



Plan d'exécution spatial régional « Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord »

Note d'orientation 2- annexe 12

**Résultats évaluation des effets sur la sécurité
routière
cycle 1**



**Vlaamse
overheid**



DE WERKVENNOOTSCHAP

**DEPARTEMENT
OMGEVING**



Medegefinancierd door de Europese Unie
Trans-Europees vervoersnetwerk (TEN-T)



Ce document est l'annexe 12 de la note d'orientation du 02/04/21 pour le PESR 'Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord'

Cette annexe contient les « **Résultats évaluation des effets sur la sécurité routière cycle 1** ».

Aperçu des autres annexes

- Annexe 1 : Lexique
- Annexe 2 : Cartes
- Annexe 3. Plans politiques et contexte juridique
- Annexe 4. Des orientations de solutions aux alternatives raisonnables cycle 1
- Annexe 5. Examen des variantes raisonnables cycle 1
- Annexe 6. Schémas conceptuels d'aménagement cycle 1
- Annexe 7. Description de la situation de référence
- Annexe 8. Résultats de l'étude d'impact environnemental cycle 1
- Annexe 9. Résultats du rapport de sécurité spatiale cycle 1
- Annexe 10. Résultats de l'Analyse Coûts-Bénéfices cycle 1
- Annexe 11. Résultats Reconnaissance Future Proof cycle 1
- Annexe 12. Résultats évaluation des effets sur la sécurité routière cycle 1
- Annexe 13. Rapport examen de projet cycle 1
- Annexe 14. Note de motivation cycle 1
- Annexe 15. Du cycle 1 au cycle 2 - alternatives, variantes et scénarios de développement
- Annexe 16. Schémas conceptuels d'aménagement cycle 2

Évaluation des effets sur la sécurité routière (EESR) R0-Nord

Objet : Évaluation des effets sur la sécurité routière R0-Nord en fonction du cycle 1

Nos références : SF-GPP-ALG-NOT-042 Version : 5-ECO

Date : 29/03/2021

Auteurs : Kenzo Verstraeten
Victor Mariën



Colophon

Auteur

Nom	Discipline / Fonction	Date
Kenzo Verstraeten	Infrastructure	24/08/2020
Victor Mariën	Infrastructure	05/11/2020

Gestion de version

Version	Date
SF-GPP-ALG-NOT-042-1-ECO	14/10/2020
SF-GPP-ALG-NOT-042-2-ECO	06/11/2020
SF-GPP-ALG-NOT-042-3-ECO	20/11/2020
SF-GPP-ALG-NOT-042-4-ECO	18/01/2021
SF-GPP-ALG-NOT-042-5-ECO	26/03/2021

Vérification

Nom	Fonction	Date	Signature
Leen Robberecht	Coordinateur PPI MoVeRO	THV 18/01/2021	Cf. formulaire de contrôle

Table des matières

1.	Introduction.....	6
1.1.	Qu'est-ce qu'une évaluation des effets sur la sécurité routière.....	6
1.2.	Le plan de réaménagement du R0-Nord	7
1.2.1.	La zone du plan	7
1.2.2.	Alternatives, variantes et scénarios de développement.....	8
2.	Objectifs de sécurité routière.....	11
2.1.	Objectifs politiques (Commission européenne, Belgique, Flandre)	11
2.1.1.	Lignes directrices	11
2.1.2.	Objectifs stratégiques	12
2.1.3.	Principes pour une conception sûre des routes	12
2.2.	Objectifs du plan R0-Nord	13
3.	Concepts et méthode	14
3.1.	Rapport I/C (rapport de saturation)	15
3.1.1.	Intersection Capacity Utilization Level of Service (ICU LOS) (système latéral G3).....	15
3.2.	Discontinuités et longueurs de turbulence	16
3.2.1.	Changements de voie structure continue.....	18
3.2.2.	Intersections et distances d'intersection (système latéral G3).....	19
3.3.	Vitesse	20
3.3.1.	Directives Grands axes routiers européens	21
3.3.2.	Diminution de la vitesse.....	21
3.4.	Lisibilité.....	22
3.4.1.	Systèmes de signalisation	22
4.	Définition du problème	24
4.1.	Intensité du trafic	24
4.1.1.	Embouteillages (structurels)	24
4.1.2.	Rapport I/C (rapport de saturation).....	28
4.1.3.	Conclusions	28
4.2.	Infrastructure autoroutière.	29
4.2.1.	Discontinuités et longueurs de turbulence.....	29
4.2.2.	Données sur les accidents.....	30
4.2.3.	Conclusions	33
4.3.	Diminution de la vitesse	34
4.4.	Lisibilité.....	35
4.4.1.	Systèmes de signalisation	35
4.5.	Évaluation de la situation actuelle en matière de sécurité routière	35

5.	Scénario « Ne rien faire »	37
5.1.	Rapport I/C (rapport de saturation)	37
5.2.	Discontinuités et longueurs de turbulence	38
5.2.1.	Changements de voie structure continue.....	38
5.3.	Diminution de la vitesse	39
5.4.	Lisibilité.....	39
5.4.1.	Systèmes de signalisation	39
5.5.	Évaluation de la sécurité routière.....	39
6.	Étude des conséquences pour la sécurité routière des alternatives et variantes proposées.....	40
6.1.	Alternatives Cycle 1	41
6.1.1.	G1A1	41
6.1.2.	G1A2	43
6.1.3.	G2A1	45
6.1.4.	G2A2	48
6.1.5.	G3A1	50
6.1.6.	G3A2	54
6.1.7.	G3A3	59
6.1.8.	Diminution de la vitesse.....	63
6.2.	Variantes Cycle 1	64
6.2.1.	Échangeurs à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles) 64	
6.2.2.	Profil de longueur reliant les ponts paysagers minimum et maximum	65
6.2.3.	Changement d'emplacement des complexes de raccordement	66
6.2.4.	Réduction d'une voie sur la structure continue.....	66
6.2.5.	Réduction de la vitesse sur DRW à 70 km/h	67
7.	Comparaison des alternatives	70
7.1.	Alternatives Cycle 1	70
7.1.1.	Rapport I/C.....	70
7.1.2.	Discontinuités	73
7.1.3.	Longueurs de turbulence	75
7.1.4.	Changements de voie sur la structure continue du Ring	76
7.1.5.	Systèmes de signalisation	77
8.	Synthèse des orientations possibles des solutions avec choix motivé.....	78
8.1.	Synthèse des alternatives Cycle 1.....	78
8.1.1.	Infrastructures du Ring sûres pour la circulation.....	78
8.1.2.	Infrastructures du Ring lisibles.....	83
8.1.3.	Conclusion sur la lisibilité des alternatives	87

8.2.	Synthèse des variantes Cycle 1	90
8.2.1.	Échangeur à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles) ..	90
8.2.2.	Profil de longueur reliant les ponts paysagers minimum et maximum	90
8.2.3.	Changement d'emplacement des complexes de raccordement	90
8.2.4.	Réduction d'une voie sur la structure continue.....	90
8.2.5.	Réduction de la vitesse sur DRW à 70 km/h	91
9.	Attentes EESR Cycle 2	92
9.1.	Données relatives aux accidents pour la situation actuelle spécifique au RO Nord	92
9.2.	Configuration et lisibilité des échangeurs	92
9.3.	Changements de voie	92
9.3.1.	Pour rester sur la structure continue.....	92
9.3.2.	Nombre total de changements de voie sur l'ensemble de l'autoroute par alternative	92
9.4.	Vitesse	92
9.4.1.	Réduction de la vitesse structure continue	93
9.4.2.	Limite de vitesse sur la structure continue et urbaine	93
10.	Annexe	94
10.1.	Contrôle des alternatives des pentes longitudinales (SIMVRA+)	94
10.1.1.	Profil de longueur existant (SE et SR).....	94
10.1.2.	Profil de longueur optimisé (alternatives Cycle 1).....	96
10.1.3.	Profil de longueur abaissé (variante)	98
10.2.	Visualisation des rapports I/C RO-Nord (HPS).....	100
10.2.1.	Situation existante	100
10.2.2.	Situation de référence	100
10.2.3.	G1A1	100
10.2.4.	G1A2	101
10.2.5.	G2A1	101
10.2.6.	G2A2	101
10.2.7.	G3A1	101
10.2.8.	G3A2	102
10.2.9.	G3A3	102

1. INTRODUCTION

Pour le réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord, l'établissement d'un plan d'exécution spatial régional (PESR) est en cours pour créer un cadre planologique adapté en vue du développement spatial souhaité.

Ce GRUP est établi selon la procédure du processus de planning intégré (IPP). Le processus de planning intégré est une procédure par laquelle l'évaluation des incidences au niveau de plan sont intégrés de manière procédurale et quant au contenu durant la totalité du processus de planning. Les décisions qui sont prises durant le processus de planning doivent en effet se prendre sur base de critères de 'bon aménagement du territoire', mais tout autant sur base des effets potentiels sur l'environnement, l'homme, la nature, la mobilité, les aspects socio-économiques, les demandes d'espace des divers secteurs sociaux, etc. Pour cela, diverses appréciations d'incidences sont intégrées dans l'établissement du plan. L'évaluation des effets sur la sécurité routière est une des appréciations d'incidences qui est intégrée dans l'ensemble du processus de planification intégrée (PPI). Ce rapport est un rapportage intermédiaire dans le cadre du Cycle 1 de l'évaluation des alternatives au sein de l'IPP.

Afin d'aller au devant des faits, l'analyse de la situation existante est résumée ici. Il est clair que l'ensemble du R0-Nord doit être abordé de manière structurelle pour résoudre les situations d'insécurité qui ne peuvent pas être résolues par des interventions locales.

« Il y a des embouteillages structurels sur plus de 40% des segments de route existants. Plus de 80% des discontinuités actuelles et 50% des longueurs de turbulence actuelles ne sont pas conformes aux directives actuelles en matière de sécurité routière. L'infrastructure existante n'est pas structurée de manière logique et n'est donc pas lisible pour l'utilisateur. Tous les échangeurs ont une configuration différente, la présence d'ouvrages de manœuvre sur des distances trop courtes (mauvaise utilisation), trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le R0-Nord occupe une fonction mixte dans son état actuel, de sorte que tous les types de trafic font un usage mixte de l'autoroute. Les chiffres des accidents le confirment également, en moins de 10 ans, le nombre d'accidents sur le R0-Nord a doublé. »

1.1. Qu'est-ce qu'une évaluation des effets sur la sécurité routière

Une évaluation des effets sur la sécurité routière (EESR) est applicable aux routes qui font partie du réseau transeuropéen de transport (RTE-T), y compris le R0-Nord, et est donc également soumise à la législation européenne, à savoir la directive 2008/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 concernant la gestion de la sécurité des infrastructures routières. « L'évaluation de l'effet sur la sécurité routière » se définit comme une évaluation stratégique comparative de l'impact d'une nouvelle route ou d'une modification substantielle du réseau routier existant sur le niveau de sécurité du réseau routier.

Pour la Flandre, une évaluation de l'effet sur la sécurité routière doit être établie conformément à l'Arrêté ministériel du 24/2/2012 en exécution des articles 3, 4, 6 et 8 de l'Arrêté du Gouvernement flamand du 3 février 2012 en exécution du décret du 17 juin 2011 relatif à la gestion de la sécurité routière pour les projets d'infrastructure.

L'Annexe 1 de l'Arrêté ministériel susmentionné indique les aspects qui doivent être présents dans une évaluation de l'effet sur la sécurité routière. Ces aspects sont donc également traités dans le présent mémorandum, mais l'ordre peut différer afin d'accroître la lisibilité du document.

Composantes d'une évaluation de l'effet sur la sécurité routière :

- Définition du problème ;
- Situation actuelle et scénario « ne rien faire » ;

Dans le présent document, cette section est appelée « scénario 1 'ne rien faire' » puisque la situation actuelle (état existant) est abordée dans la section « Définition du problème ».

¹ Le scénario « ne rien faire » sera examiné plus loin dans le présent document en tant que situation de référence. L'état de référence est similaire à l'état existant mais avec un nombre limité d'affinements. Le chapitre 5 fournit plus de clarté sur ce que ces affinements impliquent exactement.

- Objectifs de sécurité routière ;
- Évaluation des impacts sur la sécurité routière des alternatives proposées ;

Dans le présent document, cette section est désignée par l'expression « Étude des conséquences pour la sécurité routière des alternatives et variantes proposées ».

- Comparaison des alternatives ;
- Présentation de l'éventail des solutions possibles et choix raisonné.

Dans le présent document, cette section est appelée « Synthèse des orientations possibles des solutions avec choix motivé ».

Les éléments suivants doivent également être inclus dans l'évaluation :

- Accidents (mortels) ; objectifs de réduction par rapport au scénario « ne rien faire » ;
- Choix des itinéraires et schémas de circulation ;
- Incidences potentielles sur le réseau routier existant (ex. sorties, intersections, passages à niveau) ;
- Usagers de la route, y compris les usagers vulnérables (ex. piétons, cyclistes, motocyclistes) ;
- Trafic (ex. volumes de trafic, ventilation par type de transport) ;
- Conditions saisonnières et météorologiques ;
- Présence d'un nombre suffisant d'aires de stationnement sûres ;
- Activité sismique.

1.2. Le plan de réaménagement du R0-Nord

1.2.1. La zone du plan

Le PESR est un plan qui vise le réaménagement spatial du R0 - partie Nord, afin de rendre les infrastructures plus sûres pour la circulation, de réduire l'effet de barrière du Ring, d'améliorer la qualité de vie dans la zone et l'accessibilité multimodale de la région.

La zone de plan couvre la partie Nord du R0 et se situe entre l'échangeur R0/E40 de Grand-Bigard, Dilbeek et l'échangeur R0/E40 de Woluwe-Saint-Étienne, Zaventem. La zone du plan peut être divisée en 3 grandes zones, à savoir Wemmel, Vilvorde et Zaventem.

- Zone de Wemmel : se situe entre et comprend l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever ;
- Zone de Vilvorde : se situe entre l'échangeur R0/A12 de Strombeek-Bever et l'échangeur R0/E19 de Machelen ;
- Zone de Zaventem : se situe entre et comprend l'échangeur R0/E19 de Machelen et l'échangeur R0/E40 de Woluwe-Saint-Étienne.

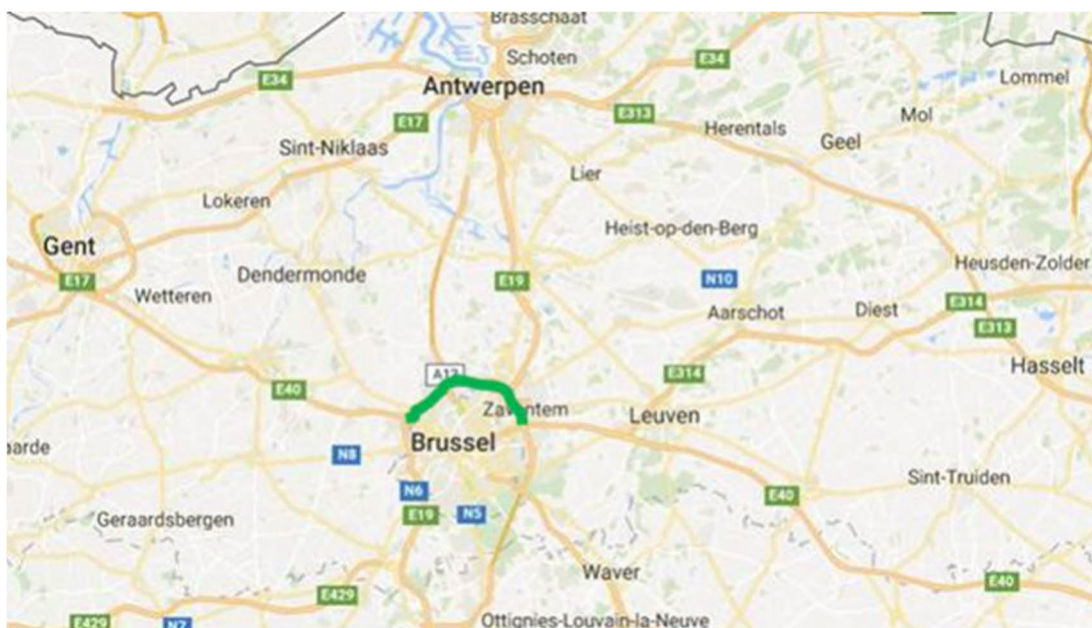


Figure 1 : Situation de la zone du plan R0-Nord

Outre l'E40 en direction de Gand, le R0 Ouest, l'E40 en direction de Louvain et le R0 Est, l'A12 et l'E19 sont également connectées à cette partie du R0 Nord. L'A201 ainsi que diverses entrées et sorties locales sont également liées au R0 Nord. La partie nord du R0-Nord traverse le territoire des communes suivantes : Dilbeek, Asse, Jette, Wemmel, Grimbergen, Vilvorde, Bruxelles, Machelen, Zaventem et Kraainem.

1.2.2. Alternatives, variantes et scénario de développement

Comme indiqué dans la note d'orientation du 26 juin 2019 (www.werkenaantering.be), il existe des alternatives, des variantes et un scénario de développement pour le réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord.

Alternatives

Il y a sept alternatives à étudier, qui peuvent être divisées en 3 groupes, à savoir le groupe Light, le groupe parallèle et le groupe latéral.

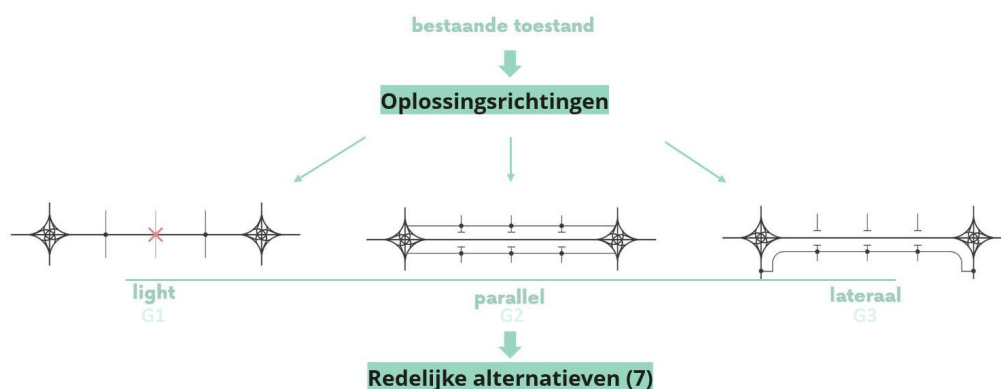


Figure 2 : Aperçu schématique du fonctionnement des groupes R0-Nord (G1 : Light, G2 : Parallèle, G3 : Latéral)

Le **Groupe Light (G1)** est basé sur l'optimisation de la structure existante du Ring. L'objectif est d'améliorer la sécurité routière, d'accroître la lisibilité et de simplifier et renouveler les infrastructures obsolètes et complexes. Il en résulte la déconnexion justifiée de certains complexes de raccordement ou la recherche d'un moyen, lorsque les complexes de connexion sont trop proches les uns des autres, de les regrouper et de les connecter au R0-Nord. Le G1 se compose de 2 alternatives, à savoir G1A1 et G1A2.

Pour le **Groupe Parallèle (G2)**, une séparation de l'infrastructure routière pour le trafic de transit et le trafic local sera recherchée, la structure locale étant prévue symétrique/parallèle, le long du Ring intérieur et extérieur. Ces voies parallèles sont considérées comme faisant partie de la route principale. Dans les segments entre les échangeurs (à l'exception de la zone Vilvorde), les liaisons du réseau routier secondaire seront reliées à la route parallèle avec les complexes de raccordement à différents niveaux. Le G2 se compose de 2 alternatives, à savoir G2A1 et G2A2.

Le **Groupe Latéral (G3)** contient des alternatives en vertu desquelles le trafic local est séparé du trafic de transit au moyen d'une structure routière locale asymétrique/latérale à la structure de transit. Les voies latérales revêtent le caractère d'une route locale ou urbaine et sont accessibles aux piétons, aux cyclistes et aux autobus. Dans les segments entre les échangeurs, les voies (radiales) secondaires seront reliées à la route latérale avec des carrefours au même niveau. Le G3 se compose de 3 alternatives, à savoir G3A1, G3A2 et G3A3.

Les différentes alternatives consistent en deux types de ring différents, à savoir le ring continu et le ring urbain. La vitesse est limitée à 100 km/h pour le ring continu et à 70 km/h pour le ring urbain (= structure de dérivation/parallèle/latérale).

Ces sept alternatives sont examinées dans ce rapport au niveau de la sécurité du trafic et de la lisibilité de l'infrastructure routière.

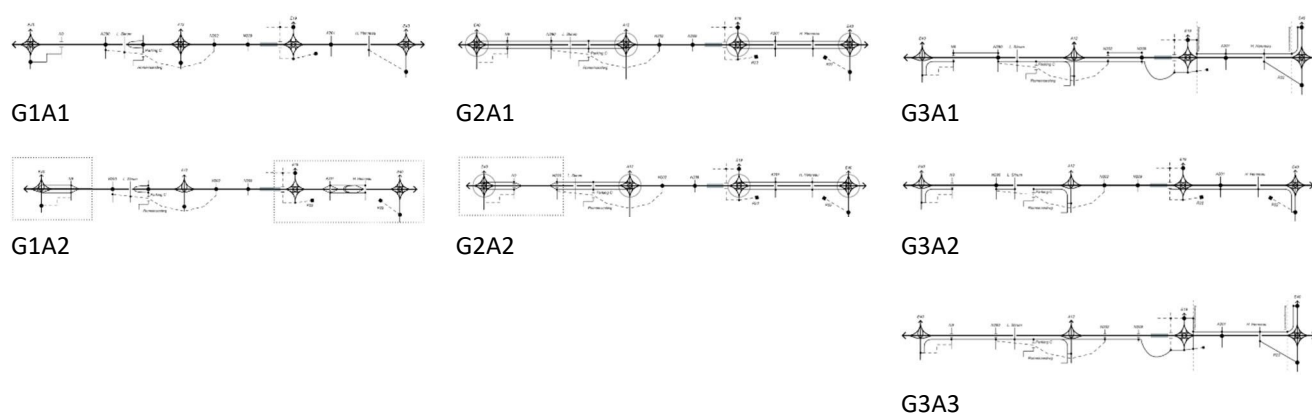


Figure 3 : Diagramme linéaire d'ensemble des alternatives du R0-Nord du processus de planification intégrée (PPI)

Variantes

Outre les alternatives, il existe aussi différentes variantes et un scénario de développement.

Une **variante** désigne une possibilité de choix au sein d'une alternative déterminée et concerne un nombre limité d'aspects, un lieu spécifique ou des éléments de cette alternative. Dans le cas des variantes d'aménagement, les éléments sont dotés d'un autre aménagement, une variante d'emplacement envisage les éléments à un autre emplacement et une variante d'exploitation attribue une autre exploitation à l'alternative (= autre utilisation). Les variantes sont :

- Échangeurs à trois bras avec un complexe de raccordement en direction de Bruxelles en fonction d'un « parkway » (routes urbaines) étendu du côté de Bruxelles et d'un nœud asymétrique (variante d'aménagement) ;
- Modification du profil longitudinal de l'infrastructure du Ring et possibilités afférentes à un nombre maximal de ponts paysagers (variante d'aménagement) ;
- Variantes dans les complexes de raccordement en raison d'un emplacement différent et donc, également, d'une occupation de l'espace. (glissement de l'axe)(variante d'emplacement) ;
- Une voie de moins sur la structure continue du Ring, ou l'utilisation d'une voie de circulation à redéfinir (variante d'exploitation) ;
- Réduction de la vitesse sur la structure continue du Ring (variante d'exploitation)

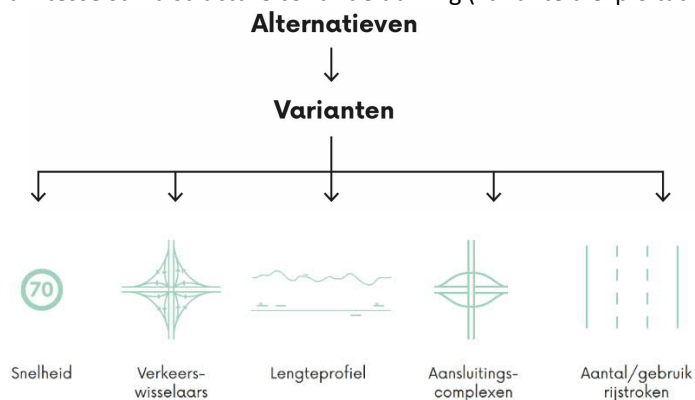


Figure 4 : Aperçu schématique du fonctionnement des variantes du R0-Nord

Scénario de développement

Un **scénario de développement** est une description de l'évolution conjointe présumée (autonome et contrôlée) d'un ensemble de variables environnementales dans la zone d'étude. Le scénario de développement inclus dans le processus de planification intégrée du réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord est un scénario dans lequel une répartition modale ambitieuse (RMA) est réalisée selon les visions politiques actuelles de Bruxelles et de la Flandre. Pour la Flandre, il s'agit des régions de transport qui ont été incluses par le Gouvernement flamand dans l'accord de coalition du 30 septembre 2019. Pour Bruxelles, il s'agit du plan régional de mobilité Good Move approuvé par le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale le 5 mars 2020.

Ce scénario de développement ne sera pas inclus dans l'évaluation de la sécurité routière, car les effets de cette RMA ne sont pas distincts dans les différentes alternatives et variantes en ce qui concerne l'aspect de la sécurité routière.

Le processus de l'étude consiste à examiner ces sept alternatives et les variantes associées dans un premier cycle (Cycle 1). Ensuite, les alternatives sélectionnées sont encore affinées, sur la base des données obtenues des différentes études (RIE du plan, ACAS, ...) pour être présentées à nouveau à l'évaluation d'impact, à savoir un deuxième cycle (Cycle 2) pour aboutir à une alternative préférée.

2. OBJECTIFS DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

2.1. Objectifs politiques (Commission européenne, Belgique, Flandre)

2.1.1. Directives

Il est évident qu'un projet d'infrastructure de cette ampleur doit s'inscrire dans les objectifs fixés à un niveau politique supérieur. Le projet doit être conforme aux concepts, objectifs et principes les plus modernes en matière de conception de routes sûres pour le trafic, qui sont courants en Flandre mais aussi au niveau international.

Nous donnons ci-dessous un aperçu des plans politiques les plus importants et les plus courants et des concepts et des principes de sécurité routière dans lesquels s'inscrivent les objectifs de sécurité routière de ce projet.

- Vision Zero on the move, Vägverket, Swedish Road Administration, 1997 ;
- Cadre politique de l'UE en matière de sécurité routière 2021-2030 - Étape suivante vers la « Vision zéro », Commission européenne Mobilité et Transports, 2019 ;
- Exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen, Commission européenne, 2004 ;
- Vision Circulation routière sûre et durable 2018-2030 [DV3], SWOV, 2018 ;
- Plan de sécurité routière Flandre, MOW, 2016 ;
- États généraux de la sécurité routière, Recommandations pour 20 mesures prioritaires 2011-2015, Commission fédérale pour la sécurité routière ;
- PACT 2020 - La Flandre en action (VIA) ;
- Le vade-mecum des routes indulgentes (Vademecum Vergeevingsgezinde Wegen, VVW), trafic partiellement motorisé et usagers vulnérables (VVW 2020) ;
- Le vade-mecum Infrastructures routières, partie autoroutes (VWI 2018) ;
- Directive pour la conception des autoroutes, 2019 (ROA 2019) ;
- Directive pour la conception des autoroutes, aménagement sûr des accotements, 2017 ;
- Attention aux motocyclistes dans l'infrastructure routière, BIVV, avril 2005.

2.1.2. Objectifs stratégiques

La Commission européenne a décidé de fonder son cadre politique en matière de sécurité routière pour la période 2021-2030 sur l'approche « Système sûr ». Cette approche, qui est fondée sur les meilleures pratiques européennes et qui est désormais recommandée dans le monde entier par l'Organisation mondiale de la santé, crée un nouveau cadre pour la politique de sécurité routière, en mettant l'accent sur la prévention des décès et des blessures graves.

Tout le travail dans le cadre du Système sûr est basé sur un cadre de performance avec une hiérarchie des objectifs. La communication « L'Europe en mouvement - Mobilité durable pour l'Europe : sûre, connectée et propre » du 13 mai 2018 a réaffirmé l'objectif à long terme de l'Union européenne de zéro décès sur les routes d'ici 2050, et a ajouté le même objectif pour les blessures graves. Cette communication proposait également de nouveaux objectifs intermédiaires, à savoir réduire de moitié le nombre de décès et de blessures graves entre 2020 et 2030.

Le projet de plan de mobilité Flandre vise à long terme un système de circulation sans victimes. Toute victime de la route est une victime de trop. Le plan de sécurité routière Flandre reprend les objectifs du projet de plan de mobilité Flandre et les intègre aux concepts internationaux de sécurité routière en vigueur. Le développement d'une vision cohérente et durable de la sécurité routière en Flandre guidera la politique dans les années à venir.

2.1.3. Principes de conception de routes sûres

Tant la vision zéro suédoise que la sécurité routière durable et sûre néerlandaise sont des concepts reconnus au niveau international dans le domaine de la politique de sécurité routière. La Flandre souscrit aux visions sous-jacentes qui constituent la base de ces concepts. Les performances au niveau de la sécurité routière, de l'organisation politique et de l'approche des Pays-Bas et de la Suède sont donc très indicatives.

L'idée qui sous-tend la Vision zéro est que chaque victime de la circulation est une victime de trop et que la sécurité routière concerne tout le monde. L'on affirme qu'il est inacceptable que des personnes meurent ou soient gravement blessées en raison de leur participation à la circulation routière. La Vision zéro devrait aboutir à un système de circulation routière sûr qui tient compte des besoins, de la vulnérabilité et des défaillances de ses usagers.

Le concept néerlandais de sécurité routière durable et sûre comprend cinq principes qu'une conception de route au sens large doit respecter pour minimiser le risque d'accident. Ces cinq principes sont :

- **Fonctionnalité** des routes

Les tronçons routiers et les intersections ne devraient idéalement avoir qu'une seule fonction de circulation pour tous les modes de transport (mono-fonctionnalité) : le flux ou l'échange. Le réseau routier présente idéalement une structure hiérarchique et efficace de ces fonctions de circulation, composée de trois types de routes :

- Routes de flux : flux sur les tronçons routiers et sur les intersections ;
- Routes de désenclavement de la zone : flux sur les tronçons routiers et échanges aux intersections ;
- Routes d'accès : échange sur les tronçons routiers et les intersections.

- **Adaptation (bio-)mécanique** de la vitesse, de la direction, de la masse, des dimensions et de la protection des usagers de la route

Les flux de circulation et les modes de transport devraient idéalement être adaptés (compatibles) entre eux en termes de vitesse, de direction, de masse, de dimensions et de degré de protection. La conception de la route et de l'environnement routier, le véhicule et, le cas échéant, des équipements de protection supplémentaires, y contribuent. Pour les deux-roues, il est important que la route et l'environnement routier contribuent à l'équilibre du conducteur.

- **Adaptation psychologique** de l'environnement routier et des compétences des usagers de la route

L'aménagement du système de circulation est bien adapté aux compétences courantes et aux attentes des usagers de la route âgés en particulier. Cela signifie que les informations provenant du système de circulation doivent également être perceptibles, compréhensibles (« auto-explicatives »), crédibles, pertinentes et réalisables pour eux. En outre, les usagers de la route sont compétents et capables d'adapter leur comportement aux exigences de la participation à la circulation en toute sécurité dans les circonstances appropriées. Cela s'applique aussi bien aux conducteurs (aptes à la conduite) qu'aux usagers de la route non motorisés (aptes à la circulation).

- **Responsabilité** effectivement investie

Les responsabilités sont investies et ancrées institutionnellement de telle manière qu'elles garantissent un résultat maximal en matière de sécurité routière pour chaque usager de la route et qu'elles s'adaptent de manière optimale aux rôles naturels et aux motivations des parties. En principe, les usagers de la route respectent les règles et donnent le bon exemple aux enfants et aux jeunes. Grâce à un système de circulation indulgent, leurs erreurs et leurs faiblesses ne sont pas sanctionnées par des blessures graves.

- **Apprendre et innover** dans le système de circulation

Les professionnels de la circulation s'informent en permanence sur les causes des accidents et développent en conséquence des innovations efficaces et préventives (Plan). En mettant en œuvre ces innovations (Do), en vérifiant leur bon fonctionnement (Check) et en apportant les ajustements nécessaires (Act), l'innovation des systèmes permet de réduire le nombre d'accidents et de victimes.

Pour que la combinaison de la fonction, de la conception et de l'utilisation puisse se faire correctement, des exigences fonctionnelles ont été définies dans le cadre du concept de « Sécurité routière sûre et durable », qui doivent être satisfaites au niveau du réseau par la répartition en différentes catégories de routes et au niveau local par l'aménagement uniforme de toutes les catégories de routes. Les exigences fonctionnelles suivantes peuvent servir d'inspiration pour la définition des objectifs :

- Rendre les catégories de routes reconnaissables ;
- Limiter et uniformiser le nombre de solutions de trafic types ;
- Éviter les conflits avec la circulation en sens inverse ;
- Éviter les conflits avec la circulation aux intersections et aux dépassements ;
- Séparer les types de véhicules ;
- Réduire la vitesse aux points de conflit potentiels ;
- Éviter les obstacles le long de la chaussée ;
- Éviter les comportements de recherche.

2.2. Objectifs du plan R0-Nord

Pour le réaménagement du R0-partie nord, quatre objectifs du plan ont été fixés au début du processus de planification intégrée. Le ring actuel n'est pas sûr. Il est donc nécessaire de renforcer la sécurité routière. Par conséquent, l'un des objectifs de ce plan porte sur la sécurité routière de l'infrastructure du ring :

- Le réaménagement d'infrastructures anciennes et obsolètes sur la base du principe de la séparation du trafic de transit et du trafic local pour arriver à une infrastructure plus lisible et plus logique et à **une infrastructure routière plus sûre** avec moins d'incidents et une meilleure fluidité du trafic.

Le Ring de Bruxelles n'a que peu changé depuis sa construction, il y a entre quarante et soixante-cinq ans. Les nombreuses entrées et sorties, trop proches les unes des autres, provoquent des changements de bande dangereux qui, à leur tour, provoquent des embouteillages et des accidents (voir aussi le Chapitre 4, Définition du problème).

Fin 2013, après un long processus d'études environnementales, d'études sur la mobilité et d'analyses coûts-avantages, le gouvernement flamand a opté pour une alternative privilégiée pour le réaménagement du R0-Nord. Ces études antérieures, menées au niveau stratégique, ont abouti à une solution avec la séparation du trafic de transit et du trafic local. L'évolution future devra démontrer comment organiser au mieux la séparation du trafic de transit et du trafic local, en vue d'améliorer la lisibilité et la sécurité de l'infrastructure, compte tenu de l'intégration de la nouvelle infrastructure dans l'environnement.

De plus amples informations relatives aux objectifs du plan sont disponibles au Chapitre 3 de la Note d'orientation 2019.

À partir de cet objectif du plan, on peut déterminer les objectifs concrets de sécurité routière pour le R0-Nord :

- L'infrastructure doit être logique ;
- L'infrastructure doit être intrinsèquement sûre et clairement compréhensible/lisible pour tous les usagers de la route ;
- L'infrastructure nouvellement construite doit réduire le risque d'accident et minimiser la gravité des blessures en cas d'accident (« infrastructure indulgente ») ;
- Les effets des accidents sur la fluidité du trafic doivent être réduits ; les nouveaux accidents doivent être limités.

3. CONCEPTS ET MÉTHODE

Tous les éléments mentionnés dans la section 1.1. ne sont pas inclus dans le présent document² car ils ne sont pas (encore) d'application pour cette phase (projets au niveau du plan) du processus. L'évaluation dans le cadre de l'EESR ne concernera donc que le réseau routier principal, c'est-à-dire le ring continu et le ring urbain (= routes de dérivation, parallèle, latérale) et non le réseau routier secondaire et ses annexes (intersections, traversées, piétons, cyclistes, ...). Cela est dû au fait que le R0-Nord fait partie du RTE-T et ce, uniquement au niveau autoroutier³. Comme la configuration des échangeurs appartient encore à une variante, seule une évaluation qualitative des échangeurs sera effectuée lors du Cycle 1. Les complexes de raccordement seront donc évalués au niveau de l'autoroute, mais pas en fonction du réseau routier secondaire (au niveau des intersections).

L'évaluation sera réalisée sur l'ensemble de l'itinéraire R0-Nord et, si nécessaire pour plus de clarté, ventilée par zone. Cela signifie que le ring continu et le ring urbain sont chacun considérés séparément sur l'ensemble du parcours. Pour clarifier cela, les chiffres ci-dessous ont été établis pour les trois groupes d'alternatives présents. Le ring continu (bleu) et le ring urbain (jaune) de la structure du R0 sont indiqués ici.

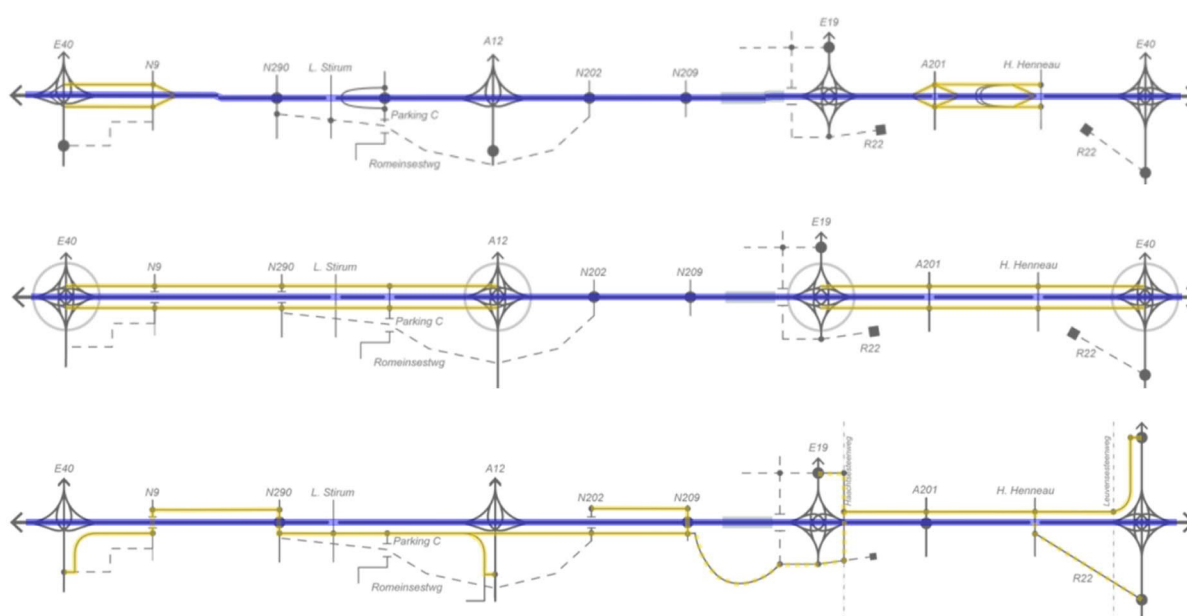


Figure 5 : Évaluation RC(bleu)/RU(jaune) par zone (à hauteur de Wemmel) (en haut : G1A2, au milieu : G2A1, au bas : G3A1)

Il existe cependant un groupe pour lequel les directives pour les autoroutes ne sont pas applicables sans ambiguïté. G3, le groupe latéral, possède un système latéral qui fait partie intégrante de la structure du R0-Nord, mais qui est plutôt de nature locale/subordonnée et qui aura donc une incorporation régionale et urbaine. Lorsque le système latéral se raccorde à la route existante et utilise donc l'infrastructure existante, cela ne sera pas pris en compte dans l'évaluation du ring urbain. Dans l'exemple ci-dessus (G3A1), cela signifie que la zone Buda, Chaussée de Haacht et R22/Boulevard de la Woluwe ne sont pas inclus dans l'évaluation des incidences de l'infrastructure autoroutière. Pour tout de même évaluer cette structure latérale (ring urbain) de la même manière que les autres alternatives, différentes hypothèses sont formulées. Elles seront expliquées en détail dans ce chapitre, dans les sections correspondantes.

² En raison de la nature du projet, l'évaluation d'un certain nombre d'aspects n'est pas pertinente : choix de l'itinéraire, usagers vulnérables de la route tels que les piétons et les cyclistes, zones de stationnement. Selon l'Observatoire royal de Belgique, la zone du plan se trouve dans une zone où l'activité sismique est extrêmement faible. Néanmoins, tous les ouvrages de génie civil tiendront compte de l'Eurocode 8 (NBN EN 1998-1), garantissant la sécurité des structures.

³ Bien que le réseau routier secondaire ne soit pas pris en compte dans ce document (dans le Cycle 1), cela ne signifie pas que la sécurité du trafic sur le réseau routier secondaire doit être négligée.

Ce rapport évalue la sécurité routière de la situation existante⁴, de la situation de référence et des différentes alternatives du R0-Nord avec ses variantes correspondantes. Cela comprend notamment :

- la cartographie de la relation entre les volumes de trafic et la capacité des routes qui permet de localiser les zones potentiellement dangereuses.
- l'analyse de la conception de la sécurité routière de l'infrastructure autoroutière au moyen des discontinuités et des longueurs de turbulence disponibles entre ces discontinuités en utilisant les directives du vade-mecum Infrastructure routière, partie autoroutes (VWI 2018) et, en complément du VWI, la directive Conception des autoroutes (ROA 2019).
- l'analyse de l'impact de la vitesse maximale autorisée. Mais aussi en cartographiant la baisse de vitesse du trafic de marchandises en examinant plus en détail les différents profils de longueur. D'autres critères qui peuvent déterminer la sécurité routière d'une conception sont les virages serrés, les distances de visibilité, le tracé de la route, etc. Une conception plus détaillée est nécessaire pour juger de ces critères, ce qui n'est pas possible à ce stade du processus.
- rendre les structures conçues non ambiguës et lisibles pour les usagers de la route. Une première analyse de cette lisibilité peut être effectuée à l'aide de systèmes de signalisation.

