



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

Note d'orientation 2 - Annexe 10

Résultats de l'Analyse Coûts-Avantages sociaux du cycle 1



Vlaamse
overheid



DEPARTEMENT
OMGEVING



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



Ce document est l'annexe 8 à la note d'orientation 2 pour le PESR « Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord »

Cette annexe contient les '**Résultats de l'Analyse Coûts-Avantages sociaux 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 partie 1
- Annexe 5. Étude des variantes raisonnables du cycle 1
- Annexe 6. Esquisses spatiales conceptuelles du cycle 1
- Annexe 7. Description de la situation de référence
- Annexe 8. Résultats de l'étude d'incidence environnementale du cycle 1
- Annexe 9. Résultats du Rapport de Sécurité Spatiale du cycle 1
- **Annexe 10. Résultats de l'Analyse Coûts-Avantages sociaux du 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. Esquisses de conception spatiale du cycle 2

Analyse coûts-avantages sociaux

CYCLE 1

Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord

pour :

De Werkvennootschap

Botanic Tower

Boulevard Saint-Lazare 4-10

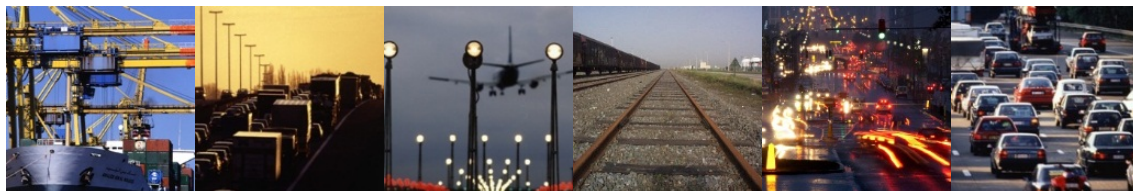
1210 Bruxelles

2 avril 2021

Griet De Ceuster

avec la collaboration de :

Eef Delhaye, Stef Tourwé, Stef Proost



Transport & Mobility Leuven
Diestsesteenweg 57
3010 Leuven
Belgium
www.tmlleuven.be

Table des matières

Table des matières	1
1 Introduction	4
2 Méthode.....	7
2.1 Qu'est-ce qu'une ACAS ?.....	7
2.2 Méthode	8
2.3 Effets considérés.....	9
2.4 Hypothèses	10
3 Alternatives de plan, alternative de base et développements exogènes.....	14
3.1 Développements exogènes pertinents (scénario de fond)	14
3.2 Alternative de base.....	16
3.3 Alternatives de plan	17
4 Coûts d'investissement et d'entretien	26
4.1 Introduction.....	26
4.2 Coûts d'investissement.....	27
4.3 Coûts d'entretien et de remplacement.....	34
4.4 Valeur résiduelle	44
5 Effets directs sur le transport.....	45
5.1 Quels sont les effets directs ?	45
5.2 Effets sur les volumes et les vitesses de circulation.....	46
5.3 Monétisation.....	83
5.4 Résultats du trafic passagers	87
5.5 Résultats du trafic de poids lourds.....	88
6 Effets directs	90
6.1 Méthode	90
6.2 Effets sur le travail, les loisirs et l'agglomération en 2030	91

6.3	Résultat.....	94
7	Effets externes- trafic.....	97
7.1	Introduction.....	97
7.2	Accidents de la circulation	97
7.3	Accidents avec d'autres modes de transport.....	114
7.4	Avantages pour la santé des modes de transport actifs.....	115
8	Effets externes - émissions	118
8.1	Introduction.....	118
8.2	Qualité de l'air.....	118
8.3	Émissions de CO ₂ dues au trafic.....	122
8.4	Ajustement des droits d'accise.....	124
8.5	Émissions de CO ₂ dues à la production de ciment.....	125
8.6	Stockage de CO ₂ dans le sol	127
8.7	Stockage du CO ₂ par la capture et la création d'espaces verts.....	130
8.8	Bruit.....	134
8.9	Vibrations.....	141
9	Effets externes - habitabilité.....	143
9.1	Introduction.....	143
9.2	Fonction agricole	143
9.3	Fonction activité commerciale	146
9.4	Fonction habitat.....	149
9.5	Fonction loisirs.....	162
9.6	Valeurs du patrimoine culturel-historique et architectural.....	176
9.7	Archéologie.....	181
10	Effets externes - nature.....	182
10.1	Introduction.....	182
10.2	Gestion de l'eau.....	184

10.3	Perturbation du sol	194
10.4	Pollution de l'eau et du sol.....	196
10.5	Eutrophisation.....	198
10.6	Modification de l'écotope par la reprise et la création d'espaces verts	201
10.7	Changement de l'écotope dû à la fragmentation et à l'effet de barrière	211
10.8	Perturbation du calme et de la lumière.....	213
11	Conclusions	215
11.1	Pondération des coûts et des avantages	215
11.2	Risques et incertitudes.....	220

1 Introduction

En bref

Le but ultime de ce travail est de réaliser une ACAS détaillée du plan « Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) – partie Nord ».

Contexte

Le Ring de Bruxelles (R0) est **une vieille infrastructure obsolète**. Ses différentes sections ont été construites progressivement. Le premier tronçon de route, entre Strombeek-Bever et Grand-Bigard, a été ouvert en 1958 à l'occasion de l'EXPO 58. Au vu de sa période de construction, le Ring est fortement axé sur les voitures, monopolise quasi tout l'espace au-dessus ou sous la chaussée, exclut les autres usagers de la route et forme de plus en plus une **barrière**. En ce qui concerne la sécurité routière, l'infrastructure n'a pas été construite conformément aux règles actuelles. En outre, le fonctionnement du Ring n'est pas adapté aux volumes de trafic actuels. Cette route constitue une artère importante vers et depuis Bruxelles, mais aussi pour le trafic autour de Bruxelles. Aujourd'hui, le Ring est quotidiennement encombré, y compris en dehors des heures de pointe et le week-end. En outre, des accidents se produisent régulièrement, ce qui ajoute à la congestion. Cela entraîne à son tour un trafic de contournement et une diminution de la **qualité de vie** dans les communes environnantes.

Le gouvernement flamand veut agir à ce sujet depuis un certain temps et diverses solutions ont déjà été étudiées par le passé. Outre le réaménagement de la zone du plan du Ring autour de Bruxelles (R0) entre les échangeurs de Grand-Bigard et de Woluwé-Saint-Étienne, le programme « Travaux sur le Ring » concerne également plusieurs voies cyclables rapides et lignes de tram (et bus) du Brabantnet, entre autres. Comme déjà décrit dans la note d'orientation¹ :

« Pour le plan de « Réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord », les 4 objectifs suivants sont proposés. Pour les différentes alternatives et variantes sélectionnées et pour lesquelles les analyses d'impact sont réalisées, la mesure dans laquelle elles répondent à chacun de ces objectifs de planification sera précisée.

- Le réaménagement d'infrastructures anciennes et obsolètes sur la base du principe de la séparation du trafic de transit et du trafic local pour arriver à une infrastructure plus lisible et plus logique et à une **infrastructure routière plus sûre avec moins d'incidents et une meilleure fluidité du trafic**.
- **Accroître la viabilité** autour du R0 en tenant compte des aspects de la qualité de vie dans l'environnement tels que le bruit, l'air, la santé, le climat, la biodiversité, l'eau, etc. Dans les centres-villages avoisinants, nous visons, entre autres, la réduction du trafic de contournement grâce au réaménagement du R0.

¹ Pour une description plus détaillée des objectifs du plan, veuillez vous référer à la note d'orientation du 28/06/2019 (paragraphe 3.1.3, page 131). Pour connaître les motifs du projet de plan, veuillez vous référer au paragraphe 2.5.

- Lors du réaménagement du R0, un certain **potentiel de circulation cyclable et de transport public** sera également développé au-dessus, sous et le long du R0. Les traversées et les passages souterrains seront rendus plus sûrs et multimodaux, et des liaisons et/ou des mesures supplémentaires visant une plus grande fluidité de la circulation pour les usagers doux et les transports en commun seront prévues. L'effet de barrière du Ring pour les piétons, les cyclistes et les transports en commun sera réduit afin d'accroître ainsi l'accessibilité multimodale de la région.
- Dans toute la zone du plan, des **efforts seront fournis au niveau de l'intégration paysagère** de l'infrastructure dans l'environnement (tant le R0 que les routes secondaires) afin de réduire l'effet de barrière spatiale et paysagère du Ring, d'améliorer ainsi la viabilité dans le voisinage immédiat et de contribuer à la restauration et au renforcement des liaisons vertes, bleues et écologiques. Cela réduira l'effet de barrière du Ring, non seulement pour les humains, mais aussi pour la flore et la faune. »

En plus de ces 4 objectifs du plan, 2 objectifs généraux ont également été fixés :

« En tant qu'objectif général, qui reste d'actualité, nous proposons un rapport coûts-bénéfices socialement responsable. En effet, une autorité doit toujours tenir compte du rapport coûts-bénéfices sociaux des plans et projets. En revanche, les aspects économiques ne sont pas pris en compte dans l'évaluation environnementale. Les alternatives seront examinées dans diverses études d'impact, y compris une analyse coûts-avantages sociaux (ACAS). Avec les autres analyses d'impact (RIE du plan, RSS), cette étude servira de base au choix final de l'alternative privilégiée. Le projet, lié à la réalisation concrète d'un projet, et donc les éventuelles alternatives (d'aménagement) doivent répondre aux objectifs de planification et à cet objectif général. »

Ce programme est mis en œuvre par De Werkvennootschap. La société De Werkvennootschap a été créée par le Gouvernement flamand en vue de coordonner les efforts des différents acteurs flamands dans le domaine de la mobilité et de mener à bien des grands travaux d'infrastructure tels que le Ring de manière rapide et intégrée.

Place dans le processus

Le réaménagement du R0-Nord, depuis l'échangeur R0 x E40 à Grand-Bigard jusqu'à l'échangeur R0 x E40 à Woluwé-Saint-Étienne inclus, sera considéré dans son ensemble en vue de l'élaboration d'un nouveau plan d'exécution spatial régional (PESR) afin d'intégrer les modifications nécessaires aux plans de zonage pour ce réaménagement spatial. À cette fin, un processus de planification intégrée (PPI) a été lancé en mai 2018. Une vision globale de la mobilité et de l'intégration spatiale sera formée, après quoi le projet sera élaboré de manière plus concrète.

Ce PPI se déroulera en plusieurs phases. Nous sommes actuellement dans la phase d'orientation. À la suite de la vaste consultation sur la note de démarrage (2018), des alternatives et des variantes ont été élaborées pour le réaménagement du R0-Nord. À la mi-2019, ce travail d'étude a abouti à 7 alternatives raisonnablement distinctes, et à un certain nombre de variantes - qui peuvent être appliquées à n'importe laquelle des alternatives. Ces alternatives et variantes sont décrites dans la note d'orientation (datée du 28/06/2019). Sur la base de la note d'orientation, un certain nombre d'études ont été lancées, dont cette analyse coûts-bénéfices sociaux. D'autres études se déroulent simultanément : le Rapport d'impact environnemental du plan (RIE du plan), le Rapport de sécurité spatiale (RSS), l'Étude d'impact sur la sécurité du trafic (EIST) et le future

proof screening. Quoi qu'il en soit, toutes ces études sont guidées et soutenues par la recherche en matière de conception menée au sein de De Werkvennootschap.

Les différentes alternatives et variantes sont examinées quant à leurs effets. Grâce aux connaissances et à la perspicacité de ces évaluations d'impact et à la poursuite de la recherche sur la conception, il est possible de voir si une alternative raisonnable supplémentaire et/ou une alternative puzzle peuvent être ajoutées à l'étude, et si les alternatives raisonnables actuellement envisagées peuvent être optimisées davantage. Cela conduira le cas échéant à une « cycle 2 » dans cette phase d'orientation. Dans ce deuxième cycle, les mesures d'atténuation proposées seront également traitées afin de pouvoir poursuivre l'étude vers une alternative préférée et l'élaboration d'un avant-projet de PESR correspondant. Les alternatives (ou un certain nombre d'entre elles) dont les effets seront examinés au cours du deuxième cycle feront à nouveau - comme dans ce premier cycle - l'objet d'une étude de conception, d'un RIE du plan, d'un RSS, d'une EIST, d'un future proof screening et d'une (mise à jour de cette) ACAS.

2 Méthode

2.1 Qu'est-ce qu'une ACAS ?

Une ACAS compare systématiquement les coûts et les avantages sociaux associés à un plan ou à un projet. Le terme « social » indique que les coûts et les avantages sont analysés du point de vue de la société. Les effets financiers ne sont donc pas les seuls à être analysés. Les éléments ayant une valeur pour la société tels que l'environnement, la sécurité, la fiabilité, le paysage, etc. sont également pris en compte.

Il s'agit, d'une part, d'effets monétisés (coûts de transport, coûts d'investissement, etc.) et, d'autre part, d'effets pour lesquels il n'existe pas de prix du marché (environnement, paysage, temps de parcours, etc.), mais qui sont (ou peuvent être) évalués en termes monétaires à des fins de comparaison. L'ACAS ne couvre donc pas uniquement les effets financiers et économiques. Contrairement à l'analyse financière qui se concentre uniquement sur les flux financiers (dépenses et recettes) et vérifie si un investissement est financièrement viable du point de vue du gestionnaire.

L'ACAS détermine donc la valeur économique du plan ou du projet pour l'ensemble de la société, de telle sorte qu'elle représente l'équilibre de tous les avantages et coûts sociaux. Les résultats de l'ACAS permettent, d'une part, d'évaluer la valeur sociale des alternatives et de les classer sur la base de cette valeur, et, d'autre part, d'évaluer si le plan a une signification sociale (à savoir que la valeur sociale de l'alternative préférée finale doit être positive).

Notez qu'il s'agit de coûts et d'avantages pour la société (les humains). Les coûts et les avantages pour la nature sont partiellement inclus, sous la forme du bien-être que la nature peut apporter aux personnes (par exemple, un cadre de vie agréable et sain).

Le résultat d'une ACAS est un aperçu des différents effets dans le temps. Ces titres sont convertis (« actualisés ») à leur valeur actuelle. Par exemple, les différents effets qui se produisent à différents moments peuvent être additionnés pour calculer le bénéfice net pour la société.

Une ACAS compare toujours une ou plusieurs alternatives de plan avec l'alternative de base. L'alternative de base repose sur la situation existante, y compris toute politique de transport déjà décidée (selon la DG Région). La méthode flamande adopte une vision un peu plus large et tient compte, en plus de la politique décidée, de la politique non décidée, mais qui serait nécessaire si le plan ou le projet ne devait pas se réaliser. Il s'agit donc des investissements minimums requis.

L'alternative de base² et les alternatives de plan sont examinées par rapport à un contexte, également appelé scénario de fond. Cela concerne, par exemple, la répartition modale supposée dans le futur (2030 et au-delà) et la croissance économique (faible/élevée) ou les politiques incertaines (par exemple, la tarification routière pour les voitures particulières).

² Dans le RIE, ce système est appelé l'alternative de référence.

Dans toutes les méthodes, il est suggéré d'effectuer une analyse de sensibilité sur les paramètres et hypothèses clés tels que les coûts, les évaluations, les politiques. Les effets future proof pourraient également être inclus dans une analyse de sensibilité.

2.2 Méthode

Une ACAS détaillée prenant en compte les quatre objectifs du plan

Une ACAS peut être établie de différentes manières. On peut distinguer trois grands types d'ACAS :

- Une ACAS à analyse rapide dans laquelle des hypothèses étayées sont formulées et donnent une indication de l'ampleur des effets par rapport aux coûts. Seuls les coûts et les avantages les plus importants sont quantifiés.
- Une ACAS des chiffres clés, dans laquelle la méthode ACAS est utilisée, mais pour laquelle les informations sur les effets et l'ampleur des effets sont estimées sur la base de chiffres clés provenant d'autres études.
- Dans une ACAS complète, tous les effets sont exprimés en termes monétaires dans la mesure du possible. Une ACAS complète est donc généralement basée sur des études d'alternatives, d'effets et de scénarios menées spécifiquement pour ce plan, ce projet ou cette mesure politique.

Compte tenu de la taille du plan, des différents éléments (infrastructures routières, transports publics, liaisons cyclables, aménagements paysagers), de la place occupée dans le processus, entre autres, une ACAS complète est la plus appropriée. Il est important que les objectifs du plan soient reflétés dans l'ACAS. Pour cela, il est toutefois nécessaire d'aller au-delà de la méthode standard. Par exemple, la méthode standard ne tient pas encore compte des effets positifs des modes actifs tels que le vélo. Elle recommande également l'explorateur de valeurs naturelles comme méthode d'évaluation des paysages, mais dans la pratique, ce n'est pas une solution simple.

Cohérence des directives européennes

Pour un projet comme celui-ci, on peut demander des subventions à l'INEA³ dans le cadre de l'appel à projets CEF. Une ACAS fait partie des documents à introduire dans le cadre d'une telle demande. Les directives de l'INEA permettent l'utilisation de directives nationales. Bien qu'ils encouragent vivement l'utilisation des lignes directrices de la DG Région⁴ (2014). En général, la méthode standard est assez cohérente avec ces lignes directrices, malgré un certain nombre de différences telles que l'utilisation des prix fictifs et le taux d'actualisation utilisé.

Nous allons donc apporter un certain nombre d'ajustements à la méthode standard afin d'accroître la cohérence. Cela ne veut pas dire que nous allons adopter entièrement les lignes directrices de la DG Région. Par exemple, la DG Région reconnaît les effets sur la nature, le paysage, les loisirs, etc. comme des effets externes, mais ne les inclut pas systématiquement dans

³ Agence exécutive pour l'innovation et les réseaux

⁴ Direction générale de la politique régionale et urbaine

l'ACAS. Compte tenu des objectifs de ce plan et des sensibilités des personnes concernées, nous les incluons néanmoins.

Récapitulatif

Compte tenu de la structure de cette étude, nous nous baserons d'abord sur les lignes directrices et les étapes visées dans la Méthode standard pour l'ACAS des travaux d'infrastructure de transport - Ligne directrice générale, le complément : Projets d'infrastructure pour le transport terrestre de marchandises (route, rail et navigation intérieure) et le Guide des chiffres clés. La méthodologie standard flamande est donc utilisée comme ligne directrice générale, mais des ajustements seront apportés si nécessaire. Ces changements sont provoqués, par exemple, par :

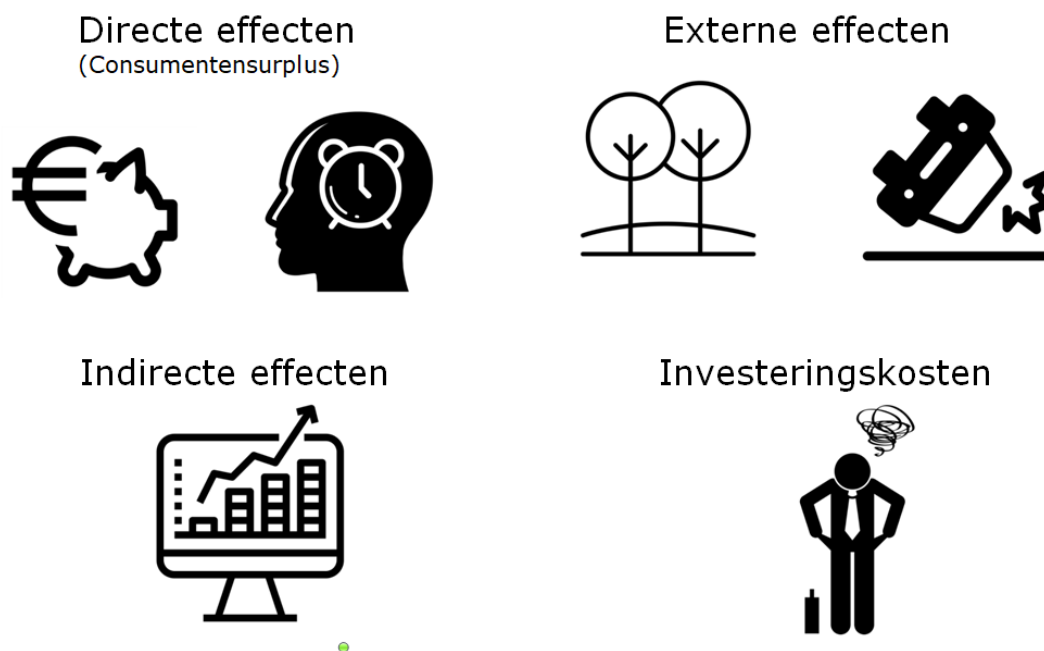
- La mise à jour des données existantes ;
- L'ajout d'informations manquantes (par ex., évaluation des avantages des modes actifs) ;
- Renforcer la cohérence avec les lignes directrices de la DG Région.

L'ACAS n'est pas isolée. Des contributions importantes proviennent des composantes techniques et environnementales (RIE) de cette étude. En outre, les prévisions de trafic (modélisation du modèle de trafic régional version 4.2.1) constituent l'apport le plus important.

2.3 Effets considérés

Dans le cadre d'une ACAS, les différences possibles entre l'alternative de base et les alternatives de plan⁵ sont identifiées. Ces différences constituent les effets du plan qui sont quantifiés et évalués. En général, les effets pertinents du projet peuvent être divisés en quatre groupes.

Figure 1 Effets du plan ACAS (traitement propre⁶)



⁵ La description de l'alternative de base et des alternatives de plan se trouve dans le chapitre 3 suivant.

⁶ Icônes : creative commons « the noun project ».

Les **coûts**. Il s'agit de la différence afférente aux coûts d'investissement, aux coûts d'entretien et de gestion, aux coûts de conception et d'étude, aux coûts du tourisme et des loisirs, aux coûts des mesures d'atténuation, etc. entre l'alternative de base et l'alternative de plan. Dans ce cadre, nous tenons explicitement compte des informations provenant des parties techniques de l'étude et des mesures d'atténuation proposées dans le projet de RIE du plan cycle 1.

Les avantages sont répartis en trois groupes :

Les **effets directs** sur le système de transport résultent des différences de coûts (temps et monétaires) du transport et des flux de transport dans l'alternative de base et les alternatives de plan sur l'infrastructure concernée. En ce qui concerne les effets directs, nous attendons donc les éléments suivants :

- Gain de temps pour les voitures (tant sur le ring que sur le réseau routier secondaire), les camions (idem) et les usagers des transports en commun et des liaisons cyclables.
- Les effets sur les coûts monétaires tels que le réaménagement entraînent des modifications dans les distances parcourues.

Les **effets indirects** sont les effets qui se produisent à l'extérieur du plan. Il s'agit essentiellement de l'impact sur les recettes publiques et les effets économiques plus larges (PIB et emploi).

Les **effets externes** sont les effets sur l'environnement (riverains, nature, agriculture, etc.) pour lesquels aucune compensation n'est prévue dans les investissements. En fin de compte, la société dans son ensemble paie. Il s'agit notamment :

- Des effets externes de l'adaptation des infrastructures (occupation de terrain, nuisances visuelles, perte de la nature si elle n'est pas compensée (obligatoirement), mais également gains possibles en termes de valeur architecturale, d'expérience, de loisirs, etc.)
- Les effets externes pendant les travaux
- Les effets externes les flux de transport
 - Les émissions (qualité de l'air et changement climatique),
 - le bruit et les vibrations ;
 - la sécurité routière.

Le résultat consiste en une liste des effets du plan, regroupés selon la catégorisation ci-dessus (effets directs, externes, indirects, coûts). Cette liste d'effets constitue un apport de données pour la structure principale du tableau de l'ACAS dans le dernier chapitre.

2.4 Hypothèses

2.4.1 Horizon

Dans cette ACAS, un horizon infini a été utilisé. Autrement dit, nous calculons les avantages et les coûts dans un avenir infini (perpétuité). Dans la pratique, l'actualisation fera rapidement tomber les coûts et les bénéfices à zéro, après environ 50 ans pour la plupart des postes. Un horizon de 30 ans serait trop court, et même 50 ans peuvent être un peu courts si des coûts et des avantages importants sont attendus par la suite et si le taux d'actualisation est relativement faible. C'est le cas des coûts de maintenance, examinés plus en détail dans le chapitre 4.3.4.

2.4.2 Niveau de prix 2020

L'année de référence pour les prix et les coûts est 2020.

Le cas échéant, ces chiffres sont convertis en prix de 2020 sur la base de l'indice des prix à la consommation du tableau suivant.

