>

passés aux vélos-cargos. Cependant, dans le nombre total de déplacements, les déplacements effectués par les vélos-cargos sont encore négligeables aujourd'hui (moins de 1% à Bruxelles²²).

En effet, le potentiel ne donne aucune indication sur la faisabilité économique. Même si des gains effectifs peuvent être réalisés, en particulier dans les zones urbaines denses où les encombrements sont importants, le volume transportable par un cargo-vélo (entre 0,2 et 2 m³) ne s'approche pas du volume que peut transporter une camionnette (4,5 m³) ou une grande camionnette (jusqu'à 7 m³). De nombreuses entreprises de transport utilisent aujourd'hui le vélo-cargo pour son image verte plutôt que pour optimiser leur flotte.

En raison des nombreux avantages sociaux et de la faisabilité opérationnelle avérée, les pouvoirs publics pourraient stimuler davantage l'utilisation de ces véhicules en interdisant les types de véhicules plus grands ou polluants dans certaines zones (par exemple, les zones résidentielles, les zones commerciales et de promenade pendant certaines heures, ...). Toutefois, cela devrait s'accompagner de la mise en place d'infrastructures cyclables adéquates (pistes cyclables suffisamment larges et sûres).

Voici quelques exemples concrets dans la zone d'intervention où les infrastructures cyclables devraient être revues en fonction de l'utilisation des vélos-cargos :

- Avenue de Vilvorde : pour une bonne liaison entre Schaerbeek-Formation et la ville de Bruxelles
- Des pistes cyclables distinctes sur les sites de Schaerbeek-Formation proprement dits
- Pont de la Rampe du Lion : pour le raccordement à la véloroute prévue à travers la commune de Schaerbeek.
- Une piste et passerelle cyclable entre Haren (F3/C36) et Neder-over-Heembeek (située entre les ponts Van Praet et Buda) en bonne liaison avec les développements futurs à Schaerbeek-Formation
- Une piste cyclable prolongeant l'itinéraire F1 du côté de Schaerbeek-Formation.

Enfin, un certain nombre de projets (pilotes) intéressants étudient la possibilité de combiner le transport par bateau et les livraisons sur le dernier kilomètre au moyen de vélos-cargos. Les exemples de Paris²³ et de Lyon²⁴, entre autres, peuvent inspirer la Région de Bruxelles-Capitale et la Région flamande.

9.5.2. RECOMMANDATIONS VISANT À ÉVITER ET À RÉDUIRE LE TRAFIC DE MARCHANDISES

9.5.2.a. RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX ACTIVITÉS ACCUEILLIES SUR LES SITES

Grâce à une mise en œuvre adéquate des programmes, il est possible d'éviter du trafic de marchandises. Le principe de base est d'éviter le trafic de marchandises en créant une "proximité". Cela peut se faire en regroupant les acheteurs, les transformateurs et les fournisseurs des mêmes produits. Il existe ainsi des exemples d'entreprises reliées entre elles par un tapis roulant, de sorte qu'aucun déplacement de camion n'est nécessaire entre l'entreprise qui transforme un certain type de produit et celle qui conditionne (emballage) les mêmes produits.

²² <https://www.lavenir.net/regions/bruxelles/2022/09/20/le-velocargo-convoie-tous-les-espoirs-de-la-logistique-urbaine-a-bruxelles-bien-plus-rentable-qu'une-camionnette-RFQPWTQWF5AZTBP5VVUPSPZZI4/#.YyxpbyXb3Ts.linkedin>

²³ <https://www.lefigaro.fr/societes/2012/07/09/20005-20120709ARTFIG00463-les-livraisons-de-marchandises-au-fil-de-l'eau-et-a-velo-a-paris.php>

²⁴ <https://www.vnf.fr/vnf/un-service-de-logistique-fluviale-au-coeur-de-lyon-en-2022/>

Il est recommandé d'attirer sur les sites à développer ayant des zones logistiques/industrielles des entreprises ciblées qui :