Pour parvenir à une évaluation de la sécurité routière sur le R0-Nord, les paramètres suivants sont utilisés. Ces paramètres sont expliqués théoriquement dans la section suivante, car ils reviennent de manière récurrente dans ce rapport.

3.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Le rapport entre les volumes de trafic (= intensités) sur les segments de route (evp/h) et la capacité routière disponible est appelé rapport I/C ou taux de saturation. Ce rapport est un indicateur de la qualité du flux de trafic d'un tronçon routier. Le VWI indique qu'un tronçon routier avec un rapport I/C $\leq 0,8$ présente une capacité de réserve suffisante. La ROA stipule même comme point de départ que le rapport I/C doit toujours être inférieur ou égal à 0,8 lors de la conception des autoroutes. Cela laisse encore une marge limitée qui est nécessaire pour faire face à la réduction de capacité dans des circonstances non idéales (accident, météo, ...) et ainsi minimiser le risque de congestion et de situations dangereuses.

Le MCR de la périphérie flamande (Modèle de circulation régional, version 4.2.1) fait une estimation du rapport I/C₅ de l'année de base 2017 (SE) et de la situation de référence 2030 (SR), par segment du R0-Nord. Les rapports I/C pour les différentes alternatives sont calculés avec les mêmes modèles de circulation que pour la situation de référence. Une distinction est toujours établie entre le rapport I/C sur le ring continu et sur le ring urbain actuel.

3.1.1. Intersection Capacity Utilization Level of Service (ICU LOS) (G3 système latéral)

Comme mentionné précédemment, le système latéral fait partie intégrante de l'infrastructure du ring R0. Cependant, la structure latérale a plutôt un caractère local/subordonné et sera donc intégrée de manière régionale et urbaine. Par conséquent, il n'est possible d'appliquer les directives VWI qu'à la structure continue et non à la structure latérale pour ce groupe d'alternatives.

Aux intersections, le système latéral provoquera un grand nombre de conflits qui auront un impact majeur sur la fluidité du trafic, la densité du trafic (rapport I/C) et la lisibilité de la route. Mais le nombre d'intersections, l'espacement (distance entre les intersections), la conception des intersections, les transitions possibles dans la section transversale de la route latérale et l'interaction

⁴ L'application d'une analyse approfondie des accidents à l'état existant permet de retrouver certains paramètres qui sont cruciaux pour développer une route (autoroute) sûre. Ces données ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Centre flamand de la circulation et Police Fédérale).

⁵ Les intensités actuelles qui proviennent du MCR dépendent de différents facteurs. Le plus important est que le trafic cherche toujours la voie la plus facile, celle qui offre le moins de résistance. Cela signifie que d'autres intensités sont présentes pour chaque alternative et que certains rapports I/C peuvent donner une image déformée lorsqu'ils sont comparés entre les différentes alternatives (et certainement entre les différents groupes).

avec les différents modes/usagers de la route sont des éléments importants qui ont un grand impact sur la sécurité routière du système latéral.

La configuration de la structure latérale n'a pas encore été suffisamment précisée dans cette phase de planification (configuration des intersections/nombre de voies devant celles-ci/...), ce qui fait que les directives du vade-mecum routes et intersections sûres, entre autres, ne peuvent pas encore être appliquées.

Afin de pouvoir de toute façon faire une analyse du système latéral, la qualité du tassement des intersections peut être utilisée pour évaluer la saturation du système. À cette fin, on peut utiliser l'analyse LOS6 qui calcule la capacité, les intensités et la conception d'une intersection contrôlée par des feux.

ICU LOS	Rapport I/C	Temps perdu
A	<55%	<10s
B	55% - 64%	10s – 20s
C	64% - 73%	20s – 35s
D	73% - 82%	35s – 55s
E	82% - 91%	55s – 80s
F	91% - 100%	>80s

Tableau 1 : ICU LOS - système d'évaluation

Comme hypothèse de travail pour la conception des intersections, un niveau de service allant jusqu'à D est accepté (= rapport I/C inférieur ou (presque) égal à 0,8). Tout ce qui est en dessous peut encore avoir une portée (bien que limitée) dans la capacité à gérer les fluctuations en ajustant le contrôle de l'éclairage, mais sera toujours évalué négativement.

Par conséquent, l'analyse ci-dessus ne s'appliquera que lorsqu'une structure latérale est présente dans l'alternative, c'est-à-dire uniquement aux alternatives G3.

3.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

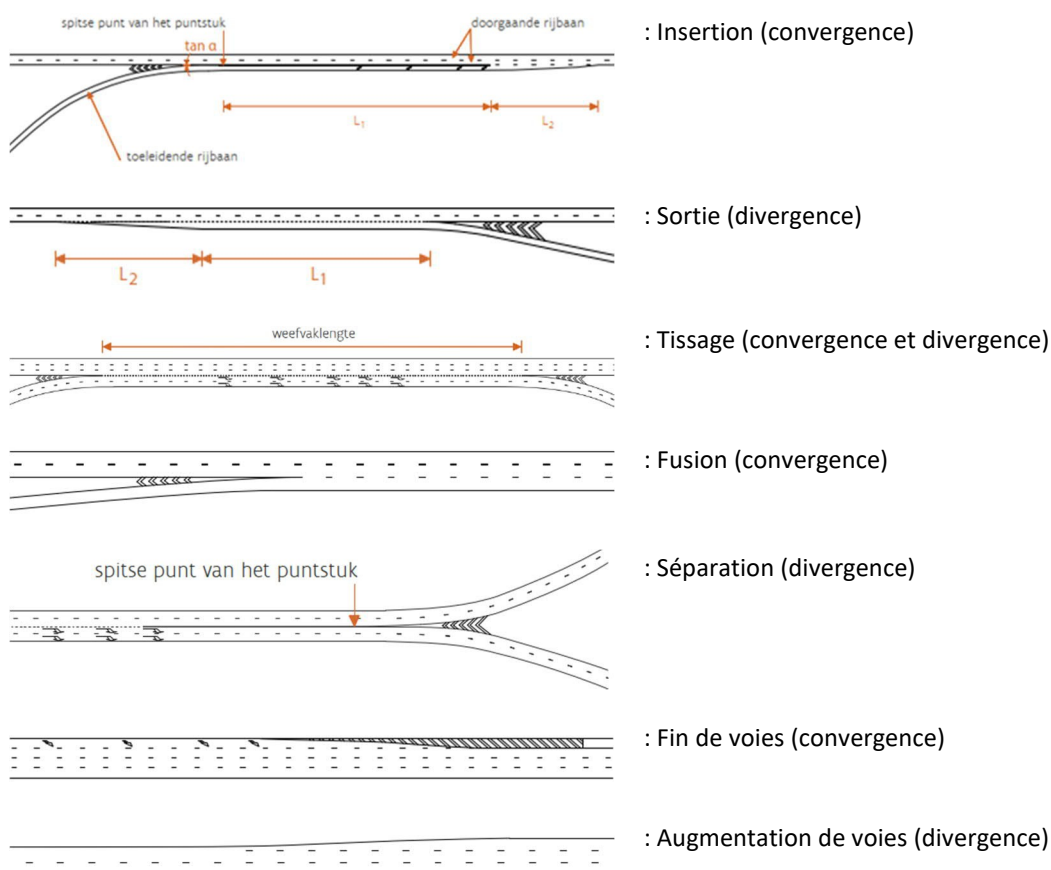
Les discontinuités dans la conception des routes sont des endroits où il y a une transition entre deux tronçons de route différents. Une discontinuité peut être un point de convergence ou de divergence (respectivement convergent ou divergent). Lorsque les flux de circulation convergent et divergent les uns des autres, des situations potentiellement dangereuses apparaissent. Il est donc très important que ces discontinuités soient conçues de manière à limiter les effets négatifs sur la fluidité et la sécurité du trafic.

Les turbulences sont dues au fait que le trafic régional n'utilise le réseau routier principal que sur de courtes distances. Un trafic régional important entraîne de nombreuses entrées et sorties entre les complexes de raccordement et donc des changements de voie et des turbulences dans le flux de circulation. Cet échange de trafic avec le réseau routier secondaire entraîne des turbulences. La turbulence se manifeste, entre autres, par des écarts dans le temps entre les véhicules et la répartition du trafic sur les voies. Les caractéristiques comportementales associées à la conduite comprennent par exemple le freinage, les manœuvres d'évitement et les changements de voie obligatoires et anticipés. Les turbulences entraînent des différences de vitesse, une réduction de la vitesse, une perte de capacité, une réduction du débit et des situations dangereuses. Par conséquent, la distance entre deux discontinuités doit être suffisamment grande. Si la distance entre les jonctions/raccordements successifs est trop courte, les turbulences peuvent entraîner des problèmes structurels de sécurité et de fluidité du trafic. Dans ce cas, le flux à l'origine des turbulences peut être séparé du trafic de transit par un système distinct. Cela permettra de fluidifier le trafic sur la route principale et de réduire les turbulences.

Le long de la trajectoire complète tant du ring intérieur que du ring extérieur, l'on examine donc le nombre de discontinuités/de longueurs de turbulence présentes sur le ring urbain et on vérifie si elles satisfont ou non aux directives de dimensionnement du VWI.

⁶ L'ICU LOS est principalement utilisé pour optimiser la conception d'une intersection dans une conception routière. Il s'agit d'une méthode d'évaluation d'une intersection et elle ne tient pas compte de l'interaction entre plusieurs intersections consécutives.

On peut distinguer les discontinuités suivantes :



La difficulté consiste à prévoir des discontinuités successives à des distances suffisamment sûres les unes des autres. Les longueurs de turbulence sont des distances autour des points de convergence et de divergence sur lesquelles le comportement de conduite et le flux de trafic sont influencés. Cette influence s'explique par les changements de voie obligatoires (et éventuellement anticipés) qui sont une conséquence directe et une caractéristique des discontinuités. Les longueurs de turbulence ne peuvent pas se chevaucher lorsqu'il y a des séquences de discontinuités. Chaque discontinuité doit disposer de sa propre longueur de turbulence. Les longueurs de turbulence sont additionnées en cas de séquence de deux points de convergence (insertion, fusion ou fin de voies) (voir Figure 6) et la moitié de la somme dans tous les autres cas. (par exemple, après une insertion, une sortie) (voir). Les tronçons de route intermédiaires ne peuvent pas non plus être plus courtes que la longueur requise pour la signalisation.

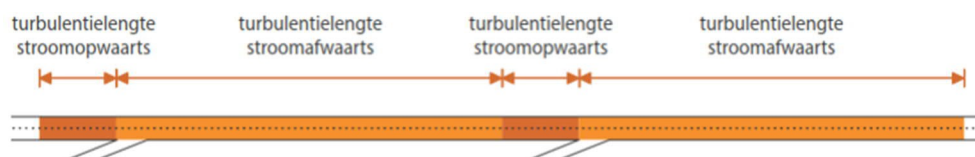


Figure 6 : Visualisation de la longueur de turbulence, points de convergence uniquement (VWI, 2018)

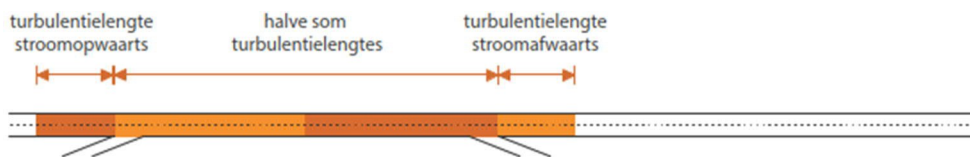


Figure 7 : Visualisation des longueurs de turbulence, points de convergence et de divergence (VWI, 2018)

Selon la VWI, le tableau suivant illustre les directives de conception des longueurs de turbulence par discontinuité.

ligging wegvak	turbulentielenktes (m)					meetpunt
	120 km/h	100 km/h	90 km/h	70 km/h	50 km/h	
stroomopwaarts van invoeging	150	130	110	90	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomafwaarts van invoeging	750	600	550	450	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomopwaarts van samenvoeging	150	120	110	90	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomafwaarts van samenvoeging	375	300	275	225	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomopwaarts van uitvoeging	750	600	550	450	n.v.t.	spitse punt puntstuk / taper
stroomafwaarts van uitvoeging	150	120	110	90	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomopwaarts van splitsing	150	120	110	90	n.v.t.	begin naderingsmarkering
stroomafwaarts van splitsing	150	120	110	90	n.v.t.	spitse punt puntstuk
stroomopwaarts van rijstrookbeëindiging	375	300	275	225	n.v.t.	begin wigvormig gedeelte
stroomafwaarts van rijstrookbeëindiging	150	120	110	90	n.v.t.	einde wigvormig gedeelte

Tableau 2 : Longueurs de turbulence (aucune turbulence pertinente n'est impliquée dans la discontinuité « augmentation de voies ») (VWI, 2018)

Les schémas linéaires sont expliqués dans la figure ci-dessous.

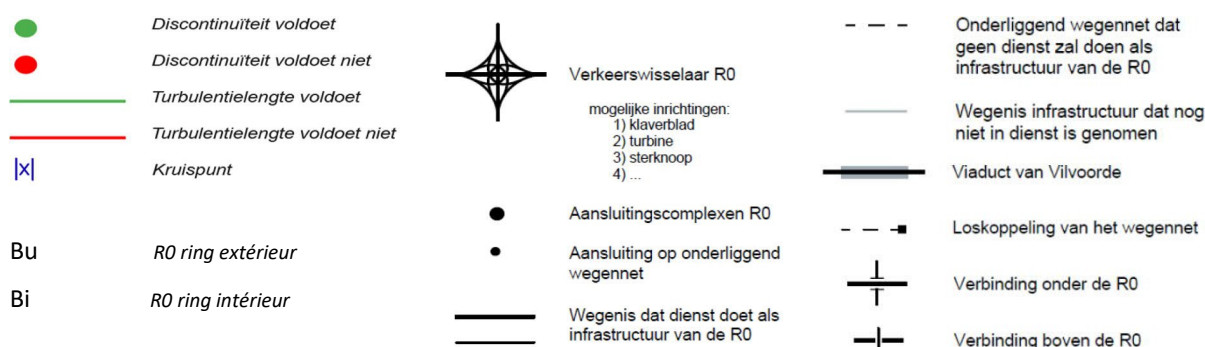


Figure 8 : Légende du schéma linéaire R0-Nord

3.2.1. Changements de voie structure continue

Lorsqu'un conducteur se trouve sur la structure continue, il ne s'attend pas à devoir effectuer plusieurs changements de voie pour rester sur la structure « continue ». Certaines discontinuités peuvent obliger les conducteurs à changer de voie pour pouvoir rester sur la structure continue. C'est le cas au niveau d'une séparation, d'une fusion et d'une section à tissage asymétrique. Il s'agit de manœuvres supplémentaires qui affectent principalement le trafic de marchandises.

Le choix de travailler avec une séparation ou une fusion est toujours lié à la taille du flux de trafic entrant ou sortant. Une sortie ou une insertion présente un débit plus faible qu'une séparation ou une fusion respectivement. Les modèles de trafic avec les intensités correspondantes donneront donc un meilleur aperçu du type de discontinuité qui devra être utilisé.

Aux fins de cette analyse, nous nous limitons aux changements de voie de la structure continue et non à ceux des routes de dérivation/parallèle/latérale. Pour le trafic de transit, le R0-Nord fait partie de leur itinéraire, tandis que le trafic local est plus susceptible de connaître sa destination à proximité du R0-Nord. Par conséquent, il devrait être logique que le trafic de transit ne doive pas ou peu changer de voie pour rester sur le système continu.

3.2.2. Intersections et distances d'intersection (G3 système latéral)

Pour ce paramètre également, il est nécessaire d'élaborer une hypothèse permettant d'évaluer la structure latérale de la même manière que les autres structures.

Sur une autoroute, les discontinuités concernent les mouvements d'insertion et de sortie du trafic, mais aux intersections, les mouvements se croisent. Les intersections du système latéral font partie intégrante du ring urbain. Par conséquent, le trafic devra passer par plusieurs intersections avant d'atteindre sa destination. Ceci est également illustré dans la Figure 6.

Pour les intersections sur la structure latérale, une intersection dans chaque sens de circulation est considérée séparément. Par sens de circulation, cette intersection correspond à deux discontinuités. La première discontinuité est l'arrivée à l'intersection et la sortie éventuelle vers la gauche ou la droite et la seconde est le franchissement de l'intersection et/ou l'insertion dans le flux. Pour chaque mouvement de circulation, une intersection compte donc pour deux discontinuités, que le mouvement soit en ligne droite sur le ring urbain ou en provenance ou en sortant vers une branche du ring urbain. Comme indiqué dans l'introduction du Chapitre 3, seule la trajectoire du ring urbain (et bien sûr aussi du ring continu) est évaluée et les connexions vers ou depuis le réseau routier secondaire ne sont pas incluses ici. Le passage dans n'importe quelle direction à une intersection compte pour deux discontinuités.

La distance entre les intersections, également appelée distance d'intersections, dépend de 3 facteurs⁷ : l'influence mutuelle, la signalisation et la vitesse de l'itinéraire. Une intersection affecte le flux de circulation sur une longueur donnée en fonction des volumes de trafic et de la vitesse. À l'approche d'une intersection, l'automobiliste doit avoir le temps de l'anticiper. Le long des routes de désenclavement de la zone, des panneaux d'indication sont généralement placés en combinaison avec des panneaux de décision à l'intersection. Le premier panneau est placé 200 mètres avant le point d'action. La distance souhaitée entre deux intersections, si les 3 facteurs sont pris en compte, est d'au moins 300 mètres en cas d'un seul panneau (=100 mètres après la première intersection + 200 mètres (panneau) avant l'intersection suivante) et de 500 mètres en cas de deux panneaux. Compte tenu du stade auquel se trouve le projet, il n'est pas possible de concevoir toutes les intersections de manière détaillée.

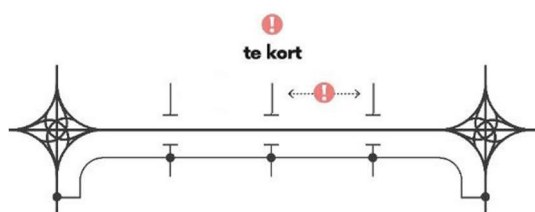
La route latérale est considérée comme une route de liaison pour 70km/h avec séparation des voies, où chaque sens de circulation peut fonctionner séparément. Comme sur une autoroute ou une voie rapide, la distance entre deux intersections peut être considérée comme un tissage entre insertions et sorties s'il y a deux voies de circulation dans chaque direction. La longueur de turbulence pour une route à 70km/h devrait alors être d'environ 300 m. Cela devient alors la distance d'intersection souhaitée.

L'étude de catégorisation des routes propose comme distance d'intersection (indépendamment du nombre de voies) pour les routes régionales 250 m-500 m (1,5-3 intersections par km) et pour les routes inter-urbaines (la catégorie la plus basse des voies de liaison) 125 m-250 m (3-6 intersections par km). Si ces directives sont conservées par le gouvernement flamand, le ring urbain s'intègre avec une distance d'intersection préférée de 300 m dans les deux catégories de routes futures.

Avec l'hypothèse ci-dessus, la structure latérale peut être comparée de manière similaire à celle des autres alternatives. Les distances entre les intersections peuvent être comparées de la même manière que les longueurs de turbulence. Lorsque la distance d'intersection entre deux intersections est insuffisante, les discontinuités sont évaluées négativement. La distance d'intersection est indiquée par sens de circulation.

Un exemple fictif est donné ci-dessous pour clarifier les hypothèses ci-dessus.

⁷ CROW 2013, manuel conception de routes - routes de désenclavement de la zone - H6 : intersections et raccordements.



5 intersections sont présentes au total sur le système latéral. 2 qui se connectent aux autoroutes incidentes et 3 qui se connectent au réseau routier secondaire. Cela signifie qu'il y a 10 (2 fois 5) discontinuités par sens de circulation (20 dans les deux directions combinées). La figure montre que les 2 intersections sont trop proches l'une de l'autre. Il en résulte 2 longueurs de turbulence qui ne sont pas suffisantes (1 par sens de circulation), mais aussi 2 fois 2, soit un total de 4 discontinuités par sens de circulation qui ne sont pas suffisantes (8 dans les deux directions combinées).

Ainsi, il y a pour le système latéral un total de 20 discontinuités : 12 suffisantes et 8 insuffisantes. Sur les 8 longueurs de turbulence, 6 sont suffisantes et 2 ne le sont pas.

Figure 9 : Exemple d'évaluation des discontinuités et des longueurs de turbulence en fonction des hypothèses des intersections du système latéral

3.3. Vitesse

L'impact de la vitesse maximale autorisée sur les autoroutes est un critère important dans le domaine de la sécurité routière. Dans ce document, la vitesse sur le ring continu est supposée être de 120 km/h⁸ pour la situation existante et, tant pour la situation de référence que pour les différentes alternatives, 100 km/h. La raison de cette limitation de vitesse à 100 km/h pour la situation de référence et les différentes alternatives provient de l'étude publiée en 2015 par le Département Mobilité et Travaux publics - Centre de la circulation. Cette étude⁹ a examiné les effets sur le R0-Nord d'une éventuelle réduction de la limite de vitesse sur la sécurité d'une part et sur la fluidité du trafic d'autre part.

L'enquête sur la sécurité routière a montré que 22% (au total 71) des accidents¹⁰ se sont produits à une vitesse de 100 km/h ou moins. Par conséquent, l'abaissement de la limite de vitesse à 100 km/h n'aurait aucun impact sur ces accidents.

Les 78% restants (247 au total) des accidents se sont produits à une vitesse supérieure à 100 km/h. Pour 57% de tous les accidents, des vitesses supérieures à 120 km/h ont été mesurées (27% dépassant même 140 km/h !). Dans 15% des accidents (avec une vitesse > 100 km/h), l'alcool était impliqué. Pour la majorité des accidents corporels, une réduction de la limite de vitesse n'aura donc aucun impact et il faudra plutôt envisager le maintien.

Toutefois, 8% des accidents (25 au total) se sont produits à des vitesses comprises entre 100 et 120 km/h et sans autres facteurs d'influence. On peut imaginer qu'ils auraient pu être évités si la limite avait été abaissée à 100 km/h (et correctement respectée). Par ailleurs, 9% des accidents (impliquant une vitesse > 100 km/h) ont eu un embouteillage (embouteillage/accident/travaux/obstacle/...) comme facteur d'influence. Ces accidents n'auraient peut-être pas été évités par une simple limitation de la vitesse à 100 km/h, parce que, par exemple, une distance de suivi trop courte était également indiquée. L'impact sur la gravité de ces accidents diminuerait avec une limite (respectée). Pour 25% des accidents (avec une vitesse > 100 km/h), un autre facteur externe a été rapporté (principalement conditions météorologiques, ...).

Plus la limite de vitesse est basse, plus le nombre total de changements de voie effectués par les usagers de l'autoroute est faible. Avec une limitation de vitesse à 100 km/h, le nombre de changements de voie diminue d'environ 3% (225 000 changements de voie en moins) à l'heure de pointe du matin et de 6% (530 000 changements de voie en moins) à l'heure de pointe du soir par rapport à une limitation de vitesse à 120 km/h. Conjugée à la réduction du nombre de changements de voie, la diminution de la vitesse autorisée entraîne une plus grande mixité du transport de passagers et de marchandises. À une vitesse limitée à 100 km/h, la répartition du trafic de passagers et de marchandises sur les différentes voies est toujours approximativement la même qu'à une vitesse limitée à 120 km/h.

⁸ Toutes les données incluses dans le présent document pour la situation actuelle datent d'avant 2020. La réduction de la vitesse de 120 km/h à 100 km/h sur le R0-Nord, n'a été mise en œuvre que récemment (septembre 2020). Sur le viaduc de Vilvorde, la vitesse est limitée à 90 km/h et même à 70 km/h pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes.

⁹ Rapport d'étude disponible à l'adresse suivante <https://www.verkeerscentrum.be/studies/impact-reduced-speed-limit-on-the-brussels-ring-r0>

¹⁰ Données d'accidents de l'ADSEI (données de la police) pour les années 2012 et 2013 (les années les plus récentes disponibles à l'époque).

L'étude montre donc qu'une réduction de la vitesse de 120 km/h à 100 km/h en tant que mesure isolée n'aura qu'un impact positif limité sur la sécurité routière. Il existe donc un énorme potentiel pour rendre le R0-Nord plus sûr pour le trafic en prenant des mesures supplémentaires afin que, par exemple, la réduction de la vitesse à 100 km/h soit effectivement appliquée. Ces mesures supplémentaires constitueront donc un élément important de la refonte du R0-Nord.

Une réduction supplémentaire de la vitesse sur les différentes alternatives est incluse comme variante d'exploitation et sera discutée aux chapitres 6 et 8.

3.3.1. Directives Grands axes routiers européens

Comme indiqué précédemment, le tronçon R0-Nord fait partie du réseau RTE-T. Par conséquent, le R0 Nord est classé dans la catégorie des grands axes routiers européens (ARE). Dans le document de vision « Principes de base pour un aménagement solide du réseau routier : Grands axes routiers européens et grands axes routiers flamands » réalisé par l'Agence des routes et de la circulation, des principes de base sont élaborés concernant l'aménagement des routes.

Le principe de base est que la vitesse de référence¹¹ sur les grands axes routiers européens est de 120 km/h. La vitesse conceptuelle est uniformément fixée à 120 km/h en Flandre, de sorte qu'un ARE a partout en Flandre un aspect similaire facilement compréhensible par les usagers de cette route. À certains endroits ou tronçons, la vitesse réelle autorisée peut être limitée : par exemple aux échangeurs, mais aussi pour des raisons de sécurité routière ou pour atteindre une qualité environnementale appropriée.

La rectitude horizontale et les virages horizontaux sont les principales variables de conception qui ont un impact sur l'utilisation de l'espace. Si une vitesse conceptuelle de 120 km/h est appliquée, de grandes déviations des axes ont lieu à hauteur de l'échangeur R0/E40 à Grand-Bigard, Bois du Laerbeek et à hauteur du complexe de raccordement 3 (Avenue H. Henneau). Cela nécessitera d'importantes expropriations supplémentaires dans les zones de destinations environnantes. Une vitesse conceptuelle de 100 km/h semble réalisable sans expropriation ou coupe supplémentaire de la zone forestière à hauteur du Bois du Laerbeek.

Le VWI 2018 reprend également le paragraphe suivant :

« La vitesse conceptuelle est la vitesse de véhicule choisie qui est normative pour le dimensionnement de la route et des éléments de conception. La vitesse conceptuelle doit refléter la vitesse que la plupart des conducteurs choisissent naturellement pour une conception de route donnée, en particulier la vitesse V85.

La vitesse V85 correspond à la vitesse du percentile 85. Il s'agit de la vitesse réelle pratiquée par 85% des conducteurs dans des conditions météorologiques normales. Elle reflète la vitesse qu'une grande majorité (85%) des conducteurs considèrent comme raisonnable et sûre dans des conditions idéales. »

La vitesse V85 prévue n'est pas (encore) connue pour les modèles de circulation généraux des différentes alternatives, mais elle devrait se situer autour de 100-110 km/h.

Pour ces raisons, les voies principales (structure continue) du R0-Nord ont été conçues avec une vitesse conceptuelle de 100 km/h.

3.3.2. Réduction de la vitesse

Le trafic de poids lourds est principalement affecté en montée. Les directives (VWI, 2018) stipulent donc que la réduction de la vitesse du trafic de marchandises dans une montée doit être de 20 km/h maximum. Lorsqu'une montée entraîne une réduction de la vitesse plus importante, la pente doit être ajustée ou des mesures compensatoires doivent être prises, telles que l'utilisation d'une voie supplémentaire ou d'une voie lente.

La réduction de la vitesse peut être contrôlée avec le programme SimVra+. Ce programme peut rapidement vérifier :

¹¹ La vitesse conceptuelle est la vitesse du véhicule choisie qui est normative pour le dimensionnement de la route et des éléments de conception. La vitesse autorisée ou vitesse maximale est la vitesse la plus élevée autorisée sur un tronçon de route ou sur une certaine partie d'un tronçon de route. La vitesse autorisée peut être fixée à un niveau inférieur à la vitesse conceptuelle.

- Si la conception satisfait aux critères relatifs à la réduction de la vitesse ;
- Si une longueur d'accélération suffisante est prévue dans la conception.

Dans le logiciel, le véhicule standard a été utilisé avec un revêtement routier sec. Ce véhicule « standard » montre que 85% des camions roulant aux Pays-Bas (1999) ont un rapport kW/tonne plus favorable. Ainsi, 85% des véhicules sont plus puissants et 15% sont plus lents que le véhicule standard général. Les camions d'aujourd'hui sont devenus beaucoup plus efficaces qu'il y a 20 ans, et la réalité sera donc plus favorable. Étant donné cette approche conservatrice, l'on est consciemment parti d'un scénario pessimiste.

Les résultats de SimVra+ sont chaque fois divisés en 2, en raison des limitations du programme :

- Ring intérieur (Bi) :
 - Cycle 1 : 0,00 km-9,99 km : de l'Avenue Robert Dansaert à l'Avenue Albert I
 - Cycle 2 : 10,00 km-21,48 km : de l'Avenue Albert I à la Rue Alfons Lenaerts
- Ring extérieur (Bu) :
 - Cycle 1 : 0,00 km-9,99 km : de la Rue Alfons Lenaerts à l'Avenue Tyras
 - Cycle 2 : 10,00 km-21,48 km : de l'Avenue Tyras à l'Avenue Robert Dansaert

Lors de l'analyse de la réduction de la vitesse, la vitesse pour le trafic de marchandises a été fixée à 90 km/h. Il existe toutefois une zone où la circulation (+3,5 tonnes) dans la situation actuelle doit déjà tenir compte d'une limite de vitesse maximale de 70 km/h, à savoir le viaduc de Vilvorde. Cette analyse ne s'applique qu'au ring continu.

3.4. Lisibilité

Le trafic qui circule sur le R0-Nord peut être divisé en trois types¹². Le trafic de transit, le trafic d'origine et le trafic de destination comme trafic très local font un usage mixte du R0-Nord. Ce trafic se reflète dans les différentes structures de la situation existante (SE), dans la situation de référence (SR) et dans les alternatives. Les variantes SE, SR et G1 ont principalement une structure de transit avec quelques structures de manœuvre. Les deux structures sont utilisées tant par le trafic de transit, que par le trafic d'origine et le trafic de destination comme trafic très local (bien que dans une mesure limitée). Pour les alternatives G2 et G3, l'on distingue deux structures, la structure continue avec principalement du trafic de transit et les structures parallèle et latérale où est présent tant du trafic d'origine que du trafic de destination comme trafic très local.

3.4.1. Systèmes de signalisation

L'image routière du R0-Nord doit être reconnaissable et compréhensible pour tous les usagers de la route. En effet, la vue et l'environnement de la route doivent induire le comportement souhaité du trafic. Cela suppose une image routière simple, lisible et surtout homogène, qui est associée à la fonction du R0-Nord comme ring. Cela peut être réalisé en augmentant la valeur d'orientation et d'expérience et en traduisant de manière plus claire la logique constructive dans la conception des infrastructures et des ouvrages en termes spatiaux.

En termes de flux et de mobilité, la lisibilité implique, notamment, qu'un système de signalisation clair et sans ambiguïté peut être mis en place, ce qui permet aux conducteurs de faire les bons choix à l'avance. Cette signalisation peut donc soutenir et améliorer l'utilisation souhaitée du réseau.

¹² Le trafic de transit est le trafic qui circule au moins d'un échangeur à l'autre. Le trafic très local utilise l'infrastructure autoroutière sur une courte distance, par exemple du complexe de raccordement 9-Jette au complexe de raccordement 10-Zellik. Le trafic d'origine ou de destination est le trafic qui a une destination (ou une origine) sur la partie adjacente du R0-Nord. Un exemple de trafic de destination est celui du conducteur qui vient de Gand et qui a un rendez-vous à l'hôpital universitaire de Bruxelles.

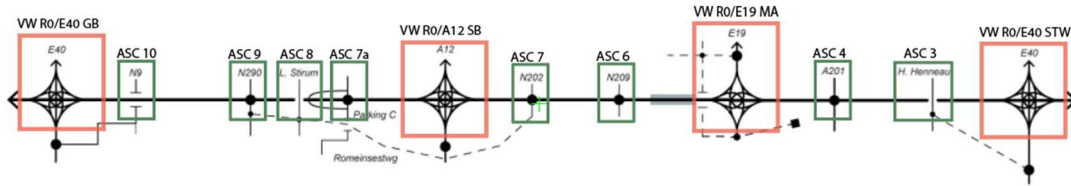


Figure 10 : Aperçu Échangeur et CR R0-Nord

4. DÉFINITION DU PROBLÈME

Le Ring autour de Bruxelles (R0) a une vieille infrastructure obsolète. Les premières parties datent de plus de 60 ans et l'infrastructure a été implantée dans l'environnement comme une barrière dure pour les hommes et les animaux. Les nombreuses entrées et sorties sont trop rapprochées et la structure est souvent illisible et illogique. Au-dessus, en dessous et le long du R0-Nord, il y a peu d'espace pour les piétons, les cyclistes, l'écologie et les transports en commun, ce qui fait du Ring une véritable barrière.

Et depuis cette époque, le volume du trafic a considérablement augmenté. Les nombreux croisements et points dangereux provoquent chaque jour des embouteillages, des accidents et des incidents, qui, à leur tour, engendrent un trafic de contournement dans les communes situées autour du Ring et diminuent la viabilité dans ces communes. Les structures résidentielles, les structures spatiales vertes et ouvertes et les réseaux ont été coupés ou interrompus par le Ring ou par une entrée ou une sortie. Peu d'attention a été accordée à l'intégration paysagère de qualité.

Il convient encore d'ajouter que, ces dernières années, une forte augmentation du trafic à l'intérieur et autour de la capitale a été constatée. Le développement de la Région de Bruxelles-Capitale et de la périphérie flamande, ainsi que les pôles résidentiels et d'emploi environnants, les développements aéroportuaires et portuaires à Bruxelles ont encore renforcé le trafic dans l'ensemble de la région. Non seulement, le Ring est une vieille infrastructure mais, au fil des ans, l'organisation de la circulation a peu évolué et n'a pas été adaptée à l'augmentation de la densité du trafic. Une structure illogique, souvent illisible, liée à de nombreux points névralgiques dangereux et de nombreux changements de bande donne lieu à des embouteillages, des accidents et des incidents au quotidien. Le trafic cherche de plus en plus à traverser les villages et les zones résidentielles le long du R0-Nord, ce qui a un impact négatif sur l'habitabilité du réseau routier secondaire.

4.1. Intensités du trafic

La figure ci-dessous montre que de tout le R0-Nord, la partie nord est la plus chargée. En moyenne, 85.000 à 180.000 evp (équivalents voitures particulières) l'empruntent chaque jour ouvrable, ce qui représente une des densités de trafic les plus élevées de Flandre.

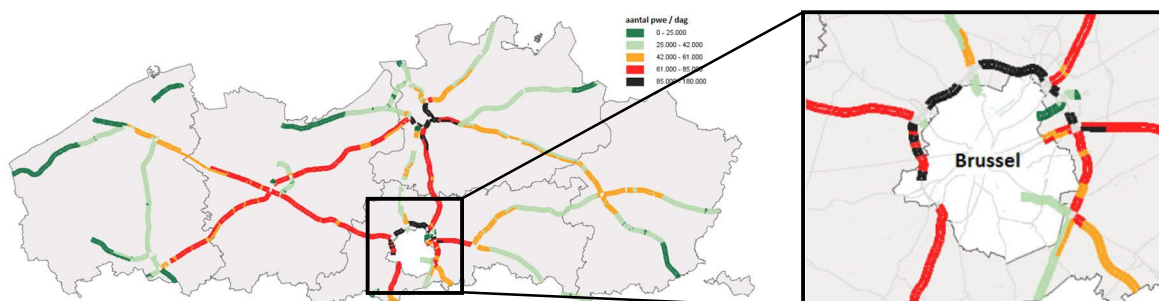


Figure 11 : Nombre moyen en équivalents de voiture particulière par tronçon de route les jours ouvrables (hors vacances scolaires)(Source : Centre flamand de la circulation, 2017)

La proportion de camions sur la partie nord du R0-Nord est inférieure à 15%. Cela est dû en partie au fait qu'il y a sur cette partie du R0-Nord une très forte proportion d'autres véhicules que des camions. En moyenne, entre 10 000 et 15 000 camions passent par le R0-Nord chaque jour.

4.1.1. Embouteillages (structurels)

Un retard sur un tronçon routier d'autoroute est qualifié « d'embouteillage » dans les informations sur le trafic lorsqu'une certaine valeur est atteinte entre la combinaison de la vitesse moyenne sur le tronçon et le taux de saturation du tronçon. Les embouteillages qui surviennent de 60 à 100% des jours peuvent être considérés comme structurels. La gravité et la durée de l'embouteillage sont deux caractéristiques qui définissent un embouteillage.

- La gravité d'un embouteillage est une mesure de l'importance d'un embouteillage. La gravité d'un embouteillage est égale au produit de la longueur de l'embouteillage et de la durée de l'embouteillage, cumulé sur les différentes phases de l'embouteillage (la longueur de l'embouteillage évolue dans le temps). La gravité de l'embouteillage s'exprime en kilomètres-heure (km.h)

- La durée de l'embouteillage sur une autoroute indique la fréquence des embouteillages observés et constitue donc une mesure de la probabilité d'un embouteillage. Pour chaque route, l'on compte par sens de circulation et par borne kilométrique pendant combien de minutes un message d'embouteillage a été actif dans les informations routières.

La gravité de l'embouteillage prend en compte à la fois la longueur et la durée de l'embouteillage, et la gravité de l'embouteillage est donc considéré comme un indicateur d'embouteillage plus intéressant que la longueur de l'embouteillage. La durée de l'embouteillage (par emplacement) donne à son tour un aperçu de l'endroit où se trouve l'embouteillage sur l'autoroute. Ces données sont résumées dans les figures ci-dessous pour le R0-Nord (trajet complet). La zone du projet est indiquée par un cadre vert.

4.1.1.1. R0 Ring extérieur¹³

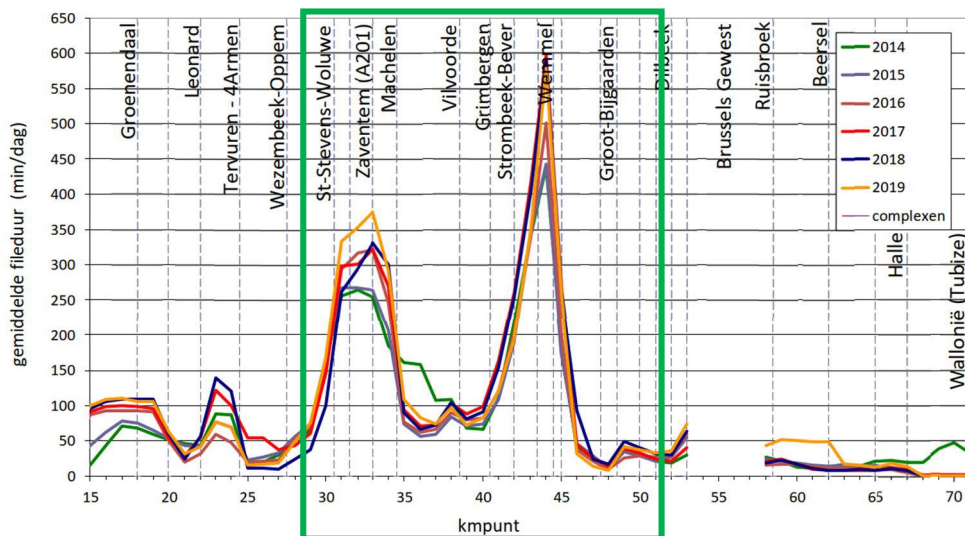


Figure 12 : Durée d'embouteillage R0-ring extérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

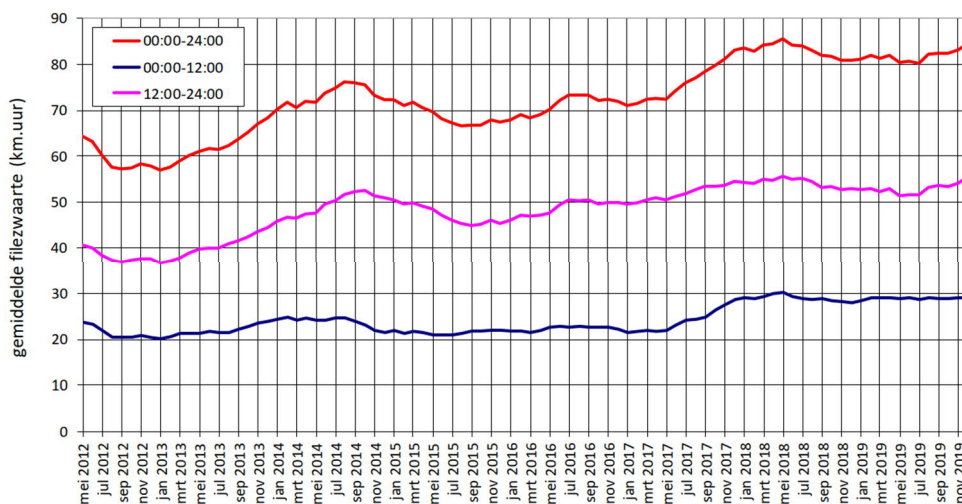


Figure 13 : Gravité des embouteillages R0-ring extérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

¹³ Les données discutées ici ne sont pas seulement spécifiques au R0-Nord (de la borne kilométrique 27 à 51), mais ont une portée plus large comme le montre la figure 13. Cette figure montre que les problèmes se présentent principalement sur le R0-Nord (cadre vert). Les données présentées ici sont des moyennes sur l'ensemble du tracé du R0-Nord (de la borne kilométrique 17 à 71), de sorte que les données effectives pour le R0-Nord sont plusieurs fois pires que celles présentées ici. Les données spécifiques pour le R0-Nord ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Centre flamand de la circulation).

