



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

Note d'orientation 3- Annexe 12
Résultats de l'évaluation de l'impact sur la sécurité
routière
cycle 1



**Vlaamse
overheid**



**DEPARTEMENT
OMGEVING**



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



Ce document est l'annexe 12 de la note d'orientation 3 du 17/12/21 pour le PESR « Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord ».

Cette annexe contient les « **Résultats de l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière du cycle 1** »

Aperçu des autres annexes

- Annexe 1 : Lexique
- Annexe 2 : Cartes
- Annexe 3. Plans Politiques et contexte juridique
- Annexe 4. Des aménagements de solution aux alternatives raisonnables cycle 1
- Annexe 5. Recherche de variantes raisonnables cycle 1
- Annexe 6. Esquisses spatiales conceptuelles 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 de l'exploration prospective du cycle 1
- **Annexe 12. Résultats de l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière du cycle 1**
- Annexe 13. Rapport de l'étude de conception du cycle 1
- Annexe 14. Note de motivation du cycle 1
- Annexe 15. Du cycle 1 au cycle 2 - alternatives, variantes et scénarios de développement
- Annexe 16. Schémas spatiaux conceptuels cycle 2

1 Adaptation du chapitre 3.3. Vitesse

Chapitre 3.3 La vitesse a été adaptée. Dans le cadre du VVEB cycle 2, l'étude et l'analyse ont été déplacées dans le *chapitre Variante Vitesse*, où elles sont utilisées pour déterminer la sécurité routière à différentes vitesses. La justification de la limitation de la vitesse envisagée à 100 km/h sera déplacée dans la note d'orientation.

Il en va de même pour la section *3.3.1. Les directives relatives aux routes principales européennes* ne relèvent pas du *chapitre 3. Notions et méthodologie*. Étant donné que cette directive (actuellement uniquement prise en compte au niveau du plan) s'applique essentiellement à la vitesse, il est préférable de l'insérer dans un chapitre consacré à la variante de la vitesse. Dès lors, cette directive a également été déplacée dans le *chapitre Variante V* dans le VVEB cycle 2, où l'impact sur la sécurité routière d'un écart par rapport à une vitesse envisagée et/ou autorisée est évalué. Le réseau TEN-T exige une vitesse envisagée de 120 km/h.

Dans le cycle 1, la distinction entre la vitesse envisagée et la vitesse autorisée était parfois insuffisante. Ce point fera l'objet d'une plus grande attention dans le cycle 2. Comme tel a été le cas dans le cycle 1, les définitions sont répétées dans le *chapitre 3.3 Vitesse*, mais seront évaluées dans la partie Variantes dans le cycle 2.

2 Modification du chapitre 4.2.2 Données relatives aux accidents

Ce chapitre a souligné que la diminution du nombre d'accidents entre 2016 et 2018 pouvait résulter de la réduction de la vitesse moyenne causée par l'augmentation de la durée des files sur le R0. Bien que cet aspect ait certainement eu un impact, la baisse absolue du nombre d'accidents entre 2016 et 2018 peut être liée à plusieurs raisons. Dans le cycle 2, la localisation des accidents et leurs causes sur le tronçon R0 Nord feront l'objet d'une étude spécifique.

3 Modification du chapitre 4.4 Lisibilité

Dans le *chapitre 4. Définition du problème*, dans la section *4.4 Lisibilité*, un lien a été établi entre une infrastructure souvent peu claire et peu lisible, et l'utilisation délibérément incorrecte de la structure de manœuvre. Toutefois, la lisibilité difficile de l'ensemble n'engendre pas une utilisation délibérément incorrecte, au contraire de la présence des structures de manœuvre et des structures parallèles existantes. Cette correction sera intégrée dans le VVEB Cycle 2.

Évaluation de l'impact sur la sécurité routière (EISR) R0-Nord

Objet : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du Cycle 1

Notre référence : SF-GPP-ALG-NOT-042 Version : 5-ECO

Date : 24/12/2021

Auteur(s) : 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 THV MoVeR0	18/01/2021	Cf. formulaire de contrôle

Table des matières

1.	Introduction.....	6
1.1.	Qu'est-ce qu'une évaluation de l'impact sur la sécurité routière ?.....	6
1.2.	Le plan de réaménagement du RO-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.	Directives	11
2.1.2.	Objectifs stratégiques	11
2.1.3.	Principes pour un projet routier sûr	12
2.2.	Objectifs du plan RO-Nord	13
3.	Notions et méthodologie	14
3.1.	Rapport I/C (taux de saturation).....	15
3.1.1.	Intersection Capacity Utilization Level of Service (ICU LOS) (G3-système latéral)	15
3.2.	Discontinuités et longueurs de turbulence	16
3.2.1.	Changements de voies sur la structure continue	18
3.2.2.	Intersections et distances entre les intersections (système latéral G3)	19
3.3.	Vitesse	20
3.3.1.	Réduction de la vitesse	20
3.4.	Lisibilité.....	21
3.4.1.	Systèmes de signalisation	21
4.	Définition du problème	23
4.1.	Intensités du trafic.....	23
4.1.1.	Files (structurelles).....	23
4.1.2.	Rapport I/C (taux 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.	Réduction de la vitesse	34
4.4.	Lisibilité.....	35
4.4.1.	Systèmes de signalisation	35
4.5.	Constatation de la sécurité routière - situation existante.....	35
5.	Scénario « ne rien faire ».....	37
5.1.	Rapport I/C (taux de saturation).....	37
5.2.	Discontinuités et longueurs de turbulence	38

5.2.1.	Changements de voies sur la structure continue	38
5.3.	Réduction de la vitesse	39
5.4.	Lisibilité	39
5.4.1.	Systèmes de signalisation	39
5.5.	Constatation de la sécurité routière	39
6.	Étude des conséquences sur la sécurité routière des alternatives et variantes proposées	41
6.1.	Alternatives Cycle 1	42
6.1.1.	G1A1	42
6.1.2.	G1A2	44
6.1.3.	G2A1	46
6.1.4.	G2A2	49
6.1.5.	G3A1	51
6.1.6.	G3A2	55
6.1.7.	G3A3	60
6.1.8.	Réduction de la vitesse	64
6.2.	Variantes Cycle 1	65
6.2.1.	Échangeurs à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles).	65
6.2.2.	Profil longitudinal relié aux ponts paysagers minimum et maximum	66
6.2.3.	Modification de la localisation des complexes de raccordement	67
6.2.4.	Réduction d'une voie sur la structure continue	67
6.2.5.	Réduction de la vitesse sur la structure continue	68
7.	Comparaison des alternatives	71
7.1.	Alternatives Cycle 1	71
7.1.1.	Rapport I/C	71
7.1.2.	Discontinuités	74
7.1.3.	Longueur des turbulences	76
7.1.4.	Changements de voies sur la structure continue	77
7.1.5.	Systèmes de signalisation	78
8.	Synthèse des orientations de solutions possibles avec choix raisonné	79
8.1.	Synthèse des alternatives Cycle 1	79
8.1.1.	Infrastructure du ring sûre en matière de sécurité routière	79
8.1.2.	Infrastructure lisible du ring	84
8.1.3.	Conclusion des alternatives en termes de lisibilité	88
8.2.	Synthèse des variantes Cycle 1	91
8.2.1.	Échangeur à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles - voies urbaines)	91
8.2.2.	Profil longitudinal relié aux ponts paysagers minimum et maximum	91
8.2.3.	Modification de la localisation des complexes de raccordement	91
8.2.4.	Réduction d'une voie sur la structure continue	91

8.2.5.	Réduction de la vitesse sur la structure continue.....	92
9.	Attentes EISR Cycle 2.....	93
9.1.	Données sur les accidents dans la situations existante spécifique pour le R0-Nord.....	93
9.2.	Configuration et lisibilité des échangeurs	93
9.3.	Changements de voie	93
9.3.1.	Afin de demeurer sur la structure continue	93
9.3.2.	Nombre total de changements de voie sur l'ensemble de l'autoroute par alternative	93
9.4.	Vitesse	93
9.4.1.	Réduction de la vitesse sur la structure continue.....	94
9.4.2.	Limite de vitesse sur la structure continue et urbaine	94
10.	Annexe	95
10.1.	Contrôle des alternatives de pente longitudinale (SIMVRA+)	95
10.1.1.	Profil longitudinal existant (BT et RT)	95
10.1.2.	Profil longitudinal optimisé (alternatives Cycle 1)	97
10.1.3.	Profil longitudinal abaissé (variante)	99
10.2.	Visualisation des rapports I/C R0-Nord (ASP).....	101
10.2.1.	Situation existante	101
10.2.2.	Situation de référence	101
10.2.3.	G1A1	101
10.2.4.	G1A2	102
10.2.5.	G2A1	102
10.2.6.	G2A2	102
10.2.7.	G3A1	102
10.2.8.	G3A2	103
10.2.9.	G3A3	103

1. INTRODUCTION

Pour le réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (RO) - section Nord, la préparation d'un Plan d'exécution spatiale régional (PESR) est en cours afin de créer un cadre de planification approprié pour le développement spatial souhaité.

Ce PESR est établi selon la procédure du processus de planning intégré (PPI). Le processus de planification intégrée désigne une procédure en vertu de laquelle l'évaluation des incidences au niveau de plan est intégrée tant en termes de procédure que de contenu durant tout le processus de planification. Les décisions qui sont prises durant le processus de planification doivent en effet l'être sur la base de critères de « bon aménagement spatial », mais également sur la base des effets potentiels sur l'environnement, l'homme, la nature, la mobilité, les aspects socio-économiques, les demandes spatiales des divers secteurs sociaux, etc. Dès lors, diverses évaluations des incidences sont intégrées dans l'établissement du plan. L'évaluation de l'impact sur la sécurité routière est une des évaluations d'incidences qui est intégrée dans l'ensemble du processus de planning. Ce rapport est un rapport intermédiaire dans le cadre du Cycle 1 de l'évaluation des alternatives au sein du PPI.

Afin d'anticiper les événements, l'analyse de la situation actuelle est résumée ici. Il est clair que l'ensemble du RO-Nord doit être abordé de manière structurelle afin de résoudre les situations d'insécurité routière et que celles-ci ne peuvent être résolues par des interventions locales.

« Des embouteillages structurels sont observés sur plus de 40 % des tronçons routiers existants. Plus de 80 % des discontinuités présentes et 50 % des longueurs de turbulence actuelles ne sont pas conformes aux directives de sécurité routière actuelles. L'infrastructure existante est structurée de manière illogique et n'est donc pas lisible pour l'utilisateur. Tous les échangeurs présentent une configuration différente, la présence de structures de dégagement sur des distances trop courtes (utilisation inappropriée), trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le RO-Nord, dans son état actuel, remplit une fonction mixte, de sorte que tous les types de trafic utilisent l'autoroute de manière mixte. Les chiffres des accidents le confirment également : en moins de 10 ans, le nombre d'accidents sur le RO-Nord a doublé. »

1.1. Qu'est-ce qu'une évaluation de l'impact sur la sécurité routière ?

Une évaluation de l'impact sur la sécurité routière (EISR) s'applique aux routes qui font partie du réseau transeuropéen de transport (RTE-T), y compris le RO-Nord, et qui relèvent donc de 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. Elle définit « l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière » 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'impact sur la sécurité routière doit être établie conformément à l'arrêté ministériel du 24/2/2012 portant exécution des articles 3, 4, 6 et 8 de l'arrêté du Gouvernement flamand du 3 février 2012 portant 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 dispose des aspects devant composer une évaluation de l'impact sur la sécurité routière : Ces aspects sont donc également traités dans la présente note, mais l'ordre peut différer afin d'accroître la lisibilité du document.

Éléments d'une évaluation de l'impact sur la sécurité routière

- Définition du problème ;
- Situation actuelle et scénario « ne rien faire » ;
 - Dans la présente note, cette partie est appelée « scénario de non-intervention »¹, car la situation actuelle (état existant) est traitée dans la section « Définition du problème ».
- Objectifs de sécurité routière ;

¹ Le scénario « ne rien faire » sera discuté plus loin dans ce document comme étant la situation de référence. La situation de référence est similaire à la situation existante, mais avec un nombre limité d'améliorations. Le chapitre 5 fournit plus de clarté sur la signification réelle de ces améliorations.

- Évaluation des impacts sur la sécurité routière des alternatives proposées ;
 - Dans le présent document, cette section est appelée « Étude des conséquences sur la sécurité routière des alternatives et variantes proposées ».
- Comparaison des alternatives ;
- Présentation de l'éventail des solutions possibles et choix motivé.
 - Dans la présente note, cette section est appelée « Synthèse des orientations de solutions possibles avec choix raisonné ».

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

- Accidents (mortels) ; objectifs de réduction par rapport au scénario « ne rien faire » ;
- Le choix des itinéraires et les modèles de circulation ;
- Incidences potentielles sur le réseau routier existant (par exemple, sorties, intersections, passages à niveau) ;
- Les usagers de la route, y compris les usagers vulnérables (par exemple, les piétons, les cyclistes, les motocyclistes) ;
- Trafic (par exemple, 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 RO-Nord

1.2.1. La zone du plan

Le PESR est un plan qui vise le réaménagement spatial du RO - 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 d'améliorer l'accessibilité multimodale de la région.

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

- Zone de Wemmel : se situe entre et se compose de l'échangeur R0/E40 à Grand-Bigard et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever.
- Zone de Vilvorde : se situe entre l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et l'échangeur R0/E19 Machelen ;
- Zone de Zaventem : se situe entre et se compose de l'échangeur R0/E19 Machelen et l'échangeur R0/E40 à 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 rejoignent également cette partie du R0-Nord. L'A201 ainsi que diverses entrées et sorties locales rejoignent également le R0-Nord. La partie Nord du R0-Nord traverse le territoire des communes suivantes : Dilbeek, Asse, Jette, Wemmel, Grimbergen, Vilvorde, Bruxelles, Machelen, Zaventem et Crainhem.

1.2.2. Alternatives, variantes et scénarios 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

Sept alternatives sont à étudier, qui peuvent être divisées en trois groupes, à savoir Light, Parallèle et Latérale.

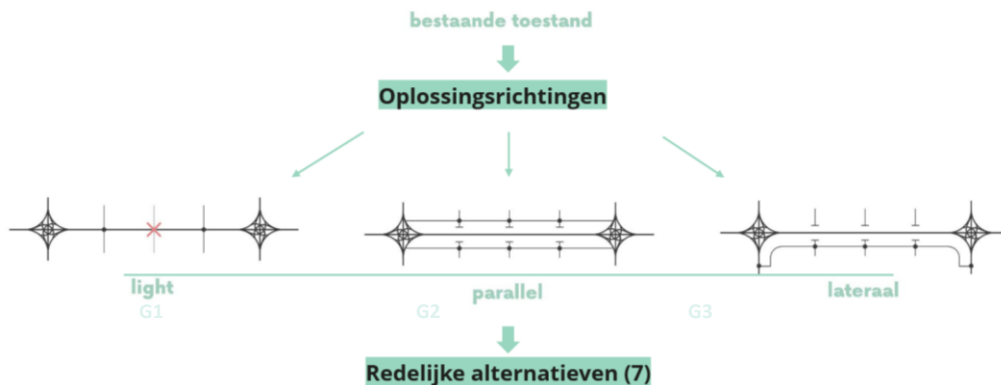


Figure 2: Aperçu schématique des groupes de travail du R0-Nord (G1 : Light, G2 : Parallèle, G3 : Latéral)

Le **groupe Light (G1)** se fonde sur l'optimisation de l'infrastructure 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 une déconnexion responsable de certains complexes de raccordement ou la recherche d'un moyen de les regrouper, lorsque les complexes de raccordement sont trop proches les uns des autres, et de les connecter ensemble au R0-Nord. 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 tronçons

entre les échangeurs (sauf dans la zone de Vilvorde), les liaisons du réseau routier secondaire seront reliées à différents niveaux à la route parallèle avec les complexes de raccordement. G2 se compose de 2 alternatives, à savoir G2A1 et G2A2.

Le **groupe Latéral (G3)** contient des alternatives dans lesquelles 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 tronçons entre les échangeurs, les voies (radiales) secondaires seront reliées à la route latérale avec des carrefours au même niveau. 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 sur le ring continu est limitée à 100 km/h et sur le ring urbain (= structure de dégagement / parallèle / latérale), elle est limitée à 70 km/h.

Ces sept alternatives sont examinées dans ce rapport en termes de sécurité routière et de lisibilité de l'infrastructure routière.

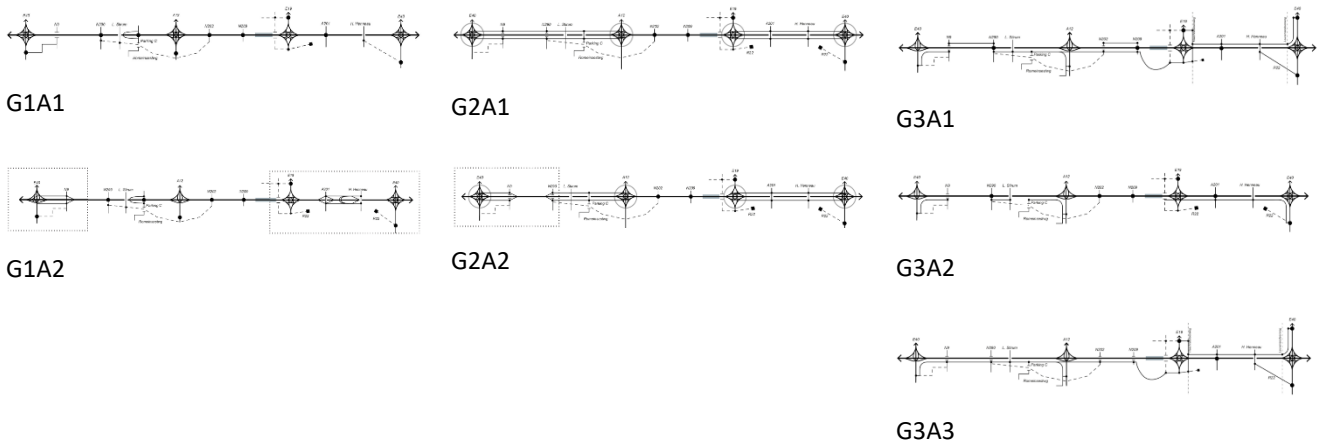


Figure 3 : Aperçu du diagramme linéaire des alternatives RO-Nord du processus de planification intégrée (PPI)

Variantes

Outre les alternatives, il convient de citer plusieurs 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 cadre des variantes de conception, les éléments sont fournis avec une conception différente, une variante d'emplacement considère les éléments dans un emplacement différent et dans une variante d'exploitation, l'alternative aura une exploitation différente (= exploitation différente). Les variantes sont :

- Échangeurs à trois bras avec un complexe de raccordement en direction de Bruxelles en fonction du « parkway » (voies urbaines) du côté de Bruxelles et du nœud asymétrique (variante d'aménagement) ;
- Modification du profil longitudinal de l'infrastructure du Ring et possibilité afférente 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 (déplacement de l'axe) (variante d'emplacement) ;
- Une voie de moins sur la structure continue du Ring, ou l'utilisation d'une bande de circulation à redéfinir (variante d'exploitation) ;
- Réduction de la vitesse sur la structure continue du Ring (variante d'exploitation).

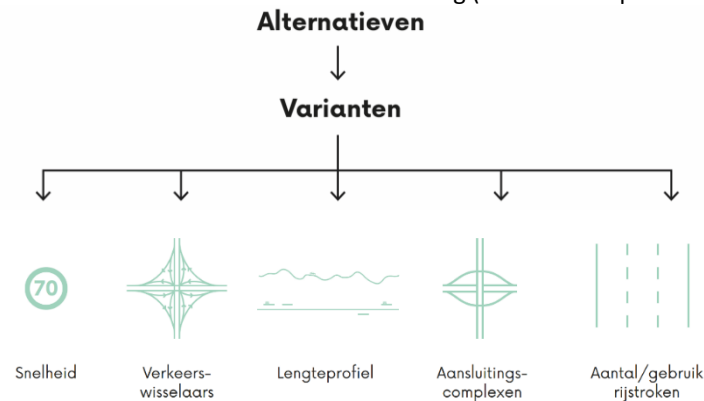


Figure 4 : Aperçu schématique du fonctionnement des variantes R0-Nord

Scénario de développement

Un **scénario de développement** désigne 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 ce 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 distinctifs dans les différentes alternatives et variantes afférentes à l'aspect de la sécurité routière.

Le processus d'étude consiste à examiner ces sept alternatives et leurs variantes dans un premier cycle (Cycle 1). Ensuite, les alternatives sélectionnées sont affinées, sur la base des données reçues des différentes études (RIE du plan, ACAS, ...) pour être soumises 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 le cadre des 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 courantes en Flandre, mais également au niveau international.

Un aperçu des plans politiques, des concepts et des principes de sécurité routière les plus importants et les plus courants dans lesquels s'inscrivent les objectifs de sécurité routière de ce projet, est fourni ci-dessous.

- Vision Zero on the move, Vägverket, Swedish Road Administration, 1997 ;
- EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next step towards « Vision Zero », European Commission Mobility and Transport, 2019 ;
- Exigences de sécurité minimales applicables aux tunnels du réseau routier transeuropéen, Commission européenne, 2004 ;
- Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030 [DV3], SWOV, 2018 ;
- Verkeersveiligheidsplan Vlaanderen, MOW, 2016 ;
- États généraux de la sécurité routière, Recommandations pour 20 mesures prioritaires 2011-2015, Commission fédérale de la sécurité routière ;
- PACT 2020 – Vlaanderen in Actie (VIA) ;
- Het vademecum Vergevingsgezinde wegen, deel gemotoriseerd verkeer en kwetsbare weggebruikers (VWV 2020) ;
- Het vademecum Weginfrastructuur, deel autosnelwegen (VWI 2018) ;
- Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen, 2019 (ROA 2019) ;
- Directive relative à la conception des autoroutes, Conception sûre des bermes, 2017 ;
- Aandacht voor motorrijders in de weginfrastructuur, 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 « Safe System ». Cette approche, fondée sur les meilleures pratiques européennes et désormais recommandée au niveau mondial par l'Organisation mondiale de la santé, crée un nouveau cadre pour la politique de sécurité routière, en se concentrant sur la prévention des décès et des blessures graves.

Toutes les activités du Safe System sont basées sur un cadre de performance avec une hiérarchie d'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 personnes gravement blessées. 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 pour la Flandre vise à long terme un système de circulation sans victimes. Chaque victime de la circulation est une victime de trop. Le plan de sécurité routière pour la Flandre reprend les objectifs du projet de plan de mobilité pour la 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 pour un projet routier sûr

La Vision Zero suédoise et la sécurité routière durable néerlandaise sont toutes deux reconnues au niveau international comme des concepts de pointe dans le domaine de la politique de sécurité routière. La Flandre approuve les visions qui constituent la base de ces concepts. Les performances en matière de sécurité routière, l'organisation des politiques et l'approche des Pays-Bas et de la Suède sont donc très révélatrices.

L'idée de la Vision Zero implique que chaque victime de la route est une victime de trop et que la sécurité routière concerne tout le monde. Il est souligné qu'il est inacceptable que des personnes meurent ou soient gravement blessées en raison de leur participation à la circulation routière. La Vision Zéro doit aboutir à un système de transport routier sûr qui tient compte des besoins, de la vulnérabilité et des défaillances des usagers.

Le concept néerlandais de « sécurité durable de la circulation routière » a établi cinq principes qu'un aménagement routier au sens large doit respecter afin de minimiser les risques d'accidents. Ces cinq principes sont les suivants :

- **Fonctionnalité** des routes
 - Les tronçons routiers et les intersections n'ont idéalement qu'une seule fonction de circulation pour tous les modes de transport (monofonctionnalité) : flux ou échange. Le réseau routier présente idéalement une structure hiérarchique et efficace de ces fonctions de circulation, se composant de trois types de routes :
 - Routes de flux : flux sur des tronçons routiers et sur des intersections ;
 - Routes d'accès aux zones : flux sur les tronçons routiers et échanges aux intersections ;
 - Voies d'accès résidentielles : échange sur les tronçons et les intersections de routes.
- **(Bio)mécanique** adaptée à la vitesse, à la direction, à la masse, aux dimensions et à la protection des usagers de la route
 - Les flux de circulation et les modes de transport sont idéalement adaptés (compatibles) en termes de vitesse, de direction, de masse, de dimensions et de degré de protection. Cela est supporté par l'aménagement de la route et de l'environnement routier, le véhicule et, si nécessaire, par des équipements de protection supplémentaires. Pour les deux-roues, il est important que la route et l'environnement routier contribuent à l'équilibre du cycliste.
- **Harmonisation** psychologique de l'environnement routier et des compétences des usagers de la route
 - La conception du système de circulation est bien adaptée aux compétences et aux attentes habituelles des usagers de la route plus âgés, essentiellement. Cela signifie que les informations provenant du système de circulation doivent également être perceptibles, compréhensibles (« self-explaining »), crédibles, pertinentes et réalisables. En outre, les usagers de la route sont compétents et capables d'adapter leur comportement aux exigences de la participation sûre à la circulation dans les circonstances pertinentes. Cela s'applique tant aux conducteurs (compétents et aptes à la conduite) qu'aux usagers de la route non motorisés (compétents et aptes à la participation à la circulation).
- **Responsabilité** effectivement visée
 - Les responsabilités sont organisées et ancrées institutionnellement de telle sorte qu'elles garantissent un résultat maximal en matière de sécurité routière pour chaque usager de la route et qu'elles correspondent de manière optimale aux rôles et motivations naturels 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 apprennent en permanence les causes des accidents et développent en conséquence des innovations de systèmes efficaces et préventifs (Plan). En mettant en œuvre ces innovations (Do), en vérifiant qu'elles fonctionnent comme prévu

(Check) et, le cas échéant, 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 durable du trafic routier », qui doivent être satisfaites au niveau du réseau par la division en différentes catégories de routes et au niveau local par le tracé uniforme de toutes les catégories de routes. Les exigences fonctionnelles suivantes peuvent servir d'inspiration pour fixer des objectifs :

- Rendre les catégories de routes reconnaissables ;
- Limiter et unifier le nombre de types de solutions de trafic ;
- Éviter les conflits avec la circulation en sens inverse ;
- Éviter les conflits avec la circulation transversale ;
- Séparer les types de véhicules ;
- Réduire la vitesse aux points de conflit potentiels ;
- Éviter les obstacles le long de la voie de circulation ;
- Éviter le comportement de recherche.

2.2. Objectifs du plan R0-Nord

Pour le réaménagement du R0-Nord, quatre objectifs de planification ont été fixés au début du processus de planification intégrée. La circulation sur le Ring actuel est peu sûre. Il est donc nécessaire d'améliorer 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 parvenir 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, voici 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 également le paragraphe 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 relative au réaménagement du R0-Nord. Ces études préliminaires, 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 sur les objectifs du plan sont disponibles au chapitre 3 de la note d'orientation 2019.

Sur la base de cet objectif du plan, les objectifs concrets de sécurité routière pour le R0-Nord peuvent être déterminés :

- 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. NOTIONS ET MÉTHODOLOGIE

Tous les éléments mentionnés au paragraphe 1.1. ne sont pas inclus dans cette note², car ils ne sont pas (encore) applicables à cette phase (conceptions au niveau du plan) de ce processus. L'évaluation dans le cadre du VVEB ne concernera donc que le réseau routier principal, c'est-à-dire le ring continu et le ring urbain (= route de dégagement, route parallèle, route latérale) et non le réseau routier secondaire et ses dépendances (carrefours, traversées, piétons, cyclistes, ...). Et ce, car le R0-Nord fait partie du RTE-T et uniquement au niveau autoroutier³. La configuration des échangeurs faisant encore partie d'une variante, seule une évaluation qualitative des échangeurs sera réalisée dans le 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 se fera sur l'ensemble de l'itinéraire R0-Nord et sera, pour plus de clarté, divisée par zones. Cela signifie que le ring continu et le ring urbain sont chacun considérés séparément sur l'ensemble du parcours. Pour clarifier ce point, les chiffres ci-dessous ont été établis pour les trois groupes alternatifs présents. Le ring continu (bleu) et le ring urbain (jaune) de la structure R0 sont indiqués ici.

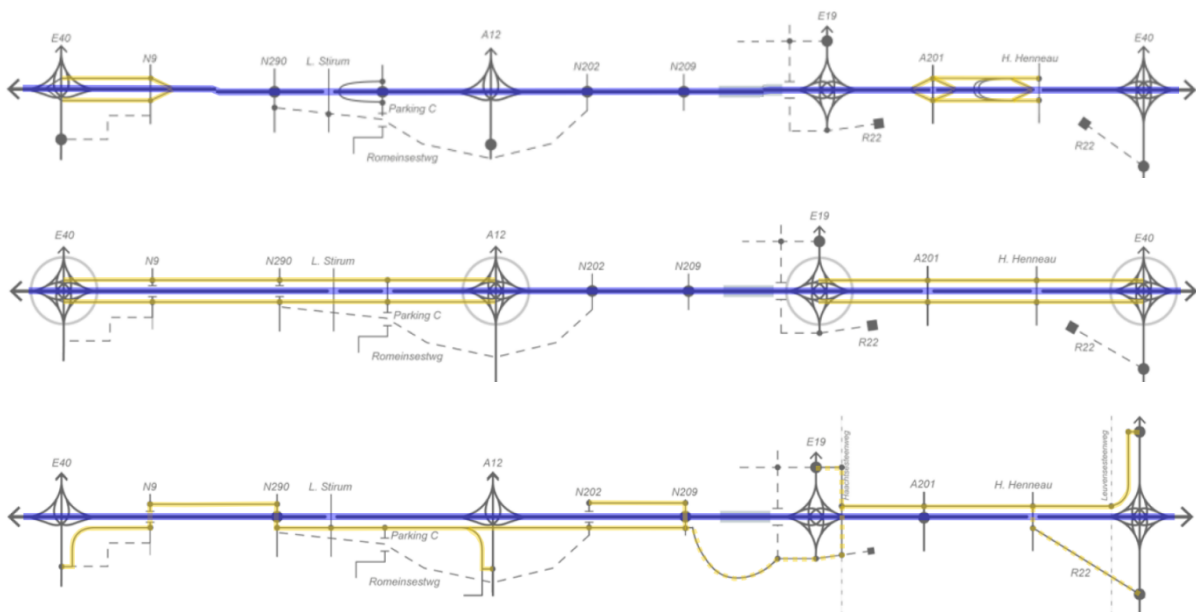


Figure 5 : Évaluation du RC (bleu)/RU (jaune) par zone (au niveau de Wemmel) (au-dessus : G1A2, milieu : G2A1, en-dessous : G3A1)

Cependant, il existe un groupe pour lequel les directives pour les autoroutes ne sont pas applicables sans ambiguïté. G3, le groupe latéral, a un système latéral qui fait partie intégrante de la structure du R0-Nord, mais il affiche un caractère plutôt local/subordonné et recueillera donc une intégration régionale et urbaine. Lorsque le système latéral se raccorde au réseau routier existant et utilise donc l'infrastructure existante, il ne sera pas inclus dans l'évaluation du ring urbain. Dans l'exemple ci-dessus (G3A1), cela signifie que la zone Buda, Haachtsesteenweg et R22/Woluwedal ne sont pas incluses dans l'évaluation des incidences de l'infrastructure autoroutière. Afin d'évaluer cette structure latérale (ring urbain) de la même manière que les autres alternatives, différentes hypothèses sont formulées. Elles seront détaillées dans les paragraphes correspondants de ce chapitre.

² En raison de la nature du projet, l'évaluation de plusieurs 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), qui garantit la sécurité des structures.

³ Bien que le réseau routier secondaire ne soit pas considéré dans ce document (dans le Cycle 1), cela ne signifie pas que la sécurité du trafic sur le réseau routier secondaire soit négligeable.

Ce rapport évalue la sécurité routière de la situation existante⁴, de la situation de référence et des différentes alternatives du R0-Nord et de ses variantes. Notamment :

- en cartographiant la relation entre les volumes de trafic et la capacité des routes, il est possible de localiser les zones potentiellement dangereuses.
- en analysant 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).
- en analysant l'impact de la vitesse maximale autorisée. Mais également en cartographiant la réduction de la vitesse du trafic de marchandises en examinant plus en détail les différents profils de longueur. D'autres critères pouvant déterminer la sécurité routière d'une conception sont les virages serrés, les distances de visibilité, le tracé de la route, etc. Pour évaluer ces critères, une conception plus détaillée est nécessaire, ce qui est impossible à ce stade du processus.
- Rendre les structures conçues univoques et lisibles pour l'utilisateur 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 du trafic sur la R0-Nord, les paramètres suivants sont utilisés. Ces paramètres sont expliqués théoriquement dans le paragraphe suivant, car ils sont récurrents dans ce rapport.

3.1. Rapport I/C (taux de saturation)

La relation entre les volumes de trafic (= intensités) sur les tronçons de route (evp/h) et la capacité routière disponible est dénommée le rapport I/C ou également le taux de saturation. Ce ratio est un indicateur de la qualité du flux de trafic d'un tronçon routier. Le VWI indique qu'un tronçon routier dont le rapport I/C est $\leq 0,8$ présente une capacité de réserve suffisante. Le ROA stipule même 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 absorber la réduction de la capacité dans des circonstances non idéales (accident, météo, etc.) et ainsi minimiser le risque de congestion et de situations dangereuses.

Le RVM Vlaamse Rand (Regional Traffic Model version 4.2.1) estime le rapport I/C⁵ de l'année de base 2017 (BT) et de la situation de référence 2030 (RT), par segment du R0-Nord. Les rapports I/C pour les différentes alternatives sont calculés avec les mêmes modèles de trafic que pour la condition de référence. Une distinction est toujours faite entre le rapport I/C sur le ring continu et sur le ring urbain.

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 R0. Cependant, la structure latérale revêt un caractère plutôt local/subordonné et servira donc à une intégration régionale et urbaine. Par conséquent, il est uniquement possible d'appliquer les directives VWI 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 le profil transversal de la route latérale et l'interaction avec les différents modes/usagers de la route sont également 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 élaborée dans cette phase de planification (configuration des intersections / nombre de voies de dégagement en amont / ...), ce qui implique que les directives du Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten ne peuvent pas encore être appliquées.

⁴ En procédant à une analyse approfondie des accidents dans la situation existante, il est possible d'indiquer certains paramètres qui sont cruciaux pour le développement d'une route (autoroute) sûre. Ces données ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Vlaams Verkeercentrum et Police fédérale).

⁵ Les intensités actuelles qui proviennent du RVM dépendent de différents facteurs. Le plus important réside dans le fait que le trafic recherche toujours la voie la plus facile, celle qui offre le moins de résistance. Cela signifie que des intensités différentes sont présentes par alternative et que certains rapports I/C peuvent fournir une image déformée lorsqu'on les compare entre les différentes alternatives (et certainement entre les différents groupes).

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

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

Tableau 1: ICU LOS - système d'évaluation

Un niveau de service allant jusqu'à D (= rapport I/C inférieur ou (presque) égal à 0,8) est accepté comme hypothèse de travail lors de la conception des intersections. Tout ce qui est inférieur à ce seuil peut encore avoir une marge (limitée) dans la capacité à gérer les fluctuations en ajustant le contrôle des feux, mais sera tout de même jugé négativement.