- créent des symbioses/clusters : par exemple, des entreprises d'économie circulaire qui peuvent utiliser les flux de déchets d'autres entreprises
- génèrent relativement peu de flux de transport
- prévoient un espace d'entreposage suffisant (vitesse de rotation plus faible, donc moins de mouvements de véhicules nécessaires)
- sont disposées à collaborer pour utiliser efficacement l'espace disponible et limiter la génération de transport, par exemple en partageant le même fournisseur de matériel de bureau, le même parking, les mêmes restaurants, etc.
- produisent/transmettent des marchandises à distribuer sur de courtes distances, c'est-à-dire en ville (Bruxelles, Vilvorde, Machelen, ...), de sorte que les distances de livraison soient courtes et que ces expéditions puissent être effectuées en vélos-cargos.

Pour y parvenir, une politique active d'attraction/implantation d'entreprises ciblées est nécessaire et il est en particulier très important d'attirer des entreprises ouvertes à la coopération et au dialogue autour de ces principes.

9.5.2.b. RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX INFRASTRUCTURES SUR LES SITES

Outre les programmes, de simples décisions en matière d'infrastructures peuvent également avoir un impact majeur sur les mouvements logistiques dans la zone d'étude. Il s'agit par exemple de :

- Limiter le nombre de points de livraison pour les entreprises afin de réduire les mouvements de camions sur le site et d'accroître la sécurité de la circulation sur le site
- Optimiser les mouvements entre entreprises d'une zone économique/logistique sur le site même.
- Limiter les points de livraison des logements. Les concepts ci-dessous, qui ont été développés pour le Beurskwartier d'Utrecht, peuvent être ici appliqués²⁵ :
 - La livraison de colis (avec de petits véhicules) se fait au niveau des blocs résidentiels en utilisant des casiers pour les colis. Cela permet de regrouper les flux et d'augmenter les chances de réussite de la livraison (et il n'est pas nécessaire de venir proposer le colis une seconde fois).
 - Les livraisons effectuées par des véhicules de plus grande taille ont lieu aux points de service de proximité situés en bordure du site (par exemple, aux points Hoppin). Les résidents y collectent leurs colis ou un service de réexpédition est organisé.

L'application de ces concepts doit faire l'objet d'une étude approfondie au préalable afin de déterminer, pour chaque site, le nombre de plateformes logistiques (points de service de quartier et points de service de district) nécessaires, l'emplacement idéal, les investisseurs/opérateurs et les modalités de mise en œuvre.

9.5.3. RECOMMANDATIONS VISANT À DÉPLACER LE TRAFIC DE MARCHANDISES DANS LE TEMPS OU DANS L'ESPACE

²⁵ https://issuu.com/livinglabutrecht/docs/2018_12_14_eindrapport_bureau_nieuw

Pour le trafic de marchandises dont la destination se trouve dans la zone d'étude, un certain nombre de recommandations sont possibles pour le réguler de la manière la plus sûre possible. Les recommandations ci-dessous sont à la fois valables d'une manière générale et spécifiques au site CAT et à Broeksite, où une combinaison de logements et de commerces sera réalisée.

- Introduire des restrictions d'accès avec des fenêtres de temps.
En autorisant les fournisseurs à accéder à une zone donnée uniquement à certaines heures, le trafic des camions peut être séparé des usagers actifs de la route (aux heures de pointe) (par exemple, le trafic scolaire, les zones commerciales ...).
En imposant des restrictions d'accès à certains types de véhicules (par exemple +3,5 tonnes), il est également possible d'encourager l'utilisation de véhicules plus petits et moins polluants (tels que les véhicules électriques légers, les vélos-cargos, ...).
Les conditions préalables importantes ici sont qu'il y ait une coordination au-delà des frontières municipales et que les règles soient claires à la fois pour la communication et l'application.
- Livraisons en début/fin de journée et de nuit.
En livrant les marchandises en fin de journée ou même la nuit, les flux de marchandises peuvent être déplacés vers des moments où les usagers de la route et le trafic automobile sont moins actifs. La législation VLAREM II²⁶ ajustée à la suite du projet PIEK II permet des livraisons de jour et de nuit. Toutefois, un certain nombre de conditions préalables sont difficiles à mettre en œuvre dans le tissu urbain existant (comme la livraison à l'intérieur des bâtiments). Étant donné que les projets doivent encore être réalisés, il est possible d'imposer des conditions dans les permis de construire autour de la mise en place d'un sas de fret permettant d'effectuer des livraisons le soir ou la nuit. Ce type de livraison est surtout intéressant pour le commerce de détail ou les programmes qui ne nécessitent pas de contact direct entre le fournisseur et le destinataire.