Tendance annualisée de la gravité des embouteillages - jours ouvrables

(= rapport entre la moyenne annuelle de l'année X par rapport à la moyenne annuelle de l'année Y)

		0h-24h	0h-12h	12h-24h
R0-ring extérieur	2013/2012	1.18	1.17	1.19
	2014/2013	1.06	0.90	1.14
	2015/2014	0.93	1.02	0.89
	2016/2015	1.07	1.01	1.10
	2017/2016	1.15	1.29	1.09
	2018/2017	0.97	0.98	0.97
	2019/2018	1.04	1.04	1.05
	2019/2012	1.46	1.42	1.48

Tableau 3 : Évolution de la gravité des embouteillages R0-ring extérieur situation existante (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

Problèmes et embouteillages structurels

- Heure de pointe du matin (HPM) : zone de tissage Woluwe-Saint-Étienne - Zaventem en combinaison avec embouteillage sur/vers les sorties vers le Boulevard de la Woluwe (R22) et Zaventem - Avenue Hector Henneau ;
→ *Conséquence* : embouteillage de Zaventem jusqu'à au-delà de Woluwe-Saint-Étienne.
- Heure de pointe du soir (HPS) : zone de tissage Zaventem - Machelen (insertions A201 - sortie E19) ;
→ *Conséquence* : embouteillage de Machelen à Woluwe-Saint-Étienne ou plus loin.
- HPM et HPS : manque de capacité entre Wemmel et Zellik/Grand-Bigard ;
→ *Conséquence* : embouteillage de Wemmel à Grimbergen (matin) ou plus loin (soir).

Heure de pointe du matin et heure de pointe du soir

Le problème d'embouteillage sur le ring extérieur du R0-Nord est un problème constaté tant durant l'heure de pointe du matin que durant celle du soir, l'heure de pointe du soir étant plus chargée que l'heure de pointe du matin. En 2019, le plus long embouteillage a été observé à Wemmel (580 minutes ou 10 heures d'embouteillage par jour ouvrable, soit 1h30 de plus que le plus long embouteillage de 2016).

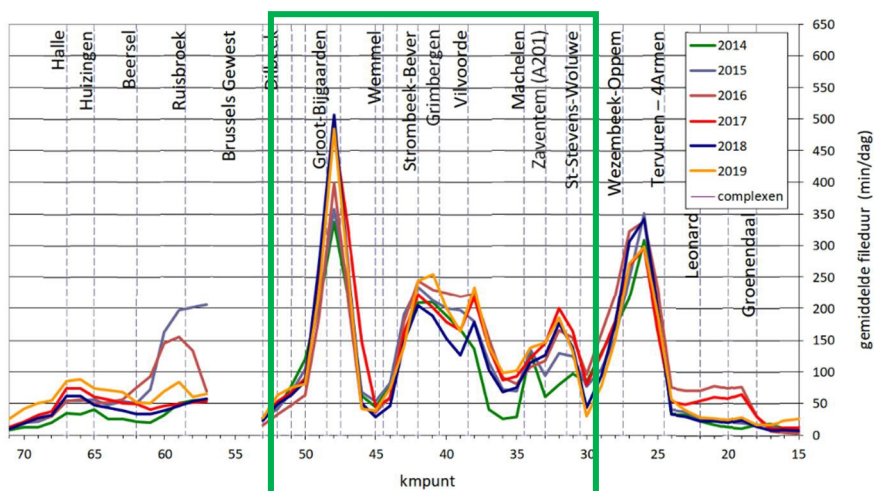
4.1.1.2. R0 ring intérieur¹⁴

Figure 14 : Durée d'embouteillage R0-ring intérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

¹⁴ Les données discutées ici ne sont pas seulement spécifiques au R0-Nord (de la borne kilométrique 27 à 51), mais ont une portée plus large comme le montre la figure 15. Cette figure montre que les problèmes se présentent principalement sur le R0-Nord (cadre vert). Les données présentées ici sont des moyennes sur l'ensemble du tracé du R0-Nord (de la borne kilométrique 17 à 71), de sorte que les données effectives pour le R0-Nord sont plusieurs fois *pires* que celles présentées ici. Les données spécifiques pour le R0-Nord ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Centre flamand de la circulation).

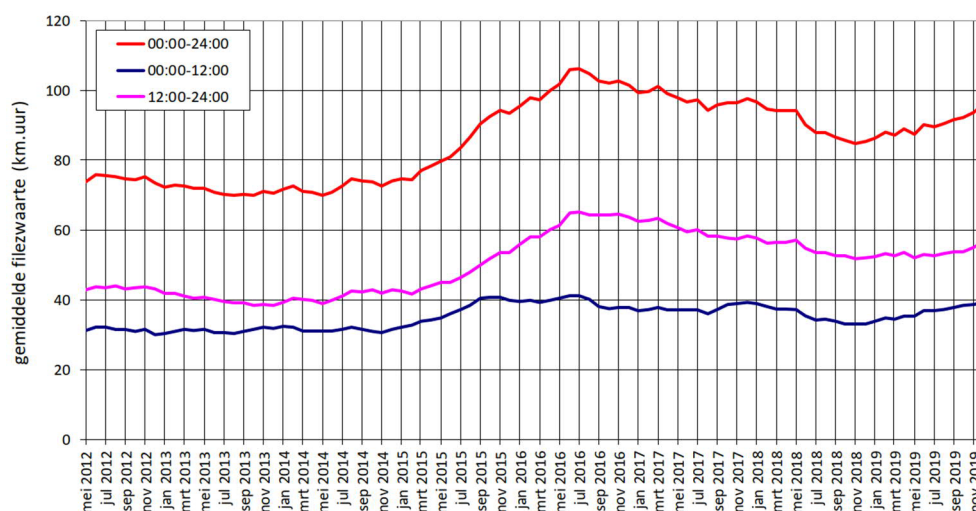


Figure 15 : Gravité de l'embouteillage R0-ring intérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

Tendance annualisée de la gravité des embouteillages - jours ouvrables

(= rapport entre la moyenne annuelle de l'année X par rapport à la moyenne annuelle de l'année Y)

		0h-24h	0h-12h	12h-24h
R0 ring intérieur	2013/2012	0.96	1.06	0.89
	2014/2013	1.05	0.98	1.11
	2015/2014	1.26	1.27	1.26
	2016/2015	1.08	0.95	1.19
	2017/2016	0.96	1.04	0.91
	2018/2017	0.87	0.84	0.89
	2019/2018	1.12	1.18	1.09
	2019/2012	1.31	1.30	1.31

Tableau 4 : Évolution de la gravité des embouteillages R0-ring intérieur situation existante (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

Problèmes et embouteillages structurels

- HPM et HPS : manque de capacité entre Grand-Bigard/Zellik et Strombeek-Bever ;
→ *Conséquence* : reflux de Grand-Bigard/Zellik à Dilbeek.
- HPM et dans une moindre mesure HPS : manque de capacité dans la zone de Grimbergen-Machelen ;
→ *Conséquence* : embouteillages à hauteur des entrées dans cette zone et reflux jusqu'à Wemmel.
- HPM : saturation à Zaventem et tissage entre Machelen et Zaventem ;
→ *Conséquence* : reflux à partir de Zaventem jusqu'à au-delà de Machelen et aussi vers l'E19.
- HPS : zone de tissage Zaventem - Woluwe-Saint-Étienne ;
→ *Conséquence* : reflux de cette zone de tissage vers Zaventem ou au-delà.

Heure de pointe du matin et heure de pointe du soir

Le problème de congestion sur le ring intérieur du R0-Nord est un problème constaté tant durant l'heure de pointe du matin que du soir, l'heure de pointe du soir étant plus chargée que l'heure de pointe du matin. En 2019, le plus long embouteillage a été observé à Grand-Bigard (40 minutes ou 8 heures d'embouteillage par jour ouvrable, soit 1h30 de plus que le plus long embouteillage de 2016).

4.1.2. Rapport I/C (taux de saturation)

- 0% < I/C ≤ 70% : blanc - pas ou peu d'embouteillage ;
- 70% < I/C ≤ 80% : jaune - embouteillages à certains moments, acceptables selon le VWI ;
- 80% < I/C ≤ 90% : orange - embouteillages à certains moments, inacceptables selon le VWI ;
- 90% < I/C ≤ 100% : rouge - embouteillages structurels.

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17 h-18h)			
		RO ring intérieur		RO-ring extérieur		RO ring intérieur		RO-ring extérieur	
		Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	23%	75%	62%	41%	37%	80%	52%	47%
	N9 <-> N290	99%	99%	99%	99%	100%	100%	99%	99%
	N290 <-> Parking-C	96%	96%	97%	97%	100%	100%	97%	97%
	Parking-C <-> A12	80%	53%	81%	59%	76%	64%	77%	60%
Vilvorde	A12 <-> N202	84%	84%	96%	96%	95%	95%	95%	95%
	N202 <-> N209	97%	97%	90%	90%	93%	93%	93%	93%
	N209 <-> E19	97%	97%	82%	82%	93%	93%	93%	93%
Zaventem	E19 <-> A201	91%	91%	92%	92%	83%	83%	100%	100%
	A201 <-> H. Henneau	37%	82%	44%	88%	43%	88%	48%	77%
	H. Henneau <-> E40	81%	81%	98%	98%	97%	97%	87%	87%

Figure 16 : Rapport I/C situation existante (2017) RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers (13 segments de chaque côté du RO) dans la situation actuelle à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 16. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

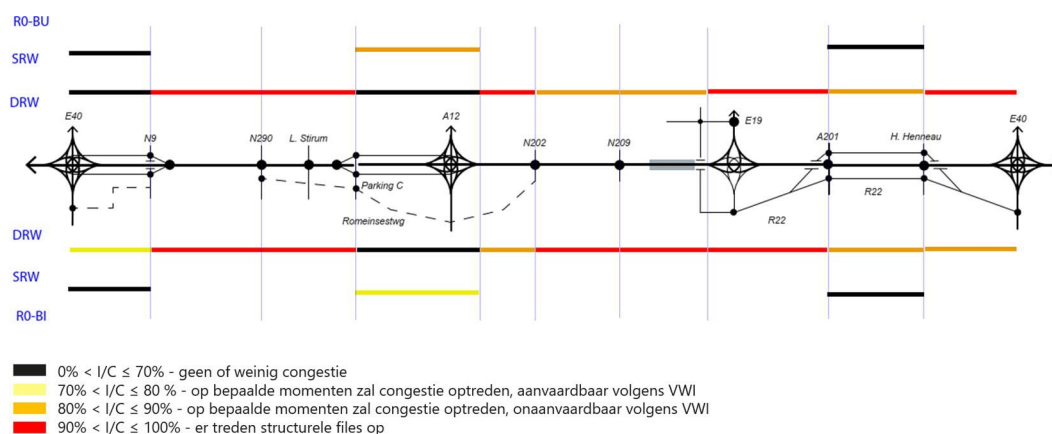


Figure 17 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers situation existante - HPM

Dans la situation existante, la capacité résiduelle est suffisante sur 9 (somme des segments routiers RO-bi et RO-bu à l'HPM) et 11 (somme des segments routiers RO- Bi et RO-bu à l'HPS) des 26 segments routiers au total. Des embouteillages structurels se forment sur 10 segments routiers lors de l'HPM (somme des segments routiers RO-bi et RO-bu) et 11 segments routiers lors de l'HPS (somme des segments routiers RO-bi et RO-bu).

4.1.3. Conclusions

Lorsque l'on compare les emplacements des embouteillages structurels avec les rapports I/C de la situation existante, on constate clairement un lien entre l'emplacement des embouteillages structurels et le taux de saturation supérieur à 0,8. En fait, c'est tellement grave que les embouteillages structurels se font sentir dans les zones où les rapports I/C sont acceptables. Par conséquent, l'ensemble du RO-Nord est encombré et des interventions nécessaires sont requises.

Les zones de tissage ont également un impact sur la fluidité de la circulation sur le RO-Nord. Les changements de bande sont difficiles en raison du fait qu'ils sont nombreux et doivent souvent être effectués sur de courtes distances. De ce fait, il y a formation de file, aussi bien sur le RO-Nord que sur les autoroutes qui le rejoignent et certains grands axes du réseau routier secondaire. Cela crée du trafic de contournement dans les communes autour du RO-Nord où la viabilité se détériore. Dans la section suivante, l'infrastructure autoroutière existante sera examinée plus en détail.

4.2. Infrastructure autoroutière

Le Ring autour de Bruxelles (R0) a une vieille infrastructure obsolète. Les parties les plus anciennes du Ring datent des années 1950. L'âge du Ring actuel est donc de 40 à 60 ans. À l'exception de l'entretien régulier, l'infrastructure n'a plus été renouvelée depuis sa construction. Certaines parties doivent donc être remplacées. L'infrastructure ne répond pas aux normes et directives de sécurité routières actuelles, ce qui signifie que l'installation a besoin d'une mise à jour pour assurer une gestion du trafic plus sûre et plus fluide.

Et depuis cette époque, le volume du trafic a considérablement augmenté. La combinaison des flux de trafic importants et d'une infrastructure comptant de nombreuses entrées et sorties très rapprochées donne lieu à une succession de zones de changements de bande complexes. Les courtes distances sur lesquelles ces changements de bande doivent être effectués sont à l'origine de situations dangereuses, comme le montrent également les données sur les accidents sur lesquelles nous reviendrons plus tard. Les chiffres des accidents du Centre flamand de la circulation montrent d'ailleurs que le nombre d'accidents générateurs de nuisances, par rapport à 2012, a presque doublé tant sur le ring intérieur qu'extérieur.

4.2.1. Discontinuités et longueurs de turbulence

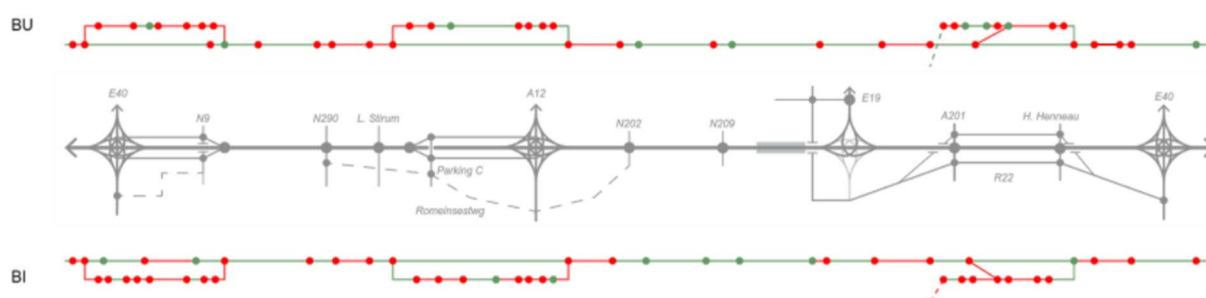


Figure 18 : Situation existante discontinuités et longueurs de turbulence, DRW-120 km/h¹⁵ & SRW-100 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 24 discontinuités présentes, dont **17 ne sont pas satisfaisantes**
 - 25 longueurs de turbulence présentes, dont **8 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 23 discontinuités présentes, dont **21 ne sont pas satisfaisantes**
 - 26 longueurs de turbulence présentes, dont **20 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités présentes, dont **19 ne sont pas satisfaisantes**
 - 24 longueurs de turbulence présentes, dont **8 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 22 discontinuités présentes, dont **17 ne sont pas satisfaisantes**
 - 25 longueurs de turbulence présentes, dont **18 ne sont pas satisfaisantes**

L'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence montre que moins de 20% des discontinuités et 50% des longueurs de turbulence sont conformes aux directives VWI actuelles.

¹⁵ Toutes les données incluses dans le présent document pour la situation actuelle datent d'avant 2020. La réduction de la vitesse de 120 km/h à 100 km/h sur le R0-Nord, n'a été mise en œuvre que récemment (septembre 2020). Sur le viaduc de Vilvorde, la vitesse est limitée à 90 km/h et même à 70 km/h pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes.

4.2.1.1. Changements de voie¹⁶ structure continue

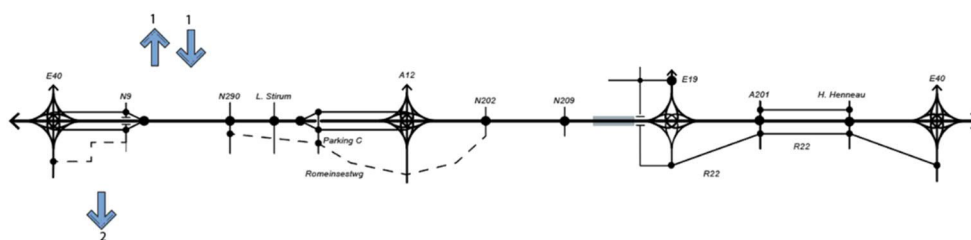


Figure 19 : Changements de voie situation existants RO-Nord

Le nombre de changements de voie que le trafic de transit doit effectuer pour rester sur la structure continue est très limité : deux sur le ring intérieur et deux sur le ring extérieur. En effet, la SE utilise principalement des insertions, des sorties et des sections de tissage symétriques. Cependant, ces changements de voie se situent dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne satisfont pas aux directives de sécurité routière.

4.2.2. Données sur les accidents¹⁷

Les données relatives aux accidents ont été mises à disposition par le Centre flamand de la circulation et la Police fédérale. En outre, ces chiffres montrent également que le nombre d'accidents causant des perturbations de la circulation a systématiquement augmenté de 2012 à 2018, et ce, tant sur le ring intérieur qu'extérieur. Mais cette année 2019 a enregistré une augmentation plus importante que les années précédentes. Le temps de traitement moyen par accident ne présente pas de variations majeures selon les années ou les jours de la semaine, la valeur se situe entre 45 et 48 minutes.

Nombre d'accidents par autoroute (nombre/an) Jours ouvrables hors vacances scolaires (normalisés à 180 jours)								
Autoroute	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RO - Ring extérieur	222	234	280	259	289	323	359	410
RO - Ring intérieur	190	250	238	238	270	289	297	356

Tableau 5 : Nombre d'accidents (nuisances) sur le RO-Nord de 2012 à 2019 (Source : Centre flamand de la circulation, 2019)

Les données obtenues auprès du Centre flamand de la circulation montrent les accidents localisés spécifiquement sur le RO-Nord. Il s'agit uniquement des accidents enregistrés qui ont fait des blessés ou qui ont nécessité une intervention de la police. Le tableau est divisé comme suit :

- Type d'usager de la route : quel type de véhicule a été impliqué dans l'accident.
- Gravité des blessures :

D : décès

- ZG : blessures graves

LG : blessures légères

#O : nombre d'accidents

¹⁶ La flèche bleue (↓) indique combien de changements de voie sont nécessaires pour rester sur la structure continue. Par exemple, si la flèche est dirigée vers le bas et se trouve du côté du ring extérieur du RO-Nord (au-dessus du schéma linéaire), un changement de voie vers la gauche sera nécessaire pour rester sur la structure continue.

¹⁷ Une analyse plus détaillée des données relatives aux accidents sera effectuée lorsque ces informations spécifiques pour le RO-Nord seront disponibles. Celles-ci ont été demandées aux autorités compétentes (Centre flamand de la circulation et Police fédérale).

	2016				2017				2018			
	D	ZG	LG	#O	D	ZG	LG	#O	D	ZG	LG	#O
Voitures particulières	3	13	184	123	1	2	156	101	0	3	119	77
Moto	0	0	7	7	0	2	9	10	0	1	10	10
Camion (+3,5 tonnes)	1	6	18	13	1	0	16	13	1	0	16	13
Total	4	19	209	143	2	4	181	124	1	4	145	100

Tableau 6 : Nombre d'accidents avec blessés sur le R0-Nord pour la période 2016-2018 (Centre flamand de la circulation, 2020)

On constate une augmentation du nombre d'accidents, mais une nette diminution du nombre d'accidents avec blessés entre 2016 et 2018. Cela peut s'expliquer par le fait que le R0-Nord commence à être de plus en plus encombré (augmentation des embouteillages structurels), ce qui a pour conséquence que la vitesse effective est également plus faible et que la gravité des accidents éventuels est également moindre. Il ne s'agit que des données relatives aux accidents avec blessés, nous ne disposons d'aucune donnée sur le nombre total d'accidents avec par exemple uniquement de la tôle froissée car ces accidents ne sont pas toujours signalés/consultables officiellement en raison du RGPD.

4.2.2.1. Collision (blessures corporelles)

La figure 20 ci-dessous montre pour chaque type de route la répartition en 2018 (en Belgique et pour tous les usagers de la route) du nombre d'accidents avec blessures corporelles par type de collision¹⁸. Ces données ne sont pas disponibles pour les accidents de la circulation impliquant uniquement des dommages matériels. Un accident de la circulation peut être constitué de plusieurs collisions, c'est pourquoi il n'est tenu compte que de la première collision. Lorsque le type de collision était inconnu, cela n'était pas repris dans les statistiques.

Le graphique montre logiquement que les accidents par choc latéral sont beaucoup plus fréquents dans et en dehors des agglomérations (avec les nombreux carrefours qui facilitent de telles collisions) que sur les autoroutes. À l'inverse, l'on enregistre sur les autoroutes davantage de collisions par l'arrière et davantage de collisions en chaîne. Les collisions par l'arrière sont d'autant plus fréquentes que la circulation est dense, ce qui réduit l'écartement entre les véhicules et augmente les embouteillages. Bien entendu, cela n'est pas seulement lié à un trafic plus important, cela est aussi lié à des problèmes d'infrastructure tels que par exemple des longueurs de turbulence trop courtes. Une charge excessive de la route a donc une incidence sur ce point. Le risque de chocs latéraux est accru en raison du volume du trafic, mais aussi en raison des distances de turbulence entre les entrées et les sorties. De même, il y a plus d'accidents n'impliquant qu'un seul usager de la route et comme il n'y a pas d'autres personnes impliquées, cela peut être dû à des manœuvres d'évitement tardives en raison d'infrastructures illisibles et mal conçues.

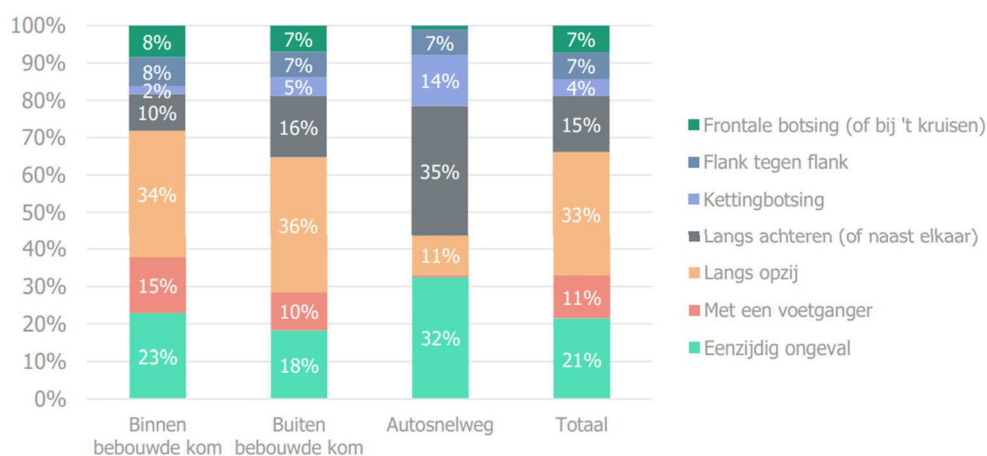


Figure 20 : Répartition du nombre d'accidents avec blessures corporelles par type de première collision, selon le type de route (Source : Vias, 2018)

¹⁸ Sloomans F. & Lequeux Q., Rapport statistique 2019 - Accidents de la circulation 2018, Bruxelles, Belgique : Institut Vias - Centre de connaissances sur la sécurité routière.

4.2.2.2. Conditions météorologiques

Par le passé, les recherches sur les conditions météorologiques se sont principalement concentrées sur l'influence de la pluie. Le risque d'accident en cas de pluie est environ deux fois plus élevé qu'en temps normal¹⁹, bien que le risque soit probablement plus élevé encore en cas de brouillard, de neige et de vents violents. Les précipitations moyennes²⁰ en Belgique sont de 925 mm/an, la plus grande partie de ces précipitations se produisant en hiver et la plus faible au printemps. En moyenne, la Belgique compte 142 jours avec au moins 1 mm de précipitations et 26 jours avec au moins 10 mm de précipitations. En Belgique, les jours de neige sont plutôt limités. Lorsque des précipitations sous forme de neige sont observées, cela représente une moyenne de 10 à 15 jours par an.

En plus d'influer sur le risque, les conditions météorologiques influent également sur l'exposition. Toutefois, l'influence semble se limiter à l'exposition au trafic de loisirs le week-end et au choix du mode de transport. En cas de mauvais temps, la circulation des voitures ne changera pas beaucoup, mais celle des vélos diminuera fortement.

Ces dernières années, les routes et les véhicules se sont tellement améliorés que l'on pense que le risque en cas de mauvais temps a diminué. Ce qui peut toutefois jouer un rôle, c'est la compensation des risques ; les conducteurs peuvent compenser les améliorations apportées aux véhicules et aux infrastructures en adaptant moins leur vitesse aux mauvaises conditions météorologiques.

4.2.2.3. Localisation des accidents sur le RO-Nord

À partir des données obtenues du Centre flamand de la circulation, les endroits suivants du RO-Nord ont été identifiés comme des points dangereux.

- RO-ring extérieur :
 - Borne kilométrique 31,3- 31,4 : entre la sortie du CR 3 (Avenue H. Henneau) et la sortie du CR 4 (A201)/R22.
Ces deux sorties se suivent de très près.
Borne kilométrique 45,3-45,4 : juste après le CR 9 (Jette). Cet endroit a été identifié au paragraphe 4.1.1. comme un endroit où des embouteillages structurels se produisent quotidiennement.
Borne kilométrique 45,5-45,6 : entre le Bois du Laerbeek et le CR 9 (Jette). Cet endroit a été désigné au paragraphe 4.1.1. comme un endroit où des embouteillages structurels se produisent quotidiennement.
- RO-ring intérieur :
 - Borne kilométrique 29,6 : à hauteur du bras sud de l'échangeur RO/E40 à Woluwe-Saint-Étienne. C'est là que se retrouve le trafic venant de l'E40 Bruxelles et Louvain et se dirigeant vers le RO-Est.

À partir de ces données, le Centre flamand de la circulation a également identifié des segments routiers (particulièrement) dangereux.

- RO-ring extérieur :
 - Borne kilométrique 29,7-30,4 : Dans l'échangeur RO/E40 Woluwe-Saint-Étienne, juste avant la jonction avec l'E40 venant de Louvain. L'E40 en provenance de Bruxelles fusionne également juste avant. Il s'agit d'une zone très turbulente en raison du trafic entrant et d'entrées trop rapprochées, ce qui entraîne des embouteillages.
 - Borne kilométrique 31,1-31,4 : jusqu'à la sortie du CR 3 (Avenue H. Henneau) et la sortie du CR 4 (A201)/R22.
 - Borne kilométrique 33,6-34,3 : zone comprise entre le CR 4 (A201) et l'échangeur RO/E19. Une voie de tissage trop courte avec beaucoup de trafic entrant et sortant.
 - Borne kilométrique 45,0-47,2 : entre la sortie du CR 9 (Jette) et du CR 10 (Zellik). Il y a également des embouteillages structurels ici tous les jours.

¹⁹ SWOV (2012). L'influence des conditions météorologiques sur la sécurité routière. Fiche d'information SWOV, février 2012. SWOV, Leidschendam.

²⁰ RM - Atlas climatique 2010.

- RO-ring intérieur :
 - Borne kilométrique 44,6-43,9 : entre la sortie du CR 8 (Avenue L. Stirum) et la sortie de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever.

La figure 17 ci-dessous donne un aperçu des accidents localisés²¹. L'on voit clairement que davantage d'accidents se produisent dans certaines zones. Les lieux d'accidents que l'on distingue sont les suivants :

- À proximité des quatre échangeurs, c'est là que se croisent d'importants flux de circulation et que se produisent de nombreux mouvements de tissage ;
- Entre le croisement du CR 8 (Wemmel) et la sortie du CR 7a (Parking C) ;
- Zone située entre le CR 4 (Boulevard Léopold III) et l'échangeur R0/E19 de Machelen ;
- Au sud du CR 3 (Avenue Hector Henneau).



Figure 21 : Carte thermique des accidents de la circulation (structure continue 120 km/h), (Source : Police fédérale, 2016)

4.2.3. Conclusions

En utilisant la carte thermique des accidents de la circulation sur le R0-Nord (Figure 21) comme base de l'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence de la situation existante, l'on constate un lien clair entre les longueurs de turbulence trop courtes et les accidents de la circulation. La combinaison de ces accidents de la circulation avec l'analyse des directives de sécurité routière du VWI est présentée à la Figure 22.

Les accidents se produisent principalement dans des zones qui ne respectent pas les directives de sécurité routière du VWI. Les plus grandes concentrations d'accidents se trouvent en effet dans les zones où de nombreux mouvements de tissage ont lieu et lorsque ces zones ne satisfont pas aux directives en matière de sécurité routière, il est logique que tant d'accidents s'y produisent. On le voit également pour les embouteillages structurels. Un segment routier presque saturé avec en plus des longueurs de turbulence insuffisantes entraîne une congestion qui conduit à des embouteillages structurels.

²¹ Cette carte thermique montre plus de 52 000 accidents, qui ont eu lieu pendant la période de 2014 au 1er semestre 2016 sur le territoire de la Flandre et qui ont été enregistrés par la police intégrée. Cela signifie qu'environ 85% des accidents avec blessés et décès enregistrés par la police sont repris sur la carte.



Figure 22 : Carte thermique des accidents de la circulation avec l'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence de la situation existante sur le DRW (120 km/h)

4.3. Réduction de la vitesse

La situation existante du Ring de Bruxelles sert de base à cette analyse. Il est important de cartographier les problèmes existants pour voir où des optimisations sont possibles et où se trouvent les plus gros conflits. Cette carte peut servir de référence pour tester les différents profils de longueur. Comme aucune modification n'est apportée au profil de longueur de la SE par rapport à la SR, les mêmes conclusions s'appliquent à la SR et à la SE. Les chiffres du profil de longueur existant se trouvent également dans l'annexe.

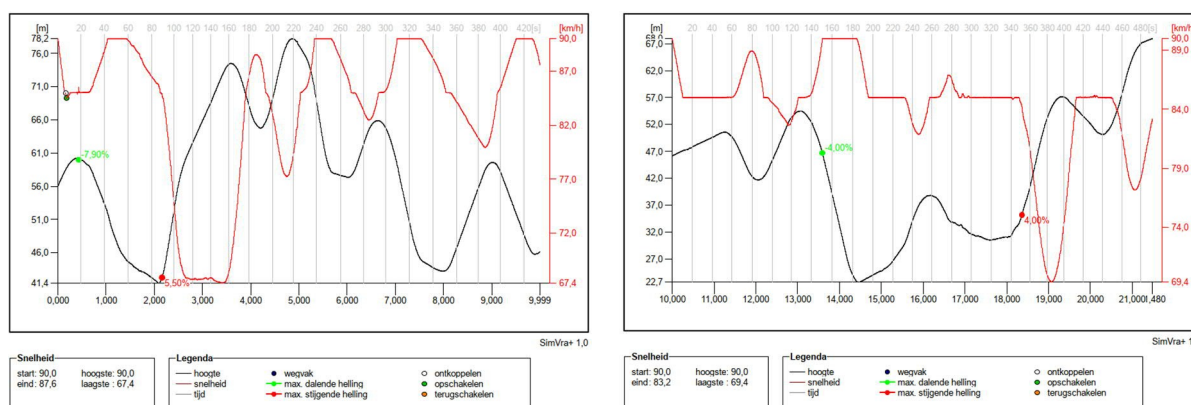


Figure 23 : SimVra+ RO-ring intérieur, SE et SR. (à gauche : 0,00 km-9,99 km, à droite : 10,00 km-21,48 km)

La réduction de la vitesse pour le ring intérieur de la SE est supérieure à 20 km/h au niveau du Bois du Laerbeeck (la vitesse diminuée à 67 km/h) et de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (la vitesse diminuée à 69 km/h).

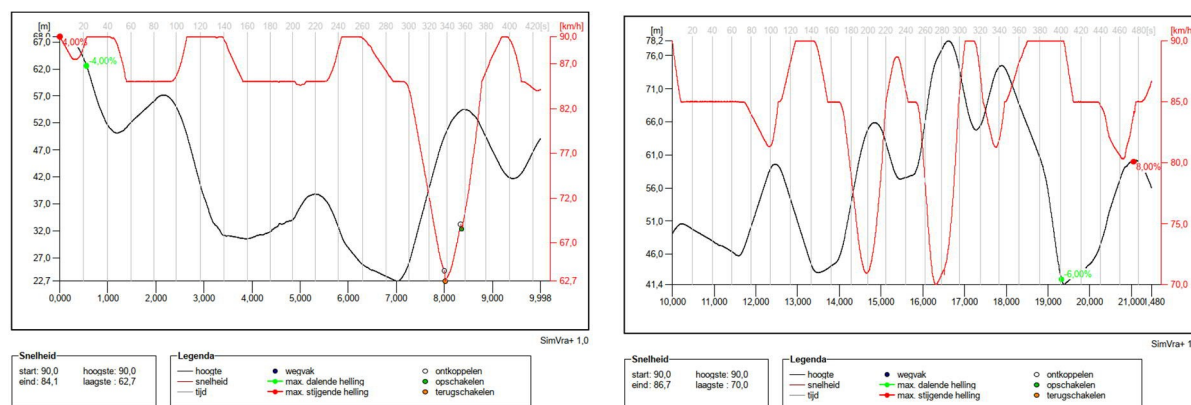


Figure 24 : SimVra+ RO-ring extérieur, SE et SR. (à gauche : 0,00 km-9,99 km, à droite : 10,00 km-21,48 km)

La réduction de la vitesse pour le ring extérieur de la situation existante est supérieure à 20 km/h à hauteur du viaduc de Vilvorde (la vitesse est réduite à 62 km/h). Toutefois, la vitesse est limitée à 70 km/h pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes. Cela ramène la baisse de vitesse causée par le viaduc de Vilvorde dans des valeurs acceptables. En effet, le trafic de marchandises dispose d'une puissance supplémentaire lorsqu'il ne doit pas rouler à sa vitesse maximale autorisée de 90 km/h.

4.4. Lisibilité

Outre le fait que le R0-Nord a été construit en plusieurs phases, l'infrastructure elle-même n'a pas été construite de manière cohérente. Dans certains cas, une structure parallèle existe (notamment entre l'A10/E40 et le Bois du Laerbeek, entre le parking C et l'A12 et entre l'A201 et l'A3/E40), mais parfois il n'existe pas de structure de manœuvre et le nombre des bandes d'entrée et de sortie n'est pas toujours cohérent. Sur certaines parties du R0 Nord (par exemple là où il y a des structures de manœuvre), plusieurs itinéraires sont disponibles pour arriver au même endroit quelques kilomètres plus loin. En outre, la conception des différents échangeurs et des complexes de raccordement n'est pas toujours uniforme. Par exemple, la liaison de l'A201 a la forme d'un échangeur, tandis que tous les autres axes radiaux (à l'exception des autoroutes A10/E40, A12, E19 et A3/E40) sont reliés d'une manière différente : avec un complexe néerlandais (ex. le complexe de raccordement de 7-Grimbergen), une liaison en trompette (ex. le complexe de raccordement 7a-Parking C) ou en demi-trèfle (ex. le complexe de raccordement de 10-Zellik). Les échangeurs eux-mêmes ont tous une configuration différente ; l'échangeur avec l'A12 étant le plus frappant avec la forme d'un rond-point allongé.

La combinaison de tous ces éléments d'infrastructure donne au R0-Nord une image incohérente, souvent peu claire et difficile à lire. Dans la zone située entre l'A10/E40 et le Bois du Laerbeek, cela conduit à une utilisation délibérément inappropriée de la structure de manœuvre par les conducteurs qui traversent cette zone quotidiennement. Ils peuvent par exemple de cette façon éviter un embouteillage sur la structure continue. L'entrecroisement de la R22 avec la R0-Nord dans la zone située entre l'A1/E19 et l'A3/E40 a donné lieu à un profil routier très large. Dans cette dernière zone, la lisibilité laisse à désirer, mais les usagers quotidiens feront également délibérément un usage inapproprié de la R22, par exemple pour éviter la circulation au pas sur la structure continue.

4.4.1. Systèmes de signalisation

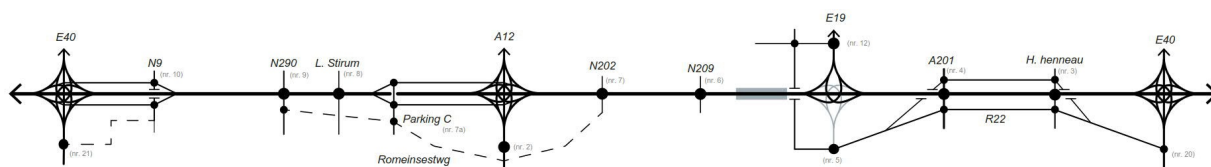


Figure 25 : Schéma linéaire de la situation existante R0-Nord

Entre l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et le CR 10 (Zellik) et entre le CR 7a (Parking-C) et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, une structure de manœuvre (limitée) est présente et forme un ensemble difficile à lire. Le trafic en provenance des autoroutes E40-Gand et A12-Anvers doit choisir d'utiliser le CR (10 ou 7a) à proximité, au niveau de l'échangeur correspondant.

La rapide succession du CR 9 (Jette), CR 8 (Wemmel), CR 7a, Échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et CR 7 (Grimbergen) complique la lisibilité. Le trafic qui se trouve sur le ring extérieur à hauteur du CR 7 doit faire le choix pour atteindre le CR 7a. À Zaventem, la R22 est imbriquée dans une sorte de structure locale parallèle avec le R0-Nord. Le manque d'uniformité dû à la fragmentation des structures de manœuvre ou parallèles dans des zones entières de la zone du projet R0-Nord, donne lieu à un ensemble illisible.

4.5. Évaluation de la situation existante en matière de sécurité routière

L'analyse de la situation existante sur le R0-Nord permet de conclure que la sécurité routière dépend d'un certain nombre de facteurs :

- L'analyse précédente des différents paramètres montre que les zones les plus dangereuses coïncident largement avec les zones les plus fréquentées ($I/C > 0,8$). Plus la densité du trafic augmente, plus la probabilité d'accidents augmente.
- Il existe donc une relation entre la congestion de l'autoroute (exprimée en I/C) et la sécurité routière. Lorsque la valeur I/C est élevée, les véhicules roulent plus près les uns des autres, ce qui entraîne davantage de collisions par l'arrière et une probabilité plus élevée de collisions en chaîne.
- La présence d'un grand nombre de discontinuités sur une distance très limitée entraîne un trafic entrant/sortant important. Les nombreux (et généralement trop courts) mouvements de tissage sur le RO-Nord sont une cause majeure d'accidents.
- Comme la situation existante consiste en de nombreux systèmes différents (voies de manœuvre courtes aux échangeurs, partie continue, entrecroisement avec la R22, etc.), il s'agit pour l'utilisateur d'un système très confus et illogique, ce qui entraîne une mauvaise lisibilité.

En conséquence, la **situation existante obtient un score extrêmement faible au niveau de l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière**. Il existe des **embouteillages structurels** sur plus de **40%** des segments routiers existants. Plus de **80%** des **discontinuités** actuelles et **50%** des **longueurs de turbulence** actuelles **ne sont pas conformes aux directives actuelles en matière de sécurité routière**. L'infrastructure existante n'est pas structurée de manière logique et **n'est donc pas lisible** pour l'utilisateur. Tous les échangeurs ont une configuration différente, la présence d'ouvrages de manœuvre sur des distances trop courtes (mauvaise utilisation), trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le RO-Nord occupe une fonction mixte dans son état actuel, de sorte que tous les types de trafic font un usage mixte de l'autoroute. Les chiffres des accidents le confirment également. En **moins de 10 ans**, le **nombre d'accidents** sur le RO-Nord a **doublé**. Il est donc absolument **nécessaire d'aborder et de restructurer le RO-Nord** existant au niveau de la sécurité routière.

5. SCÉNARIO « NE RIEN FAIRE »

Le scénario « ne rien faire » correspond au cas où le projet se poursuit tel qu'il est actuellement, sans interventions ou décisions supplémentaires. Ce scénario est nécessaire pour indiquer clairement quelles seront les conséquences si aucune intervention ou décision n'est prise. Ce rapport renverra toujours à la situation de référence (SR) plutôt qu'au scénario « ne rien faire ». La situation existante a été abordée précédemment au Chapitre 4, Définition du problème.

La base pour la situation de référence est constituée par la situation existante, complétée entre autres par les développements spatiaux connus et raisonnablement attendus pour l'année 2030. Sont inclus non seulement les développements spatiaux, mais également les visions politiques (décidées ou non) qui sont liées au programme « Werken aan de Ring ». Tous les éléments de la SR se trouvent à « l'Annexe 7 : Description de la situation de référence » de la note d'orientation 2. Les projets d'infrastructure suivants sont importants spécifiquement pour ce rapport : l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen, l'optimisation du CR 6 (Vilvorde-Koningslo - Medialaan), le CR 4 (A201-Boulevard Léopold III) et le CR 3 (Avenue Hector Henneau).