Tableau 1: Indice des prix à la consommation. Source : <https://statbel.fgov.be/fr/themes/prix-la-consommation/indice-des-prix-la-consommation>

2013	100
2014	100.34
2015	100.9
2016	102.89
2017	105.08
2018	107.24
2019	108.78
2020 (jusqu'en mars)	109.64

2.4.3 Taux d'actualisation de l'année de base 2020

L'année de base utilisée pour l'actualisation est 2020. Cela signifie que tous les coûts et avantages des années futures sont recalculés comme s'ils se produisaient en 2020.

2.4.4 Taux d'actualisation

Nous utilisons le concept de valeur nette actualisée, car les coûts et les avantages d'un projet sont rarement précisément les mêmes dans le temps. Afin de pouvoir comparer correctement les coûts et les avantages, les coûts et les avantages prévus dans une ACAS sont calculés à partir d'une année de base.

Cela signifie que nous tenons compte du fait que les avantages qui ne se produisent qu'à long terme ont moins de poids que ceux de l'année en cours. Cela reflète, d'une part, le fait que les ressources que nous investissons maintenant dans ce plan ne peuvent pas être utilisées pour d'autres plans d'investissement et, d'autre part, le fait que nous préférons bénéficier des avantages des ressources (économies) maintenant plutôt que dans le futur.

Le calcul des coûts et avantages futurs par rapport à l'année de base est appelé actualisation. Dans l'ACAS, le coût (hors inflation) futur est calculé avec un pourcentage annuel fixe. Ce pourcentage est le taux d'actualisation social. La « valeur actualisée » est un autre terme qui désigne la valeur des coûts et des avantages (futurs) du plan au cours de l'année de base.

Pour le calcul de la valeur nette actualisée, nous utilisons dans un premier temps un taux d'actualisation de 3%, comme le prescrit également la DG Région, et tel qu'appliqué actuellement par l'INEA. Comme le prescrit également la méthode standard, cela fait aussi partie de l'analyse de sensibilité et nous avons utilisé les 4 %, la valeur proposée dans la méthodologie standard en tant que taux d'actualisation.

Une analyse de sensibilité alternative a été réalisée pour le taux d'actualisation dans le chapitre 11.2.

2.4.5 Zone d'étude

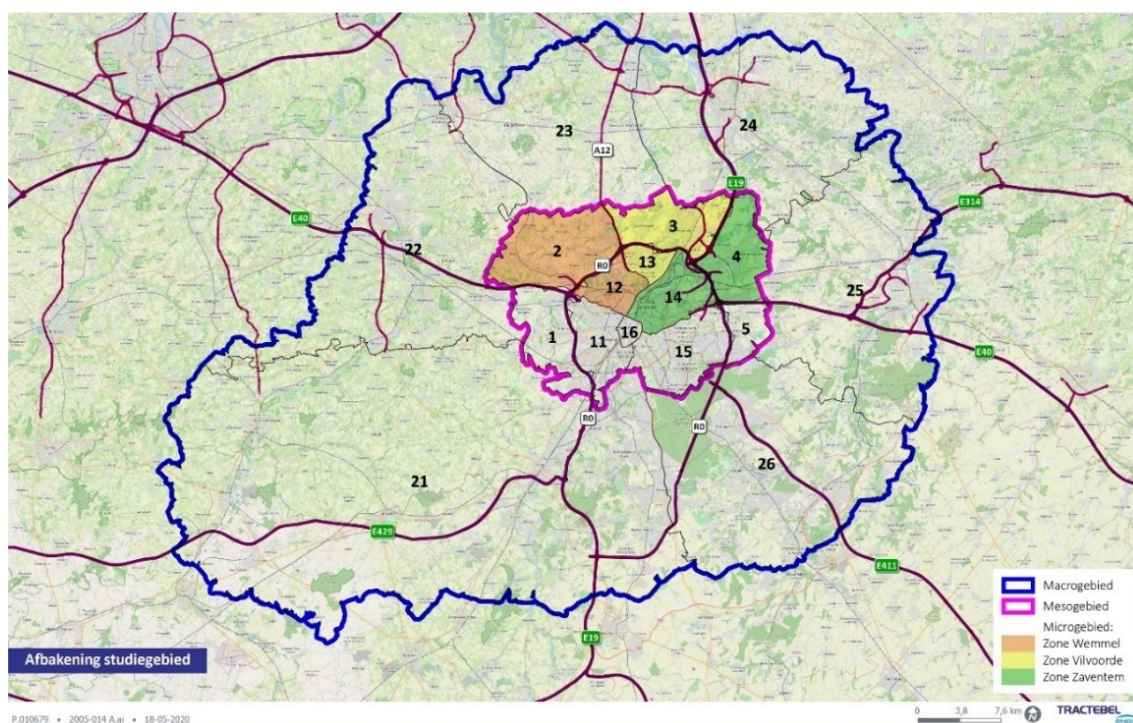
L'ACAS a été établie pour la zone d'étude présentée dans la figure ci-dessous. Cette zone d'étude comprend 17 sous-zones et correspond à la zone d'étude « à grande échelle » du Projet de RIE du plan cycle 1.

Nous évaluons donc les effets dans la zone où se produisent les effets les plus importants, comme tel doit être le cas dans une ACAS.

Un certain nombre d'effets sont appelés sous-zones :

- Sous-zone de Wemmel : zones 2 et 12
- Sous-zone de Vilvorde : zones 3 et 13
- Sous-zone de Zaventem : zones 4 et 14

Figure 2: Zone d'étude



Pour un certain nombre d'effets (principalement les effets sur la nature et le paysage), une zone d'étude plus petite a parfois été utilisée, parce que les effets se produiront à une plus petite distance, et/ou parce qu'il n'y avait pas de données disponibles pour la zone d'étude entière. Cette zone plus petite est soit la « zone méso » (que l'on retrouve également dans la figure ci-dessus), soit la « zone du plan combinée cycle 1 », illustrée dans la figure ci-dessous.

Figure 3 : Démarcation de la « zone du plan combinée cycle 1 ».



3 Alternatives de plan, alternative de base et développements exogènes

Dans une ACAS, chaque alternative de plan est comparée à l'**alternative de base** pour déterminer les effets du plan. L'alternative de base n'est pas synonyme d'inaction. Des investissements peuvent également s'avérer nécessaires dans le cadre de l'alternative de base.

Tant dans l'alternative de base que dans les alternatives de plan, les développements exogènes (croissance du trafic, etc.) après 2030 sont pris en compte (voir chapitre 5.2).

3.1 Développements exogènes pertinents (scénario de fond)

Les développements exogènes sont des forces qui influencent le plan, mais qui n'en font pas partie (par exemple, la croissance économique, la croissance autonome des transports, le Covid-19 etc.).

Il est courant, et même conseillé, de travailler avec plusieurs scénarios de fond. Cela améliore la robustesse des résultats. Généralement, on inclut ensuite les variations de la croissance économique. Outre la croissance économique, les politiques non décidées ayant un impact potentiellement important - comme la tarification routière - peuvent être considérées comme un facteur exogène.

Nous abordons ici 3 éléments :

- Le scénario de base socio-économique
- Les gains rapides
- Les autres interventions infrastructurelles en dehors du plan

Scénario BAU

Dans cette ACAS, les alternatives de plan sont uniquement examinées par rapport au BAU (business as usual). Le scénario BAU est reflété dans les effets directs, où nous utilisons un calcul avec le modèle de trafic de MOW⁷, qui prend déjà en compte un cas de base (BAU) pour cela. Plus d'informations sur la composition du scénario BAU sont disponibles sur le site Internet du Gouvernement flamand, département MOW⁸.

Gains rapides et autres interventions dans le cadre du projet global « Travaux sur le Ring ».

Les gains rapides font partie du projet global « Travaux sur le Ring ». Les gains rapides énumérés ci-dessous seront mis en œuvre dans leur intégralité, tant si le plan est réalisé que s'il ne l'est pas. Il s'agit de mesures qui font partie de toutes les alternatives de plan, ainsi que de l'alternative de base.

⁷ Modèle de trafic régional Périphérie flamande version 4.2.1.

⁸ Projections futures du modèle de trafic régional Périphérie flamande (v4.2.1), 16/01/2020.

Ils n'ont pas été inclus dans les coûts d'investissement et de maintenance. En ce qui concerne les avantages, ils ont été inclus en tant que contexte (de la même manière pour l'alternative de base et les alternatives de plan).

Il s'agit des gains rapides suivants :

- Gains rapides R0 phase 1
 - Hector Henneulaan : réaménagement du complexe de raccordement
 - N209 (Medialaan) : réaménagement du complexe de raccordement
 - Viaduc de Vilvorde : rénovation
 - Complexe A201xR0 : réaménagement en tant que complexe de raccordement au lieu d'un nœud de turbine, y compris la déconnexion du R22 (nord) du R0.
 - N8 : réaménagement du complexe de raccordement (en dehors de la zone du plan)
- Gains rapides vélo :
 - Véloroutes A12F, R22F, E40F, N260 (route du canal)
 - Véloroute TGV
 - Liaison cyclable surélevée A201K
 - Véloroutes A201F, F203 (Molenstraat), F2
- Brabantnet
 - Ringtrambus
 - Tramway de l'aéroport
 - Tramway de l'aéroport : Environs de la Grensstraat/Leopold III-laan (Diegem) avec l'intersection Grensstraat. Réaménagement de la Leopold III Laan. IRT à 3 voies + intersection Grensstraat
 - Nouveau raccordement avec IRT dans le prolongement de la Hermeslaan sur la Leopold III-laan
 - Au niveau de la Grensstraat moitié complexe Hollands depuis/vers le R0
 - Bourgetlaan sens unique depuis le double rond-point de l'OTAN vers la Hermeslaan
 - R22 / Woluwelaan ne se connecte plus au complexe R0 * A201
 - Tramway express vers Willebroek

Notez que la construction prévue de P+R fixes (Vilvoorde N211, station Asse, station Grand-Bigard, station Lot, Rhode-Saint-Genèse Espinette-Centrale N5, Wezembeek-Oppem terminus du tram, Herent E314 x N2 x Vlietstraat, P+R Tramway express : Parking C, Meise, Wolvertem⁹ sont des gains rapides mais n'ont pas été inclus dans l'ACAS. La raison en est qu'ils ne sont pas inclus dans les calculs du modèle de trafic, qui sont utilisés pour calculer un certain nombre d'avantages importants.

Interventions en dehors du plan

Ces travaux sont réalisés par des tiers, mais ont un impact sur le plan. Ils font donc partie à la fois de l'alternative de base et des alternatives de plan.

⁹ La construction de P+R temporaires pour réduire les désagréments n'est pas prise en compte. L'extension de la capacité de stationnement des bicyclettes et/ou des voitures dans les parkings existants des gares n'est pas non plus incluse.

On a supposé que les interventions suivantes seraient réalisées d'ici 2030. Toutes ces interventions ne sont pas actuellement autorisées, mais leur mise en œuvre est jugée plausible d'ici 2030.

- Ouverture des courbes de connexion R22 à hauteur du nœud de la E19
- Suppression de la sortie A12 Jardin botanique de Meise
- Voie de liaison Expo : entre la Empress Charlottelaan et le R0 ajouté avec le statut de route privée. Le parking de la voie de liaison C a une fonction de logistique et pour les navettes (pas pour la circulation automobile) vers/depuis les palais du Heysel. La jonction avec l'ASC 7a/Parking C sera maintenue.
- Coupure de la circulation automobile sur l'Isodoor van Beverenstraat près du pont pour l'E40 (parking du Carrousel). Maintien de la liaison locale entre Zellik et Grand-Bigard
- Voie de circulation de l'heure de pointe du soir E40 de Bruxelles à Gand jusqu'au complexe d'Affligem
- Transformation en boulevard urbain et abaissement de la limite de vitesse à 50km/h sur l'A12 et l'E40 dans la Région bruxelloise
- Fermeture du viaduc Hermann-Debroux : transformation en boulevard urbain
- Ring autour d'Asse
- 100 km/h sur le R0 (effectif depuis le 1/9/2020)

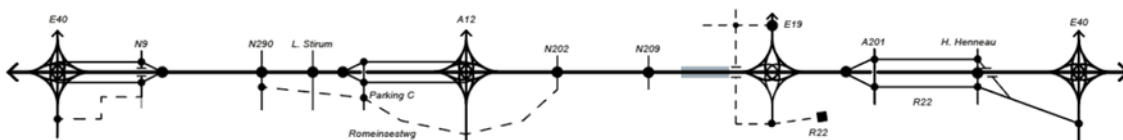
3.2 Alternative de base

L'alternative de base repose sur la situation existante. En outre, les politiques décidées et les politiques non décidées qui seraient techniquement nécessaires si le plan n'était pas poursuivi sont prises en compte dans l'esprit des politiques existantes. Dans ce cas, l'alternative de base consiste à effectuer les travaux de maintenance et de réparation nécessaires sur le R0 (voir plus loin au point 4.3).

- Ouvrages d'art à renouveler
- Ouvrages d'art à rénover
- Renouvellement des fondations et du revêtement du réseau routier faisant partie du Ring
- Renouvellement des fondations et du revêtement du réseau routier faisant partie du réseau routier sous-jacent à hauteur des zones d'interférence

Aucun coût d'investissement n'est prévu dans l'alternative de base.

Figure 4 : Diagramme de l'alternative de base



3.3 Alternatives de plan

3.3.1 Aperçu

Dans le processus de planification, les alternatives raisonnables de distinction ont été divisées en trois groupes : légère, parallèle et latérale. Le groupe léger et le groupe parallèle comportent chacun deux alternatives, le groupe latéral en comporte trois. En plus de ces alternatives, cinq variantes possibles sont définies : la configuration des échangeurs, un profil longitudinal abaissé avec ou sans ponts paysagers larges, l'emplacement des complexes de raccordement, l'élaboration avec une voie de moins et une réduction de la vitesse.

Les alternatives reposent sur l'analyse de la situation existante et des problèmes¹⁰ et sont développées en façonnant les différents éléments et en les combinant en structures pour l'ensemble du tracé du R0 Nord. Ainsi, plusieurs propositions émergent pour optimiser le Ring de Bruxelles afin de résoudre les problèmes existants (la majorité ou les plus aigus). Au total, on dénombre trois groupes dans lesquels des alternatives distinctes raisonnables ont été classées (G1-G2-G3).

Le **groupe léger (G1)** est basé sur l'optimisation de l'infrastructure existante du Ring sans routes parallèles ou voies latérales.

Dans 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 l'autoroute.

Le **groupe latéral (G3)** contient des alternatives en vertu desquelles le trafic local est séparé du trafic de transit au moyen d'une structure routière locale asymétrique/latérale à la structure de transit. Les voies latérales revêtent le caractère d'une route locale ou urbaine et sont accessibles aux piétons, aux cyclistes et aux autobus.

Dans cette ACAS, 12 alternatives de plan sont incluses : pour chacun des 3 groupes, une alternative de base est choisie, avec 3 variantes chacune.

Les alternatives de plan sélectionnées sont expliquées ci-dessous, ainsi qu'une brève explication du fonctionnement de chaque groupe. Pour une explication détaillée à ce sujet, veuillez vous reporter à la note d'orientation (version du 28/06/2019, annexes 5 et 6).

Tableau 2 : Aperçu des alternatives de plan

	G1A2	G2A1	G3A1
Base	X	X	X
vitesse réduite	X		
voie en moins		X	X
profil longitudinal abaissé	X	X	X
profil longitudinal abaissé	X		

¹⁰ Voir chapitre 2 de la note d'orientation (version du 28/06/2019).

+ vitesse réduite			
profil longitudinal abaissé		X	X
+ voie en moins			

Les variantes avec réduction de vitesse ont une vitesse de conception sur la structure traversante de 70 km/h au lieu de 100 km/h.

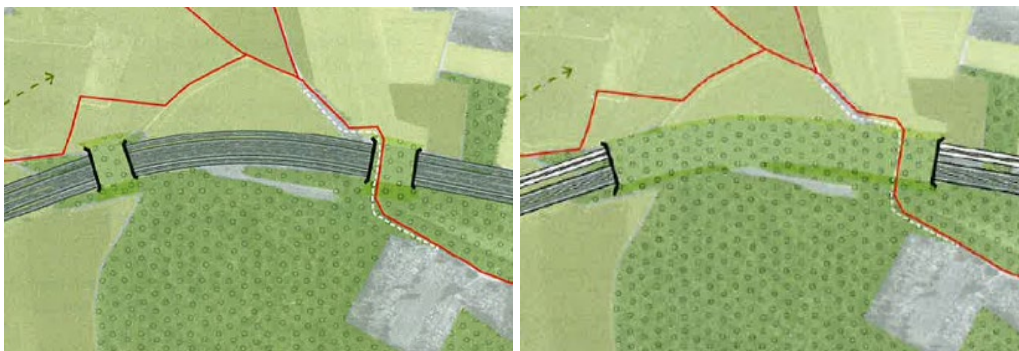
Un profil longitudinal optimisé du R0 est prévu dans toutes les alternatives.

Les 2 ponts paysagers dans la sous-zone du bois du Laerbeek sont également inclus dans chaque alternative

À hauteur de Wemmel-Jette, le profil longitudinal abaissé est une variante. Cette variante a été subdivisée.

- Variante 1 : profil longitudinal purement abaissé (sous-zone de Wemmel-Jette), réalisé en tranchée ouverte ;
- Variante 2 : profil longitudinal abaissé (sous-zone Wemmel-Jette) où un long pont paysager est réalisé à travers la tranchée ; en même temps, un long pont paysager est également réalisé dans la sous-zone du bois du Laerbeek (zone entre les deux ponts paysagers à partir de la base). Ces ponts paysagers maximaux ne sont pas inclus dans l'ACAS. Les coûts d'investissement ont toutefois été calculés (voir 4.2.2).

Figure 5: Représentation schématique des ponts paysagers à hauteur du bois du Laerbeek dans l'alternative de base (à gauche) et la variante avec pont paysager maximal (à droite) (les chiffres concernent le groupe G2, mais sont similaires pour les autres alternatives). Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline aspects spatiaux humains.



3.3.2 Groupe léger

Le groupe léger (G1) est basé sur l'optimisation de l'infrastructure existante du Ring sans routes parallèles ou voies latérales.

Concrètement, cela correspond à :

- Une optimisation de la jonction du R0 avec les autoroutes radiales sans structure routière parallèle.
- Dans les segments entre les carrefours principaux, un équilibre est recherché entre, d'une part, la réduction du nombre de conflits / changements de bande sur le R0 et,

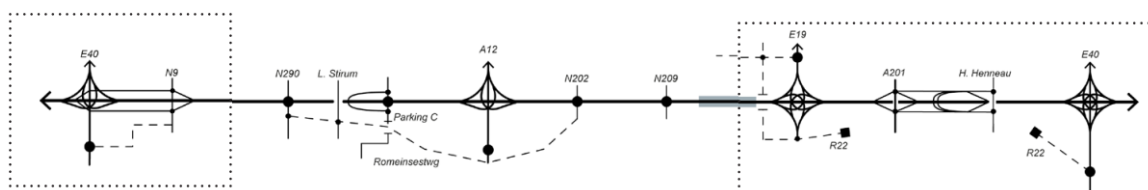
d'autre part, la réalisation du désenclavement souhaité des zones environnantes (et ainsi éviter le transfert du trafic sur le réseau routier secondaire).

Il en résulte la déconnexion justifiée de certains complexes de raccordement ou la recherche de moyens, lorsque les complexes de connexion sont trop proches les uns des autres, de les regrouper et de les connecter au R0.

Base (G1A2)

L'alternative de base du groupe léger qui est incluse dans l'ACAS est l'alternative **G1A2**. Le principe de cette alternative est illustré dans le schéma ci-dessous :

Figure 6 : Schéma G1A2



La zone du plan compte quatre jonctions avec des autoroutes, élaborées comme des échangeurs :

- R0/E40 (Grand-Bigard) : carrefour asymétrique à quatre branches déclassé.
- R0/A12 (Strombeek-Bever) : jonction asymétrique à quatre bras déclassée.
- R0/E19 (Machelen) : jonction en étoile symétrique à quatre branches de haute qualité sans rayon traversant¹¹.
- R0/E40 (Woluwé-Saint-Étienne) : jonction en étoile symétrique à quatre bras de haute qualité.

Le profil longitudinal de l'alternative de base sera optimisé par rapport à la situation existante. Les principales optimisations concernent les zones de Wemmel et de Zaventem :

- N9 : la route sera surélevée près de la N9 par rapport à la situation existante.
- Zone du bois du Laerbeek : le profil longitudinal de la route est abaissé dans la zone située le long du bois du Laerbeek, ce qui offre un potentiel pour la qualité de vie et la réduction de l'effet de barrière. En combinaison avec le rehaussement de la route près de la N9, la pente de la route peut être réduite.
- Nœud E40 Woluwé-Saint-Étienne : le profil longitudinal de route de transit est abaissé par rapport à la situation existante.

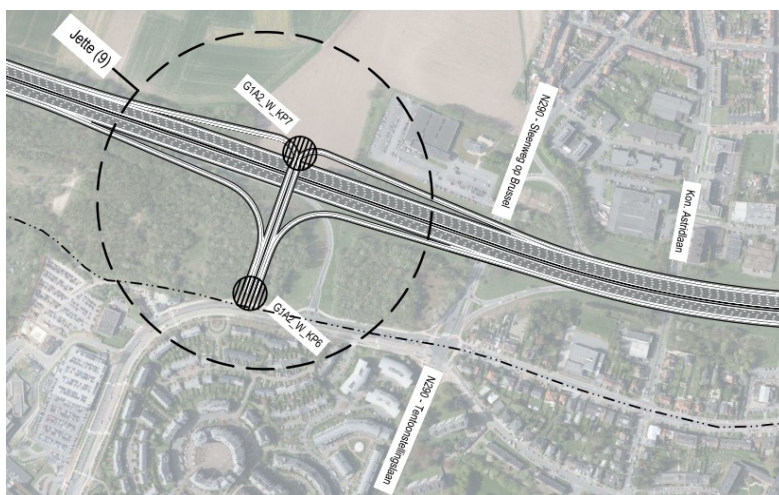
Figure 7 : Profil longitudinal optimisé de la zone du bois du Laerbeek.



¹¹ La E19 prend fin au niveau du R0 et ne se poursuit donc pas en direction de Bruxelles.

Le déplacement d'un complexe de raccordement peut offrir des opportunités spatiales. La conception de l'alternative de base suppose les localisations les plus logiques. L'ASC 9 (N290 - Steenweg op Brussel / Tentoonstellingslaan) sera décalé par rapport au complexe de raccordement existant, et l'ASC 7a (Parking C) sera asymétrique.

Figure 8 : Emplacement ASC 9 (N290) - G1A2



Dans l'alternative de base, quatre voies et une bande d'arrêt d'urgence sont prévues sur la structure de transit par sens de circulation. Le nombre total de voies est plus élevé près des bandes de tissage et des voies d'entrée et de sortie.

Figure 9 : Profil transversal type G1 A2



L'alternative de base est basée sur une vitesse nominale maximale de 100 km/h sur la structure de transit.

Limite de vitesse réduite

La réduction de vitesse incluse comme variante d'exploitation propose une réduction de la vitesse nominale sur la structure de transit à 70 km/h au lieu de 100 km/h.

Profil longitudinal abaissé

L'alternative de base suppose un profil longitudinal optimisé. Concrètement, cela signifie que le profil longitudinal existant sera quasiment maintenu, sauf dans la zone de Wemmel-Bois du Laerbeek, où les ponts paysagers seront construits. Un profil longitudinal abaissé est proposé dans chaque alternative/variante afin de rendre les liaisons transversales possibles. (Voir l'agrandissement en rouge sur la figure ci-dessous).

Les variantes « profil longitudinal abaissé » proposent un abaissement supplémentaire dans la zone Jette-Wemmel, entre la Oude Jetseweg et la De Limburg Stirumlaan (voir la deuxième figure ci-dessous).