L'analyse ci-dessus ne s'appliquera donc que lorsqu'une structure latérale sera intégrée dans l'alternative, c'est-à-dire uniquement dans les alternatives G3.

3.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

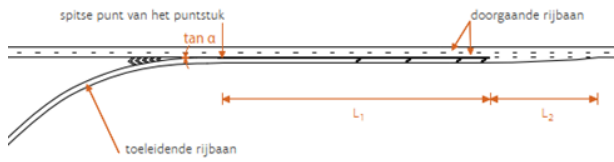
Les discontinuités dans les projets de route sont les endroits où il y a une transition entre deux sections de route différentes. Une discontinuité peut être un point de convergence ou de divergence (respectivement, le rapprochement ou l'éloignement). Lorsque les flux de circulation convergent les uns avec les autres 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 voies et des turbulences dans le flux de circulation. Cet échange de trafic avec le réseau routier secondaire entraîne des turbulences. Les turbulences se manifestent, entre autres, par des écarts dans le temps entre les véhicules et la répartition du trafic sur les voies. Les caractéristiques comportementales de conduite associées comprennent 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 flux de trafic et des situations dangereuses. Par conséquent, la distance entre deux discontinuités doit être suffisamment grande. Si la distance entre les raccords/jonctions 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 permet de fluidifier le trafic sur la route principale et de réduire les turbulences.

Sur l'ensemble du tracé du ring intérieur et extérieur, on examine donc le nombre de discontinuités / longueurs de turbulence présentes sur le ring continu ou urbain et on vérifie si elles sont conformes ou non aux directives de dimensionnement de la VWI.

Il convient de distinguer les discontinuités suivantes :

⁶ L'ICU LOS est principalement utilisée 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 différentes intersections consécutives.



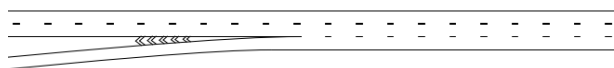
: Insertion (convergence) ;



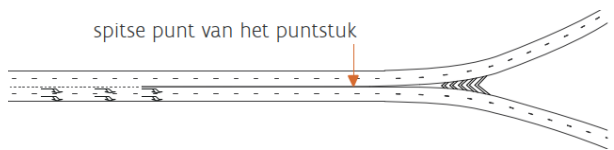
: Sortie (divergence) ;



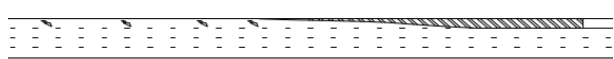
: Voie d'entrecroisement (convergence et divergence) ;



: Réunion (convergence) ;



: Séparation (divergence) ;



: Fin de voie (convergence) ;



: Augmentation du nombre de voies (divergence).

La difficulté consiste à prévoir des discontinuités successives à une distance suffisamment sûre les unes des autres. Les longueurs de turbulence sont les distances autour des points de convergence et de divergence sur lesquelles le comportement de conduite et le règlement du trafic sont influencés. Cette influence naît en raison des changements de voie obligatoires (et éventuellement anticipés), qui sont une conséquence directe et une caractéristique de la discontinuité. Les longueurs de turbulence ne doivent pas se chevaucher en cas de discontinuités successives. Chaque discontinuité doit posséder sa propre longueur de turbulence. Les longueurs de turbulence sont additionnées dans le cas d'une séquence de deux points de convergence (insertion, réunion ou fin de voie) (voir Figure 6) et la moitié de la somme dans tous les autres cas. (par exemple, après une insertion, une sortie) (voir). Les sections intermédiaires de la route ne doivent pas davantage être plus courtes que la longueur requise pour la signalisation.

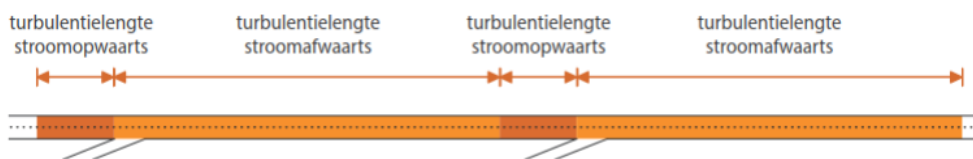


Figure 6 : Visualisation de la longueur de turbulence, uniquement les points de convergence (VWI, 2018)

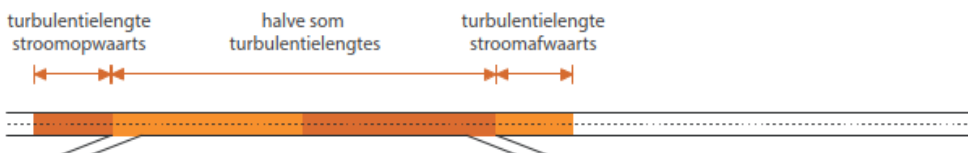


Figure 7 : Visualisation des longueurs de turbulence, points de convergence et de divergence (VWI, 2018)

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 observée pour la discontinuité « augmentation des voies ») (VWI, 2018)

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

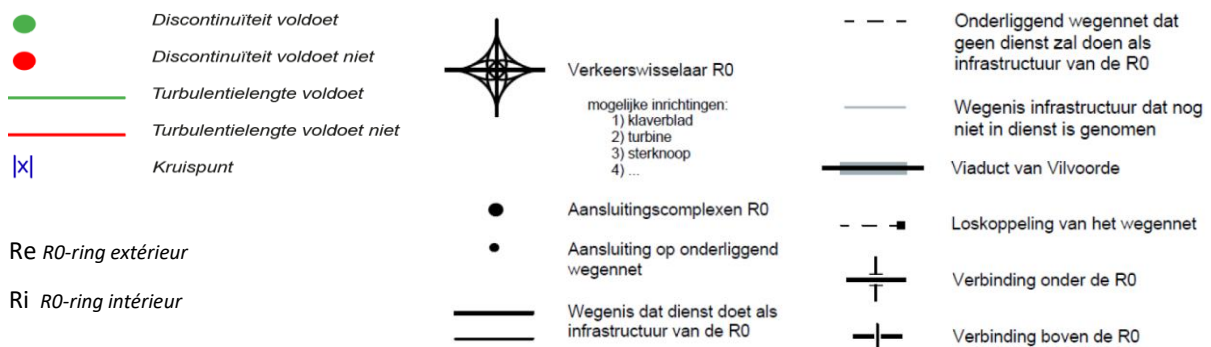


Figure 8 : Légendes des schémas linéaires R0-Nord

3.2.1. Changements de voies sur la structure continue

Si un conducteur circule 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 afin de rester sur la structure continue. Tel est le cas au niveau d'un carrefour, d'une réunion et d'une voie d'entrecroisement tissage asymétrique. Il s'agit de manœuvres supplémentaires qui affectent principalement le trafic de camions.

Le choix de travailler avec une séparation ou une réunion est toujours lié à l'intensité du flux de trafic entrant ou sortant. Une sortie ou une entrée a un débit plus faible qu'une séparation ou une réunion, respectivement. Les modèles de trafic avec les intensités correspondantes donneront donc un meilleur aperçu du type de discontinuité qui devra être utilisé.

Pour cette analyse, nous nous limiterons aux changements de voies de la structure continue et non à ceux de la route de dégagement/route parallèle/route 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. Il devrait donc 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 entre les intersections (système latéral G3)

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

Sur une autoroute, les discontinuités résultent du fait que le trafic entrant et sortant effectue des mouvements d'entrecroisement, alors qu'aux intersections, des mouvements de croisement sont observés. Les intersections du système latéral font partie intégrante du ring urbain. Par conséquent, le trafic devra traverser plusieurs intersections avant d'atteindre sa destination. Cela est illustré dans la Figure 6.

Pour les intersections sur la structure latérale, une intersection dans chaque sens de circulation est considérée séparément. Cette intersection correspond à deux discontinuités par sens de circulation. La première discontinuité correspond à l'arrivée à l'intersection et la sortie éventuelle vers la gauche ou la droite et la seconde au franchissement de l'intersection et/ou l'insertion dans le flux. Par 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 à destination d'un embranchement du ring urbain. Comme indiqué dans l'introduction du chapitre 3, seul le trajet du ring urbain (et, naturellement, du ring continu) est évalué 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 génère deux discontinuités.

La distance entre les intersections, également appelée distance entre les intersections, dépend de 3 facteurs⁷ : l'influence mutuelle, la signalisation et la vitesse autorisée. Une intersection influence le flux de circulation sur une certaine longueur, en fonction de l'intensité du trafic et de la vitesse autorisée. À l'approche d'une intersection, le conducteur doit avoir le temps de l'anticiper. Le long des routes d'accès, les panneaux de signalisation sont généralement placés en combinaison avec des panneaux de décision au carrefour. Le premier panneau de signalisation est placé à 200 mètres en amont du point d'action. La distance souhaitée entre deux intersections, si les 3 facteurs sont pris en compte, est d'au moins 300 mètres pour un seul panneau de signalisation (= 100 mètres après la première intersection + 200 mètres (panneau de signalisation en amont) avant l'intersection suivante) et de 500 mètres pour deux panneaux de signalisation. Vu la phase du projet, il est impossible de concevoir toutes les intersections en détail.

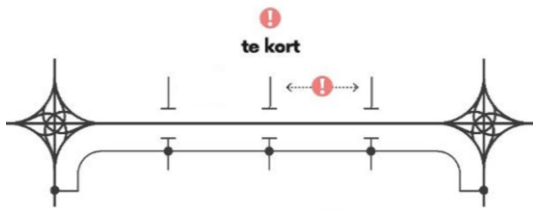
La route latérale est considérée comme une route de liaison où la vitesse est limitée à 70 km/h avec séparation des voies et où nous pouvons laisser chaque sens de circulation fonctionner séparément. Comme sur une autoroute ou une voie rapide, la distance entre deux intersections peut être considérée comme une section d'entrecroisement entre l'entrée et la sortie s'il existe deux voies dans chaque direction. La longueur de turbulence pour une route à 70 km/h devrait alors être d'environ 300 m. Il s'agit alors de la distance souhaitée entre deux carrefours.

L'étude de catégorisation des routes propose, en termes de distance entre les carrefours (indépendamment du nombre de voies), 250 m-500 m (1,5-3 intersections par km) pour les routes régionales et 125-250 m (3-6 intersections par km) pour les routes interlocales (la plus basse catégorie de routes de liaison). Si le gouvernement flamand ne modifie pas ces directives, le ring urbain avec une distance d'intersection privilégiée de 300 m entre dans les deux catégories futures de routes.

Dans l'hypothèse susmentionnée, 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. Quand la distance entre deux intersections est insuffisante, les discontinuités sont évaluées négativement. La distance entre deux carrefours est renseignée par sens de circulation.

Ci-dessous, un exemple fictif permet de clarifier les hypothèses susvisées.

⁷ CROW 2013, handboek wegontwerp – Gebiedsontsluitingswegen – H6: kruispunten en aansluitingen.



Au total, il existe 5 intersections sur le système latéral. 2 qui se connectent aux autoroutes entrantes 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 illustre que les 2 intersections sont trop proches l'une de l'autre. Il en résulte 2 longueurs de turbulence insatisfaisantes (1 par sens de circulation), mais également 2 fois 2 soit un total de 4 discontinuités insatisfaisantes par sens de circulation (8 dans les deux sens combinés).

Ainsi, pour le système latéral, sur un total de 20 discontinuités, 12 sont conformes et 8 ne le sont pas. Sur les 8 longueurs de turbulence, 6 sont satisfaisantes et 2 ne le sont pas.

Figure 9 : Exemple d'évaluation des discontinuités et des longueurs de turbulence en fonction des hypothèses d'intersection des systèmes latéraux.

3.3. Vitesse

Il existe deux types de vitesse qui ont un impact sur la sécurité routière des autoroutes, à savoir la vitesse de conception et la vitesse autorisée. La vitesse de conception désigne la vitesse du véhicule choisie qui est normative pour le dimensionnement de la route (autoroute) et de ses équipements. La vitesse autorisée ou vitesse maximale est la vitesse la plus élevée autorisée sur un tronçon routier ou sur une certaine partie d'un tronçon routier. La vitesse autorisée peut être fixée à un niveau inférieur à la vitesse de conception. Cela peut, par exemple, être souhaitable en raison d'aspects environnementaux (zone urbaine, environnement, etc.) et/ou à des endroits où le flux de circulation présente de nombreuses turbulences ou où le trafic de camions est important.

L'impact de la vitesse maximale autorisée sur les autoroutes est un critère important en termes de sécurité routière. Dans ce document, la limite de vitesse sur le ring principal est supposée être limitée à 120 km/h⁸ pour la situation existante et à 100 km/h pour la situation de référence et les différentes alternatives. La raison de cette limitation de vitesse à 100 km/h pour la situation de référence et les différentes variantes résulte de l'étude⁹ publiée par le Département de la mobilité et des travaux publics - Verkeerscentrum - en 2015.

La note d'orientation 3, paragraphe 2.3.1.2.3 Infrastructures routières dangereuses pour la circulation, décrit les raisons pour lesquelles toutes les alternatives privilégieront une vitesse de conception de 100 km/h. Une réduction supplémentaire de la vitesse sur les différentes alternatives est incluse comme variante d'exploitation et sera discutée dans les chapitres 6 et 8.

3.3.1. Réduction de la vitesse

Le trafic des poids lourds souffre surtout en montée. Les directives (VWI, 2018) stipulent donc que la réduction de vitesse des poids lourds sur une pente ne doit pas dépasser 20 km/h. Si une pente entraîne une baisse de vitesse plus importante, il faut adapter la pente ou prendre des mesures compensatoires, comme l'utilisation d'une voie supplémentaire ou d'une voie de dégagement.

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

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

Dans le programme, le véhicule standard a été utilisé avec un revêtement routier sec. Ce véhicule « standard » permet d'établir que 85% des camions circulant aux Pays-Bas (1999) ont un rapport kW/tonne plus favorable. Ainsi, 85% des véhicules sont plus puissants et 15% plus lents que le véhicule standard général. Les camions

⁸ Toutes les données incluses dans le présent document pour la situation existante sont antérieures à 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). Pour le viaduc de Vilvorde, une limitation de vitesse à 90 km/h est en vigueur, et pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes, cette limitation est même fixée à 70 km/h.

⁹ Rapport d'étude disponible à l'adresse : <https://www.verkeerscentrum.be/studies/impact-verlaagde-snelheidslimiet-op-de-brusselse-ring-r0>

actuels sont devenus beaucoup plus efficaces qu'il y a 20 ans, la réalité sera donc plus favorable. Cette hypothèse conservatrice est un scénario délibérément pessimiste. Le programme peut également différencier les surfaces sèches, humides et glissantes. Lors d'un contrôle, aucune différence n'a été constatée dans la réduction de la vitesse sur les routes humides par rapport aux routes sèches. La réduction de la vitesse était nettement plus importante sur une chaussée glissante, mais le R0-Nord sera toujours maintenu hors gel autant que possible et cette situation ne se produira donc que de manière minimale.

Les résultats de SimVra+ sont divisés en 2 parties, en raison des limites du programme :

- Ring intérieur (Ri) :
 - Partie 1 : 0,00 km-9,99 km : de la Robert Dansaertlaan jusqu'à l'Albert I laan
 - Partie 2 : 10,00 km-21,48 km : de l'Albert I laan jusqu'à l'Alfons Lenaertsstraat
- Ring extérieur (Re) :
 - Partie 1 : 0,00 km-9,99 km : de l'Alfons Lenaertsstraat jusqu'à la Tyraslaan
 - Partie 2 : 10,00 km-21,48 km : de la Tyraslaan jusqu'à la Robert Dansaertlaan

Pendant l'analyse de la réduction de la vitesse, la vitesse pour le trafic de camions est fixée à 90 km/h. Il existe toutefois une zone où le trafic (+3,5 tonnes) doit déjà compter avec une limitation de vitesse maximale à 70 km/h dans la situation actuelle, à savoir sur le viaduc de Vilvorde. Cette analyse s'applique uniquement au ring continu.

3.4. Lisibilité

Le trafic sur le R0-Nord peut être divisé en trois types¹⁰. Le trafic de transit, le trafic d'origine et de destination ainsi que le trafic très local font un usage mixte du R0-Nord. Ce trafic se retrouve sur les différentes structures de la situation existante (BT), de la situation référence (RT) et des alternatives. Les alternatives BT, RT et G1 présentent essentiellement une structure continue avec quelques structures de dégagement. Les deux structures sont utilisées par le trafic de transit, le trafic d'origine et de destination ainsi que le trafic très local (bien que dans une mesure limitée). Pour les alternatives G2 et G3, deux structures peuvent être distinguées, la structure continue avec un trafic principalement de transit et la structure parallèle et latérale où le trafic d'origine et de destination ainsi que le trafic très local sont présents.

3.4.1. Systèmes de signalisation

Le tracé du R0-Nord doit être reconnaissable et compréhensible pour tous les usagers de la route. En effet, la vision et l'environnement de la route doivent induire le comportement souhaité du trafic. Cela suppose un tracé simple, lisible et surtout homogène, qui est associé à la fonction du R0 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 univoque puisse 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.

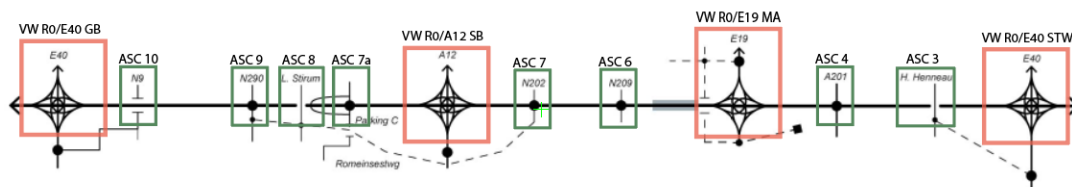


Figure 10 : Aperçu des échangeurs et des complexes de raccordement sur le R0-Nord

¹⁰ Le trafic de transit désigne le trafic qui se déplace au moins d'un échangeur à un 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 conducteur venant de Gand et ayant un rendez-vous à l'UZ Brussel est un exemple de trafic de destination.

4. DÉFINITION DU PROBLÈME

Le Ring de Bruxelles (RO) est 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. L'espace pour les piétons, les cyclistes, l'écologie et les transports publics est limité au-dessus / en dessous / à côté du RO. Le ring forme donc 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 RO-Nord, ce qui a un impact négatif sur l'habitabilité du réseau routier secondaire.

4.1. Intensités du trafic

La figure ci-dessous illustre que la partie nord de l'ensemble du RO-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.

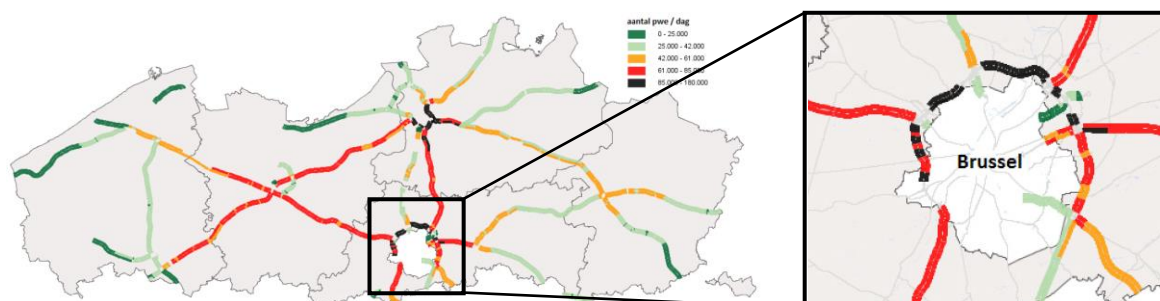


Figure 11 : Nombre moyen en équivalent voiture particulière par tronçon de route les jours ouvrables (hors vacances scolaires) (source : Vlaams Verkeerscentrum, 2017)

La proportion de camions sur la partie nord du RO-Nord est inférieure à 15%. Cela est partiellement dû que la proportion de non-camions sur cette partie du RO-Nord est très élevée. En moyenne, entre 10 000 et 15 000 camions empruntent le RO-Nord quotidiennement.

4.1.1. Files (structurelles)

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

- La gravité de la congestion est une mesure de l'ampleur 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, cumulée sur les différentes phases de l'embouteillage (la longueur de l'embouteillage évolue dans le temps). La congestion du trafic est exprimée en heures/kilomètre (km.h)

- La durée de la congestion à un endroit de l'autoroute indique la fréquence des embouteillages observés et constitue donc une mesure de la probabilité de congestion. Pour chaque route, le nombre de minutes pendant lesquelles un message d'embouteillage était actif dans le service d'information routière est compté par sens de circulation et par point kilométrique.

La gravité de la congestion tient compte à la fois de la longueur et de la durée des embouteillages, c'est pourquoi la gravité de la congestion est considérée comme un indicateur de congestion plus intéressant que la longueur des embouteillages. La durée de la congestion (par lieu) donne à son tour un aperçu de la localisation de la congestion sur l'autoroute. Ces données sont résumées dans les figures ci-dessous pour le R0-Nord (itinéraire complet). La zone du projet est délimitée par un cadre vert.

4.1.1.1. R0-ring extérieur¹¹

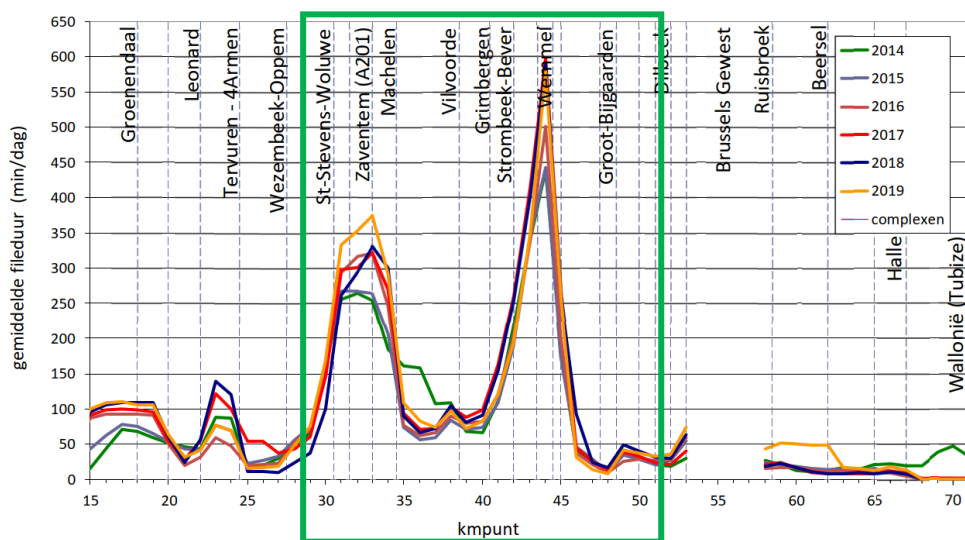


Figure 12 : Temps de parcours R0-ring extérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Vlaams Verkeercentrum, 2019)

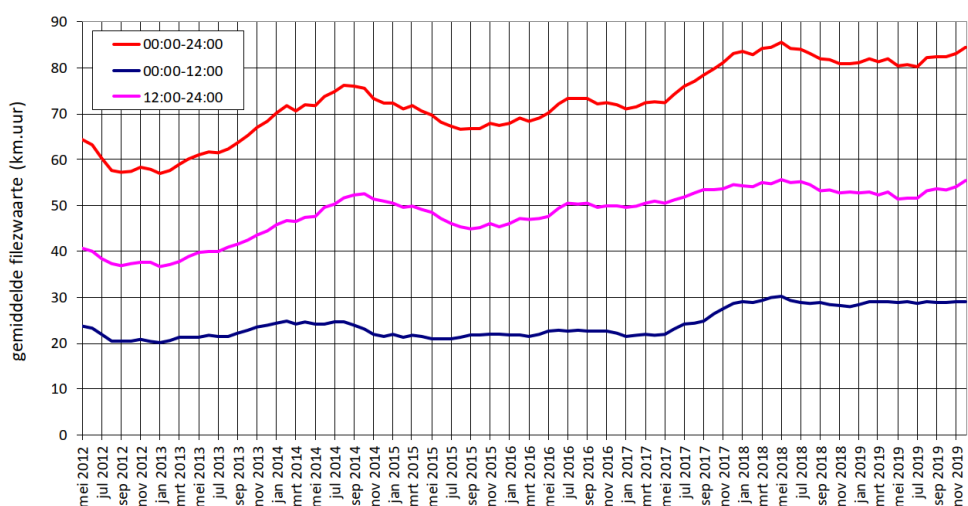


Figure 13 : Ampleur des files R0-ring extérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Vlaams Verkeercentrum, 2019)

¹¹ Les données abordées ici ne sont pas uniquement spécifiques au R0-Nord (du point kilométrique 27 au 51), mais ont une portée plus large comme l'illustre la figure 13. Cette figure illustre que les problèmes se produisent principalement sur le R0-Nord (cadre vert). Les données présentées ici sont des moyennes pour l'ensemble du tracé du R0-Nord (du point kilométrique 17 au 71). Les données réelles pour le R0-Nord sont donc nettement plus mauvaises que celles présentées ici. Les données spécifiques pour le R0-Nord ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Vlaams Verkeercentrum).

Évolution de l'ampleur des files sur une base annuelle - jours ouvrables (= rapport entre la moyenne annuelle de l'année X et 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

Figure 3 : Évolution de l'ampleur des files R0-ring extérieur situation existante (Source : Vlaams Verkeercentrum, 2019)

Problèmes et files structurelles

- Heure de pointe du matin (OSP) : zone de croisement Woluwe-Saint-Étienne - Zaventem en combinaison avec des embouteillages sur/vers les sorties Woluwelaan (R22) et Zaventem - Hector Henneulaan;
→ *Résultat* : embouteillage de Zaventem jusqu'au-delà de Woluwe-Saint-Étienne.
- Heure de pointe du soir (ASP) : zone d'entrecroisement Zaventem - Machelen (insertion A201 - sortie E19) ;
→ *Résultat* : embouteillage de Machelen à Woluwe-Saint-Étienne ou au-delà.
- OSP et ASP : manque de capacité entre Wemmel et Zellik/Grand-Bigard ;
→ *Résultat* : embouteillage de Wemmel à Grimbergen (matin) ou plus loin (soir).

Heure de pointe du matin versus heure de pointe du soir

Le problème de congestion sur le ring extérieur 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. Les embouteillages les plus longs en 2019 sont observés à Wemmel (580 minutes ou 10 heures d'embouteillages par jour ouvrable, soit plus de 90 minutes que la durée de file la plus élevée en 2016).

4.1.1.2. R0-ring intérieur¹²

¹² Les données abordées ici ne sont pas uniquement spécifiques au R0-Nord (du point kilométrique 27 au 51), mais ont une portée plus large comme l'illustre la figure 15. Cette figure illustre que les problèmes se produisent principalement sur le R0-Nord (cadre vert). Les données présentées ici sont des moyennes pour l'ensemble du tracé du R0-Nord (du point kilométrique 17 au 71). Les données réelles pour le R0-Nord sont donc nettement plus mauvaises que celles présentées ici. Les données spécifiques pour le R0-Nord ne sont pas encore disponibles, mais ont été demandées aux autorités compétentes (Vlaams Verkeercentrum).

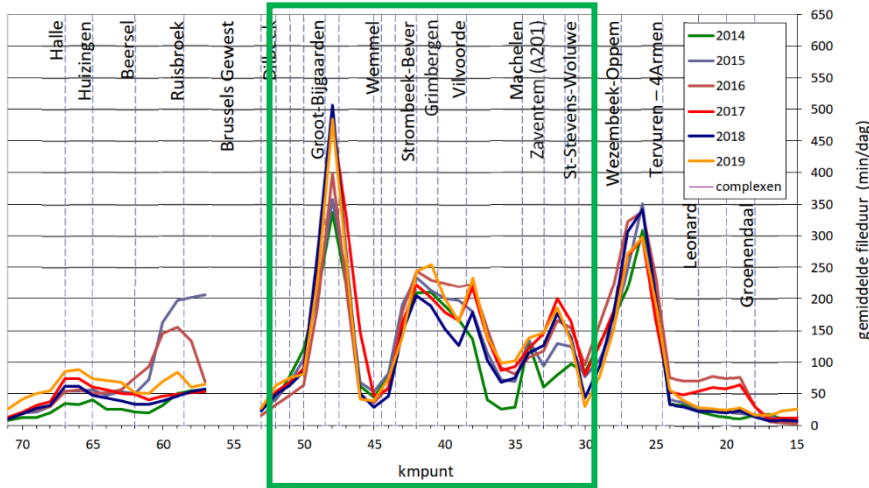


Figure 14 : Temps de parcours R0-ring intérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Vlaams Verkeerscentrum, 2019)

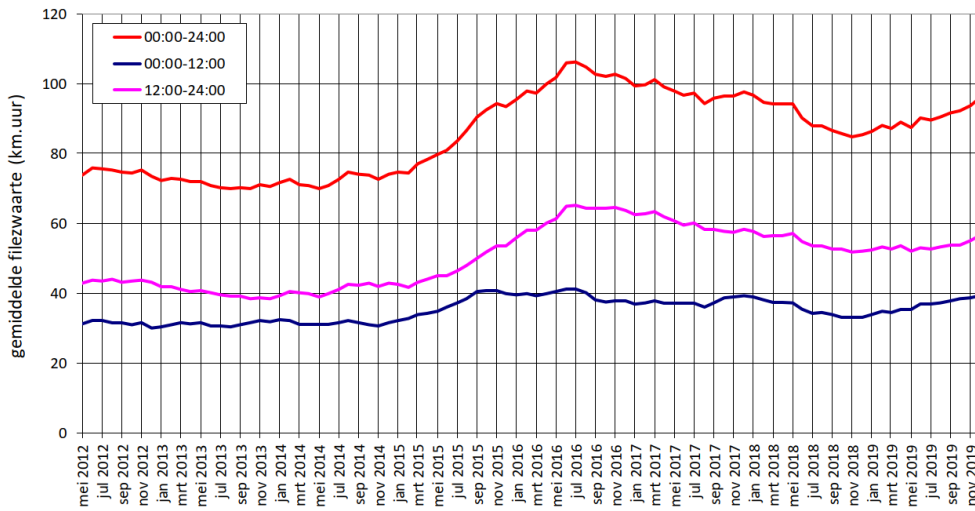


Figure 15 : Ampleur des files R0-ring intérieur situation existante, jours ouvrables (Source : Vlaams Verkeerscentrum, 2019)

Évolution de l'ampleur des files sur une base annuelle - jours ouvrables
 (= rapport entre la moyenne annuelle de l'année X et 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

Figure 4 : Évolution de l'ampleur des files R0-ring intérieur situation existante (Source : Vlaams Verkeerscentrum, 2019)

Problèmes et files structurelles

- OSP et ASP : manque de capacité entre Grand-Bigard/Zellik et Strombeek-Bever;
 → *Résultat* : embouteillage récurrent de Grand-Bigard /Zellik jusqu'à Dilbeek.
- OSP et dans une moindre mesure ASP : manque de capacité dans la zone Grimbergen-Machelen;
 → *Résultat* : embouteillages aux entrées de cette zone et reflux vers Wemmel.

- OSP : congestion à Zaventem et entrecroisement entre Machelen et Zaventem;
→ *Résultat* : file de Zaventem jusqu'au-delà de Machelen et aussi vers l'E19
- ASP : zone de tissage Zaventem-Stevens-Woluwe ;
→ *Résultat* : file de cette zone de croisement vers Zaventem ou au-delà.

Heure de pointe du matin versus 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. Les embouteillages les plus longs observés en 2019 se situent à Grand-Bigard (jusqu'à 40 minutes ou 8 heures d'embouteillages par jour ouvrable, soit 90 minutes de plus qu'en 2016).

4.1.2. Rapport I/C (taux de saturation)

- 0% < I/C ≤ 70% : blanc - peu ou pas de congestion ;
- 70 % < I/C ≤ 80 % : jaune - à certains moments, une congestion se produira, acceptable selon le VWI ;
- 80% < I/C ≤ 90% : orange - à certains moments, une congestion se produira, inacceptable selon le VWI ;
- 90% < I/C ≤ 100% : rouge - des embouteillages structurels se produisent.

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		RO-binnenring		RO-buitenring		RO-binnenring		RO-buitenring	
		Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	23%	75%	62%	41%	37%	80%	52%	47%
	N9 <-> N290		99%		99%		100%		99%
	N290 <-> Parking-C		96%		97%		100%		97%
	Parking-C <-> A12	80%	53%	81%	59%	76%	64%	77%	60%
Vilvoorde	A12 <-> N202		84%		96%		95%		95%
	N202 <-> N209		97%		90%		93%		93%
	N209 <-> E19		97%		82%		93%		93%
Zaventem	E19 <-> A201		91%		92%		83%		100%
	A201 <-> H. Henneau	37%	82%	44%	88%	43%	88%	48%	77%
	H. Henneau <-> E40		81%		98%		97%		87%

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

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

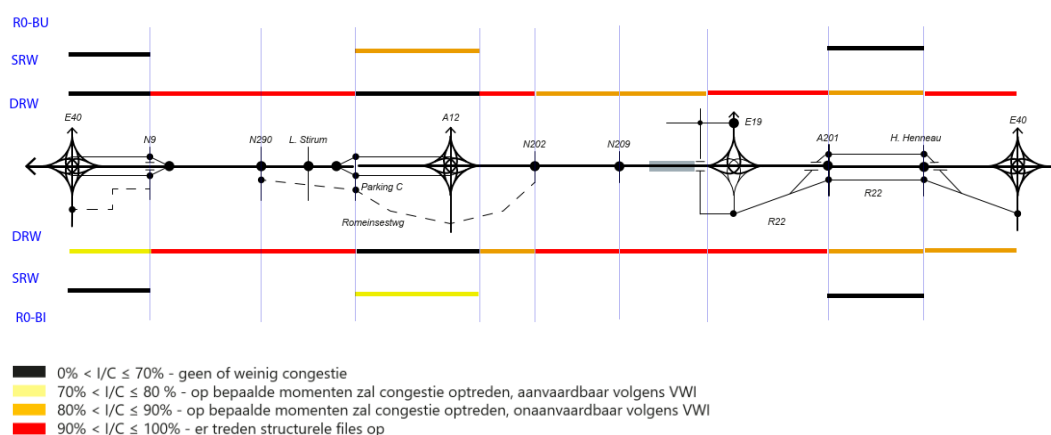


Figure 17 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers dans la situation existante - OSP

Dans la situation actuelle, la capacité résiduelle est suffisante sur 9 (somme des tronçons routiers RO-Ri et RO-Re à l'OSP) et 11 (somme des tronçons routiers RO-Ri et RO-Re à l'ASP) des 26 tronçons routiers présents. Des embouteillages structurels se forment sur 10 tronçons routiers à l'OSP (somme des tronçons routiers RO-Ri et RO-Re) et 11 tronçons routiers dans l'ASP (somme des tronçons routiers RO-Ri et RO-Re).

4.1.3. Conclusions

Lorsque les emplacements des embouteillages structurels sont comparés aux rapports I/C de la situation existante, une relation entre l'emplacement des embouteillages structurels et le niveau de saturation supérieur à 0,8 est clairement visible. Elle est même si 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 changement de bande 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 radiales et certains grands axes du réseau routier secondaire. Cela crée du trafic de contournement dans les communes autour du Ring-Nord où la qualité de vie se détériore. L'infrastructure autoroutière existante sera examinée plus en détail dans le paragraphe suivant.