Les paramètres suivants, tels que discutés au Chapitre 3, sont contrôlés au niveau de leur conformité à la situation de référence : Rapports I/C, discontinuités et longueurs de turbulence, réduction de la vitesse, systèmes de signalisation et changements de voie. La situation de référence a été calculée à l'aide des données de mobilité du 2030 RVM RND v4.2.1.

5.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17h-18h)			
		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur	
		Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	30%	60%	54%	44%	38%	61%	59%	45%
	N9 <-> N290		100%		94%		100%		100%
	N290 <-> Parking-C		98%		99%		100%		100%
	Parking-C <-> A12	76%	54%	78%	59%	82%	61%	62%	65%
Vilvorde	A12 <-> N202		68%		71%		69%		72%
	N202 <-> N209		73%		87%		69%		97%
	N209 <-> E19		93%		86%		69%		91%
	E19 <-> A201		88%		74%		81%		80%
Zaventem	A201 <-> H. Henneau	79%	100%	35%	100%	23%	100%	78%	100%
	H. Henneau <-> E40		65%		95%		87%		71%

Figure 26 : Rapport I/C situation de référence (2030) RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers à la situation de référence à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 26. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

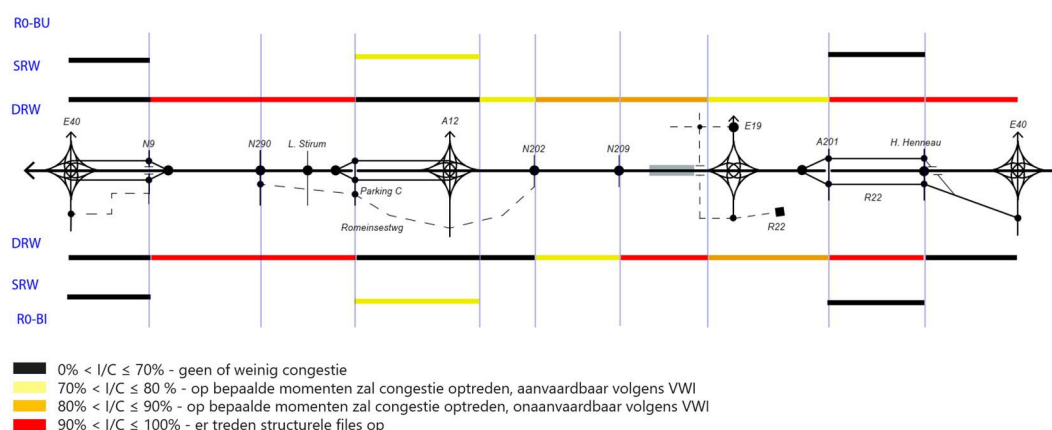


Figure 27 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers situation de référence - HPM

Dans la situation de référence, la capacité résiduelle est suffisante sur 15 (HPM et HPS) des 26 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 8 segments routiers présents à la fois dans l'HPM et l'HPS. La comparaison entre la SE et la SR montre que la SR comporte moins de segments présentant des embouteillages structurels que la SE. Cela peut s'expliquer par l'ouverture complète de l'échangeur de R0/E19 Machelen, les optimisations

des complexes de raccordement 6, 4 et 3 et la modification de la vitesse maximale à 100 km/h à l'exception du viaduc de Vilvorde.

5.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

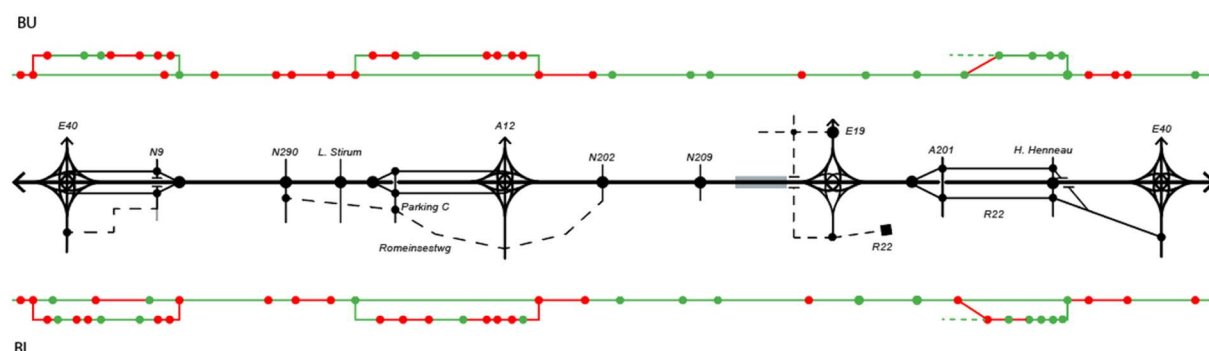


Figure 28 : Situation de référence discontinuités, DRW-100 km/h₂₂ & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités présentes, dont **14 ne sont pas satisfaisantes**
 - 24 longueurs de turbulence présentes, dont **6 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 22 discontinuités présentes, dont **12 ne sont pas satisfaisantes**
 - 25 longueurs de turbulence présentes, dont **14 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités présentes, dont **14 ne sont pas satisfaisantes**
 - 24 longueurs de turbulence présentes, dont **7 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 18 discontinuités présentes, dont **11 ne sont pas satisfaisantes**
 - 21 longueurs de turbulence présentes, dont **7 ne sont pas satisfaisantes**

L'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence montre que 43% des discontinuités et 65% des longueurs de turbulence sont conformes aux directives VWI actuelles. D'après la comparaison de la situation existante, il apparaît que la situation de référence présente moins de discontinuités et de longueurs de turbulence non conformes aux lignes directrices que la SE, ce qui peut s'expliquer par l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen et les optimisations au niveau des complexes de raccordement 6, 4 et 3. La vitesse maximale est également de 100 km/h dans la situation de référence au lieu de 120 km/h dans la situation existante.

5.2.1. Changements de voie structure continue

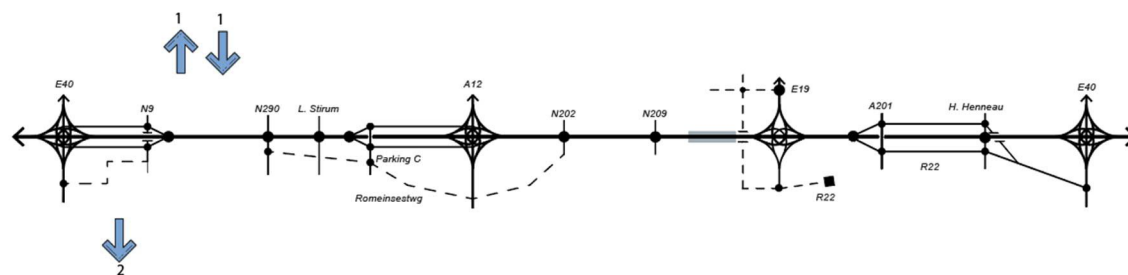


Figure 29 : Changements de voie situation de référence R0-Nord

22 Sur le viaduc de Vilvorde, la vitesse est limitée à 90 km/h et même à 70 km/h pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes.

Le nombre de changements de voie qu'un véhicule doit effectuer pour rester sur la structure continue est égal à celui de la SE. Malgré la réduction de la vitesse à 100 km/h, les changements de voie se font toujours au niveau des discontinuités et des longueurs de turbulence qui ne satisfont pas aux directives de sécurité routière.

5.3. Réduction de la vitesse

Comme aucune modification n'est apportée au profil de longueur de la situation existante par rapport à la situation de référence, les mêmes conclusions s'appliquent à la SR et à la SE (paragraphe 4.3). Les chiffres du profil de longueur existant se trouvent également dans l'annexe.

5.4. Lisibilité

5.4.1. Systèmes de signalisation



Figure 30 : Schéma linéaire situation de référence R0-Nord

Le système de signalisation de la situation de référence est identique à la situation existante, à l'exception des complexes de raccordement 3 (Avenue Hector Henneau) et 4 (Boulevard Léopold III) réaménagés et de l'échangeur R0/E19 Machelen entièrement ouvert. À Zaventem, la R22 n'est imbriquée avec le R0-Nord que du côté sud du CR 3 et il est coupé au nord du CR 4. Couper une partie de la R22 améliore la lisibilité.

5.5. Détermination de la sécurité routière

Les constatations de la situation de référence sont en grande partie conformes avec la situation existante. Seule la structure R22 imbriquée est légèrement moins présente et une réduction de la vitesse a été mise en œuvre, ce qui a un effet immédiat sur les paramètres de conception.

- La situation de référence contient moins de segments présentant des embouteillages structurels que la SE. Cela s'explique par l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen, les optimisations aux complexes de raccordement 6, 4 et 3 et la vitesse maximale modifiée pour le R0-Nord, qui passe de 120 km/h dans le SE à 100 km/h dans la SR.
- On constate que la SR présente moins de discontinuités et de longueurs de turbulence non conformes aux lignes directrices que la SE. Ceci peut s'expliquer par l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen et par l'optimisation des complexes de raccordement 6, 4 et 3. La vitesse maximale est également de 100 km/h dans la SR au lieu de 120 km/h dans la SE.
- La lisibilité s'améliore avec la SR par rapport à la SE pour les raisons mentionnées ci-dessus.

La situation de référence obtient un score légèrement meilleur que la situation existante, mais présente encore une évaluation négative au niveau des effets sur la sécurité routière. Des embouteillages structurels se produisent sur plus de 30% des segments routiers présents. 55% des discontinuités actuelles et 30% des longueurs de turbulence actuelles ne satisfont toujours pas aux lignes directrices actuelles en matière de sécurité routière. L'infrastructure de référence est structurée un peu plus logiquement que la situation existante, mais reste difficile à lire pour l'utilisateur. Tous les échangeurs ont encore une configuration différente, la présence de structures de manœuvre sur des distances trop courtes (utilisation inappropriée) a été réduite, trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le R0-Nord dans son état actuel a une fonction mixte, de sorte que tous les types de trafic font un usage mixte de l'autoroute. La situation de référence va déjà dans une meilleure direction en matière de sécurité routière que la situation existante, mais il est encore nécessaire de réaliser des interventions supplémentaires sur le R0-Nord.

6. ÉTUDE DES CONSÉQUENCES POUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DES ALTERNATIVES ET VARIANTES PROPOSÉES

L'analyse des alternatives, des variantes et du scénario de développement se fera en fonction des paramètres discutés au Chapitre 3 : les rapports I/C, les discontinuités et les longueurs de turbulence correspondantes, la réduction de la vitesse ainsi que la lisibilité (signalisation et changement(s) de voie). Les critères pertinents (autres que la réduction de la vitesse²³) sont évalués par alternative. En effet, l'étude n'est pas ventilée par critère, mais par alternative/variante. Il est ainsi plus facile de présenter et d'analyser les recherches pour chaque alternative et variante.

Les alternatives étudiées pour leurs effets sur la sécurité routière sont celles qui ont été retenues dans la Note d'orientation de 2019 pour le R0-Nord et sont décrites comme telles au paragraphe 1.2.2.

1. G1A1 (light)
2. G1A2 (light)
3. G2A1 (parallèle)
4. G2A2 (parallèle)
5. G3A1 (latéral)
6. G3A2 (latéral)
7. G3A3 (latéral)

Avec les variantes

suivantes :

- Échangeurs à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles)
- Profil de longueur reliant les ponts paysagers minimum et maximum
- Changement d'emplacement des complexes de raccordement
- Réduction d'une voie sur la structure continue
- Une voie avec un usage différent
 - Si une voie reçoit une destination différente, par exemple uniquement pour les transports en commun ou uniquement pour les véhicules avec plusieurs passagers, cela ne peut pas être considéré comme une réduction de voie. Car cette voie sera toujours utilisée, et donc le trafic doit toujours y être sûr. Toutefois, l'emplacement de cette « voie alternative » (voie de gauche, centrale ou de droite), mais aussi le type de trafic (transports en commun, véhicules à plusieurs passagers, ...) peuvent déterminer les lignes directrices de conception. Par conséquent, cette variante est évaluée de la même manière que les alternatives pertinentes et ne sera pas incluse dans l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière.
- Réduction de la vitesse

²³ La réduction de la vitesse est la même pour toutes les alternatives et sera donc traitée ensemble.

6.1. Alternatives Cycle 1

6.1.1. G1A1

6.1.1.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17 h-18h)			
		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur	
		Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW
Wommel	E40 <-> N9	90%		42%		72%		45%	
	N9 <-> N290	90%		63%		82%		62%	
	N290 <-> Parking-C	65%		58%		67%		51%	
	Parking-C <-> A12	68%		57%		78%		47%	
Vilvorde	A12 <-> N202	60%		57%		60%		63%	
	N202 <-> N209	63%		52%		60%		64%	
	N209 <-> E19	76%		71%		76%		77%	
Zaventem	E19 <-> A201	92%		64%		86%		74%	
	A201 <-> H. Henneau	79%		86%		93%		84%	
	H. Henneau <-> E40	79%		86%		87%		84%	

Figure 31 : Rapport I/C de l'alternative G1A1 RVM RND v4.2.1 (*G1A1 n'a pas de route de manœuvre, seulement une route de liaison entre l'A10/E40 et DRW)

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G1A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 31. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

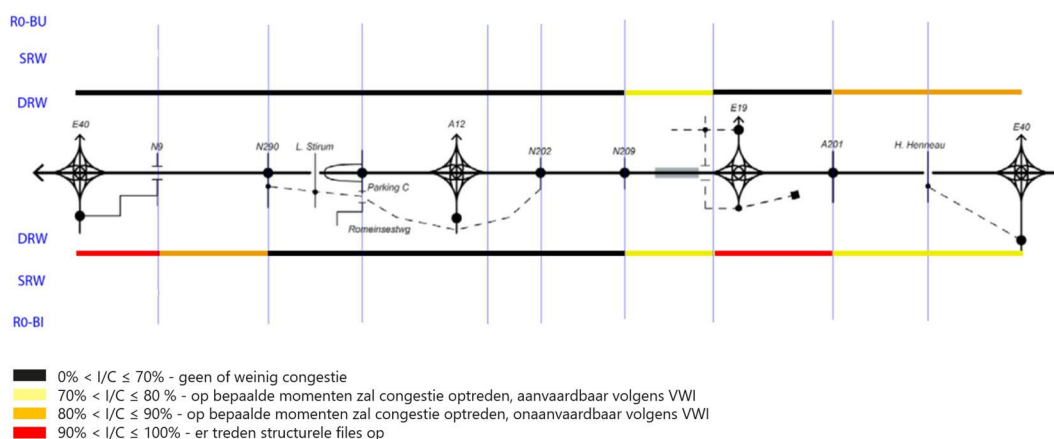


Figure 32 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G1A1 - HPM

Pour l'alternative G1A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 16 (HPM) et 15 (HPS) des 22 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 2 segments routiers à la fois dans l'HPM et l'HPS.

6.1.1.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

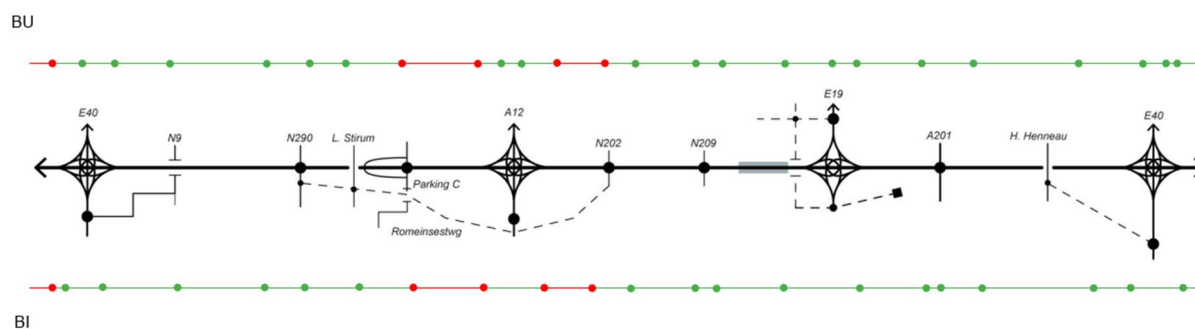


Figure 33 : Discontinuités G1A1, DRW-100 km/h

La route de liaison entre l'A10/E40 et le CR 10 n'est pas incluse dans le schéma linéaire ci-dessus car sa fonction est uniquement de relier, sinon toutes les entrées et sorties devraient également être représentées séparément.

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 22 discontinuités présentes, dont **5 ne sont pas satisfaisantes**
 - 23 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 25 discontinuités présentes, dont **5 ne sont pas satisfaisantes**
 - 26 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**

Les discontinuités et longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent principalement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la jonction de la conception avec la SE au niveau du viaduc de Grand Bigard.

Changements de voie structure continue

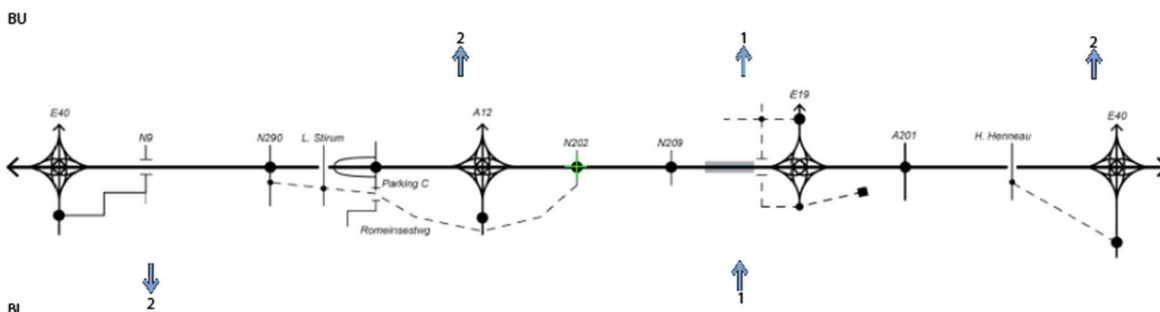


Figure 34 : Changements de voie G1A1

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 3 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 5 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là que sont réalisés les échanges entre deux autoroutes. Là où dans la SE (non conforme aux directives actuelles), des entrées et des sorties sont utilisées, il y a maintenant des fusions et des séparations. Cela explique en partie l'augmentation du nombre de changements de voie. Le seul changement de voie qui se produit dans une zone où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne sont pas conformes aux directives de sécurité routière se situe du côté du ring extérieur, au niveau de l'échangeur R0/A12.

6.1.1.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.1.4. Lisibilité G1A1

Systèmes de signalisation

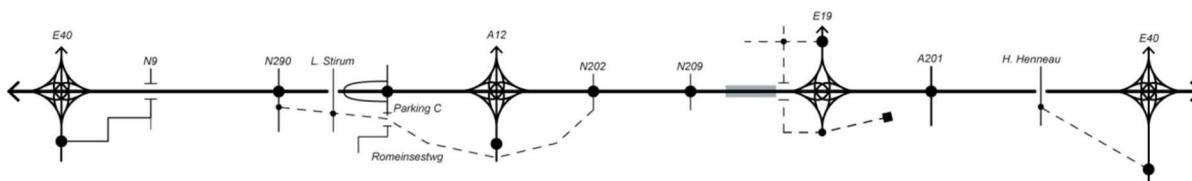


Figure 35 : Schéma linéaire G1A1

Dans cette alternative, il n'y a plus de structure de manœuvre locale entre l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard -- CR 10 (Zellik) et entre le CR 7a (Parking-C) -- Échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, ce qui améliore la lisibilité. Le trafic venant des autoroutes entrantes ne doit choisir de rejoindre un complexe de raccordement ou un autre échangeur qu'après avoir atteint le R0-Nord. En déconnectant le CR 10 (Zellik), le CR 8 (Wemmel) et le CR 3 (Avenue Hector Henneau) du R0-Nord, il y aura moins de complexes consécutifs, ce qui améliorera également la signalisation. Le demi-trombone à le CR 7a (Parking-C) génère de l'ambiguïté car dans certaines situations, les destinations doivent être dépassées pour ensuite y retourner.

Pour la zone de Vilvorde, il n'y a pas de changements significatifs par rapport à la SE.

À Zaventem, la structure parallèle locale disparaît en coupant la R22, ce qui améliore la lisibilité.

6.1.2. G1A2

6.1.2.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17 h-18h)			
		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur	
		Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW	Itinéraire de manœuvre	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	35%	78%	78%	69%	27%	82%	93%	72%
	N9 <-> N290		80%		77%		79%		80%
	N290 <-> Parking-C	68%			75%		75%		82%
	Parking-C <-> A12	71%			66%		81%		70%
Vilvorde	A12 <-> N202		61%		67%		59%		77%
	N202 <-> N209		64%		61%		59%		74%
	N209 <-> E19		76%		82%		75%		85%
Zaventem	E19 <-> A201		92%		72%		76%		78%
	A201 <-> H. Henneau	18%	93%	15%	96%	17%	93%	21%	84%
	H. Henneau <-> E40		69%		81%		85%		68%

Figure 36 : Rapport I/C alternative G1A2 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G1A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 36. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

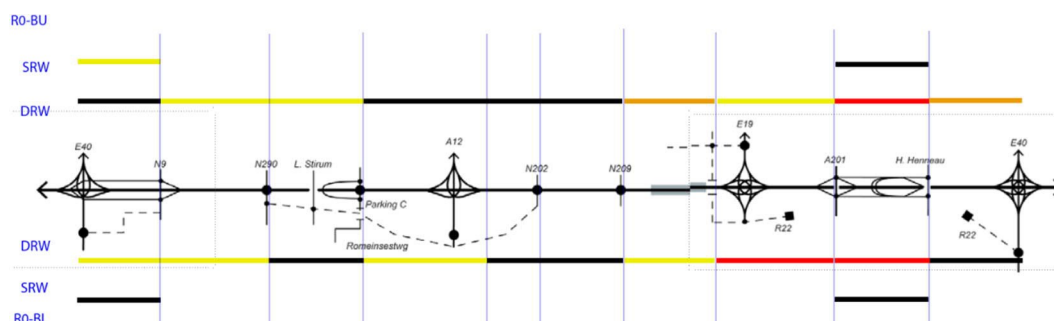
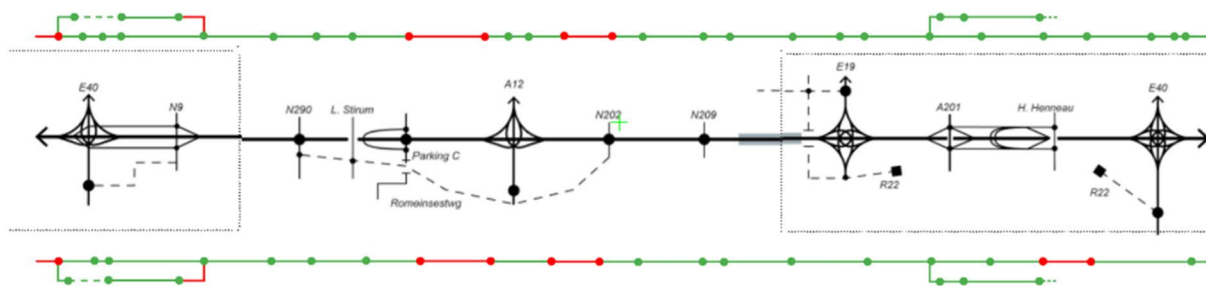


Figure 37 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G1A2 - HPM

Pour l'alternative G1A2, la capacité résiduelle est suffisante sur 19 (HPM) et 16 (HPS) des 24 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 segments routiers dans l'HPM et 2 segments routiers dans l'HPS.

6.1.2.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

BU



BI

Figure 38 : Discontinuités G1A2, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

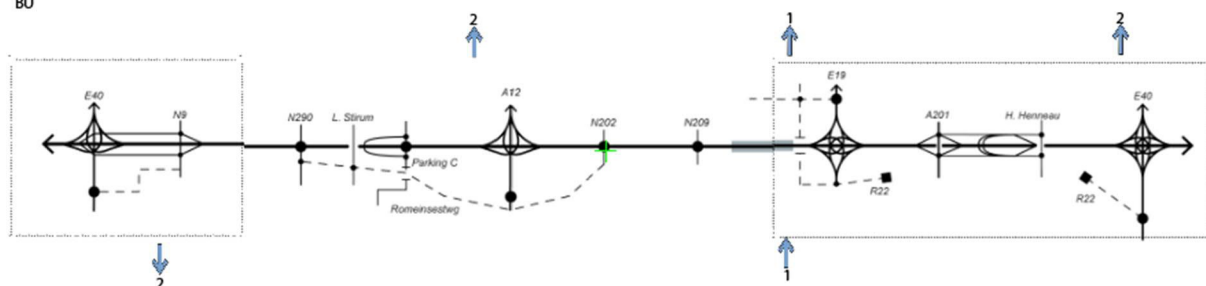
Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 21 discontinuités présentes, dont **7 ne sont pas satisfaisantes**
 - 22 longueurs de turbulence présentes, dont **4 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 6 discontinuités présentes, dont **0 ne sont pas satisfaisantes**
 - 6 longueurs de turbulence présentes, dont **1 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 27 discontinuités présentes, dont **5 ne sont pas satisfaisantes**
 - 28 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure de manœuvre :
 - 6 discontinuités présentes, dont **0 ne sont pas satisfaisantes**
 - 6 longueurs de turbulence présentes, dont **1 ne sont pas satisfaisantes**

Les discontinuités et longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent principalement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la jonction de la conception avec la SE au niveau du viaduc de Grand Bigard. En outre, la longueur de turbulence est insuffisante sur la structure de manœuvre au niveau du CR 10 (Zellik) et le long du ring intérieur entre le CR 3 (Avenue Hector Henneau) et l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne.

Changements de voie structure continue

BU



BI

Figure 39 : Changements de voie G1A2

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 3 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 5 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là que sont réalisés les échanges entre deux autoroutes. Là où dans la SE (non conforme aux directives actuelles), des entrées et des sorties sont utilisées, il y a maintenant des fusions et des séparations. Cela explique en partie l'augmentation du nombre de changements de voie. Le changement de voie du côté du ring extérieur et au niveau de l'échangeur R0/A12 se situe, comme dans l'alternative G1A1, dans une zone dans laquelle les discontinuités et les longueurs de turbulence ne sont pas conformes aux normes de sécurité routière.

6.1.2.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.2.4. Lisibilité G1A2

Systèmes de signalisation

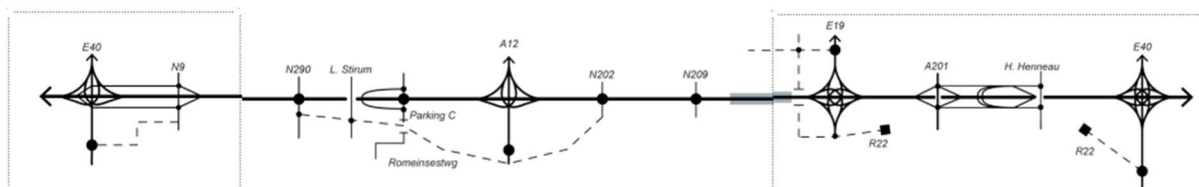


Figure 40 : Schéma linéaire G1A2

Le R0-Nord ne possède qu'une structure de manœuvre entre l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et le CR 10 (Zellik), ce qui en fait un ensemble difficilement lisible. L'échangeur R0/E40 GB et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever sont prévus comme des échangeurs à trois bras avec complexe de raccordement en direction de Bruxelles, dans lesquels respectivement le CR 21 (Berchem Sainte-Agathe) et le CR 2 (Strombeek-Bever-Centre) forment une intersection. En concevant un échangeur à 3 bras avec complexe de raccordement Bruxelles (routes urbaines), les liaisons de et vers Bruxelles peuvent être réalisées comme l'utilisateur de la route le constatera également. Le CR 10 se connecte d'un côté à l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et de l'autre côté, au R0-Nord. Le demi-trombone à le CR 7a (Parking-C) génère de l'ambiguïté car dans certaines situations, les destinations doivent être dépassées pour ensuite y retourner.

Pour la zone de Vilvorde, il n'y a pas de changements significatifs par rapport à la SE/SR.

À Zaventem, les CR 4 (Boulevard Léopold III) et CR 3 (Avenue Hector Henneau) sont combinés les uns avec les autres et désenclavés de la R22. En fonction de la destination, il conviendra de dépasser cette destination pour y revenir ensuite. La R22 n'est plus raccordée au R0-Nord.

6.1.3. G2A1

6.1.3.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17 h-18h)			
		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur	
		Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	30%	66%	32%	61%	32%	60%	38%	61%
	N9 <-> N290	45%	88%	58%	81%	55%	80%	74%	81%
	N290 <-> Parking-C	17%	88%	35%	100%	37%	79%	49%	100%
	Parking-C <-> A12	17%	88%	27%	62%	34%	79%	27%	63%
Vilvorde	A12 <-> N202		57%		66%		57%		77%
	N202 <-> N209		64%		60%		60%		75%
	N209 <-> E19		77%		75%		77%		89%
Zaventem	E19 <-> A201	49%	93%	36%	95%	38%	100%	60%	100%
	A201 <-> H. Henneau	32%	81%	62%	85%	55%	87%	50%	91%
	H. Henneau <-> E40	37%	49%	48%	64%	83%	53%	31%	69%

Figure 41 : Rapport I/C alternative G2A1 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G2A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 41. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

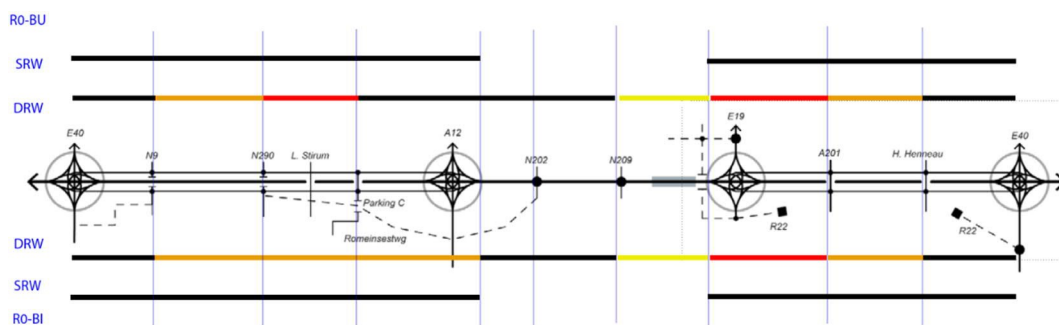


Figure 42 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G2A1 - HPM

Pour l'alternative G2A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 25 (HPM) et 26 (HPS) des 34 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 segments routiers dans l'HPM et 4 segments routiers dans l'HPS.

6.1.3.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

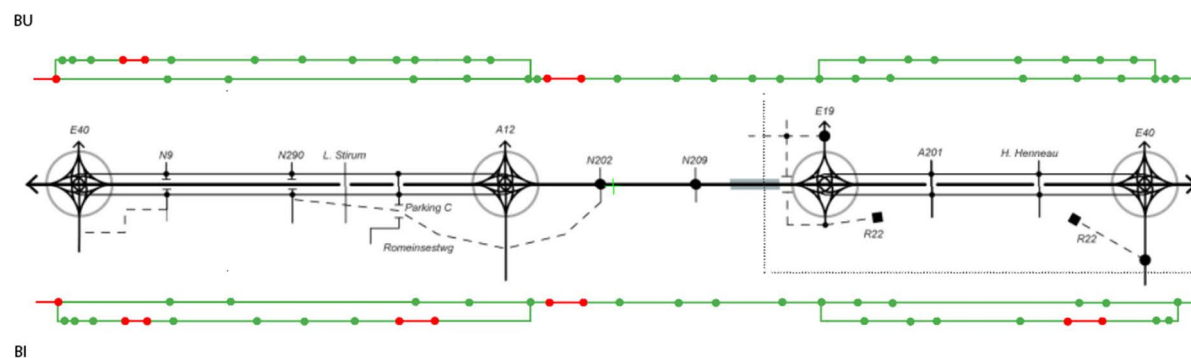


Figure 43 : Discontinuités G2A1, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 18 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 19 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure parallèle :
 - 19 discontinuités présentes, dont **6 ne sont pas satisfaisantes**
 - 21 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 24 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure parallèle :
 - 20 discontinuités présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - 22 longueurs de turbulence présentes, dont **1 ne sont pas satisfaisantes**

Les discontinuités et longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent principalement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la jonction de la conception avec la SE au niveau du viaduc de Grand Bigard. En outre, la longueur de turbulence est insuffisante sur la structure parallèle entre le CR 10 (Zellik) et l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard (ring intérieur et extérieur), entre le CR 7a (Parking-C) et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever (ring intérieur) et entre le CR 3 (Avenue Hector Henneau) et l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (ring intérieur).

Changements de voie structure continue

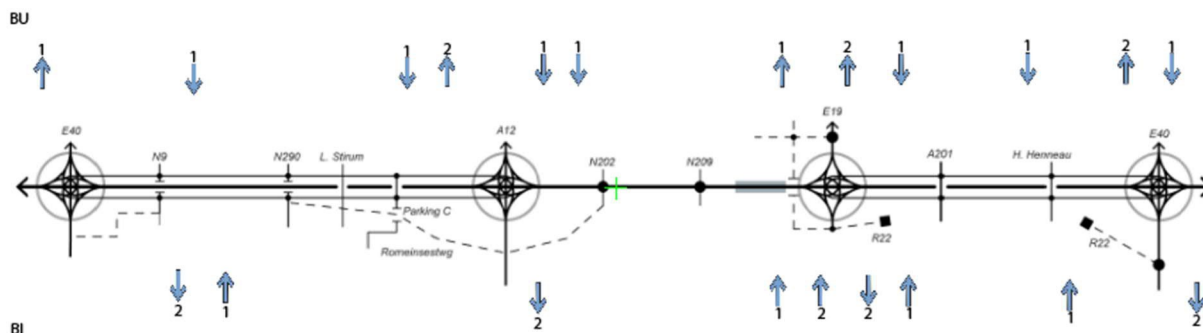


Figure 44 : Changements de voie G2A1

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 14 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 15 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là qu'a lieu un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu d'autre part. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour pouvoir s'insérer sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par l'ajout de deux voies sur le côté droit de la structure du ring continu, ce qui signifie que le trafic de transit doit se déporter vers la droite après cette fusion. Sinon, ils se trouvent sur la deuxième voie de gauche de l'autoroute. Cela explique les nombreux changements de voie. Ce problème se pose également pour certains flux de trafic de départ, lorsqu'une sortie a une capacité trop faible et qu'une séparation est donc nécessaire. Ici aussi, il n'y a encore tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du R0-Nord, au niveau de l'échangeur R0/A12, que des changements de voie qui se situent dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne satisfont pas aux directives de sécurité routière.

6.1.3.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.3.4. Lisibilité G2A1

Systèmes de signalisation

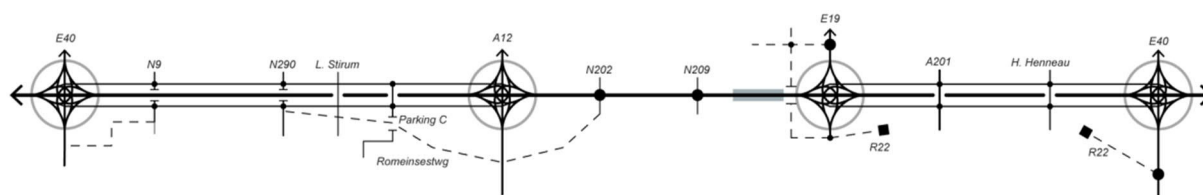


Figure 45 : Schéma linéaire G2A1

Dans les zones de Wemmel et de Zaventem, la lisibilité de la structure continue du R0-Nord est améliorée par le fait qu'il n'y a plus de connexion directe avec le réseau routier secondaire. Les connexions dans toutes les directions restent possibles pour le trafic tant sur le ring continu que sur le ring urbain, ce qui signifie que beaucoup de discontinuités se succèdent rapidement à hauteur des échangeurs. Cette succession de discontinuités rend difficile pour l'utilisateur de la route de maintenir la bonne direction sans effectuer plusieurs changements de voie.

Pour la zone de Vilvorde, il n'y a pas de changements significatifs par rapport à la SE.

Le trafic provenant des zones situées le long de la structure de ring parallèle se connectera d'abord sur la route parallèle pour rejoindre ensuite le ring continu via l'échangeur. Inversement, il en va de même : si le trafic veut quitter le RO-Nord, il ne peut le faire que par un échangeur et rejoindre ensuite le ring parallèle.

6.1.4. G2A2

6.1.4.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)				Heure de pointe du soir (17h-18h)			
		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur		R0 ring intérieur		R0-ring extérieur	
		Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW	Route parallèle	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	34%	62%	24%	67%	35%	68%	40%	74%
	N9 <-> N290	79%	79%	76%	76%	81%	81%	92%	92%
	N290 <-> Parking-C	19%	90%	38%	100%	40%	83%	60%	100%
	Parking-C <-> A12	18%	90%	27%	61%	34%	83%	29%	64%
Vilvorde	A12 <-> N202	58%	66%	66%	60%	66%	63%	59%	78%
	N202 <-> N209	79%	79%	76%	76%	79%	79%	78%	76%
	N209 <-> E19	58%	93%	37%	96%	39%	100%	59%	100%
	E19 <-> A201	33%	81%	62%	85%	56%	87%	51%	91%
Zaventem	A201 <-> H. Henneau	39%	49%	48%	65%	85%	53%	32%	68%
	H. Henneau <-> E40								

Figure 46 : Rapport I/C alternative G2A2 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G2A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 46. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

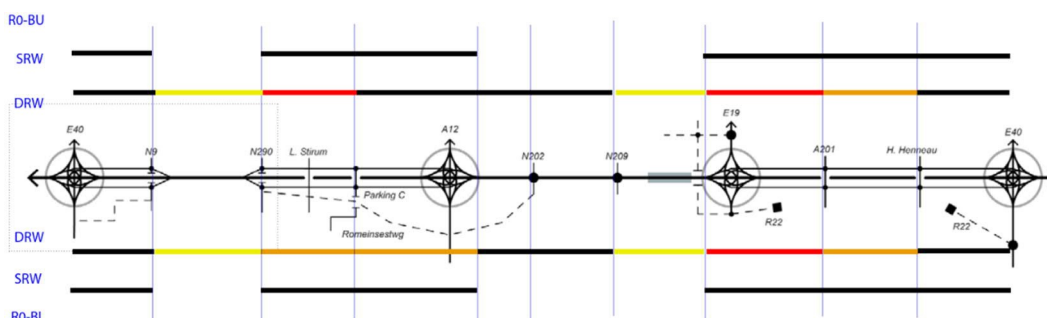


Figure 47 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G2A2 - HPM

Pour l'alternative G2A2, il y a une capacité résiduelle sur 21 (HPM) et 17 (HPS) des 32 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 segments routiers dans l'HPM et 5 segments routiers dans l'HPS.

6.1.4.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

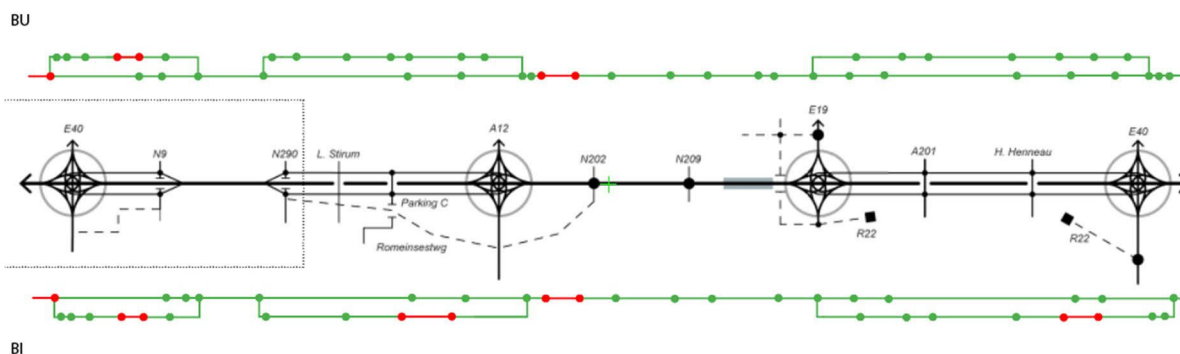


Figure 48 : Discontinuités G2A2, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 20 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 21 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure parallèle :
 - 18 discontinuités présentes, dont **6 ne sont pas satisfaisantes**
 - 21 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 25 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 26 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - Structure parallèle :
 - 20 discontinuités présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - 23 longueurs de turbulence présentes, dont **1 ne sont pas satisfaisantes**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence qui ne sont pas conformes sont situées aux mêmes endroits que celles décrites ci-dessus pour G2A1.

Changements de voie structure continue

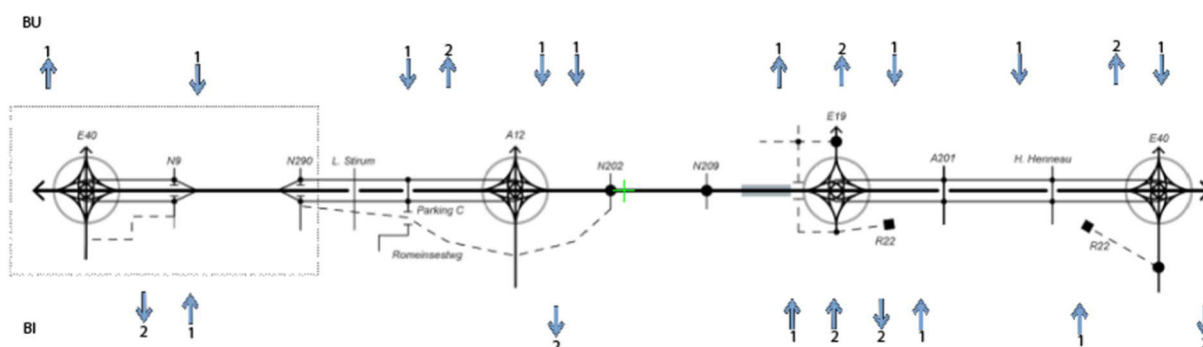


Figure 49 : Changements de voie G2A2

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 14 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 15 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là qu'a lieu un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu d'autre part. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour pouvoir s'insérer sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par l'aménagement de deux voies sur le côté droit du ring continu, de sorte que le trafic de transit doit s'écarter vers la droite après la fusion, car sinon il se retrouverait sur la deuxième voie de gauche de l'autoroute, ce qui explique également les nombreux changements de voie. Ce problème se pose également pour certains flux de trafic de départ, lorsqu'une sortie a une capacité trop faible et qu'une séparation est donc nécessaire. Ici aussi, il n'y a encore tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du R0-Nord, au niveau de l'échangeur R0/A12, que des changements de voie qui se situent dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne satisfont pas aux directives de sécurité routière.