Figure 10 : Représentation schématique du profil longitudinal optimisé dans les alternatives de base

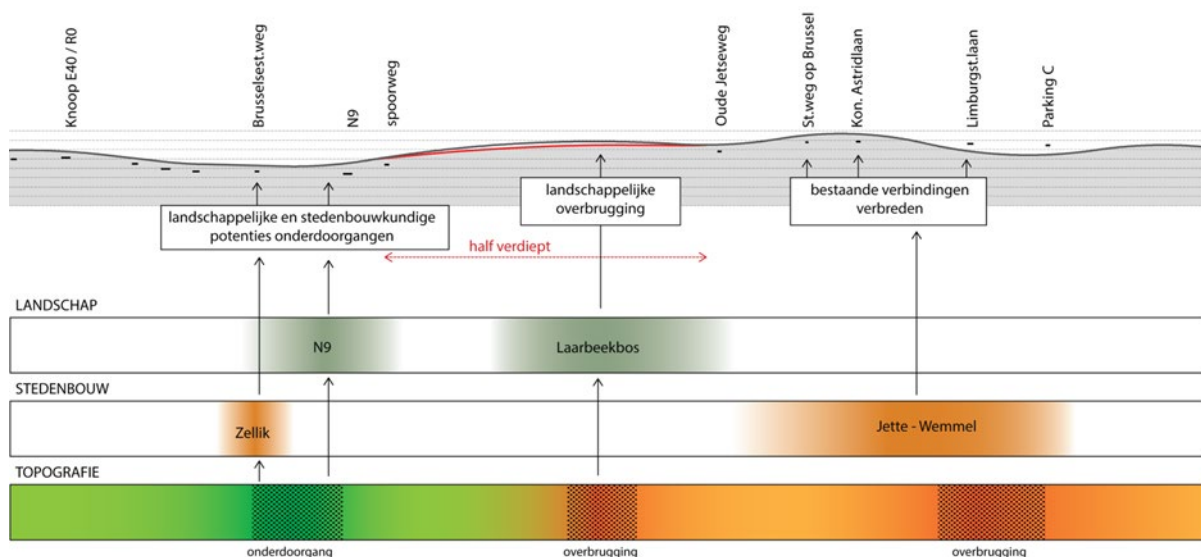
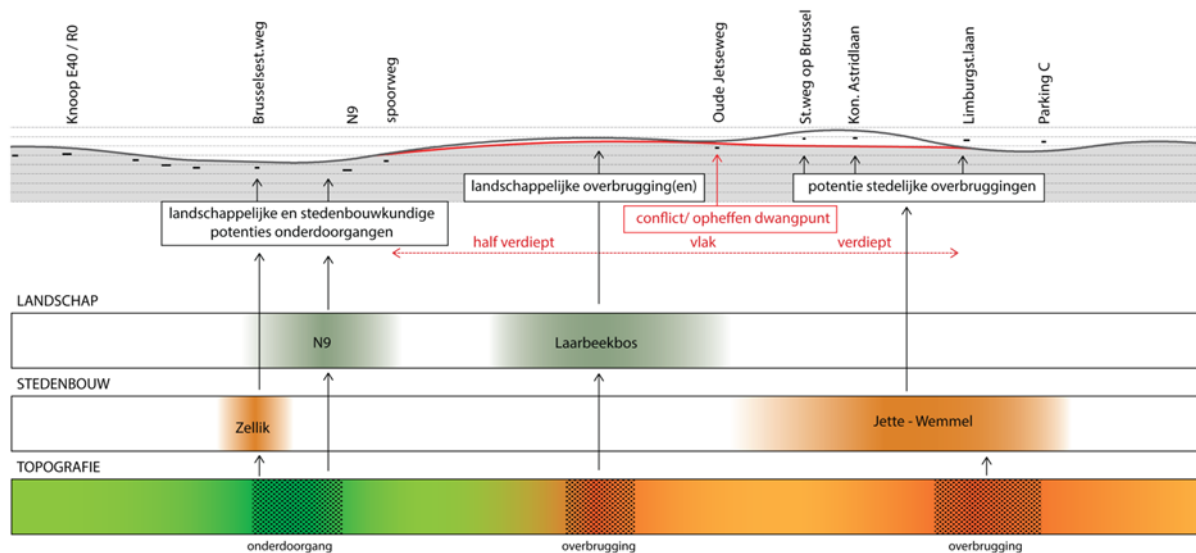


Figure 11 : Représentation schématique des variantes avec profil longitudinal abaissé dans la zone de Wemmel-Jette



3.3.3 Groupe parallèle

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.

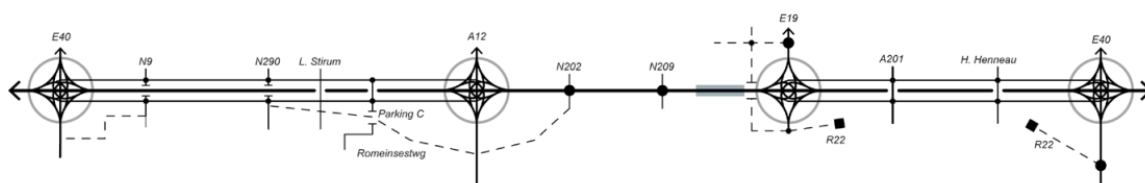
Cela revient concrètement à la jonction des autoroutes radiales avec le R0 nord (trafic de transit) ainsi qu'avec la structure routière parallèle.

Dans les segments entre les carrefours principaux, les liaisons du réseau routier secondaire seront reliées à la route parallèle avec les complexes de raccordement à différents niveaux.

Base

L'alternative de base du groupe parallèle qui est incluse dans l'ACAS est l'alternative **G2A1**. Le principe de cette alternative est illustré dans le schéma ci-dessous :

Figure 12 : Diagramme G2A1



La zone du plan compte quatre jonctions avec des autoroutes, élaborées comme des échangeurs :

- R0/E40 (Grand-Bigard) : jonction en étoile symétrique à quatre bras de haute qualité.
- R0/E40 (Strombeek-Bever) : jonction en étoile symétrique à quatre bras de haute qualité.
- R0/E19 (Machelen) : jonction en étoile symétrique à quatre branches de haute qualité sans rayon traversant¹².
- R0/E40 (Woluwé-Saint-Étienne) : jonction en étoile symétrique à quatre bras de haute qualité

Cf. l'alternative de base du groupe léger est basée sur un profil longitudinal optimisé et une disposition logique des complexes de connexion.

Dans l'alternative de base, trois voies et une bande d'arrêt d'urgence sont prévues sur la structure de transit par sens de circulation. La structure parallèle compte toujours deux voies et une bande d'arrêt d'urgence. Le nombre total de voies est plus élevé près des bandes de tissage et des voies d'entrée et de sortie.

Figure 13 : Profil transversal type G2A1



¹² La E19 prend fin au niveau du R0 et ne se poursuit donc pas en direction de Bruxelles.

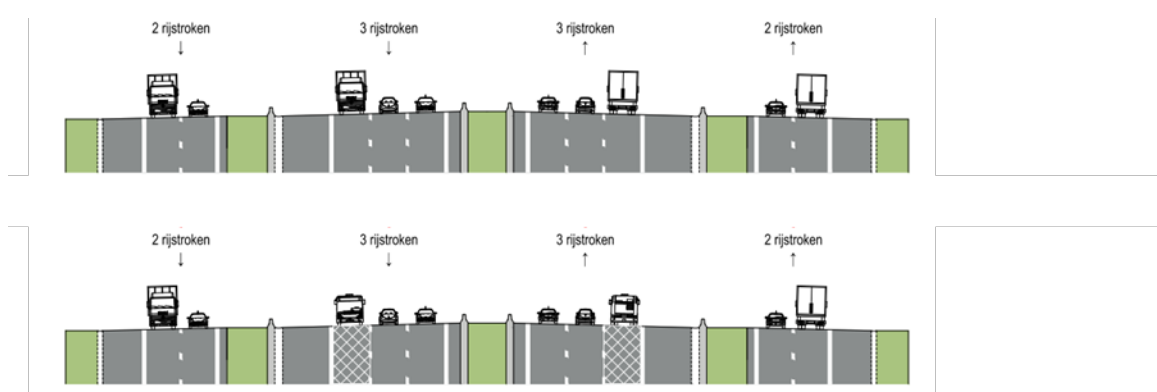
L'alternative de base repose sur une vitesse nominale maximale de 100 km/h sur la structure de transit. Les voies parallèles sont soumises à une limitation de vitesse de 70 km/h.

Voie de moins

En variante, une voie de moins dans chaque direction est utilisée pour le trafic de voitures et de marchandises sur la structure de transit. Deux options sont possibles :

- La voie est supprimée. Cela signifie que deux voies avec une bande d'arrêt d'urgence seront prévues sur la structure de transit. Cette option est incluse comme une variante dans l'estimation, qui suppose que seule la surface de la chaussée changera et que la surface des ouvrages d'art ne changera pas.
- La voie est aménagée comme une voie séparée avec des conditions/utilisations différentes. Cette option n'affecte pas le prix de revient, elle ne fait donc pas l'objet d'une estimation séparée. Ainsi, le coût est inchangé par rapport à la base.

Figure 14 : Aperçu de l'indication de la bande de circulation destinée à une autre utilisation en fonction de la variante pour le groupe d'alternatives raisonnables Parallèles (les hachures illustrent en principe la suppression d'une voie ou l'autre utilisation)



Profil longitudinal abaissé

Ceci est identique à l'alternative G1A2.

3.3.4 Groupe latéral

Le groupe latéral (G3) contient des alternatives en vertu desquelles le trafic local est séparé du trafic de transit au moyen d'une structure routière locale asymétrique/latérale à la structure de transit. Les voies latérales revêtent le caractère d'une route locale ou urbaine et sont accessibles aux piétons, aux cyclistes et aux autobus.

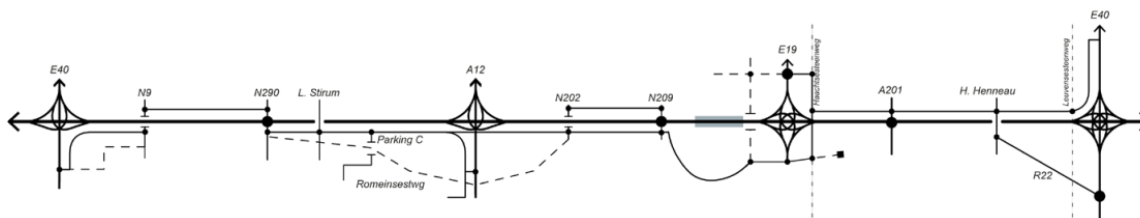
Concrètement, cela correspond à :

- La jonction des autoroutes radiales avec le R0-nord (circulation de transit) est assurée indépendamment de la jonction des autoroutes radiales avec la route latérale (circulation locale).
- Dans les segments entre les carrefours principaux, les voies (radiales) secondaires seront reliées à la route latérale avec des carrefours au même niveau.

Base

L'alternative de base du groupe parallèle qui est incluse dans l'ACAS est l'alternative **G3A1**. Le principe de cette alternative est illustré dans le schéma ci-dessous :

Figure 15 : Diagramme G3A1



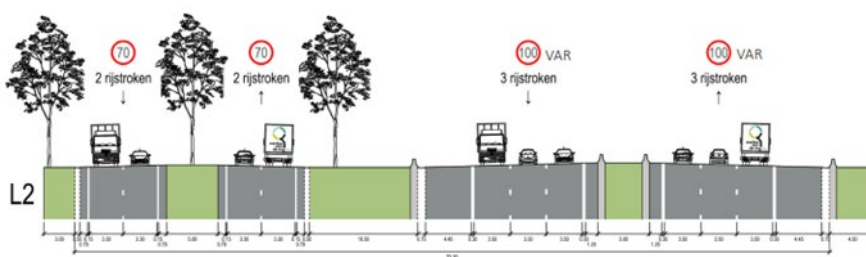
La zone du plan compte quatre jonctions avec des autoroutes, élaborées comme des échangeurs :

- R0/E40 (Grand-Bigard) : carrefour asymétrique à quatre branches déclassé.
- R0/A12 (Strombeek-Bever) : jonction asymétrique à quatre bras déclassée.
- R0/E19 (Machelen) : jonction en étoile symétrique à quatre branches de haute qualité sans rayon traversant¹³.
- R0/E40 (Woluwé-Saint-Étienne) : jonction en étoile symétrique à quatre bras de haute qualité

Cf. les autres alternatives de base sont basées sur un profil longitudinal optimisé et une disposition logique des complexes de connexion.

Dans l'alternative de base, trois voies et une bande d'arrêt d'urgence sont prévues sur la structure de transit par sens de circulation. La structure latérale compte toujours deux voies. Le nombre total de voies est plus élevé près des bandes de tissage et des voies d'entrée et de sortie.

Figure 16 : Profil transversal type G3A1



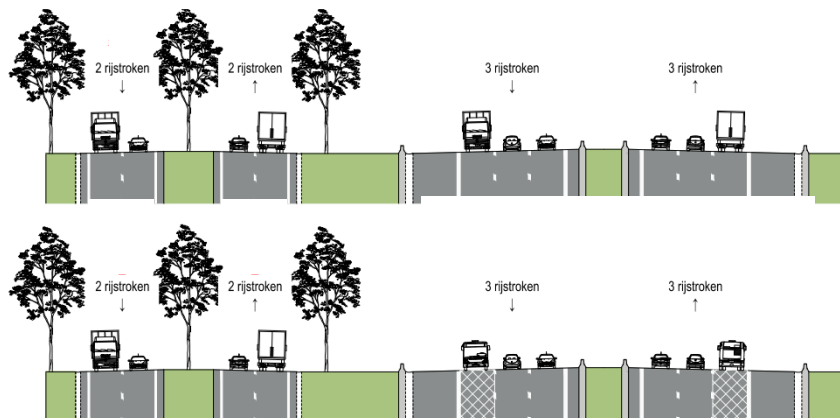
L'alternative de base est basée sur une vitesse nominale maximale de 100 km/h sur la structure de transit. Les voies latérales sont soumises à une limitation de vitesse de 70 km/h.

Voie de moins

Cf. la description sous le groupe parallèle, deux options sont possibles pour cette variante : supprimer une voie d'une part, et fournir une voie séparée avec des conditions/utilisation différentes d'autre part.

¹³ La E19 prend fin au niveau du R0 et ne se poursuit donc pas en direction de Bruxelles.

Figure 17 : Aperçu de l'indication de la bande de circulation destinée à une autre utilisation en fonction de la variante pour le groupe d'alternatives raisonnables Latérales (les hachures illustrent en principe la suppression d'une voie ou l'autre utilisation)



Profil longitudinal abaissé

Ceci est identique à l'alternative G1A2.

4 Coûts d'investissement et d'entretien

4.1 Introduction

Il s'agit de tous les coûts générés par le plan (les différentes alternatives de plan) pendant leur durée de vie. Il s'agit des éléments suivants :

- les coûts de construction de l'infrastructure et des installations auxiliaires,
- et les coûts d'entretien et de renouvellement.

Outre les coûts, une attention particulière est également accordée au calendrier des coûts. En effet, le plan sera réalisé par phases.

Les coûts d'investissement pour la construction et l'entretien des gains rapides et des interventions en dehors du plan (voir 3.1) ne sont pas inclus ici. Ils ne sont en effet pas différents entre l'alternative de base et les alternatives de plan.

Quels prix ?

Tant selon la méthodologie flamande que la méthodologie européenne, nous travaillons avec des coûts sans TVA.

La méthode européenne va encore plus loin. La DG Région (2014) indique que des prix fictifs devraient être utilisés à la place de prix du marché. La DG Région fournit des facteurs de conversion qui peuvent être utilisés pour cet ajustement. Dans la pratique, cette correction est rarement effectuée. Si une correction est apportée, elle concerne les salaires fictifs, mais pas les prix fictifs des autres intrants.

Nous ne faisons pas ces dernières corrections et travaillons avec les prix du marché hors TVA - année de base 2020.

Coûts d'investissement et d'entretien

Ce chapitre décrit les principes et les hypothèses utilisés pour préparer les estimations conceptuelles de l'alternative de base et alternatives du plan (distinctes). Dans l'estimation conceptuelle, une distinction est faite entre les coûts d'investissement pour la construction, d'une part, et les coûts annuels pour l'exploitation, la maintenance et la gestion (administration), d'autre part.

Pour les alternatives de plan, les coûts d'investissement sont inclus dans la période de 2025 à 2029, la période de maintenance s'étendant à partir de 2030.

Les prix unitaires appliqués, tant pour les coûts d'investissement que pour les coûts annuels, sont fondés sur des prix historiques « de référence » basés sur Mediaan¹⁴ ou sur des prix historiques de travaux déjà réalisés par l'AWV.

Tous les prix (pour les coûts d'investissement ainsi que pour les coûts du cycle de vie (CCV), pour les deux alternatives du plan et l'alternative de base) sont au niveau de 2020 et ne sont ni indexés ni actualisés pour les années au cours desquelles ils doivent être dépensés.

4.2 Coûts d'investissement

4.2.1 Alternatives

Les coûts d'investissement ont été calculés pour 10 des 12 alternatives de plan. Les 2 alternatives G1A2 vitesse réduite (sans et avec profil longitudinal réduit) ont la même infrastructure que la base G1A2 respectivement.

Alternative de base

Aucun coût d'investissement n'est prévu pour l'alternative de base.

Bien sûr, actuellement des ponts doivent être remplacés, des revêtements réparés, etc. Ceci est inclus dans le poste des coûts de maintenance, qui comprend également les coûts de remplacement et de renouvellement. Les coûts d'investissement bruts des alternatives de plan sont donc également les coûts d'investissement nets directs, la différence avec les coûts d'investissement de l'alternative de base.

Alternatives de plan

L'estimation conceptuelle des alternatives est établie sur la base des différents concepts (voir chapitre 3.3).

L'estimation conceptuelle des alternatives de plan est une estimation déterministe constituée des **coûts d'investissement**, auxquels s'ajoute une réserve de risque. Les coûts d'investissement sont répartis en quatre catégories : coûts de construction, coûts immobiliers, coûts d'ingénierie et autres coûts supplémentaires. Les prix unitaires dans les estimations ont été calibrés en utilisant une comparaison entre l'alternative G2A1 et l'Estimation VO+ version 51¹⁵.

Coûts de construction

Ces coûts sont ventilés par type.

¹⁴ Mediaan est une plateforme en ligne du département MOW contenant diverses applications et informations sur la technique des prix et l'ingénierie des coûts, y compris une base de données des prix, une base de données des coûts, une application pour effectuer des estimations détaillées, etc.

¹⁵ Il s'agit de l'estimation associée à de nouvelles optimisations de la conception technique (depuis 2014) au cours de 2017 et 2018. Les quantités ont été calculées sur la base d'une conception technique, avec un niveau de détail plus élevé que les conceptions des alternatives de plan actuelles. Lorsqu'il est fait référence dans la structure de l'estimation à VO+ v51, cela signifie que la quantité est basée sur la méthode de calcul utilisée dans le VO+ v51.

Terrassement

- Les travaux de terrassement (structurels, pour le profil longitudinal abaissé ou optimisé, pour le coffrage de la route et les excavations locales sur les structures) sont calculés par zone pour toutes les alternatives de plan sur la base des données disponibles par zone.
- Les coûts éventuels d'assainissement des sols contaminés ne sont pas encore inclus, car une analyse des risques doit encore être réalisée pour identifier les zones à risque. Cette analyse a été lancée afin de pouvoir inclure les résultats dans le cycle 2. On suppose toutefois que ces coûts sont déjà implicites dans la marge de risque.
- Les coûts éventuels de fouilles archéologiques ne sont pas encore inclus, car une analyse des risques doit encore être réalisée pour identifier les zones à risque. Cette analyse a été lancée afin de pouvoir inclure les résultats dans le cycle 2. On suppose toutefois que ces coûts sont déjà implicites dans la marge de risque.

Démolition

- Le démantèlement des surfaces dures (sur sol complet et ouvrages d'art), des égouts et de la verdure est inclus dans tous les scénarios dans son intégralité et à part égale.
- La démolition des structures est facturée sur la base d'un pourcentage, selon que les structures existantes sont préservées ou non.

Ouvrages d'art

Pour toutes les structures situées dans la zone de planification, on a examiné si elles pouvaient être conservées ou si elles devaient être renouvelées en raison des travaux prévus. La surface des nouvelles structures dépend de l'alternative de plan. Les ouvrages d'art à conserver seront rénovés et/ou renouvelés selon le calendrier estimé dans l'analyse rapide. Pour les ouvrages à conserver, seul un coût fixe au m² sera facturé pour le renouvellement de l'étanchéité.

Les nouveaux ponts et tunnels (passages souterrains) sont estimés sur la base d'un prix unitaire fixe par m² (quelle que soit l'alternative) et selon qu'il s'agit de nouvelles structures ou de la rénovation de structures existantes. Les quantités pour les sols renforcés et les murs de soutènement sont calculées au prorata de la quantité respective de ponts. Des murs de soutènement supplémentaires sont prévus dans le cas d'un profil longitudinal abaissé.

Revêtements (sur sol ouvert et sur les ouvrages d'art)

Il est supposé que tous les revêtements seront renouvelés, y compris les fondations, également dans les zones où la chaussée conçue chevauche la chaussée existante. On suppose que le renouvellement du revêtement se fera en béton de ciment armé continu. Les autres routes (échangeurs, carrefours, réseau routier secondaire, etc.) seront revêtues d'asphalte.

Le nombre de m² est calculé sur la base des plans conceptuels disponibles, en fonction de l'alternative de plan. Une subdivision est effectuée sur la base de la route principale du Ring, de la route parallèle à la route principale, de la route latérale, du raccordement à l'autoroute, du raccordement au boulevard urbain, de la route de raccordement et des routes locales.

Drainage (égouts, bassins tampons, stations de pompage et fossés)

On suppose que tous les égouts seront renouvelés, en tenant compte des conditions imposées de tamponnement et d'évacuation. Le calcul est effectué sur la base du nombre total de m² de surfaces dures par alternative de plan par rapport à l'alternative de base.

Techniques et signalisation

Prix par mètre courant du Ring, avec technique de creusement supplémentaire en cas de tunnels existants/nouveaux.

Aménagement paysager

Un projet de conception de l'aménagement paysager n'est pas encore disponible, pas plus qu'un inventaire détaillé de l'état existant en termes d'aménagement des accotements et des surfaces. On suppose que la surface verte totale sera composée de prairies, d'arbustes et d'arbres, selon une répartition en pourcentage (70%-20%-10%). L'estimation suppose la même quantité pour toutes les alternatives de plan. Le détail de l'aménagement paysager sera inclus dans le cycle 2. Lors du calcul des coûts d'investissement et d'entretien (applicables aux alternatives de plan), cette division est incluse via le prix unitaire par m². Le prix unitaire tient compte d'un certain pourcentage de gazon, d'arbres, d'arbustes et de mobilier (par exemple, des bancs).

Mesures de bruit

Le nombre de mètres de murs anti-bruit est considéré comme égal au nombre de mètres présents dans la situation existante pour toutes les alternatives de plan. Cela signifie qu'aucun mur anti-bruit supplémentaire ne sera installé. Les murs anti-bruit existants seront toutefois renouvelés. Si les procédures RIE montrent par la suite que des murs anti-bruit supplémentaires ou de types différents sont nécessaires, ce point pourra être ajusté dans le cycle 2.

Mesures temporaires

Elles sont calculées avec le même pourcentage par rapport au coût total par alternative de plan par zone. Le pourcentage est le même pour chacune des alternatives.

Les mesures compensatoires et d'atténuation telles que la réduction des nuisances et la compensation forestière ne sont pas encore incluses. L'analyse visant à déterminer les coûts résultant de la compensation forestière/naturelle dans les différentes alternatives de plan a été lancée.

Coûts immobiliers

Il s'agit des coûts des expropriations, ventilés par zone d'affectation (résidentielle, d'utilité publique, industrielle, agricole et verte).

Les quantités pour les expropriations sont déterminées en utilisant les contours du PESR définis dans le cycle 1 pour les alternatives G1A2, G2A1, et G3A1. Le point de départ est le contour de la « zone d'infrastructure routière », pour laquelle, pour toutes les alternatives, une zone supplémentaire d'intégration paysagère et fonctionnelle de 25 m est prise en compte (décalage de 25 m sur le contour)¹⁶. Cela permet de tenir compte d'une indemnisation plus élevée dans le cas de parcelles qui ne sont que partiellement coupées mais qui doivent encore être expropriées complètement, par exemple dans le cas de bâtiments existants ou de parcelles résiduelles trop petites.

¹⁶ Le calcul des quantités selon cette méthode est encore en cours. La version actuelle de l'estimation tient compte de la zone d'infrastructure routière.

Coûts d'ingénierie

Il s'agit notamment des études de plan et de la gestion de projet. Ces coûts sont inclus en tant que pourcentage des coûts de construction prévus.

Autres coûts supplémentaires

Il s'agit notamment des coûts des services publics et des assurances, des coûts indirects supplémentaires (tels qu'une marge bénéficiaire normale, les coûts du chantier et d'autres surcharges de risque). Ces coûts sont inclus en tant que pourcentage des coûts de construction prévus.

Estimation déterministe contre estimation probabiliste

L'estimation déterministe est une méthode qui suppose un résultat unique avec une surcharge pour l'incertitude. Cette incertitude s'exprime également en termes de coûts.

Les incertitudes et les risques peuvent être déterminés de façon déterministe en faisant des hypothèses sur la quantité et le prix et en estimant le total des incertitudes et des risques.