4.2. Infrastructure autoroutière

Le Ring de Bruxelles (R0) est 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 routière actuelles, ce qui signifie que l'installation nécessite une profonde 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, qui seront abordées ultérieurement. En outre, les chiffres relatifs aux accidents du Centre flamand de la circulation démontrent également que le nombre d'accidents, causant des perturbations, a doublé sur le Ring tant intérieur qu'extérieur depuis 2012.

4.2.1. Discontinuités et longueurs de turbulence

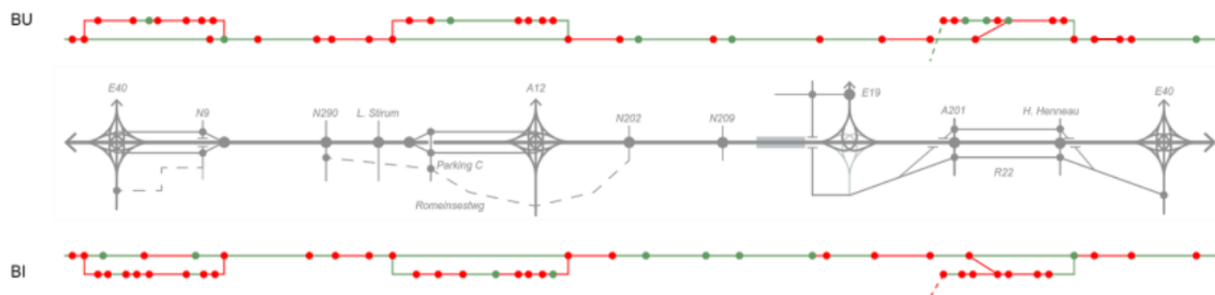


Figure 18 : Discontinuités de la situation existante et longueurs de turbulence, RC -120 km/h¹³ & RU -100 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 24 discontinuités observées dont **17 ne satisfont pas**
 - 25 longueurs de turbulence présentées dont **8 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 23 discontinuités observées dont **21 ne satisfont pas**
 - 26 longueurs de turbulence présentées dont **20 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités observées dont **19 ne satisfont pas**
 - 24 longueurs de turbulence présentées dont **8 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 22 discontinuités observées dont **17 ne satisfont pas**
 - 25 longueurs de turbulence présentées dont **18 ne satisfont pas**

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

¹³ Toutes les données incluses dans le présent document pour la situation existante sont antérieures à 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). Pour le viaduc de Vilvorde, une limitation de vitesse à 90 km/h est en vigueur, et pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes, cette limitation est même fixée à 70 km/h.

4.2.1.1. Changements de voies¹⁴ sur la structure continue

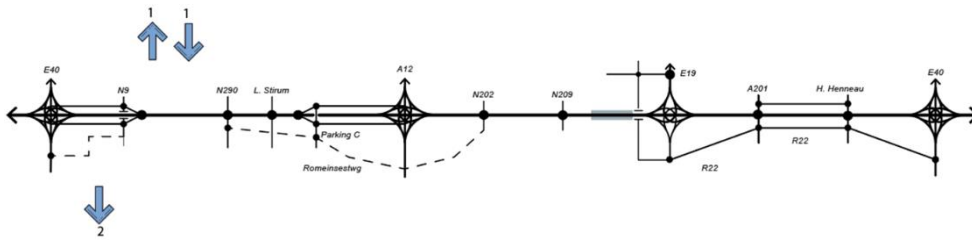


Figure 19 : Changements de voies - situation existante R0-Nord

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, BT fonctionne principalement avec des insertions, des sorties et des sections de croisement symétriques. Cependant, ces changements de voie sont situés dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne répondent pas aux directives de sécurité routière.

4.2.2. Données sur les accidents¹⁵

Les données relatives aux accidents ont été mises à disposition par le Centre flamand de la circulation routière et la Police fédérale. Ces chiffres démontrent également que le nombre d'accidents, causant des perturbations, a systématiquement augmenté entre 2012 et 2018, et ce, sur le Ring tant intérieur qu'extérieur. Mais une augmentation plus importante qu'au cours des années précédentes a été constatée en 2019. Le temps de traitement moyen par accident ne présente pas de grandes variations selon les années ou les jours de la semaine, la valeur se situant 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 (avec perturbation) sur le R0 entre 2012 et 2019 (source : Vlaams Verkeerscentrum, 2019)

Les données obtenues auprès du Vlaams Verkeerscentrum (Centre flamand de la circulation) illustrent les accidents spécifiquement localisés sur le R0-Nord. Il s'agit uniquement des accidents enregistrés qui ont fait des blessés ou qui ont nécessité l'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 :
 - T : tués
 - GB : gravement blessé
 - LB : légèrement blessé
 - #O : nombre d'accidents

¹⁴ La flèche bleue (↓) indique le nombre de changements de voie 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 R0-Nord (au-dessus du schéma linéaire), un changement de voie vers la gauche sera nécessaire pour rester sur la structure continue.

¹⁵ Une analyse plus détaillée des données relatives aux accidents sera effectuée lorsque ces informations spécifiques au R0-Nord seront disponibles. Ces données ont été demandées aux autorités compétentes (Vlaams Verkeerscentrum et Police fédérale).

	2016				2017				2018			
	D	GB	LB	#O	D	GB	LB	#O	D	GB	LB	#O
Véhicules personnels	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
Poids lourds (+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 (Vlaams Verkeercentrum, 2020).

On constate une augmentation du nombre d'accidents, mais une nette diminution du nombre d'accidents avec blessés entre 2016 et 2018. Il s'agit uniquement des données relatives aux blessures, le nombre total d'accidents avec, par exemple, uniquement des petits accrochages n'est pas disponible, car ils ne sont pas toujours officiellement déclarés/vérifiables en raison, entre autres, du RGPD.

4.2.2.1. Collision (accidents de personnes)

La Figure 20ci-dessous illustre, pour chaque type de route, la répartition en 2018 (en Belgique et pour tous les usagers de la route) du nombre d'accidents corporels par type de collision¹⁶. Ces données ne sont pas disponibles pour les accidents de la circulation impliquant uniquement des dommages matériels. Un accident de la circulation peut impliquer plusieurs collisions, c'est pourquoi seule la première collision a été prise en compte. Lorsque le type de collision était inconnu, il n'a pas été inclus dans les statistiques.

Le graphique illustre logiquement que les collisions latérales sont beaucoup plus fréquentes dans et en dehors des agglomérations (avec de nombreuses intersections qui rendent ces collisions possibles) que sur les autoroutes. Inversement, sur les autoroutes, on enregistre plus de collisions par l'arrière et plus de collisions en chaîne. Les collisions par l'arrière sont de plus en plus fréquentes à mesure que la circulation devient plus dense, ce qui réduit la distance entre les véhicules et augmente les embouteillages. Bien entendu, cela n'est pas seulement lié à un trafic plus important, mais aussi à des problèmes infrastructurels tels que des longueurs de turbulence insuffisamment longues. Les intensités excessives sur la route ont une incidence sur ce point. Le risque de collisions latérales est accru par l'intensité du trafic, mais également par les distances de turbulence entre les bretelles d'entrée et de sortie. De même, on observe plus d'accidents n'impliquant qu'un seul usager de la route, et comme d'autres personnes ne sont pas impliquées, cela peut être dû à des manœuvres d'évitement tardives causées par des infrastructures illisibles et mal conçues.

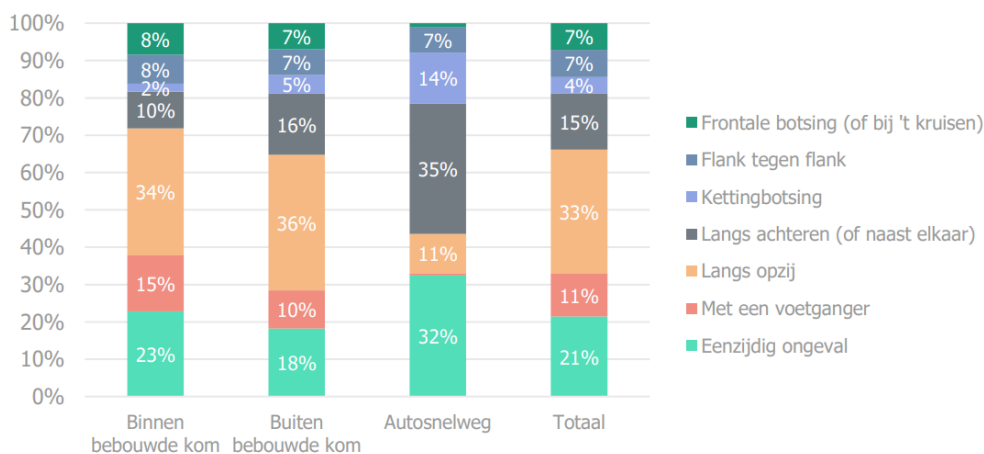


Figure 20 : Répartition des accidents corporels par type de première collision, en fonction du type de route (Source : Vias, 2018).

¹⁶ Sloomans F. & Lequeux Q., Statistisch rapport 2019 – Verkeersongevallen 2018, Bruxelles, Belgique : Vias institute – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

4.2.2.2. Conditions climatiques

Dans le passé, les recherches sur les conditions météorologiques se sont concentrées sur l'influence de la pluie. Le risque d'accident en cas de pluie est environ deux fois plus élevé que par temps normal, ¹⁷ bien que le risque soit probablement encore plus élevé en cas de brouillard, de neige et de fortes rafales de vent. La moyenne des précipitations¹⁸ en Belgique est de 925 mm/an, les précipitations étant les plus importantes en hiver et les plus faibles 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 de neige sont observées, cela représente une moyenne de 10 à 15 jours par an.

Outre l'influence sur le risque, la météo influence également l'exposition. Toutefois, l'influence semble être limitée 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 sensiblement.

Ces dernières années, les routes et les véhicules se sont tellement améliorés que l'on prévoit que le risque en cas de mauvais temps ait diminué. La compensation des risques peut toutefois jouer un rôle ; 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 R0-Nord

Sur la base des données obtenues du Centre flamand de la circulation, les endroits suivants sur le R0-Nord ont été identifiés comme des points dangereux.

- R0-ring extérieur :
 - Borne kilométrique 31.3- 31.4 : entre la sortie CR 3 (H. Henneulaan) et la sortie CR 4 (A201)/R22. Ces deux sorties se suivent à courte distance.
 - Borne kilométrique 45.3-45.4 : juste après le CR 9 (Jette). Cet endroit a été identifié dans le paragraphe 4.1.1. comme un endroit où des embouteillages structurels se produisent quotidiennement.
 - Borne kilométrique 45,5-45,6 : entre le Bois de Laerbeek et le CR 9 (Jette). Cet endroit a été identifié dans le paragraphe 4.1.1. comme un endroit où des embouteillages structurels se produisent quotidiennement.
- R0-ring intérieur :
 - Borne kilométrique 29,6 : au niveau du bras sud de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne. À savoir là où le trafic venant de l'E40 Bruxelles et Louvain et se dirigeant vers le R0-Est se rejoint.

Sur la base de ces données, le Vlaams Verkeercentrum (Centre flamand de la circulation) a également identifié des tronçons routiers (particulièrement) dangereux.

- R0-ring extérieur :
 - Borne kilométrique 29.7-30.4 : Dans l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne, juste avant la jonction de la E40 venant de Louvain. L'E40 en provenance de Bruxelles s'y joint également juste avant. Il s'agit d'une zone très turbulente en raison des croisements de véhicules et des entrées trop rapprochées, ce qui entraîne des embouteillages.
 - Borne kilométrique 31.1-31.4 : menant à la jonction CR 3 (H. Henneulaan) et à la jonction CR 4 (A201)/R22.
 - Borne kilométrique 33.6-34.3 : zone comprise entre le CR 4 (A201) et l'échangeur R0/E19. Une voie d'entrecroisement trop courte avec beaucoup de trafic d'entrée et de sortie
 - Borne kilométrique 45.0-47.2 : entre la sortie CR 9 (Jette) et CR 10 (Zellik). Des embouteillages structurels y sont quotidiens.

¹⁷ SWOV (2012). De invloed van het weer op de verkeersveiligheid. SWOV-Factsheet, février 2012. SWOV, Leidschendam.

¹⁸ IRM – Atlas climatique 2010.

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

La figure 17 ci-dessous fournit un aperçu des accidents localisés¹⁹. On constate clairement que les accidents sont plus nombreux dans certaines zones. Les lieux d'accidents à distinguer sont les suivants :

- D'importants flux de circulation se croisent et de nombreux mouvements d'entrecroisement se produisent à proximité des quatre échangeurs ;
- Entre la jonction du CR 8 (Wemmel) et la sortie du CR 7a (Parking C) ;
- Zone située entre le CR 4 (Leopold III-laan) et l'échangeur R0/E19 de Machelen ;
- Au sud du CR 3 (Hector Henneulaan).



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

4.2.3. Conclusions

En utilisant la heatmap 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, un lien clair entre les longueurs de turbulence trop courtes et les accidents de la circulation peut être établi. La combinaison de ces accidents de la route avec l'analyse des directives de sécurité routière du VWI est présentée dans la Figure 22.

Les accidents se produisent principalement dans des zones qui ne respectent pas les directives de sécurité routière du VWI. En effet, les concentrations les plus élevées d'accidents peuvent être liées aux zones où on observe de nombreux mouvements d'entrecroisement, et lorsque ceux-ci ne respectent pas les directives en matière de sécurité routière, il est logique que tant d'accidents s'y produisent. Le même constat a été réalisé pour les files structurelles. Un tronçon routier presque saturé avec des longueurs de turbulence insuffisantes entraîne une congestion engendrant des embouteillages structurels.

¹⁹ Cette heatmap montre plus de 52 000 accidents qui ont eu lieu pendant la période 2014 - 1er semestre 2016 sur le territoire de la Flandre et qui ont été enregistrés par la police intégrée. Ainsi, environ 85 % des accidents enregistrés par la police, avec blessés et morts, sont inclus dans la carte.



Figure 22 : Heatmap des accidents de la circulation avec l'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence de la situation existante sur le RC (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 afin de déterminer les lieux où des optimisations sont possibles et où se situent les conflits les plus importants. Cela peut être utilisé comme référence pour vérifier les différents profils de longueur. Comme aucun changement n'est apporté au profil de longueur du BT par rapport au RT, les mêmes conclusions s'appliquent au RT et au BT. Les figures du profil longitudinal existant sont également annexées.

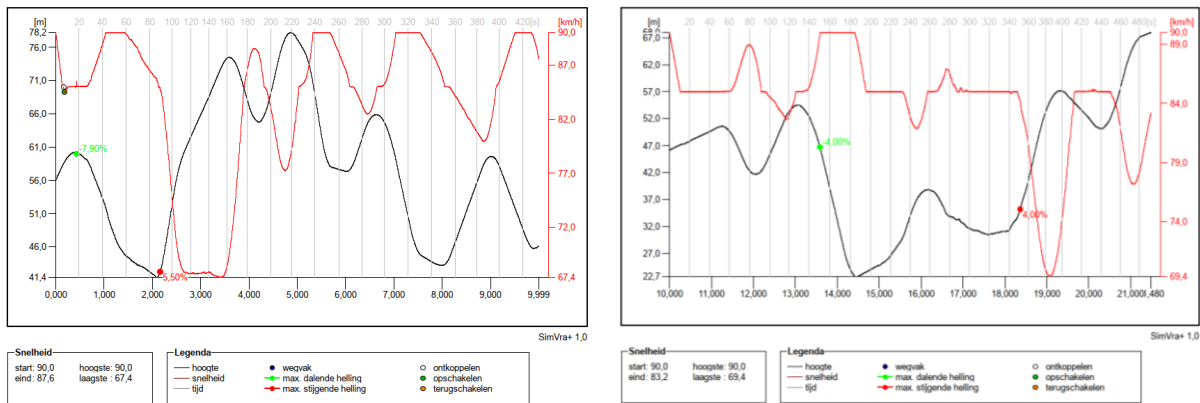


Figure 23 : SimVra+ R0 ring intérieure, BT et RT. (à gauche : 0,00 km-9,99 km, à droite : 10,00 km-21,48 km)

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

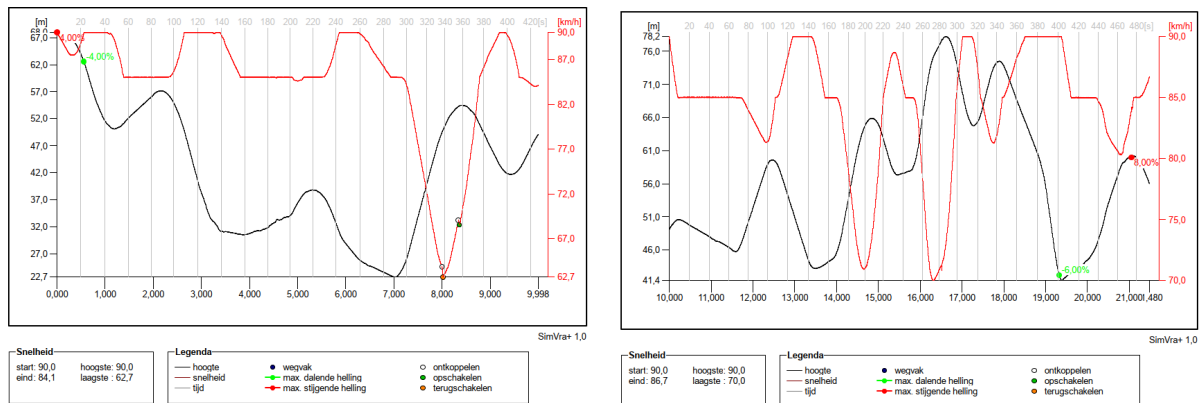


Figure 24 : Ring extérieure, BT et RT de SimVra+ R0. (à gauche : 0.00 km-9.99 km, à droite : 10.00 km-21.48 km)

La réduction de vitesse sur le ring extérieur de la situation existante est supérieure à 20km/h au viaduc de Vilvorde (la vitesse chute à 62 km/h). Toutefois, la vitesse est limitée à 70 km/h pour les véhicules dont le poids est supérieur à 3,5 tonnes. Cela ramène la réduction de vitesse causée par le viaduc de Vilvorde dans des valeurs acceptables. En effet, les camions disposent d'une puissance supplémentaire lorsqu'ils ne doivent pas rouler à la 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 dégagement 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 dégagement), plusieurs itinéraires sont disponibles pour atteindre le même endroit plusieurs 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 hollandais (par exemple le complexe de raccordement 7 - Grimbergen), une liaison en trompette (par ex., le complexe de raccordement 7a - Parking C) ou en demi-trèfle (par exemple, le complexe de raccordement 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 de Laerbeek, la structure de dégagement est délibérément utilisée de manière inappropriée par les conducteurs qui passent quotidiennement dans cette zone, par exemple pour 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 induit un profil routier très large. Dans cette dernière zone, la lisibilité laisse à désirer, mais les conducteurs quotidiens feront aussi délibérément un mauvais usage du R22, par exemple pour éviter la circulation des piétons sur la structure continue.

4.4.1. Systèmes de signalisation

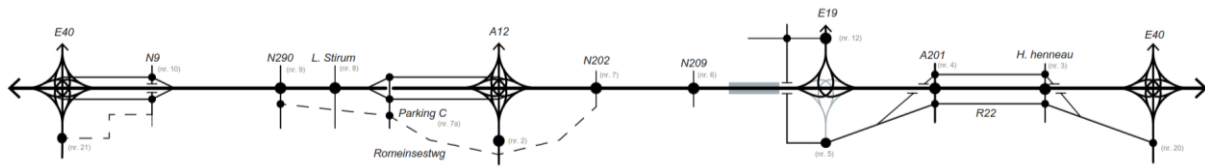


Figure 25 : Schéma linéaire de la situation existante sur le R0-Nord

Entre l'échangeur R0/E40 Gand-Bigard et le CR 10 (Zellik) et entre le CR 7a (Parking-C) et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, une structure de dégagement (limitée) est présente, qui forme un ensemble difficilement lisible. Le trafic en provenance des autoroutes E40-Gand et A12-Anvers doit choisir d'utiliser le CR (10 ou 7a) dans l'échangeur correspondant.

La courte succession des CR 9 (Jette), CR 8 (Wemmel), CR 7a, échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et CR 7 (Grimbergen) complique la lisibilité. Le trafic sur le ring extérieur doit faire le choix de rejoindre le CR 7a au niveau du CR 7. À Zaventem, le R22 est imbriqué dans une sorte de structure locale parallèle avec le R0-Nord. Le manque d'uniformité dû à la fragmentation des structures de dégagement ou parallèles fragmentées dans des zones entières de la zone du projet R0-Nord crée un ensemble illisible.

4.5. Constatation de la sécurité routière - situation existante

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

- L'analyse précédente des différents paramètres démontre 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 s'accroît
- Il existe donc une relation entre la densité du trafic sur l'autoroute (exprimée en I/C) et la sécurité routière. Avec une valeur I/C élevée, les véhicules circulent 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 très grand nombre de discontinuités à une distance très limitée entraîne un trafic important au niveau du trafic entrant et sortant. Les nombreux (et généralement trop courts) mouvements d'entrecroisement sur le R0-Nord sont une cause majeure d'accidents.
- Étant donné que la situation existante consiste en de nombreux systèmes différents (voies de dégagement courtes au niveau des échangeurs, voies de passage, entrecroisement avec le R22, etc.), pour l'utilisateur, il s'agit d'un système très confus et illogique, ce qui entraîne une mauvaise lisibilité.

Dès lors, la **situation existante** obtient un score **extrêmement faible en termes d'évaluation de l'impact sur la sécurité routière**. Des **embouteillages structurels** sont observés sur plus de **40 %** des tronçons routiers existants. Plus de **80 %** des **discontinuités présentes** et **50 %** des **longueurs de turbulence actuelles ne sont pas conformes aux directives de sécurité routière actuelles**. L'infrastructure existante est structurée de manière illogique et n'est donc **pas lisible** pour l'utilisateur. Tous les échangeurs présentent une configuration différente, la présence de structures de dégagement sur des distances trop courtes (utilisation inappropriée), trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le R0-Nord, dans son état actuel, remplit une fonction mixte, de sorte que tous les types de trafic utilisent l'autoroute de manière mixte. Les chiffres des accidents le confirment. **Le nombre d'accidents** sur le R0-Nord a **doublé en moins de 10 ans**. Il est donc absolument **nécessaire** d'aborder et de restructurer le **R0-Nord existant en termes de sécurité du trafic**.

5. SCÉNARIO « NE RIEN FAIRE »

Le scénario « ne rien faire » correspond au cas où le projet se poursuit tel quel, sans aucune intervention ou décision supplémentaire. Ce scénario est nécessaire pour indiquer clairement les conséquences en cas d'absence d'intervention ou de décision. Ce rapport fera toujours référence à la situation de référence (RT) plutôt qu'au scénario « ne rien faire ». La situation existante a été examinée précédemment au chapitre 4, Définition du problème.

La base de la situation de référence est la situation existante, complétée, entre autres, par les développements spatiaux connus et raisonnablement attendus à l'horizon 2030. Sont inclus non seulement les développements spatiaux, mais également les visions politiques (décidées ou non) liées au programme « Travaux sur le Ring ». Tous les éléments appartenant à la RT sont joints à l'annexe 7 : Description de la situation de référence de la note d'orientation 2. Spécifiquement pour ce rapport, les projets d'infrastructure suivants sont importants : l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen, l'optimisation du CR 6 (Vilvorde-Koningslo - Medialaan), du CR 4 (A201-Leopold III-iaan) et du CR 3 (Hector Henneaulaan).

Les paramètres suivants, examinés au chapitre 3, sont vérifiés pour vérifier s'ils sont satisfaisants pour la situation de référence : rapports I/C, longueurs des discontinuités et des turbulences, réduction de la vitesse, systèmes de signalisation et changements de voie. La situation de référence a été calculée avec les données de mobilité de 2030 RVM RND v4.2.1.

5.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		RO-binnenring		RO-buitenring		RO-binnenring		RO-buitenring	
		Rangerweg	DRW	Rangerweg	DRW	Rangerweg	DRW	Rangerweg	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	30%	60%	54%	44%	38%	61%	59%	45%
	N9 <-> N290	100%	94%	94%	100%	100%	100%	100%	100%
Vilvoorde	N290 <-> Parking-C	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%
	Parking-C <-> A12	76%	54%	78%	59%	82%	61%	62%	65%
Zaventem	A12 <-> N202	68%	71%	71%	69%	69%	69%	72%	72%
	N202 <-> N209	73%	87%	87%	69%	69%	69%	97%	97%
	N209 <-> E19	93%	86%	86%	69%	69%	69%	91%	91%
Zaventem	E19 <-> A201	88%	74%	74%	81%	81%	81%	80%	80%
	A201 <-> H. Henneau	29%	100%	100%	23%	100%	100%	100%	100%
	H. Henneau <-> E40	65%	95%	95%	87%	87%	87%	71%	71%

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

La figure ci-dessous fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans la situation existante à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 26. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

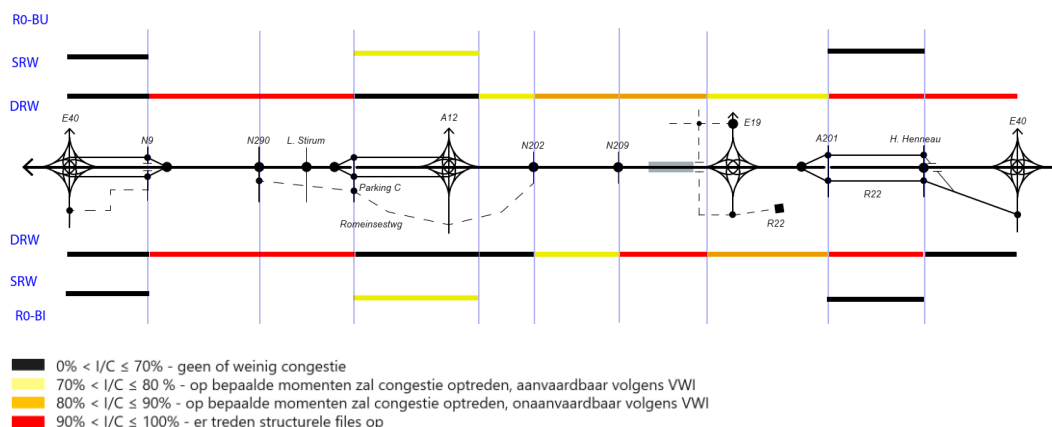


Figure 27 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers dans la situation de référence - OSP

Dans la situation de référence, la capacité résiduelle est suffisante sur 15 (OSP et ASP) des 26 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 8 tronçons routiers tant à l'OSP qu'à l'ASP. La comparaison entre le BT et le RT montre que le RT comporte moins de tronçons présentant une congestion structurelle que le BT. Cela s'explique par l'ouverture complète de l'échangeur de Machelen (R0/E19), les optimisations aux

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

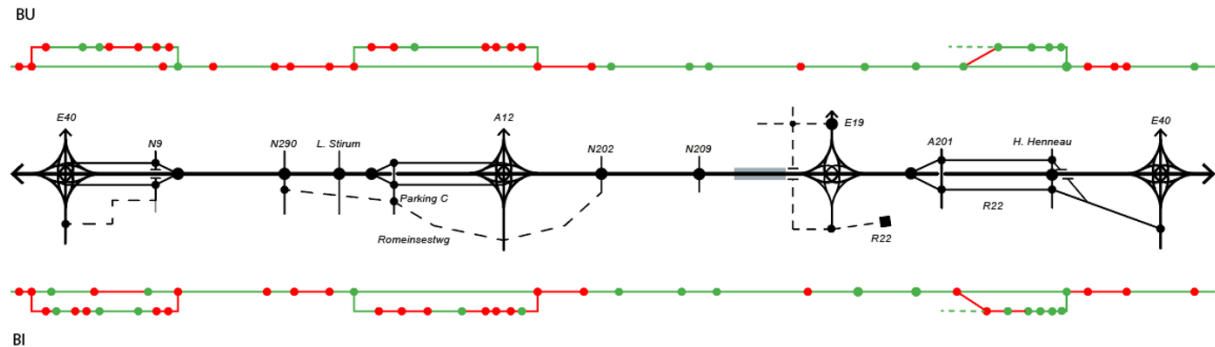


Figure 28 : Situation de référence discontinuités, RC - 100 km/h²⁰ & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités observées dont **14 ne satisfont pas**
 - 24 longueurs de turbulence présentées dont **6 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 22 discontinuités observées dont **12 ne satisfont pas**
 - 25 longueurs de turbulence présentées dont **14 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités observées dont **14 ne satisfont pas**
 - 24 longueurs de turbulence présentées dont **7 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 18 discontinuités observées dont **11 ne satisfont pas**
 - 21 longueurs de turbulence présentées dont **7 ne satisfont pas**

L'analyse des discontinuités et des longueurs de turbulence démontre que 43 % des discontinuités et 65 % des longueurs de turbulence sont conformes aux directives actuelles du VWI. Il ressort de la comparaison de la situation existante que la situation de référence présente moins de discontinuités et de longueurs de turbulence non conformes aux lignes directrices que la BT, 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 voies sur la structure continue

²⁰ Pour le viaduc de Vilvorde, une limitation de vitesse à 90 km/h est en vigueur, et pour les véhicules de plus de 3,5 tonnes, cette limitation est même fixée à 70 km/h.

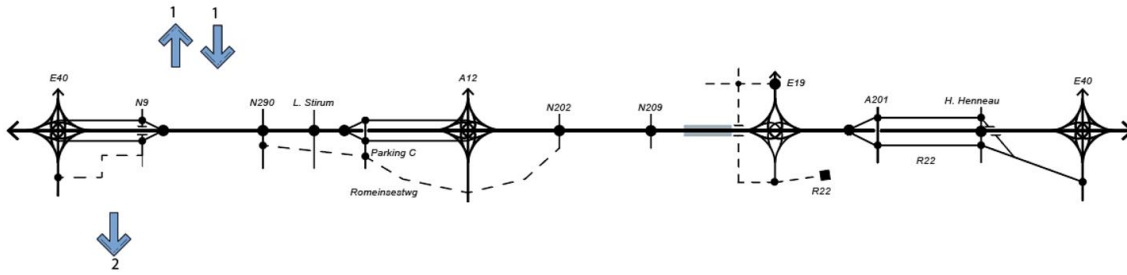


Figure 29 : Changements de voies - situation de référence R0-Nord

Le nombre de changements de voie qu'un véhicule doit effectuer pour rester sur la structure continue est identique que pour BT. Malgré la réduction de la vitesse à 100 km/h, les changements de voie ont toujours lieu à des discontinuités et des longueurs de turbulence qui ne répondent pas aux directives de sécurité routière.

5.3. Réduction de la vitesse

Étant donné qu'aucune modification n'est apportée au profil longitudinal de BT par rapport au RT, les mêmes conclusions s'appliquent au RT et au BT (paragraphe 4.3). Les figures du profil longitudinal existant sont également annexées.

5.4. Lisibilité

5.4.1. Systèmes de signalisation

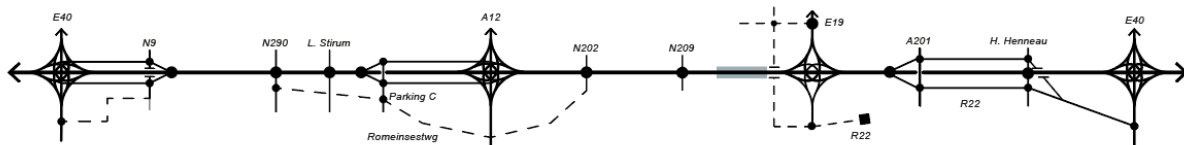


Figure 30 : Schéma linéaire de la situation de référence R0-Nord

Le système de signalisation de la situation de référence est identique à la situation existante, à l'exception des complexes de raccordement 3 (Hector Henneaulaan) et 4 (Leopold III-laan) réaménagés et de l'échangeur R0/E19 Machelen entièrement ouvert. À Zaventem, la R22 n'est entrelacée avec le R0-Nord que du côté sud du CR 3 et est coupée au nord du CR 4. En coupant une partie du R22, la lisibilité est améliorée.

5.5. Constatation de la sécurité routière

Les constatations de la situation de référence sont largement conformes à la situation existante. Seule la structure imbriquée du R22 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 tronçons avec des embouteillages structurels que BT. Cela s'explique par l'ouverture complète de l'échangeur de Machelen (R0/E19), les optimisations aux complexes de raccordement 6, 4 et 3 et la modification de la vitesse maximale sur le R0-Nord de 120 km/h sur le BT à 100 km/h sur le RT.
- On constate que le RT présente moins de discontinuités et de longueurs de turbulence non conformes aux lignes directrices que le BT. Cela s'explique par l'ouverture complète de l'échangeur R0/E19 Machelen et l'optimisation des complexes de raccordement 6, 4 et 3. La vitesse maximale est également de 100 km/h dans le RT au lieu de 120 km/h dans le BT.
- La lisibilité s'améliore avec le RT par rapport au BT pour les raisons susmentionnées.

La situation de référence est déjà légèrement meilleure que la situation existante, mais elle obtient toujours une note négative en termes d'effets sur la sécurité routière. Plus de 30 % des tronçons routiers actuels sont structurellement embouteillés. 55 % des discontinuités actuelles et 30 % des longueurs de turbulence actuelles

ne sont toujours pas conformes aux directives actuelles en matière de sécurité routière. L'infrastructure de référence est un peu plus logiquement structurée que la situation existante, mais reste difficile à lire pour l'utilisateur. Tous les échangeurs présentent toujours une configuration différente, la présence de structures de dégagement sur des distances trop courtes (utilisation inappropriée) est réduite, trop de complexes de raccordement ayant chacun une configuration différente et le fait que le R0-Nord, dans son état actuel, remplit une fonction mixte, de sorte que tous les types de trafic utilisent l'autoroute de manière mixte. La situation de référence va déjà dans une meilleure direction en termes 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 SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DES ALTERNATIVES ET VARIANTES PROPOSÉES

L'examen des alternatives, des variantes et du scénario de développement sera effectué en fonction des paramètres discutés au chapitre 3 : les rapports I/C, les discontinuités et les longueurs de turbulence correspondantes, la réduction de vitesse ainsi que la lisibilité (signalisation et changement(s) de voie). Les critères pertinents (autres que la réduction de la vitesse²¹) sont évalués par alternative. L'étude n'est pas ventilée par critères, mais par alternative / variante. Cela permet de présenter et d'analyser plus clairement l'étude pour chaque alternative et variante.