6.1.4.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.4.4. Lisibilité G2A2

Systèmes de signalisation

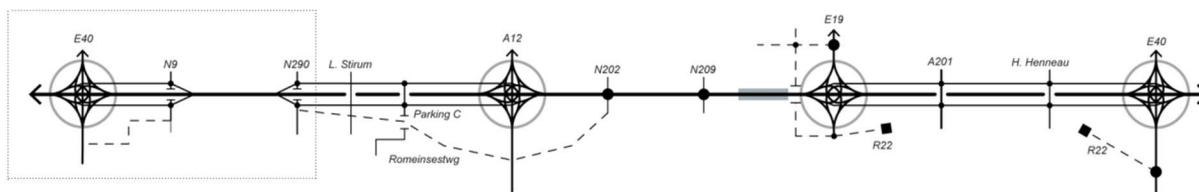


Figure 50 : Schéma linéaire G2A2

Tous les complexes de raccordement, les échangeurs et les structures de délestage sont identiques à ceux abordés ci-dessus dans le G2A1. Le seul changement concerne la zone située près du Bois du Laerbeek.

À hauteur du Bois du Laerbeek, le ring parallèle se connecte au ring continu. Le trafic provenant des zones autour des routes parallèles se connectera d'abord à la route parallèle pour ensuite atteindre le ring continu via l'échangeur. En termes de lisibilité, la zone de Wemmel est beaucoup moins claire puisqu'il n'est pas nécessaire d'utiliser toujours le ring parallèle pour desservir un complexe de raccordement. Par exemple, en venant de l'A10/E40 Gand, pour se rendre à l'hôpital universitaire de Bruxelles (CR 9), il ne sera plus nécessaire de faire le choix entre le ring parallèle ou le ring continu dans l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard puisque les deux se rejoignent avant le CR 9 (Jette).

6.1.5. G3A1

6.1.5.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Route de transit (I/C)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)		Heure de pointe du soir (17 h-18h)	
		R0 ring intérieur	R0-ring extérieur	R0 ring intérieur	R0-ring extérieur
		DRW	DRW	DRW	DRW
Wemmel	E40 <--> N9 N9 <--> N290	69%	41%	74%	43%
	N290 <--> Parking C	89%	73%	94%	70%
	Parking C <--> A12	87%	100%	92%	100%
		87%	81%	92%	80%
Vilvorde	A12 <--> N202	90%	65%	79%	87%
	N202 <--> N209	84%	70%	74%	93%
	N209 <--> E19	92%	79%	85%	91%
Zaventem	E19 <--> A201	88%	72%	72%	82%
	A201 <--> H. Henneau	93%	80%	93%	79%
	H. Henneau <--> E40	87%	80%	87%	79%

Figure 51 : Rapport I/C alternative G3A1 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G3A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 51. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

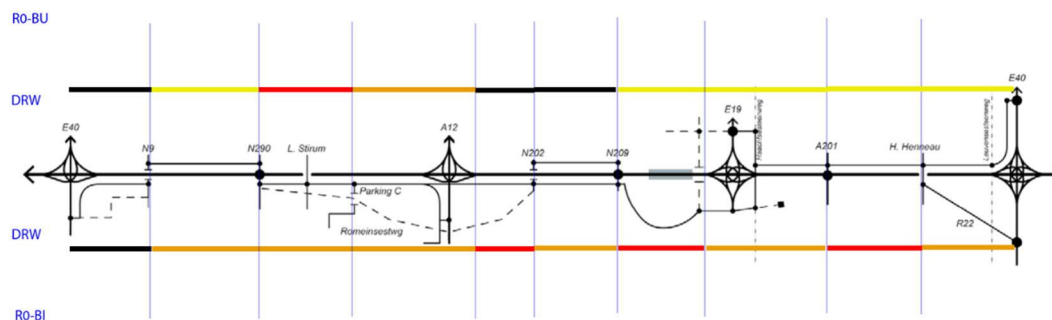


Figure 52 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G3A1 - HPM

Pour l'alternative G3A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 9 (HPM) et 8 (HPS) des 20 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 4 segments routiers dans l'HPM et 7 segments routiers dans l'HPS.

Voie latérale (LOS)

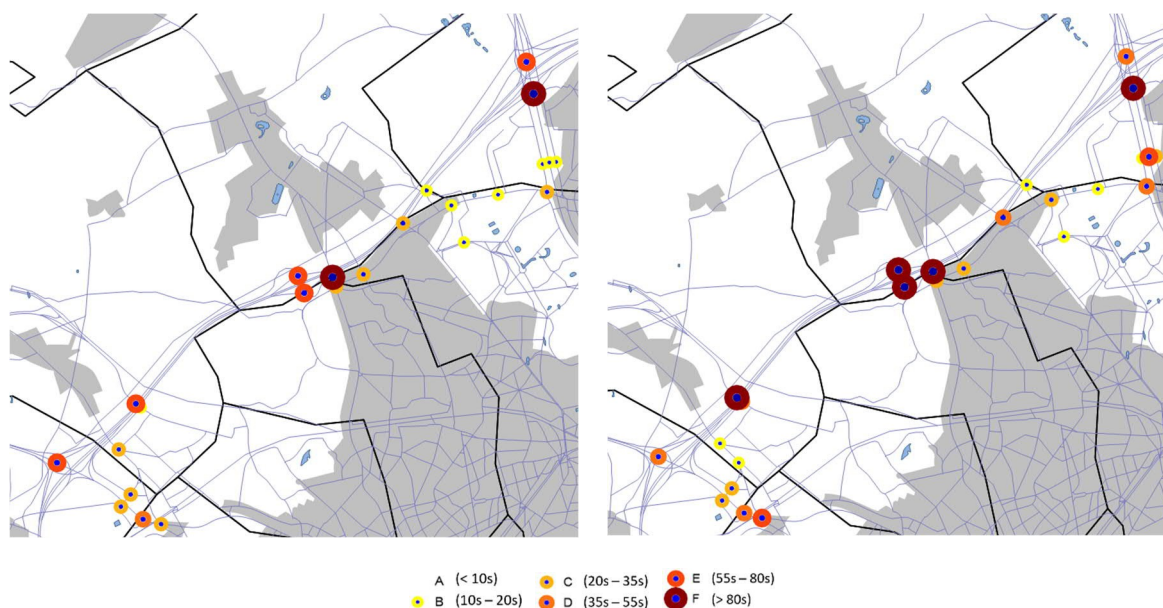


Figure 53 : Analyse LOS alternative G3A1, zone de Wemmel (à gauche : HPM, à droite : HPS)

HPM : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N9-Ring extérieur (E), CR 9 - Ring extérieur (E), CR 9-Ring intérieur (E), N290 (F) et A12 (F). Il s'agit de 5 des 10 intersections latérales de la zone Wemmel.

HPS : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N9-Ring extérieur (F), CR 9 - Ring extérieur (F), CR 9-Ring intérieur (F), N290 (F) et A12 (F). Il s'agit de 5 des 10 intersections latérales de la zone Wemmel.

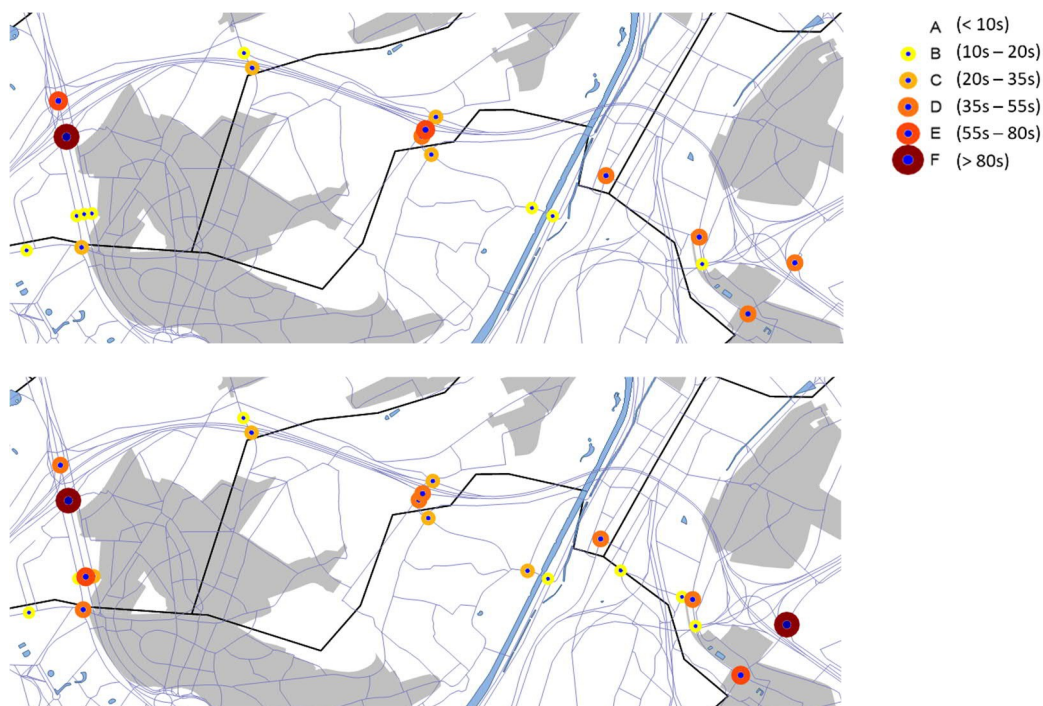


Figure 54 : Analyse LOS alternative G3A1, zone de Vilvorde (en haut : HPM, en bas : HPS)

HPM : L'intersection suivante avec la route latérale a un LOS trop bas (>D) : N209 ring intérieur (E). C'est l'une des quatre intersections latérales de la zone de Vilvorde.

HPS : Les 4 intersections existantes avec la route latérale dans la zone de Vilvorde (HPS) ont chacune un LOS supérieur ou égal à D.



Figure 55 : Analyse LOS alternative G3A1, zone Zaventem - HPM

Les 5 intersections existantes avec la route latérale de la zone de Zaventem (HPM) ont chacune un LOS supérieur ou égal à D.

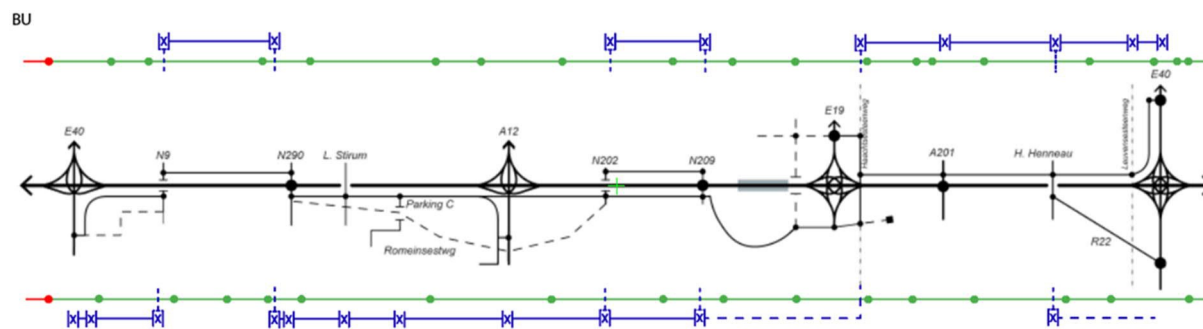


Figure 56 : Analyse LOS alternative G3A1, zone Zaventem - HPS

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Chaussée de Haacht (F), Boulevard Léopold III (F) et Chaussée de Malines (E). Il s'agit de 3 des 5 intersections latérales de la zone de Zaventem (HPS).

6.1.5.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

Pour les alternatives latérales, seul le ring continu a été analysé. En outre, les intersections de la route latérale qui font partie intégrante de la structure du RO sont également indiquées.



BI

Figure 57 : Discontinuités G3A1, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 17 discontinuités présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
 - 18 longueurs de turbulence présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 19 discontinuités présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
 - 20 longueurs de turbulence présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
- D'ouest en est (structure latérale) :
 - 34 discontinuités présentes, dont **12 ne sont pas satisfaisantes**
 - 15 longueurs de turbulence présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes.**
- D'est en ouest (structure latérale) :
 - 38 discontinuités présentes, dont **20 ne sont pas satisfaisantes**
 - 17 longueurs de turbulence présentes, dont **5 ne sont pas satisfaisantes.**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes sont principalement situées à la jonction du projet avec le SE à hauteur du viaduc de Grand-Bigard (tant sur le ring intérieur qu'extérieur). En prévoyant la structure latérale dans la zone de Wemmel et Vilvorde tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du RO-Nord, plusieurs intersections sont trop proches les unes des autres et ne respectent donc pas la distance d'intersection requise. L'intersection du système latéral avec l'A201 est si proche du CR 4 que cette intersection est également jugée inadéquate.

Changements de voie structure continue

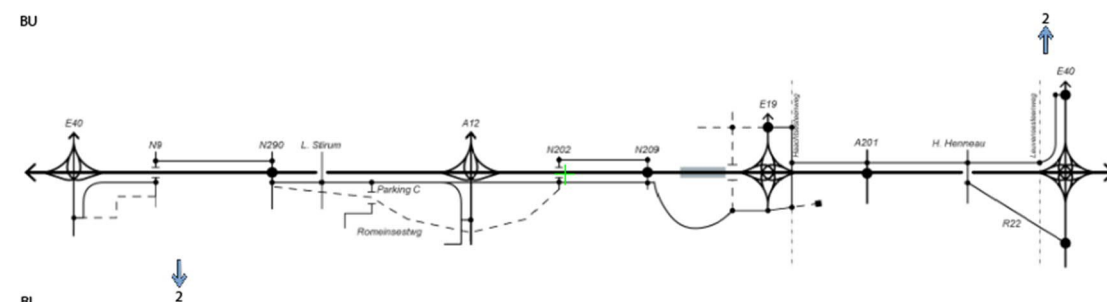


Figure 58 : Changements de voie G3A1

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 2 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 2 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent à proximité des échangeurs. C'est là que sont réalisés les échanges entre deux autoroutes. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique également les changements de voie.

6.1.5.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.5.4. Lisibilité G3A1

Systemes de signalisation

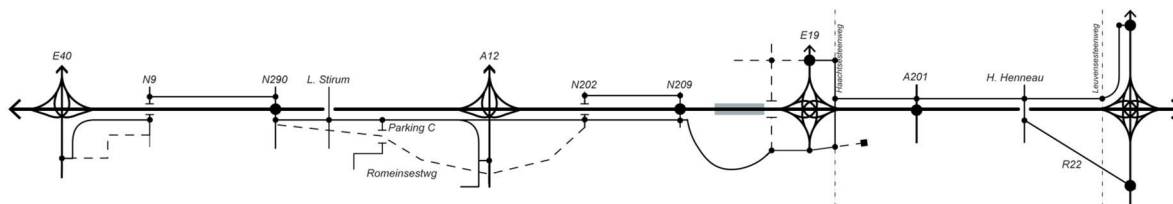


Figure 59 : Schéma linéaire G3A1

La base de cette alternative est la mise en place d'un nouvel axe routier qui doit servir de structure latérale et la limitation du nombre de complexes de raccordement à la structure continue. Pour chaque zone, un complexe de raccordement est relié tant à la structure continue qu'à la structure latérale. Les autres complexes de raccordement seront des passages avec le réseau routier secondaire et le ring latéral. En raison de ce nombre limité de passages, le trafic local doit d'abord être relié à la structure latérale, puis au ring continu par un échangeur ou un complexe de raccordement. Cette conception a un effet positif sur la lisibilité.

6.1.6. G3A2

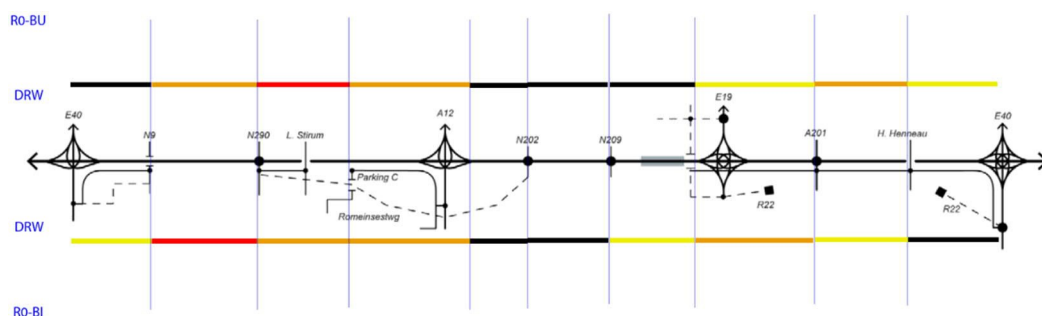
6.1.6.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Route de transit (I/C)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)		Heure de pointe du soir (17 h-18h)	
		R0 ring intérieur	R0-ring extérieur	R0 ring intérieur	R0-ring extérieur
		DRW	DRW	DRW	DRW
Wemmel	E40 <--> N9	79%	50%	74%	38%
	N9 <--> N290	96%	82%	94%	70%
	N290 <--> Parking C	88%	100%	89%	90%
	Parking C <--> A12	88%	82%	89%	75%
Vilvorde	A12 <--> N202	57%	50%	51%	67%
	N202 <--> N209	61%	48%	53%	67%
	N209 <--> E19	74%	65%	68%	77%
Zaventem	E19 <--> A201	82%	72%	61%	90%
	A201 <--> H. Henneau	70%	82%	70%	80%
	H. Henneau <--> E40	65%	80%	65%	80%

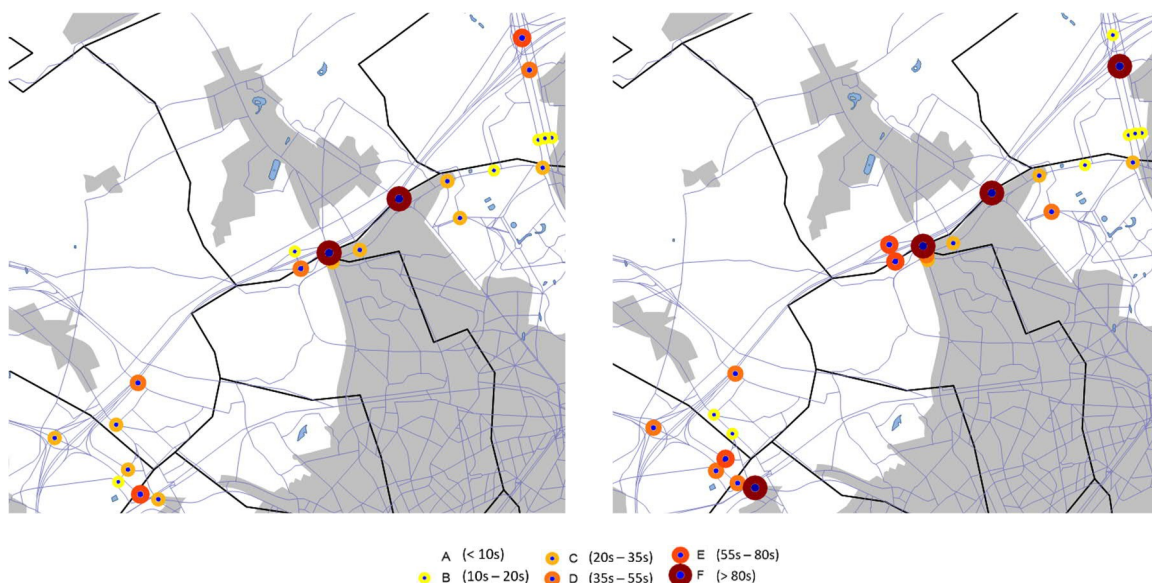
Figure 60 : Rapport I/C alternative G3A2 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G3A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 60. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.



Pour l'alternative G3A2, la capacité résiduelle est suffisante sur 12 (HPM) et 15 (HPS) des 20 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 2 segments routiers à la fois dans l'HPM et l'HPS.

Voie latérale (LOS)



HPM : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N290 (F) et Avenue de Limburg Stirum (F). Il s'agit de 2 des 9 intersections latérales de la zone Wemmel.

HPS : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N9b (E), CR 9-ring extérieur (E), CR 9-ring intérieur (E), N290 (F), Avenue de Limburg Stirum (F) et A12 (F). Il s'agit de 6 des 9 intersections latérales de la zone Wemmel (HPS).





Figure 63 : Analyse LOS alternative G3A2, zone de Vilvorde (en haut : HPM, en bas : HPS)

L'alternative G3A2 n'a pas de structure latérale dans la zone de Vilvorde.

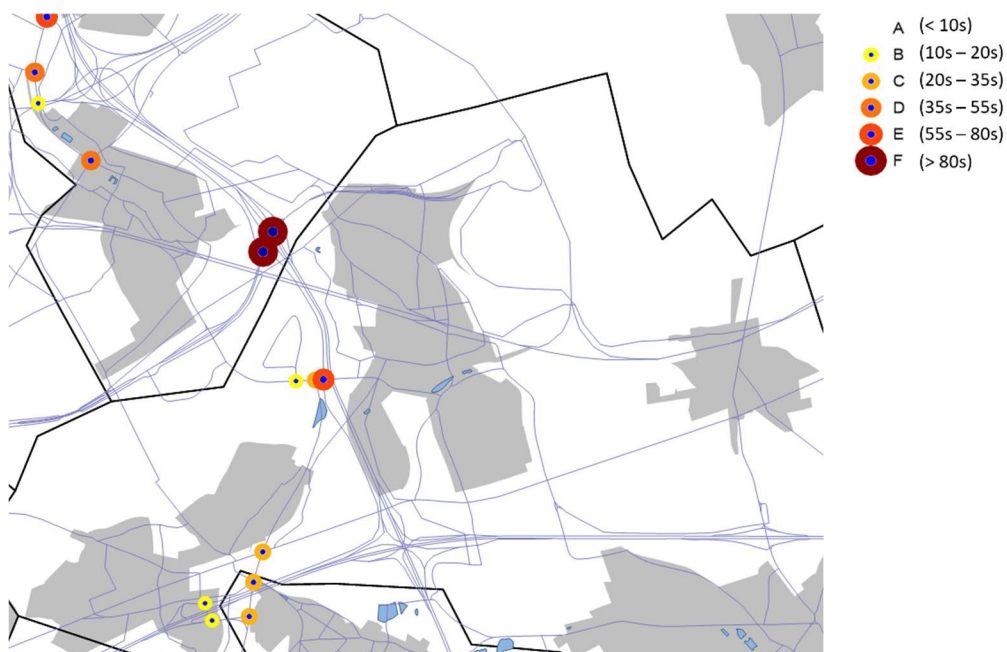


Figure 64 : Analyse LOS - alternative G3A2, zone Zaventem - HPM

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Boulevard de la Woluwe (E), Boulevard Léopold III (F), Avenue Hector Henneau (E). Il s'agit de 3 des 6 intersections latérales de la zone de Zaventem (HPM).

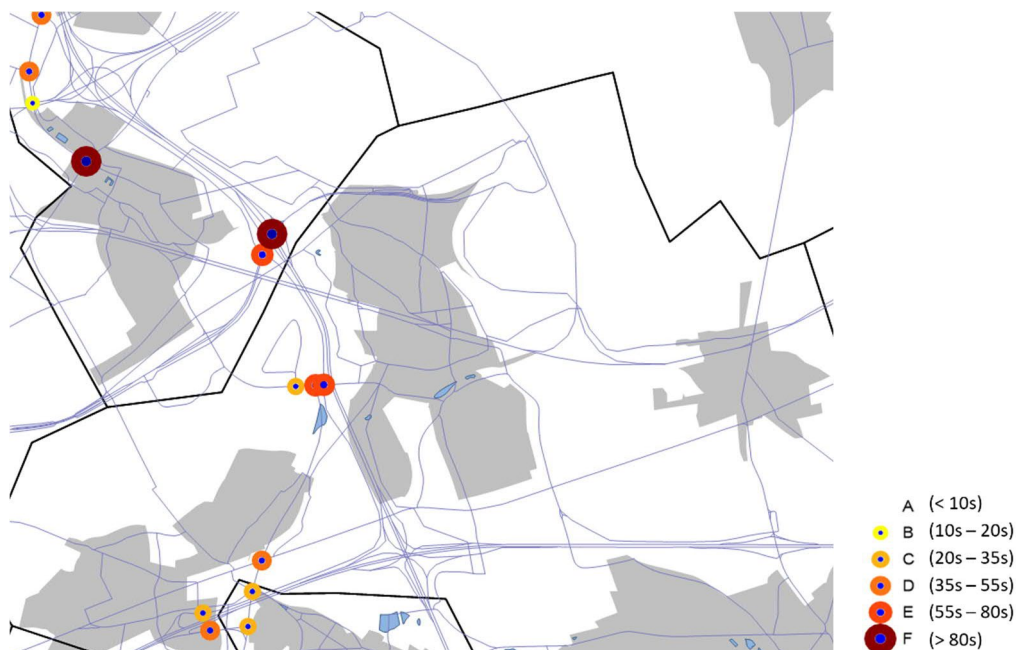


Figure 65 : Analyse de la LOS - alternative G3A2, zone Zaventem - HPS

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Avenue Léopold III (E), Avenue Hector Henneau (E). Il s'agit de 2 des 6 intersections latérales de la zone de Zaventem (HPS).

6.1.6.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

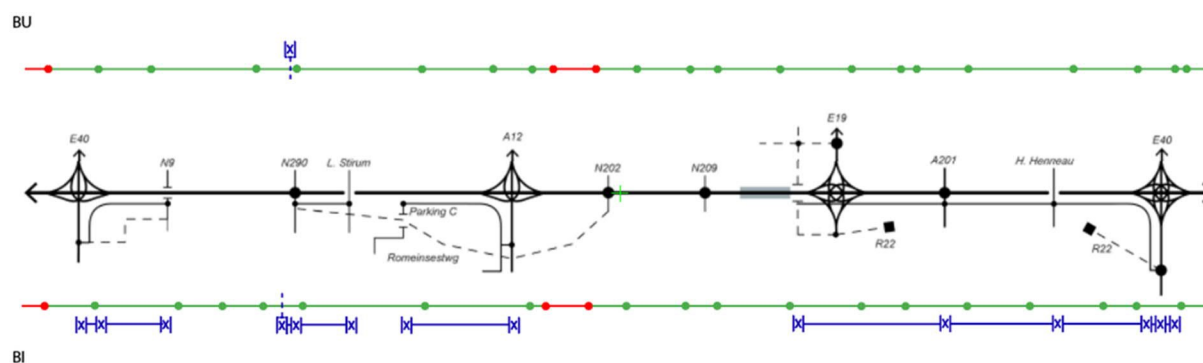


Figure 66 : Discontinuités G3A2, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 21 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 22 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 22 discontinuités présentes, dont **3 ne sont pas satisfaisantes**
 - 23 longueurs de turbulence présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
- D'ouest en est (structure latérale) :
 - 30 discontinuités présentes, dont **14 ne sont pas satisfaisantes**
 - 11 longueurs de turbulence présentes, dont **4 ne sont pas satisfaisantes.**
- D'Est en Ouest (structure latérale) :
 - 30 discontinuités présentes, dont **14 ne sont pas satisfaisantes**
 - 11 longueurs de turbulence présentes, dont **4 ne sont pas satisfaisantes.**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes se trouvent principalement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et à la jonction du projet avec le SE à hauteur du viaduc de Grand-Bigard, chaque fois à hauteur du ring intérieur et extérieur. À hauteur du CR 9 (Jette) et du CR 20 (Kraainem), il y a chaque fois 3 intersections qui se succèdent rapidement, ce qui signifie qu'elles ne satisfont pas aux hypothèses formulées. L'intersection du système latéral avec l'A201 est si proche du CR 4 que cette intersection est également jugée inadéquate.

Changements de voie structure continue

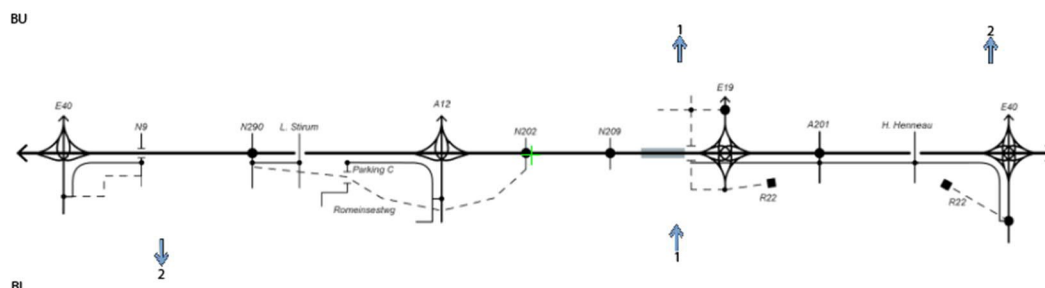


Figure 67 : Changements de voie G3A2

Synthèse

- Ring intérieur (bi) : 3 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 3 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là que sont réalisés les échanges entre deux autoroutes. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique également les changements de voie.

6.1.6.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.6.4. Lisibilité G3A2

Systèmes de signalisation

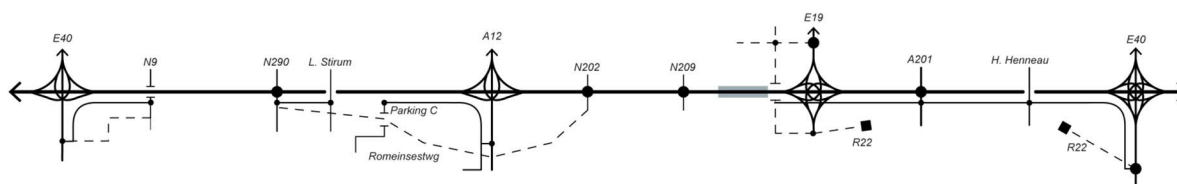


Figure 68 : Schéma linéaire G3A2

Cette alternative applique le même principe que G3A1, mais tente de limiter la construction de nouvelles routes. Aucune structure de ring latérale n'est prévue dans la zone de Vilvorde et les CR 7 (Grimbergen) et 6 (Vilvorde - Koningslo) seront raccordés au R0-Nord continu. Le centre de Grimbergen et le centre de Strombeek-Bever sont reliés au R0 Nord par le CR 7. Aucune structure locale (latérale) n'existe entre les CR 10 (Zellik) & le CR9 (Jette). Aucune structure locale (latérale) n'existe entre les CR 8 (Wemmel) & le CR 7a (Parking C). Le trafic provenant des principales routes d'accès A10/E40, A12 et A3/E40 doit d'abord passer par l'échangeur correspondant avant de pouvoir atteindre la structure de ring latérale. Cela rend la lecture difficile. Dans la zone de Zaventem, la structure latérale reste du côté du ring intérieur. Seul le CR 4 (Boulevard Léopold III) sera encore relié tant à la structure continue qu'à la structure latérale. Le CR 3 (Avenue Hector Henneau) se raccorde uniquement à la structure latérale. La lisibilité augmente en coupant la R22 le long de la zone de Zaventem.

6.1.7. G3A3

6.1.7.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Route de transit (I/C)

		Heure de pointe du matin (8h-9h)		Heure de pointe du soir (17 h-18h)	
		R0 ring intérieur	R0 ring extérieur	R0 ring intérieur	R0 ring extérieur
		DRW	DRW	DRW	DRW
Wemmel	E40 <-> N9 N9	68%	46%	72%	35%
	<-> N290	86%	81%	91%	70%
	N290 <-> Parking C	85%	100%	91%	87%
	Parking C <-> A12	85%	82%	91%	70%
Vilvorde	A12 <-> N202	85%	65%	80%	78%
	N202 <-> N209	79%	65%	75%	82%
	N209 <-> E19	79%	65%	75%	82%
Zaventem	E19 <-> A201	82%	69%	68%	76%
	A201 <-> H. Henneau	89%	80%	93%	78%
	H. Henneau <-> E40	84%	80%	87%	78%

Figure 69 : Rapport I/C alternative G3A3 RVM RND v4.2.1

La figure ci-dessous donne une représentation visuelle des différents segments routiers pour l'alternative G3A3 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C indiqués à la Figure 69. La visualisation de l'heure de pointe du soir se trouve dans l'annexe.

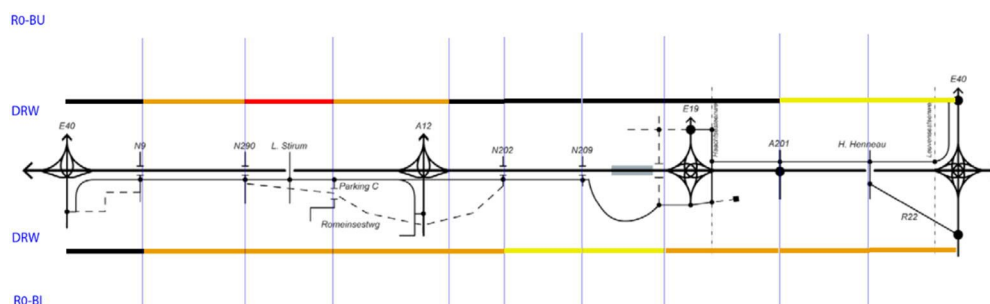


Figure 70 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G3A3 - HPM

Pour l'alternative G3A3, la capacité résiduelle est suffisante sur 10 (HPM) et 11 (HPS) des 20 segments routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 1 segment routier dans l'HPM et 4 segments routiers dans l'HPS.

Voie latérale (LOS)

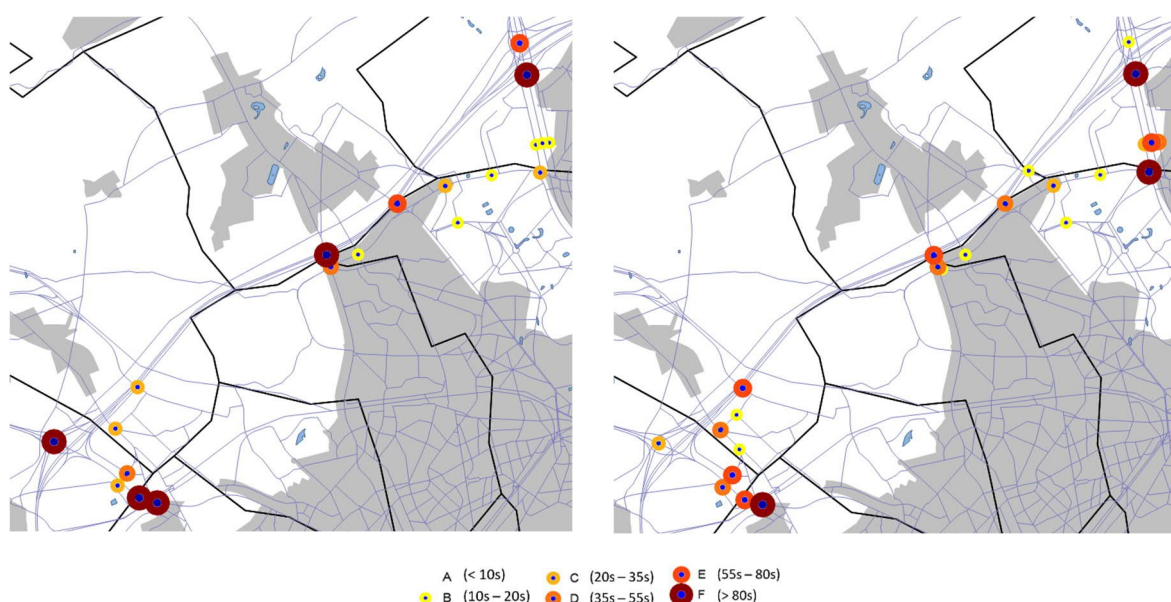


Figure 71 : Analyse LOS alternative G3A3, zone de Wemmel (à gauche : HPM, à droite : HPS)

HPM : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N290 (F), Avenue de Limburg Stirum (E) et A12 (F). Il s'agit de 3 des 7 intersections latérales de la zone de Wemmel (HPM).

HPS : Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : N9b (E), N9 (E), N290 (E) et A12 (F). Il s'agit de 4 des 7 intersections latérales de la zone Wemmel (HPS).

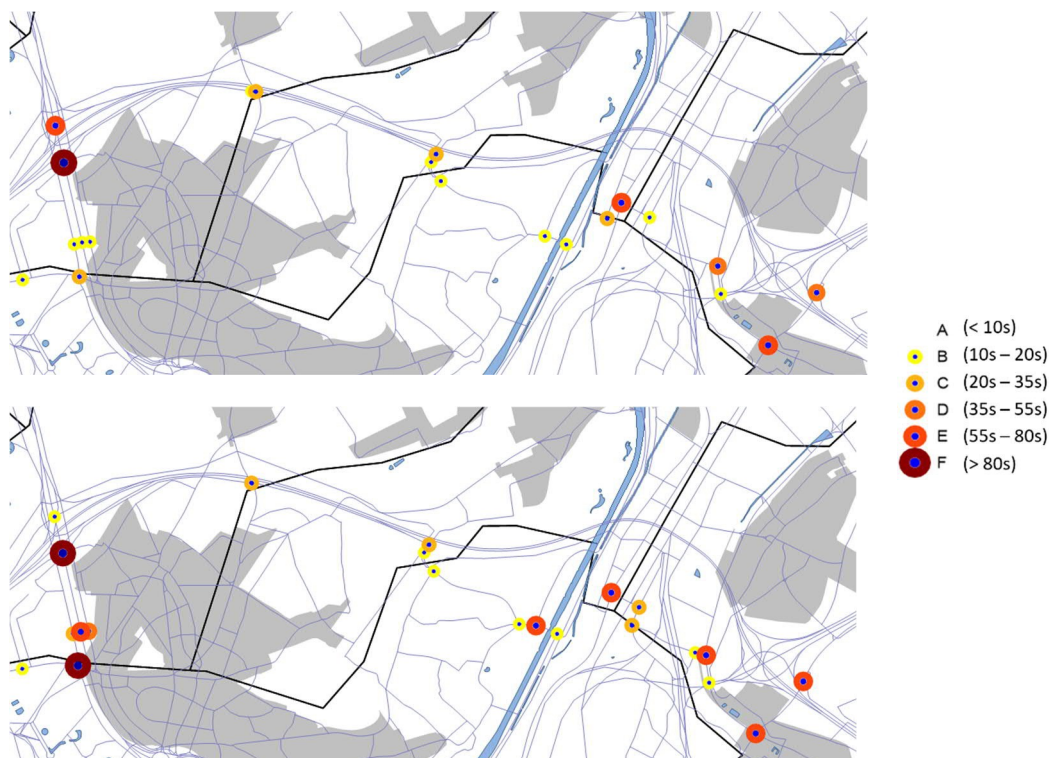


Figure 72 : Analyse LOS alternative G3A3, zone de Vilvorde (en haut : HPM, en bas : HPS)

Dans l'HPM et l'HPS, chacune des 2 intersections présentes avec la route latérale ont un LOS C.



Figure 73 : Analyse LOS - alternative G3A3, zone Zaventem - HPM

Les 5 intersections existantes avec la route latérale de la zone de Zaventem (HPM) ont chacune un LOS supérieur ou égal à D.



Figure 74 : Analyse de la LOS - alternative G3A3, zone Zaventem - HPS

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Chaussée de Haacht (E) et Boulevard Léopold III (F). Il s'agit de 2 des 5 intersections latérales de la zone de Zaventem (HPS).

6.1.7.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

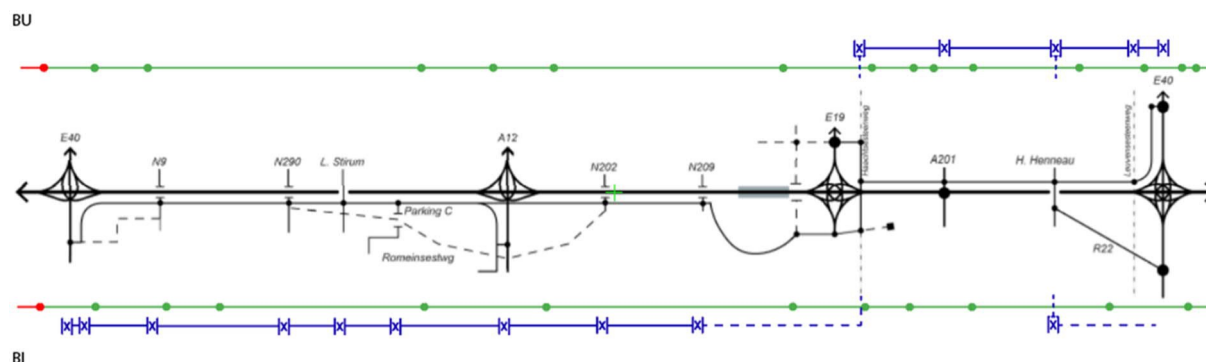


Figure 75 : Discontinuités G3A3, DRW-100 km/h & SRW-70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (bi) :
 - Structure continue :
 - 12 discontinuités présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
 - 13 longueurs de turbulence présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
- Ring extérieur (bu) :
 - Structure continue :
 - 15 discontinuités présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
 - 16 longueurs de turbulence présentes, dont **1 n'est pas satisfaisante**
- D'ouest en est (structure latérale) :
 - 28 discontinuités présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - 12 longueurs de turbulence sont présentes, dont **aucune n'est pas satisfaisante.**
- D'est en ouest (structure latérale) :
 - 28 discontinuités présentes, dont **2 ne sont pas satisfaisantes**
 - 12 longueurs de turbulence sont présentes, dont **aucune n'est pas satisfaisante.**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes sont principalement situées à la jonction du projet avec le SE à hauteur du viaduc de Grand-Bigard.