Dans le cadre d'une **estimation probabiliste**, l'incertitude des connaissances est exprimée sous la forme d'un éventail de prix et de quantités. Cela peut être déterminé par (partie d') un objet/une activité et introduit dans le modèle d'estimation. Pour les incertitudes futures, les risques de la liste des risques sont quantifiés au moyen d'une probabilité d'occurrence estimée (%) multipliée par les dommages consécutifs (€). Tous les risques peuvent être exprimés en chiffres de cette manière. Selon la méthode d'évaluation des coûts, la manière dont ces informations sont utilisées dans le calcul doit être enregistrée. Cela revient à calculer l'estimation un grand nombre de fois (par exemple 10 000 fois) (simulation Monte Carlo). À chaque calcul, l'estimation est recalculée avec des quantités, des prix et des événements tirés au hasard dans les limites des écarts spécifiés.

Afin de faire correspondre le plus possible le résultat des estimations déterministes à l'estimation probabiliste, un pourcentage d'obliquité est appliqué pour la déviation possible sur les quantités. L'obliquité est la valeur moyenne moins la valeur supérieure de l'histogramme de la simulation de Monte-Carlo.

Une réserve de risque (c'est-à-dire un pourcentage pour les risques liés à l'objet et les risques dépassant l'objet) a également été appliquée.

Nous avons supposé une obliquité de 4,9% pour cette ACAS.

4.2.2 Coûts d'investissement par composant

Le résumé des coûts d'investissement se trouve dans les tableaux suivants. Notez que les différences entre les alternatives et les variantes sont relativement faibles. L'alternative/la variante la plus chère G2A1 avec un profil longitudinal réduit, qui est 28% plus chère que l'alternative la moins chère G1A2. Les variantes avec une voie de moins ne sont pas sensiblement moins chères,

car dans cette estimation, la largeur de la route entière est la même que dans la variante de base. L'espace gagné par la voie supplémentaire est rempli comme une zone de réserve¹⁷.

Tableau 3 : Coûts d'investissement de 10 alternatives et variantes de plan, en €₂₀₂₀. Source : modèle Power-BI juillet 2020.

SSK-Hoofdstuk	G1A2	G1A2 verlaagd lengteprofiel
A. Grondwerken	240 927 719 €	262 619 481 €
B. Opbraak	87 482 858 €	87 482 858 €
C. Kunstwerken	831 383 113 €	1 060 334 264 €
D. Verharding	254 093 708 €	254 093 708 €
E. Afwatering	67 144 620 €	67 144 620 €
F. Technieken en Signalisatie	228 028 878 €	228 028 878 €
G. Groenaanleg	83 220 062 €	83 220 062 €
H. Geluidsmaatregelen	9 735 018 €	9 735 018 €
I. Tijdelijke Maatregelen	102 971 963 €	117 887 927 €
R0. Onteigeningen	117 131 916 €	117 131 916 €
TOTAAL	2 022 119 855 €	2 287 678 732 €

SSK-Hoofdstuk	G2A1	G2A rijstrook minder	G2A1 verlaagd lengteprofiel	G2A1 rijstrook minder + verlaagd lengteprofiel
A. Grondwerken	203 763 306 €	203 763 306 €	225 455 068 €	225 455 068 €
B. Opbraak	85 655 664 €	85 655 664 €	85 655 664 €	85 655 664 €
C. Kunstwerken	1 118 395 262 €	1 118 395 262 €	1 347 346 412 €	1 347 346 412 €
D. Verharding	280 683 508 €	253 657 633 €	280 683 508 €	254 998 677 €
E. Afwatering	76 132 987 €	70 272 349 €	76 132 987 €	70 552 239 €
F. Technieken en Signalisatie	202 793 450 €	202 793 450 €	202 793 450 €	198 852 146 €
G. Groenaanleg	83 220 062 €	83 220 062 €	83 220 062 €	83 220 062 €
H. Geluidsmaatregelen	9 735 018 €	9 735 018 €	9 735 018 €	9 735 018 €
I. Tijdelijke Maatregelen	119 444 796 €	117 374 964 €	134 360 759 €	140 669 265 €
R0. Onteigeningen	139 930 784 €	139 930 784 €	139 930 784 €	139 930 784 €
TOTAAL	2 319 754 837 €	2 284 798 492 €	2 585 313 712 €	2 556 415 335 €

SSK-Hoofdstuk	G3A1	G3A1 rijstrook minder	G3A1 verlaagd lengteprofiel	G3A1 rijstrook minder + verlaagd lengteprofiel
A. Grondwerken	204 634 728 €	204 634 728 €	226 326 490 €	226 326 490 €
B. Opbraak	91 181 999 €	91 083 466 €	91 083 466 €	91 083 466 €
C. Kunstwerken	858 488 889 €	858 488 889 €	1 087 440 040 €	1 087 440 040 €
D. Verharding	269 702 206 €	242 091 181 €	269 702 206 €	243 213 650 €
E. Afwatering	75 839 304 €	69 827 018 €	75 839 304 €	70 074 201 €
F. Technieken en Signalisatie	256 395 173 €	256 395 173 €	256 395 173 €	252 453 870 €
G. Groenaanleg	83 220 062 €	83 220 062 €	83 220 062 €	83 220 062 €
H. Geluidsmaatregelen	9 735 018 €	9 735 018 €	9 735 018 €	9 735 018 €
I. Tijdelijke Maatregelen	113 470 951 €	111 351 446 €	128 378 175 €	134 275 032 €
R0. Onteigeningen	191 793 313 €	191 793 313 €	191 793 313 €	191 793 313 €
TOTAAL	2 154 461 643 €	2 118 620 294 €	2 419 913 247 €	2 389 615 142 €

¹⁷ Il n'est pas encore clair si cette bande de circulation peut être supprimée en fonction de l'impact spatial, ou si elle peut être conçue comme une bande de circulation séparée avec des conditions / une utilisation différentes (par exemple, exclusivement pour les taxis, le covoiturage, les navettes, les véhicules à occupation multiple, le projet future proof,...). L'évaluation tient compte d'une conservation physique de l'espace. Si elle est supprimée, elle pourrait générer de petits gains en termes de coûts et d'expropriations, mais cela ne produira pas de différences substantielles par rapport à la voie autre usage ou à l'alternative de base.

Variantes avec un maximum de ponts paysagers

Comme nous l'avons déjà mentionné, dans la présente ACAS, nous n'examinons que les variantes de base avec des ponts paysagers limités dans la zone de Wemmel (voir 3.3.1). Dans l'ensemble plus large, il existe des variantes avec des ponts paysagers maximum. Elles ne sont pas abordées dans la présente ACAS. Des coûts d'investissement ont toutefois été calculés. Ceux-ci sont présentés dans le tableau ci-dessous. Par rapport aux variantes avec ponts paysagers limités, les variantes avec pont paysager maximal sont environ 10% plus chères, sauf pour les variantes G3A1 sans profil longitudinal abaissé.

Tableau 4 : Coûts d'investissement de 20 alternatives et variantes de plan : avec des ponts paysagers limités et maximaux, en €₂₀₂₀. Source : modèle Power-BI juillet 2020.g

SSK-Hoofdstuk	G1A2	G1A2 verlaagd lengteprofiel		
basis	2 022 119 855 €	2 287 678 732 €		
met maximale overbrugging	2 226 559 724 €	2 581 442 232 €		
verschil	204 439 869 €	293 763 500 €		
%	10.1%	12.8%		

SSK-Hoofdstuk	G2A1	G2A rijstrook minder	G2A1 verlaagd lengteprofiel	G2A1 rijstrook minder + verlaagd lengteprofiel
basis	2 319 754 837 €	2 284 798 492 €	2 585 313 712 €	2 556 415 335 €
met maximale overbrugging	2 554 620 298 €	2 519 663 957 €	2 950 456 348 €	2 921 557 974 €
verschil	234 865 461 €	234 865 465 €	365 142 636 €	365 142 639 €
%	10.1%	10.3%	14.1%	14.3%

SSK-Hoofdstuk	G3A1	G3A1 rijstrook minder	G3A1 verlaagd lengteprofiel	G3A1 rijstrook minder + verlaagd lengteprofiel
basis	2 154 461 643 €	2 118 620 294 €	2 419 913 247 €	2 389 615 142 €
met maximale overbrugging	2 231 828 564 €	2 195 987 213 €	2 639 329 971 €	2 609 031 864 €
verschil	77 366 921 €	77 366 919 €	219 416 724 €	219 416 722 €
%	3.6%	3.7%	9.1%	9.2%

4.2.3 Répartition dans le temps

Les coûts d'investissement doivent ensuite être divisés par le temps nécessaire à la reconstruction du R0. Cette répartition reflète le moment des coûts et non celui où les factures sont payées (méthode standard flamande).

En l'absence d'informations sur la conception et les estimations de coûts, une courbe de Gauss a été appliquée, avec l'année centrale 2027 et un écart type de 1,5. Une distribution basée sur les projets d'investissement historiques serait plus correcte, mais aucune donnée n'était disponible à ce sujet.

La répartition des coûts d'investissement dans le temps est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Distribution des coûts d'investissement dans le temps

2025	2026	2027	2028	2029
12.0%	23.4%	29.2%	23.4%	12.0%

4.2.4 Résultat

La valeur actuelle nette des coûts d'investissement est présentée dans la figure suivante. En d'autres termes, les coûts de 2025 sont ajoutés à ceux de 2020 au taux d'actualisation annuel appliqué. Les coûts plus éloignés dans le temps comptent donc moins que les coûts proches.

Les coûts et les avantages d'un projet coïncident rarement exactement dans le temps. Afin de pouvoir comparer correctement les coûts et les avantages, les coûts et les avantages prévus dans une ACAS sont calculés à partir d'une année de base (2020). L'actualisation des coûts et avantages futurs par rapport à l'année de base est également appelée actualisation. Dans l'ACAS, les coûts et les avantages à l'avenir sont calculés avec un pourcentage annuel fixe : le taux d'actualisation.

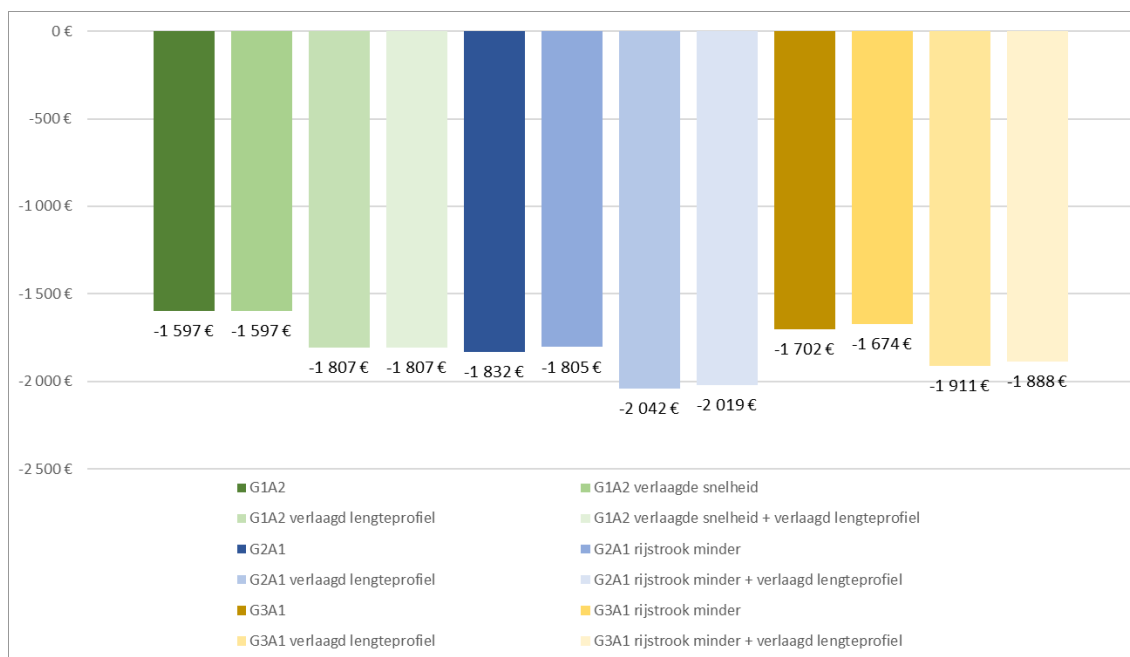
Comme on peut le voir sur la figure, la valeur actuelle nette des coûts d'investissement se situe entre 1,5 et 2 milliards d'euros. Dans l'alternative de base, G2A1 est le plus coûteux (1,832 milliard d'euros) tandis que G1A2 et G3A1 sont moins chers (1,597 et 1,702 milliard d'euros, respectivement). La différence est principalement due aux coûts plus élevés des ouvrages d'art (ponts et tunnels).

Les variantes avec une voie de moins ont une valeur actuelle nette inférieure d'environ 28 millions d'euros (19 millions d'euros pour le profil abaissé).

Les variantes avec un profil de longueur réduit ont une valeur actuelle nette supérieure de 210 à 219 millions d'euros.

Les variantes avec une réduction de vitesse ont (bien sûr) les mêmes coûts d'investissement.

Figure 18 : Valeur actuelle nette des coûts d'investissement, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



4.3 Coûts d'entretien et de remplacement

4.3.1 Méthode

Ces coûts comprennent tous les coûts nécessaires pour maintenir la route opérationnelle. Il s'agit principalement des coûts d'entretien et de remplacement, mais les coûts nécessaires à l'exploitation sont également importants, comme l'entretien des espaces verts et l'éclairage.

Tant selon la méthodologie flamande que la méthodologie européenne, nous travaillons avec des coûts sans TVA.

Pour la maintenance (y compris les coûts de remplacement et les coûts opérationnels), une méthode de coût du cycle de vie (CCV) est utilisée. La méthode de travail, les points de départ et le champ d'application de l'estimation CCV sont expliqués ci-dessous.

Points de départ

Dans ce plan, l'objectif est d'adopter une approche de l'entretien et des réparations de plus en plus basée sur les risques que ce qui est habituel en Flandre. Une approche axée sur le risque implique que, en fonction de certains paramètres, une planification des interventions est établie.

Les paramètres sont obtenus à partir de l'expérience, des habitudes et, dans le cas d'une approche axée sur le risque, à partir de données mesurées telles que les comptages de trafic, et sont utilisés, entre autres, pour ajuster l'évolution prévue du modèle de trafic, et donc les intervalles de maintenance et d'intervention.

Cependant, le calcul du CCV sera basé sur un calendrier de maintenance à intervalles fixes afin de minimiser la complexité du calcul (par exemple, les changements dans les modèles de trafic).

Les coûts résultant des dommages ne sont pas inclus, car on suppose qu'ils sont couverts par une assurance.

Une disposition annuelle pourrait être envisagée pour les cas où aucune partie responsable du dommage ne peut être identifiée (délit de fuite, dégâts de tempête, etc.).

Méthode de travail

$CCV (\text{année } x) = \text{fréquence} \times \text{quantité} \times \text{prix unitaire}$

Pour chaque objet, un programme de maintenance sera envisagé, selon lequel certains « événements » doivent être exécutés à une certaine **fréquence**, afin de maintenir l'objet dans un état optimal/acceptable, sur la base de valeurs seuils. La fréquence est exprimée en [fois par an].
Si un événement particulier se produit « une fois tous les x ans », le coût est comptabilisé au cours de l'année x. Les autres années, aucun coût n'est prévu pour cet événement.

Les **quantités** définissant l'objet (par exemple, le pont [m²]) seront utilisées pour générer des quantités par « événement » (par exemple, le remplacement des joints du tablier du pont).

Les **prix unitaires** considérés pour chaque « événement » sont dérivés de diverses sources, d'une part des informations obtenues lors de réunions avec EBS, wegenbouw, TOV et des projets PPP, et d'autre part de Mediaan et/ou de bases de données de coûts internes.

Les coûts calculés sont liés à l'année au cours de laquelle ces interventions sont réalisées. Cela est inclus dans les prévisions de trésorerie en tant que tel.

Infrastructures à préserver

Afin de pouvoir estimer le calendrier des travaux nécessaires d'entretien, de rénovation et de renouvellement des structures existantes à conserver, un examen rapide de toutes les structures de la zone de plan a été effectué. Cela concerne aussi bien les ponts situés sur le tracé du R0 que les ponts locaux et les passages souterrains qui traversent le R0. Sur la base de l'âge, du type de structure et des résultats des enquêtes de béton et des rapports d'inspection (lorsqu'ils sont disponibles), une estimation a été faite de la période au cours de laquelle une rénovation et/ou un renouvellement complet est jugé nécessaire. Cet exercice a été réalisé uniquement pour estimer le calendrier des coûts d'entretien, de rénovation et de renouvellement des structures existantes.

Pour les routes et les ouvrages d'art qui sont conservés, les coûts d'entretien seront assurés jusqu'à ce que l'objet soit remplacé.

Postes pro-mémoire

Bien que l'analyse CCV soit très exhaustive, nous tenons à souligner qu'un certain nombre de petits postes manquent encore. Il s'agit de la consommation énergétique de l'éclairage, du service hivernal (sel de déneigement) et d'autres petits éléments.

4.3.2 Alternatives

L'entretien et le remplacement se feront par phases et en fonction des besoins. L'ampleur de ces mesures est différente dans l'alternative de base et dans les diverses alternatives de plan.

Alternative de base

Dans l'alternative de base, il n'y a pas d'investissements dans de nouvelles infrastructures (voir le chapitre précédent). Toutefois, les premières années, les coûts seront importants : l'entretien « traditionnel » qui doit être effectué à une certaine fréquence, mais aussi et surtout les coûts de rénovation.

Quelques mesures urgentes doivent être prises dans l'alternative de base pour les ouvrages d'art et les routes :

- Ouvrages d'art à renouveler
- Ouvrages d'art à rénover
- Renouvellement des fondations et du revêtement du réseau routier faisant partie du Ring
- Renouvellement des fondations et du revêtement du réseau routier faisant partie du réseau routier sous-jacent à hauteur des zones d'interférence

Les coûts de remplacement urgents sont inclus à partir de 2025 (l'année où les investissements dans les alternatives de plan commenceraient). Il s'agit des coûts de remplacement indépendants des gains rapides (qui seront de toute façon réalisés dans l'alternative de base et dans les alternatives de plan). Les coûts sont répartis à partir de cette année-là sur la base d'une estimation du temps d'exécution des travaux concernés. Les coûts de rénovation ou de remplacement

ultérieurs sont entièrement comptabilisés dans l'année au cours de laquelle ils doivent commencer.

Pour estimer le calendrier de renouvellement des revêtements, on a utilisé les informations disponibles dans le Pavement Management System (PMS) utilisé par l'AWV. Sur la base de ces informations, on peut supposer que toutes les routes devront être renouvelées à partir de 2025.

On suppose qu'aucune modification n'est apportée au système d'égouts existant ou à l'ensemble du système de drainage dans le cadre de l'alternative de base. Les coûts inclus sont les coûts d'entretien nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du système de drainage.

On suppose que l'éclairage public sera entièrement renouvelé lors du premier remplacement du revêtement.

Alternatives de plan

Contrairement à l'alternative de base, dans les alternatives de plan, pratiquement tous les composants sont renouvelés par des investissements (voir chapitre précédent).

Les quantités pour le calcul des coûts du cycle de vie pour l'entretien et le remplacement sont basées sur les quantités des coûts d'investissement.

Dans les alternatives de plan, nous n'avons donc pas de coûts d'entretien régulier, ni de coûts de renouvellement, comme dans l'alternative de base. Ils seront considérablement plus tardifs que dans l'alternative de base, car ici nous partons d'une toute nouvelle infrastructure.

4.3.3 Postes d'entretien

Entretien de la propreté

Un CCV sera fourni pour l'entretien de la propreté. Éléments pris en compte :

Activité	Fréquence
Balayage	4 fois par an
Nettoyage des avaloirs	4 fois par an
Nettoyage des déchets	6 fois par an
Nettoyage des panneaux	2 fois par an
Enlèvement des graffitis	1 fois par an

L'entretien de la propreté des tunnels est inclus dans les activités d'entretien des tunnels car ceux-ci doivent être fermés de toute façon sur une base mensuelle pour l'entretien des techniques spécifiques du tunnel.

Tunnels

Les éléments suivants sont inclus pour l'entretien des tunnels :

Partie architecturale

Activité	Fréquence
Inspections	1 fois par an
Entretien de la propreté	3 fois par an

Entretien de la propreté

- Fermeture du tunnel pendant l'entretien
- Nettoyage des parois
- Nettoyage des bordures de sécurité et des New Jersey
- Nettoyage des accessoires (portes d'évacuation, portes de service, pictogrammes, coffrets de dévidoirs, feux de contour, ...)
- Inspection de l'éclairage et nettoyage extérieur du plexi des rampes d'éclairage et des indicateurs de voie.
- Nettoyage des conduits (cachés) et des chambres d'inspection
- Dégagement et nettoyage des stations de pompage (3 fois par an)
- Dégagement et nettoyage des fosses de sable
- Nettoyage des gaines de ventilation (le cas échéant)
- Nettoyage des trappes d'évacuation (le cas échéant)

Partie électromécanique

Activité	Fréquence
Généralités	
- Vérifier le fonctionnement des techniques	1 fois par semaine
Électricité	
Installation haute tension	
- Ré-inspection de l'installation et de la mise à la terre	1 fois par an
- Inspection visuelle et essais	2 fois par an
- Maintenance fabricant	5 fois par an
Installation basse tension	
- Ré-inspection	1 fois tous les 5 ans
- Inspection visuelle, nettoyage, entretien	1 fois tous les 2 ans
UPS	
- Ré-inspection	1 fois par an
- Inspection périodique	12 fois par an
- Batteries : contrôle + entretien	2 fois par an
Générateur de secours	
- Inspection visuelle et essais	1 fois par an
- Maintenance fabricant	1 fois par an
Éclairage	
Tableaux de distribution : inspection, nettoyage, contrôle ...	1 fois par an
Mesure de la lumière dans les tunnels	1 fois par an
Inspections de l'éclairage	(ainsi que le nettoyage)
Installations de pompes et de ventilation	
Tableaux de distribution : inspection, nettoyage, contrôle ...	1 fois par an
Pompe immergée : contrôle/entretien	1 fois tous les 2 ans
Vannes : contrôle mécanique/électrique	1 fois tous les 2 ans
Systèmes de mesure (flotteurs)	1 fois tous les 2 ans
Système de ventilation	
- Ventilateurs et groupes : inspection	1 fois par an
- Contrôle du comportement vibratoire	12 fois par an
- Surpression couloirs d'évacuation : inspection	12 fois par an
- Mesures (CO, visibilité, hydrocarbures)	1 fois par an
Système de circulation	
Inspection générale	1 fois par an
Panneaux signalisation de voie : Inspection	12 fois par an
Vérification de l'alimentation et du contrôle de l'installation de régulation de la circulation	2 fois par an
Système de lutte contre l'incendie	
Contrôle et entretien général : pompes / vannes / systèmes de mesure / enrouleurs / arroseurs.	2 fois par an
Groupe de stations auxiliaires : contrôle de la fonctionnalité et nettoyage	1 fois par an

Installation de lutte contre l'incendie : inspection générale	4 fois par an
Systèmes de communication	
CCTV / boîte de distribution / ... : inspection générale	1 fois par an
CCTV/AID/réseau/... : inspection périodique	12 fois par an
Retransmission radio : inspection périodique	4 fois par an
Interphone / téléphones d'urgence : contrôle de la signalisation	4 fois par an
Équipement routier (détecteurs de boucles MIV) : inspection	12 fois par an
Bâtiments et locaux techniques et voies d'évacuation	
Climatisation : contrôle, nettoyage, ...	1 fois par an
Système d'alarme incendie du bâtiment de service : inspection	1 fois par an
Services d'utilité publique : inspection générale	1 fois par an
Fonctionnement et signalisation	
Systèmes de contrôle et d'exploitation	
- Surveillance permanente, mises à jour des logiciels et des micrologiciels, nettoyage occasionnel...	12 fois par an
- Serveurs : mises à jour des logiciels et des micrologiciels, automates, SCADA, ...	2 fois par an
Réseau de transport local : surveillance permanente, mise à jour des logiciels et des micrologiciels, ...	12 fois par an

Remplacement des composants

En outre, comme certains composants (caméras, ventilateurs, générateur de secours, alimentation en eau pour la lutte contre l'incendie, etc.) ont une durée de vie plus courte que le tunnel lui-même, un coût de remplacement de certains éléments doit être pris en compte.