Des interdictions d'accès permanentes peuvent être introduites pour le trafic de fret de transit qui n'a pas de destination dans la zone d'étude. De cette façon, les zones résidentielles seront préservées du trafic lourd de transit. Bien entendu, il est important de tenir compte du trafic de marchandises qui sera toujours nécessaire : collecte des déchets, camionnettes de déménagement, grosses livraisons, etc. En outre, la zone préservée doit être clairement délimitée, en fonction de l'application de la loi. Nous faisons ici référence au réseau régional d'itinéraires pour le transport de marchandises qui est en train d'être développé au sein de la région de transport Vlaamse Rand, dans laquelle les réseaux routiers principaux et régionaux sont prévus pour le trafic de transit (marchandises) et les marchandises ayant une destination peuvent utiliser les routes interurbaines (où le trafic de transit est interdit). D'une manière similaire, le plan de mobilité GoodMove de la Région de Bruxelles-Capitale a prévu une hiérarchisation de la voirie pour les poids lourds, dans le cadre de la Spécialisation multimodale de la voirie (SMV) ; dans cette hiérarchie sont définis des axes de niveau 1 (Plus), 2 (Confort) et 3 (Quartier).

26 VLAREM (Vlaams Reglement betreffende Milieuvergunningen) est le règlement flamand sur les permis d'environnement. La deuxième partie de cette législation (Vlarem II) décrit les conditions de bruit pendant la période nocturne. Dans cette législation, des conditions ont été imposées aux entreprises qui effectuent des livraisons de nuit: niveaux de bruit maximum, utilisation d'équipements silencieux,...

10. SYNTHÈSE DES ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE ET DES RECOMMANDATIONS

Une zone qui cristallise des enjeux de dynamisme économique et de réindustrialisation urbaine

La zone d'étude, située au sud de Vilvorde et aux abords de Schaerbeek-Formation à Bruxelles, est vouée à un développement économique important, axé sur des fonctions industrielles et logistiques, mais comprenant également des activités tertiaires (bureaux), commerciales (commerces de détail) et des équipements de service (prison). En outre des programmes de logements sont également planifiés, pour répondre aux besoins nés de la démographie en croissance, tant en Région bruxelloise que dans les communes de Vilvorde et Machelen.

Une certaine mixité fonctionnelle est donc souhaitée et planifiée, notamment en vue de favoriser des déplacements courts, tant pour le domicile-travail que pour les achats et services, des déplacements qui pourraient être effectués par des modes durables (marche, vélo, transports en commun).

Ce développement économique, qui est une volonté forte des deux Régions, et le développement des autres fonctions, vont s'accompagner inévitablement d'une augmentation de la demande de déplacements, dans, vers, et depuis la zone d'étude. Les prévisions indiquent que les déplacements journaliers tous modes en lien avec la zone d'étude vont passer de 300 000 déplacements en 2017 à plus de 410 000 déplacements dans le scénario 2030 tendanciel, et à 500 000 déplacements journaliers dans le scénario 2030 avec les sites étudiés (soit une augmentation de 67 % par rapport à 2017).