L'intersection du système latéral avec l'A201 est si proche du CR 4 que cette intersection est également jugée inadéquate.

Changements de voie structure continue

BU

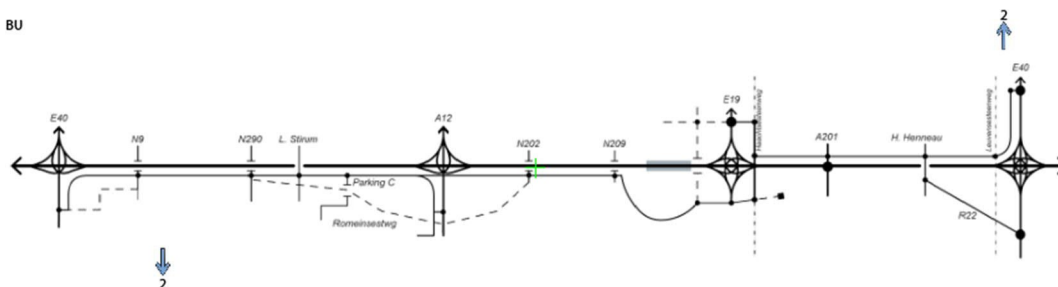


Figure 76 : Changements de voie G3A3

Conclusion

- Ring intérieur (bi) : 2 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu
- Ring extérieur (bu) : 2 changements de voie sont nécessaires pour continuer à suivre le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là que sont réalisés les échanges entre deux autoroutes. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique également les changements de voie.

6.1.7.3. Réduction de la vitesse

Puisque les différents profils de longueur sont les mêmes pour toutes les alternatives, l'analyse de la réduction de la vitesse sur la structure continue sera regroupée pour toutes les alternatives dans le paragraphe 6.1.8.

6.1.7.4. Lisibilité G3A3

Systèmes de signalisation

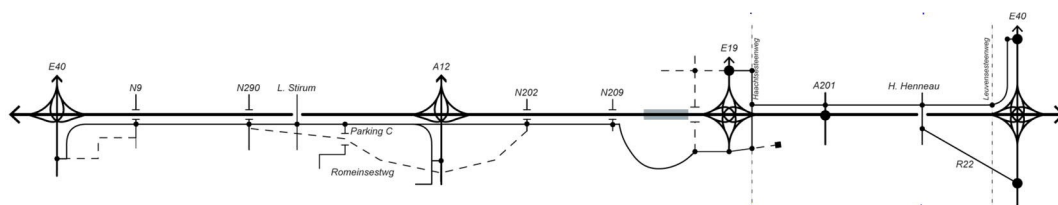


Figure 77 : Schéma linéaire G3A3

La structure latérale longe le ring intérieur dans les zones de Vilvorde et de Wemmel. De plus, dans ces deux zones, aucun complexe de raccordement n'est encore relié à la structure continue. Les complexes de raccordement sont des passages avec le réseau routier secondaire et le ring latéral. La lisibilité de la structure du ring continu est renforcée par l'absence de complexes de raccordement. Le trafic provenant des principales routes d'accès A10/E40 et A12 doit passer par l'échangeur correspondant avant de pouvoir atteindre la structure latérale. Cela rend la lecture difficile.

Pour la zone de Zaventem, la structure latérale se trouve du côté du ring extérieur, mais une partie de la R22 (entre le CR 20 (Kraainem) et le CR 3 (Avenue Hector Henneau)) est également utilisée comme structure latérale locale. Le long de l'A3/E40, il est possible tant en venant de Bruxelles (CR 20) que de Louvain (CR 21 (Sterrebeek)) de se connecter à la structure latérale via un complexe de raccordement, sans passer par l'échangeur. Cela est positif pour la lisibilité dans la zone de Zaventem, mais comme cette structure de désenclavement n'est pas appliquée de manière conséquente à tous les autres échangeurs, cela crée une confusion dans les systèmes de signalisation. Le CR 4 (Boulevard Léopold III) est le seul complexe de raccordement qui est relié à la fois à la structure du ring continu et à celle du ring latéral. La lisibilité augmente en coupant le R22 (partiellement) le long de la zone de Zaventem.

6.1.8. Réduction de la vitesse

Afin de vérifier en détail si les nouvelles pentes du R0-Nord posent réellement un problème, la réduction de la vitesse maximale pour les camions, en fonction de la pente et de la longueur, est examinée à l'aide du programme de simulation SIMVRA+. Les résultats des calculs SIMVRA+ sont joints en annexe.

Comme indiqué précédemment, il est important de savoir, en fonction du profil de longueur, où le trafic de marchandises pourrait rencontrer des problèmes de vitesse. Cette analyse a été effectuée à la fois pour le profil de longueur existant, optimisé et réduit.

Les endroits où la réduction de la vitesse est supérieure à 20 km/h sont liés au relief naturel. Ce relief est difficile à modifier car les bâtiments autour du R0-Nord se sont historiquement développés en fonction de ce relief. Le tableau ci-dessous reprend l'énumération de la réduction de la vitesse par profil de longueur.

Lieu :	PL existant		PL optimisé		PL réduit	
	Bi	Bu	Bi	Bu	Bi	Bu
Bois du Laerbeek	22,6 km/h	-	-	-	-	-
Avenue R. Astrid	-	-	-	21,8 km/h	-	-
Viaduc de Vilvorde²⁴	-	27,3 km/h	-	27,3 km/h	-	27,3 km/h
Échangeur R0/E40 SSW	20,6 km/h	-	20,5 km/h	-	20,5 km/h	-

Tableau 7 : Réduction de la vitesse pour les différents profils de longueur (vitesse maximale du trafic de marchandises 90 km/h)

Le profil de longueur optimisé, qui s'applique à toutes les alternatives, fournit une première optimisation de la SE/SR au Bois du Laerbeek. La réduction de la vitesse est ici réduite à des valeurs acceptables. En ajustant le profil de longueur de manière à ce qu'il n'y ait plus de problème à hauteur du Bois du Laerbeek, un nouveau problème apparaît à hauteur de l'Avenue R. Astrid. Le profil de longueur réduit, qui peut être appliqué comme variante à toutes les alternatives, constitue une optimisation supplémentaire à la hauteur de l'Avenue R. Astrid.

La réduction de la vitesse à l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne doit encore être justifiée puisqu'il s'agit d'une réduction de la vitesse de 0,5 km/h au-dessus de la réduction de vitesse maximale.

²⁴ Le viaduc de Vilvorde reste un problème dans tous les profils de longueur, mais comme une limite de vitesse de 70 km/h est fixée sur le viaduc pour le trafic de plus de 3,5 tonnes, ces valeurs sont acceptées. En effet, le trafic de marchandises dispose d'une puissance supplémentaire lorsqu'il ne doit pas rouler à sa vitesse maximale autorisée de 90 km/h. Le viaduc de Vilvorde ne constitue dès lors pas un problème pour les 3 profils de longueur examinés.

6.2. Variantes Cycle 1

Des variantes sont possibles pour les 7 alternatives. Ces variantes peuvent, selon la variante, avoir ou non un impact sur l'analyse du rapport I/C et l'analyse LOS, les discontinuités et les longueurs de turbulence, la réduction de la vitesse, les systèmes de signalisation et/ou les changements de voie. Cette section examine brièvement l'impact de chaque variante. L'évaluation des variantes se fera de manière qualitative.

ALTERNATIVES B - Base C'est la situation de base pour les scénarios de calcul. V - variantes Ce sont les variantes possibles qui peuvent être appliquées sur certains éléments de la situation de base. D - développements	VARIANTES				Profil de longueur (PL)		Vitesse (KM)		Voies de
	Échangeurs		Échangeurs		Échangeurs		Échangeurs		
	R0/E40 Grand Bigard	R0/A12 Strombeek-Bever	R0/E19 Machelen	Echangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne.	réduit SE à hauteur de optim. Wemmel-Jette	Pont maximum Bois du Laerbeek + réduit Wem-Jet	100 km/h	70 km/h	1 voie de moins ou pour un autre usage
Léger									
G1A1	B A	B A	B	B V	B V	A	B V	A	
G1A2	B	B	B	B A	B A	A	B A	A	
Latéral									
G2A1	B	B	B	B	B V	A	B V	A	
G2A2	B	B	B	B	B A	A	B A	A	
G3A1	B	B B	B	B V	B V	A	B V	A	
G3A2	B	B B	B	B V	B V	A	B V	A	
	B	B B	B	B V	B A	A	B A	A	

Figure 78 : Aperçu de la combinaison des alternatives et des variantes

6.2.1. Échangeurs à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles)

Rapport I/C et analyse LOS

La qualité des connexions dans un échangeur à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles) est inférieure à celle d'un échangeur à quatre bras. Néanmoins, les modèles indiquent que les différences d'intensités entre les deux configurations sont très limitées. On peut donc supposer que les intensités de l'échangeur à trois bras restent presque constantes par rapport à l'échangeur à quatre bras.

Il n'y a pas de changement significatif dans les rapports I/C lorsqu'on utilise un échangeur à trois bras.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Seule la connexion au ring de transit et au ring urbain est considérée dans cette partie et donc pas chaque discontinuité ou longueur de turbulence à l'intérieur de l'échangeur. La Figure 80 clarifie les changements que subissent les connexions dans l'échangeur lors d'une transformation d'un échangeur à quatre bras en un échangeur à trois bras. Cela montre que le nombre de connexions sur le ring continu (en noir) reste le même dans les deux configurations. C'est seulement la connexion à l'autoroute entrante (en gris) qui se fera différemment. Dans le cas d'un échangeur à trois bras, cette connexion est indirecte et utilise des intersections.

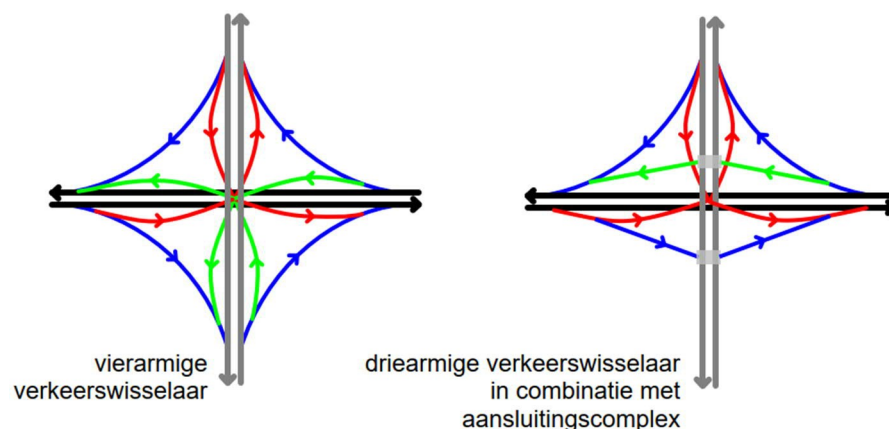


Figure 79 : Différence des connexions des échangeurs à trois et à quatre bras

Le nombre de discontinuités ou de longueurs de turbulence reste le même sur le ring continu ou urbain.

Changements de voie structure continue

Comme mentionné ci-dessus, aucune connexion ne sera perdue, il y aura encore des entrées et des sorties.

Le nombre de changements de voie sur la structure continue reste le même.

Réduction de la vitesse

Une configuration différente d'un échangeur a un impact très faible, voire nul, sur l'analyse de la réduction de la vitesse.

L'analyse de la réduction de la vitesse ne changera pas.

Systèmes de signalisation

Dans le cas d'un échangeur à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement), aucune connexion n'est perdue, seule la qualité de la connexion diffère de celle d'un échangeur à quatre bras. L'entrée et la sortie restent et seront donc indiquées de la même manière que pour un échangeur à quatre bras.

Le système de signalisation n'a pas subi de modifications importantes.

6.2.2. Profil de longueur reliant les ponts paysagers minimum et maximum

Rapport I/C et analyse LOS

Les modifications au profil de longueur n'auront qu'un impact très limité sur le rapport I/C. Lorsque la réduction de la vitesse des camions devient trop importante, cela peut entraîner des embouteillages qui peuvent réduire les intensités sur un certain segment routier. Dans la nouvelle conception, la réduction de la vitesse sera réduite à un minimum, ce qui n'aura qu'un effet positif sur le rapport I/C.

Le rapport I/C changera de manière positive (mais limitée).

Discontinuités et longueurs de turbulence

Le profil de longueur (PL) n'est pas un facteur déterminant pour le nombre de discontinuités, mais éventuellement pour leur emplacement. Le PL réduit diffère du PL optimisé entre le Bois du Laerbeek et l'Avenue de Limburg Stirum. Le nouvel emplacement du CR 9 (Jette) se déplace vers l'ouest, mais sera toujours au-dessus du R0-Nord, quel que soit le PL. Le niveau de hauteur entre le CR 9 et la Chaussée Romaine devrait être à peu près le même. Pour le PL réduit, il convient de parcourir une plus grande différence de hauteur, ce qui entraîne des rampes d'accès et de sortie plus longues. Les longueurs de turbulence du CR 9 et du CR 7a (Parking-C) pourraient alors se chevaucher, créant des situations dangereuses pour la circulation.

Le nombre de discontinuités et les longueurs de turbulence restent les mêmes, mais les longueurs de turbulence sont plus proches les unes des autres, de sorte qu'il y a un risque qu'elles se chevauchent et qu'elles ne respectent dès lors pas les directives.

Changements de voie structure continue

Similaire à ce qui a été dit plus haut.

Le nombre de changements de voie sur la structure continue reste le même.

Réduction de la vitesse

Le profil de longueur est le facteur déterminant pour l'analyse de réduction de la vitesse. Les effets de cette variante sont inclus dans le paragraphe 6.1.8. du présent document.

L'analyse de la réduction de la vitesse change avec un autre profil de longueur.

Systèmes de signalisation

Le profil de longueur n'est pas un facteur déterminant pour le système de signalisation dans une alternative. Que le complexe de raccordement soit situé au-dessus ou en dessous du R0-Nord n'a aucune influence, puisque les rampes d'entrée et de sortie restent présentes.

Le système de signalisation ne change pas.

6.2.3. Changement d'emplacement des complexes de raccordement

Rapport I/C et analyse LOS

Un changement d'emplacement d'un complexe de raccordement peut rendre certains segments routiers plus longs/plus courts. Cependant, la capacité des (auto)routes et autoroutes est en partie déterminée²⁵ par le nombre de voie (et leurs dimensions) et non par la longueur de ces voies.

Le rapport I/C reste inchangé.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Si un complexe de raccordement devait changer d'emplacement, cela ne changerait pas le nombre de discontinuités, mais seulement l'emplacement de ces discontinuités. Cela signifie que les longueurs de turbulence peuvent donc varier, ce qui signifie que cette variante nécessite une attention particulière si un complexe de connexion devait changer d'emplacement.

Le nombre de discontinuités reste le même. Les longueurs de turbulence peuvent être augmentées ou diminuées en fonction de la proximité d'un autre complexe de raccordement/échangeur/.....

Changements de voie structure continue

Si un complexe de raccordement devait changer d'emplacement, le nombre de changements de voie ne change pas, seul l'emplacement de ce changement de voie changerait.

Le nombre de changements de voie sur la structure continue reste le même.

Réduction de la vitesse

Si un complexe de raccordement devait changer d'emplacement, l'analyse de la réduction de vitesse ne changerait pas.

L'analyse de la réduction de la vitesse ne changera pas.

Systèmes de signalisation

En cas de changement d'emplacement d'un complexe de raccordement, le système de signalisation devra être adapté localement. Le complexe de raccordement reste toujours présent, mais peut être relié au réseau routier secondaire d'une manière différente. En fonction de l'importance de la modification de la connexion avec le réseau routier secondaire, le système de signalisation devra également être adapté en conséquence.

Le système de signalisation change si la connexion du complexe de raccordement au réseau routier secondaire change.

6.2.4. Réduction d'une voie sur la structure continue

Rapport I/C et analyse LOS

La réduction d'une voie réduit la capacité de l'autoroute.

Le rapport I/C augmentera avec la réduction d'une voie.

Discontinuités et longueurs de turbulence

En cas de réduction d'une voie, la voie la plus à gauche sera supprimée. Chaque sens de circulation sur le ring continu est réduit d'une voie et comme cela est fait sur l'ensemble du parcours, le nombre de discontinuités restera le même. Par exemple, au niveau des échangeurs, des flux de circulation différents (très chargés) se rencontrent et, à cet endroit, un certain nombre de voies devront être réduites à chaque fois. Si la réduction d'une voie est étendue à l'ensemble du parcours, le nombre absolu de voies à supprimer restera le même.

Cependant, une réduction d'une voie aura un impact sur la longueur de turbulence théorique d'une section de tissage. Comme il y a moins de voies, les voies de tissage peuvent être plus courtes. Il s'agit purement d'une

²⁵ Il existe de très nombreux facteurs qui influent sur la capacité des routes. Infrastructures (dimensions, pente, absence d'équipements, ...), Environnement (pentes, conditions météorologiques, ...), Gestion du trafic (signalisation, voies aux heures de pointe, ...), Composition du trafic (% de trafic de marchandises), Facteurs accessoires, ...

approche théorique. Si les intensités restent les mêmes, les voies de tissage (qui peuvent théoriquement être plus courtes) deviendront plus dangereuses du fait qu'il y a plus de trafic et que l'évitement devient donc plus difficile. La capacité d'une section de tissage est donc une considération importante. Par conséquent, le VWI exige qu'une microsimulation soit réalisée pour étayer le choix de la configuration des sections de tissage. Ces microsimulations ne sont pas encore appliquées dans cette partie.

Le nombre de discontinuités et les longueurs de turbulence restent les mêmes. Théoriquement, les longueurs de turbulence respecteront plus facilement les directives de sécurité routière, mais en pratique, à des intensités similaires, ce sera dangereux. Des microsimulations sont nécessaires pour éclaircir ce point.

Changements de voie structure continue

Une réduction d'une voie sur la structure continue n'affecte pas le nombre de changements de voie. Cela joue principalement un rôle à proximité des échangeurs. C'est là que convergent plusieurs flux (très fréquentés), ce qui conduit à un grand nombre de voies qui doivent être progressivement supprimées. Avec une voie de moins, le trafic doit effectuer un changement de voie en moins.

Le nombre de changements de voie sur la structure continue reste inchangé.

Réduction de la vitesse

Le nombre de voies n'a aucune influence sur l'analyse théorique de la réduction de la vitesse. Dans la pratique, cela peut avoir un effet négatif sur la sécurité routière. Lorsqu'il n'y a pas assez de voies supplémentaires, la réduction du trafic de marchandises peut non seulement entraîner des situations dangereuses, mais peut aussi réduire la fluidité du trafic.

L'analyse de la réduction de la vitesse ne changera pas, mais peut entraîner des situations dangereuses pour la circulation lorsqu'il y a trop peu de voies supplémentaires (moins de 2).

Systèmes de signalisation

Une réduction de voie ne change pas grand-chose au système de signalisation. La lisibilité augmentera probablement légèrement car il faudra indiquer moins de discontinuités (réductions de voies).

Le système de signalisation n'a pas subi de modifications importantes.

6.2.5. Réduction de la vitesse sur la structure continue

Cette variante consiste à réduire la vitesse sur la structure continue de 100 km/h à 70 km/h. La relation exacte entre les accidents et la vitesse dépend de très nombreux facteurs²⁶. Plus vous roulez vite sur une route donnée, plus le risque d'accident augmente. Le risque d'accident est également plus élevé sur les routes présentant des différences de vitesse plus importantes que sur les routes présentant des différences de vitesse moindres. Plus la vitesse est élevée, plus le risque de blessures graves augmente, tant pour la personne qui cause l'accident que pour l'autre partie. Si une route et le trafic correspondant sont plus complexes, obligeant le conducteur à traiter davantage d'informations et à prendre plus de décisions en un court laps de temps, le risque d'accident augmente davantage pour une même augmentation de la vitesse que sur des routes moins complexes. En pratique, cela signifie que les effets d'un changement de vitesse sont plus importants sur le réseau routier secondaire que sur le réseau routier principal.

L'étude de 2015 déjà citée au paragraphe 3.3 Vitesse, qui examine les effets d'une éventuelle réduction de la vitesse sur le R0-Nord, fournit des indications non seulement sur une réduction de la vitesse à 100 km/h, mais aussi à 80 km/h.

- Le nombre total de changements de voie effectués par les usagers de l'autoroute diminue d'environ 4% (300 000 changements de voie en moins) à l'heure de pointe du matin et d'environ 7% (620 000 changements de voie en moins) à l'heure de pointe du soir pour une réduction de la vitesse de 100 km/h à 80 km/h.
- L'occupation moyenne des voies évolue négativement en cas de réduction supplémentaire de la vitesse de 100 km/h à 80 km/h. Si la vitesse sur le R0-Nord est abaissée à 80 km/h, il y aura 12% de camions en plus sur la 2^e voie et 7% de voitures particulières en plus sur la 1^e voie. Cela signifie qu'à une vitesse limitée à 80 km/h, les voitures particulières utilisent davantage la voie de droite et les camions davantage la voie du milieu.

²⁶ Vitesse, distribution de la vitesse et risque d'accidents, Fondation néerlandaise pour la recherche dans le domaine de la sécurité routière (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid), SWOV 2004.

Cette limitation de vitesse entraîne une migration des camions vers la gauche, avec un mélange important de trafic de passagers et de marchandises, ce qui peut entraîner en soi une augmentation de la gravité des accidents.

	120 km/h		100 km/h		80 km/h	
	Voiture	Poids lourds	Voiture	Poids lourds	Voiture	Poids lourds
Voie 1 (droite)	24%	61%	22%	63%	29%	51%
Voie 2 (centre)	33%	39%	33%	37%	31%	49%
Voie 3 (gauche)	43%	0%	45%	0%	39%	0%

Tableau 8 : Répartition des voitures particulières et des camions sur les différentes voies (Centre flamand de la circulation, 2015)

Une autre étude²⁷ publiée par l'Agence des routes et de la circulation en 2019 a examiné l'impact de différents régimes de vitesse sur les rings et les autoroutes sur la mobilité et la qualité de l'air.

- Il n'existe pas de données en Flandre²⁸ qui établissent un lien entre les accidents et la vitesse de conduite. Il est vrai cependant, que les accidents qui se produisent à des régimes de vitesse inférieurs ont tendance à avoir des conséquences moins graves en termes de victimes.

Les tronçons routiers notamment du R0-Nord sont plutôt sensibles aux accidents, de sorte que la réduction de la limite de vitesse à cet endroit pourrait effectivement contribuer à accroître la sécurité routière (réduction de la gravité des accidents).

- Un effet secondaire de la réduction du régime de vitesse sur les autoroutes est que, pour certaines relations, un itinéraire via le réseau routier secondaire devient plus rapide et donc plus attrayant. Cela peut conduire à un transfert vers le réseau routier secondaire, avec un impact négatif conséquent sur cet environnement et la mobilité.
- Lorsque la vitesse est réduite à 80/80 (voiture/camion) et 80/70, la circulation est plus difficile et les embouteillages sont plus importants. D'autre part, le nombre de changements de voie dans ces scénarios est le plus faible, en partie parce que les différences de vitesse entre les voitures et les camions sont faibles.

Les résultats ci-dessus montrent qu'une réduction de la vitesse a des effets positifs sur la sécurité routière et la mobilité si la différence de vitesse entre les voitures et le transport de marchandises est suffisamment importante. La vitesse maximale des camions est ici le facteur décisif, car il faut tenir compte de la puissance supplémentaire dont disposent les camions lorsqu'ils ne roulent pas à leur vitesse maximale.

Rapport I/C et analyse LOS

À une vitesse plus faible, la densité (le nombre de véhicules disponibles) du trafic sur un segment routier augmente. Si la vitesse est trop faible, la densité diminue à nouveau. La vitesse optimale pour une densité maximale est d'environ 80 km/h²⁹.

Le rapport I/C va changer positivement.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Avec une réduction de la vitesse, le nombre de discontinuités ne change pas, mais le dimensionnement des discontinuités peut être légèrement modifié. Plus la vitesse est faible, plus la discontinuité peut être conçue de manière compacte. D'autre part, les longueurs de turbulence nécessaires diminueront de manière significative puisque les longueurs de turbulence dépendent de la vitesse conceptuelle.

Le nombre de discontinuités reste le même et les longueurs de turbulence sont réduites.

²⁷ Étude de l'impact des régimes de vitesse sur la mobilité et la qualité de l'air, AWV 2019.

²⁸ L'étude réalisée en 2015 par le Centre flamand de la circulation a combiné les données d'accidents de la DGSIE (Direction générale Statistique et Information Économique, l'ancien INS) avec les données de trafic des doubles boucles de mesure. Cela a permis de corréliser les accidents avec la vitesse réelle pratiquée à ce moment-là (ainsi qu'avec le respect des règles, la limitation de vitesse, les embouteillages, les différences de vitesse entre les voies ou les boucles de mesure intermédiaires, ...).

²⁹ Théorie des flux de trafic, KU Leuven 2010.

Réduction de la vitesse

Une réduction de la vitesse (qui est inférieure à 90 km/h) a un effet positif sur l'analyse de la réduction de la vitesse. Le trafic de marchandises dispose d'une puissance supplémentaire, ce qui lui permet de franchir plus facilement la pente, lorsqu'ils ne doivent pas rouler à leur vitesse maximale autorisée de 90 km/h.

L'analyse de la réduction de la vitesse change (positivement) avec une réduction de la vitesse.

Systèmes de signalisation

En réduisant la vitesse, le conducteur a plus de temps pour interpréter la signalisation. En fonction de l'importance de la réduction de vitesse, l'emplacement des panneaux peut changer (plus près du complexe de raccordement/de l'échangeur/ ...)

Le système de signalisation change en fonction de l'ampleur de la réduction de la vitesse.

Changements de voie structure continue

Le nombre de changements de voie ne change pas avec une réduction de la vitesse.

Le nombre de changements de voie sur la structure continue reste le même.

7. COMPARAISON DES ALTERNATIVES

7.1. Alternatives Cycle 1

Cette section contient toutes les décisions et commentaires importants concernant les critères : rapport I/C, discontinuités, zones de turbulence, systèmes de signalisation et changements de voie tant de la situation existante que de la situation de référence et des 7 alternatives du Cycle 1.

7.1.1. Rapport I/C

Le rapports I/C obtenu sur l'ensemble du trajet du R0-Nord sont présentés ci-dessous, pour la situation existante, la situation de référence et les 7 alternatives.

Par groupe (light, parallèle et latéral), plus ou moins de segments routiers sont pris en compte. Un minimum de 20 segments routiers (10 dans chaque sens de circulation) sont présents sur la structure continue. Les segments routiers supplémentaires se situent sur le ring urbain. Pour le groupe latéral, la route latérale n'est pas du tout prise en compte et seul le LOS des intersections est indiqué séparément.

Aperçu rapport I/C R0-Nord (HPM)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : Pas ou peu de congestion	DRW	3	6	11	8	9	9	4	7	6
	SRW	4	4	/	3	14	12	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : Congestion à certains moments, indice VWI acceptable	DRW	1	3	4	7	2	4	5	5	4
	SRW	1	2	/	1	/	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : Congestion à certains moments, indice VWI inacceptable	DRW	6	3	3	2	6	4	7	6	9
	SRW	1	/	/	/	/	/	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : Embouteillages structurels	DRW	10	8	2	3	3	3	4	2	1
	SRW	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 9 : Aperçu du rapport I/C R0-Nord HPM (Cycle 1)

Aperçu rapport I/C R0-Nord (HPS)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : Pas ou peu de congestion	DRW	3	7	9	3	7	6	1	8	3
	SRW	4	5	/	3	12	11	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : Congestion à certains moments, indice VWI acceptable	DRW	2	3	5	10	6	4	7	7	8
	SRW	2	/	/	/	1	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : Congestion à certains moments, indice VWI inacceptable	DRW	3	2	5	6	3	5	5	3	5
	SRW	/	1	/	/	1	1	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : Embouteillages structurels	DRW	12	8	1	1	4	5	7	2	4
	SRW	/	/	/	1	/	/	/	/	/

Tableau 10 : Aperçu du rapport I/C R0-Nord HPS (Cycle 1)

Aperçu LOS - G3 - R0-Nord	G3A1		G3A2		G3A3	
	OSP	ASP	OSP	ASP	OSP	ASP
LOS C ou supérieur - 0% < I/C ≤ 73% - perte de temps < 35s	10	6	7	7	7	4
LOS D - 73% < I/C ≤ 82% - 35s < perte de temps < 55s	3	5	3	3	4	4
LOS E - 82% < I/C ≤ 91% - 55s < perte de temps < 80s	4	1	2	5	1	4
LOS F - 91% < I/C ≤ 100% - perte de temps > 80s	2	7	3	3	2	2
Nombre total d'intersections avec des routes latérales	19	19	15	18	14	14

Tableau 11 : Aperçu des intersections LOS système latéral R0-Nord (Cycle 1)

Chaque LOS correspond à un certain rapport I/C. En additionnant ces données LOS aux rapports I/C correspondants, il est possible de combiner les deux figures ci-dessus et d'évaluer le système latéral d'une manière similaire aux autres alternatives.

Aperçu en pourcentage du rapport I/C R0-Nord (HPM et HPS)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : Pas ou peu de congestion	DRW	15%	32%	50%	28%	40%	37%	12%	37%	22%
	SRW	67%	76%	/	76%	93%	96%	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : Congestion à certains moments, indice VWI acceptable	DRW	7%	15%	22%	42%	20%	20%	30%	30%	30%
	SRW	25%	16%	/	12%	4%	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : Congestion à certains moments, indice VWI inacceptable	DRW	22%	13%	20%	20%	23%	23%	30%	23%	35%
	SRW	8%	8%	/	/	3%	4%	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : Embouteillages structurels	DRW	56%	40%	8%	10%	17%	20%	28%	10%	13%
	SRW	/	/	/	12%	/	/	/	/	/

Tableau 12 : Aperçu en pourcentage du rapport I/C R0-Nord HPM et HPS (Cycle 1)

Aperçu en pourcentage LOS - G3 - R0-Nord		G3A1	G3A2	G3A3
LOS C ou supérieur - 0% < I/C ≤ 73% - perte de temps < 35s		42%	43%	39%
LOS D - 73% < I/C ≤ 82% - 35s < perte de temps < 55s		21%	18%	29%
LOS E - 82% < I/C ≤ 91% - 55s < perte de temps < 80s		13%	21%	18%
LOS F - 91% < I/C ≤ 100% - perte de temps > 80s		24%	18%	14%

Tableau 13 : Aperçu en pourcentage des intersections LOS système latéral R0-Nord HPM et HPS (Cycle 1)

		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
I/C	DRW	78%	53%	28%	30%	40%	43%	58%	33%	48%
	SRW	8%	8%	/	12%	3%	4%	/	/	/
LOS		Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	37%	39%	32%
Total		61%	43%	28%	27%	25%	29%	48%	36%	41%

Tableau 14 : Part des rapports I/C inacceptables R0-Nord (Cycle 1)

D'après les constatations de la sécurité routière de la SE et la SR, il est apparu que les segments routiers avec un I/C supérieur à 0,8 souffrent davantage d'embouteillages structurels qui entraînent davantage d'accidents. Il est donc indiscutable que l'analyse des rapports I/C pour la SE montre que des modifications importantes de l'infrastructure du ring sont nécessaires.

Les interventions limitées dans la situation de référence par rapport à la situation existante entraînent une diminution de 25% des rapports I/C inacceptables sur la structure continue, ce qui se traduira par une diminution des embouteillages structurels. Cependant, la proportion des rapports I/C inacceptables reste très élevée, ce qui signifie que des ajustements majeurs sont encore nécessaires dans cette situation.

Le CR 3 (Avenue Hector Henneau) et le CR 10 (Zellik) ne seraient plus reliés à la structure du ring dans le cadre de l'alternative G1A1. Dans le cadre de l'alternative G1A2, certains complexes de raccordement trop proches de l'échangeur sont combinés. En conséquence, il y a un peu plus de segments présents dans G1A2, mais toujours, en pourcentage, moins de rapports I/C inacceptables que pour G1A1.

Les alternatives parallèles comportent 50% de segments routiers de plus que les alternatives light, mais le pourcentage de rapports I/C inacceptables reste en moyenne inférieur à celui des alternatives light. La forte augmentation de la part de segments routiers peut être liée à la structure parallèle, il est donc important de se rappeler qu'un conducteur ne peut utiliser qu'une structure à la fois. Sur le ring urbain, il n'y a pratiquement que des rapports I/C acceptables, même si tous les complexes de raccordement ne sont reliés qu'au ring urbain. Le fait que les rapports I/C soient presque tous satisfaisants pour le ring urbain au niveau du G2 est dû au fait que le trafic dans le G2 est séparé au maximum. Le trafic de transit sur le ring continu et le trafic d'origine et de destination et le trafic très local sur le ring urbain. Cela permet de répartir le trafic entre deux structures distinctes.

Parmi toutes les alternatives, le groupe latéral obtient les moins bons résultats en ce qui concerne les rapports I/C des segments routiers présents. En effet, il n'y a qu'un seul endroit par zone où le ring continu peut échanger avec le ring urbain. Par conséquent, tous les types de trafic sont regroupés sur la structure continue, le ring atteignant alors rapidement la capacité. Une intersection sur trois de la structure latérale est saturée, de sorte que l'ensemble du système ne fonctionne pas correctement.

7.1.2. Discontinuités

Le nombre de discontinuités survenant sur l'ensemble du tronçon R0-Nord est indiqué ci-dessous, tant pour la situation existante, que pour la situation de référence et pour les 7 alternatives.

Aperçu des discontinuités R0-Nord	BT	RT	G1A1	G1 A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
Conforme aux directives VWI (DRW 100 km/h)	11	18	37	36	35	39	34	37	25
Conforme aux directives VWI (SRW 70 km/h)	7	17	Sans objet	12	31	30	40	32	52
Non conforme aux directives VWI (DRW 100 km/h)	36	28	10	12	6	6	2	6	2
Non conforme aux directives VWI (SRW 70 km/h)	38	23	Sans objet	0	8	8	32	28	4
Nombre total de discontinuités DRW	47	46	47	48	41	45	36	43	27
Nombre total de discontinuités SRW	45	40	Sans objet	12	39	38	72	60	56

Tableau 15 : Aperçu du nombre de discontinuités R0-Nord (Cycle 1)

	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
DRW (100 km/h)	77%	61%	21%	25%	15%	13%	6%	14%	7%
SRW (70 km/h)	84%	58%	Sans objet	0%	21%	21%	44%	47%	7%
Total	80%	59%	21%	20%	18%	17%	31%	33%	7%

Tableau 16 : Aperçu en pourcentage des discontinuités dangereuses R0-Nord (Cycle 1)

L'analyse des discontinuités montre indéniablement la nécessité de procéder à des ajustements importants de la situation existante.

Dans la situation de référence, les CR 3 (Avenue Hector Henneau) et 4 (Boulevard Léopold III) ont déjà été traités par rapport à la situation existante. Cela donne un nombre plus faible de discontinuités inacceptables, mais des améliorations sont néanmoins nécessaires ici aussi.

Le CR 3 (Avenue Hector Henneau) et le CR 10 (Zellik) ne seraient plus reliés à la structure du ring dans le cadre de l'alternative G1A1. Dans le cadre de l'alternative G1A2, certains complexes de raccordement trop proches de l'échangeur sont combinés. En conséquence, un peu plus de discontinuités sont présentes dans G1A2, mais la proportion de discontinuités dangereuses reste la même en pourcentage pour les deux alternatives light.

Les alternatives parallèles présentent 50% de discontinuités en plus que les alternatives light, mais la proportion de discontinuités dangereuses reste inférieure à celle des alternatives light. Dans le cas des alternatives parallèles, une partie des discontinuités, qui n'étaient pas conformes dans les alternatives light, peuvent être satisfaites avec un ring urbain où la vitesse serait réduite à 70 km/h. Le nombre de discontinuités sur le ring continu des alternatives parallèles est similaire à celui des alternatives light, mais tous les complexes de raccordement (si une structure parallèle est présente) sont connectés au ring urbain. En effet, le ring urbain se raccorde au ring continu à hauteur des 4 échangeurs, ce qui entraîne des discontinuités supplémentaires. Un conducteur ne peut utiliser qu'une seule structure à la fois, de sorte que le nombre de discontinuités qu'un conducteur traverserait est similaire à celui des alternatives light, mais à une vitesse plus faible (pour le ring urbain) et avec moins de discontinuités non satisfaisantes.

Les alternatives latérales présentent à peu près le même nombre de discontinuités sur le ring continu que les autres alternatives. À l'exception de G3A3, il y a environ 30% de discontinuités en moins sur le ring continu, car tous les complexes de raccordement sont encore reliés uniquement au ring urbain, à l'exception du CR 4 qui est relié à la fois au ring urbain et au ring continu. Ici aussi, le ring urbain a pour fonction de faciliter le trafic d'origine et de destination et le trafic très local. Cependant, étant donné que les intersections sur le ring urbain du système latéral donnent également accès au réseau routier secondaire, permettant à différents modes (voiture, transports en commun, vélo, ...) de traverser ces intersections, il est important que ces discontinuités/longueurs de turbulence satisfassent autant que possible aux exigences, étant donné que des usagers vulnérables sont également présents à ces endroits. En prenant les hypothèses pour les différentes intersections avec le système latéral, il ressort que G3A1 obtient le plus mauvais résultat et que G3A3 est la meilleure des trois alternatives latérales.

7.1.3. Longueurs de turbulence

Les différentes longueurs de turbulence entre les discontinuités sont présentées ci-dessous, tant pour la situation existante, que pour la situation de référence et pour les 7 alternatives.

Aperçu des longueurs de turbulence R0-Nord	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
Conforme aux directives VWI (DRW 100 km/h)	33	35	43	43	39	43	36	41	27
Conforme aux directives VWI (SRW 70 km/h)	13	25	Sans objet	10	39	40	24	14	24
Non conforme aux directives VWI (DRW 100 km/h)	16	13	6	7	4	4	2	4	2
Non conforme aux directives VWI (SRW 70 km/h)	38	21	Sans objet	2	4	4	8	8	0
Nombre total de longueurs de turbulence DRW	49	48	49	50	43	47	38	45	29
Nombre total de longueurs de turbulence SRW	51	46	Sans objet	12	43	44	32	22	24

Tableau 17 : Aperçu du nombre de longueurs de turbulence R0-Nord (Cycle 1)

	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
DRW (100 km/h)	33%	27%	12%	14%	9%	9%	5%	9%	7%
SRW (70 km/h)	75%	46%	Sans objet	17%	9%	9%	25%	36%	0%
Total	54%	36%	12%	15%	9%	9%	14%	18%	4%

Tableau 18 : Proportion de longueurs de turbulence dangereuses R0-Nord (Cycle 1)

Les longueurs de turbulence se produisent autour des discontinuités, donc les conclusions de la section 7.1.2 sur les discontinuités peuvent être reprises comme conclusions des longueurs de turbulence.

Cependant, il est important de noter que la proportion de longueurs de turbulence dangereuses est la plus faible pour les alternatives parallèles par rapport aux autres alternatives. Cela est dû en partie à l'hypothèse des distances d'intersection pour les alternatives latérales.

7.1.4. Changements de voie structure continue

Lorsqu'un conducteur se trouve sur la structure continue, il ne s'attend pas à devoir effectuer plusieurs changements de voie pour rester sur la structure « continue ». Certaines discontinuités peuvent obliger les conducteurs à changer de voie pour pouvoir rester sur la structure continue. Le nombre de changements de voie, qui se produisent pour rester sur le ring continu, sur l'ensemble du tronçon du R0-Nord est indiqué ci-dessous. Cela s'applique tant à la situation existante, qu'à la situation de référence et aux 7 alternatives.

Changements de voie R0-Nord sur le ring continu	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
<i>R0 ring intérieur</i>	2	2	3	3	14	14	2	3	2
<i>R0-ring extérieur</i>	2	2	5	5	15	15	2	3	2

Tableau 19 : Aperçu du nombre de changements de voie R0-Nord DRW (Cycle 1)

Le trafic de transit doit effectuer le moins de changements de voie possible pour rester sur le ring continu dans les situations existante et de référence. Lorsque, dans la situation existante (non conforme aux directives actuelles en matière de sécurité routière), des entrées et des sorties sont utilisées, l'on travaille dans les alternatives avec des fusions et des séparations (conformes aux directives actuelles en matière de sécurité routière). Cela entraîne une augmentation du nombre de changements de voie par rapport aux situations existante et de référence.

Les complexes de raccordement des alternatives light se connectent directement au ring continu. Pourtant, quelques changements de voie sont nécessaires. En effet, il y a généralement une bande de tissage entre les complexes de raccordement. Le trafic de transit peut donc continuer à circuler sur la voie de tissage sans gêner le trafic supplémentaire.

Parmi les 7 alternatives, il est clair que les alternatives parallèles prévoient de très nombreux changements de voie. Les alternatives parallèles présentent 3 à 4 fois plus de changements de voie sur le ring continu que les autres alternatives. Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. C'est là qu'a lieu un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu d'autre part. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour pouvoir s'insérer sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par l'aménagement de deux voies sur le côté droit du ring continu, de sorte que le trafic de transit doit s'écarter vers la droite après la fusion, car sinon il se retrouverait sur la deuxième voie de gauche de l'autoroute. Cela explique les nombreux changements de voie. Ce problème se pose également pour certains flux de trafic de départ, lorsqu'une sortie a une capacité trop faible et qu'une séparation est donc nécessaire. Cela indique qu'au niveau des échangeurs pour les alternatives parallèles, le risque d'accident est plus élevé en raison des changements de voie nécessaires. Il est donc important que les longueurs de turbulence autour de ces échangeurs soient conformes aux directives proposées en matière de sécurité routière.