Composant	Durée de vie [années]
Installation haute tension	30
Installation basse tension	25
Mise à la terre	30
Générateur de secours	30
Unité UPS	15
Batteries UPS	8
Lumières LED	5
CCTV	15
AID (détection automatique d'incidents)	10
ANPR (reconnaissance automatique des plaques minéralogiques)	10
Barrières	30
Détection d'incendie	10
Lutte contre l'incendie	15
« Astrid »	15 (note : ne sera pas remplacé : la maintenance s'arrête après 15 ans)
Téléphonie	15 (note : ne sera pas remplacé : la maintenance s'arrête après 15 ans)
Unité de climatisation dans la salle de données	15

Ponts

Pour le CCV des ponts sont inclus :

Activité	Fréquence
Inspections	1 fois par an
Entretien régulier des joints du tablier du pont	1 fois par an
Entretien des avaloirs et des filtres à sable	Avec le nettoyage général
Ponts en béton	
- Réparations locales de la structure en	1 fois tous les 25 ans

béton	
Ponts en acier	
Repeindre la structure en acier (partiellement)	1 fois tous les 15 ans
Repeindre la structure en acier (entièrement)	1 fois tous les 30 ans
Pièces	
Mains courantes	
- Réparer	1 fois tous les 15 ans
- Remplacer	1 fois tous les 30 ans
Appuis en élastomère : remplacer	1 fois tous les 30 ans
Joints de tablier de pont	
- Remplacer caoutchoucs	1 fois tous les 10 ans
- Remplacement des joints du tablier du pont (entièrement)	1 fois tous les 30 ans
Pierres de recouvrement : remplacer	1 fois tous les 30 ans
Évacuation d'eau : remplacement des tuyaux d'évacuation :	1 fois tous les 15 ans

Le revêtement des ponts est inclus dans le champ d'application des revêtements.

La durée de vie des ponts eux-mêmes est de 100 ans.

Massifs de rétention du sol

Cela concerne les murs de soutènement, les sols renforcés, ... pour lesquels est pris en compte :

Activité	Fréquence
Inspection spéciale des massifs de rétention du sol	Année 6, 11, 21 et 30

Revêtements

Pour les revêtements sont inclus pour le remplacement (autre que l'entretien de la propreté) :

Activité	Fréquence
Inspections	
Mesures de la planéité et de l'adhérence	1 fois par an
Asphaltage	
Fraisage de la couche supérieure de la voie de droite. Réhabilitation de la couche supérieure.	Année 8, année 20
Fraisage de la couche supérieure et de la couche inférieure. Réhabilitation du revêtement de la route, y compris sur les ouvrages d'art et le renouvellement des joints composés	1 fois tous les 12 ans
Réhabilitation complète de la chaussée en asphalte, y compris les fondations. Renouvellement de l'imperméabilisation des ouvrages d'art, y compris le renouvellement des joints composés	1 fois tous les 24 ans
Revêtement en béton	
Béton armé continu aux joints de construction	1 fois tous les 10 ans
Remplissage des joints dans le revêtement en béton	1 fois tous les 5 ans
Autres revêtements	
Pavés en béton : remplacer	1 fois tous les 12 ans
Béton imprimé : remplacer	1 fois tous les 24 ans
Éléments linéaires	
New Jerseys : Remplacer par du béton armé continu	
Glissières de sécurité	1 fois tous les 24 ans
Marquages	
Mesures de réflexion	1 fois par an
Renouvellement du marquage (thermo)	1 fois tous les 3 ans
Provision pour les réparations locales	

La durée de vie d'un revêtement continue en béton armé étant de 35 ans, le remplacement (après 35 ans, après 70 ans, etc.) est inclus dans ce calendrier.

Évacuation des eaux

Pour l'évacuation des eaux sont inclus (autre que l'entretien de la propreté) :

Activité	Fréquence
Fossés	
Nettoyage des boues (si nécessaire)	1 fois tous les 3 ans
Entretien majeur	1 fois tous les 6 ans
Égouttage	
Inspection par caméra	1 fois tous les 10 ans
Nettoyage des puisards, siphons, grilles grossières, séparateurs d'hydrocarbures, chicanes, etc.	1 fois par an
Nettoyage des égouts	1 fois tous les 5 ans
Réparation des régulateurs de débit, vannes murales, grilles grossières, siphons, séparateurs d'hydrocarbures, chicanes, structures de compression, ...	1 fois tous les 10 ans
Bassins tampons	
Nettoyage	1 fois tous les 2 ans
Provision pour les réparations locales	

Vert

Les éléments suivants sont inclus pour l'entretien des espaces verts :

Activité	Fréquence
Arbres	
Taille d'entretien	1 fois par an
Arrosage	2 fois par an
Arbustes / plantes couvre-sol	
Taille d'entretien	3 fois par an
Graminées	
Tonte	2 fois par an (moyenne entre les zones intensives et moins intensives)
Mauvaises herbes	
Élimination des mauvaises herbes, y compris sur les massifs de rétention du sol	1 fois par an

Signalisation et techniques (hors tunnels)

Pour la signalisation sont inclus :

Activité	Fréquence
Remplacement des poteaux	1 fois tous les 24 ans
Remplacement des réflecteurs anti-gibier	1 fois tous les 5 ans
Remplacement des balises auto-relevables	1 fois tous les 5 ans

Pour les remplacements des techniques en dehors des tunnels sont inclus :

Composant	Durée de vie [années]
Lampes LED	15 ans
CCTV	15 ans
VRI	15 ans

- Maintenance et remplacement CCTV, VMS, VRI, surveillance du trafic
- Consommation d'énergie

Le coût des opérations des systèmes ci-dessus n'est pas inclus.

Mesures de bruit

Sont pris en compte pour les mesures de bruit :

Activité	Fréquence
Entretien mur anti-bruit	
Entretien régulier - sécurité : portes de secours - réparation des panneaux cassés, ...	1 fois tous les 5 ans
Entretien majeur - réparation de l'ossature structurelle (fondation/affaissement/...) - Fonctionnalité des performances sonores	1 fois tous les 15 ans

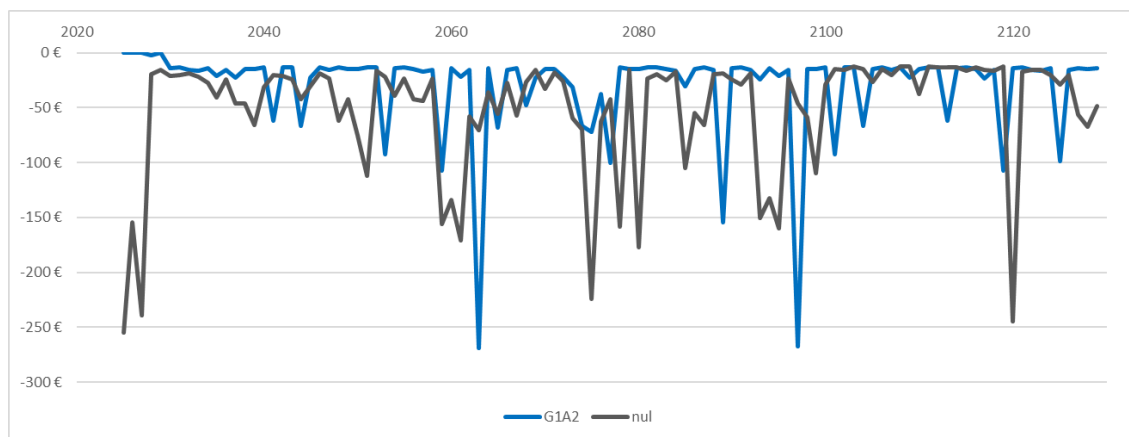
4.3.4 Résultat

Le graphique suivant montre les coûts de maintenance pour l'alternative de base (en noir) et l'alternative de plan G1A2 (en bleu). Les coûts sont représentés par année et montrent des pics importants lorsque des renouvellements majeurs sont prévus.

Les coûts de l'alternative de base apparaissent plus tôt dans le temps car l'infrastructure est (logiquement) plus ancienne que dans l'alternative de plan. Il est également frappant de constater les coûts importants en 2025-2030 pour résoudre les problèmes aigus liés, par exemple, au mauvais état du Ring actuel.

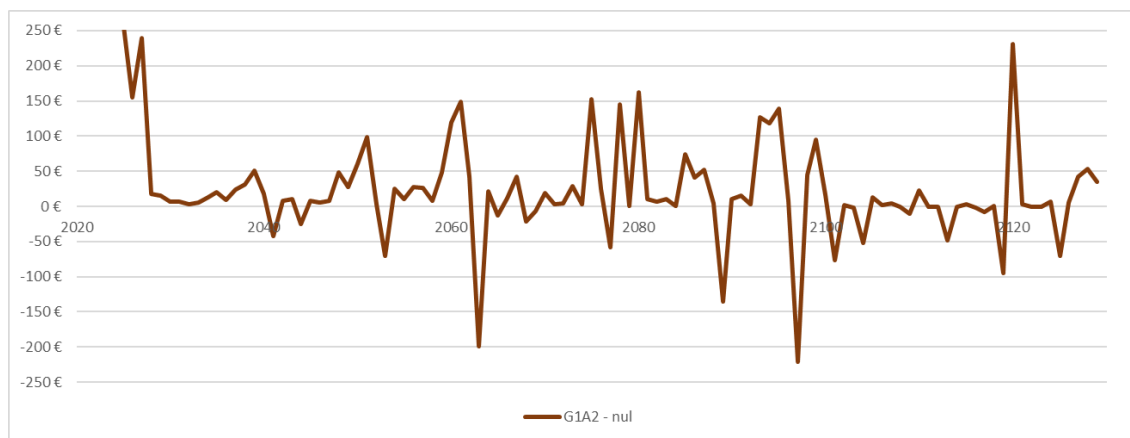
Les autres alternatives de plan suivent un parcours très similaire.

Figure 19 : Coûts d'entretien et de remplacement par an dans le cas de l'alternative de base et l'alternative de plan G1A2, en millions d'euros 2020 par an. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



Le graphique suivant montre le résultat net : la différence entre l'entretien et le remplacement dans l'alternative de plan G1A2 et l'alternative de base. Son cours est erratique en raison de la différence de timing entre les deux alternatives. Comme le montre la figure précédente, dans l'alternative de base, les coûts sont importants au cours des premières années en raison du remplacement urgent des ouvrages d'art et des routes. L'alternative de plan ne prévoit pas de tels coûts, de sorte qu'il y a des avantages nets au cours des 20 premières années (chiffres positifs sur le graphique). Par la suite, le cours est fluctuant. La variante de plan G1A2 est donc avantageuse par rapport au cas de base jusqu'en 2040, comme le montre le graphique sous forme de bénéfices positifs (coûts négatifs).

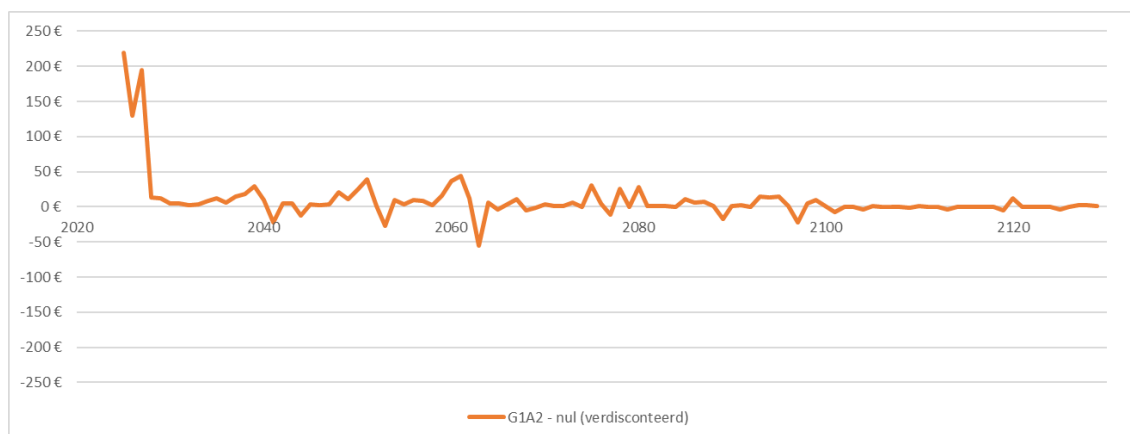
Figure 20 : Coûts d'entretien et de remplacement supplémentaires par an dans le cas de l'alternative de plan G1A2 (par rapport à l'alternative de base), en millions d'euros 2020 par an. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



Le graphique suivant montre ce que cela signifie lorsque les coûts sont actualisés jusqu'en 2020. Les coûts (ou les avantages) proches de 2020 ont alors beaucoup plus de poids que les coûts (ou les avantages) éloignés dans le futur. À partir de 2100 environ, c'est-à-dire 75 ans après le début de la construction, l'impact est nul en raison de l'effet du taux d'actualisation. Cela montre également qu'un horizon temporel court ne doit pas être pris à la légère - 30 ans, par exemple, serait trop court.

Si nous devons additionner tous les chiffres actualisés dans ce graphique, nous aurions donc des avantages pour l'alternative de plan G1A2 par rapport à l'alternative de base.

Figure 21 : Coûts d'entretien et de remplacement supplémentaires par an dans le cas de l'alternative de plan G1A2 (par rapport à l'alternative de base), en prix constants, et en prix actualisés (jusqu'en 2020) en millions d'euros 2020 par an. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



La figure suivante montre la valeur actuelle nette résultante pour toutes les alternatives de plan. Elles sont toutes positives pour la même raison que pour l'alternative de plan G1A2.

Comme on peut le voir sur la figure, la valeur actuelle nette des bénéfices d'entretien est d'environ 850 à 950 millions d'euros. Les bénéfices de l'alternative G1A2 sont les plus élevés. Les coûts d'entretien et de renouvellement sont les plus bas ici, de sorte que le « gain » le plus

important est réalisé par rapport à l'alternative de base avec ses coûts d'entretien et de renouvellement « coûteux ».

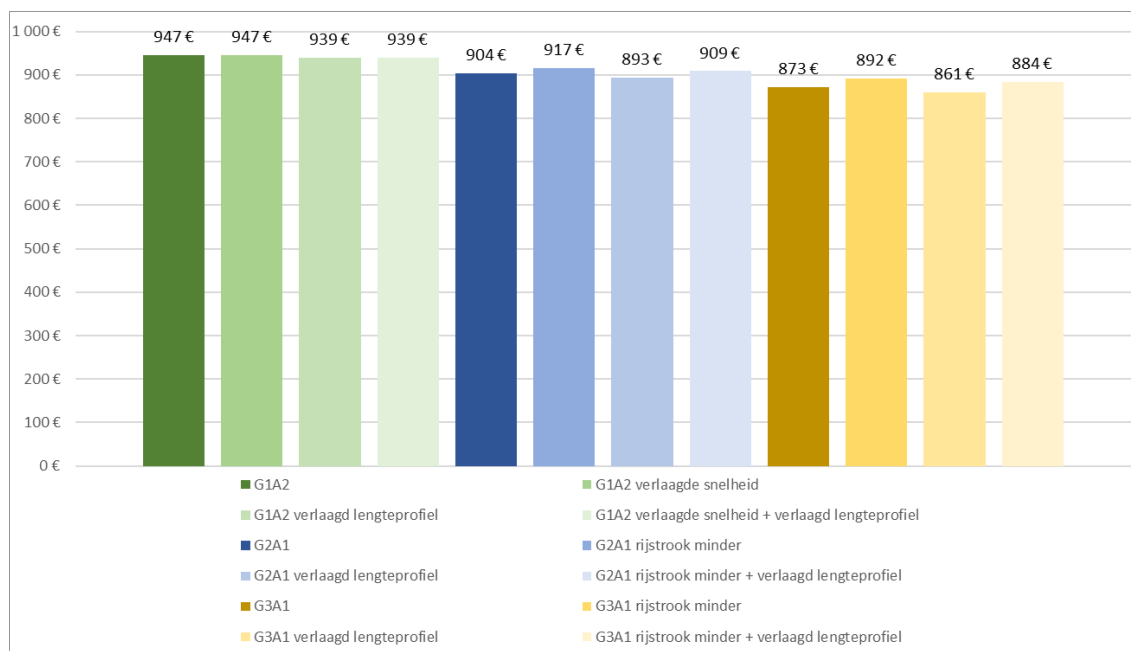
La valeur actuelle nette des avantages d'entretien (avantages par rapport à l'alternative de base) dans G2A1 et G3A1 est inférieure respectivement de 42 et 74 millions d'euros à celle de G1A2. La différence est principalement due à la quantité de revêtements en béton, qui doit être remplacée régulièrement. Le tableau ci-dessous le démontre.

Les variantes avec une voie de moins ont une valeur actuelle nette supérieure d'environ 12 à 23 millions d'euros. Ces alternatives de plan ont une voie de moins, et donc des coûts d'entretien plus faibles. Par conséquent, ils ont des avantages plus élevés que l'alternative de base.

Les variantes avec un profil longitudinal abaissé ont une valeur actuelle nette inférieure de 7 à 12 millions d'euros (bénéfices inférieurs en raison de coûts plus élevés dans l'alternative de plan par rapport à l'alternative de base). Le profil longitudinal abaissé a un impact beaucoup plus faible sur les coûts d'entretien et de renouvellement que sur les coûts d'investissement.

Les variantes avec une réduction de vitesse ont les mêmes coûts d'entretien et de renouvellement. Il peut éventuellement y avoir un très faible impact dû à l'effet de la vitesse. Cependant, l'usure est principalement une conséquence des conditions météorologiques, du volume de trafic et du poids par essieu des véhicules lourds.

Figure 22 : Valeur actuelle nette des coûts d'entretien et de renouvellement, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



Les détails par poste d'entretien se trouvent dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Valeur actuelle nette des coûts d'entretien et de renouvellement, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.

	G1A2	G2A1	G3A1	G2A1 rijstrook minder	G3A1 rijstrook minder	G1A2 verlaagd profiel	G2A1 verlaagd profiel	G3A1 verlaagd profiel	G2A1 rijstrook minder verlaagd profiel	G3A1 rijstrook minder verlaagd profiel
TOTAAL	946.52 €	904.23 €	872.60 €	916.63 €	892.35 €	939.39 €	893.50 €	860.65 €	909.14 €	883.86 €
LCC_C1 - Bruggen	128.27 €	130.94 €	130.76 €	127.95 €	130.76 €	127.36 €	129.59 €	129.17 €	126.59 €	129.17 €
LCC_C2 - Tunnels (onderhoud civiel)	-8.30 €	-5.98 €	-8.47 €	-5.98 €	-8.47 €	-8.30 €	-5.98 €	-8.47 €	-5.98 €	-8.47 €
LCC_D1 - Betonverhardingen	98.38 €	105.76 €	110.34 €	112.95 €	119.05 €	98.38 €	105.76 €	110.34 €	112.43 €	118.58 €
LCC_D2 - Asfaltverhardingen	92.30 €	45.64 €	55.15 €	45.64 €	55.15 €	88.94 €	40.57 €	49.59 €	40.82 €	49.91 €
LCC_E1 - Riolering	6.22 €	5.76 €	5.71 €	6.08 €	6.04 €	6.21 €	5.75 €	5.69 €	6.04 €	6.00 €
LCC_E2 - Bufferbekkens	1.65 €	1.39 €	1.55 €	1.59 €	1.75 €	1.64 €	1.38 €	1.53 €	1.57 €	1.73 €
LCC_E4 - Sloten en Grachten	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €	0.31 €
LCC_F1 - OV / DMV / Signalisatie	52.04 €	51.29 €	51.29 €	51.29 €	51.29 €	52.04 €	51.29 €	51.29 €	51.29 €	51.29 €
LCC_F2 - Technieken kruispunten	-34.73 €	-26.67 €	-58.30 €	-26.67 €	-58.30 €	-34.73 €	-26.67 €	-58.30 €	-24.19 €	-55.81 €
LCC_F4 - Technieken tunnels	-17.94 €	-11.96 €	-17.94 €	-11.96 €	-17.94 €	-17.94 €	-11.96 €	-17.94 €	-11.96 €	-17.94 €
LCC_G - Groenaanleg	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €	18.01 €
LCC_NH - Netheidsonderhoud	-10.68 €	-15.45 €	-9.16 €	-12.39 €	-6.03 €	-10.85 €	-15.71 €	-9.44 €	-12.81 €	-6.46 €
LCC_X1 - Nader te detailleren onderhoudskost	107.25 €	104.60 €	102.62 €	105.37 €	103.85 €	106.80 €	103.93 €	101.87 €	104.91 €	103.32 €
LCC_X2 - Indirecte onderhoudskost	104.30 €	97.28 €	92.03 €	99.34 €	95.31 €	103.12 €	95.50 €	90.05 €	98.10 €	93.90 €
LCC_X3 - Objectgerelateerde risico's	173.57 €	170.50 €	168.20 €	171.40 €	169.63 €	173.05 €	169.72 €	167.33 €	170.85 €	169.02 €
LCC_X4 - Objectoverstijgende risico's	199.45 €	198.01 €	196.93 €	198.43 €	197.60 €	199.21 €	197.64 €	196.52 €	198.17 €	197.31 €
LCC_X5 - Scheefte	36.40 €	34.78 €	33.56 €	35.26 €	34.32 €	36.13 €	34.37 €	33.10 €	34.97 €	33.99 €

4.4 Valeur résiduelle

En pratique, une ACAS fonctionne généralement avec une certaine période de vision. La DG Région propose 25-30 ans pour les projets d'infrastructure routière. L'idée est que d'ici là, la plupart des infrastructures auront été amorties. Mais ce n'est pas nécessairement le cas pour tous les éléments d'infrastructure, en particulier les ouvrages d'art. Pour ces éléments, nous devons calculer une valeur résiduelle. Cette valeur résiduelle peut être déterminée par référence aux avantages non réalisés ou par l'utilisation de techniques d'amortissement comptable standard. Cette dernière méthode est plus courante dans les investissements en matière de transport.

Une alternative consiste à travailler avec un horizon perpétuel (méthode standard flamande), où les avantages sont maintenus constants à partir de l'année au-delà de laquelle les pronostics ne sont pas suffisamment fiables.

Dans cette ACAS, un horizon infini a été utilisé, ce qui signifie qu'aucune valeur résiduelle ne doit être calculée.

5 Effets directs sur le transport

5.1 Quels sont les effets directs ?

Les effets directs sont les effets sur les utilisateurs immédiats du plan (les participants au trafic). Dans ce cas concret, les services du plan consistent en une meilleure connexion (routière) pour le trafic de passagers et de marchandises : trafic routier, trafic cycliste et usagers des transports en commun.

L'amélioration directe de l'accessibilité de la zone et de l'ensemble de la région affectée par le plan entraîne une réduction des coûts pour les différents utilisateurs. En effet, un trajet plus fluide et éventuellement plus court permet de réduire à la fois les coûts de carburant (pour le transport motorisé) et les coûts en termes de temps. Ce qui, à son tour, a un effet sur les flux de transport, comme le montrent les prévisions de transport. Ce sont également des avantages directs. Ces deux aspects sont calculés dans le surplus du consommateur. Pour les usagers du R0, du réseau routier secondaire, des pistes cyclables et des transports en commun, le prix généralisé diminuera dans le cadre des alternatives de plan.

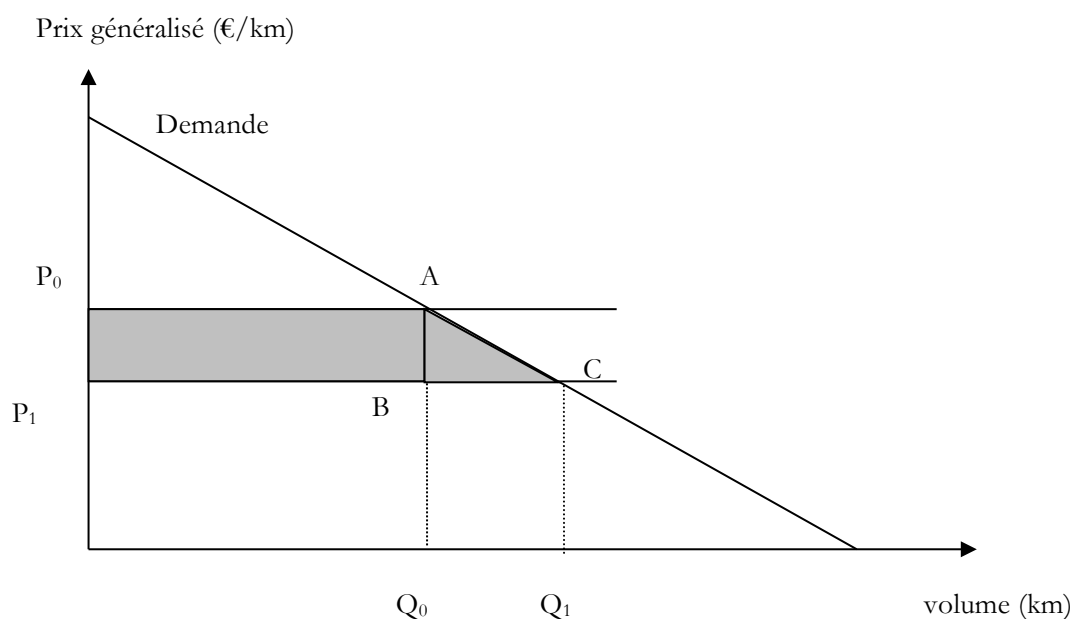
Le prix généralisé est la somme des coûts monétaires et des coûts en termes de temps. Nous prévoyons que les coûts en termes de temps diminueront en raison de la diminution de la congestion. Dans la figure, cela est illustré par la diminution de P0 à P1 (sur l'axe vertical). Cela entraîne une augmentation correspondante du volume de Q0 à Q1 (sur l'axe horizontal). Les avantages directs pour les utilisateurs du R0 sont alors égaux à la zone grise : les avantages pour les utilisateurs existants (P0P1AB) et les avantages pour les nouveaux utilisateurs (ABC). Il s'agit du calcul standard du surplus du consommateur dans les analyses coûts-avantages (méthodologie standard ACAS pour les projets d'infrastructure, mais aussi OEI, ¹⁸RAILPAG¹⁹, DG Région).