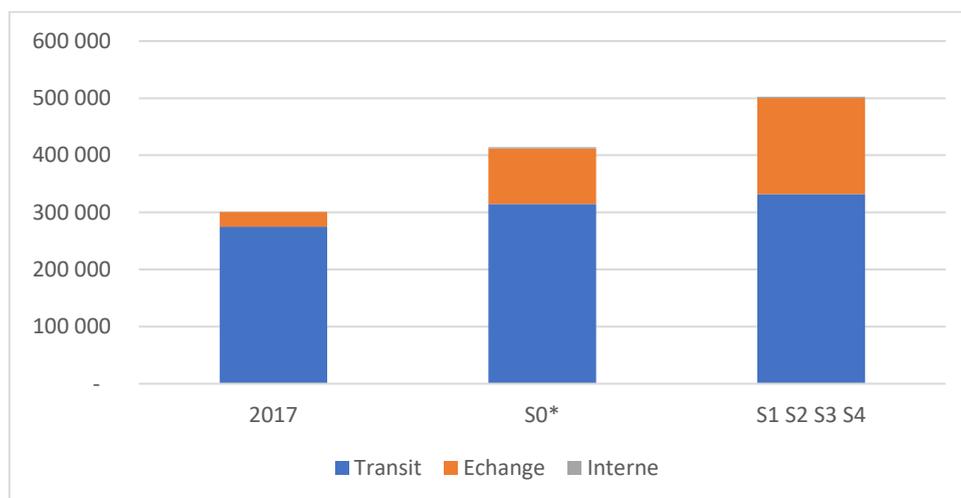


Figure 69 : Évolution de la demande– Flux journaliers dans la zone d'étude

Il faut noter que les prévisions de demande de déplacements ont été construites au début de l'étude, avant la crise Covid. Depuis la crise Covid, le télétravail s'est généralisé dans le secteur tertiaire et les employeurs ont un intérêt à réduire les surfaces de bureaux louées ou achetées, pour réduire leurs coûts. Il est donc probable que les besoins en superficie de bureaux seront moindres à l'avenir. Cependant, si le ratio moyen m²/emploi diminue, les espaces laissés vacants pourraient être occupés par d'autres programmes (autres bureaux ou autres fonctions). Suite au Covid, les comportements d'achat ont également évolué, avec plus de recours à l'e-commerce. Une nouvelle réflexion stratégique sur la zone d'étude sera donc sans doute nécessaire dans les années à venir, prenant plus en compte

le télétravail, peut-être également l'e-commerce, et proposant des pistes pour la réaffectation des surfaces laissées vacantes.

Une volonté forte des communes de protéger les centres-villes et les noyaux résidentiels du trafic de transit

Tout aussi forte que la volonté de développer la zone d'étude est la volonté des communes de Vilvorde et Machelen de préserver leurs centres-villes du trafic routier de transit, qu'il s'agisse des voitures particulières ou des poids lourds.

L'objet de l'étude est donc d'aider au développement harmonieux de la zone d'étude, en tenant compte de ces souhaits parfois contradictoires.

Un trafic routier dense, voire congestionné, aux heures de pointe, en situation actuelle, et une part largement prépondérante de la voiture dans les déplacements

Du côté de la mobilité, le trafic routier est actuellement très dense, notamment sur le ring et les entrées et sorties d'autoroute, le pont Van Praet ainsi que pour l'accès depuis le pont Buda. Dans l'ensemble du trafic routier, le trafic poids lourds ne représente qu'un petit pourcentage (3,5 %).

La part de marché de la voiture est de 67 % pour les déplacements des adultes (source : modèle du MOW, situation 2017²⁷), soit deux fois plus élevée que la part moyenne de la voiture pour les déplacements en Région de Bruxelles-Capitale (part des déplacements en lien avec la Région de Bruxelles-Capitale effectués en mode « voiture conducteur » : 33 % - source : Plan régional GoodMove, horizon 2018). Cette part de marché élevée de la voiture s'explique par le fait que la zone d'étude se situe essentiellement en couronne dans la Région de Bruxelles-Capitale et en périphérie flamande, des zones qui sont par nature moins bien desservies en transport en commun que le centre de Bruxelles. Il faut néanmoins noter qu'il est difficile de comparer les chiffres de la Région de Bruxelles-Capitale dans son ensemble avec ceux d'une zone fortement axée sur l'activité des entreprises. De plus, l'accessibilité en transports en commun souffre du manque d'une bonne liaison est-ouest : les transports en commun n'empruntent pas le pont de Buda qui doit régulièrement être levé pour laisser passer les bateaux.