7.1.5. Systèmes de signalisation

L'évaluation des systèmes de signalisation peut être réalisée en grande partie en juxtaposant les différents groupes de solutions. Ce faisant, il est possible de déterminer comment ils ont été évalués par rapport à la situation de référence.

- G1A1 **moins complexe** que la situation de référence, en raison de la réduction des complexes de raccordement (déconnexion du CR 10 (Zellik) et du CR 3 (Avenue H. Henneau)) ;
- G1A2 **similaire** à la situation de référence, puisque des boucles sont prévues à hauteur du CR 7a (Parking-C), du CR 4 (Boulevard Léopold III) et du CR 3 (Avenue Hector Henneau).
- G2A1 et G2A2 **sont plus complexes** que la situation de référence, en raison des échangeurs très complexes où non seulement une autoroute entrante échange avec le R0-Nord, mais aussi de l'échange supplémentaire entre le ring urbain et le ring continu. Néanmoins, le système continu entre les échangeurs sera beaucoup plus simple puisque tous les complexes de raccordement sont reliés au système urbain.
- G3 **similaire** à la situation de référence, le ring continu est similaire aux alternatives light, sauf qu'il y a toujours un maximum d'un complexe de raccordement par zone et que les échangeurs se raccordent uniquement à la structure continue et aux autoroutes entrantes. Cependant, le ring urbain se situe à la fois sur le côté intérieur et le côté extérieur du R0-Nord, ce qui rend la connexion à celui-ci ambiguë. Comme il y a toujours un maximum d'un complexe de raccordement par zone à la fois au DRW et au SRW, le trafic de destination ne sait pas clairement quand il doit choisir de se connecter au RSW et où. Cela peut être fait avant les échangeurs ou déjà sur le ring continu dans la zone correspondante.

8. SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS POSSIBLES DES SOLUTIONS AVEC UN CHOIX MOTIVÉ

8.1. Synthèse des alternatives Cycle 1

Dans le présent EESR pour le R0-Nord, Cycle 1, la situation de référence et les 7 alternatives ont été étudiées. L'évaluation est divisée en deux critères d'évaluation principaux :

- Infrastructure du ring sûr pour le trafic
 - Rapports I/C
 - Discontinuités et longueurs de turbulence
- Infrastructure de ring lisible
 - Complexité du système de signalisation
 - Changements de voie

Ces deux critères ont été étudiés tant pour le ring continu que pour le ring urbain, le cas échéant. Ces critères seront évalués en fonction des trois zones Wemmel, Vilvorde et Zaventem, tant pour la situation de référence que pour les 7 alternatives et les variantes. Le scénario de développement, tel que discuté dans la section 1.2.2, n'est pas considéré.

8.1.1. Infrastructure du ring sûr pour le trafic

La sécurité du trafic est évaluée à l'aide du rapport I/C (taux de saturation) en fonction du nombre de discontinuités et des longueurs de turbulence. Les problèmes se situent à trois niveaux :

- Segments présentant des rapports I/C élevés (> 80%) ;
- Segments présentant des discontinuités et/ou des longueurs de turbulence qui ne satisfont pas aux directives de sécurité routière de la VWI, entraînant des mouvements de trafic sur des distances trop courtes ;
- Segments présentant à la fois un I/C élevé et des discontinuités/longueurs de turbulence non satisfaisantes.

Le rapport I/C est divisé en une heure de pointe du matin (HPM) et une heure de pointe du soir (HPS), le premier chiffre se rapportant à l'HPM, le deuxième l'HPS.

8.1.1.1. Zone de Wemmel

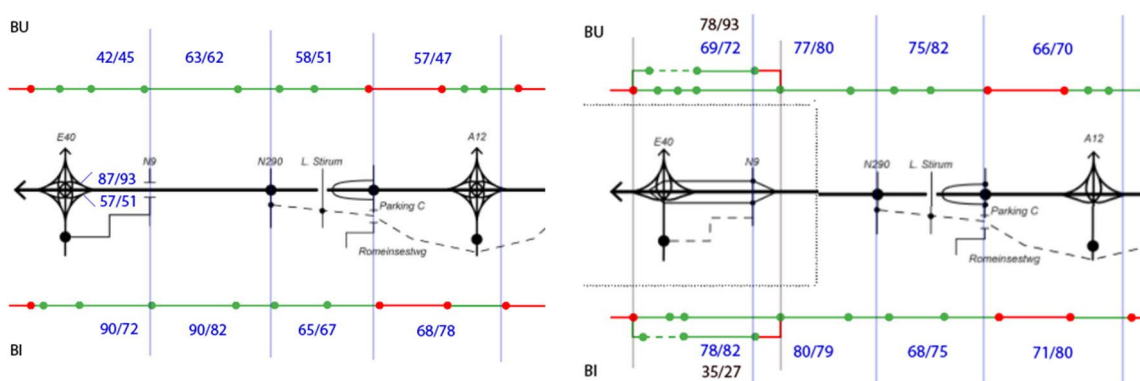


Figure 80 : Rapport I/C alternatives light, zone Wemmel (à gauche : G1A1, à droite : G1A2)

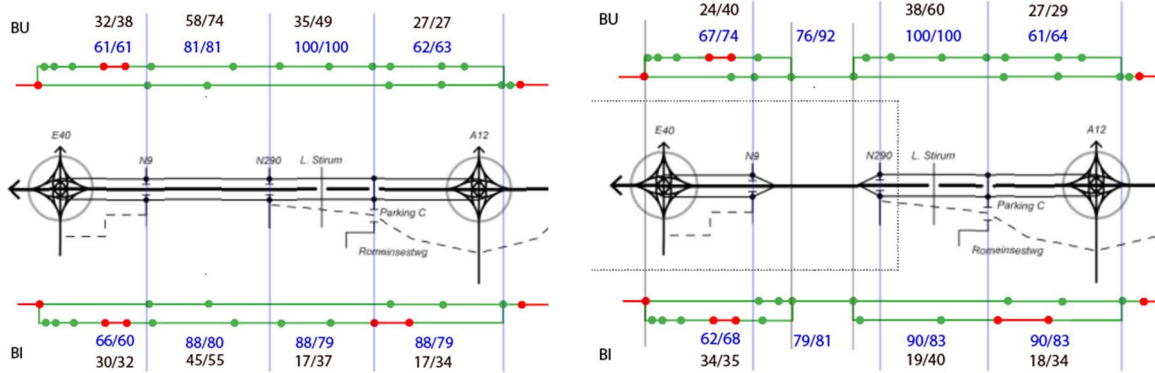


Figure 81 : Rapport I/C alternatives parallèles, zone de Wemmel (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

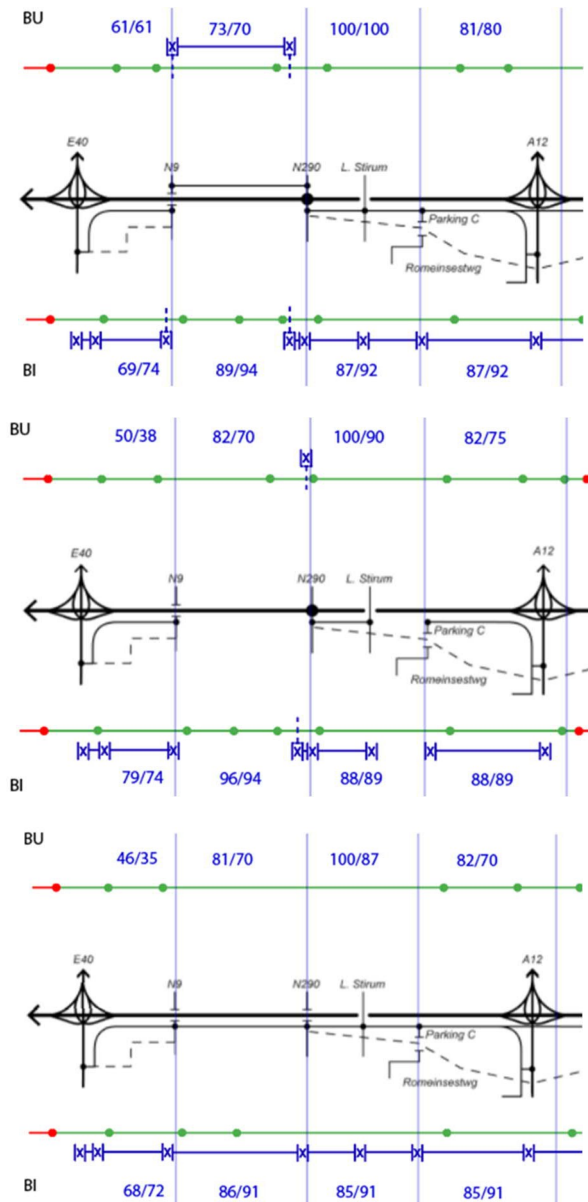


Figure 82 : Rapport I/C alternatives latérales, zone de Wemmel (haut : G3A1, centre : G3A2, bas : G3A3)

Pour les **alternatives light**, on peut conclure que dans la zone de l'échangeur R0/E40-GB, le ring intérieur et le ring extérieur ont tous deux un rapport I/C élevé, même si les directives VWI pour la conception des autoroutes sont respectées. Cela ne signifie pas automatiquement que si les lignes directrices sont respectées, il n'y aura pas d'embouteillages structurels ou de circulation intense. À proximité du Parking-C et de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, on peut observer que tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes ne sont pas satisfaisantes. Ce qui est frappant dans cette zone, c'est que le rapport I/C se rapproche de la limite des 80%.

Pour les **scénarios parallèles**, on peut déduire que dans la zone de l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard, tant pour le ring intérieur que pour le ring extérieur, un rapport I/C élevé est observé sur le ring continu. Ce rapport est plus favorable que pour les alternatives light. Cela est probablement dû au fait qu'un ring urbain complet est présent au-dessus du ring continu pour les alternatives parallèles, ce qui permet de mieux répartir la capacité totale sur les deux structures. Sur le ring urbain de cette zone, le rapport I/C est faible par rapport à celui du ring continu. La zone du Bois du Laerbeek, tant pour le ring intérieur que pour le ring extérieur, constitue un problème au niveau du rapport I/C, tant pour la variante light que pour les alternatives parallèles. Sur l'ensemble de la zone de Wemmel, le ring urbain présente un rapport I/C acceptable, même avec un certain nombre d'aménagements routiers qui ne satisfont pas aux directives. La zone située autour de l'Avenue de Limburg Stirum, sur le ring continu, a été conçue conformément aux directives actuelles, mais dans cette zone, le rapport I/C des ring tant intérieur qu'extérieur dépasse la limite de 80%. Cette zone peut être considérée comme un problème. À proximité du Parking-C et de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, on peut observer que tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes sont satisfaisantes par rapport aux alternatives light. Ce qui est frappant dans cette zone, c'est que le rapport I/C se rapproche toujours de la limite des 80%.

Pour les **alternatives latérales**, on peut conclure que dans la zone de l'échangeur R0/E40-GB, un rapport I/C élevé n'est observé qu'au niveau du ring extérieur. La zone du Bois du Laerbeek, tant pour le ring intérieur que pour le ring extérieur, et pour les alternatives light, parallèles et latérales constitue un problème au niveau du rapport I/C. La zone située autour de l'Avenue de Limburg Stirum, sur le ring continu, a été conçue conformément aux directives actuelles, mais dans cette zone, le rapport I/C des rings tant intérieur qu'extérieur dépasse la limite, cette zone peut être considérée comme un problème pour les alternatives latérales et parallèles. Dans le cas des alternatives light, la limite est également très proche, mais moins que dans les autres groupes. À proximité du Parking-C et de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes sont satisfaisantes, mais il est frappant de constater dans cette zone que le rapport I/C est proche de la limite de 80% pour les 3 groupes.

L'analyse LOS des intersections du système latéral montre que près de 50% de toutes les intersections ont un résultat inférieur à D. Cela signifie que le ring urbain du groupe latéral aura une très mauvaise tenue, ce qui entraînera une charge supplémentaire sur le réseau routier secondaire. Au niveau de la N290 et de l'Avenue de Limburg Stirum/Parking-C, certaines intersections sont très proches les unes des autres, ce qui aggravera encore la circulation à ces intersections.

Il est important de prendre en compte le fait que dans le cas des alternatives light, le conducteur rencontre effectivement les différents problèmes/éléments discutés ci-dessus. Alors qu'avec les alternatives parallèles et latérales, le conducteur peut choisir de rouler sur le ring continu ou sur le ring urbain, de manière à éviter certains problèmes/éléments.

8.1.1.2. Zone de Vilvorde

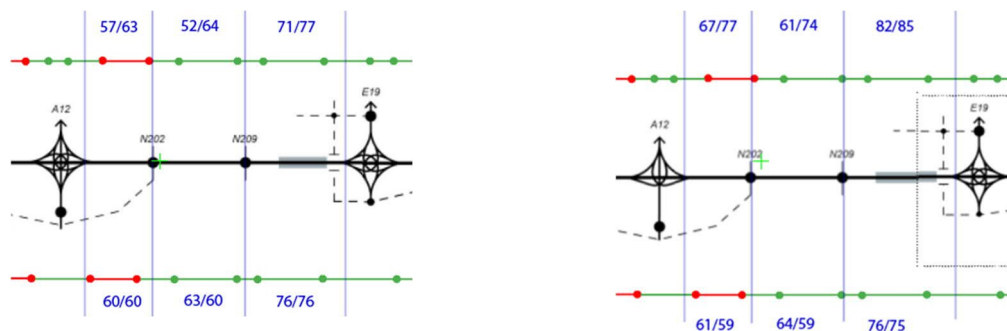


Figure 83 : Rapport I/C alternatives light, zone Vilvorde (à gauche : G1A1, à droite : G1A2)

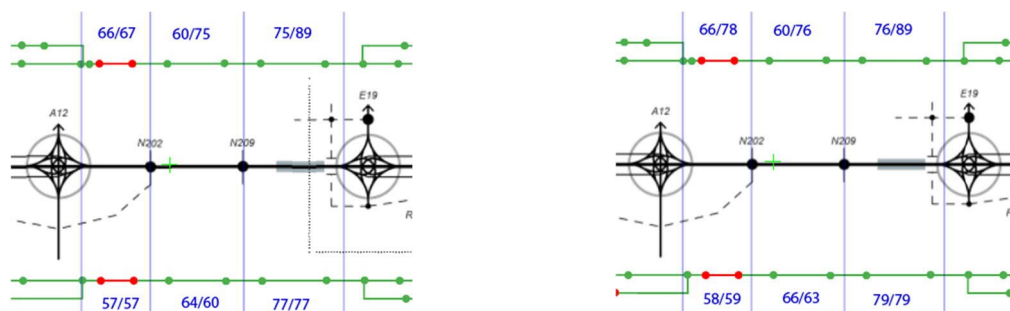


Figure 84 : Rapport I/C alternatives parallèles, zone Vilvorde (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

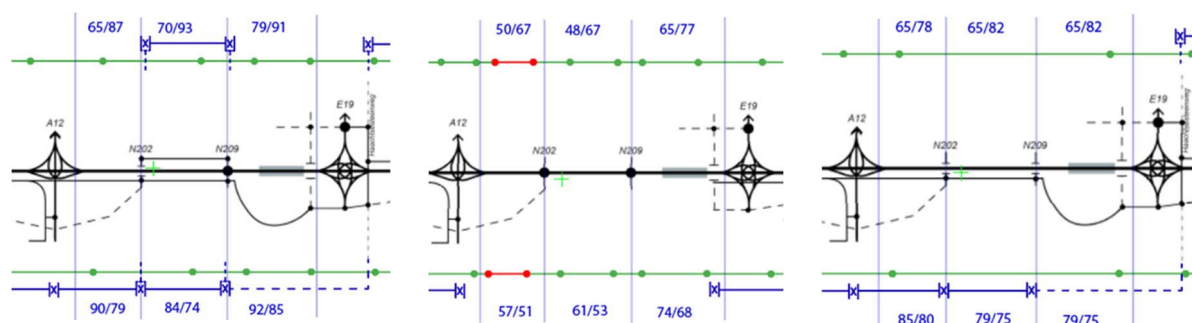


Figure 85 : Rapport I/C alternatives latérales, zone Vilvorde (à gauche : G3A1, centre : G3A2, à droite : G3A3)

Pour les **alternatives light**, on peut conclure que dans la zone de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, tant sur le ring intérieur que sur le ring extérieur, l'on constate un rapport I/C à la limite des 80%, dans cette zone les directives de la VVI ne sont pas non plus respectées. À proximité du viaduc de Vilvorde, tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes peuvent être considérées comme satisfaisantes. Ce qui est frappant dans cette zone, c'est que le rapport I/C se rapproche de la limite de 80 ou, dans le cas du ring extérieur, dépasse la limite de 80.

Pour les **alternatives parallèles** dans la zone de Vilvorde, il n'est pas question d'un ring urbain. Cette zone correspond globalement aux alternatives light, avec quelques petites différences en termes de I/C.

Pour les **alternatives latérales**, il est frappant de constater que les alternatives G3A1 et G3A3 dans la zone de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever présentent un rapport I/C élevé, tant pour le ring intérieur que pour le ring extérieur, qui est proche de la limite de 80%, voire la dépasse sur le ring intérieur. Une structure latérale est présente pour les deux variantes. L'alternative G3A2 présente un rapport I/C nettement inférieur dans cette zone par rapport aux autres alternatives du groupe G3. Dans cette zone, il n'y a pas de route latérale pour la G3A2.

L'analyse LOS des intersections sur le système latéral montre que presque toutes les intersections ont un score supérieur à LOS D. Cela signifie que le flux de trafic sur le ring urbain au niveau du groupe latéral (le cas échéant, car il n'y en a pas dans l'alternative G3A2) sera peu affecté. Les intersections sont également à une distance suffisante les unes des autres. Toutefois, dans la zone de Buda, le système latéral utilise l'infrastructure routière existante, ce qui entraîne des effets très défavorables sur le réseau routier secondaire.

8.1.1.3. Zone de Zaventem

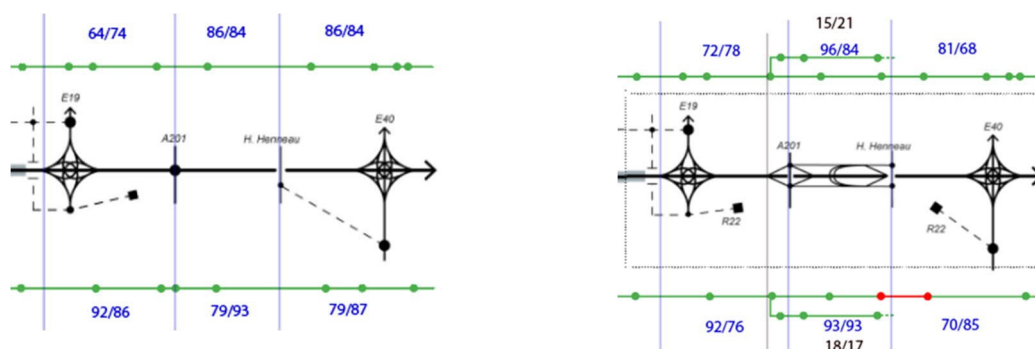


Figure 86 : Rapport I/C alternatives light, zone de Zaventem (à gauche : G1A1, à droite : G1A2)

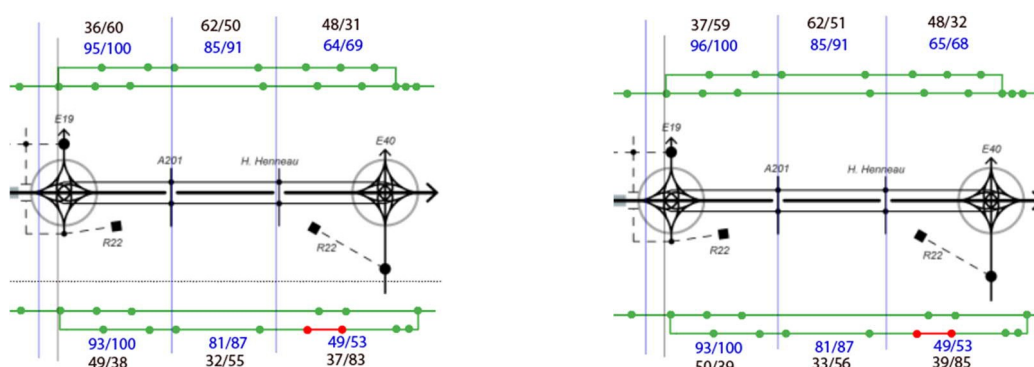


Figure 87 : Rapport I/C alternatives parallèles, zone de Zaventem (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

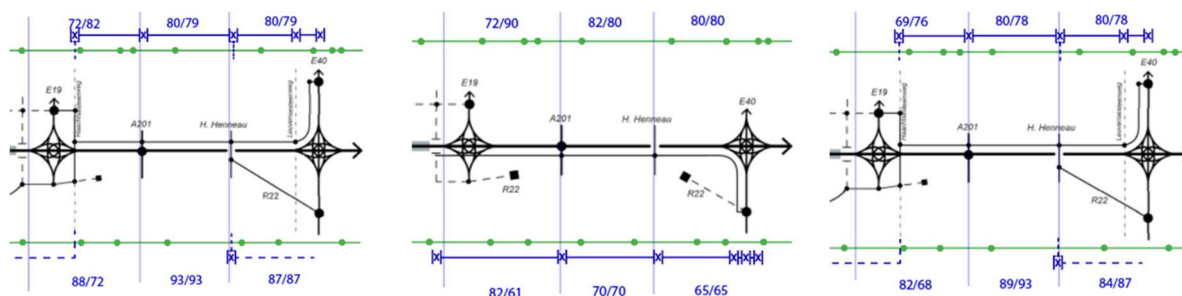


Figure 88 : Rapport I/C alternatives latérales, zone de Zaventem (à gauche : G3A1, centre : G3A2, à droite : G3A3)

Pour les **alternatives light**, on peut déduire que dans la zone de Zaventem, le rapport I/C est proche de la limite de 80% dans toute la zone et la dépasse même à certains endroits. En général, la zone de Zaventem est la zone demandée la plus fréquentée. Toutes les discontinuités et longueurs de turbulence sont conformes aux directives de la WVI, à l'exception de l'alternative G1A2 sur le ring intérieur à hauteur de l'Avenue Hector Henneau.

Pour les **alternatives parallèles**, on peut déduire que dans la zone de Zaventem, sur le ring continu, le rapport I/C est proche de 80% pour toute la zone et dépasse même cette limite à certains endroits, ce qui correspond aux alternatives light. La principale différence entre les deux groupes est que près de l'Avenue Hector Henneau, sur le ring intérieur, le rapport I/C diminue dans le groupe parallèle par rapport à celui du groupe light. Cela est dû au fait que deux structures présentes sur les alternatives parallèles sur lesquelles le trafic peut être réparti. Pour le reste de la zone, il y a peu de perturbations sur le ring urbain.

Toutes les **alternatives latérales** respectent, dans cette zone, les directives de la VWI. Dans l'ensemble de la zone, les rapports I/C se rapprochent de la limite de 80% ou la dépassent même à certains endroits.

L'analyse LOS des intersections sur le système latéral montre que près de 25% de toutes les intersections ont un résultat inférieur à LOS D. Cependant, presque toutes les intersections sont suffisamment espacées lorsque le système latéral se situe à l'extérieur du R0-Nord (G3A1 et G3A3). Dans l'alternative G3A2, au niveau du CR 20 (Kraainem), le ring urbain rejoint l'axe A3/E40 où plusieurs intersections avec le système latéral sont trop proches les unes des autres. Néanmoins, ces intersections présentent une analyse LOS favorable. Le ring urbain entre l'échangeur R0/E19 Machelen et le CR 4 (Boulevard Léopold III) aura le plus mauvais résultat dans cette zone car c'est là que se trouvent les intersections avec un mauvais LOS.

8.1.2. Infrastructure de ring lisible

La lisibilité est évaluée en fonction du nombre de changements de voie et de la complexité du système de signalisation. Les changements de voie ont été analysés pour toutes les alternatives uniquement sur la structure DRW et non sur la structure SRW, puisque la structure SRW est utilisée principalement par le trafic d'origine et de destination ainsi que par le trafic très local. Ce type de trafic est obligé de changer de voie lorsqu'il vient de et se rend sur le ring.

8.1.2.1. Zone de Wemmel

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	DRW	SRW	DRW	SRW
RT	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voie Bi à 1 endroit * 2 changements de voie Bu à 2 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * Entre l'échangeur R0/E40-GB et le CR 10 et entre le CR 7a et l'échangeur R0/A12-SB, il y a une structure de manœuvre (limitée) * La succession rapide des CR 9, 8, 7a, échangeur R0/A12-SB et 7 	
G1A1	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voie Bi à 1 endroit * 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * Plus de voie de manœuvre entre l'échangeur R0/E40-GB et le CR 10 et entre le CR 7a et l'échangeur R0/A12-SB * En déconnectant les CR 10 et 8 du R0, il y a moins de complexes consécutifs * Boucle au CR 7a = dépassement de la destination pour y revenir ensuite 	
G1A2	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voie Bi à 1 endroit * 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes 	<ul style="list-style-type: none"> * Des changements de voie sont présents mais non analysés 	<ul style="list-style-type: none"> * Boucle au CR 7a = dépassement de la destination pour y revenir ensuite 	<ul style="list-style-type: none"> * Voie de manœuvre entre l'échangeur R0/E40-GB et le CR 10
G2A1	<ul style="list-style-type: none"> * 14 changements de voie Bi à 9 endroits * 16 changements de voie Bu à 12 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu 	<ul style="list-style-type: none"> * Des changements de voie sont présents mais non analysés 	<ul style="list-style-type: none"> * Plus de connexion directe au réseau routier secondaire dans la zone de Wemmel 	<ul style="list-style-type: none"> * Structure parallèle présente sur toute la zone de Wemmel * Se connecter d'abord à la route parallèle afin d'accéder ensuite via l'échangeur à la structure du ring continu

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	DRW	SRW	DRW	SRW
G2A2	* 14 changements de voie Bi à 9 endroits * 16 changements de voie Bu à 12 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu	* Des changements de voie sont présents mais non analysés	* Idem G2A1 * À hauteur du Bois du Laerbeek, la structure parallèle se connecte au ring continu.	* Il n'est pas nécessaire de toujours utiliser la structure parallèle pour utiliser un CR
G3A1	* 2 changements de voie Bi à 1 endroit * 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Dans chaque zone, un CR est relié tant à la structure continue qu'à la structure latérale. * Les autres CR seront des passages de niveau avec le réseau routier secondaire et la structure du ring latéral.	
G3A2	* 3 changements de voie Bi à 2 endroits * 3 changements de voie Bu à 2 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Aucune structure de ring (latérale) locale n'existe entre les CR 10 & 9. * Aucune structure de ring (latérale) locale n'existe entre les CR 8 & 7a.	
G3A3	* 2 changements de voie Bi à 1 endroit * 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* la structure latérale se trouve le long du côté du ring intérieur * aucun CR n'est encore relié à la structure du ring continu	

Changements de voie

Le nombre de changements de voie dans les alternatives light est le même que dans la SR.

Il est clair qu'il y a plus de changements de voie dans les alternatives parallèles que dans la SR ou dans les autres alternatives. La raison en est l'échange de trafic entre le ring continu et le système parallèle. L'échange a lieu principalement juste après ou juste avant les échangeurs.

Il y a moins de changements de voie dans les alternatives latérales que dans toutes les autres alternatives ou dans la SR. La raison en est que les échanges entre le trafic sur les voies de transit et la route latérale ne sont possibles qu'à un nombre limité d'endroits (principalement dans les échangeurs).

Signalisation

La lisibilité de la signalisation augmente au profit des systèmes parallèle et latéral. Cela s'explique par le fait que moins de complexes de raccordement sont directement reliés aux voies de transit du RO-Nord. Dans les alternatives parallèles, le système de signalisation devient plus complexe dans les échangeurs. Les alternatives latérales sont considérées comme aussi complexes que la SR. Toutes les connexions ne sont pas conservées, ce qui fait qu'il y a moins de complexes de raccordement dans cette zone. Dans les alternatives avec un système de manœuvre ou latéral, tous les complexes de raccordement restent connectés au ring urbain et ne se connectent pas directement au ring continu.

8.1.2.2. Zone de Vilvorde

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	DRW	SRW	DRW	SRW
RT	Pas de changements de voie		Pas de situation difficile à lire. Il n'y a pas de nœuds compliqués, ni de CR qui se succèdent rapidement. La situation est donc lisible.	
G1A1	* 1 changement de voie Bi à 1 endroit * 1 changement de voie Bu à 1 endroit * À hauteur de l'échangeur R0/E19 - échange d'autoroutes		Égal à la situation de référence	
G1A2	* 1 changement de voie Bi à 1 endroit * 1 changement de voie Bu à 1 endroit * À hauteur de l'échangeur R0/E19 - échange d'autoroutes		Égal à la situation de référence	
G2A1	* 5 changements de voie Bi à 3 endroits * 4 changements de voie Bu à 3 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu ³⁰		Égal à la situation de référence	
G2A2	* 5 changements de voie Bi à 3 endroits * 4 changements de voie Bu à 3 endroits * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu voir note de bas de page de G2A1		Égal à la situation de référence	
G3A1	Pas de changements de voie		* Dans chaque zone, un CR est relié tant à la structure continue qu'à la structure latérale. * Les autres CR seront des passages de niveau avec le réseau routier secondaire et la structure du ring latéral.	
G3A2	* 1 changement de voie Bi à 1 endroit * 1 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur de l'échangeur R0/E19 - échange d'autoroutes		Égal à la situation de référence * Aucune structure de ring (latérale) locale n'existe entre les CR 6 & 7.	
G3A3	Pas de changements de voie		* La structure latérale se trouve le long du côté du ring intérieur * Aucun CR n'est encore relié à la structure du ring continu	

Changements de voie

Dans les alternatives light et parallèles, une quatrième voie est ouverte dans la zone de Vilvorde. Pour cette raison, un changement de voie supplémentaire est nécessaire lors de l'entrée sur le viaduc (ring extérieur) et lors de la sortie du viaduc (ring intérieur), les changements de voie du côté ouest de la zone sont intégrés dans les changements de voie nécessaires pour l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever. Le nombre de changements de voie dans les alternatives G1 est identique à celui de la SR. Dans les alternatives G2, les changements de voie sont nettement plus nombreux que dans la SR ou que dans les autres alternatives. La raison en est l'échange de trafic entre les voies de transit et le système parallèle. L'échange a lieu principalement juste après ou juste avant les échangeurs. La zone

³⁰ La zone de Vilvorde n'a pas de système parallèle. Mais l'échange de trafic entre les voies de transit et les voies parallèles (des zones de Wemmel et de Zaventem) se fait à hauteur des échangeurs. Par conséquent, il y a des changements de voie pour s'engager ou non sur les voies de transit, et un changement de voie pour la fusion des voies de transit et des voies parallèles dans la zone de Vilvorde.

Vilvorde ne dispose pas d'un système parallèle, mais l'échange de trafic entre les voies de transit et les voies parallèles (des zones de Wemmel et de Zaventem) a lieu aux échangeurs et donc aussi partiellement dans la zone de Vilvorde. Les alternatives G3A1 et G3A3 sont identiques à la SR : pas de changements de voie. Dans le G3A2, il y a un changement de voie. La raison en est l'endroit où la route latérale de la zone de Zaventem se raccorde au réseau routier secondaire et au réseau routier principal.

Signalisation

Dans la SR et la SE, il n'y a pas d'échangeurs compliqués, pas de succession rapide des complexes de raccordement et pas de systèmes de manœuvre le long du R0-Nord. Cela garantit une bonne lisibilité pour l'usager, tant dans la SR que dans la SE. Il en va de même pour la signalisation des alternatives G1 et G2 et de la G3A2. Celles-ci ne présentent pas de différences significatives par rapport à la SR ou à la SE. La lisibilité augmente par rapport à la situation de référence dans le G3A1 lorsque le CR 7 n'est plus directement relié au R0-Nord. Dans le G3A3, le CR 6 (Vilvorde-Koningslo) et le CR 7 (Grimbergen) ne sont plus raccordés au R0-Nord. Cela augmente encore la lisibilité de la traversée du R0-Nord. Les alternatives G2 et G3 continuent d'exiger une attention particulière à la lisibilité de la signalisation pour le trafic en direction des systèmes parallèles et latéraux qui se présente principalement dans les échangeurs.

8.1.2.3. Zone de Zaventem

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	DRW	SRW	DRW	SRW
RT	* Pas de changements de voie * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Bonne lisibilité, structure simplifiée R0 - R22	
G1A1	* 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Bonne lisibilité * La structure parallèle R22 est coupée * En déconnectant le CR 3 du R0, il y a moins de complexes consécutifs	
G1A2	* 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Bonne lisibilité * La structure parallèle R22 est coupée * Trombone CR 3 = dépassement de la destination pour ensuite y revenir	
G2A1	* 6 changements de voie Bi à 4 endroits[1] * 7 changements de voie Bu à 5 endroits (voir note de bas de page précédente) * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu		* Plus de connexion directe au réseau routier secondaire dans la zone de Zaventem * Échanges de CR via des routes parallèles	* Au niveau des échangeurs, la signalisation est difficile en raison de l'échange de la route parallèle avec le ring continu
G2A2	* 6 changements de voie Bi à 4 endroits * 7 changements de voie Bu à 5 endroits * voir la note de bas de page de G2A1 * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes et entre le système parallèle et le système continu		* Idem G2A1	* Au niveau des échangeurs, la signalisation est difficile en raison de l'échange de la route parallèle avec le ring continu
G3A1	* 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Dans chaque zone, un CR est relié tant à la structure continue qu'à la structure latérale. * Les autres CR seront des passages de niveau avec le réseau routier secondaire et la structure du ring latéral.	

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	DRW	SRW	DRW	SRW
G3A2	* 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* Seul le CR 4 est relié à la fois à la structure continue et à la structure latérale * Le CR 3 est un passage de niveau avec le réseau routier secondaire et la structure latérale.	
G3A3	* 2 changements de voie Bu à 1 endroit * À hauteur des échangeurs - échange d'autoroutes		* La structure latérale est située le long du côté du ring extérieur et la R22 fait partie de la structure latérale * Sur la E40, la route latérale peut être atteinte à partir de Bruxelles et de Louvain sans dépasser l'échangeur E40/R0 (mais cela n'est pas appliqué de manière cohérente sur les autres échangeurs) * Le CR 4 est le seul CR de R0-Nord relié à la fois à la route latérale et au ring continu.	

Changements de voie

Le nombre de changements de voie dans les alternatives G1 est plus élevé dans la SR puisque 2 changements de voie doivent être effectués après l'échangeur R0/E40. Dans les alternatives G2, davantage de changements de voie ont lieu que dans la SR et les autres alternatives, ce qui s'explique par l'échange de trafic entre le ring continu et le système parallèle. L'échange a lieu principalement juste après ou juste avant les échangeurs. Les changements de voie dans les alternatives G3 se font au même endroit que dans les alternatives G1. Il n'y a qu'un échange limité entre le trafic sur le ring continu et la route latérale. Cela se produit principalement dans les échangeurs et dans cette zone également à hauteur du CR 4 (Boulevard Léopold III).

Signalisation

La lisibilité en termes de signalisation diminue pour le système parallèle, car les échangeurs sont plus complexes dans le groupe G2. Dans les alternatives avec un système parallèle ou latéral, toutes les connexions sont maintenues, mais toutes ne se raccordent pas directement au R0-Nord continu. La déconnexion de la R22 dans la plupart des alternatives a un impact positif sur la lisibilité.

8.1.3. Conclusion sur la lisibilité des alternatives

8.1.3.1. Alternatives light

La caractéristique du groupe light est d'accueillir le trafic local et de transit sur 1 structure routière, à savoir le ring continu. Le mélange du trafic local et du trafic de transit rend l'autoroute beaucoup plus « instable » en raison du trafic entrant et sortant qui se trouve sur la même structure routière. Les nombreux changements de voie combinés à des rapports I/C élevés et à des discontinuités et longueurs de turbulence insuffisantes augmentent le risque d'accident. La présence d'un ring urbain est très limitée, car la structure de manœuvre occupe une très courte distance, ce qui peut peut-être encourager une utilisation abusive.

Par rapport à la situation de référence, les deux alternatives light sont meilleures. La sécurité routière augmente positivement, tant au niveau des rapports I/C inacceptables qu'au niveau des discontinuités et des longueurs de turbulence correctement conçues. La lisibilité globale de G1A2 reste similaire à celle de la situation de référence, qui augmente pour G1A1.

L'alternative G1A1 est de manière générale meilleure que les alternatives light. Cela est dû en partie à la suppression des complexes de raccordement, qui immobilisent certains axes sur le réseau routier

secondaire, mais ont un impact positif sur la structure de l'autoroute, ce qui est également évalué dans ce rapport.

8.1.3.2. Alternatives parallèles

Pour le groupe parallèle, il existe 2 structures de route claires, chacune desservant un type de trafic différent. Le trafic d'origine et de destination et le trafic très local se déplacent sur le ring urbain et le trafic de transit reste sur le ring continu. Par conséquent, le trafic reste sur l'infrastructure de ring prévue à cet effet et il n'y a aucune perturbation du réseau routier secondaire.

Un effet positif important de la présence d'une structure parallèle est qu'une alternative est disponible pour éviter l'ensablement complet du réseau en cas d'incidents graves. Grâce à cette robustesse, une partie du trafic peut encore être assurée en cas de catastrophe. En cas de catastrophe, cela aura également un effet positif indirect sur le réseau routier secondaire, puisque le trafic (en capacité restreinte) pourra rester sur le réseau routier principal.

Tant les rapports I/C (principalement sur le ring urbain) que les discontinuités et les longueurs de turbulence obtiennent des résultats significativement meilleurs que la situation de référence. Étant donné que le ring urbain échange du trafic avec le ring continu aux échangeurs, la lisibilité du groupe parallèle est moins bonne que la situation de référence.

Les rapports I/C sur le ring urbain montrent que les structures parallèles ont encore de la place pour des flux de trafic plus importants. La plus grande proportion des discontinuités et des longueurs de turbulence se trouve sur le ring urbain. Le contraire peut être observé pour le ring continu, moins de discontinuités et de longueurs de turbulence mais des rapports I/C plus élevés. Cela montre que les flux de trafic les plus importants (ceux qui se trouvent sur le ring continu) rencontrent le plus petit nombre de situations dangereuses, ce qui est positif pour la sécurité routière. C'est également vrai pour le ring urbain, où les situations d'insécurité sont plus nombreuses (mais encore peu nombreuses), mais où les flux de circulation sont moins importants et moins rapides.

La différence entre G2A1 et G2A2 ne se produit qu'au niveau de la zone de Wemmel où l'alternative G2A2 échange le ring urbain avec le ring continu au niveau du Bois du Laerbeek. Ainsi, le trafic peut faire le choix d'emprunter le ring urbain même entre deux échangeurs, ce qui nuit à la lisibilité car une signalisation différente est nécessaire pour chaque zone. Par conséquent, l'alternative G2A1 du groupe parallèle est la meilleure en termes de sécurité routière.

8.1.3.3. Alternatives latérales

La structure latérale est également composée de 2 structures routières comme pour le groupe parallèle, mais le ring urbain bénéficie d'une intégration locale plutôt urbaine. Ainsi, au lieu d'entrées et de sorties sur le ring urbain (comme dans G2), maintenant seules des intersections sont prévues. Selon l'alternative, un maximum d'un complexe de raccordement par zone sera relié à la fois au ring continu (au moyen d'entrées et de sorties) et au ring urbain (au moyen d'intersections). Si le fonctionnement de ces intersections est compromis, le trafic sera immédiatement réparti sur le réseau routier secondaire.

En comparant le groupe latéral avec la situation de référence, il apparaît que les discontinuités et les longueurs de turbulence obtiennent de meilleurs résultats, mais que le rapport I/C est plus mauvais sur le ring continu, avec en moyenne 1 intersection sur 3 sur le ring urbain avec ayant un niveau de service inférieur à D. En raison de la mauvaise fluidité du trafic sur le ring urbain, une partie de ce trafic devra être prise en charge par le réseau routier secondaire. La lisibilité est similaire à celle de la situation de référence en raison du nombre limité de complexes de raccordement sur le ring continu. Cependant, le ring urbain n'est pas conséquent d'un côté du ring continu, pour G3A1 la structure latérale change même deux fois de côté, ce qui n'améliore pas la lisibilité. On peut donc conclure que le groupe latéral ne constitue pas une amélioration de la sécurité routière par rapport à la situation de référence.

L'alternative G3A3 apparaît comme la meilleure alternative du groupe latéral, puisque le ring urbain est prolongée sur tout le parcours du R0-Nord et n'a qu'un seul échange avec le ring continu. Toutefois, près de la moitié des segments routiers actuels sur le ring continu présentent des rapports I/C inacceptables, là encore, G3A2 obtient les meilleurs résultats. Pour l'alternative G3A2, le ring urbain est

très fragmenté, ce qui rend la lisibilité médiocre, mais génère également un LOS moindre des intersections sur le système latéral. En conséquence, G3A3 reste la meilleure alternative du groupe latéral.