En théorie, l'effet global sur la demande doit être pris en compte. En pratique, dans cette ACAS, nous sommes limités à ce que le modèle de trafic peut calculer. Ce modèle ne tient compte qu'en partie de la demande latente. En effet, la demande totale de mobilité - calculée en nombre de déplacements - est maintenue constante. Sont inclus les effets sur le choix du mode de transport (répartition modale, par exemple passage de la voiture au train) et les effets sur les itinéraires (par exemple passage du réseau routier secondaire à l'autoroute).

¹⁸ Aperçu des effets sur l'infrastructure

¹⁹ Railway Project Appraisal Guidelines (Lignes directrices pour l'évaluation des projets ferroviaires)

Figure 23 : Représentation graphique du surplus du consommateur



5.2 Effets sur les volumes et les vitesses de circulation

5.2.1 Année de début des effets : 2030

Dans l'ACAS, nous supposons que le plan sera réalisé d'ici 2030. L'année de début des effets est donc 2030.

L'augmentation temporaire des coûts de transport pour le trafic existant résultant de la perturbation pendant l'exécution du plan n'est pas incluse.

5.2.2 Traitement des données du modèle de trafic : volumes de trafic et temps de parcours.

Nous utilisons les résultats des modèles de trafic, qui ont comme année de base 2017 et comme année de prévision 2030. L'année de base 2017 a comme entrées du modèle des chiffres sur la population, l'emploi et les volumes de trafic, les coûts et le réseau. Les prévisions jusqu'en 2030 ont été obtenues par :

- La croissance prévue de la population et de l'emploi entre 2017 et 2030.
- Les développements considérés comme politique décidée et qui seront réalisés d'ici 2030, dans la mesure où ils sont connus maintenant.

Les volumes de trafic (Q_0 et Q_1 sur la figure ci-dessus) et les variations des volumes de trafic pour le transport routier (tant sur le R0 que sur le réseau routier secondaire) et pour les transports en commun sont tirés des prévisions de trafic exécutées en concertation avec l'équipe de modélisation du trafic du MOW avec le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

Les différences de temps de parcours, qui font partie des coûts, sont également tirées des prévisions de trafic.

Le modèle ne dispose pas encore d'un rapport de validation. Certaines limitations connues sont :

- Les lignes de transport public n'ont aucune restriction de capacité
- Les temps de trajet dans les transports publics sont indépendants des conditions du réseau, comme les embouteillages. Dans le modèle, les transports publics fonctionnent selon une fréquence et un horaire fixes.
- Il n'y a pas de choix d'heure de départ : le trafic continue de s'écouler à la même heure dans chaque alternative.
- Le nombre total de trajets reste constant. Toutefois, il peut y avoir un changement de mode de transport, d'itinéraire ou de destination.
- Au cours de l'année de base 2017, les capacités des emplacements de goulots d'étranglement et les longueurs des embouteillages n'ont pas été calibrées. Elles sont donc moins à même d'approcher la réalité.
- Le modèle est limité à la zone d'étude et à la zone d'influence autour de la Périphérie flamande. Par conséquent, aucun effet n'est visible sur les longues distances (par exemple, le choix de l'itinéraire Gand-Anvers).

Le modèle fournit des informations sur 6 modes de transport pour 2030 :

- voiture
- camion
- bus-tram-métro
- Train
- Vélo
- Piétons

Pour chacun de ces modes de transport, un post-traitement a été nécessaire pour arriver aux chiffres souhaités. Par exemple, une ACAS exige que l'on dispose de volumes de trafic, de temps de parcours et de prix pour chacun des modes de transport, et que ceux-ci soient disponibles pour chaque année future à partir de 2030. Il a donc fallu compléter certaines données et faire des prévisions.

Nous passons en revue ci-dessous toutes les opérations supplémentaires qui ont été effectuées, ainsi que les résultats, par mode de transport. Les opérations ont été effectuées pour l'alternative de base et 6 alternatives de plan, pour chacune des 17 sous-zones (voir 2.4.4 pour la délimitation). Seules les 6 premières alternatives de plan sont considérées. Les 6 variantes à profil longitudinal abaissé ne sont pas distinctives pour les volumes de trafic.

5.2.3 Véhicules personnels

Dans ce long chapitre, nous détaillons d'abord les opérations des résultats du modèle de trafic. Il s'agit notamment d'établir des prévisions au-delà de 2030, tant pour les volumes et les vitesses de circulation que pour les encombrements.

Les effets des alternatives sur le R0-Nord, les autres autoroutes et les routes secondaires sont ensuite examinés plus en détail. Les effets sur les volumes de trafic sont d'abord abordés, puis ceux sur les vitesses.

Traitement des données du modèle de trafic

Pour le trafic automobile, les chiffres du Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1) ont été fournis sur le réseau routier : km parcourus (véhicules) et temps de trajet, par partie de journée pour un jour ouvrable typique. Les vitesses comprennent le temps perdu sur les routes en raison de la **congestion de certains tronçons**. Les **temps d'attente aux carrefours** dus, par exemple, aux feux de signalisation ou à la congestion des carrefours sont également inclus dans les vitesses.

Des résultats du modèle sont disponibles pour chaque heure de la journée (24), qui ont été regroupées en 5 parties de journée (voir le tableau ci-dessous).

Tableau 7: Parties de la journée dans le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1)

HPM	RST	HPS	SOIR	NUIT
Heure de pointe du matin	Reste de la journée	Heure de pointe du soir	soirée	nuit
7-10h	10-16h	16-19h	19-23h	23-7h
3h	6h	3h	4h	8h

À l'aide des opérations SIG, nous avons agrégé ce chiffre en chiffres pour les 5 parties de la journée, 17 sous-zones pour l'ensemble de l'année 2030.

Une distinction a également été faite entre 3 types de routes : R0-Nord, les autres autoroutes et les routes secondaires. Cette distinction était importante pour l'impact sur les embouteillages, mais aussi sur les accidents de la route.

Croissance après 2030 passagers-km

La croissance du trafic automobile entre 2030 et 2040 est tirée du Bureau du Plan²⁰. Le chiffre moyen pour la Belgique a été utilisé : une croissance annuelle de 0,22% pour le R0-Nord, les autres autoroutes et les routes secondaires. Le Bureau du Plan ne fournit pas de prévisions pour la période postérieure à 2040. L'hypothèse pour la période 2040-2050 est la moitié de la croissance de 2030-2040. À partir de 2051, nous supposons une croissance nulle. En effet, les chiffres européens montrent que la croissance du transport de passagers s'arrêtera d'ici 2050.

Les prévisions du Bureau du Plan sont basées sur le modèle PLANET. Elles sont publiées tous les trois ans. Nous utilisons les prévisions « à politique inchangée ». Il s'agit de la poursuite de la politique fiscale et tarifaire en vigueur en 2018 : redevance kilométrique pour les camions depuis 2016, réforme des droits d'accises, amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, introduction progressive des motorisations hybrides et électriques.

Le réseau routier est supposé constant (préservation de l'infrastructure existante). Les principales prévisions macroéconomiques et sociodémographiques exogènes sont un taux de croissance annuel de la population de 0,4%, un taux de croissance du produit intérieur brut de 1,5%.

²⁰ Coraline Daubresse, Bruno Hoornaert, Benoît Laine, Laurent Franckx, Dominique Gusbin, Alex Van Steenberghe, Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040, Bureau du Plan, janvier 2019.

Croissance après 2030 : vitesses

Un problème majeur s'est posé lors de l'estimation des temps de parcours pour les années futures. Compte tenu de la croissance attendue du trafic automobile, il serait erroné de penser que les années après 2030 compteront autant d'embouteillages qu'en 2030. Pour supposer la croissance de la congestion, une fonction agrégée vitesse-débit (fonction de congestion) a été estimée sur la base de la situation de 2030.

Pour chaque zone, le volume et la vitesse du trafic étaient disponibles pour 5 points, à savoir les 5 parties de la journée : HPM, RST, HPS, SOIR et NUIT.

Pour chacune des alternatives (7), des zones (17) et des types de routes (3), les paramètres a et n de la fonction suivante ont été estimés sur la base des 5 points :

$$\text{temps de trajet} = a * \text{volume du trafic}^n$$

Pour les autoroutes de la zone 11 dans l'alternative de base, le résultat de l'étalonnage de la fonction agrégée vitesse-débit est, par exemple :

$$\text{temps de trajet} = 0,0002 * \text{volume du trafic}^{1,4945}$$

Grâce à cette fonction, il est possible de déduire une vitesse moyenne à partir de chaque volume de trafic pour la zone, le type de route et l'alternative concernés. À mesure que le volume de trafic augmente, le temps de trajet augmente de façon exponentielle (par une puissance de 1,4945 dans l'exemple). Ces fonctions vitesse-débit (fonctions de congestion) ont une puissance nettement inférieure à ce qui est habituel pour une section de route isolée (qui est d'un ordre de grandeur 4). La raison en est que nous modélisons une zone entière, avec de nombreux tronçons routiers agrégés, dont certains ne se trouvent pas dans la zone de congestion de la courbe, et d'autres oui. Les courbes agrégées par zone sont généralement plus « plates ».

Cette méthode a permis d'estimer les temps de trajet et les vitesses pour toutes les années futures de manière cohérente avec le modèle de trafic.

Pour approfondir l'analyse de l'impact sur les voitures particulières, nous examinons séparément dans les paragraphes suivants l'impact sur le R0, les autres autoroutes et les routes secondaires. Dans chaque cas, on considère d'abord l'effet sur les volumes de trafic, puis l'effet sur les vitesses.

R0-Nord

Sur le **R0-Nord**, nous constatons une augmentation du nombre de passagers-km par rapport à l'alternative de base pour les variantes G1A2 et G2A1, toutes deux d'un peu plus de 10%. Dans la variante G2A1, à peine 20% du trafic emprunte les routes parallèles. La variante G1A2 à vitesse réduite présente approximativement le même volume de trafic que l'alternative de base (faible diminution). La variante G2A1 avec une voie en moins également (petite augmentation).

L'alternative de plan G3A1 (y compris la route latérale) présente une diminution, qui s'explique par la capacité plus faible de la route de transit R0, alors que la route latérale accueille relativement peu de trafic. Ce phénomène est encore plus prononcé dans la variante avec une voie de moins.

Tableau 8: Volume de trafic automobile prévu (R0-Nord, y compris la route parallèle et/ou latérale) en millions de passagers-km, par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	transit		parallèle/latérale		total R0-Nord	
	passagers-km	différence	passagers-km	différence	passagers-km	différence
Alternative de base	1501,97		0,00		1501,97	0,00%
G1A2	1657,58	10,36%	0,00	/	1657,58	10,36%
G1A2 vitesse réduite	1497,93	-0,27%	0,00	/	1497,93	-0,27%
G2A1	1361,18	-9,37%	306,48	/	1667,66	11,03%
G2A1 voie en moins	1128,99	-24,83%	400,00	/	1528,99	1,80%
G3A1	1355,62	-9,74%	132,95	/	1488,57	-0,89%
G3A1 voie en moins	1062,05	-29,29%	132,88	/	1194,93	-20,44%

Figure 24 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord transit) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

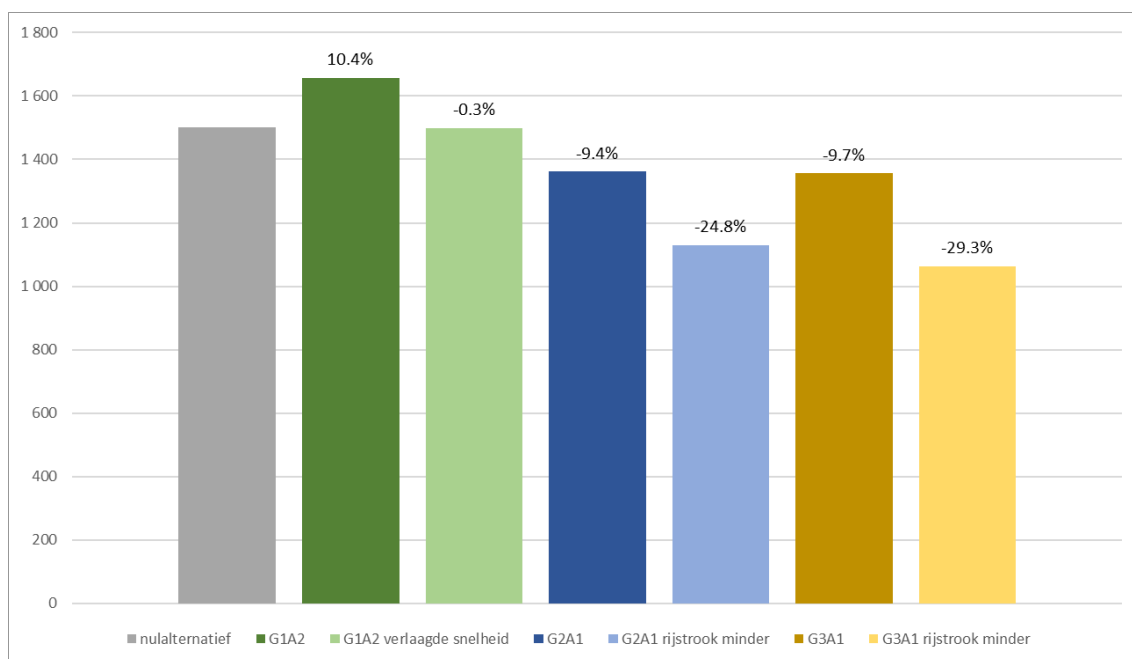


Figure 25: Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord transit) par alternative, 2030, par sous-zone Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

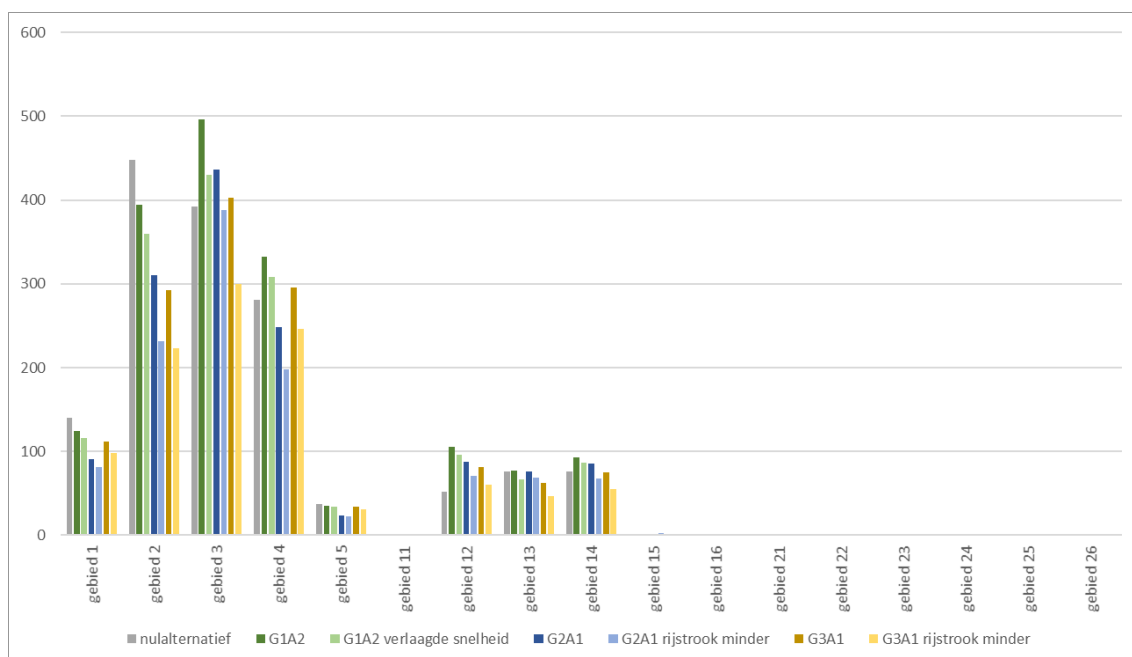


Figure 26: Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

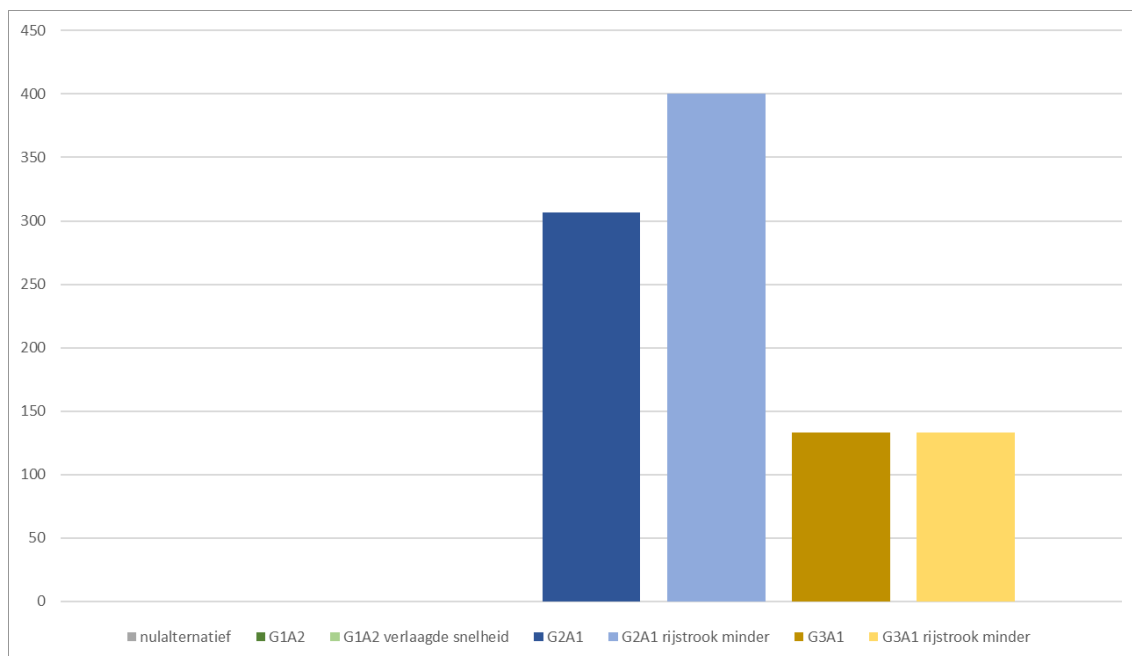
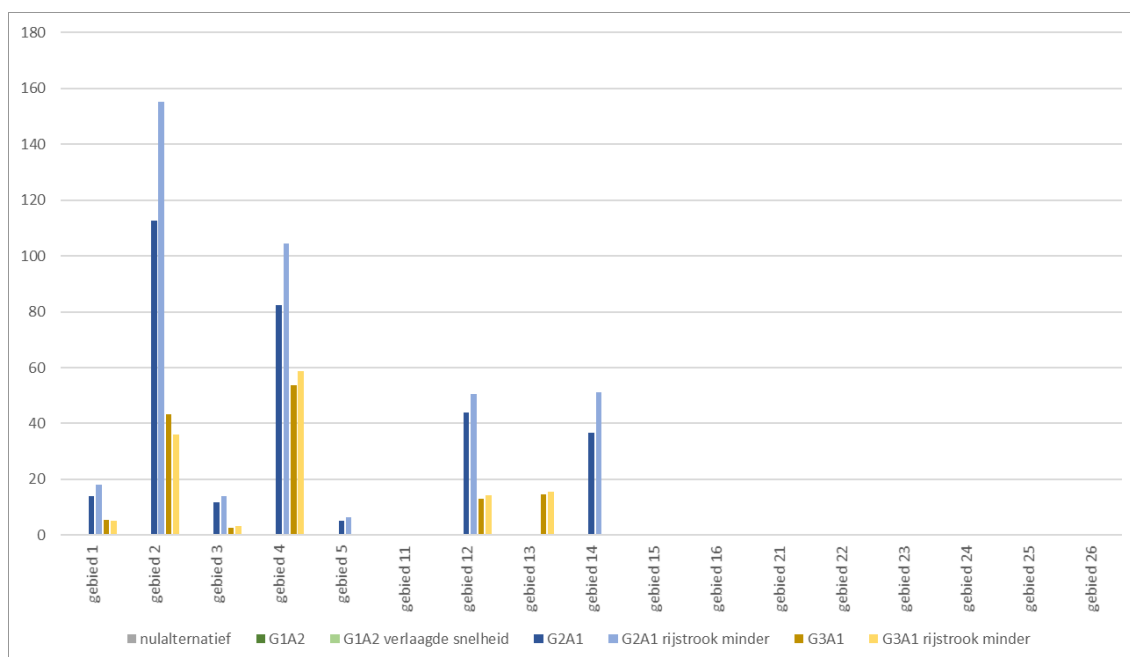


Figure 27: Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La figure suivante montre l'évolution du trafic sur le R0 (tronçon traversant) après 2030. À cet effet, les chiffres de croissance du Bureau du Plan ont été utilisés, comme cité précédemment.

Figure 28 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord transit) par alternative, 2030-2070, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

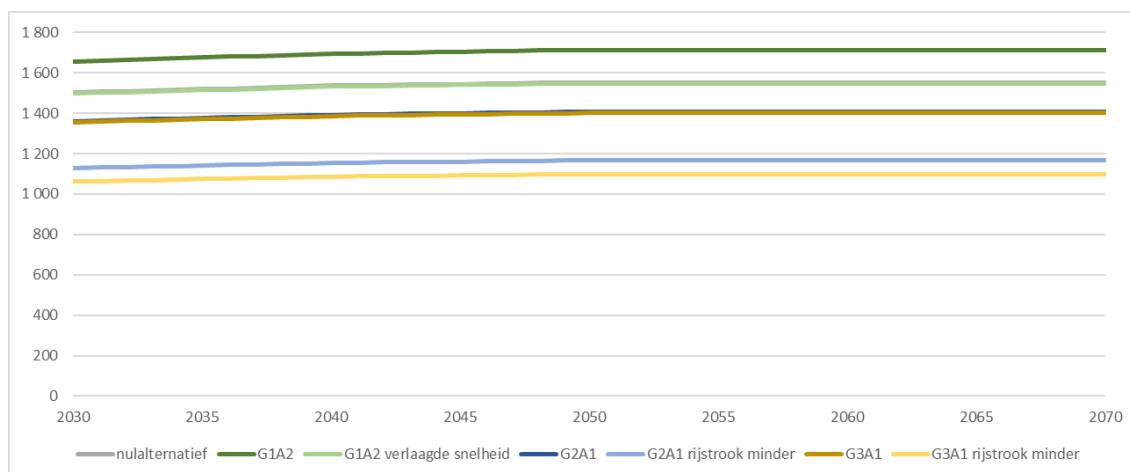
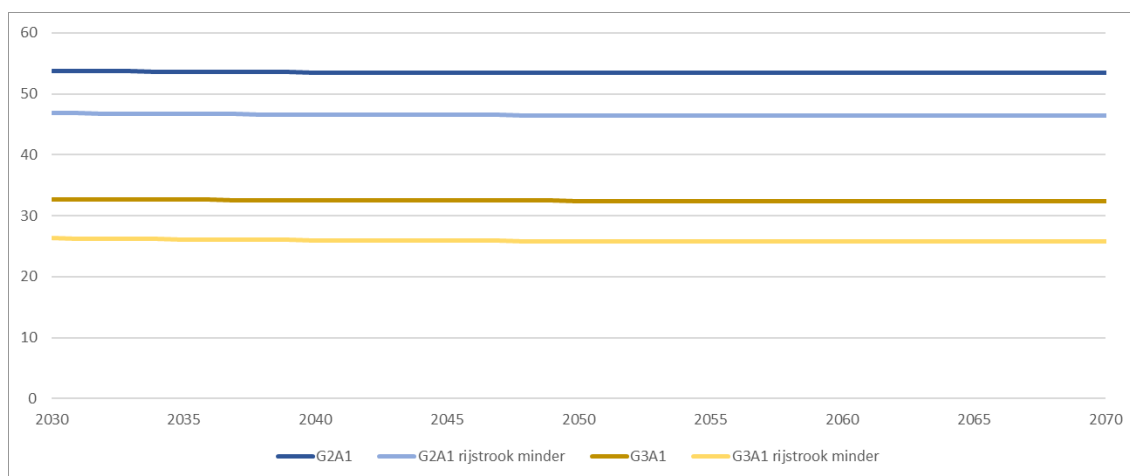


Figure 29: Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030-2070, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La vitesse sur le R0-Nord a été calculée avec le modèle de trafic, sur la base de la vitesse autorisée et du retard dû aux embouteillages et aux carrefours. Sa vitesse moyenne est actuellement de 52,72 km/h. La vitesse moyenne augmente de près de 10 km/h dans les alternatives de plan G1A2 et G2A1 par rapport à l'alternative de base. Cette augmentation de la vitesse joue un rôle important dans les avantages dus à la mobilité. La vitesse diminue dans l'alternative G3A1, et même fortement dans G3A1 avec une voie en moins.