Le stationnement dans la zone d'étude est aussi globalement moins contraint (que dans le centre-ville).

Rappelons que l'objectif de GoodMove est de passer, pour la part du mode « voiture conducteur », de 33 % en 2018 à 25 % en 2030 (pour les déplacements en lien avec la RBC). L'objectif de report modal dans les zones urbaines du Brabant flamand, quant à lui, est de réduire la part de la voiture à 50 % (mode conducteur + mode passager enfant).

Trois scénarios de mesures et d'aménagements des réseaux (S2, S3, S4) testés, dont deux se révèlent insuffisants

Outre le scénario S0 2030 tendanciel (sans les nouveaux programmes étudiés dans l'étude), 4 scénarios ont été simulés avec le modèle multimodal stratégique de la Région flamande (modèle du MOW). Ces scénarios ont été construits en tenant compte de souhaits parfois contradictoires, comme on l'a vu ci-dessus, comme l'augmentation de l'occupation de la zone et la volonté des communes de réduire le trafic.

Ces scénarios sont :

²⁷ 56 % de conducteurs et 11% de passagers.

- le **scénario S1** avec la demande supplémentaire correspondant aux nouveaux programmes (et sans modification de l'offre de transport)
- les **scénarios S2 et S3** avec divers aménagements de l'infrastructure et mesures testés, allant d'aménagements locaux (aménagements de carrefour, zones 30, ...) à des infrastructures et mesures très ambitieuses (péage PL pour empêcher le transit PL dans les centres-villes, nouveau pont sur le canal ...)
- le **scénario S4** très volontariste prenant comme hypothèse de départ que la part de marché de la voiture va drastiquement diminuer d'ici à 2030, comme voulu dans GoodMove et dans les objectifs du Brabant flamand.

Les résultats des simulations montrent que les mesures testées et modifications de réseaux testées dans les scénarios S2 et S3 sont insuffisantes à améliorer les conditions de trafic routier et à diminuer significativement la congestion sur le périmètre d'étude.

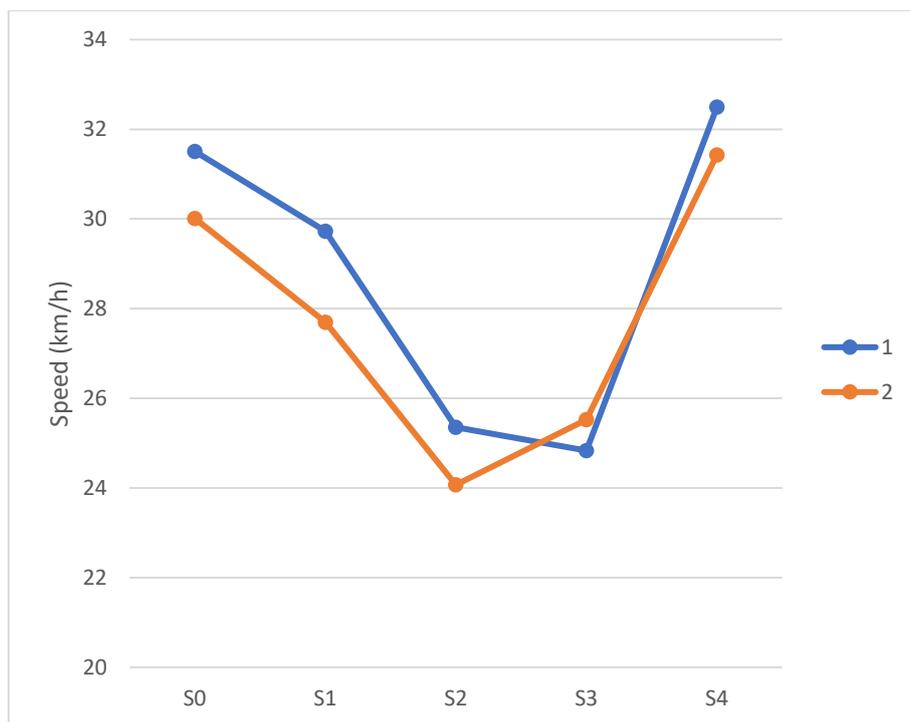


Figure 70 : Vitesse de charge selon le scénario par zone (1 = zone d'intervention ; 2 = zone d'étude)