8.2. Synthèse des variantes Cycle 1

8.2.1. Échangeur à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles)

Le nombre de connexions sur le RO-Nord reste le même, qu'il s'agisse d'un échangeur à quatre ou trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles). La qualité de la connexion dans un échangeur à trois bras est plus faible que dans un échangeur à quatre bras. Certaines connexions seront désormais réalisées via un passage de niveau au lieu de viaducs. Il est important de noter qu'à ces intersections, seuls les usagers qui sont également autorisés à circuler sur l'autoroute sont présents. Néanmoins, les modèles indiquent que les différences d'intensités entre les deux configurations sont très limitées. On peut donc supposer que les intensités de l'échangeur à trois bras restent presque constantes par rapport à l'échangeur à quatre bras. La connexion avec le complexe de raccordement en direction de Bruxelles dans l'échangeur à trois bras indique clairement au conducteur qu'il se connecte à une route urbaine et non à une autoroute, ce qui garantit une bonne lisibilité. Il est important de noter ici que tous les échangeurs devraient avoir la même configuration et non un mélange d'échangeurs à trois et quatre bras comme dans certaines des alternatives de base des alternatives light et latérales.

8.2.2. Profil de longueur reliant les ponts paysagers minimum et maximum

Les modifications du profil de longueur auront un impact très limité sur des paramètres tels que les rapports I/C, les discontinuités et la lisibilité. Lorsque la vitesse de décélération des camions devient trop importante, cela peut entraîner des embouteillages et des situations dangereuses. Si ce problème peut être résolu par la conception d'un profil de longueur agréable, cela n'aura que des effets positifs sur la sécurité routière.

8.2.3. Changement d'emplacement des complexes de raccordement

Un changement d'emplacement d'un complexe de raccordement peut améliorer la sécurité routière lorsque les discontinuités et les longueurs de turbulence à l'emplacement actuel ne sont pas satisfaisantes. Compte tenu du contexte connu de l'intégration actuelle du RO-Nord, il ne sera pas possible de déplacer les complexes de raccordement à plusieurs kilomètres, mais plutôt de quelques centaines de mètres. Par conséquent, la signalisation de l'infrastructure du ring ne subira pas de changements majeurs, seule la connexion au réseau routier secondaire pourra éventuellement changer. Il faudra l'examiner au cas par cas pour déterminer si cela pourra être bénéfique ou non à la sécurité routière.

8.2.4. Réduction d'une voie sur la structure continue

En réduisant la capacité de l'autoroute, les rapports I/C (à intensité égale) vont augmenter. Cette situation est préjudiciable à la sécurité routière, car elle entraînera davantage d'embouteillages et augmentera considérablement le risque d'accidents. Cependant, le trafic préfère toujours le chemin le plus facile, celui qui offre le moins de résistance. Il est donc possible que le trafic se déplace vers d'autres structures où les rapports I/C sont encore favorables. Ce déplacement se fera vers le ring urbain et, si celui-ci n'est pas présent, vers le réseau routier secondaire. En cas de réduction d'une voie, la voie la plus à gauche sera supprimée. Chaque sens de circulation sur le ring continu est réduit d'une voie et comme cela est fait sur l'ensemble du parcours, le nombre de discontinuités restera le même. Cependant, une réduction d'une voie aura un impact sur la longueur de turbulence nécessaire d'une section de tissage. Comme il y a moins de voies, les voies de tissage pourront être plus courtes. Comme l'augmentation des rapports I/C l'emporte sur certaines des longueurs de turbulence qui peuvent être réduites, la réduction des voies sur le ring continu entraînera davantage de situations dangereuses.

8.2.5. Réduction de la vitesse sur la structure continue

Une réduction de la vitesse peut avoir des effets positifs sur la sécurité routière et la mobilité si la différence de vitesse entre les voitures et le transport de marchandises est suffisamment importante. Cette différence de vitesse entre le trafic de voitures et celui des camions est nécessaire car, à la même vitesse, il peut y avoir des difficultés à atteindre certaines sorties. Les camions (sur la voie de droite) peuvent créer un effet caravane, rendant difficile la sortie du ring pour les automobilistes. Par conséquent, une différence de vitesse entre le trafic des voitures et celui des camions est nécessaire. La vitesse maximale des camions est ici le facteur décisif, car il faut tenir compte de la puissance supplémentaire dont disposent les camions lorsqu'ils ne roulent pas à leur vitesse maximale. Avec une réduction de la vitesse, les directives de sécurité routière de la VWI peuvent être suivies plus facilement, le nombre de véhicules qu'une autoroute peut supporter augmentera, la réduction de la vitesse du trafic de marchandises aura moins d'effets négatifs et la lisibilité (systèmes de signalisation) des structures actuelles ne fera qu'augmenter. Mais l'effet le plus important d'une réduction de la vitesse est que si un accident se produit, la gravité de cet accident sera plus limitée que s'il s'était produit à une vitesse plus élevée.

9. ATTENTES EESR CYCLE 2

Vous trouverez ci-dessous quelques ajouts et considérations qui doivent certainement être pris en compte lors de la préparation de l'EESR Cycle 2.

9.1. Données relatives aux accidents pour la situation actuelle spécifique au RO Nord

Les données actuellement disponibles ne permettent pas encore d'appréhender la situation spécifique de la zone de planification correspondante du RO-Nord. Les données supplémentaires permettront de mieux connaître les circonstances (météo, lieu, heure, ...), la vitesse, le type de blessés, le type de véhicule, En cartographiant ces données spécifiquement pour le RO-Nord et en effectuant une analyse approfondie de la cause de l'accident, certains paramètres supplémentaires peuvent être ajoutés à l'analyse des différentes alternatives et variantes.

- Pour l'instant, nous disposons déjà de certaines données du Département de la mobilité et des travaux publics. Très récemment, les données d'accidents de la Police fédérale ont été mises à disposition et seront analysées en profondeur dans le Cycle 2 afin de pouvoir formuler des conclusions concluantes.

9.2. Configuration et lisibilité des échangeurs

Les différentes configurations des échangeurs ont été évaluées qualitativement dans le Cycle 1. Dans le Cycle 2, cette analyse sera également quantitative en examinant différents paramètres tels que les discontinuités, les longueurs de turbulence, le régime de vitesse, les changements de voie, l'image de la route, le risque de blocage vers le HWN, Cela permettra de prendre une décision concrète entre les différentes configurations.

Une configuration importante à évaluer plus en détail est l'échangeur à trois bras avec complexe de raccordement en direction de Bruxelles, avec des passages de niveau (comme pour les complexes d'entrée et de sortie), où par exemple le contrecoup, la réduction de la vitesse et le risque d'accident de ces passages de niveau doivent être cartographiés.

9.3. Changements de voie

9.3.1. Pour rester sur la structure continue

L'analyse des changements de voie pour rester sur la structure continue a clairement montré que pour les alternatives parallèles, le nombre de changements de voie était 3 à 4 fois plus élevé que pour les autres alternatives. Ces conclusions du Cycle 1 de l'EESR seront prises en compte autant que possible dans les projets de conception des alternatives du Cycle 2.

9.3.2. Nombre total de changements de voie sur l'ensemble de l'autoroute par alternative

Une meilleure compréhension du nombre total de changements de voie par alternative peut conduire à une meilleure estimation du risque d'accidents. Les changements de voie du trafic de marchandises sont également importants, mais il convient toutefois d'examiner si ces données peuvent être extraites des modèles de trafic disponibles.

9.4. Vitesse

La limite de vitesse générale, tant pour la structure continue que pour la structure urbaine doit être conforme aux directives en vigueur pour les principaux axes routiers européens et flamands. Cela peut entraîner une différence entre la vitesse conceptuelle et la vitesse maximale autorisée. Le respect de cette vitesse maximale autorisée est également extrêmement important.

9.4.1. Réduction de la vitesse sur la structure continue

Dans le Cycle 1, une réduction de la vitesse du système continu de 100 km/h à 70 km/h a été prise en compte. Il apparaît toutefois de l'étude réalisée en 2015 par le Centre flamand de la circulation que lorsque la limite de vitesse est fixée à 80 km/h, le trafic de poids lourds se mêle davantage au trafic des voitures particulières. Il est donc important de réévaluer la réduction de la vitesse à 70 km/h et de voir si, par exemple, 90 km/h ne serait pas une meilleure réduction de la vitesse ?

9.4.2. Limite de vitesse sur la structure continue et urbaine

Actuellement, la vitesse est limitée à 70 km/h sur le ring urbain. Comme indiqué ci-dessus, il faut examiner l'interaction entre le trafic automobile et le trafic de marchandises. S'il n'y a pas de différence de vitesse entre le trafic des voitures et celui des camions, un effet de caravane peut être créé par le trafic des camions, empêchant le trafic des voitures de prendre une sortie particulière. Quelles sont les proportions du trafic de voitures et de marchandises sur le ring urbain ? Si une différence de vitesse est nécessaire, comment sera-t-elle établie entre le trafic des voitures et celui des camions ?

10. ANNEXES

10.1. Contrôle des alternatives des pentes longitudinales (SIMVRA+)

Actuellement, deux profils de longueur sont présents pour les différentes alternatives. Des variantes sont possibles pour les 7 alternatives, celles-ci peuvent avoir ou non un impact sur l'analyse de la baisse de vitesse, selon la variante. L'analyse des deux profils de longueur est décrite dans la section 6.1.8. Mais les résultats du profil de longueur existant sont d'abord présentés, et les conclusions se trouvent au paragraphe 4.3.

10.1.1. Profil de longueur existant (SE et SR)

10.1.1.1. Ring intérieure

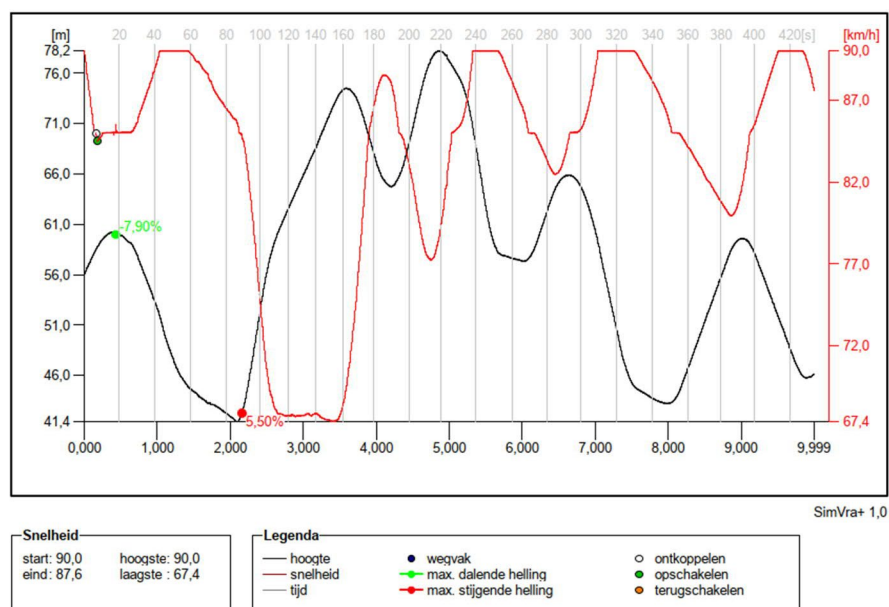


Figure 89 : SimVra+ Bi, profil de longueur existant (0,00 km-9,99 km)

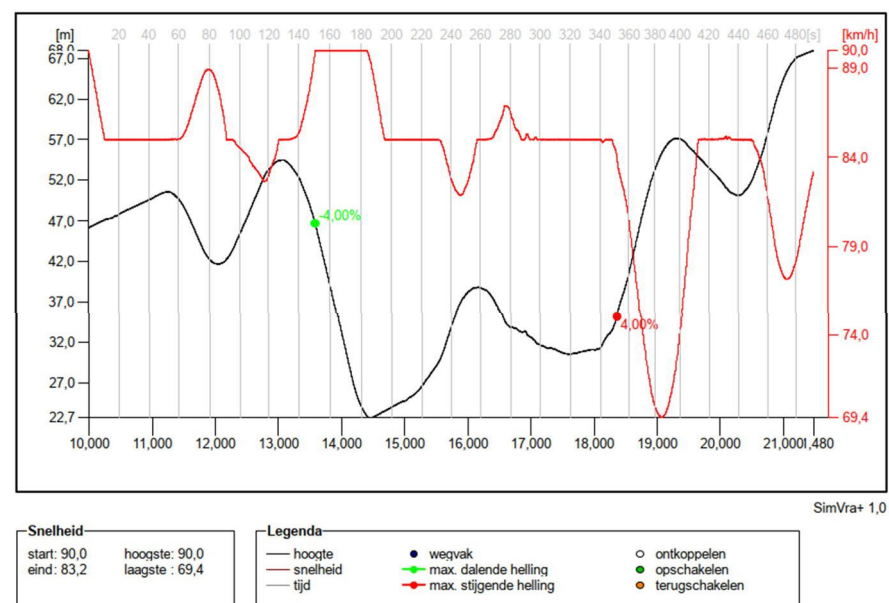
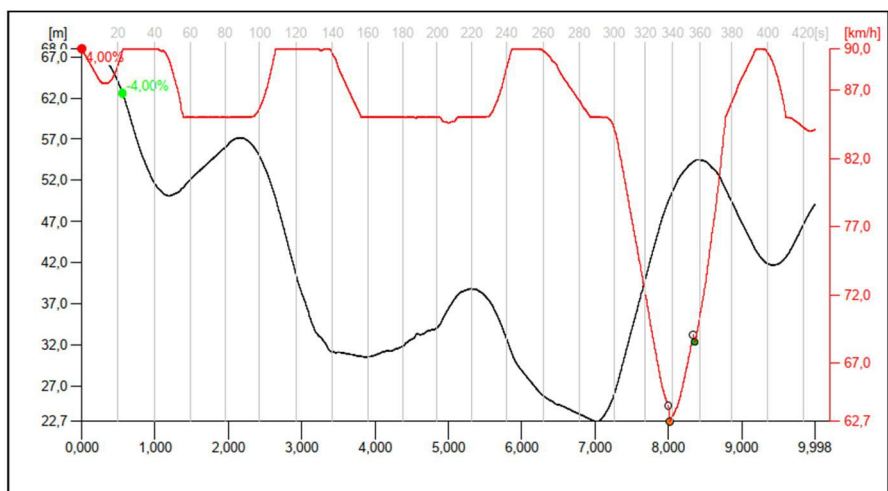


Figure 90 : SimVra+ Bi, profil de longueur existant (10,00 km-21,48 km)

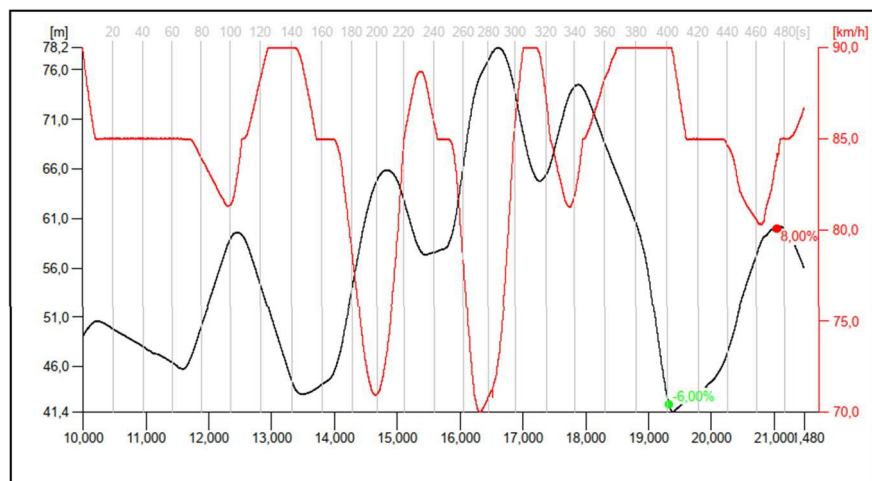
10.1.1.2. Ring extérieure



SimVra+ 1,0

Snelheid		Legenda		
start: 90,0	hoogste: 90,0	— hoogte	● wegvak	○ ontkoppelen
eind: 84,1	laagste: 62,7	— snelheid	— max. dalende helling	● opschakelen
		— tijd	— max. stijgende helling	● terugschakelen

Figure 91 : SimVra+ Bu, profil de longueur existant (0,00 km-9,99 km)



SimVra+ 1,0

Snelheid		Legenda		
start: 90,0	hoogste: 90,0	— hoogte	● wegvak	○ ontkoppelen
eind: 86,7	laagste: 70,0	— snelheid	— max. dalende helling	● opschakelen
		— tijd	— max. stijgende helling	● terugschakelen

Figure 92 : SimVra+ Bu, profil de longueur existant (10,00 km-21,48 km)

10.1.2. Profil de longueur optimisé (alternatives du Cycle 1)

10.1.2.1. Ring intérieure

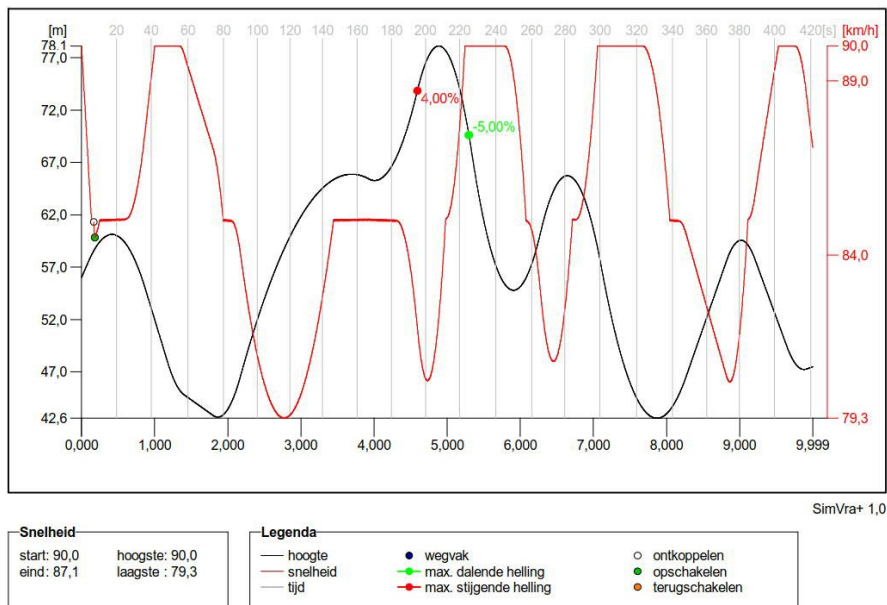


Figure 93 : SimVra+ Bi, profil de longueur optimisé (0,00 km-9,99 km)

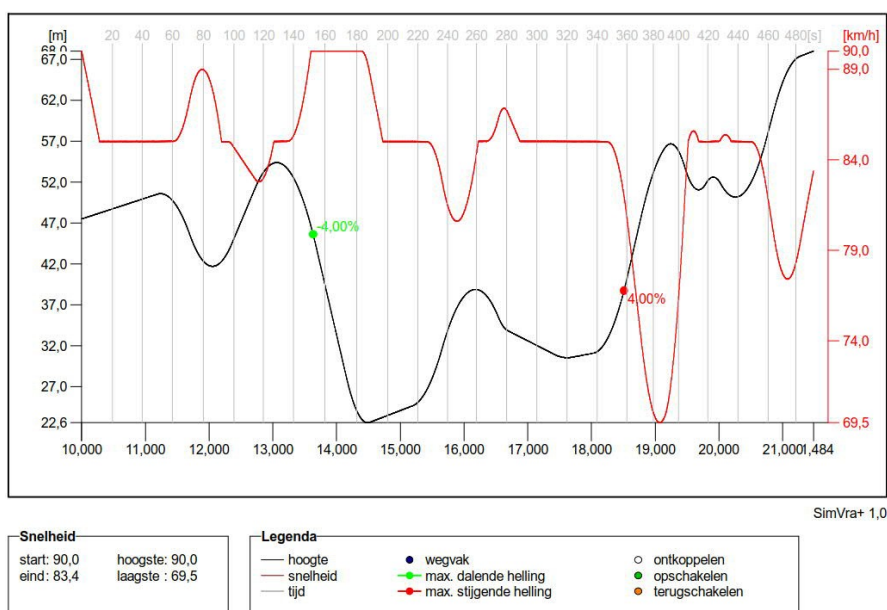


Figure 94 : SimVra+ Bi, profil de longueur optimisé (10,00 km-21,48 km)

La réduction de la vitesse pour le ring intérieure avec le profil de longueur optimisé est supérieure à 20 km/h à hauteur de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (la vitesse est réduite à 69 km/h).

10.1.2.2. Ring extérieure

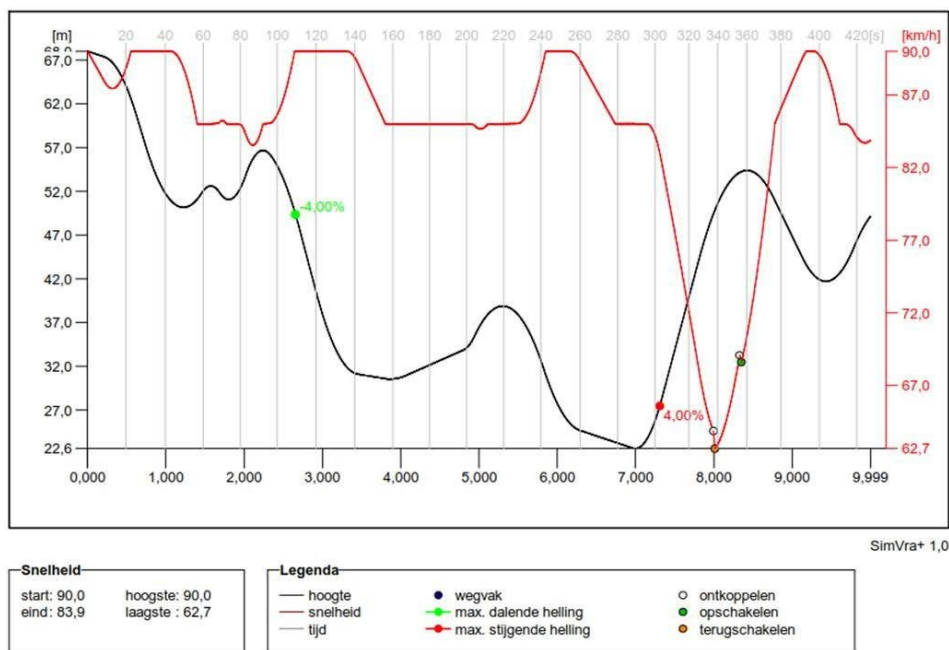


Figure 95 : SimVra+ Bu, profil de longueur optimisé (0,00 km-9,99 km)

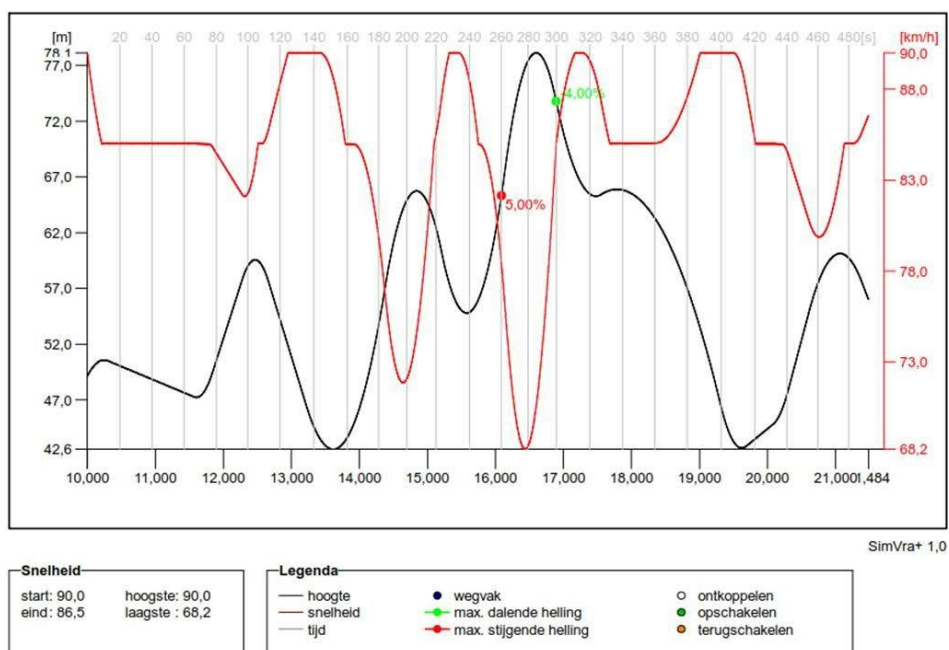


Figure 96 : SimVra+ Bu, profil de longueur optimisé (10,00 km-21,48 km)

La réduction de la vitesse pour le ring extérieur avec le profil de longueur optimisé est supérieure à 20 km/h au niveau du viaduc de Vilvorde (la vitesse diminue à 62 km/h)³¹ et de l'Avenue R. Astrid (la vitesse diminue à 68 km/h).

³¹ Étant donné qu'une limitation de vitesse à 70 km/h a été fixée pour le trafic de plus de 3,5 tonnes sur le viaduc de Vilvorde, cette réduction de la vitesse est acceptée.

10.1.3. Profil de longueur abaissé (variante)

Le profil de longueur réduit diffère du profil de longueur optimisé dans la zone de Wemmel. Les zones Vilvorde et Zaventem restent les mêmes pour les deux profils de longueur. L'analyse de SimVra+ n'est donc différente que pour le cycle 1 du ring intérieur et le cycle 2 du ring extérieur par rapport à l'analyse du profil de longueur optimisé.

10.1.3.1. Ring intérieur

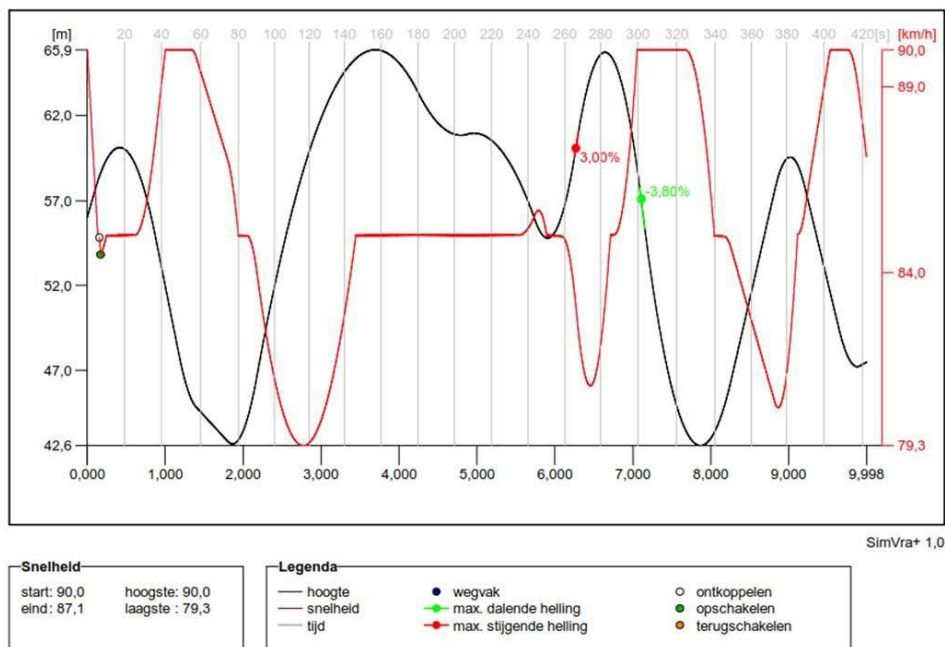


Figure 97 : SimVra+ Bi, profil de longueur réduit (0,00 km-9,99 km)

Le cycle 2 pour le ring intérieur (10,00 km-21,48 km : de l'Avenue Albert I à la Rue Alfons Lenaerts) est le même pour le profil de longueur réduit et pour le profil de longueur optimisé. (voir Figure 94)

La réduction de la vitesse pour le ring intérieur avec le profil de longueur réduit est supérieure à 20 km/h à hauteur de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (la vitesse est réduite à 69 km/h).

10.1.3.2. Ring extérieur

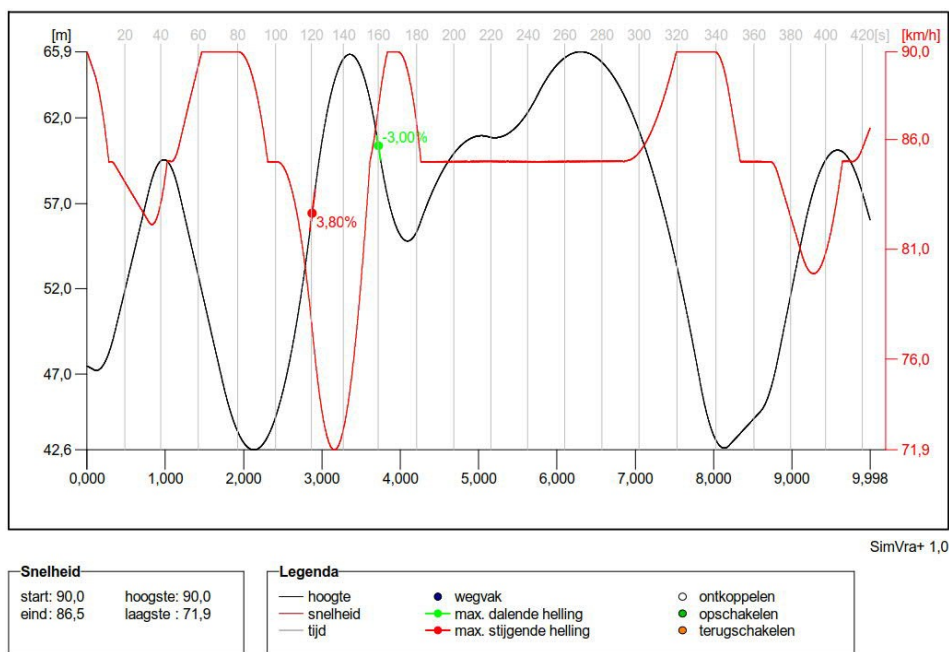


Figure 98 : SimVra+ Bu, profil de longueur réduit (10,00 km-21,48 km)

Le cycle 1 pour le ring extérieur (0,00 km-9,99 km : de la Rue Alfons Lenaerts à l'Avenue de Tyras) est le même pour le profil de longueur réduit et pour le profil de longueur optimisé. (voir Figure 95)

La réduction de la vitesse pour le ring extérieur avec le profil de longueur réduit est supérieure à 20 km/h à hauteur du viaduc de Vilvorde (la vitesse est réduite à 62 km/h)³².

³² Étant donné qu'une limitation de vitesse à 70 km/h a été fixée pour le trafic de plus de 3,5 tonnes sur le viaduc de Vilvorde, cette réduction de la vitesse est acceptée.

10.2. Visualisation des rapports I/C R0-Nord (HPS)

Les figures ci-dessous illustrent les rapports I/C présents par segment routier pour la situation existante, la situation de référence et les 7 alternatives. Ceci ne concerne que l'heure de pointe du soir, l'heure de pointe du matin ayant déjà été décrite aux chapitres précédents.

Le code couleur des segments routiers correspond aux rapports I/C correspondants.

10.2.1. Situation existante

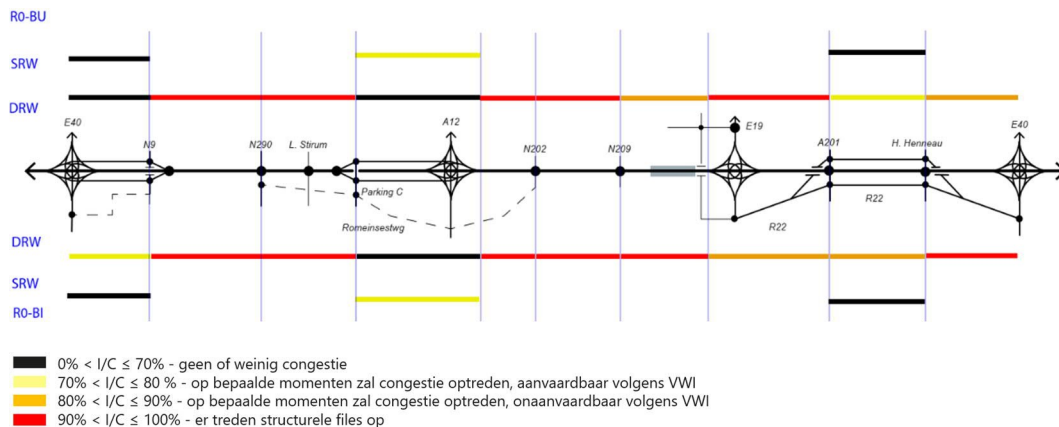


Figure 99 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers situation existante - HPS

10.2.2. Situation de référence

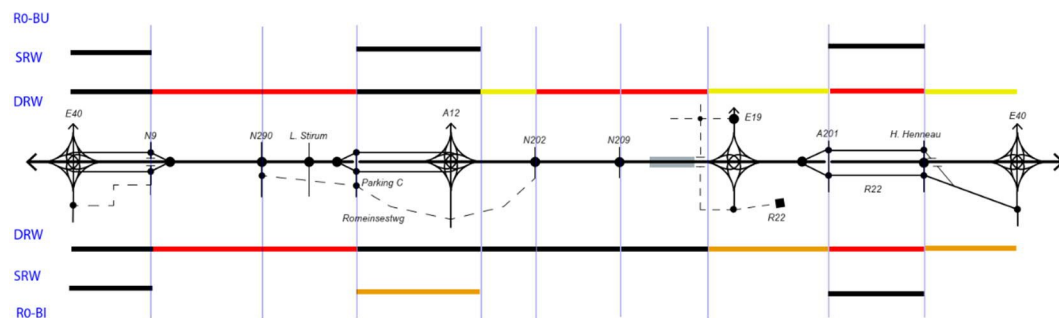


Figure 100 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers situation de référence - HPS

10.2.3. G1A1

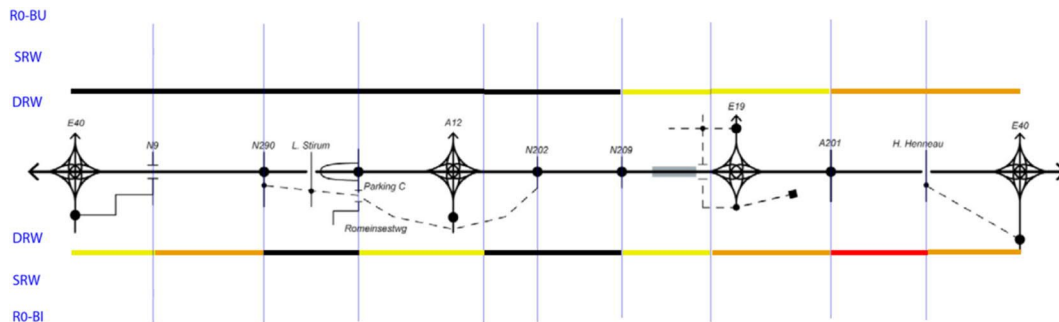


Figure 101 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G1A1 - HPS

10.2.4. G1A2

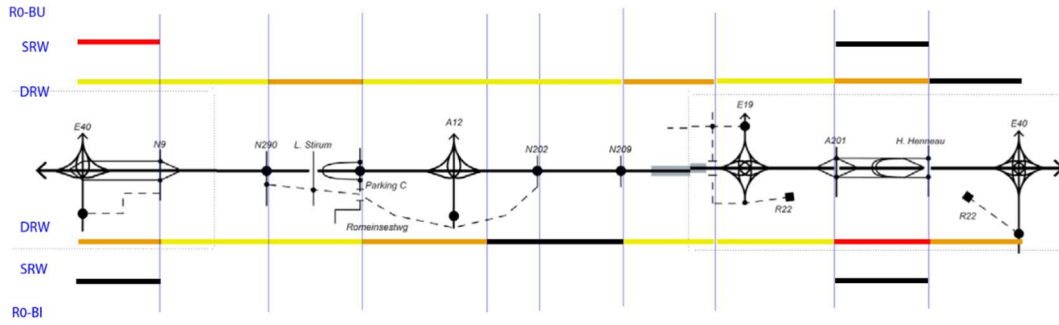


Figure 102 : Visualisation du rapport I/C des segments routiers G1A2 - HPS

10.2.5. G2A1

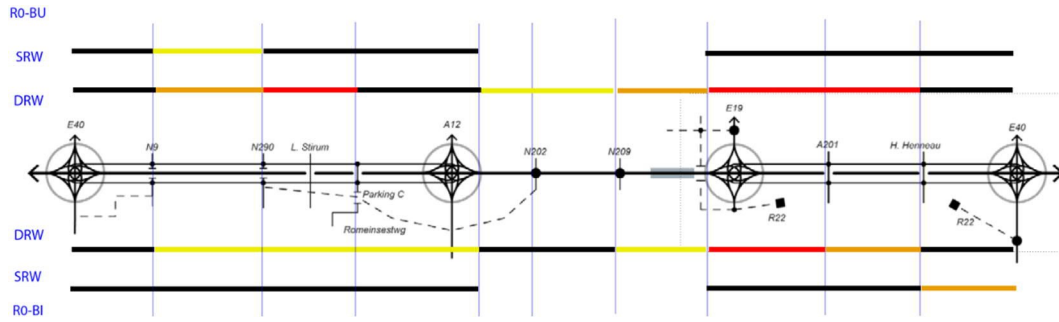


Figure 103 : Visualisation du rapport I/C des segments de route G2A1 - HPS

10.2.6. G2A2

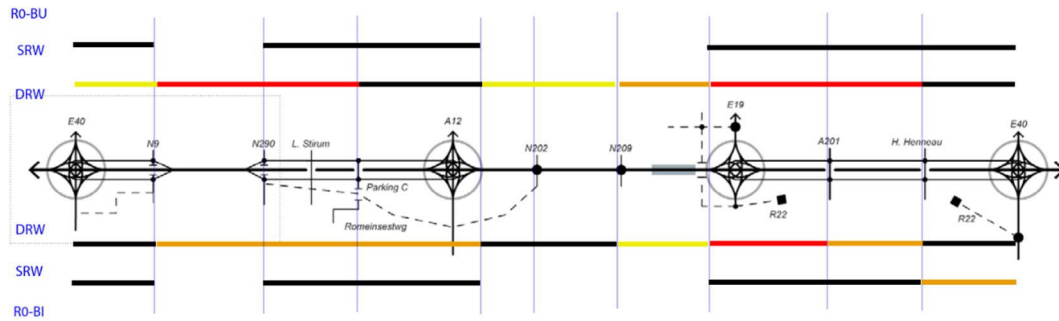


Figure 104 : Visualisation du rapport I/C des segments de route G2A2 - HPS

10.2.7. G3A1

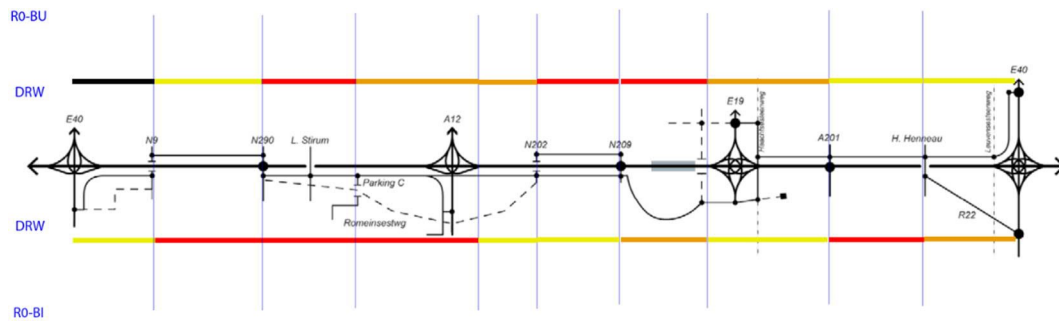


Figure 105 : Visualisation du rapport I/C des segments de route G3A1 - HPS

10.2.8. G3A2

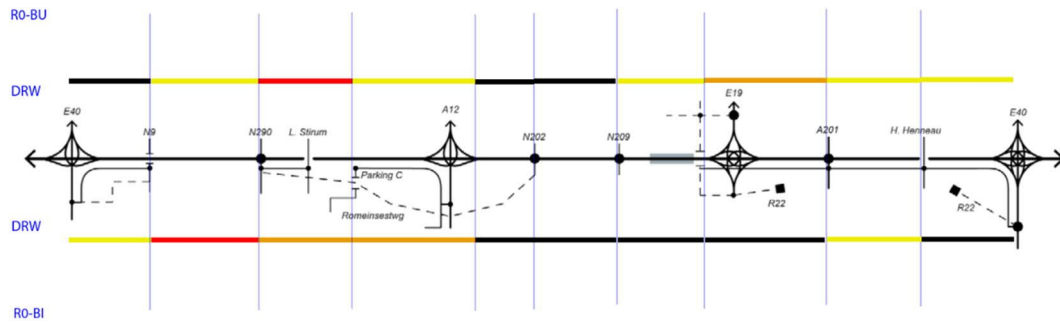


Figure 106 : Visualisation du rapport I/C des segments de route G3A2 - HPS

10.2.9. G3A3

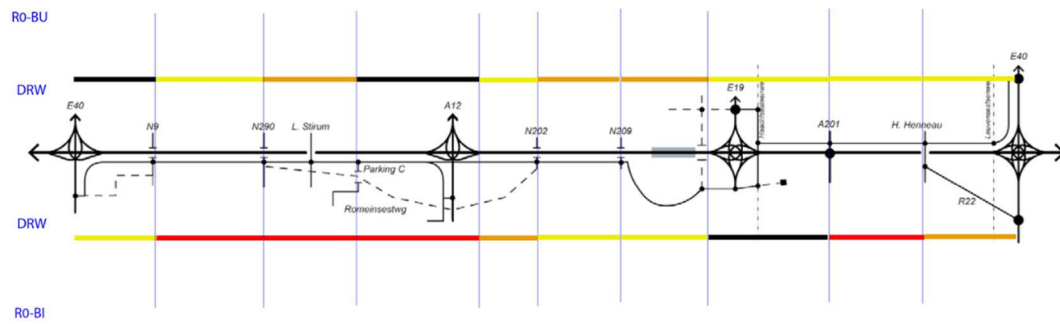


Figure 107 : Visualisation du rapport I/C des segments de route G3A3 - HPS