Dans l'alternative G1A2 à vitesse réduite, la vitesse est (logiquement) plus faible que dans l'alternative de base G1A2, mais en moyenne toujours légèrement plus élevée que dans l'alternative de base. Cela est dû à la réduction de la congestion par rapport à l'alternative de base. Dans les variantes avec une voie de moins, la vitesse est nettement inférieure à celle de la variante de base en raison de la réduction de la capacité et de l'augmentation de la congestion qui en résulte.

Tableau 9 : Vitesse moyenne prévue des voitures (R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	transit		parallèle/latérale		total R0-Nord	
	vitesse	différence	vitesse	différence	vitesse	différence
Alternative de base	52,72		/		52,72	
G1A2	61,80	17,21%	/	/	61,80	17,21%
G1A2 vitesse réduite	54,11	2,63%	/	/	54,11	2,63%
G2A1	64,25	21,86%	53,73	/	62,02	17,63%
G2A1 voie en moins	56,65	7,45%	46,81	/	53,70	1,85%
G3A1	49,80	-5,54%	32,70	/	47,58	-9,76%
G3A1 voie en moins	42,29	-19,80%	26,27	/	39,60	-24,89%

Figure 30 : Vitesse prévue des voitures (R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

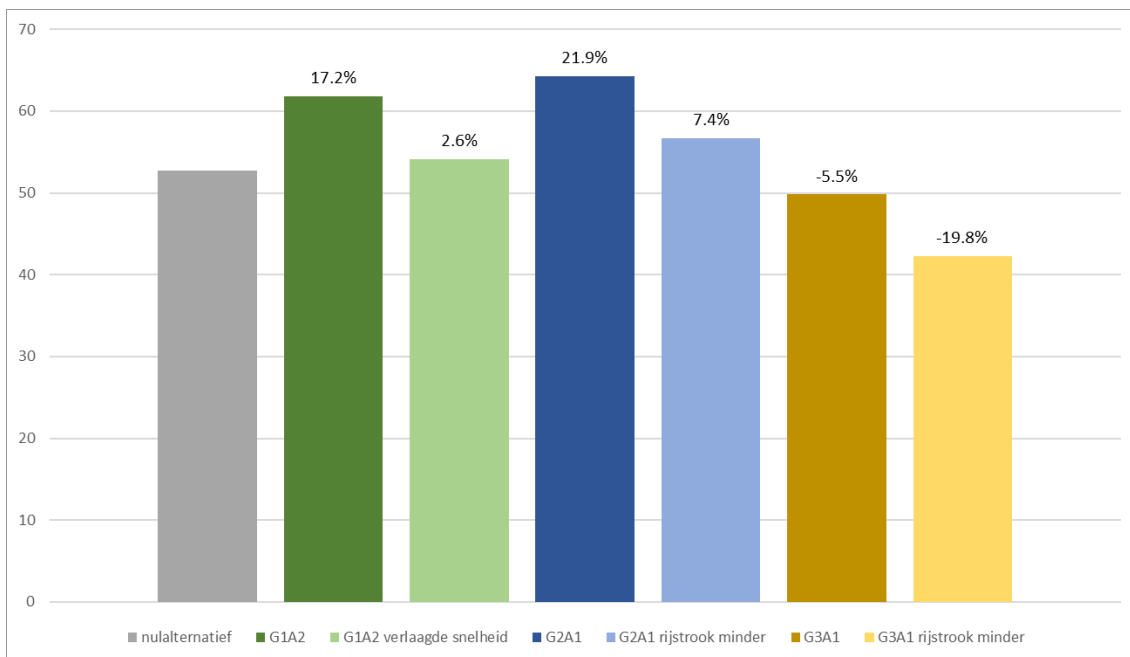


Figure 31 : Vitesse prévue des voitures (R0-Nord transit) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

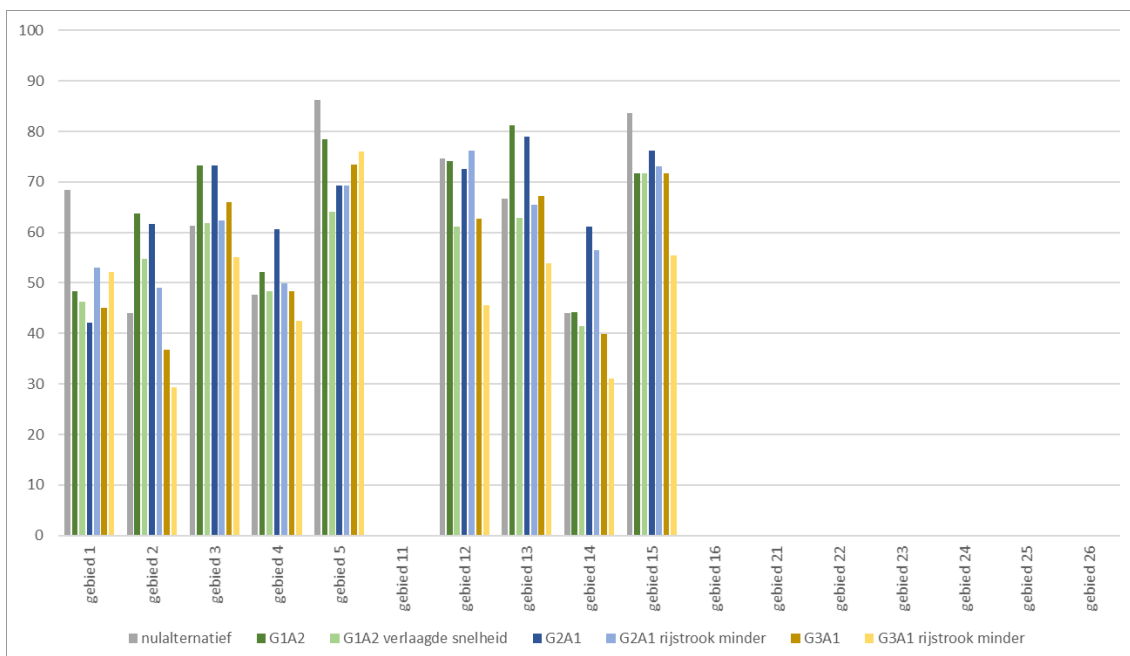


Figure 32: Vitesse prévue des voitures (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

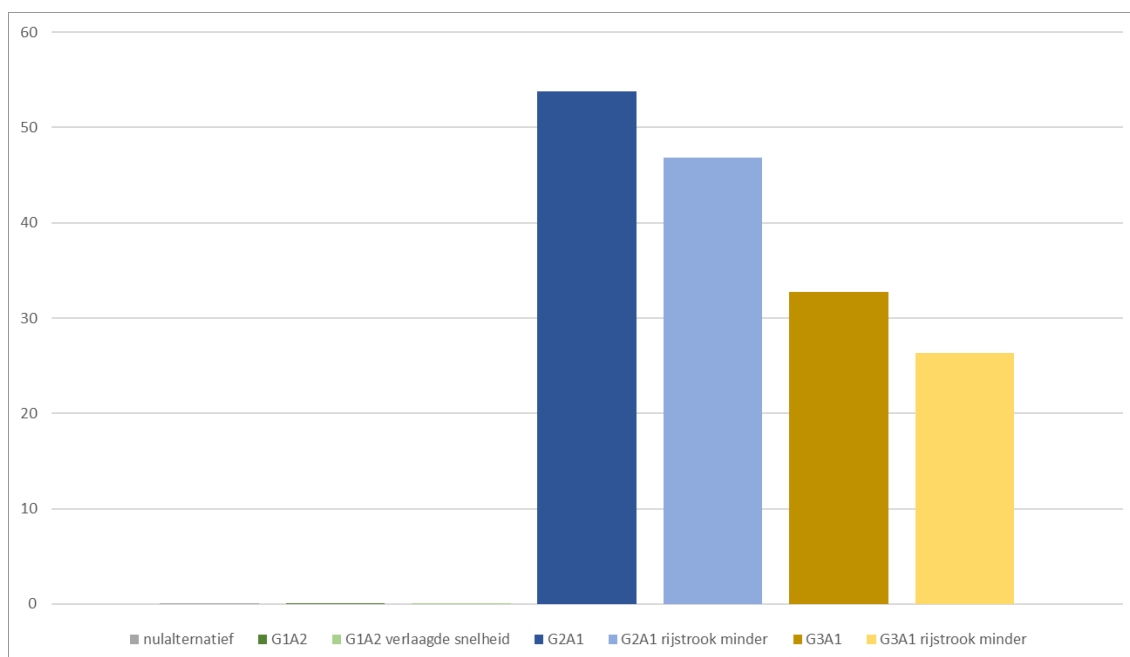
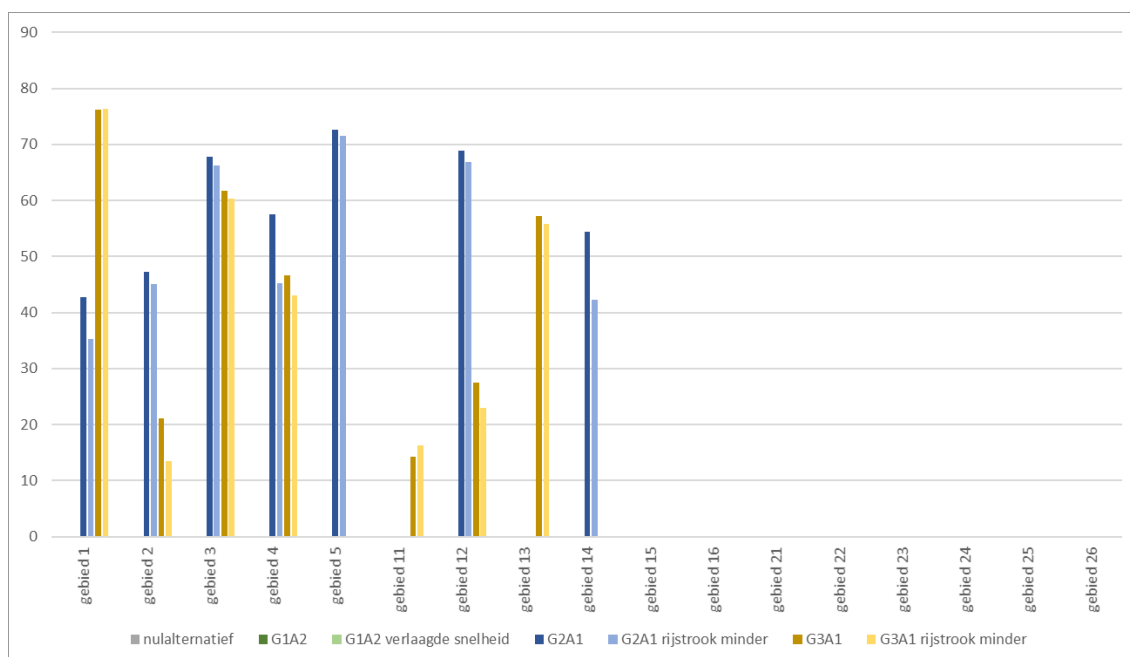


Figure 33: Vitesse prévue des voitures (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Autres autoroutes

Sur les **autres autoroutes**, nous constatons une diminution du nombre de passagers-km par rapport à l'alternative de base pour toutes les alternatives de plan, à l'exception de G1A2 avec

vitesse réduite. Notez que cela inclut toutes les autoroutes (sauf le R0-Nord) dans la zone d'étude (voir carte 2.4.5). Il s'agit des autoroutes d'accès (qui éloignent aussi, selon l'heure de la journée), mais aussi des autoroutes situées plus loin.

La figure détaillée par sous-zone montre que cette diminution est particulièrement visible dans les zones 1 et 2 (Grand-Bigard, Wemmel). Il s'agit de la E40 en direction de Gand et du R0 occidental en direction de Hal. Cela s'explique par le fait qu'en raison de la meilleure fluidité du trafic, les embouteillages sur le R0 disparaissent partiellement et les volumes de trafic augmentent. Cela crée plus de congestion sur les autoroutes d'accès, comme nous le verrons plus loin lorsque nous aborderons la vitesse, ce qui entraîne une baisse des volumes de trafic. Il convient également de noter que le volume total du trafic y est beaucoup plus élevé que sur le R0-Nord (10 000 millions de passagers-km contre 1 400 millions de passagers-km), de sorte que toute différence s'appliquant à ces autres autoroutes a un impact plus important.

Tableau 10: Volume de trafic automobile prévu (autoroutes sans R0-Nord) en millions de passagers-km, par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	passagers-km	différence
Alternative de base	10 041	
G1A2	9 951	-0,89%
G1A2 vitesse réduite	9 899	-1,41%
G2A1	10 091	0.50%
G2A1 voie en moins	10 034	-0,06%
G3A1	9 956	-0,85%
G3A1 voie en moins	9 880	-1,60%

Figure 34 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

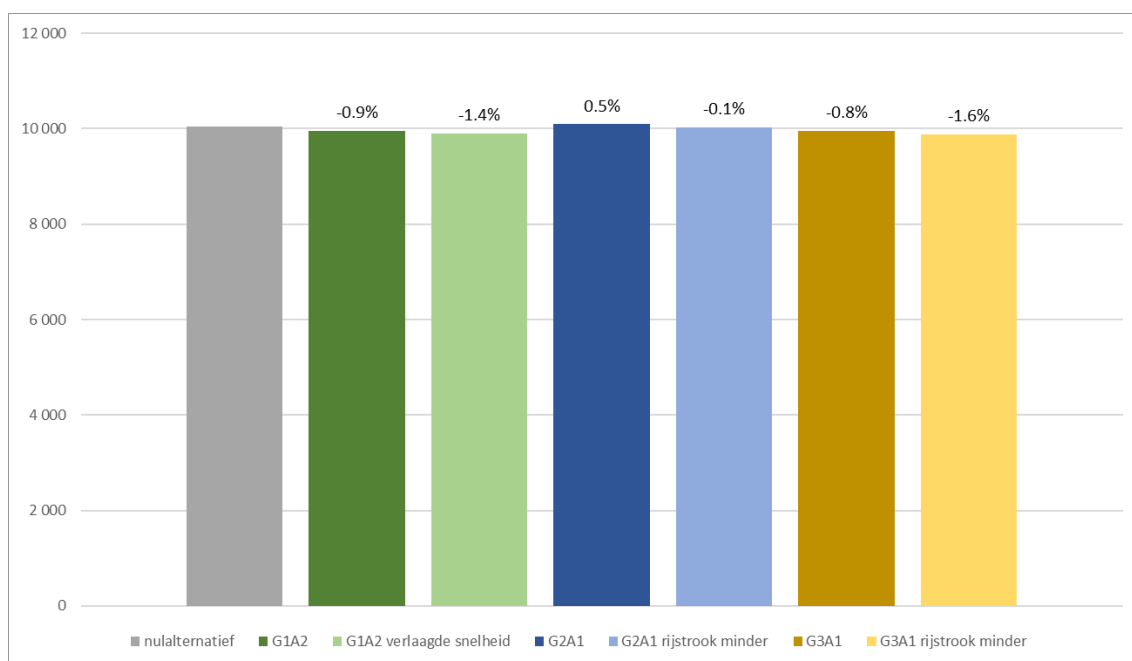
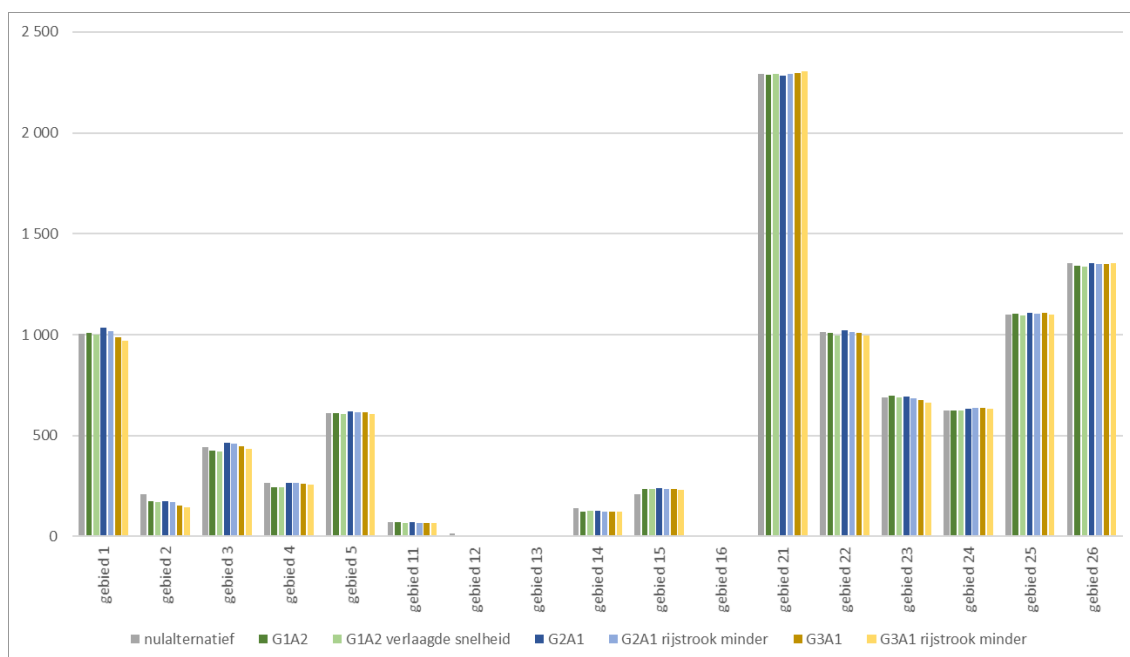
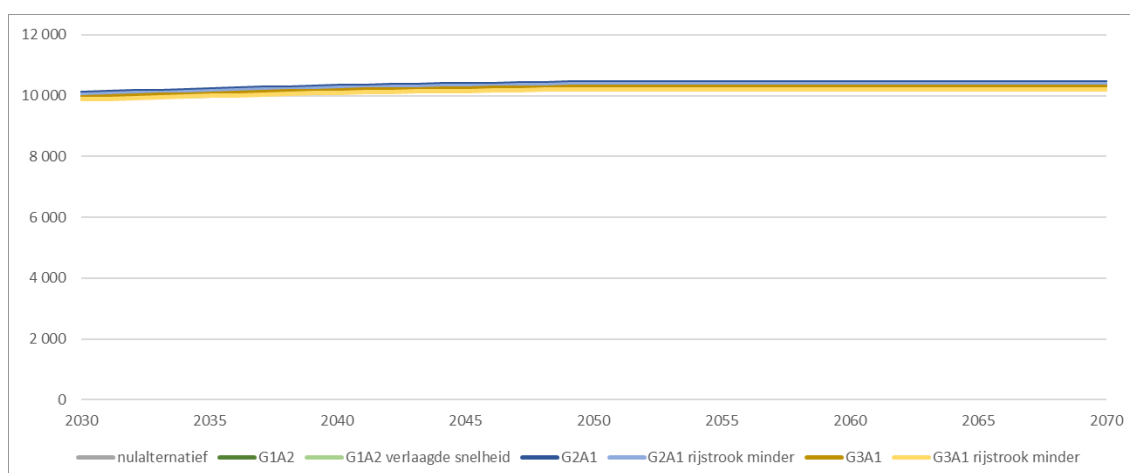


Figure 35 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La dernière figure montre l'évolution du trafic sur les autoroutes. À cet effet, les chiffres de croissance du Bureau du Plan ont été utilisés, comme cité précédemment.

Figure 36 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030-2070, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Les vitesses sur les autres autoroutes diminuent de 0,5 à 1,5 km/h dans la plupart des alternatives de plan par rapport à l'alternative de base, sauf dans les variantes G3A1, où la vitesse augmente. Cela peut sembler peu, mais ces chiffres sont une moyenne de l'ensemble du trafic dans une vaste zone d'étude pour une année complète (2030), et sont donc significatifs. Cette diminution de la vitesse joue également un rôle important dans les avantages dus à la mobilité.

Cela s'explique par un flux de trafic correct sur le R0 (dans G1A2 et G2A1), ce qui provoque un déplacement partiel des bouchons sur les autoroutes d'accès, sur lesquelles aucun changement de

capacité ne s'opère. Cela entraîne également des déplacements locaux sur le réseau routier secondaire (voir ci-dessous). Nous avons donc moins de trafic sur les autres autoroutes, à une vitesse plus faible. L'effet est plus important dans la zone autour de Wemmel (zones 1, 2, 11) que dans les autres zones (voir 2.4.4 pour la délimitation des zones).

Les alternatives de plan G3A1, qui présentent une augmentation de la vitesse, font exception en raison de la diminution plus marquée du trafic sur les autres autoroutes.

La dernière figure montre l'évolution de la vitesse moyenne sur les autoroutes. À cette fin, les fonctions vitesse-flux nouvellement estimées ont été utilisées, comme expliqué précédemment.

Tableau 11 : Vitesse prévue des voitures (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	vitesse	différence
alternative de base	78,51	
G1A2	77,16	-1,72%
G1A2 vitesse réduite	77,78	-0,93%
G2A1	76,91	-2,03%
G2A1 voie en moins	77,64	-1,10%
G3A1	78,65	0,19%
G3A1 voie en moins	80,09	2,01%

Figure 37 : Vitesse prévue des voitures (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

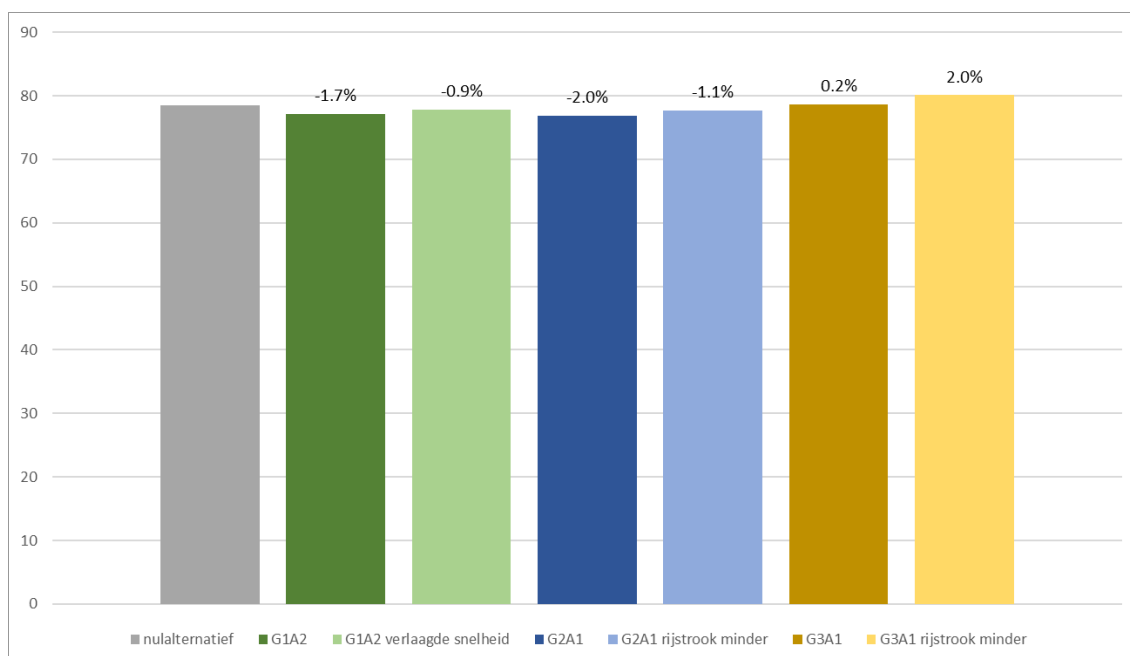
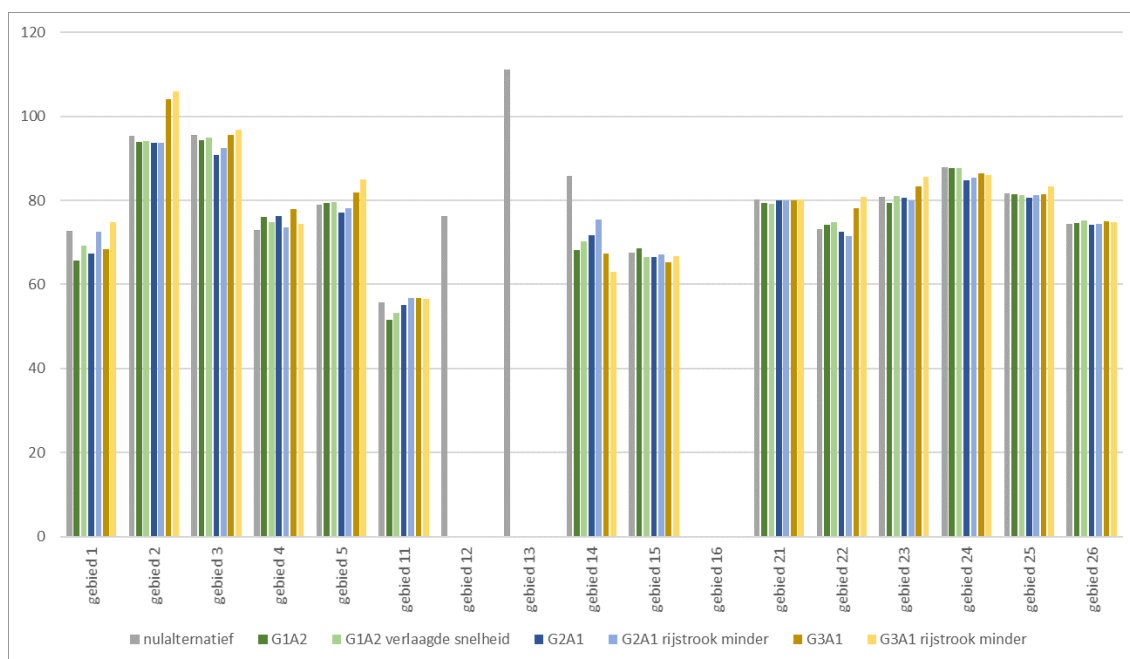


Figure 38 : Vitesse prévue des voitures (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1). (Les zones 12, 13 et 16 ne contiennent pas d'autoroutes).