Les alternatives examinées pour leurs effets sur la sécurité routière sont celles qui ont été retenues pour le RO-Nord dans la note d'orientation 2019 et qui sont également décrites dans le 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 longitudinal relié aux ponts paysagers minimum et maximum
- Modification de la localisation des complexes de raccordement
- Réduction d'une voie sur la structure continue
- 1 voie réservée à une autre utilisation
 - Lorsqu'une voie reçoit une destination différente, par exemple si elle est réservée aux transports publics ou aux véhicules à plusieurs passagers, cela ne peut être considéré comme une réduction de voie. La voie en question sera en effet toujours utilisée, et son accès doit rester sécurisé. Toutefois, l'emplacement de cette « voie alternative » (voie la plus à gauche, centrale ou la plus à droite), mais aussi le type de trafic (transports publics, véhicules à occupation multiple,...) peuvent déterminer les lignes directrices de conception. Cette variante est donc évaluée de la même manière que les alternatives pertinentes et ne sera pas davantage prise en compte dans l'évaluation de l'impact sur la sécurité routière.
- Réduction de la vitesse

²¹ La réduction de la vitesse est la même pour toutes les alternatives et sera donc traitée conjointement.

6.1. Alternatives Cycle 1

6.1.1. G1A1

6.1.1.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		RO-binnenring		RO-buitenring		RO-binnenring		RO-buitenring	
		Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW
Wemmel	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%
Vilvoorde	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 la variante G1A1 RVM RND v4.2.1 (*Pour G1A1, il n'y a pas de route de dégagement, uniquement une route de liaison entre l'A10/E40 et le RC).

La figure ci-dessous fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G1A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 31. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

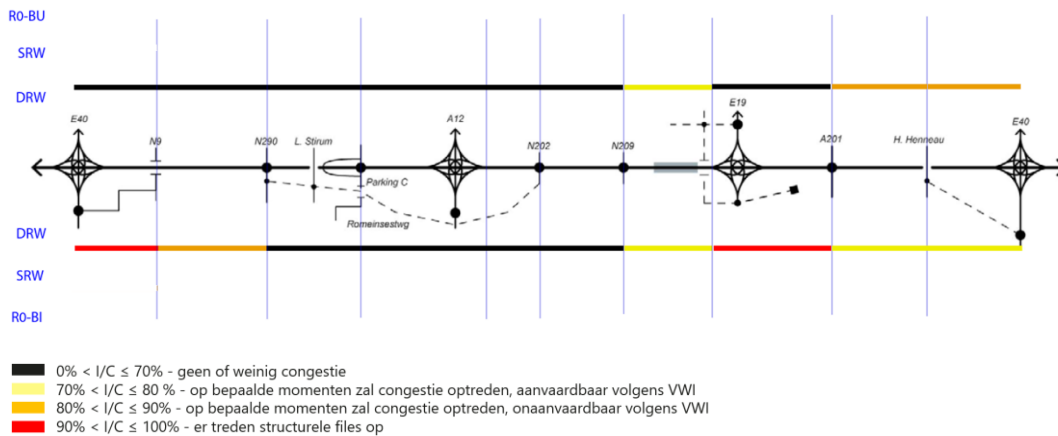


Figure 32 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G1A1 - OSP

Pour l'alternative G1A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 16 (OSP) et 15 (ASP) des 22 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 2 tronçons routiers tant à l'OSP qu'à l'ASP.

6.1.1.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

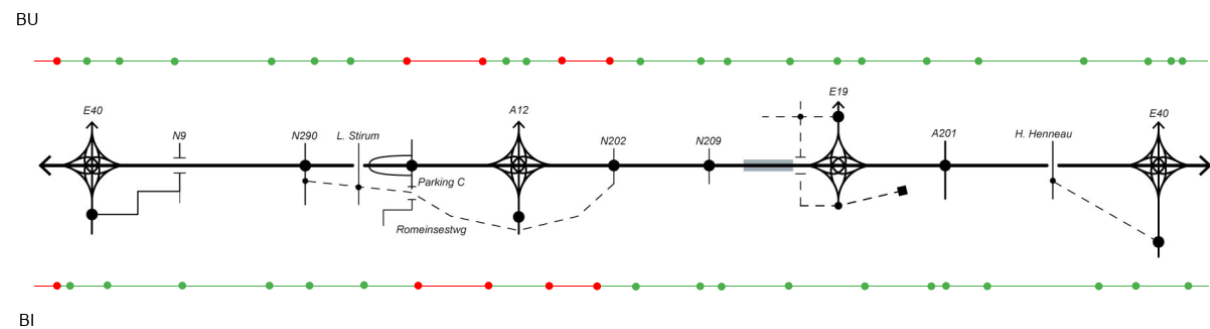


Figure 33 : G1A1 discontinuités, RC - 100 km/u

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

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 22 discontinuités observées dont **5 ne satisfont pas**
 - 23 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 25 discontinuités observées dont **5 ne satisfont pas**
 - 26 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent essentiellement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la connexion de la conception avec la BT près du viaduc de Grand-Bigard.

Changements de voies sur la structure continue

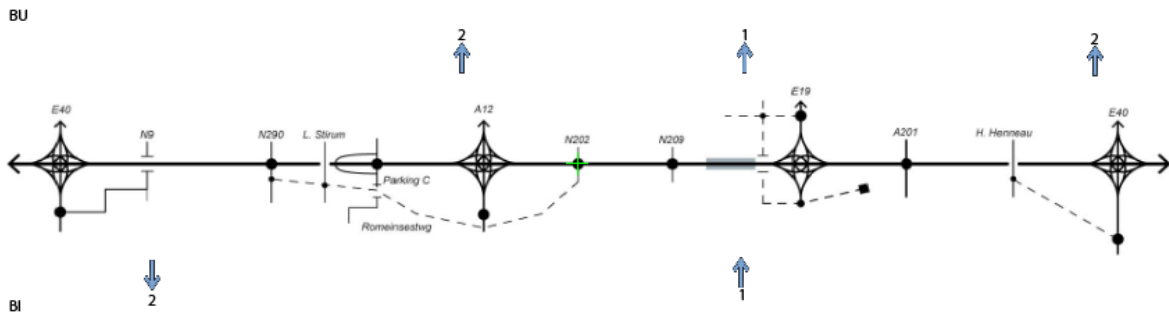


Figure 34 : Changements de voie G1A1

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 3 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 5 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes a lieu à cet endroit. Là où, dans BT (non conforme aux directives actuelles), des entrées et des sorties sont utilisées, on observe désormais des réunions 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

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

6.1.1.4. Lisibilité G1A1

Systèmes de signalisation

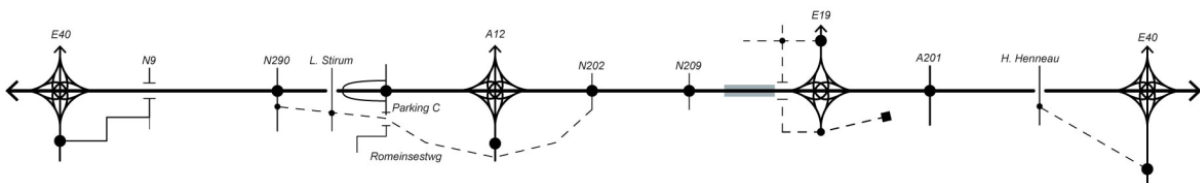


Figure 35 : Schéma linéaire G1A1

Dans cette alternative, il n'existe plus de structure de dégagement 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 en provenance des autoroutes entrantes ne doit choisir de rejoindre un complexe de raccordement ou un autre échangeur qu'après avoir circulé sur le R0-Nord. En déconnectant le CR 10 (Zellik), le CR 8 (Wemmel) et le CR 3 (Hector Henneulaan) du R0-Nord, le nombre de complexes consécutifs est réduit, ce qui améliorera également la signalisation. Le demi-trombone du CR 7a (Parking-C) engendre une ambiguïté, car, dans certaines situations, les destinations sont passées, puis il convient de faire demi-tour.

Pour la zone de Vilvorde, il n'existe pas de changements significatifs par rapport au BT.

À Zaventem, la structure parallèle locale disparaît en coupant le R22 pour améliorer la lisibilité.

6.1.2. G1A2

6.1.2.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		R0-binnenring		R0-buitenring		R0-binnenring		R0-buitenring	
		Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW	Rangeerweg	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	35%	78%	78%	69%	27%	82%	93%	72%
	N9 <-> N290	80%	80%	77%	77%	79%	79%	80%	80%
	N290 <-> Parking-C	68%	68%	75%	75%	75%	75%	82%	82%
	Parking-C <-> A12	71%	71%	66%	66%	81%	81%	70%	70%
Vilvoorde	A12 <-> N202	61%	61%	67%	67%	59%	59%	77%	77%
	N202 <-> N209	64%	64%	61%	61%	59%	59%	74%	74%
	N209 <-> E19	76%	76%	82%	82%	75%	75%	85%	85%
Zaventem	E19 <-> A201	18%	92%	72%	72%	17%	76%	78%	78%
	A201 <-> H. Henneau	93%	93%	96%	96%	93%	93%	84%	84%
	H. Henneau <-> E40	69%	69%	81%	81%	85%	85%	68%	68%

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

La figure ci-dessous fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G1A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 36. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

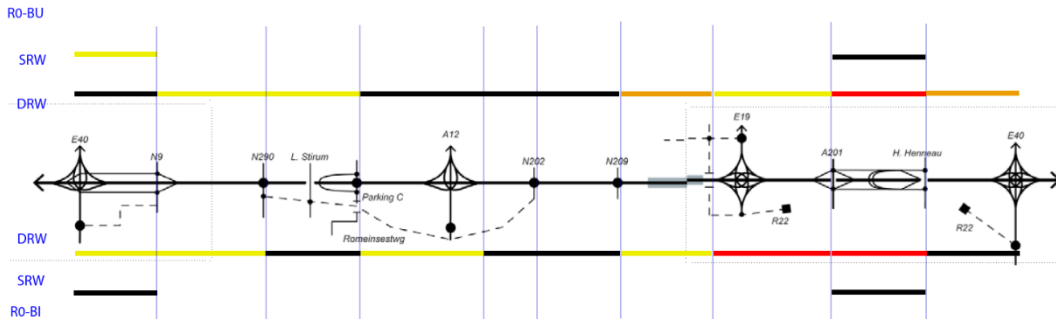
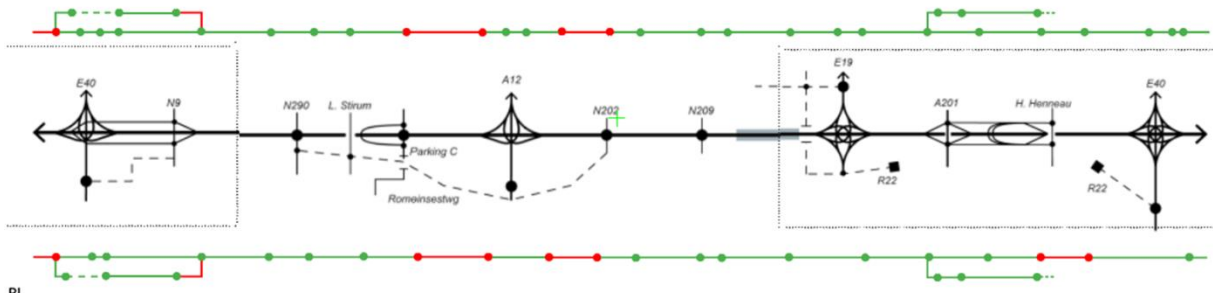


Figure 37 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G1A2 - OSP

Pour l'alternative G1A2, la capacité résiduelle est suffisante sur 19 (OSP) et 16 (ASP) des 24 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 tronçons routiers durant l'OSP et 2 tronçons routiers durant l'ASP.

6.1.2.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

BU



BI

Figure 38 : G1A2 discontinuities, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

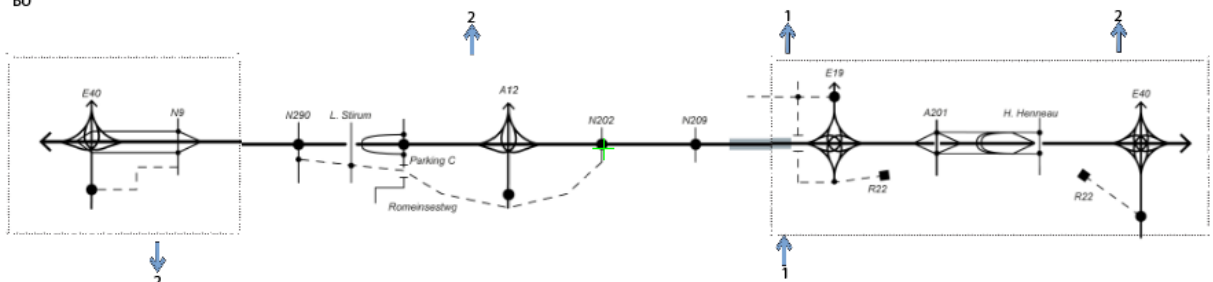
Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 21 discontinuités observées dont **7 ne satisfont pas**
 - 22 longueurs de turbulence présentées dont **4 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 6 discontinuités observées dont **0 ne satisfont pas**
 - 6 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 27 discontinuités observées dont **5 ne satisfont pas**
 - 28 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**
 - Structure de dégagement :
 - 6 discontinuités observées dont **0 ne satisfont pas**
 - 6 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent essentiellement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la connexion de la conception avec la BT près du viaduc de Grand-Bigard. En outre, la longueur des turbulences est insuffisante sur la structure de dégagement du CR 10 (Zellik) et le long du ring intérieur entre le CR 3 (Hector Henneaulaan) et l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne.

Changements de voies sur la structure continue

BU



BI

Figure 39 : Changements de voie G1A2

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 3 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 5 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes a lieu à cet endroit. Là où, dans BT (non conforme aux directives actuelles), des entrées et des sorties sont utilisées, on observe désormais des réunions 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 trouve, comme dans la variante G1A1, dans une zone où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne répondent pas aux directives de sécurité routière

6.1.2.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.2.4. Lisibilité G1A2

Systèmes de signalisation

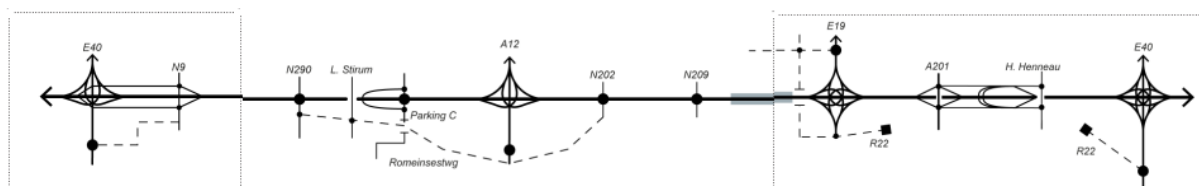


Figure 40 : Schéma linéaire G1A2

Le R0-Nord ne dispose que d'une structure de dégagement entre l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et le CR 10 (Zellik), ce qui rend l'ensemble peu lisible. L'échangeur R0/E40 GB et l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever sont prévus comme un échangeur à 3 bras avec un complexe de raccordement vers Bruxelles, le CR 21 (Berchem-Sainte-Agathe) et le CR 2 (Strombeek-Bever-Centre) étant respectivement conçus comme une intersection. En concevant un échangeur asymétrique à 3 bras avec un complexe de raccordement vers Bruxelles (voies urbaines), les liaisons en provenance de et vers Bruxelles seront réalisées et l'usager de la route le constatera également. Le CR 10 se connectera donc d'un côté à l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard et de l'autre côté, au R0-Nord. Le demi-trombone du CR 7a (Parking-C) engendre une ambiguïté, car, dans certaines situations, les destinations sont passées, puis il convient de faire demi-tour.

Pour la zone de Vilvorde, il n'existe pas de changements significatifs par rapport au BT / RT.

À Zaventem, le CR 4 (Leopold III-laan) et le CR 3 (Hector Henneulaan) ont été combinés et déconnectés du R22. En fonction de la destination, il sera passé et un demi-tour sera ensuite réalisé. Le R22 ne sera plus raccordé au R0-Nord.

6.1.3. G2A1

6.1.3.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		R0-binnenring		R0-buitenring		R0-binnenring		R0-buitenring	
		Parallelweg	DRW	Parallelweg	DRW	Parallelweg	DRW	Parallelweg	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%
Vilvoorde	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 fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G2A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 41. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

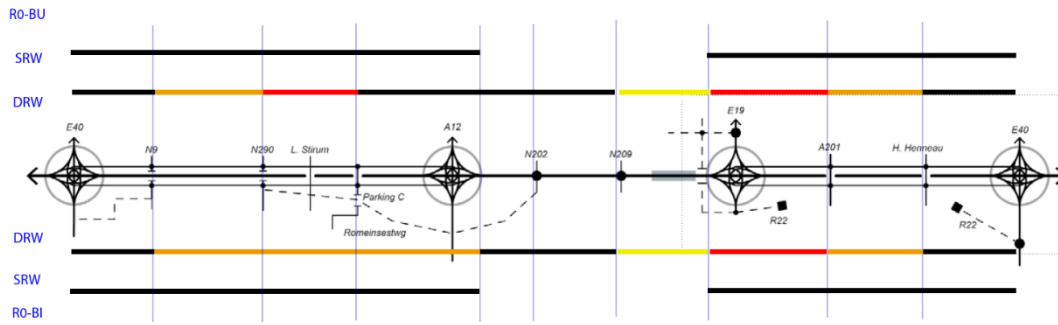


Figure 42 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G2A1 - OSP

Pour l'alternative G2A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 25 (OSP) et 26 (ASP) des 34 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 tronçons routiers durant l'OSP et 4 tronçons routiers durant l'ASP.

6.1.3.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

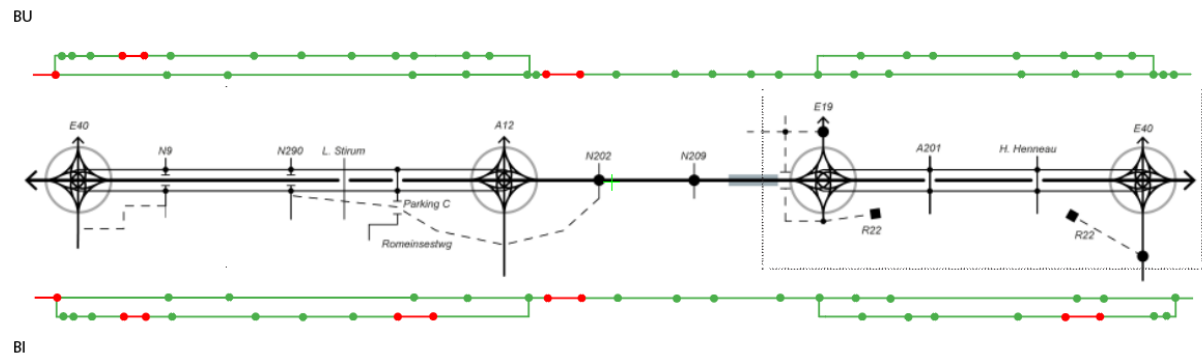


Figure 43 : G2A1 discontinuités, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 18 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 19 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
 - Structure parallèle :
 - 19 discontinuités observées dont **6 ne satisfont pas**
 - 21 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 23 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 24 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
 - Structure parallèle :
 - 20 discontinuités observées dont **2 ne satisfont pas**
 - 22 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence qui ne sont pas satisfaisantes se situent essentiellement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et de la connexion de la conception avec la BT près 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 (Hector Henneaulaan) et l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (ring intérieur).

Changements de voies sur la structure continue

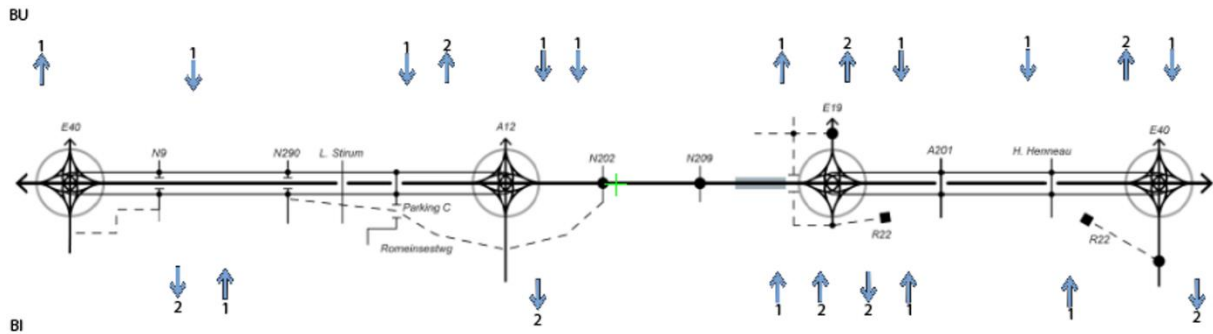


Figure 44 : Changements de voie G2A1

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 14 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 15 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu, d'autre part, sont observés à cet endroit. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour être fusionnés sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par deux voies supplémentaires 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 la fusion. Dans le cas contraire, il circulera sur la 2^e 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'un carrefour de sortie a une capacité trop faible et qu'un carrefour est donc nécessaire. Tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du R0-Nord, au niveau de l'échangeur R0/A12, on observe des changements de voie qui se trouvent dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne sont pas conformes aux directives de sécurité routière.

6.1.3.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.3.4. Lisibilité G2A1

Systèmes de signalisation

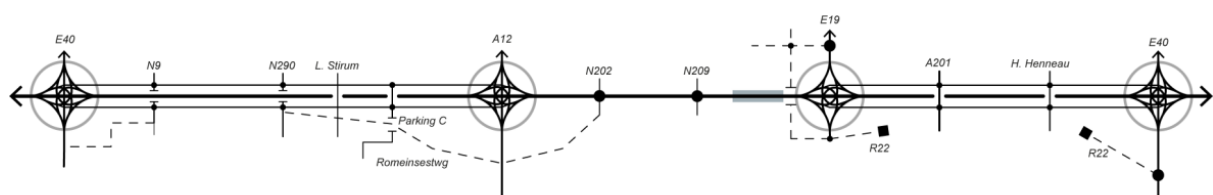


Figure 45 : Schéma linéaire G2A1

Dans les zones de Wemmel et de Zaventem, la lisibilité de la structure du trafic de transit du R0-Nord est améliorée par le fait du plus grand nombre de connexions directes avec le réseau routier secondaire. Les connexions dans toutes les directions restent possibles pour le trafic sur la route de transit ainsi que sur le ring urbain, ce qui signifie qu'il y a de nombreuses discontinuités se succédant rapidement au niveau des échangeurs. Cette succession de discontinuités ne permet pas à l'utilisateur de la route de suivre facilement la bonne direction sans effectuer plusieurs changements de voie.

Pour la zone de Vilvorde, il n'existe pas de changements significatifs par rapport au BT.

Le trafic provenant des zones situées le long de la structure du ring parallèle se connectera d'abord à la route parallèle afin de rejoindre la structure du ring principal 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 la structure parallèle du Ring.

6.1.4. G2A2

6.1.4.1. Rapport I/C (taux de saturation)

		Ochtendspits (8u-9u)				Avondspits (17u-18u)			
		RO-binnenring		RO-buitenring		RO-binnenring		RO-buitenring	
		Parallelweg	DRW	Parallelweg	DRW	Parallelweg	DRW	Parallelweg	DRW
Wommel	E40 <-> N9	34%	62%	24%	67%	35%	68%	40%	74%
	N9 <-> N290		79%		76%		81%		92%
	N290 <-> Parking-C	19%	90%	38%	100%	40%	83%	60%	100%
	Parking-C <-> A12	18%	90%	27%	61%	34%	83%	29%	64%
Vilvoorde	A12 <-> N202		58%		66%		59%		78%
	N202 <-> N209		66%		60%		63%		76%
	N209 <-> E19		79%		76%		79%		89%
Zaventem	E19 <-> A201	50%	93%	37%	96%	39%	100%	59%	100%
	A201 <-> H. Henneau	33%	81%	62%	85%	56%	87%	51%	91%
	H. Henneau <-> E40	39%	49%	48%	65%	85%	53%	32%	68%

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

La figure ci-dessous fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G2A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 46. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

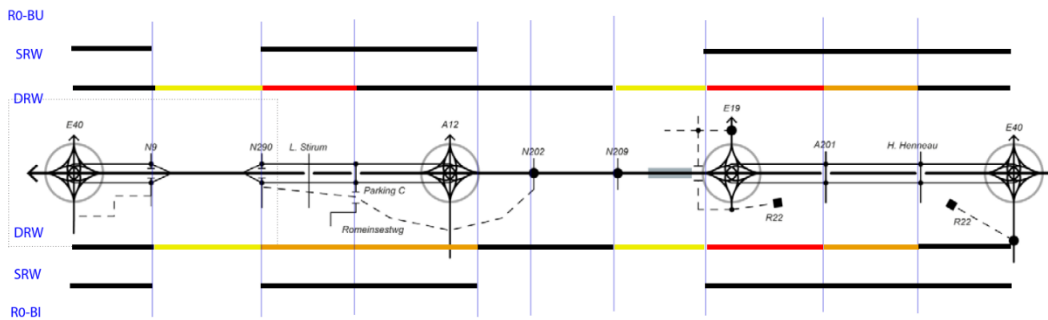


Figure 47 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G2A2 - OSP

Pour l'alternative G2A2, la capacité résiduelle est suffisante sur 21 (OSP) et 17 (ASP) des 32 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 3 tronçons routiers durant l'OSP et 5 tronçons routiers durant l'ASP.

6.1.4.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

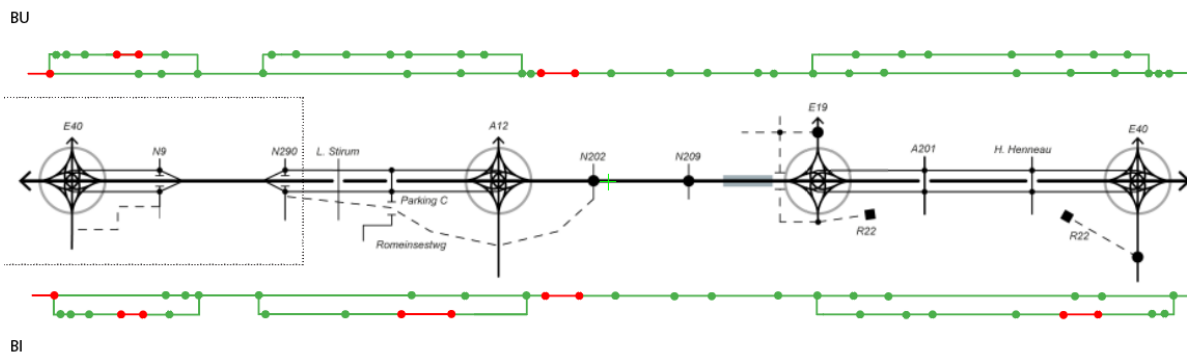


Figure 48 : G2A2 discontinuités, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 20 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 21 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
 - Structure parallèle :
 - 18 discontinuités observées dont **6 ne satisfont pas**
 - 21 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 25 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 26 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
 - Structure parallèle :
 - 20 discontinuités observées dont **2 ne satisfont pas**
 - 23 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**

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

Changements de voies sur la structure continue

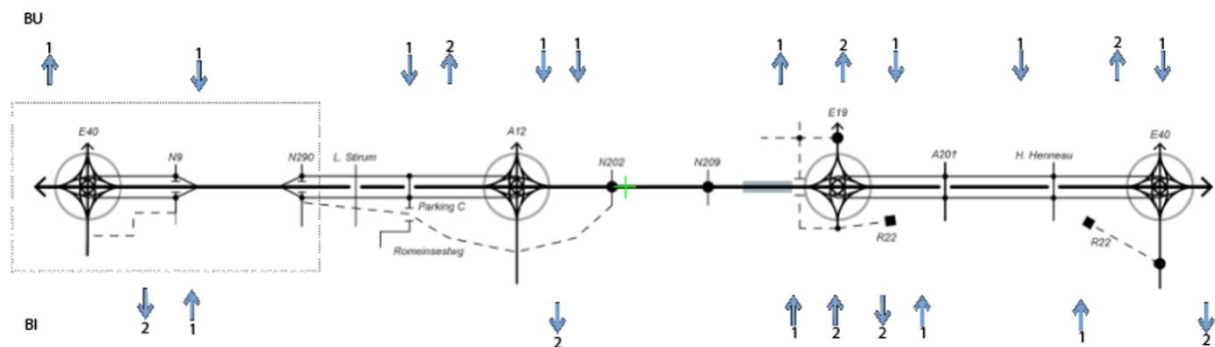


Figure 49 : Changements de voie G2A2

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 14 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 15 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu, d'autre part, est observé à cet endroit. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour être fusionnés sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par la présence de deux voies sur le côté droit de la structure du ring continu, ce qui signifie que le trafic de transit doit s'écarter vers la droite après la jonction. Dans le cas contraire, il circulerait sur la 2^e voie de gauche de l'autoroute, ce qui explique les nombreux changements de voie. Ce problème se pose également pour certains flux de trafic de départ, lorsqu'un carrefour de sortie a une capacité trop faible et qu'un carrefour est donc nécessaire. Tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du R0-Nord, au niveau de l'échangeur R0/A12, on observe des changements de voie qui se trouvent dans des zones où les discontinuités et les longueurs de turbulence ne sont pas conformes aux directives de sécurité routière.

6.1.4.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.4.4. Lisibilité G2A2

Systemes de signalisation

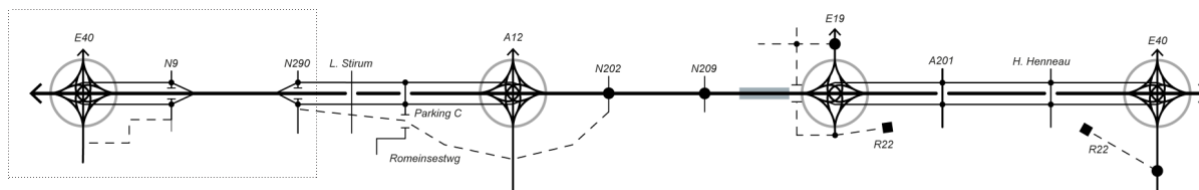


Figure 50 : Schéma linéaire G2A2

Tous les complexes de raccordement, les échangeurs et les structures de déstagement sont identiques à ceux abordés ci-dessus dans le G2A1. La seule modification est observée dans la zone du Bois de Laerbeek.

Au niveau du Bois de Laerbeek, la structure parallèle du ring est reliée à la structure continue du ring. Le trafic provenant des zones autour des voies parallèles se connectera d'abord à la route parallèle afin de rejoindre la structure du ring principal via l'échangeur. En termes de lisibilité, la zone de Wemmel est beaucoup moins claire puisqu'il n'est pas nécessaire d'utiliser la structure parallèle du ring pour desservir à chaque fois un complexe de raccordement. Par exemple, en venant de l'A10/E40 Gand, pour se rendre à l'UZ Bruxelles (CR 9), il n'est plus nécessaire de faire le choix entre la structure parallèle du ring ou du 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 continue (I/C)

		Ochtendspits (8u-9u)		Avondspits (17u-18u)	
		R0-binnenring	R0-buitenring	R0-binnenring	R0-buitenring
		DRW	DRW	DRW	DRW
Wemmel	E40 <-> N9	69%	41%	74%	43%
	N9 <-> N290	89%	73%	94%	70%
	N290 <-> Parking C	87%	100%	92%	100%
	Parking C <-> A12	87%	81%	92%	80%
Vilvoorde	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 fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G3A1 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 51. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

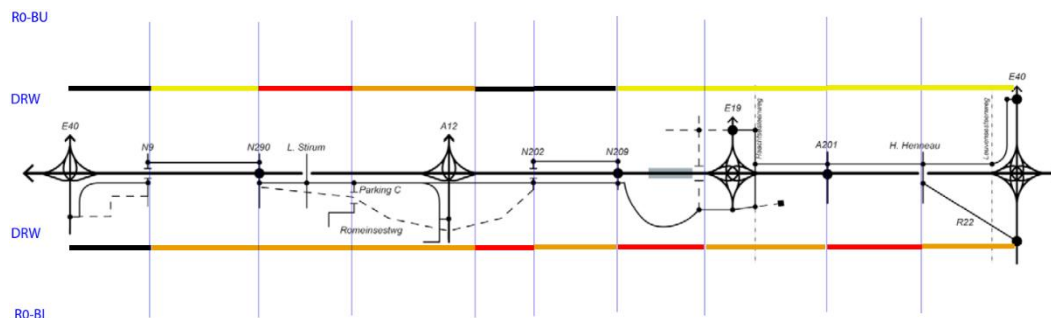


Figure 52 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A1 - OSP

Pour l'alternative G3A1, la capacité résiduelle est suffisante sur 9 (OSP) et 8 (ASP) des 20 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 4 tronçons routiers durant l'OSP et 7 tronçons routiers durant l'ASP.

Voie latérale (LOS)

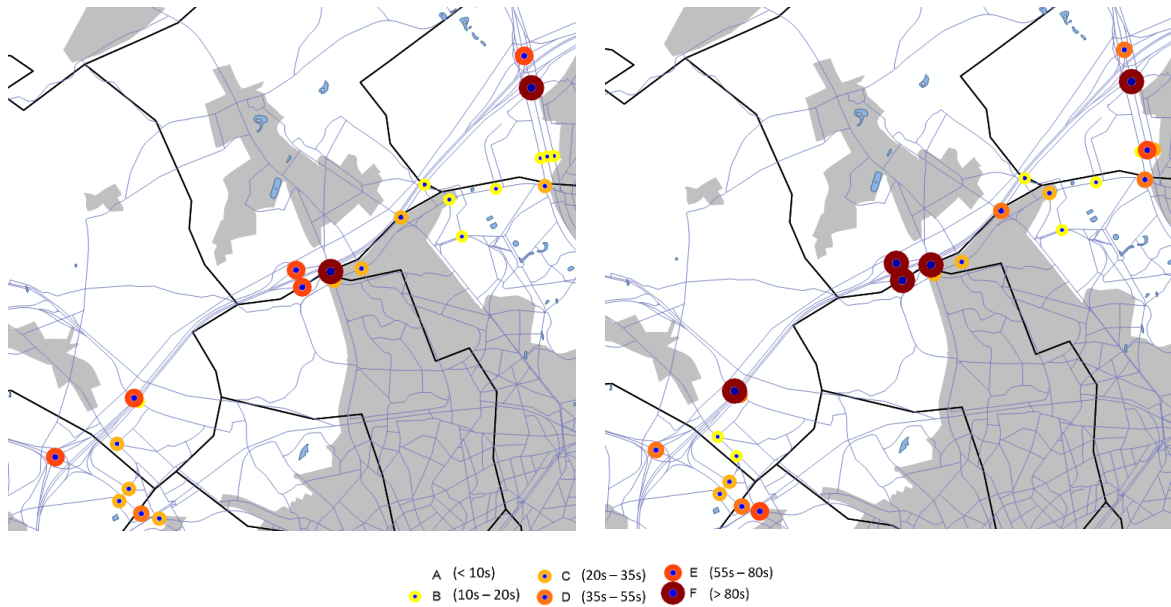


Figure 53 : Analyse LOS de l'alternative G3A1, zone de Wemmel (à gauche : OSP, à droite : ASP).

OSP : 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.

ASP : 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.