À titre d'indication, l'indicateur « temps total perdu par les usagers routiers à cause de la congestion, pour la période 17h-18h ²⁸ » (tiré du modèle du MOW) passe de 246 heures dans le scénario S0 2030 sans les nouveaux programmes à 274 heures dans le scénario S1 avec les nouveaux programmes (+ 11%). Cet indicateur augmente encore pour les scénarios S2 et S3 (à respectivement 297 heures et 287 heures), car les recommandations de protection des centres-villes aggravent la situation et les recommandations visant un report modal ne sont pas suffisantes.

Seul le scénario S4 permet de ramener la vitesse routière moyenne et le niveau global de congestion dans la zone d'étude (236 heures perdues par les usagers routiers sur la période 17h-18h) au niveau du scénario S0.

²⁸ Il s'agit des usagers routiers qui, dans la simulation, circulent sur le réseau entre 17h et 18h. Les usagers reportés à la tranche horaire suivante en raison de la congestion ne sont donc pas pris en compte.

Une liste de recommandation pour atteindre une répartition modale durable et compatible avec le développement de la zone

Pour atteindre les parts modales ambitieuses du scénario S4, il faut donc mettre en œuvre toute la panoplie des recommandations qui sont à disposition des décideurs pour décourager l'autosolisme et, en d'autres termes, décourager les utilisateurs d'utiliser la voiture uniquement pour eux-mêmes, sans passager. Ces recommandations sont rappelées et détaillées pour le contexte particulier de la zone d'étude dans le chapitre 9 du rapport (« Recommandations »). Cela va de recommandations dissuasives (de type « bâton ») comme la restriction du nombre d'emplacements de stationnement pour les voitures, dans les nouveaux programmes, à des recommandations attractives (de type « carotte ») telles que les améliorations de pistes cyclables, des cheminements piétons, de l'offre de transport en commun (augmentation de fréquence), la mise en œuvre de Plans de déplacements d'entreprise (covoiturage ...), etc. Rappelons ici que les recommandations dissuasives de l'usage de la voiture sont généralement plus efficaces pour générer un report modal que les recommandations attractives vers d'autres modes.

Une structuration plus claire du réseau routier

À côté du package de recommandations visant au report modal, il nous semble important aussi de structurer plus clairement le réseau routier de la zone d'étude et de canaliser les flux (qui resteront importants) vers les voiries de niveau supérieur. Ceci vient aussi accompagner et renforcer les recommandations visant à préserver les centres-villes du trafic de transit : une structuration claire permet d'éviter que le trafic de transit détourné des centres-villes ne percole dans des voiries secondaires et ne gêne d'autres riverains ou fonctions de proximité (commerces, services, loisirs ...).

Au vu des résultats des tests effectués et sur base de notre réflexion, l'organisation suivante pour la circulation de desserte de la zone pourrait bien fonctionner : une organisation s'appuyant sur deux axes structurants nord-sud (Schaerbeeklei et Woluwelaan) et deux axes est-ouest (chaussée de Buda et Vilvoordelaan). Les autres voiries internes à la zone serviront alors de voies de desserte locale. Néanmoins elle n'est pas conforme avec la catégorisation des routes selon le plan de politique régionale (la Schaarbeklei au nord de l'avenue G. Leman est déclassée). L'organisation souhaitée par la politique régionale consiste à reporter tous les flux nord-sud sur la Woluwelaan.