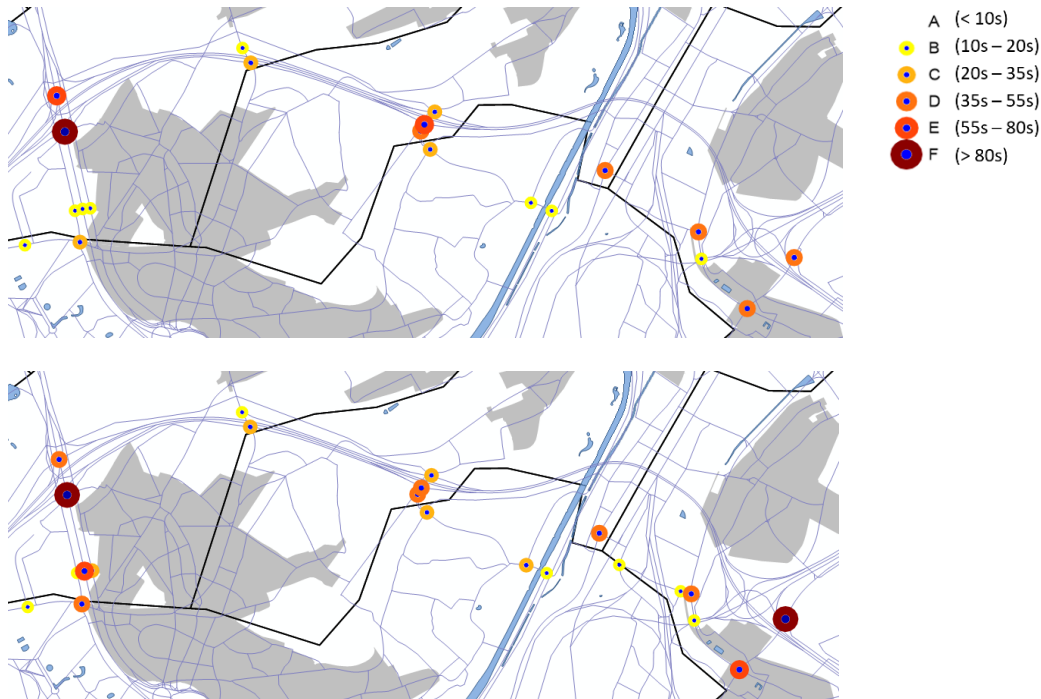


Figure 54 : Analyse LOS de l'alternative G3A1, zone de Vilvorde (en haut : OSP, en bas : ASP).

OSP : L'intersection suivante avec la route latérale a un LOS trop bas (>D) : N209 ring intérieur (E). Il s'agit d'une des 4 intersections latérales de la zone de Vilvorde.

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



Figure 55 : Analyse LOS de l'alternative G3A1, zone Zaventem - OSP.

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



Figure 56 : Analyse LOS de l'alternative G3A1, zone Zaventem - ASP.

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Haachtsesteenweg (F), Leopold III-laan (F) et Mechelsesteenweg (E). Il s'agit de 5 des 10 intersections latérales de la zone de Zaventem (ASP).

6.1.5.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

Pour les alternatives latérales, seules les structures continues du ring sont analysées. En outre, les intersections de la route latérale qui font partie intégrante de la structure R0 sont également indiquées.

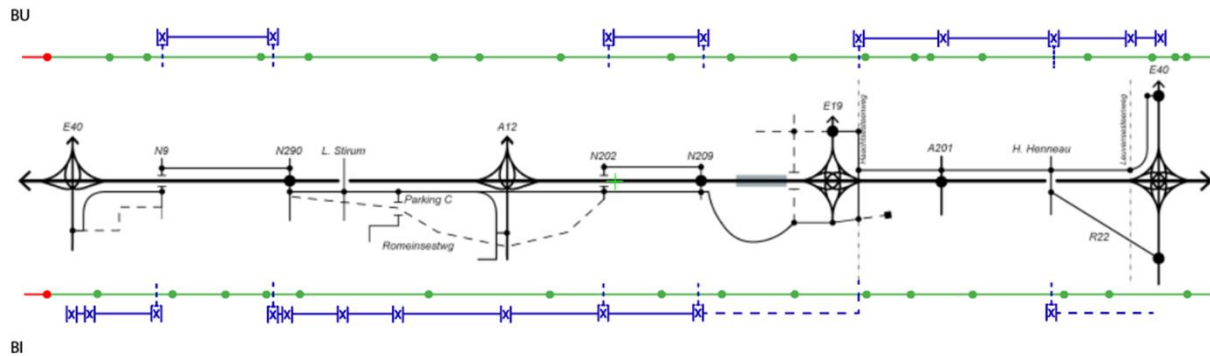


Figure 57 : G3A1 discontinuités, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 17 discontinuités observées dont **1 ne satisfait pas**
 - 18 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 19 discontinuités observées dont **1 ne satisfait pas**
 - 20 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**
- Ouest vers est (structure latérale) :
 - 34 discontinuités observées dont **12 ne satisfont pas**
 - 15 longueurs de turbulence présentées dont **3 ne satisfont pas**
- Est vers ouest (structure latérale) :
 - 38 discontinuités observées dont **20 ne satisfont pas**
 - 17 longueurs de turbulence présentées dont **5 ne satisfont pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes se situent essentiellement à la jonction du projet avec le BT au niveau du viaduc de Grand-Bigard (tant sur le ring intérieur qu'extérieur). En prévoyant la structure latérale dans la zone de Wemmel et Vilvorde à l'intérieur et à l'extérieur du R0-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 évaluée comme insuffisante.

Changements de voies sur la structure continue

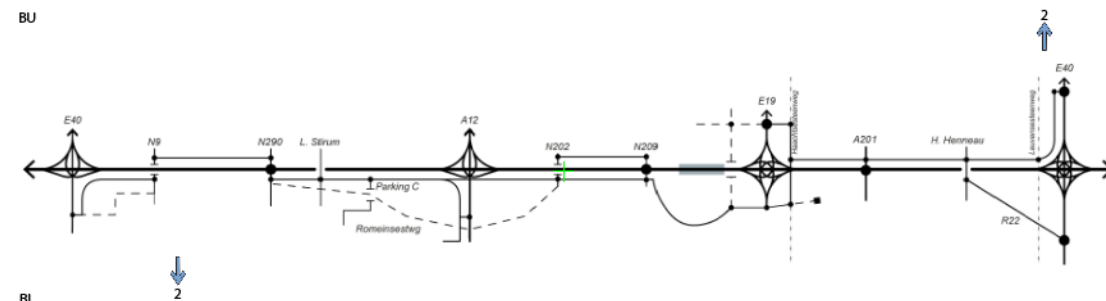


Figure 58 : Changements de voie G3A1

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 2 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 2 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes a lieu à cet endroit. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique les changements de voie.

6.1.5.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.5.4. Lisibilité G3A1

Systemes de signalisation

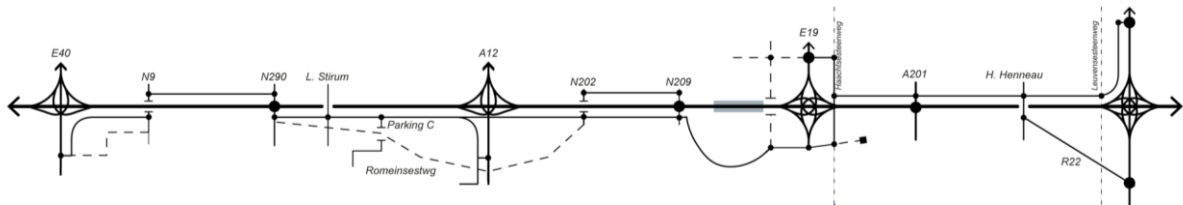


Figure 59 : Schéma linéaire G3A1

La base de cette alternative est la mise en place d'un nouvel axe routier qui servira de structure latérale et la limitation du nombre de complexes de raccordement à la structure du ring continu. Un CR est relié à la structure continue et latérale dans chaque zone. Les autres complexes de raccordement seront des croisements au même niveau avec le réseau routier secondaire et la structure latérale du ring. En raison du nombre limité de passages au même niveau, le trafic local doit d'abord se connecter à la structure latérale du ring pour ensuite se connecter à la structure continue du ring via un échangeur ou un complexe de raccordement. Cet aménagement a un effet positif sur la lisibilité.

6.1.6. G3A2

6.1.6.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Route continue (I/C)

		Ochtendspits (8u-9u)		Avondspits (17u-18u)	
		RO-binnenring	RO-buitenring	RO-binnenring	RO-buitenring
		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%
Vilvoorde	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 fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G3A2 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 60. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

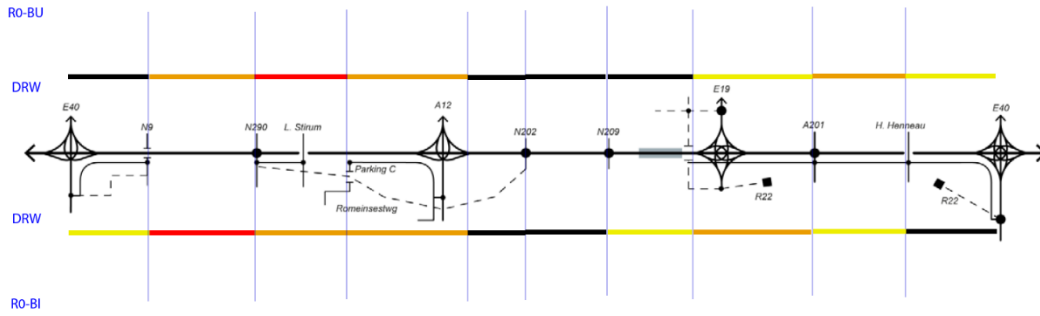


Figure 61 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A2 - OSP

Pour l'alternative G3A2, la capacité résiduelle est suffisante sur 12 (OSP) et 15 (ASP) des 20 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 2 tronçons routiers tant à l'OSP qu'à l'ASP.

Voie latérale (LOS)

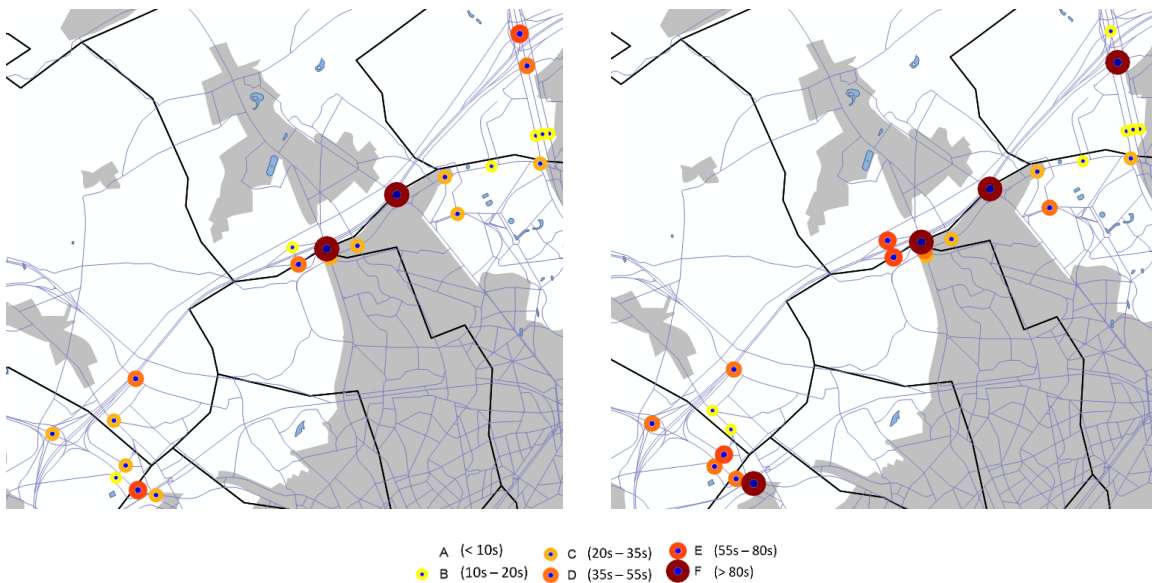


Figure 62 : Analyse LOS de l'alternative G3A2, zone de Wemmel (à gauche : OSP, à droite : ASP).

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

ASP : 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), De Limburg Stirumlaan (F) et A12 (F). Il s'agit de 6 des 9 intersections latérales de la zone Wemmel (ASP).





Figure 63 : Analyse LOS de l'alternative G3A2, zone de Vilvorde (en haut : OSP, en bas : ASP).

L'alternative G3A2 ne présente pas de structure latérale dans la zone de Vilvorde.

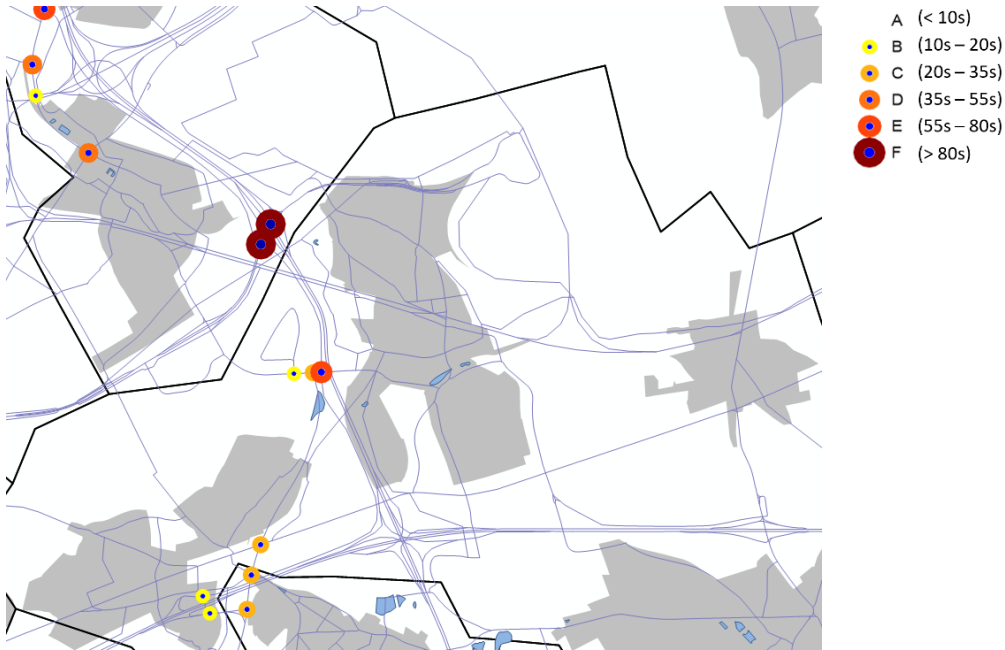


Figure 64 : Analyse LOS de l'alternative G3A2, zone Zaventem - OSP.

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Woluwelaan (E), Leopold III-laan (F), Hector Henneaulaan (E). Il s'agit de 3 des 6 intersections latérales de la zone de Zaventem (OSP).

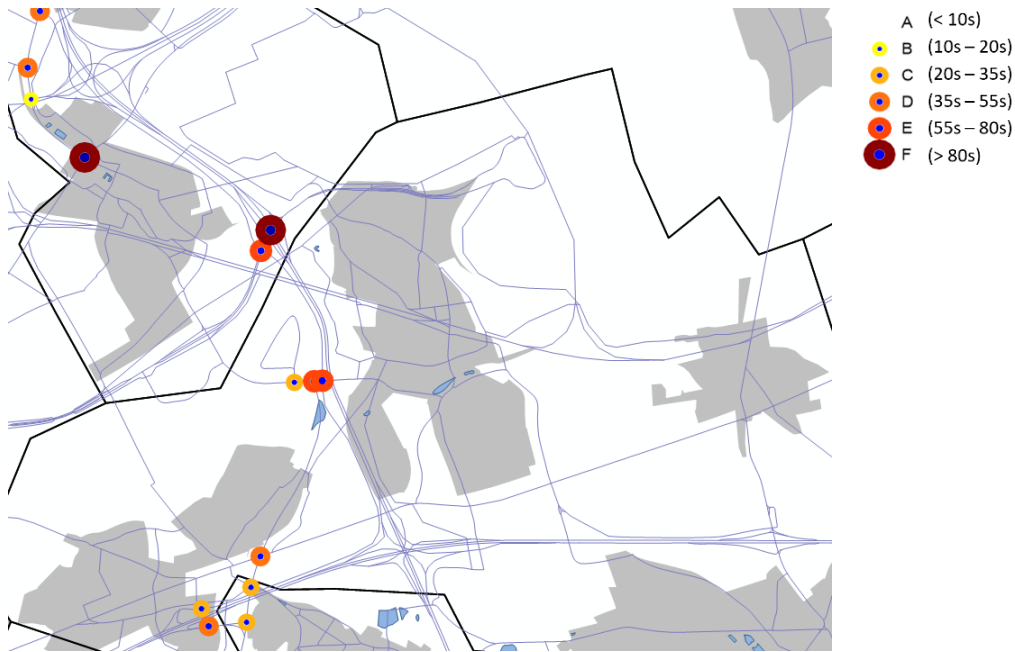


Figure 65 : Analyse LOS de l'alternative G3A2, zone Zaventem - ASP.

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Leopold III-laan (E), Hector Henneulaan (E). Il s'agit de 2 des 6 intersections latérales de la zone de Zaventem (ASP).

6.1.6.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

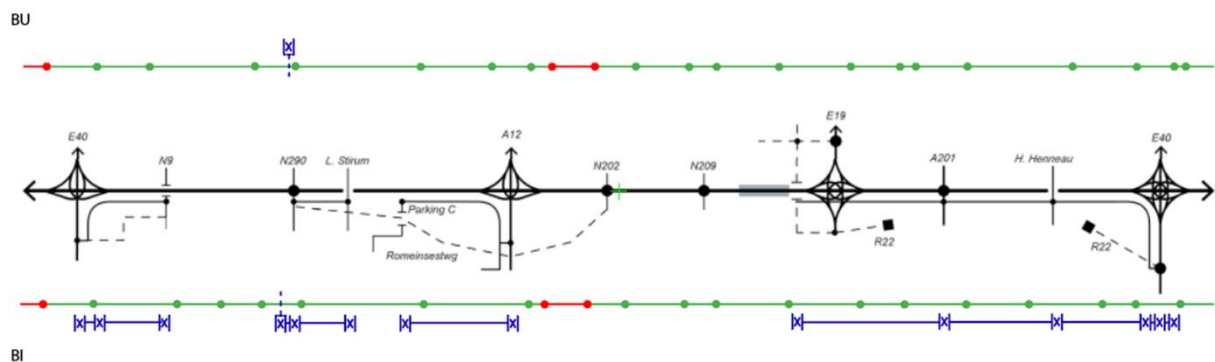


Figure 66 : G3A2 discontinuités, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 21 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 22 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 22 discontinuités observées dont **3 ne satisfont pas**
 - 23 longueurs de turbulence présentées dont **2 ne satisfont pas**
- Ouest vers est (structure latérale) :
 - 30 discontinuités observées dont **14 ne satisfont pas**
 - 11 longueurs de turbulence présentées dont **4 ne satisfont pas**
- Est vers ouest (structure latérale) :
 - 30 discontinuités observées dont **14 ne satisfont pas**
 - 11 longueurs de turbulence présentées dont **4 ne satisfont pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes se situent principalement autour de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever et du raccordement du projet avec la BT près du viaduc de Grand-Bigard, dans chaque cas au niveau du ring intérieur et extérieur. Au niveau du CR 9 (Jette) et du CR 20 (Crainhem), 3 intersections se succèdent rapidement, ce qui signifie qu'elles ne répondent pas aux hypothèses formulées. L'intersection du système latéral avec l'A201 est si proche du CR 4 que cette intersection est également évaluée comme insuffisante.

Changements de voies sur la structure continue

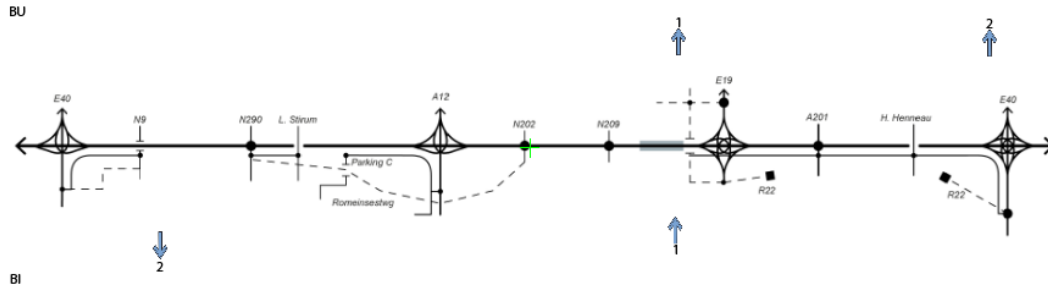


Figure 67 : Changements de voie G3A2

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) : 3 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 3 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes a lieu à cet endroit. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique les changements de voie.

6.1.6.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.6.4. Lisibilité G3A2

Systèmes de signalisation

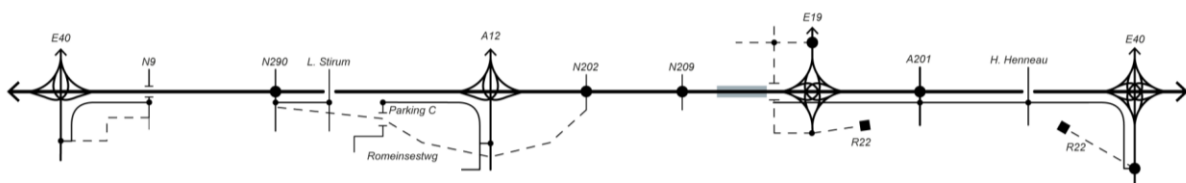


Figure 68 : Schéma linéaire G3A2

Cette alternative applique le même principe que G3A1, mais tente de limiter la construction de nouvelles routes. Dans la zone de Vilvorde, par exemple, aucune structure de ring latéral n'est prévue et les CR 7 (Grimbergen) et 6 (Vilvorde - Koningslo) seront raccordés au R0-Nord continu. Le centre de Grimbergen et le noyau de Strombeek-Bever sont reliés au R0 Nord par le CR 7. Entre les CR 10 (Zellik) et 9 (Jette), il n'existe pas de structure (latérale) locale du ring. Aucune structure (latérale) locale n'existe entre les CR 8 (Wemmel) et 7a (Parking C). Le trafic provenant des principales routes d'accès A10/E40, A12 et A3/E40 doit passer par l'échangeur correspondant avant d'atteindre la structure latérale du ring. Cela garantit une meilleure lisibilité. Dans la zone de Zaventem, la structure latérale reste du côté du ring intérieur. Seul le CR 4 (Leopold III-laan) sera encore connecté aux structures continues du ring et au ring latéral. Le CR 3 (Hector Henneaulaan) se connecte uniquement à la structure latérale. La lisibilité augmente en coupant le R22 le long de la zone de Zaventem.

6.1.7. G3A3

6.1.7.1. Rapport I/C (taux de saturation)

Route continue (I/C)

		Ochtendspits (8u-9u)		Avondspits (17u-18u)	
		R0-binnenring	R0-buitenring	R0-binnenring	R0-buitenring
		DRW	DRW	DRW	DRW
Wemmel	E40 <--> N9	68%	46%	72%	35%
	N9 <--> N290	86%	81%	91%	70%
	N290 <--> Parking C	85%	100%	91%	87%
	Parking C <--> A12	85%	82%	91%	70%
Vilvoorde	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 fournit une représentation visuelle des différents tronçons routiers dans l'alternative G3A3 à l'heure de pointe du matin. Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C indiqués dans la Figure 69. La visualisation de l'heure de pointe du soir est annexée.

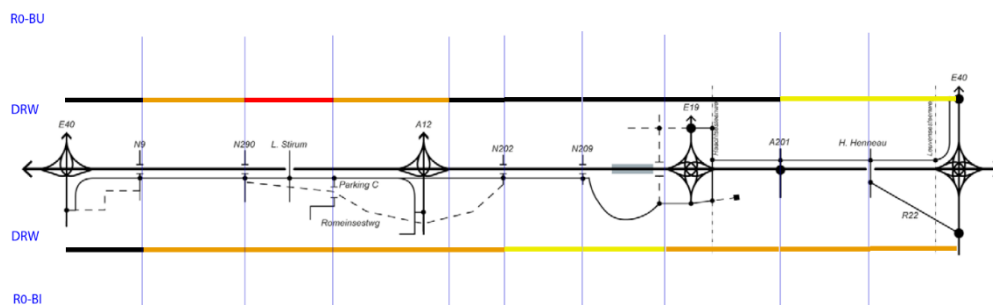


Figure 70 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A3 - OSP

Pour l'alternative G3A3, la capacité résiduelle est suffisante sur 10 (OSP) et 11 (ASP) des 20 tronçons routiers. Des embouteillages structurels se forment sur 1 tronçon routier durant l'OSP et 4 tronçons routiers durant l'ASP.

Voie latérale (LOS)



- A (< 10s)
- B (10s–20s)
- C (20s–35s)
- D (35s–55s)
- E (55s–80s)
- F (> 80s)

Figure 71 : Analyse LOS de l'alternative G3A3, zone de Wemmel (à gauche : OSP, à droite : ASP).

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

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

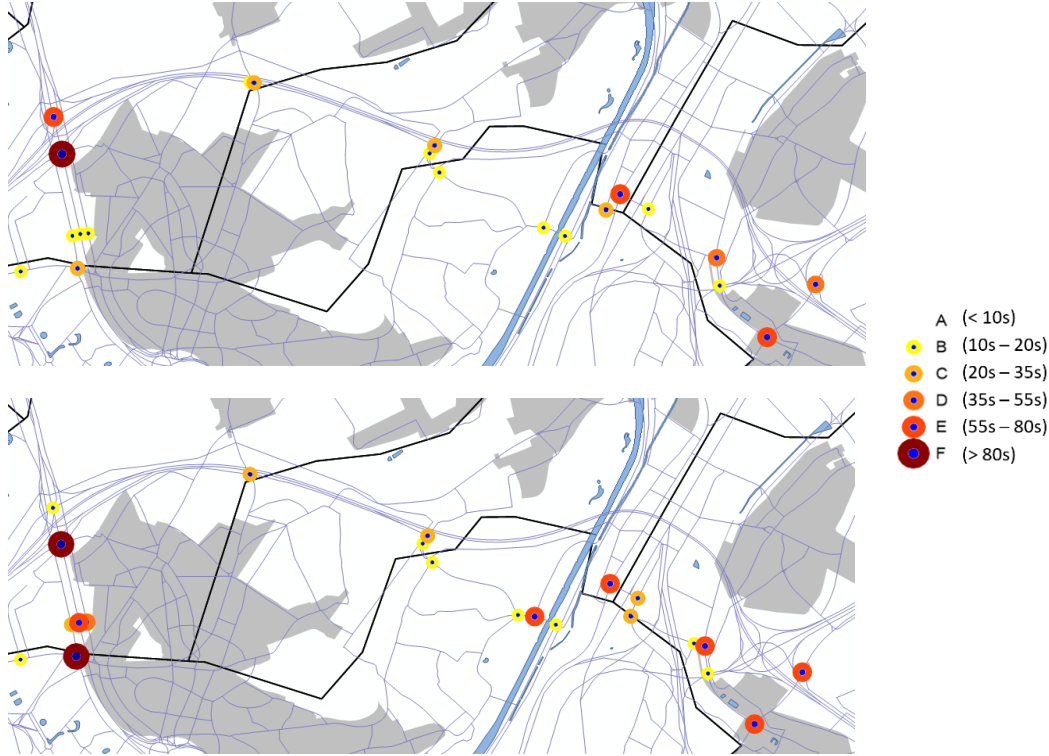


Figure 72 : Analyse LOS de l'alternative G3A3, zone de Vilvorde (en haut : OSP, en bas : ASP).

Dans l'OSP et l'ASP, chacune des 2 intersections avec la route latérale a un LOS C



Figure 73 : Analyse LOS de l'alternative G3A3, zone Zaventem - OSP.

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

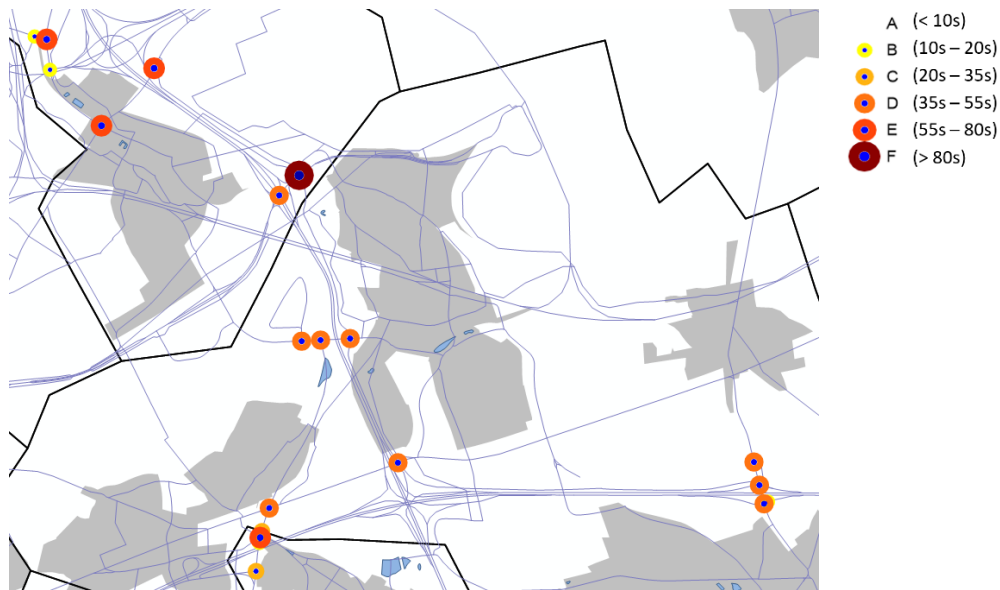


Figure 74 : Analyse LOS de l'alternative G3A3, zone Zaventem - ASP.

Les intersections suivantes avec la route latérale ont un LOS trop bas (>D) : Haachtsesteenweg (E) et Leopold III-iaan (F). Il s'agit de 2 des 5 intersections latérales de la zone de Zaventem (ASP).

6.1.7.2. Discontinuités et longueurs de turbulence

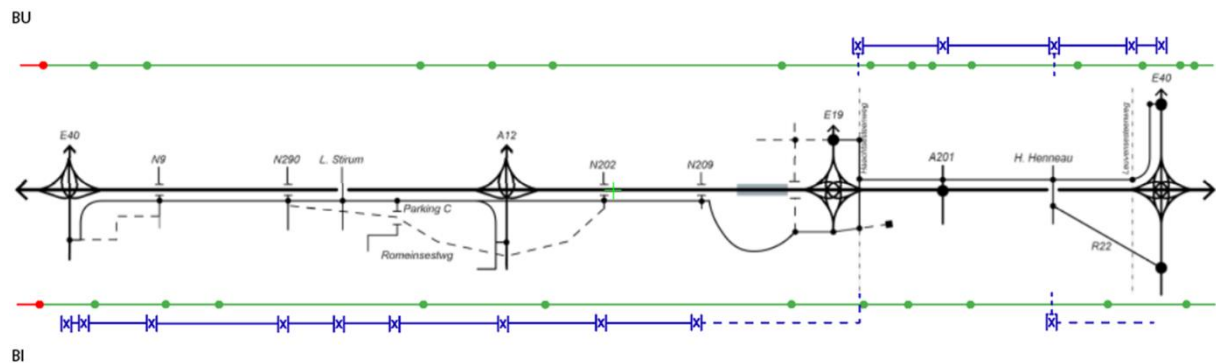


Figure 75 : G3A3 discontinuités, RC - 100 km/u & RU - 70 km/h

Synthèse

- Ring intérieur (Ri) :
 - Structure continue :
 - 12 discontinuités observées dont **1 ne satisfait pas**
 - 13 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**
- Ring extérieur (Re) :
 - Structure continue :
 - 15 discontinuités observées dont **1 ne satisfait pas**
 - 16 longueurs de turbulence présentées dont **1 ne satisfait pas**
- Ouest vers est (structure latérale) :
 - 28 discontinuités observées dont **2 ne satisfont pas**
 - 12 longueurs de turbulence présentées dont **0 ne satisfait pas**
- Est vers ouest (structure latérale) :
 - 28 discontinuités observées dont **2 ne satisfont pas**

- 12 longueurs de turbulence présentées dont **0 ne satisfait pas**

Les discontinuités et les longueurs de turbulence du ring continu qui ne sont pas satisfaisantes se situent essentiellement à la jonction du projet avec le BT au niveau du viaduc de Grand-Bigard. L'intersection du système latéral avec l'A201 est si proche du CR 4 que cette intersection est également évaluée comme insuffisante.

Changements de voies sur la structure continue

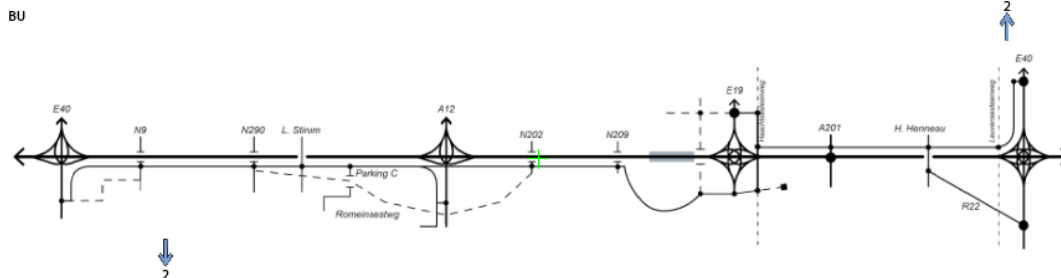


Figure 76 : Changements de voie G3A3

Conclusion

- Ring intérieur (Ri) : 2 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu
- Ring extérieur (Re) : 2 changements de voies nécessaires pour demeurer sur le système continu

Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes a lieu à cet endroit. Les intensités futures étant trop élevées pour travailler avec des insertions, des fusions ont lieu. Cela explique les changements de voie.

6.1.7.3. Réduction de la vitesse

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

6.1.7.4. Lisibilité G3A3

Systemes de signalisation

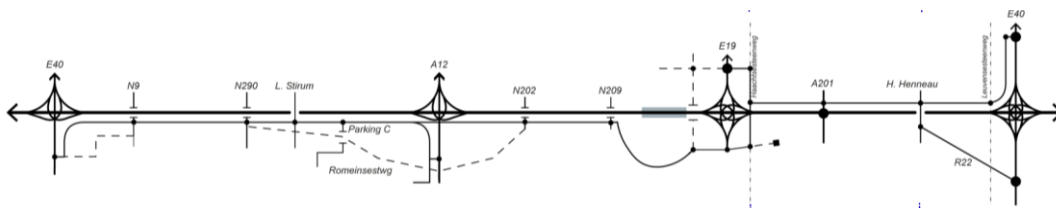


Figure 77 : Schéma linéaire G3A3

La structure latérale longe le ring intérieur dans la zone de Vilvorde et de Wemmel. De plus, dans ces deux zones, aucun complexe de raccordement n'est encore relié à la structure continue du ring. Les complexes de raccordement seront des croisements au même niveau avec le réseau routier secondaire et la structure latérale du ring. La lisibilité de la structure continue du ring 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 d'atteindre la structure latérale du ring. Cela garantit une meilleure lisibilité.

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 (Crainhem) et le CR 3 (Hector Henneaulaan)) est également utilisée comme structure latérale locale. Le long de l'A3/E40, il est possible de se connecter à la structure latérale depuis Bruxelles (CR 20) et Louvain (CR 21 (Sterrebeek)) via un complexe de raccordement sans passer par l'échangeur. Cela améliore la lisibilité dans la zone de Zaventem, mais comme cette structure d'accès n'est pas appliquée de manière cohérente à tous les autres échangeurs, cela crée un fouillis de systèmes de signalisation. Le CR 4 (avenue

Léopold III) est le seul complexe de raccordement qui est relié à la fois aux structures du ring continu et du ring latéral. La lisibilité augmente en coupant (partiellement) le R22 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 maximale de vitesse des 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 annexés.

Comme mentionné précédemment, il est important de savoir, en fonction du profil longitudinal, où le trafic de camions pourrait rencontrer des problèmes de vitesse. Cette analyse a été effectuée pour le profil longitudinal existant, optimisé et réduit.

Les endroits où la baisse de vitesse dépasse 20 km/h sont délimités par le relief naturel. Ce relief est difficile à modifier, car le bâti autour du R0-Nord a historiquement évolué en fonction de ce relief. Le tableau ci-dessous indique la réduction de vitesse par profil longitudinal.

Lieu :	PL existant		PL optimisé		PL abaissé	
	Ri	Re	Ri	Re	Ri	Re
Bois du Laerbeek	22,6 km/h	-	-	-	-	-
K. Astridlaan	-	-	-	21,8 km/h	-	-
Viaduc de Vilvorde²²	-	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 : Baisse de vitesse avec différents profils longitudinaux (vitesse maximale du trafic de camions 90 km/h)

Le profil longitudinal optimisé, qui s'applique à toutes les alternatives, fournit une première optimisation de la BT / RT au niveau du Bois de Laerbeek. La chute de vitesse est ici réduite à des valeurs acceptables. En ajustant le profil longitudinal afin d'éliminer les problèmes au niveau du Bois de Laerbeek, un nouveau problème est créé au niveau de la K. Astridlaan. Le profil longitudinal abaissé, qui peut être appliqué en tant que variante à toutes les alternatives, constitue une optimisation supplémentaire au niveau de la K. Astridlaan.

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

²² Le viaduc de Vilvorde demeure un problème dans tous ses profils longitudinaux, mais comme une limite de vitesse est fixée à 70 km/h sur le viaduc pour le trafic de plus de 3,5 tonnes, ces valeurs sont acceptées. En effet, les camions disposent d'une puissance supplémentaire lorsqu'ils ne doivent pas rouler à la vitesse maximale autorisée de 90 km/h. Par conséquent, le viaduc de Vilvorde ne constitue pas un problème pour les 3 profils longitudinaux examinés.

6.2. Variantes Cycle 1

Des variantes sont possibles pour les 7 alternatives. Elles peuvent, selon la variante, avoir ou non un impact sur le rapport I/C et l'analyse LOS, les discontinuités et longueurs de turbulence, les systèmes de signalisation de baisse de vitesse et/ou les changements de voies. Ce paragraphe examine brièvement l'impact de chaque variante. L'évaluation des variantes se réalise de manière qualitative.

ALTERNATIEVEN B - basis Dit is de basis situatie voor de doorrekeningsscenario's. V - varianten Dit zijn mogelijke varianten die op bepaalde elementen van de basis situatie kunnen worden toegepast. O - ontwikkelingen	VARIANTEN Verkeerswisselaars (VW)				Lengteprofiel (LP)		Snelheids (KM)		Rijstroken (RU)
	RQ/E40 Groot-Bijgaarden	RQ/A12 Strombeek-Bever	RQ/E19 Machelen	RQ/E40 Sint-Stevens-Woluwe	verlaagd t.h.v. Wemmel-Jette	Maximale overbrugging Laarbeekbos + verl. Wem-Jet	100km/u - 70km/u	70km/u	1 rijstrook minder of voor ander gebruik
Light									
G1A1	B V	B V	B	B V	B V	V	B V	V	V
G1A2	B	B B	B	B V	B V	V	B V	V	V
Paralleel									
G2A1	B	B	B	B	B V	V	B V	V	V
G2A2	B	B	B	B	B V	V	B V	V	V
Lateraal									
G3A1	B	B B	B	B V	B V	V	B V	V	V
G3A2	B	B B	B	B V	B V	V	B V	V	V
G3A3	B	B B	B	B V	B V	V	B V	V	V

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 des connexions dans un échangeur à quatre bras. Toutefois, les modèles indiquent que les différences d'intensité 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.

Aucune modification significative n'est observée dans les rapports I/C lorsqu'on utilise un échangeur à trois bras.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Seul le raccordement à la route de transit et à la rocade urbaine est pris en compte dans ce cadre et donc pas chaque discontinuité ou longueur de turbulence à l'intérieur de l'échangeur. La figure 80 précise les changements que subissent les connexions de l'échangeur lors de sa transformation d'échangeur à quatre bras en échangeur à trois bras. Elle montre que le nombre de connexions au ring de transit (en noir) reste le même dans les deux configurations. C'est seulement le raccordement 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.

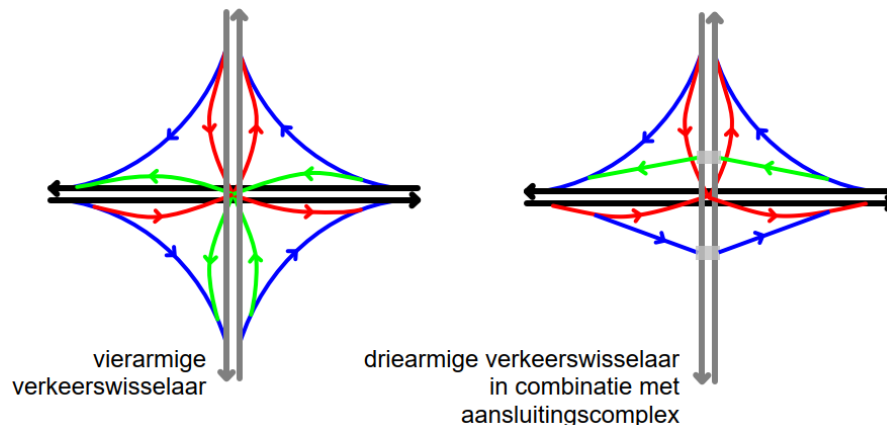


Figure 79 Différences entre les raccordements d'un échangeur à trois bras et d'un échangeur à quatre bras

Le nombre de discontinuités ou de longueurs de turbulence restent les mêmes sur le ring de transit ou urbain.

Changements de voies sur la structure continue

Comme mentionné ci-dessus, aucune connexion ne sera perdue, il y aura toujours 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 changeur de trafic n'a qu'une très faible influence, voire aucune, sur l'analyse de la réduction de la vitesse.

L'analyse de la réduction de 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 demeurent et seront donc indiquées de manière similaire à un échangeur à quatre bras.

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

6.2.2. Profil longitudinal relié aux ponts paysagers minimum et maximum

Rapport I/C et analyse LOS

Les modifications du profil longitudinal n'auront qu'une très légère influence sur le rapport I/C. Lorsque la réduction de la vitesse des camions devient trop importante, cela peut entraîner des embouteillages, qui à leur tour peuvent réduire les intensités sur un tronçon routier particulier. Dans la nouvelle conception, la baisse de vitesse sera maintenue au minimum, ce qui ne sera positif que pour le rapport I/C.

Le rapport I/C évoluera (légèrement) positivement.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Le profil longitudinal (PL) n'est pas un facteur déterminant pour le nombre de discontinuités, mais éventuellement pour leur emplacement. Le PL abaissé diffère du PL optimisé entre le Bois du Laerbeek et De Limburg Stirumlaan. Le nouvel emplacement du CR 9 (Jette) glisse vers l'ouest, mais il sera toujours situé au-dessus du RO, indépendamment du PL. Le niveau d'élévation entre le CR 9 et Romeinsesteenweg devrait être à peu près le même. L'abaissement du PL nécessite donc de franchir une plus grande différence de hauteur, ce qui implique des rampes d'accès et de sortie plus longues. Les longueurs de turbulence de CR 9 et de CR 7a (Parking-C) peuvent ainsi 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 une chance qu'elles se chevauchent et ne respectent donc pas les directives.

Changements de voies sur la structure continue

Similaire à la présentation susvisée.

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

Réduction de la vitesse

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

L'analyse de la chute de vitesse change avec un profil longitudinal différent.

Systèmes de signalisation

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

Le système de signalisation ne change pas.

6.2.3. Modification de la localisation des complexes de raccordement

Rapport I/C et analyse LOS

Un changement d'emplacement d'un complexe de raccordement peut rendre certains tronçons routiers plus longs / plus courts. Cependant, la capacité des routes et autoroutes est en partie déterminée²³ par le nombre de voies (et leur dimensionnement), et non par la longueur de ces voies.

Le rapport I/C reste inchangé.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Si un complexe de raccordement change d'emplacement, le nombre de discontinuités ne change pas, seul l'emplacement de ces discontinuités est modifié. Cela signifie que les longueurs de turbulence peuvent varier, c'est pourquoi cette variante nécessite une attention particulière si un complexe de raccordement change d'emplacement.

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

Changements de voies sur la structure continue

Lorsqu'un complexe de raccordement change d'emplacement, le nombre de changements de voie ne change pas, seul l'emplacement du changement de voie change.

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

Réduction de la vitesse

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

L'analyse de la réduction de 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 demeure, mais il peut être relié au réseau routier secondaire d'une manière différente. En fonction de la modification radicale de la connexion au réseau routier secondaire, le système de signalisation devra être adapté en conséquence.

Le système de signalisation change si la connexion du complexe de raccordement avec le 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 réduira la capacité de l'autoroute.

Le rapport I/C augmentera avec la réduction de la voie.

Discontinuités et longueurs de turbulence

En cas de réduction de voie, la voie la plus à gauche sera supprimée. Chaque direction sur le ring de transit est réduite d'une voie et comme cela est fait sur l'ensemble du parcours, le nombre de discontinuités reste 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 des voies est étendue à l'ensemble du parcours, le nombre absolu de voies à supprimer restera le même.

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

²³ De très nombreux facteurs influencent la capacité des routes. Infrastructure (dimensionnement, pente, absence d'accessoires, ...), Environnement (pentes, conditions météorologiques, ...), Gestion du trafic (signalisation, voies aux heures de pointe, ...), Composition du trafic (% du trafic de marchandises), Facteurs accessoires, ...

d'une approche purement théorique. Si les intensités restent les mêmes, les voies d'entrecroisement (qui pourraient théoriquement être plus courtes) deviendront plus dangereuses du fait qu'il y a plus de trafic et que l'entrecroisement devient donc plus difficile. La capacité d'une section d'entrecroisement est donc un élément important à prendre en compte. Pour cette raison, le VWI prescrit une microsimulation pour soutenir le choix de la configuration de la section d'entrecroisement. Ces microsimulations ne sont pas encore utilisées dans ce cycle.

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 tout simplement dangereux. Des microsimulations sont nécessaires pour clarifier ce point.

Changements de voies sur la structure continue

Une réduction des voies sur la structure continue du ring n'affecte pas le nombre de changements de voies. Cela joue principalement un rôle à proximité d'échangeurs. Plusieurs flux (importants) convergent à ces niveaux, ce qui signifie un grand nombre de voies à réduire progressivement. En prévoyant une voie de moins, le trafic ne doit pas se déplacer d'une voie supplémentaire.

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 de la baisse de vitesse théorique. Dans la pratique, cela peut avoir un effet négatif sur la sécurité routière. Lorsque le nombre de voies supplémentaires est insuffisant, le trafic de camions peut entraîner non seulement des situations dangereuses, mais également une réduction de la fluidité du trafic.

L'analyse de la baisse de la vitesse ne changera pas, mais peut entraîner des situations dangereuses pour la circulation lorsque le nombre de voies supplémentaires est trop faible (moins de 2).

Systèmes de signalisation

Une réduction de voie ne change pas beaucoup le système de signalisation. La lisibilité est susceptible d'augmenter légèrement, car le nombre de discontinuités (réductions de voies) à indiquer est moins élevé.

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

6.2.5. Réduction de la vitesse sur la structure continue

Cette variante propose une réduction de la vitesse de 100 km/h à 70 km/h sur la structure continue du ring. La relation exacte entre les accidents et la vitesse dépend de nombreux facteurs²⁴. Plus la vitesse est élevée sur une route donnée, plus le risque d'accident est élevé. 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 plus faibles. Plus la vitesse est élevée, plus le risque de blessures graves est grand, tant pour la personne qui cause l'accident que pour l'autre partie. Lorsqu'une route et sa situation de trafic sont plus complexes, obligeant le conducteur à traiter plus d'informations et à prendre plus de décisions en peu de temps, le taux d'accidents 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.

6.2.5.1. Directives européennes sur les routes principales

Comme mentionné précédemment, le tronçon R0-Nord fait partie du réseau RTE-T. De ce fait, la R0-Nord est classée dans la catégorie des routes nationales européennes (RNE). Dans le document de vision « Principes de base pour un réseau routier robuste : routes nationales européennes et routes nationales flamandes », élaboré par l'Agence pour les routes et le trafic, des principes de base sont définis en ce qui concerne l'organisation des routes.

²⁴ Snelheid, spreiding in snelheid en de kans op verkeersongevallen, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV 2004.

Le principe de base implique que la vitesse de conception ²⁵ sur les principales routes européennes est de 120 km/h. La vitesse de conception est uniformément fixée à 120 km/h en Flandre, de sorte qu'une RNE a une apparence et une sensation similaires partout en Flandre et que les usagers de la route en font spontanément l'expérience également. À certains endroits ou sur certains tronçons, la vitesse réelle autorisée peut être limitée : par exemple, au niveau des échangeurs, mais également pour des raisons de sécurité routière ou pour atteindre une qualité environnementale appropriée.

6.2.5.2. Relation entre la vitesse autorisée et les accidents

L'étude de 2015 déjà citée au point 3.3 Vitesse, dans laquelle les effets d'une éventuelle réduction de la vitesse sur le R0-Nord sont examinés, donne un aperçu non seulement d'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 avec une réduction de la vitesse de 100 km/h à 80 km/h.
- L'occupation moyenne des voies évolue négativement avec une réduction supplémentaire de la vitesse de 100 km/h à 80 km/h. Si la vitesse sur le R0-Nord est réduite à 80 km/h, 12 % de camions en plus circuleront 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, la voie de droite est davantage utilisée par les voitures particulières et celle du milieu par les camions. Cette limite de vitesse entraîne une migration des camions vers la gauche avec un mélange important de trafic de passagers et de camions, ce qui entraîne 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 (milieu)	33%	39%	33%	37%	31%	49%
Voie 3 (gauche)	43%	0%	45%	0%	39%	0%

Tableau 8 : Répartition des passagers et des camions sur les différentes voies (Vlaams Verkeercentrum, 2015).

Une autre étude ²⁶ publiée par la Roads & Traffic Agency en 2019 a examiné l'impact de différents régimes de vitesse sur les périphériques et les autoroutes sur la mobilité et la qualité de l'air.

- Il n'y a pas de données ²⁷ disponibles en Flandre, qui établissent un lien entre les accidents et la vitesse de circulation. Il est vrai, cependant, que les accidents qui se produisent à des vitesses inférieures ont tendance à avoir des conséquences moins graves en termes de victimes.
 - Les tronçons routiers du R0-Nord sont assez sensibles aux accidents, de sorte que l'abaissement de la limite de vitesse à cet endroit peut effectivement contribuer à accroître la sécurité routière (réduction de la gravité des accidents).
- Au titre d'effet secondaire, une réduction de la limite de vitesse sur les autoroutes peut rendre un itinéraire via le réseau routier secondaire plus rapide et donc plus attrayant. Cela peut conduire à un transfert vers le réseau routier secondaire, ce qui aura un impact négatif sur cet environnement et la mobilité.

²⁵ La vitesse de conception est la vitesse du véhicule choisie qui détermine les dimensions de la route et les éléments de conception. La vitesse autorisée ou vitesse maximale est la vitesse la plus élevée autorisée sur un tronçon routier ou sur une certaine partie d'un tronçon routier. La vitesse autorisée peut être fixée à un niveau inférieur à la vitesse de conception

²⁶ Étude sur l'impact des régimes de vitesse sur la mobilité et la qualité de l'air, AWV 2019.

²⁷ L'étude réalisée en 2015 par le Centre flamand de la circulation a combiné les données d'accidents de l'ADSEI (Direction générale de la statistique et de l'information économique, anciennement NIS) avec les données de trafic des doubles boucles de mesure. Cela a permis d'établir une corrélation individuelle entre les accidents et la vitesse réelle pratiquée à ce moment-là (ainsi que les facteurs suivants : limitation de vitesse, embouteillage, différences de vitesse entre les voies ou entre les boucles de mesure intermédiaires, ...).

- Lorsque la vitesse est abaissée à 80/80 (voiture/camion) et 80/70, la circulation est plus difficile, les embouteillages sont plus importants. D'autre part, le nombre de changements de voie dans ces scénarios est le plus faible, en partie car les différences de vitesse entre les voitures et les camions sont faibles.

Les résultats ci-dessus démontrent qu'une réduction de la vitesse a des effets positifs sur la sécurité routière et la mobilité si la différence de vitesse entre la voiture et les camions 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 tronçon routier augmente. Si la vitesse est trop faible, la densité diminuera à nouveau ; la vitesse optimale pour une densité maximale se situe autour de 80 km²⁸h.

Le rapport I/C évoluera positivement.

Discontinuités et longueurs de turbulence

Si le nombre de discontinuités ne change pas avec une réduction de la vitesse, mais leur dimensionnement 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 de conception.

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

Réduction de la vitesse

Une réduction de la vitesse (inférieure à 90 km/h) a un effet positif sur l'analyse de la baisse de la vitesse. Les camions disposent d'une puissance supplémentaire qui leur permet de franchir plus facilement la pente, lorsqu'ils ne doivent pas rouler à la vitesse maximale autorisée de 90 km/h.

L'analyse de la réduction de vitesse change (positivement) lorsque la vitesse est réduite.

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, la signalisation peut changer d'emplacement (plus près du complexe de raccordement/échangeur/ ...).

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

Changements de voies sur la structure continue

Le nombre de changements de voie ne change pas lorsque la vitesse est réduite.

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

²⁸ Verkeersstroomtheorie, KU Leuven 2010.

7. COMPARAISON DES ALTERNATIVES

7.1. Alternatives Cycle 1

Ce paragraphe résume toutes les décisions et commentaires importants concernant les critères. Le rapport I/C, les discontinuités, les zones de turbulence, les systèmes de signalisation et les changements de voie de la condition existante et de référence et des 7 alternatives du cycle 1 sont résumés.

7.1.1. Rapport I/C

Le rapport I/C qui est observé sur l'ensemble du trajet R0-Nord est présenté ci-dessous, à la fois pour la situation existante, la situation de référence et pour les 7 alternatives.

Par groupe (light, parallèle et latéral), le nombre de tronçons routiers est supérieur ou inférieur. Au moins 20 tronçons routiers (10 dans chaque direction) sont présents sur la structure continue du ring. Les tronçons routiers supplémentaires se trouvent 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 du rapport I/C R0-Nord (OSP)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : PAs ou peu de congestion	RC	3	6	11	8	9	9	4	7	6
	RU	4	4	/	3	14	12	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : à certains moments, une congestion se produira, acceptable selon le VWI	RC	1	3	4	7	2	4	5	5	4
	RU	1	2	/	1	/	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : à certains moments, une congestion se produira, inacceptable selon le VWI	RC	6	3	3	2	6	4	7	6	9
	RU	1	/	/	/	/	/	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : des embouteillages structurels se produisent.	RC	10	8	2	3	3	3	4	2	1
	RU	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 9 : Aperçu des rapports I/C R0-Nord OSP (Cycle 1)

Aperçu du rapport I/C R0-Nord (ASP)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : Pas ou peu de congestion	RC	3	7	9	3	7	6	1	8	3
	RU	4	5	/	3	12	11	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : à certains moments, une congestion se produira, acceptable selon le VWI	RC	2	3	5	10	6	4	7	7	8
	RU	2	/	/	/	1	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : à certains moments, une congestion se produira, inacceptable selon le VWI	RC	3	2	5	6	3	5	5	3	5
	RU	/	1	/	/	1	1	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : des embouteillages structurels se produisent.	RC	12	8	1	1	4	5	7	2	4
	RU	/	/	/	1	/	/	/	/	/

Tableau 10 : Aperçu des rapports I/C R0-Nord ASP (Cycle 1)

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

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

Chaque LOS correspond à un certain rapport I/C. En ajoutant ces données LOS aux rapports I/C pertinents, il est possible de combiner les deux chiffres ci-dessus et d'évaluer le système latéral de la même manière que les autres alternatives.

Aperçu en pourcentage du rapport I/C R0-Nord (OSP et ASP)		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
0% < I/C ≤ 70% : Pas ou peu de congestion	RC	15%	32%	50%	28%	40%	37%	12%	37%	22%
	RU	67%	76%	/	76%	93%	96%	/	/	/
70% < I/C ≤ 80% : à certains moments, une congestion se produira, acceptable selon le VWI	RC	7%	15%	22%	42%	20%	20%	30%	30%	30%
	RU	25%	16%	/	12%	4%	/	/	/	/
80% < I/C ≤ 90% : à certains moments, une congestion se produira, inacceptable selon le VWI	RC	22%	13%	20%	20%	23%	23%	30%	23%	35%
	RU	8%	8%	/	/	3%	4%	/	/	/
90% < I/C ≤ 100% : des embouteillages structurels se produisent	RC	56%	40%	8%	10%	17%	20%	28%	10%	13%
	RU	/	/	/	12%	/	/	/	/	/

Tableau 12 : Aperçu en pourcentage des rapports I/C R0-Nord OSP et ASP (Cycle 1)

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

Tableau 13 : Aperçu en pourcentage des intersections LOS avec le système latéral R0-Nord OSP et ASP (Cycle 1)

		BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
I/C	RC	78%	53%	28%	30%	40%	43%	58%	33%	48%
	RU	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 ratios I/C inacceptables R0-Nord (Cycle 1)

Les conclusions de BT et RT en matière de sécurité routière ont démontré que les tronçons routiers dont le rapport I/C est supérieur à 0,8 subissent davantage de bouchons structurels, ce qui entraîne ensuite davantage d'accidents. Il est donc indiscutable que l'analyse des ratios I/C pour le BT démontre que des ajustements majeurs sont nécessaires pour l'infrastructure du ring.

Les interventions limitées dans la situation de référence par rapport à la situation existante entraîneront 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 de ratios I/C inacceptables reste très élevée, ce qui signifie que des ajustements majeurs sont encore nécessaires dans cette situation.

Le CR 3 (Hector Henneulaan) et le CR 10 (Zellik) ne seront 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 entre eux. Dès lors, le nombre de tronçons est légèrement supérieur dans G1A2, mais les rapports I/C inacceptables en pourcentage sont moins nombreux que dans G1A1.

Les solutions parallèles comportent 50 % de tronçons 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 des tronçons routiers est liée à la structure parallèle. Il est donc important de se rappeler qu'un conducteur ne peut utiliser qu'une seule structure à la fois. Le ring urbain ne comporte 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 dans G2 est dû au fait que le trafic dans 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.

Pour toutes les alternatives, le groupe latéral obtient les pires résultats en ce qui concerne les rapports I/C des tronçons routiers présents. Cela résulte du fait que le ring continu peut se connecter au ring urbain à un seul endroit par zone. Dès lors, tous les types de trafic sont regroupés sur la structure latérale, ce qui signifie que la capacité de l'infrastructure du ring est rapidement atteinte. 1 intersection sur 3 de la structure latérale est saturée, de sorte que l'ensemble du système ne fonctionnera pas correctement.

7.1.2. Discontinuités

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

Aperçu des discontinuités sur le R0-Nord	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
<i>Satisfait aux directives VWI (RC 100 km/h)</i>	11	18	37	36	35	39	34	37	25
<i>Satisfait aux directives VWI (RU 70 km/h)</i>	7	17	Sans objet	12	31	30	40	32	52
<i>Non-conformes aux directives VWI (RC 100 km/h)</i>	36	28	10	12	6	6	2	6	2
<i>Non-conformes aux directives VWI (RU 70 km/h)</i>	38	23	Sans objet	0	8	8	32	28	4
<i>Nombre total de discontinuités sur le RC</i>	47	46	47	48	41	45	36	43	27
<i>Nombre total de discontinuités sur le RU</i>	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
RC (100 km/h)	77%	61%	21%	25%	15%	13%	6%	14%	7%
RU (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 : Pourcentage de discontinuités dangereuses sur le R0-Nord (Cycle 1)

L'analyse des discontinuités démontre indéniablement qu'il est nécessaire d'apporter des ajustements importants à la situation existante.

Dans la situation de référence, le CR 3 (Hector Henneaulaan) et le CR 4 (Leopold III-laan) ont déjà été abordés par rapport à la situation existante. Cela représente un nombre plus faible de discontinuités inacceptables, mais même dans ce cas, des améliorations sont nécessaires.

Le CR 3 (Hector Henneaulaan) et le CR 10 (Zellik) ne seront 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 entre eux. En conséquence, il y a un peu plus de discontinuités dans G1A2, mais le pourcentage de discontinuités dangereuses reste le même 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 ne satisfaisaient pas dans l'alternative Light, peuvent être absorbées par le ring urbain où la vitesse est limitée 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 au niveau des quatre échangeurs, créant ainsi des discontinuités supplémentaires. Un conducteur ne peut utiliser qu'une structure à la fois, de sorte que le nombre de discontinuités qu'un conducteur devrait traverser est similaire à celui des alternatives Light, mais à une vitesse plus faible (pour le ring urbain) et avec moins de discontinuités insuffisantes.

Les alternatives latérales présentent un nombre de discontinuités plus ou moins identique sur le ring continu que dans les autres alternatives. À l'exception de G3A3, on observe une réduction de quelque 30 % de discontinuités sur le ring continu, car tous les complexes de raccordement sont reliés au seul ring urbain, à l'exception du CR 4, qui est relié tant au ring continu qu'au ring urbain. 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, transport public, vélo, ...) de traverser ces intersections, il est important que ces discontinuités / longueurs de turbulence répondent autant que possible aux exigences puisque des usagers faibles sont également présents à ces points. En reprenant les hypothèses pour les différentes jonctions avec le système latéral, il ressort que G3A1 obtient le plus mauvais résultat et G3A3 le meilleur résultat des trois alternatives latérales.

7.1.3. Longueur des turbulences

Les différentes longueurs de turbulence entre les discontinuités sont présentées ci-dessous, pour la situation existante, 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
Satisfait aux directives VWI (RC 100 km/h)	33	35	43	43	39	43	36	41	27
Satisfait aux directives VWI (RU 70 km/h)	13	25	Sans objet	10	39	40	24	14	24
Non-conformes aux directives VWI (RC 100 km/h)	16	13	6	7	4	4	2	4	2
Non-conformes aux directives VWI (RU 70 km/h)	38	21	Sans objet	2	4	4	8	8	0
Nombre total des longueurs de turbulences RC	49	48	49	50	43	47	38	45	29
Nombre total des longueurs de turbulences RU	51	46	Sans objet	12	43	44	32	22	24

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

	BT	RT	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
RC (100 km/h)	33%	27%	12%	14%	9%	9%	5%	9%	7%
RU (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 : Part des longueurs de turbulence dangereuses R0-Nord (Cycle 1)

Les longueurs de turbulence se produisent autour des discontinuités, donc les conclusions du paragraphe 7.1.2 sur les discontinuités peuvent être adoptées comme conclusions des longueurs de turbulence.

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

7.1.4. Changements de voies sur la structure continue

Si un conducteur circule 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 afin de rester sur la structure continue. Le nombre de changements de voie sur tout le trajet du R0-Nord et qui sont exécutés pour rester sur le ring continu, est indiqué ci-dessous. Cela s'applique tant à la situation existante, à la situation de référence qu'aux 7 alternatives

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

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

Le trafic de transit doit effectuer le moins de changements de voie possible pour rester sur le ring continu dans les situations existantes et de référence. Alors que dans la situation existante (non conforme aux directives actuelles en matière de sécurité routière), les entrées et les sorties sont utilisées, dans les alternatives, les jonctions et les séparations sont utilisées (conformément aux directives actuelles en matière de sécurité routière). Cela explique en partie l'augmentation du nombre de changements de voie par rapport à la situation existante et de référence.

Dans les alternatives Light, les complexes de raccordement se connectent directement au ring continu. Peu de changements de voies sont toutefois constatés. Cela résulte du fait qu'une voie d'entrecroisement est généralement présente entre les complexes de raccordement. Le trafic de transit peut donc continuer à circuler sur la voie d'entrecroisement sans gêner le trafic supplémentaire.

Parmi les 7 alternatives, il est clair que les alternatives parallèles entraînent un grand nombre de changements de voies. Les alternatives parallèles induisent 3 à 4 fois plus de changements de voies sur la structure du ring continu par rapport aux autres alternatives. Les différents changements de voie se produisent principalement à proximité des échangeurs. Un échange entre deux autoroutes d'une part, et un échange entre le système parallèle et le système continu, d'autre part, est observé à cet endroit. Étant donné que les flux de trafic de connexion sont trop importants pour être fusionnés sur le ring continu, il est nécessaire de les fusionner. Cela se traduit généralement par la présence de deux voies sur le côté droit de la structure du ring continu, ce qui signifie que le trafic de transit doit s'écarter vers la droite après la jonction. Dans le cas contraire, il circulerait sur la 2^e 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'un carrefour de sortie a une capacité trop faible et qu'un carrefour est donc nécessaire. Cela indique que, 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 prescrites en matière de sécurité routière.

7.1.5. Systèmes de signalisation

L'évaluation des systèmes de signalisation peut être réalisée en grande partie en comparant les différents groupes d'orientations de solutions. Ce faisant, il est possible de vérifier l'évaluation 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 (H. Henneaulaan)) ;
- G1A2 **similaire** à la situation de référence, puisque des boucles de demi-tour sont prévues au CR 7a (Parking-C), CR 4 (Boulevard Léopold III) et CR 3 (Hector Henneaulaan).
- G2A1 et G2A2 sont **plus complexes** que la situation de référence, en raison des échangeurs très complexes où non seulement une autoroute entrante se connecte au R0-Nord, mais qui assurent également l'échange supplémentaire entre le ring urbain et le ring continu. Toutefois, le système continu entre les échangeurs sera beaucoup plus facile, car tous les complexes de raccordement sont reliés au système urbain.
- G3 est **similaire** à la situation de référence, la structure du ring continu est similaire aux alternatives Light, sauf qu'un seul complexe de raccordement au maxima est présent par zone et que les échangeurs se connectent uniquement à la structure continue et aux autoroutes entrantes. Toutefois, le ring urbain se situe tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du R0-Nord, ce qui rend la connexion à ce ring urbain ambiguë. Étant donné que seul un complexe de connexion se connecte par zone tant au RC qu'au RU, le moment auquel le trafic de destination doit se connecter au RU n'est pas clairement défini. Cette connexion peut intervenir avant les échangeurs ou déjà sur le ring continu dans la zone concernée.

8. SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS DE SOLUTIONS POSSIBLES AVEC CHOIX RAISONNÉ

8.1. Synthèse des alternatives Cycle 1

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

- Infrastructure du ring sûre en matière de sécurité routière
 - Rapports I/C
 - Discontinuités et longueurs de turbulence
- Infrastructure lisible du ring
 - Complexité du système de signalisation
 - Changements de voie

Ces deux critères sont évalués tant pour le ring continu que le ring urbain, le cas échéant. L'évaluation de ces critères sera réalisée pour les 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 au paragraphe 1.2.2, n'est pas considéré.

8.1.1. Infrastructure du ring sûre en matière de sécurité routière

La sécurité du trafic est évaluée par le rapport I/C (degré de saturation) en fonction du nombre de discontinuités et des longueurs de turbulence. Les problèmes sont observés dans 3 domaines :

- Tronçons avec rapports I/C élevés (> 80%) ;
- Tronçons présentant des discontinuités et/ou des longueurs de turbulence qui ne répondent pas aux directives de sécurité routière du VWI, ce qui entraîne des mouvements de trafic sur des distances trop courtes ;
- Les tronçons présentant tant un I/C élevé que des discontinuités / longueurs de turbulence non conformes.

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

8.1.1.1. Zone de Wemmel

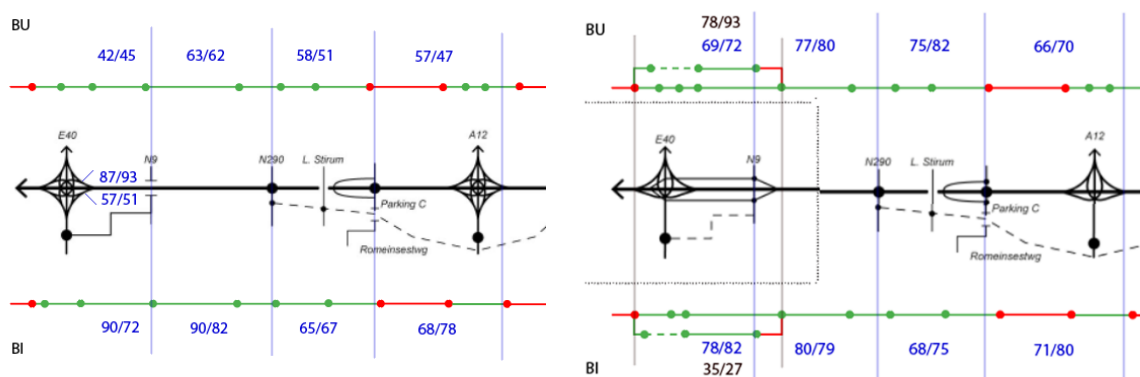


Figure 80 : Rapport I/C alternatives Light, zone de Wemmel (gauche : G1A1, droite : G1A2)

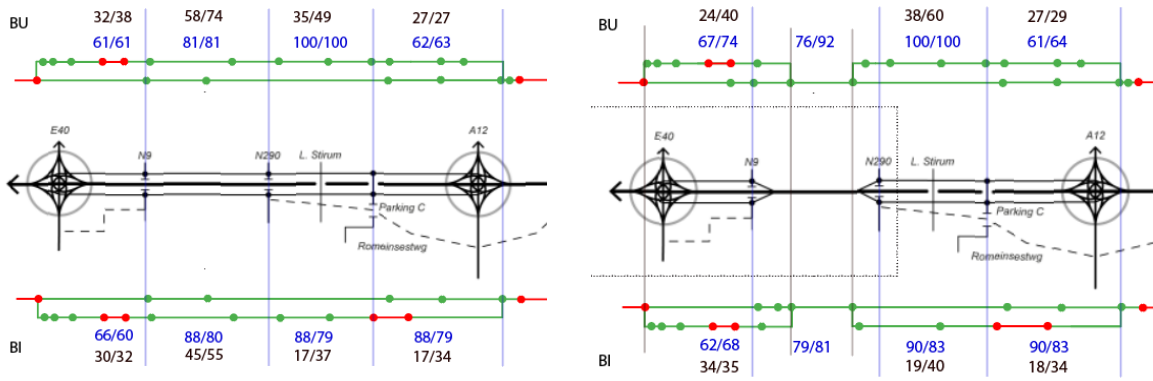


Figure 81 : Rapport I/C Alternatives parallèles, zone de Wemmel (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

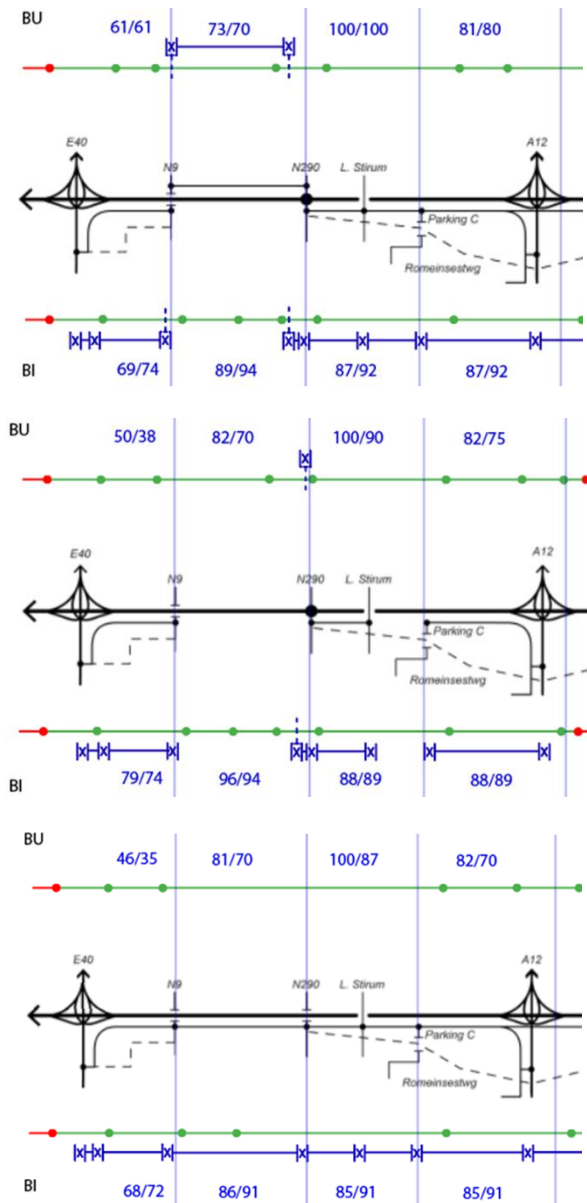


Figure 82 : Rapport I/C Alternatives latérales, zone de Wemmel (en haut : G3A1, au milieu : G3A2, en bas : G3A3)

Pour les **alternatives Light**, on peut déduire que, dans la zone de l'échangeur R0/E40-GB, un rapport I/C élevé est observé pour le ring intérieur et extérieur, même si les directives de VWI pour la conception des autoroutes sont respectées. Cela ne signifie pas automatiquement que le respect des lignes directrices interdit des embouteillages structurels ou une circulation dense. À proximité du Parking-C et de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, on observe que tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes sont inadéquates. L'aspect le plus frappant dans cette zone réside dans le fait que le rapport I/C est proche de la limite de 80%.