Des réaménagements locaux de carrefours sur l'avenue de Vilvorde et la Schaarbeecklei peuvent permettre de fluidifier la circulation routière

Les microsimulations réalisées en 8 carrefours de la zone d'intervention ont montré que certains aménagements pouvaient permettre de faire gagner jusqu'à 30 secondes en moyenne aux usagers (à la pointe du matin 8h-9h) ou de réduire de plusieurs centaines de mètres les files d'attente, par rapport à une situation sans ces aménagements (voir résultats détaillés en annexe).

Une meilleure liaison est-ouest est souhaitable sauf pour les voitures particulières, mais le ratio coût-bénéfice d'un nouveau pont reste à préciser

Concernant le réseau routier, il se pose aussi la question d'une liaison est-ouest efficace, performante, et la question de l'intérêt et de la justification d'un nouveau pont, doublant le pont de Buda qui doit régulièrement être levé pour laisser passer les bateaux.

Les simulations réalisées avec un nouveau pont montrent que, avec les hypothèses qui ont été prises, il ne serait pas utilisé à sa pleine capacité parce que les carrefours en aval du pont sont congestionnés, ce qui rend les itinéraires passants par le pont peu attractifs. Pour les transports en commun, un

nouveau pont plus haut, sans levée fréquente, permettrait indubitablement d'offrir aux usagers une meilleure offre TC, mais il est difficile de dire à ce stade si les gains de temps et les bénéfices environnementaux (dus au report modal) justifieraient le coût de construction et l'impact sur l'environnement (CO₂,...) d'un nouveau pont. Cette question nécessiterait une analyse coût-bénéfice, qui sort du cadre de la présente étude.

Transport de marchandises : le report modal n'empêchera pas les pré-/post-acheminements locaux en poids lourds, mais les réglementations et l'accompagnement des entreprises s'installant dans la zone d'étude doivent favoriser les modes durables

Concernant le transport de marchandises, lié aux nombreuses activités industrielles de la zone, il faut tout d'abord rappeler que si du transport de marchandises par poids lourds se reporte vers la voie d'eau ou le rail, il restera dans la majorité des cas quelques derniers kilomètres à réaliser en camion (problématique du « last mile »). Un report modal n'est donc pas toujours synonyme de réduction des véhicules-km poids lourds au niveau local. Seules les entreprises disposant d'un mur de quai ou d'un embranchement ferré privé pourront se dispenser d'un pré- ou post-acheminement routier en poids lourds.

Cela étant dit, la proximité du canal et de Schaerbeek-Formation est une opportunité pour viser un report modal pour les transports de marchandises massifiées et transportées sur de relativement grandes distances. Même si une part de ces transports par voie d'eau ou rail nécessitent un pré- ou post-acheminement par poids lourd, il reste bien sûr des bénéfices environnementaux importants à l'échelle globale. En particulier, des recommandations devraient être mises en place dans la zone pour une utilisation plus intensive des murs de quai, que ce soit par les entreprises qui les utilisent déjà ou par des entreprises situées en bordure, ou à proximité, de la voie d'eau, mais ne l'utilisant pas encore.

Il faut aussi être attentif à la nature des entreprises qui s'installeront sur les nouveaux sites : les matières premières entrantes, de quelle distance proviennent-elles et en quelle quantité doivent-elles être livrées ? De même pour les produits sortants des entreprises, à quelle distance doivent-ils être livrés et peuvent-ils être massifié ? A contrario, y a-t-il des entreprises produisant des produits destinés aux consommateurs des villes proches (Bruxelles, communes de la Région flamande) qui pourraient être livrés par des vélos-cargos ou, dans quelques années, par des camionnettes électriques ?

À côté du report modal, les autres recommandations préconisées pour le transport de marchandises sont des recommandations visant à réduire les véhicules-km par la conception du réseau local (points de livraison, ...), par l'optimisation de l'organisation logistique (entrepôtage, ...) et par la collaboration entre entreprises (économie circulaire) et des recommandations visant à déplacer le trafic dans le temps (restrictions d'accès avec des fenêtres de temps, livraisons de nuit).