Pour les **alternatives parallèles**, on peut déduire que, dans la zone de l'échangeur R0/E40 Grand-Bigard, un rapport I/C élevé est observé tant pour le périphérique intérieur que pour le périphérique extérieur. Ce rapport est plus favorable que pour les alternatives Light. Cela s'explique probablement par la présence d'un véritable ring urbain au-dessus du ring continu dans les alternatives parallèles, ce qui signifie que la capacité totale peut être mieux répartie entre 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 de Laerbeek, tant pour le ring intérieur que pour le périphérique extérieur, constitue un problème en termes de rapport I/C, tant pour la variante Light que pour la variante parallèle. Dans l'ensemble de la zone de Wemmel, le ring urbain présente un rapport I/C acceptable, même avec un plusieurs aménagements routiers qui ne répondent pas aux directives. La zone située autour de De Limburg Stirumlaan sur le ring continu est conçue conformément aux directives actuelles, mais dans cette zone, le rapport I/C du ring intérieur et extérieur excède 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 observe que tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes sont adéquates par rapport aux alternatives Light. L'aspect le plus frappant dans cette zone réside dans le fait que le rapport I/C est toujours proche de la limite de 80%.

Pour les **alternatives latérales**, on peut déduire que, dans la zone de l'échangeur R0/E40-GB, un rapport I/C élevé est observé uniquement au niveau du ring extérieur. La zone du bois de Laerbeek, tant pour le ring intérieur que pour le ring extérieur, constitue un problème en termes de rapport I/C, pour les alternatives Light, parallèles et latérales. La zone située autour de De Limburg Stirumlaan sur le ring continu est conçue conformément aux directives actuelles, mais dans cette zone, le rapport I/C du ring intérieur et extérieur excède la limite. Cette zone peut être considérée comme un problème pour les alternatives latérales et parallèles. Les alternatives Light sont également très proches de la limite, mais moins que les autres groupes. À proximité du Parking-C et de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, on constate que tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes sont satisfaisantes, mais que, dans cette zone, le rapport I/C se rapproche de la limite des 80% dans les 3 groupes.

L'analyse LOS des intersections du système latéral démontre que près de 50 % de toutes les intersections ont un LOS inférieur à D. Cela signifie que le ring urbain du groupe latéral sera très peu fluide, ce qui entraînera une charge supplémentaire sur le réseau routier secondaire. Au niveau de la N290 et de la De Limburg Stirumlaan/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 tous les problèmes/éléments différents susvisés. Alors que, dans le cadre des alternatives parallèles et latérales, le conducteur peut choisir de circuler sur le ring continu ou sur le ring urbain, ce qui implique qu'il ne rencontrera pas tous les problèmes/éléments.

8.1.1.2. Zone de Vilvorde

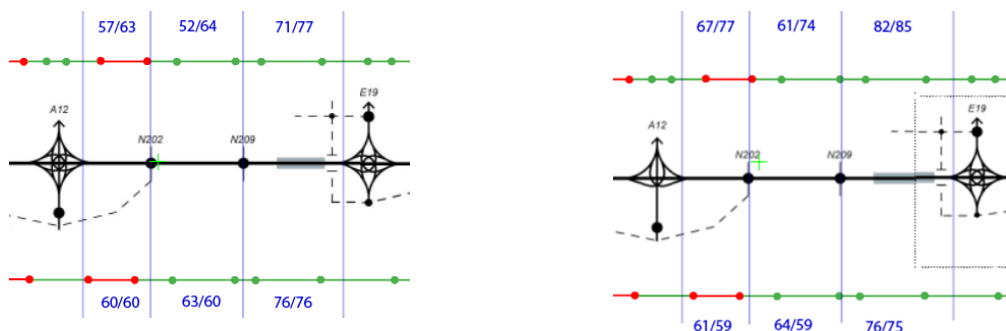


Figure 83 : Rapport I/C alternatives Light, zone de Vilvorde (gauche : G1A1, droite : G1A2)

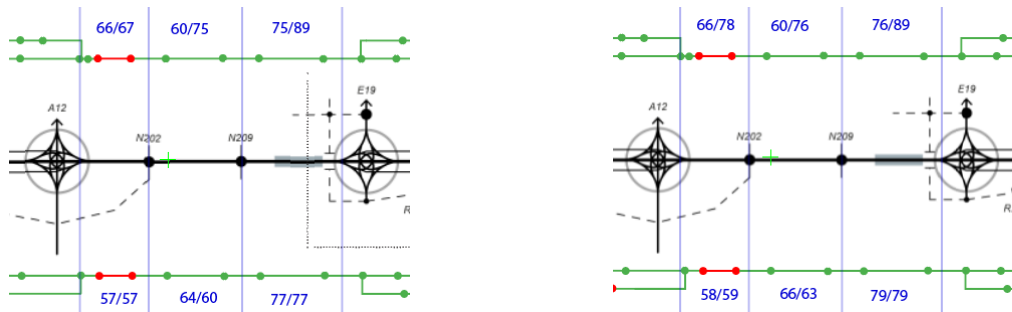


Figure 84 : Rapport I/C Alternatives parallèles, zone de Vilvorde (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

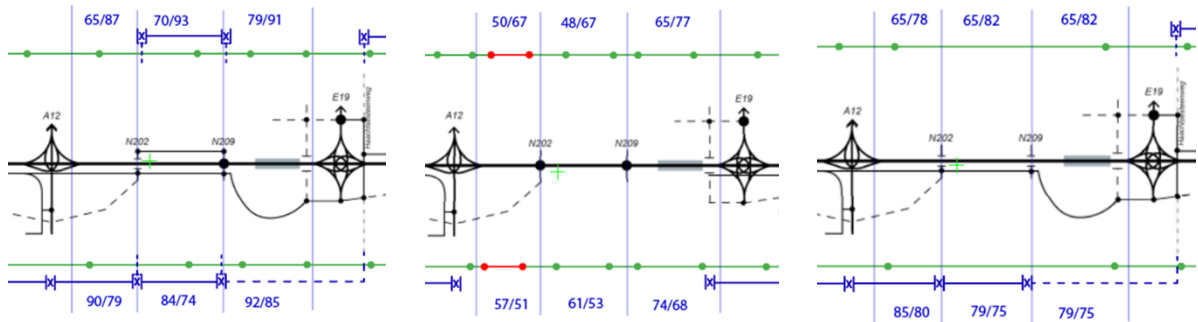


Figure 85 : Rapport I/C Alternatives latérales, zone de Vilvorde (gauche : G3A1, milieu : G3A2, droite : G3A3)

Pour les **alternatives Light**, on peut conclure que, dans la zone de l'échangeur R0/A12 Strombeek-Bever, on observe, tant sur le ring intérieur qu'extérieur, un rapport I/C élevé qui tend vers la limite de 80%. Dans cette zone, les directives du VWI ne sont pas davantage respectées. À proximité du viaduc de Vilvorde, tant les discontinuités que les longueurs de turbulence correspondantes peuvent être considérées comme satisfaisantes. Ce qui est le plus frappant dans cette zone réside dans le fait que le rapport I/C se rapproche de la limite de 80 ou, dans le cas du ring extérieur, dépasse la limite de 80.

Les **alternatives parallèles** dans la zone de Vilvorde ne comportent pas de ring urbain. Cette zone est largement conforme aux alternatives Light avec quelques différences d'I/C mineures.

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 sur le ring intérieur que sur le ring extérieur, qui avoisine ou excède même la limite de 80 % sur le ring intérieur. Une structure latérale est présente dans les deux variantes. L'alternative G3A2 présente un rapport I/C remarquablement plus faible dans cette zone par rapport aux autres alternatives du groupe G3. Dans cette zone, aucune route latérale n'est prévue dans G3A2.

L'analyse LOS des intersections sur le système latéral démontre que presque toutes les intersections affichent un score supérieur à un LOS D. Cela signifie que le flux de trafic sur le ring urbain dans le groupe latéral (s'il existe, alors que tel n'est pas le cas dans G3A2) sera peu affecté. Les intersections se situent également à une distance suffisante les unes des autres. Toutefois, le système latéral dans la zone de Buda utilise l'infrastructure routière existante, ce qui entraînera des effets très défavorables sur le réseau routier secondaire.

8.1.1.3. Zone de Zaventem

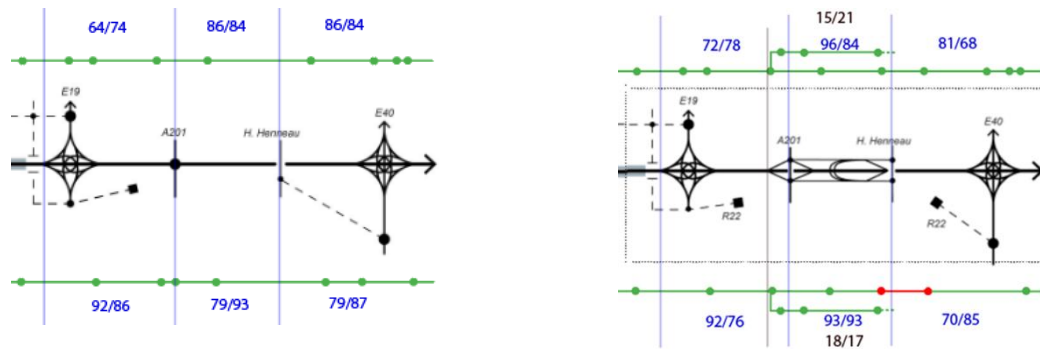


Figure 86 : Rapport I/C alternatives Light, zone de Zaventem (gauche : G1A1, droite : G1A2)

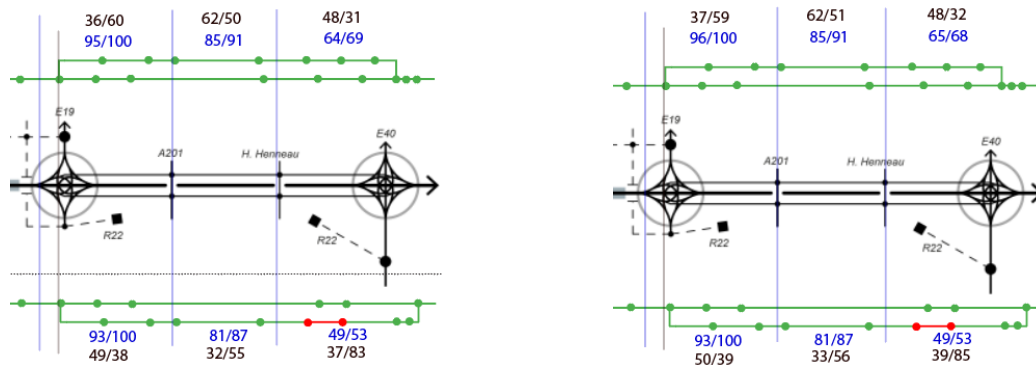


Figure 87 : Rapport I/C Alternatives parallèles, zone de Zaventem (à gauche : G2A1, à droite : G2A2)

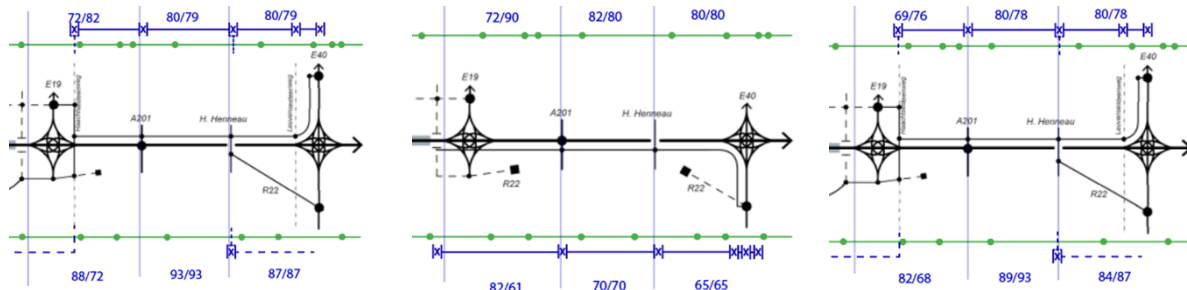


Figure 88 : Rapport I/C Alternatives latérales, zone de Zaventem (gauche : G3A1, milieu : G3A2, droite : G3A3)

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 l'excède même à certains endroits. En général, la zone de Zaventem semble être la plus fréquentée. Toutes les discontinuités et longueurs de turbulence sont conformes aux directives du WVI, à l'exception de la variante G1A2 sur le ring intérieur au niveau de la Hector Henneulaan.

Pour les **alternatives parallèles**, on peut déduire que, dans la zone de Zaventem, le rapport I/C est proche de la limite de 80% sur le ring continu pour l'ensemble de la zone et l'excède même à certains endroits, ce qui correspond aux alternatives Light. La principale différence entre les deux groupes réside dans le fait que, sur le ring intérieur au niveau de la Hector Henneulaan, le rapport I/C diminue dans le groupe parallèle par rapport à celui du groupe Light. Cela est dû au fait qu'il existe deux structures dans les alternatives parallèles sur lesquelles le trafic peut être ventilé. Pour le reste de la zone, le ring urbain est peu perturbé.

Dans cette zone, toutes les **alternatives latérales** respectent les directives du WVI. Dans l'ensemble de la zone, le rapport I/C est proche de la limite de 80% ou l'excède à certains endroits.

L'analyse LOS des intersections sur le système latéral démontre que près de 25% de toutes les intersections ont un LOS inférieur à D. Cependant, presque toutes les intersections sont à une distance suffisante les unes des autres lorsque le système latéral se situe à l'extérieur du R0-Nord (G3A1 et G3A3). Dans la variante G3A2,

au niveau du CR 20 (Crainhem), le ring urbain rejoint l'axe A3/E40 où plusieurs intersections avec le système latéral sont trop proches les unes des autres. Toutefois, ces intersections présentent une analyse LOS favorable. Le ring urbain entre l'échangeur R0/E19 Machelen et le CR 4 (Leopold III-laan) sera le moins fluide dans cette zone, car on y dénombre les intersections avec un mauvais LOS.

8.1.2. Infrastructure lisible du ring

La lisibilité est évaluée en fonction du nombre de changements de voies et de la complexité du système de signalisation. Les changements de voies ont été uniquement analysés pour toutes les alternatives sur la structure RC et non sur la structure RU, car la structure RU est principalement utilisée par le trafic d'origine et de destination ainsi que par le trafic très local. Ce type de trafic doit changer de voie pour rejoindre et sortir de la structure du ring.

8.1.2.1. Zone de Wemmel

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	RC	RU	RC	RU
RT	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voies à 1 endroit * 2 changements de voies Re à 2 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les 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 existe une structure de dégagement (limitée) * La succession rapide des CR 9, 8, 7a, échangeur R0/A1SB et 7 	
G1A1	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voies Ri à 1 endroit * 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * Aucune voie de dégagement 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, le nombre de complexes consécutifs est réduit * Boucle au CR 7a = passer la destination et faire ensuite demi-tour. 	
G1A2	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voies Ri à 1 endroit * 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes 	<ul style="list-style-type: none"> * Les changements de voie sont présents mais ne sont pas analysés 	<ul style="list-style-type: none"> * Boucle au CR 7a = dépasser la destination et faire ensuite demi-tour 	<ul style="list-style-type: none"> * Voie de dégagement entre l'échangeur R0/E40-GB et le CR 10
G2A1	<ul style="list-style-type: none"> * 14 changements de voies Ri à 9 endroits * 16 changements de voies Re à 12 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu 	<ul style="list-style-type: none"> * Les changements de voie sont présents, mais ne sont pas 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 l'ensemble de la zone Wemmel * Se connecter d'abord à la route parallèle pour rejoindre ensuite la structure du ring continu via l'échangeur.

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	RC	RU	RC	RU
G2A2	<ul style="list-style-type: none"> * 14 changements de voies Ri à 9 endroits * 16 changements de voies Re à 12 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu 	<ul style="list-style-type: none"> * Les changements de voie sont présents, mais ne sont pas analysés 	<ul style="list-style-type: none"> * Idem G2A1 * Au niveau du Bois de Laerbeek, la structure parallèle du ring est reliée à la structure continue du ring. 	<ul style="list-style-type: none"> * Pas nécessaire de toujours emprunter la structure parallèle pour desservir un CR
G3A1	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voies Ri à 1 endroit * 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * Chaque zone est dotée d'un CR relié tant à la structure continue que latérale. * Les autres CR seront transformés en croisements au même niveau que le réseau routier secondaire et la structure latérale du ring. 	
G3A2	<ul style="list-style-type: none"> * 3 changements de voies Ri à 2 endroits * 3 changements de voies Re à 2 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * Entre les CR 10 et 9, aucune structure (latérale) locale du ring n'est présente. * Entre les CR 8 et 7a, aucune structure (latérale) locale du ring n'est présente. 	
G3A3	<ul style="list-style-type: none"> * 2 changements de voies Ri à 1 endroit * 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes 		<ul style="list-style-type: none"> * la structure latérale se situe du côté du ring intérieur * aucun CR n'est encore relié à la structure continue du ring 	

Changements de voie

Le nombre de changements de voie dans les alternatives Light est égal à la RT.

Dans les alternatives parallèles, les changements de voie sont nettement plus nombreux que dans la RT ou dans les autres alternatives. Cela résulte de l'échange de trafic entre le ring continu et le système parallèle. L'échange survient essentiellement juste après ou juste avant les échangeurs.

Dans les alternatives latérales, les changements de voie sont moins nombreux que dans toutes les autres alternatives ou RT. Cela résulte du nombre limité d'endroits où des échanges sont possibles entre le trafic sur les voies continues et la voie latérale (cela se produit principalement dans les échangeurs).

Signalisation

La lisibilité dans le domaine de la signalisation augmente grâce au système parallèle et latéral. Cela s'explique par le fait que moins de complexes de raccordement sont directement reliés aux voies de transit du R0-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 RT. Toutes les connexions ne seront pas conservées, ce qui signifie que le nombre de complexes de raccordement est réduit dans cette zone. Dans les alternatives avec un système de dégagement ou latéral, tous les complexes de raccordement demeurent 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	
	RC	RU	RC	RU
RT	Aucun changement de voie		Aucune situation lisible possible. Aucun nœud complexe, ni de succession rapide de CR. La situation est donc lisible.	
G1A1	* 1 changement de voie Ri à 1 endroit * 1 changement de voie Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs R0/E19 - échange entre les autoroutes		Identique à la situation de référence	
G1A2	* 1 changement de voie Ri à 1 endroit * 1 changement de voie Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs R0/E19 - échange entre les autoroutes		Identique à la situation de référence	
G2A1	* 5 changements de voies Ri à 3 endroits * 4 changements de voies Re à 3 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu ²⁹		Identique à la situation de référence	
G2A2	* 5 changements de voies Ri à 3 endroits * 4 changements de voies Re à 3 endroits * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu (<i>voir note de bas de page de G2A1</i>		Identique à la situation de référence	
G3A1	Aucun changement de voie		* Chaque zone est dotée d'un CR relié tant à la structure continue que latérale. * Les autres CR seront transformés en croisements au même niveau que le réseau routier secondaire et la structure latérale du ring.	
G3A2	* 1 changement de voie Ri à 1 endroit * 1 changement de voie Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs R0/E19 - échange entre les autoroutes		Identique à la situation de référence * Aucune structure (latérale) locale du ring n'existe entre les CR 6 & 7.	
G3A3	Aucun changement de voie		* La structure latérale se situe du côté du ring intérieur * aucun CR n'est encore relié à la structure continue du ring	

Changements de voie

Dans les alternatives Light et parallèles, une quatrième voie est ouverte dans la zone de Vilvorde. Dès lors, 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 égal à la RT. Dans les alternatives G2, les changements de voie sont nettement

²⁹ La zone de Vilvorde ne possède aucun système parallèle. Toutefois, l'échange de trafic entre les voies continues et les voies parallèles (des zones de Wemmel et de Zaventem) intervient à l'endroit des échangeurs. Dès lors, des changements de voies sont nécessaires pour accéder ou quitter les voies continues ainsi qu'un changement de voie résultant de la jonction des voies continues et des voies parallèles dans la zone de Vilvorde.

plus nombreux que dans la RT ou dans les autres alternatives. Cela résulte de l'échange de trafic entre le ring continu et le système parallèle. L'échange survient essentiellement juste après ou juste avant les échangeurs. La zone de Vilvorde n'est pas dotée d'un système parallèle, mais l'échange de trafic entre les voies continues et les voies parallèles (des zones de Wemmel et de Zaventem) intervient au niveau des échangeurs et donc, partiellement dans la zone de Vilvorde. Les alternatives G3A1 et G3A3 sont identiques à la RT : pas de changement de voie. Dans le G3A2, un changement de voie est observé. Cela résulte de 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 RT et le BT, on observe l'absence d'échangeurs complexes, de complexes de raccordement qui se succèdent rapidement et de systèmes de dégagement le long du R0-Nord. Cela rend la RT et le BT clairement lisibles pour l'utilisateur de la route. Il en va de même pour la signalisation dans les alternatives G1 et G2 et l'alternative G3A2. Elles ne présentent aucune différence significative par rapport à la RT ou à la BT. La lisibilité augmente par rapport à la situation de référence dans G3A1 lorsque le CR 7 n'est plus directement relié au R0-Nord. Dans G3A3, le CR 6 (Vilvorde-Koningslo) et le CR 7 (Grimbergen) ne sont plus connectés au R0-Nord. Cela augmente encore la lisibilité sur le R0-Nord continu. Dans les variantes G2 et G3, il convient de prêter attention à la lisibilité de la signalisation pour le trafic vers les systèmes parallèles et latéraux, qui interviendra essentiellement dans les échangeurs.

8.1.2.3. Zone de Zaventem

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	RC	RU	RC	RU
RT	* Aucune changement de voie * Au niveau des échangeurs – échange entre les autoroutes		* Bonne lisibilité, structure simplifiée R0 – R22	
G1A1	* 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes		* Bonne lisibilité * La structure parallèle R22 est coupée * En déconnectant le CR 3 du R0, le nombre de complexes consécutifs est réduit	
G1A2	* 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes		* Bonne lisibilité * La structure parallèle R22 est coupée * Trombone CR 3 = passer la destination et faire ensuite demi-tour	
G2A1	* 6 changements de voies Ri à 4 endroits [1] * 7 changements de voies Re à 5 endroits (voir la note de bas de page précédente) * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu		* Plus de connexion directe au réseau routier secondaire dans la zone de Zaventem * Échanges des CR via les voies 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 voies Ri à 4 endroits * 7 changements de voies Re à 5 endroits * voir la note de base dans G2A1 * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes et entre le système parallèle et continu		* Idem G2A1	* Au niveau des échangeurs, la signalisation est difficile en raison de l'échange de la route parallèle avec le ring continu.

	Changements de voie - nombre		Signalisation - complexité	
	RC	RU	RC	RU
G3A1	* 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes		* Chaque zone est dotée d'un CR relié tant à la structure continue que latérale. * Les autres CR seront transformés en croisements au même niveau que le réseau routier secondaire et la structure latérale du ring.	
G3A2	* 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes		* Seul le CR 4 est relié tant à la structure continue que latérale * Le CR 3 sera transformé en un croisement au même niveau que le réseau routier secondaire et la structure latérale.	
G3A3	* 2 changements de voies Re à 1 endroit * Au niveau des échangeurs - échange entre les autoroutes		* La structure latérale se situe du côté du ring extérieur et le R22 fait partie de la structure latérale. * Sur l'E40, tant à partir de Bruxelles que de Louvain, la route latérale peut être atteinte sans transiter par l'échangeur E40/R0 (mais cela n'est pas appliqué de manière cohérente dans les autres échangeurs). * Le CR 4 est le seul CR du R0-Nord connecté à la voie latérale et au ring continu.	

Changements de voie

Le nombre de changements de voies dans les alternatives G1 est plus élevé dans la RT, car 2 changements de voies doivent être effectués après l'échangeur R0/E40. Dans les alternatives G2, les changements de voie sont nettement plus nombreux que dans la RT et les autres variantes, en raison de l'échange de trafic entre le ring et le système parallèle. L'échange survient essentiellement juste après ou juste avant les échangeurs. Les changements de voie dans les alternatives G3 ont lieu au même endroit que dans les alternatives G1. Seul un échange limité entre le trafic sur le ring continu et la route latérale est constaté. Cela est essentiellement observé dans les échangeurs et dans la zone au niveau du CR 4 (Leopold III-laan).

Signalisation

La lisibilité en termes de signalisation diminue en raison du 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 elles ne se raccordent pas toutes directement au R0-Nord continu. La déconnexion du R22 dans la plupart des alternatives a un impact positif sur la lisibilité.

8.1.3. Conclusion des alternatives en termes de lisibilité

8.1.3.1. Alternatives Light

Le groupe Light se caractérise par la réunion du trafic local et du trafic de transit sur une seule structure routière, à savoir le ring continu. En mélangeant le trafic local et de transit, l'autoroute est beaucoup plus "perturbée" en raison du trafic entrant et sortant se trouvant 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 dégagement s'étend sur une très courte distance, ce qui peut engendrer une utilisation abusive.

Par rapport à la situation de référence, les deux alternatives Light apportent une amélioration. La sécurité routière s'améliore, tant au niveau de la proportion de 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, alors qu'elle s'améliore dans G1A1.

L'alternative G1A1 obtient généralement de meilleurs résultats parmi les alternatives Light. Cela est partiellement dû à l'élimination des complexes de raccordement, qui engendrent la congestion de certains axes du réseau routier secondaire, mais qui ont un effet positif sur la structure autoroutière, qui est également évaluée dans ce rapport.

8.1.3.2. Alternatives parallèles

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

Un effet positif important de la présence d'une structure parallèle réside dans le fait qu'une alternative est disponible pour éviter un engorgement complet du réseau en cas d'incidents graves. Grâce à cette robustesse, une partie du trafic peut encore être absorbée en cas d'accidents. En cas de catastrophe, cela aura également un effet positif indirect sur le réseau routier secondaire, car le trafic (dont la capacité est plus limitée) pourra demeurer 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 au niveau des échangeurs se connecte avec le ring continu, la lisibilité du groupe parallèle est moins bonne que dans la situation de référence.

Les rapports I/C sur le ring urbain démontrent que les structures parallèles peuvent encore absorber des flux de trafic plus importants. La plus grande proportion de discontinuités et de longueurs de turbulence se trouve sur le ring urbain. L'inverse est vrai pour le ring continu, avec moins de discontinuités et de longueurs de turbulence, mais avec des rapports I/C plus élevés. Il en ressort que les flux de trafic les plus importants (ceux du ring principal) rencontrent le plus petit nombre de situations dangereuses, ce qui n'est que positif pour la sécurité routière. Cela est également vrai pour le ring urbain, où les situations dangereuses sont plus nombreuses (mais encore peu nombreuses), mais où les flux de circulation sont moins importants et à une vitesse plus faible.

La différence entre G2A1 et G2A2 ne se situe qu'au niveau de la zone de Wemmel où la variante G2A2 connecte le ring le périphérique urbain avec le ring continu au niveau du Bois de Laerbeek. Ainsi, le trafic peut choisir d'utiliser le ring urbain même entre les échangeurs, ce qui nuit à la lisibilité, car une signalisation différente est nécessaire pour chaque zone. Dès lors, l'alternative G2A1 du groupe parallèle est la meilleure en termes de sécurité routière.

8.1.3.3. Alternatives latérales

La structure latérale se compose également de deux structures routières comme dans le groupe parallèle, mais où le ring urbain assume une intégration locale plutôt urbaine. Ainsi, seuls des carrefours subsistent en lieu et place des bretelles d'accès et de sortie du ring urbain (comme dans G2). En fonction de l'alternative, un maximum d'un complexe de raccordement par zone sera relié tant au ring continu (en utilisant les bretelles d'accès et de sortie) qu'à la ville (en utilisant les intersections). Si le traitement de ces intersections était compromis, le trafic serait 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 urbain, avec en moyenne 1 intersection sur 3 sur le ring urbain ayant un LOS inférieur à D. En raison de la faible 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 au ring principal. Toutefois, le ring urbain ne se situe pas de manière cohérente d'un côté du ring continu ; dans G3A1, la structure latérale change même deux fois de côté, ce qui nuit à la lisibilité. Dès lors, on peut conclure que le groupe latéral ne présente aucune amélioration de la sécurité routière par rapport à la situation de référence.

La G3A3 apparaît comme la meilleure alternative au sein du groupe latéral, car le ring urbain se prolonge sur l'ensemble du tracé du R0-Nord et n'a qu'un seul échangeur avec le ring continu. Toutefois, près de la moitié des tronçons routiers présents sur le ring continu présentent des rapports I/C inacceptables et G3A2 obtient les meilleurs résultats. Dans G3A2, le ring urbain est très fragmenté, ce qui se traduit par une mauvaise lisibilité, mais également par une moins bonne desserte des intersections sur le système latéral. Dès lors, G3A3 continue de prévaloir au sein 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 - voies urbaines)

Le nombre de raccordements sur le R0-Nord reste identique, qu'il s'agisse d'un échangeur à quatre ou à trois bras (en combinaison avec un complexe de raccordement vers Bruxelles). La qualité de la connexion dans un échangeur à trois bras est inférieure à celle d'un échangeur à quatre bras. Certaines connexions seront désormais facilitées via des jonctions à niveau en lieu et place des croisements dénivelés. Une remarque importante porte sur le fait que, à ces intersections, seuls les usagers qui sont également autorisés à circuler sur l'autoroute sont présents. Toutefois, les modèles indiquent que les différences d'intensité 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 au 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 que tous les échangeurs doivent présenter la même configuration et non un mélange d'échangeurs à trois et quatre bras comme dans certaines des alternatives de base au sein des alternatives Light et latérales.

8.2.2. Profil longitudinal relié aux ponts paysagers minimum et maximum

Les modifications du profil longitudinal n'auront qu'un très léger impact sur les paramètres tels que les rapports I/C, les discontinuités et la lisibilité. Si le taux de décélération des camions est trop élevé, cela peut entraîner des embouteillages et des situations dangereuses. Si ce problème peut être résolu en concevant un profil longitudinal agréable, cela améliorera la sécurité routière.

8.2.3. Modification de la localisation des complexes de raccordement

Un changement d'emplacement d'un complexe de raccordement peut améliorer la sécurité du trafic si 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 R0-Nord, il sera impossible de déplacer les complexes de raccordement de plusieurs kilomètres, mais plutôt de plusieurs centaines de mètres. Dès lors, la signalisation de l'infrastructure du ring ne subira pas de changements majeurs, seule la connexion au réseau routier secondaire pourra éventuellement changer. Il conviendra de procéder à un examen au cas par cas pour déterminer si elle est bénéfique ou non pour la sécurité du trafic.

8.2.4. Réduction d'une voie sur la structure continue

La réduction de la capacité autoroutière augmentera les rapports I/C (pour les mêmes intensités). Cette situation est préjudiciable à la sécurité routière, car elle entraînera davantage d'embouteillages et augmentera considérablement le risque d'accidents. Toutefois, le trafic recherche toujours la voie la plus facile, celle 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 ce dernier est indisponible, vers le réseau routier secondaire. En cas de réduction de voie, la voie la plus à gauche sera supprimée. Chaque direction sur le ring de transit est réduite d'une voie et comme cela est fait sur l'ensemble du parcours, le nombre de discontinuités reste le même. Cependant, une réduction de voie aura un impact sur la longueur de turbulence nécessaire d'une voie d'entrecroisement. Vu la réduction du nombre de voies, les voies d'entrecroisement peuvent être plus petites. Étant donné que l'augmentation des rapports I/C l'emporte sur quelques longueurs de turbulence qui peuvent être réduites, la réduction des voies sur le ring traversant 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 la voiture et les camions est suffisamment importante. Cette différence de vitesse entre le trafic des voitures et celui des camions est nécessaire car, à la même vitesse, des difficultés peuvent survenir pour atteindre certaines sorties. Les camions (sur la voie de droite) peuvent créer un effet caravane, rendant difficile la sortie du périphérique pour les automobilistes. Dès lors, 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 du VWI peuvent être plus facilement suivies, le nombre de véhicules qu'une autoroute peut absorber augmentera, et la réduction de la vitesse des poids lourds aura moins d'effets négatifs, et la lisibilité (systèmes de signalisation) des structures présentes sera améliorée. Mais l'effet le plus important d'une réduction de la vitesse implique 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 EISR CYCLE 2

Quelques ajouts et réflexions devant être pris en compte lors de la rédaction de l'EISR Cycle 2 sont fournis ci-dessous.

9.1. Données sur les accidents dans la situation existante spécifique pour le R0-Nord

Les données actuellement disponibles ne permettent pas encore d'appréhender la situation spécifique de la zone de planification concernée du R0-Nord. Les données supplémentaires permettront de mieux comprendre les circonstances (météo, lieu, heure, ...), la vitesse, le type de blessés, le type de véhicule(s), En cartographiant ces données spécifiquement pour le R0-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.

- Actuellement, nous disposons déjà de certaines données fournies par le Département de la mobilité et des travaux publics. Très récemment, les données d'accidents de la Police fédérale ont été mises à disposition, ce qui a permis de les analyser en profondeur dans le Cycle 2 afin de formuler des conclusions concluantes.

9.2. Configuration et lisibilité des échangeurs

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

Une configuration importante à évaluer plus avant est l'échangeur à trois bras avec complexe de raccordement vers Bruxelles, où il existe des passages au même niveau (comme aux complexes d'entrée/de sortie), où, par exemple, le recul, la réduction de la vitesse et le risque d'accident de ces croisements au même niveau doivent être cartographiés.

9.3. Changements de voie

9.3.1. Afin de demeurer sur la structure continue

L'analyse des changements de voie pour demeurer sur la structure continue a clairement démontré que, pour les alternatives parallèles, le nombre de changements de voie était 3 à 4 fois plus élevé que pour les autres alternatives. Ces résultats de l'EISR Cycle 1 seront autant que possible intégrés 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 connaissance du nombre total de changements de voie par alternative peut conduire à une meilleure estimation du risque d'accident. Les changements de voies des camions sont également importants, mais il convient 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 qu'urbaine, doit être conforme aux directives applicables aux routes principales européennes et flamandes. Cela peut entraîner une différence entre la vitesse de conception 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 sur le ring continu de 100 km/h à 70 km/h a été prise en compte. Toutefois, l'étude réalisée en 2015 par le Centre flamand de la circulation démontre que lorsque la limite de vitesse est fixée à 80 km/h, le trafic des poids lourds se mêle davantage au trafic de passagers. Il est donc important de réévaluer la réduction de la vitesse à 70 km/h et de savoir 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 plus haut, il convient d'examiner l'interaction entre le trafic automobile et de poids lourds sur le ring continu. Si aucune différence de vitesse n'est observée entre le trafic des voitures et de camions, un effet de caravane peut être créé par le trafic des camions, empêchant le trafic des voitures d'emprunter une sortie particulière. Quelles sont les proportions du trafic de voitures et de poids lourds sur le ring urbain ? Si une différence de vitesse est nécessaire, comment sera-t-elle comparée entre le trafic des voitures et des camions ?

10. ANNEXE

10.1. Contrôle des alternatives de pente longitudinale (SIMVRA+)

Actuellement, il existe deux profils longitudinaux pour les différentes alternatives. Des variantes sont possibles pour les 7 alternatives. Elles peuvent, selon la variante, avoir ou non un impact sur l'analyse de la décélération. L'analyse des deux profils longitudinaux est décrite au paragraphe 6.1.8. Mais nous présentons d'abord les résultats du profil longitudinal existant, dont les conclusions sont fournies au paragraphe 4.3.

10.1.1. Profil longitudinal existant (BT et RT)

10.1.1.1. Ring intérieur

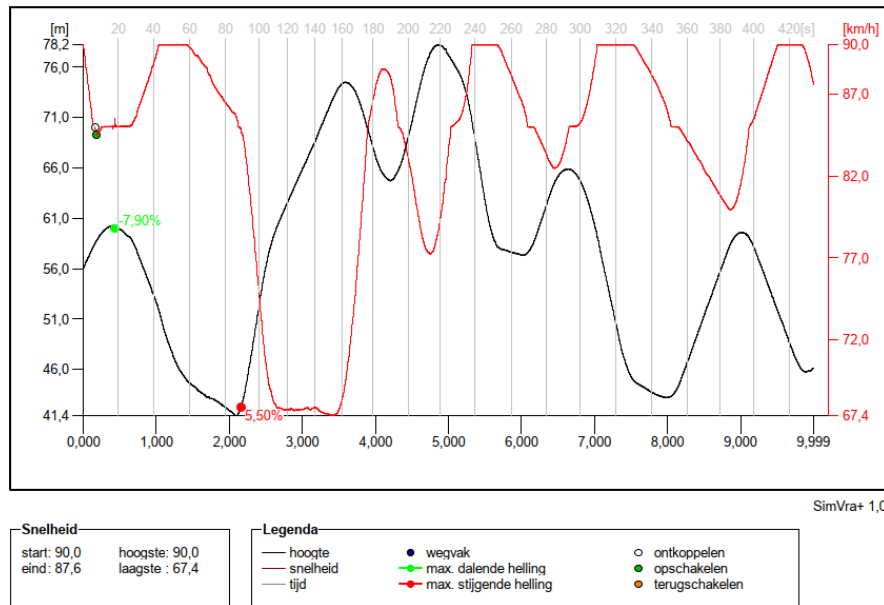


Figure 89 : SimVra+ Ri, profil longitudinal existant (0,00 km-9,99 km)

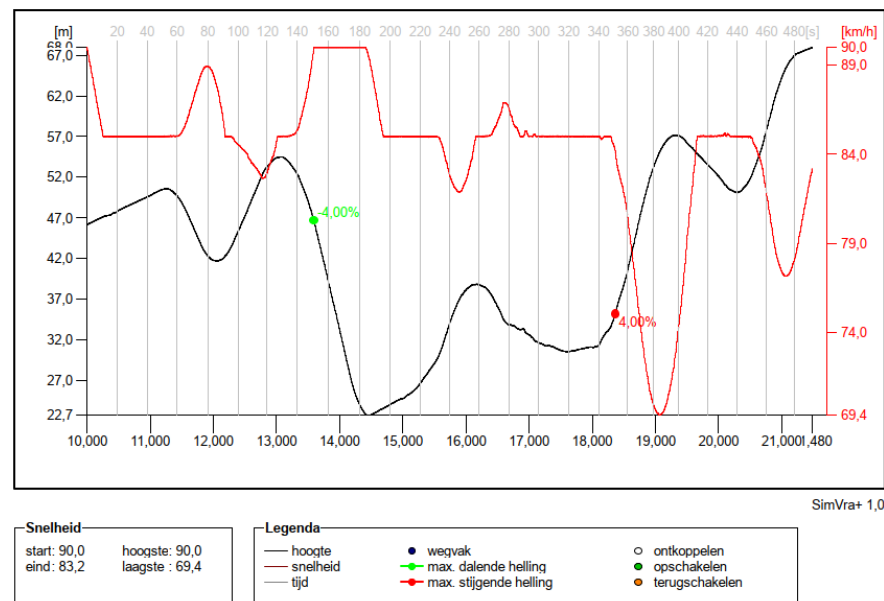
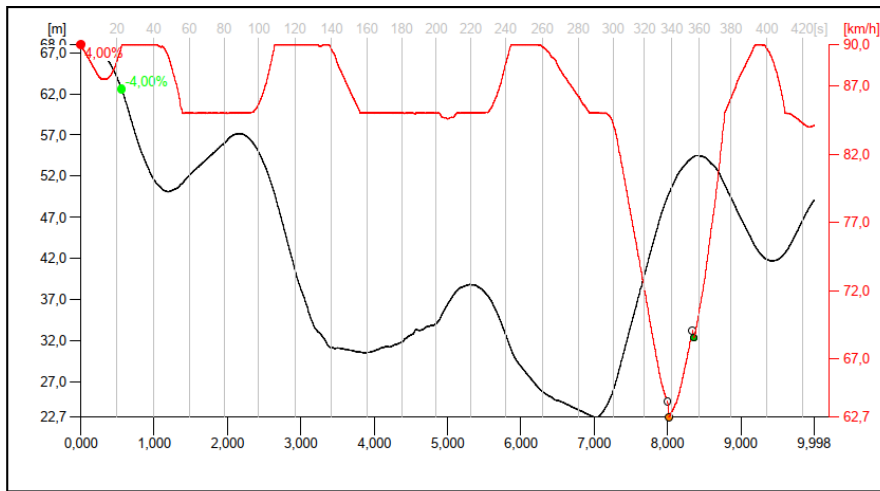


Figure 90 : SimVra+ Ri, profil longitudinal existant (10,00 km-21,48 km)

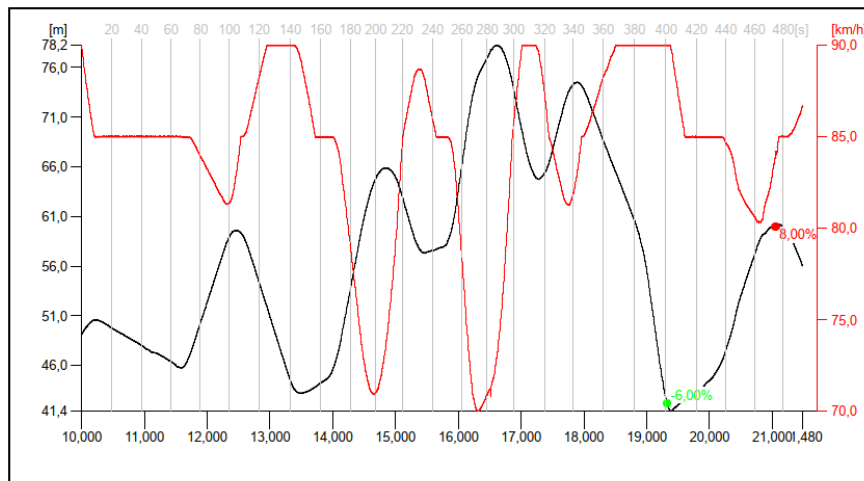
10.1.1.2. Ring extérieur



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+ Re, profil longitudinal 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+ Re, profil longitudinal existant (10,00km-21,48km)

10.1.2. Profil longitudinal optimisé (alternatives Cycle 1)

10.1.2.1. Ring intérieure

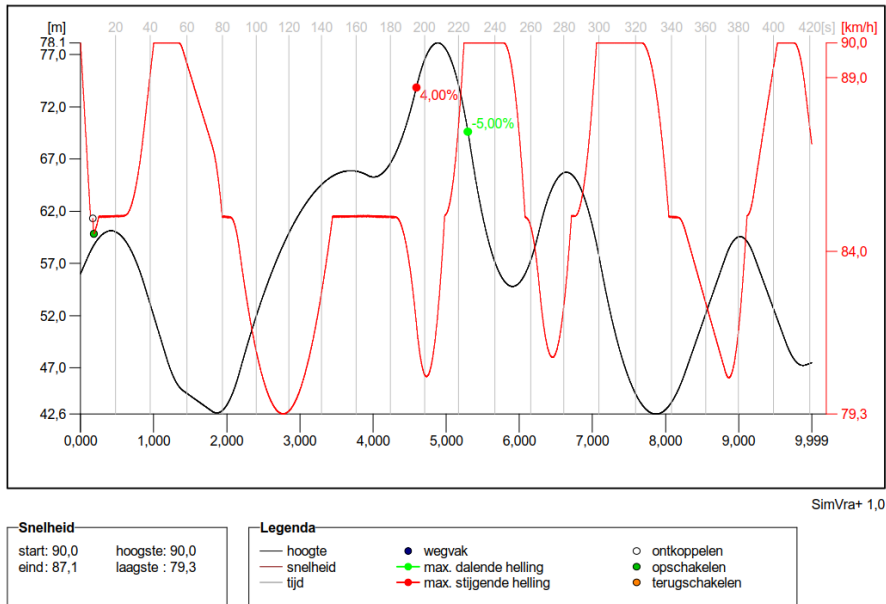


Figure 93 : SimVra+ Ri, profil longitudinal optimisé (0,00 km-9,99 km)

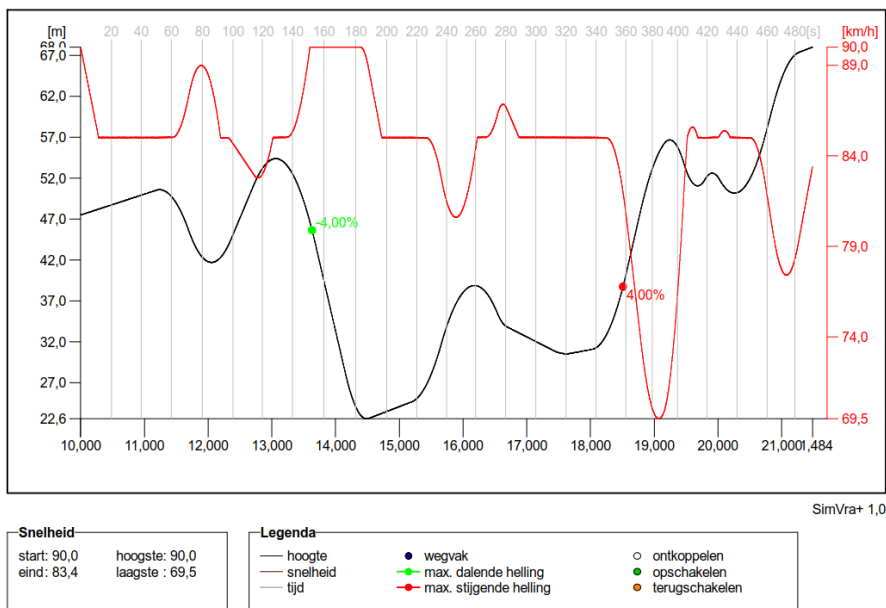


Figure 94 : SimVra+ Ri, profil longitudinal optimisé (10,00 km-21,48 km)

La réduction de la vitesse sur le ring intérieure avec le profil longitudinal optimisé est supérieure à 20 km/h au niveau de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (la vitesse chute à 69 km/h).

10.1.2.2. Ring extérieure

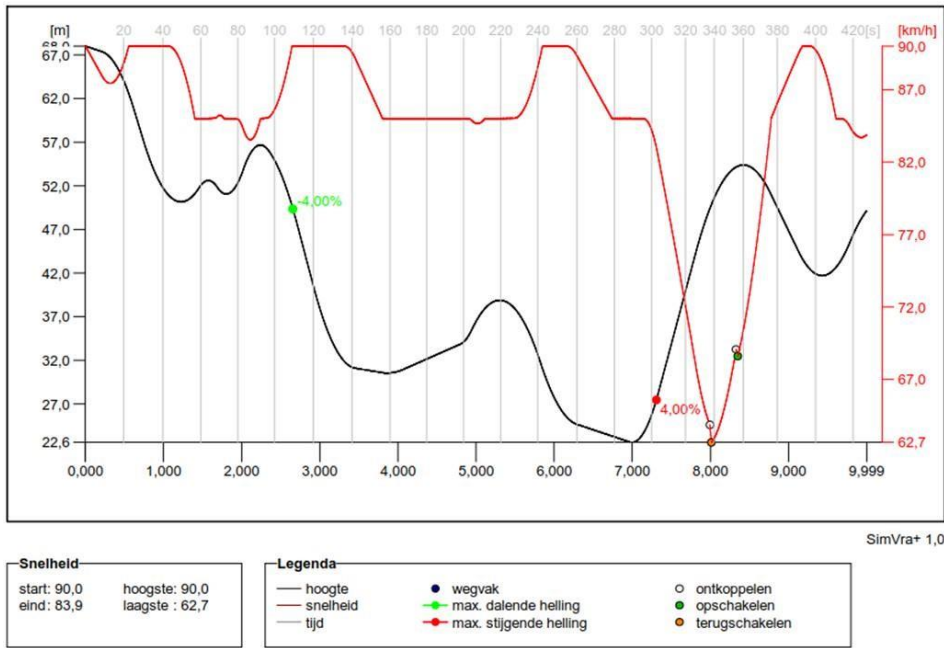


Figure 95 : SimVra+ Re, profil longitudinal optimisé (0,00 km-9,99 km)

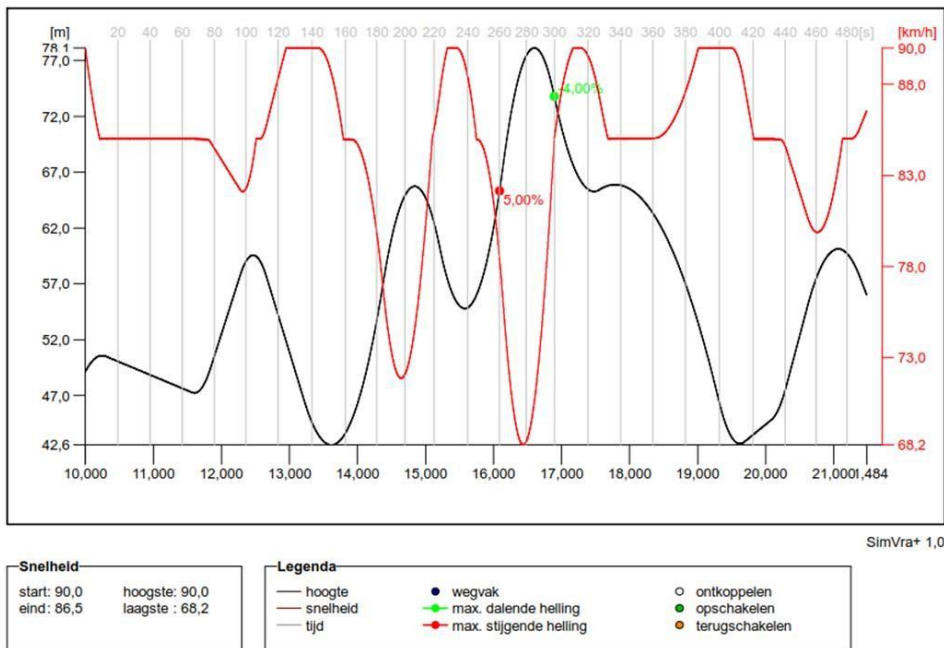


Figure 96 : SimVra+ Re, profil longitudinal optimisé (10,00 km-21,48 km)

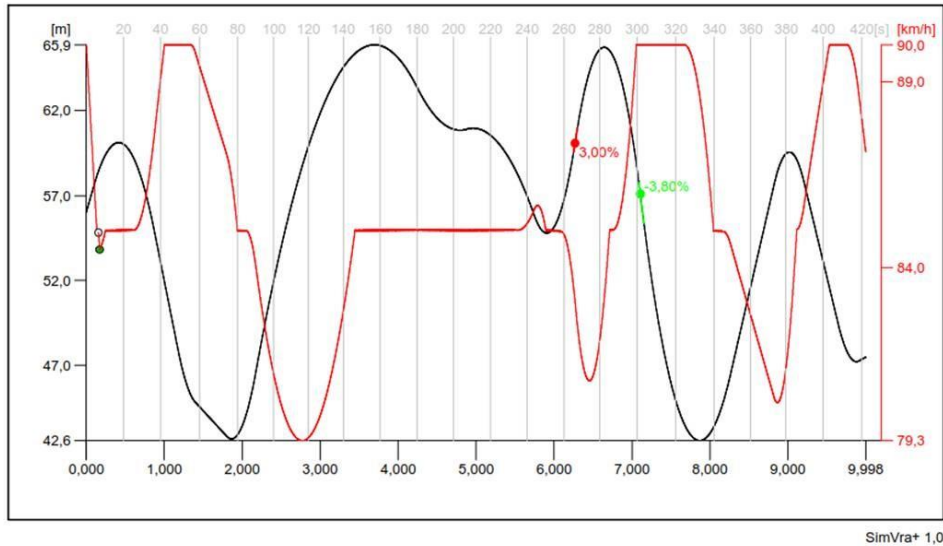
La réduction de vitesse sur le ring extérieur avec le profil longitudinal optimisé est supérieure à 20km/h au niveau du viaduc de Vilvorde (la vitesse chute à 62 km/h)³⁰ et de la K. Astridlaan (la vitesse chute à 68 km/h).

³⁰ Cette décélération est admise étant donné que la limite de vitesse est fixée à 70 km/h sur le viaduc de Vilvorde pour le trafic de plus de 3,5 tonnes.

10.1.3. Profil longitudinal abaissé (variante)

dans la zone de Wemmel, le profil longitudinal abaissé diffère du profil longitudinal optimisé. Les zones de Vilvorde et Zaventem demeurent identiques pour ce qui concerne les deux profils longitudinaux. L'analyse SimVra+ ne diffère donc que pour la partie 1 du ring intérieur et la partie 2 du ring extérieur par rapport à l'analyse du profil longitudinal optimisé.

10.1.3.1. Ring intérieure



Snelheid		Legenda		
start: 90,0	hoogste: 90,0	— hoogte	● wegvak	○ ontkoppelen
eind: 87,1	laagste: 79,3	— snelheid	— max. dalende helling	● opschakelen
		— tijd	— max. stijgende helling	● terugschakelen

Figure 97 : SimVra+ Ri, profil longitudinal abaissé (0,00 km-9,99 km)

La partie 2 du ring intérieur (10,00km-21,48km : de l'Albert I-laan à l'Alfons Lenaertsstraat) est la même pour le profil longitudinal abaissé et le profil longitudinal optimisé. (Voir Figure 94)

La réduction de la vitesse sur le ring intérieur avec le profil longitudinal abaissé est supérieure à 20 km/h au niveau de l'échangeur R0/E40 Woluwe-Saint-Étienne (la vitesse chute à 69 km/h).

10.1.3.2. Ring extérieur

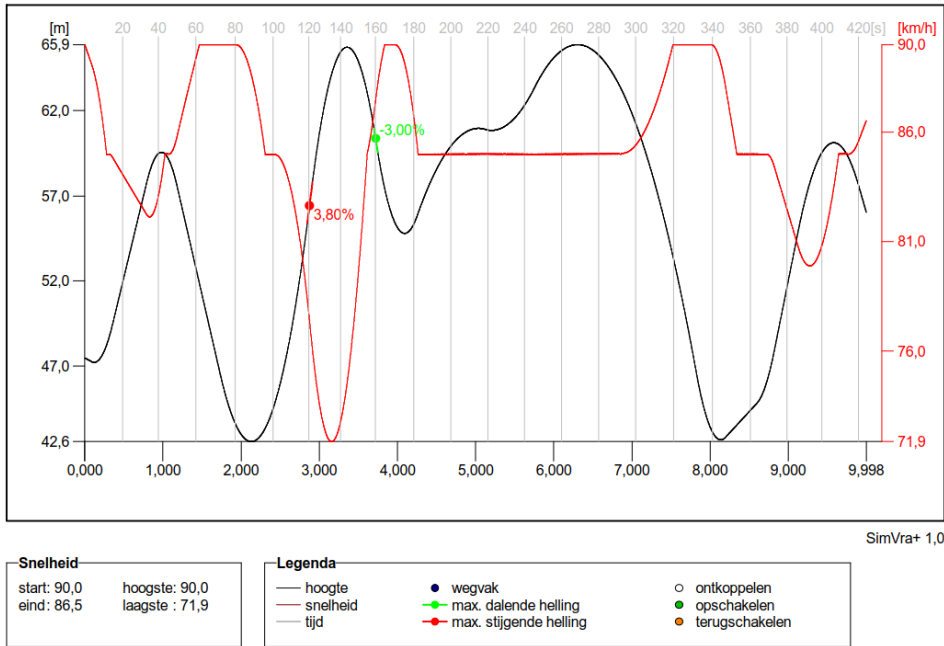


Figure 98: SimVra+ Re, profil longitudinal abaissé (10,00km-21,48km)

La partie 1 du ring extérieur (0,00km-9,99 km : de l'Alfons Lenaertsstraat à la Tyraslaan) est la même pour le profil longitudinal abaissé et le profil longitudinal optimisé. (Voir Figure 95)

La réduction de vitesse sur le ring extérieur avec le profil longitudinal abaissé est supérieure à 20km/h au niveau du viaduc de Vilvorde (la vitesse chute à 62 km/h)³¹.

³¹ Cette décélération est admise étant donné que la limite de vitesse est fixée à 70 km/h sur le viaduc de Vilvorde pour le trafic de plus de 3,5 tonnes.

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

Les figures ci-dessous illustrent les rapports I/C actuels par tronçon routier pour la situation existante, 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 présentée dans les chapitres précédents.

Le code couleur des tronçons routiers correspond aux rapports I/C respectifs.

10.2.1. Situation existante

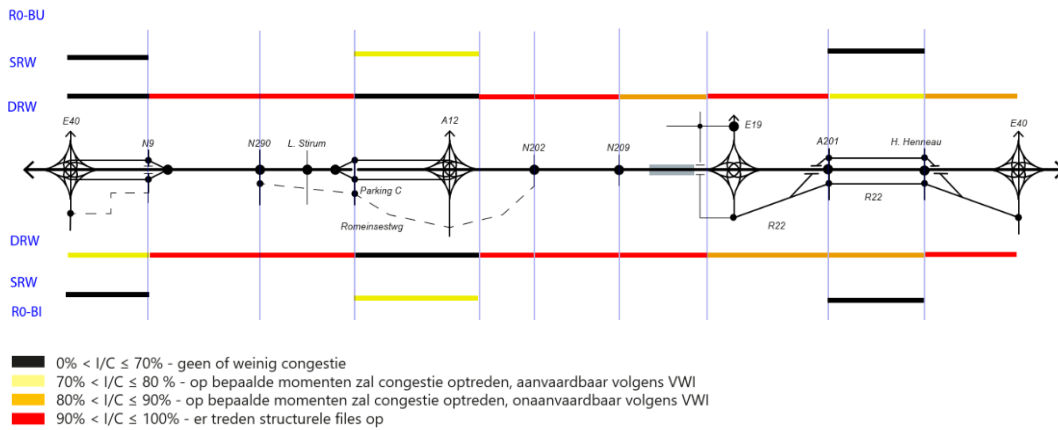


Figure 99 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers dans la situation existante - ASP

10.2.2. Situation de référence

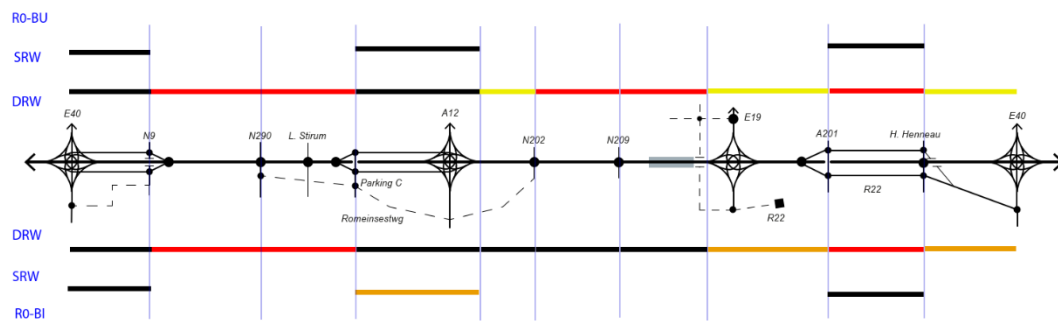


Figure 100 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers dans la situation de référence - ASP

10.2.3. G1A1

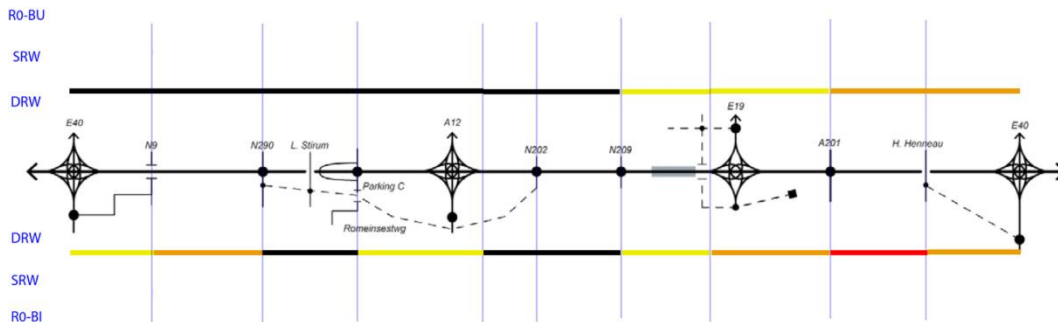


Figure 101 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G1A1 - ASP

10.2.4. G1A2

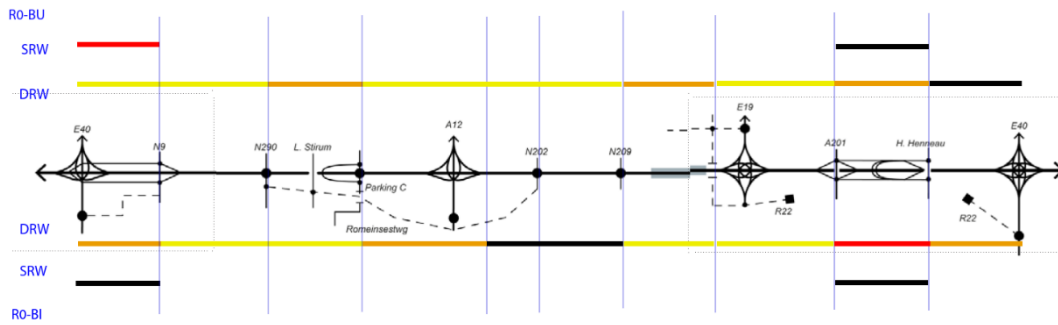


Figure 102 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G1A2 - ASP

10.2.5. G2A1

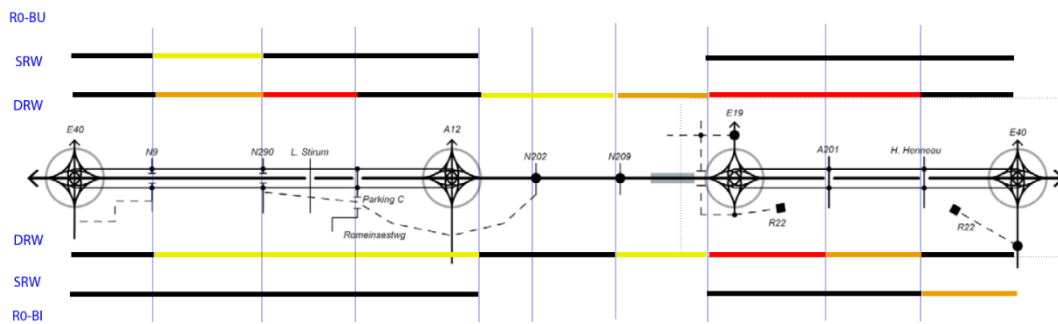


Figure 103 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G2A1 - ASP

10.2.6. G2A2

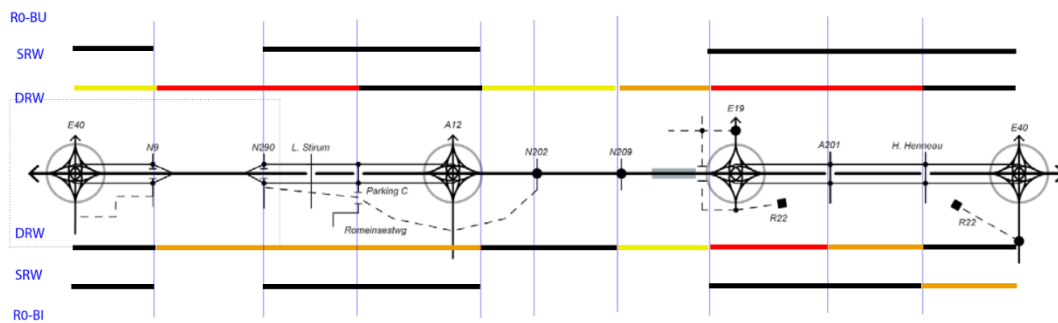


Figure 104 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G2A2 - ASP

10.2.7. G3A1

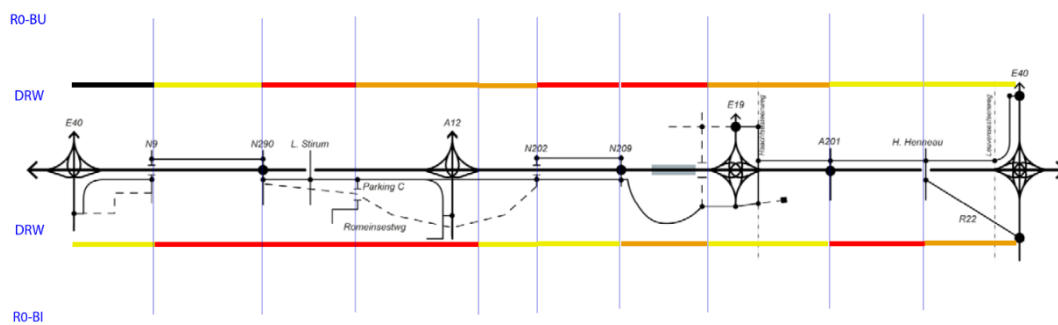


Figure 105 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A1 - ASP

10.2.8. G3A2

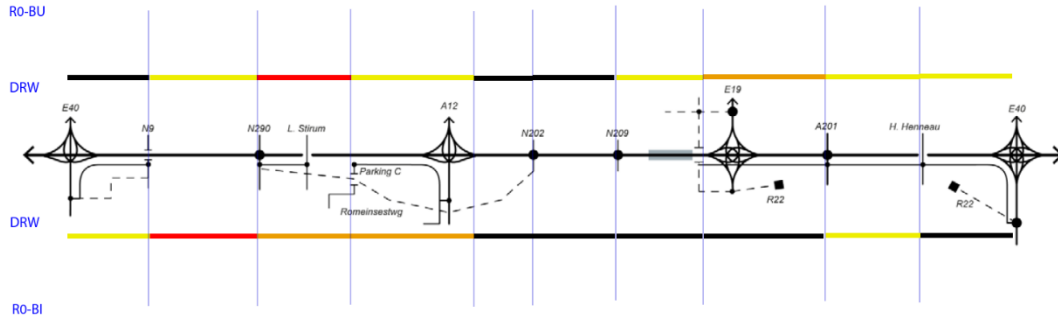


Figure 106 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A2 - ASP

10.2.9. G3A3

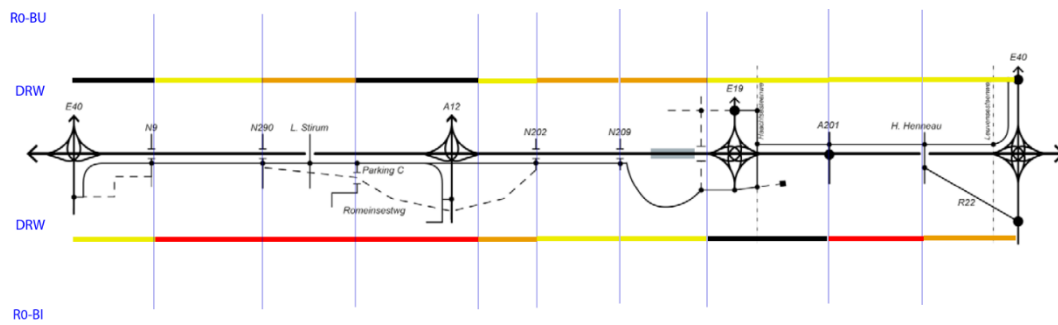


Figure 107 : Visualisation du rapport I/C des tronçons routiers G3A3 - ASP