Routes secondaires

Sur les **routes secondaires**, nous constatons une légère augmentation du nombre de passagers-km par rapport à l'alternative de base dans chaque alternative ou variante de plan, sauf pour G2A1 où il reste constant. La figure détaillée par sous-zone montre que cette augmentation est particulièrement visible dans les zones autour du R0, tant au sein qu'à l'extérieur de celui-ci.

Ceci est dû à la combinaison de 2 effets :

- Les zones résidentielles deviennent plus calmes en raison de la réduction du trafic de contournement : le trafic qui traversait auparavant les zones résidentielles pour éviter les embouteillages sur le R0 passe à présent (de nouveau) par le R0. Cet effet se produit dans G1A2 et G2A1. Dans le cas de G3A1, cela fonctionne en sens inverse, car le R0 ne s'améliore pas sensiblement en termes de flux à cet endroit.
- Les chaussées qui rejoignent le R0 sont de plus en plus empruntées. Cette augmentation est due à la capacité libérée par l'amélioration de la circulation sur le R0, qui entraîne une augmentation du trafic vers et depuis le R0.

En conséquence, il y a une légère augmentation du trafic sur le réseau routier secondaire. Dans G1A2 et G2A1, cela est dû principalement à l'augmentation de trafic sur une route d'ordre supérieur (chaussée, R0). Le trafic qui se trouvait auparavant sur la « mauvaise » route (trafic de contournement) se trouve maintenant sur une route plus appropriée, comme une chaussée ou une autoroute, au moins à proximité du R0. L'inverse est vrai pour les autoroutes d'accès : elles sont davantage encombrées, ce qui peut conduire à plus de trafic de contournement.

Il convient de noter que le volume total du trafic y est beaucoup plus élevé que sur le R0-Nord et sur les autres autoroutes (14 000 millions de passagers-km contre respectivement 1 400 et 10 000 millions de passagers-km), de sorte que toute différence s'appliquant à ces routes secondaires a un impact plus important.

Tableau 12: Volume de trafic automobile prévu (routes secondaires) en millions de passagers-km, par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	passagers-km	différence
alternative de base	13 870	
G1A2	13 920	0,36%
G1A2 vitesse réduite	13 938	0,49%
G2A1	13 870	0,00%
G2A1 voie en moins	13 936	0,48%
G3A1	13 952	0,59%
G3A1 voie en moins	14 096	1,63%

Figure 39 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (routes secondaires) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

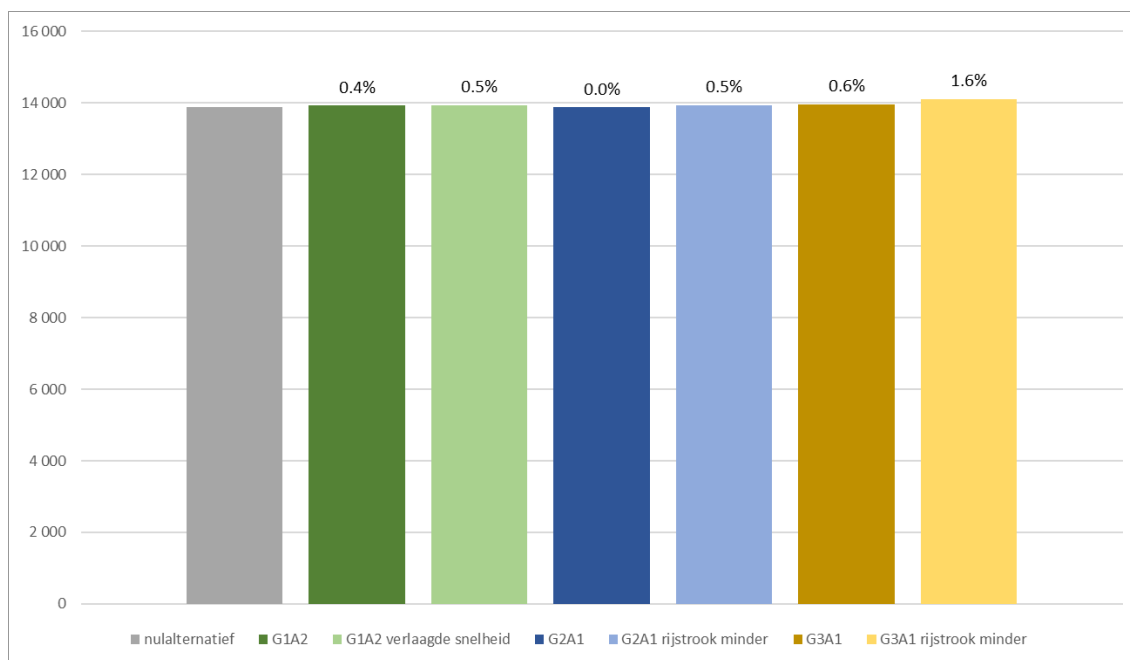
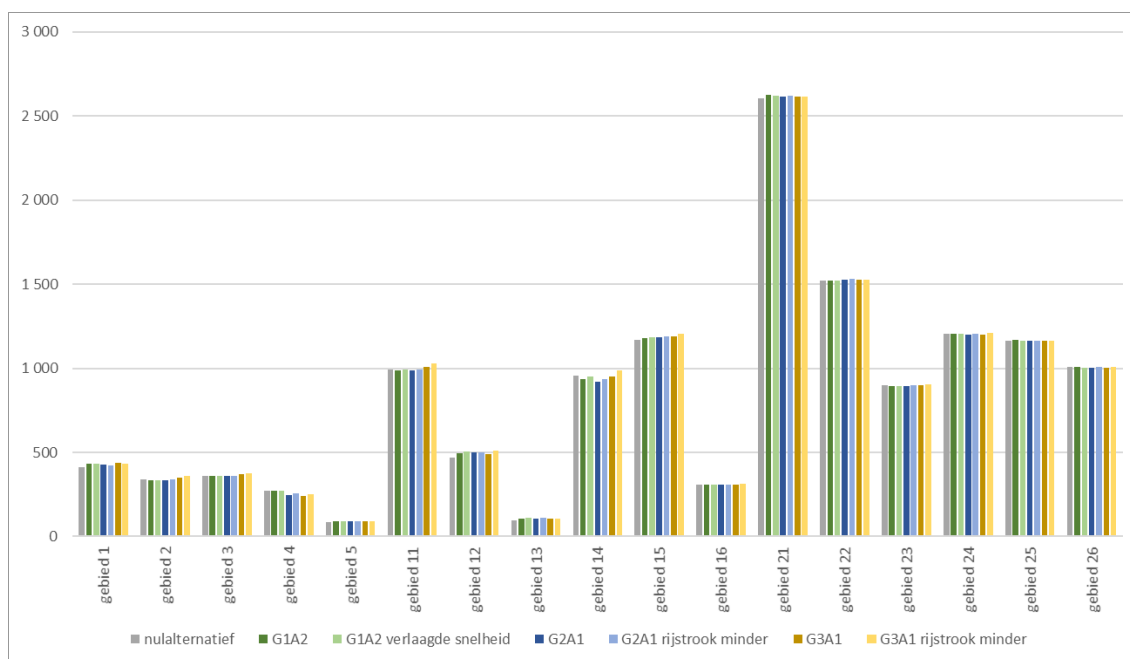
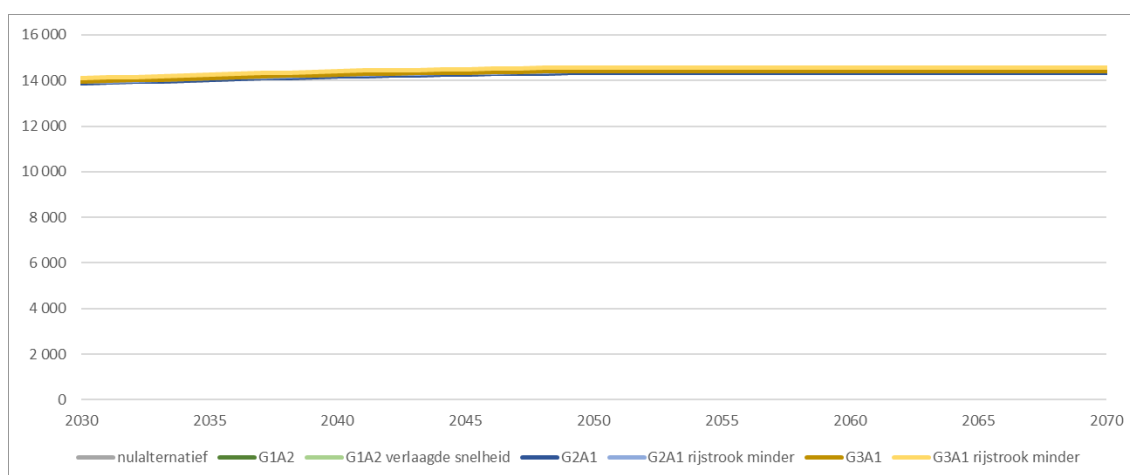


Figure 40 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (routes secondaires) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La dernière figure montre l'évolution du trafic sur les routes secondaires. À cet effet, les chiffres de croissance du Bureau du Plan ont été utilisés, comme cité précédemment.

Figure 41 : Nombre prévu de millions de passagers-km en voiture (routes secondaires) par alternative, 2030-2070, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Sur les routes secondaires, nous supposons une augmentation de la vitesse moyenne par rapport à l'alternative de base dans G1A2 et G2A1. Dans G3A1, on constate une diminution de la vitesse sur le réseau routier secondaire. La vitesse sur le réseau routier secondaire a été calculée avec le modèle de trafic, sur la base de la vitesse autorisée et du retard dû aux embouteillages et aux carrefours.

La vitesse moyenne plus élevée (et le volume de trafic plus important) est un élément positif pour la mobilité. Son augmentation entraîne des avantages (voir 5.4).

La légère augmentation de la vitesse sur le réseau routier secondaire est frappante, d'autant plus qu'elle s'accompagne d'une légère augmentation des volumes de trafic. Il semble que l'effet se produise principalement sur les sous-zones autour du R0, plutôt que sur les sous-zones 21-26 plus éloignées (voir 2.4.4 pour la délimitation des zones). Cela suggère que c'est principalement le R0 lui-même qui provoque l'effet, plutôt que les déplacements sur les autoroutes environnantes. L'effet sur les zones situées à l'intérieur du R0 (zones 11-16) est plus important que sur les zones situées à l'extérieur du R0 (1-5). La cause est probablement à rechercher dans une augmentation du volume de trafic sur les chaussées (plus rapides) qui n'est que partiellement compensée par la diminution du trafic de contournement sur les routes locales (lentes).

Tableau 13 : Vitesse moyenne prévue des voitures (routes secondaires) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

	vitesse	différence
alternative de base	33,33	
G1A2	33,65	0,96%
G1A2 vitesse réduite	33,79	1,37%
G2A1	33,52	0,57%
G2A1 voie en moins	33,38	0,14%
G3A1	33,27	-0,17%
G3A1 voie en moins	32,81	-1,57%

Figure 42 : Vitesse prévue des voitures (routes secondaires) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

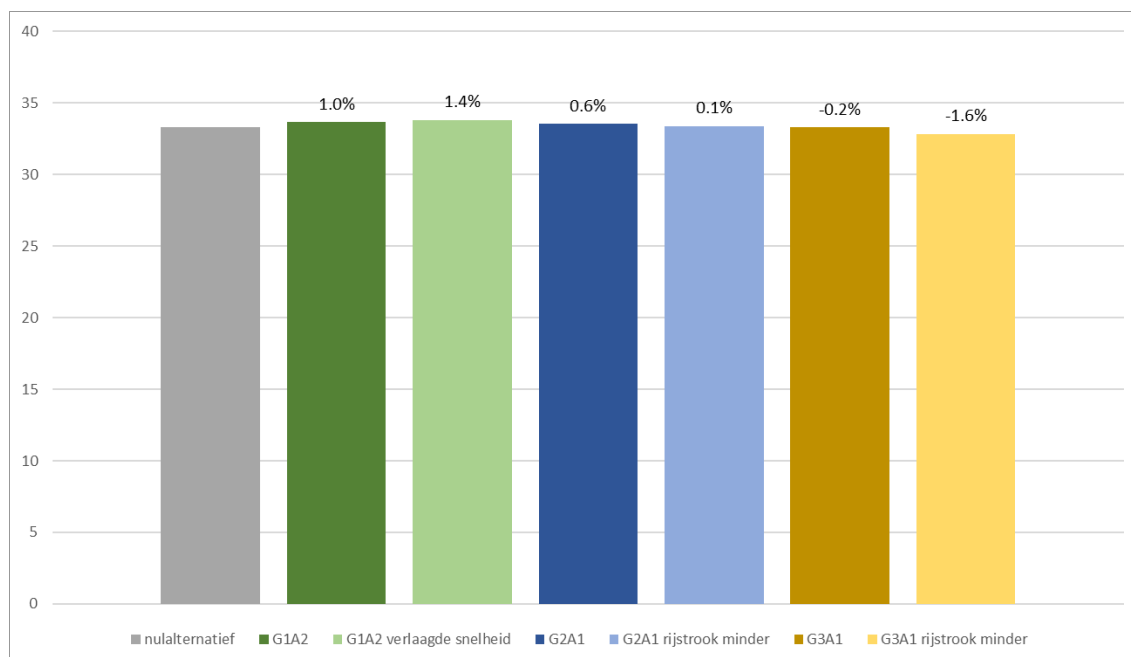
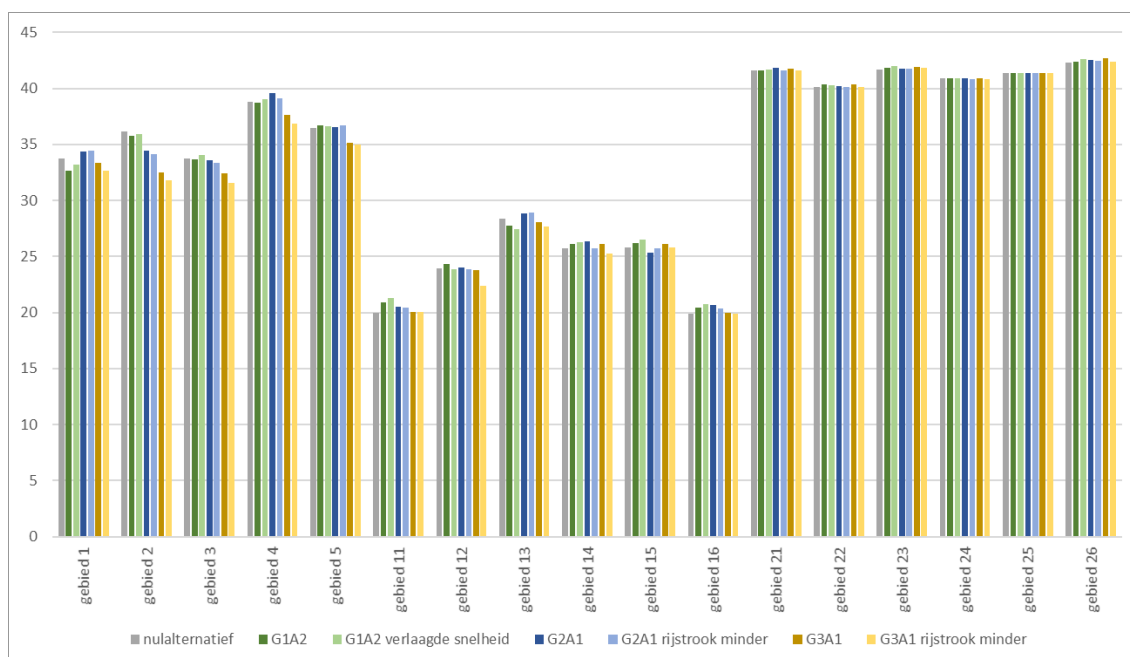


Figure 43 : Vitesse prévue des voitures (routes secondaires) par alternative, 2030, par sous-zone.
Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



5.2.4 Cyclistes et piétons

Traitement des données du modèle de trafic

Une distribution de cyclistes ou de piétons n'est pas disponible dans le modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1), à partir duquel nous pourrions extraire le nombre de cyclistes et de piétons au km par sous-zone. Par conséquent, nous utilisons une approche basée sur :

- Le nombre total de cyclistes et de piétons au km pour l'ensemble de la zone d'étude.
- Les matrices de déplacement au niveau des sous-zones (le nombre de déplacements par sous-zone et entre les sous-zones).

Les hypothèses utilisées pour répartir les cyclistes et piétons au km entre les sous-zones sont les suivantes :

- Chaque trajet a la même longueur en kilomètres
- Pour les trajets entre 2 sous-régions différentes, les kilomètres sont répartis de manière égale entre les 2 sous-régions.
- Les trajets qui traversent plus de 2 sous-zones ne sont comptés que dans la sous-zone d'origine et de destination. Cela se justifie compte tenu des distances moyennes de déplacement des cyclistes et des piétons.

Les vitesses ont été tirées du modèle de trafic : 4 km/h en moyenne pour les piétons et 12 km/h pour les cyclistes. Il s'agit de la vitesse moyenne de porte à porte, y compris les arrêts, par exemple aux feux de signalisation et pour traverser la route. Cette vitesse est constante sur l'ensemble de la zone, sur toutes les alternatives (également utilisées dans le modèle de trafic) et sur toutes les années. Le modèle de trafic ne tient donc pas compte de l'éventuelle augmentation de la vitesse des speed-pedelecs ou des vélos électriques.

Des temps de parcours corrects sont également importants pour les piétons et les vélos, car un transfert modal peut entraîner une modification du temps de parcours moyen pour tous les modes de transport. Une vitesse moyenne plus élevée due aux interventions en raison du plan pourrait entraîner des avantages. Notez qu'une augmentation générale de la vitesse de 1% serait déjà un chiffre important - voir ci-dessous les endroits où une augmentation de la vitesse dans le trafic automobile de moins de 1% entraîne déjà des avantages importants. Comme nous l'avons mentionné, nous avons supposé une vitesse constante pour toutes les alternatives.

Croissance après 2030

La croissance du trafic cyclistes et piétons entre 2030 et 2040 est tirée du Bureau du Plan²¹. Le chiffre moyen pour la Belgique a été utilisé : un taux de croissance annuel de 0,49%. Cette croissance tient compte de l'essor des vélos électriques et des speed-pedelecs.

Le Bureau du Plan ne fournit pas de prévisions pour la période postérieure à 2040. L'hypothèse pour la période 2040-2050 est la moitié de la croissance de 2030-2040. À partir de 2051, nous supposons une croissance nulle. Il s'agit de la même hypothèse prudente que pour les autres modes de transport.

Passagers-km cyclistes

Dans les alternatives de plan, le transport à vélo est en moyenne 2 % plus élevé que dans l'alternative de base, pour toutes les années à partir de 2030. De même, en termes de sous-zones, la distinction entre les alternatives est très minime. La principale raison de l'augmentation du trafic cycliste est l'achèvement des autoroutes cyclables et l'amélioration de l'attractivité des itinéraires cyclables autour du R0.

L'effet des mesures sur le trafic automobile sur un éventuel transfert modal vers le vélo n'est pas visible dans le modèle de trafic.

La dernière figure montre l'évolution du transport de passagers à vélo. À cet effet, les chiffres de croissance du Bureau du Plan ont été utilisés, comme cité précédemment.

²¹ Coraline Daubresse, Bruno Hoornaert, Benoît Laine, Laurent Franckx, Dominique Gusbin, Alex Van Steenberghe, Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040, Bureau du Plan, janvier 2019.

Figure 44 : Nombre prévu de millions de passagers-km à vélo par alternative, 2030, zone d'étude.
 Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

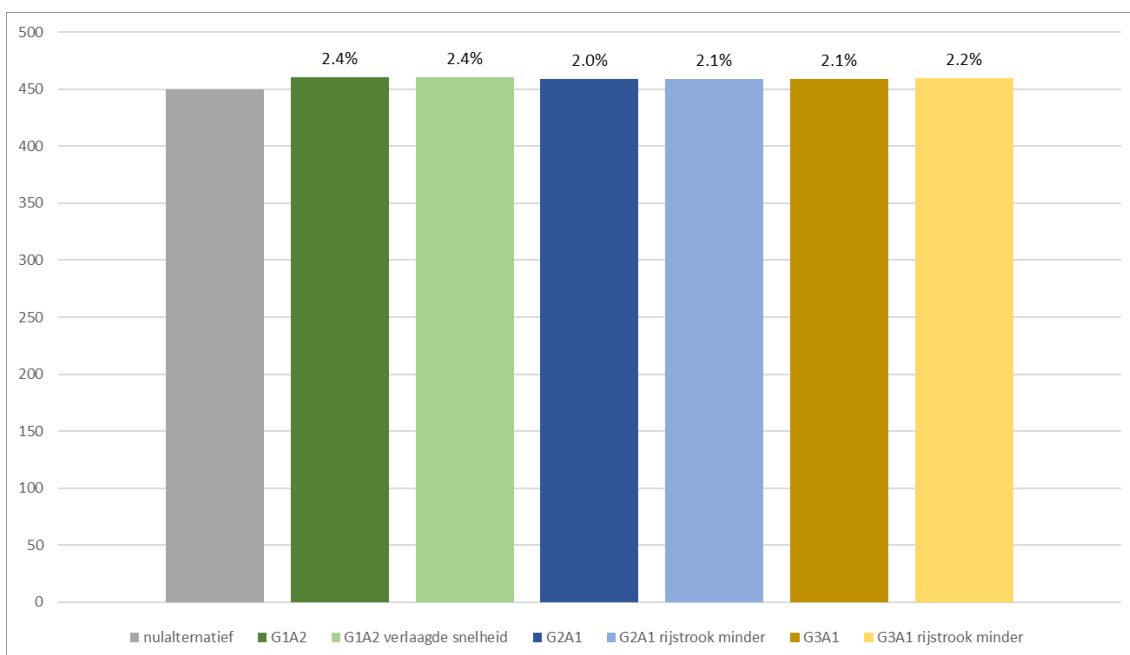


Figure 45 : Nombre prévu de millions de passagers-km à vélo par alternative, 2030, par sous-zone.
 Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

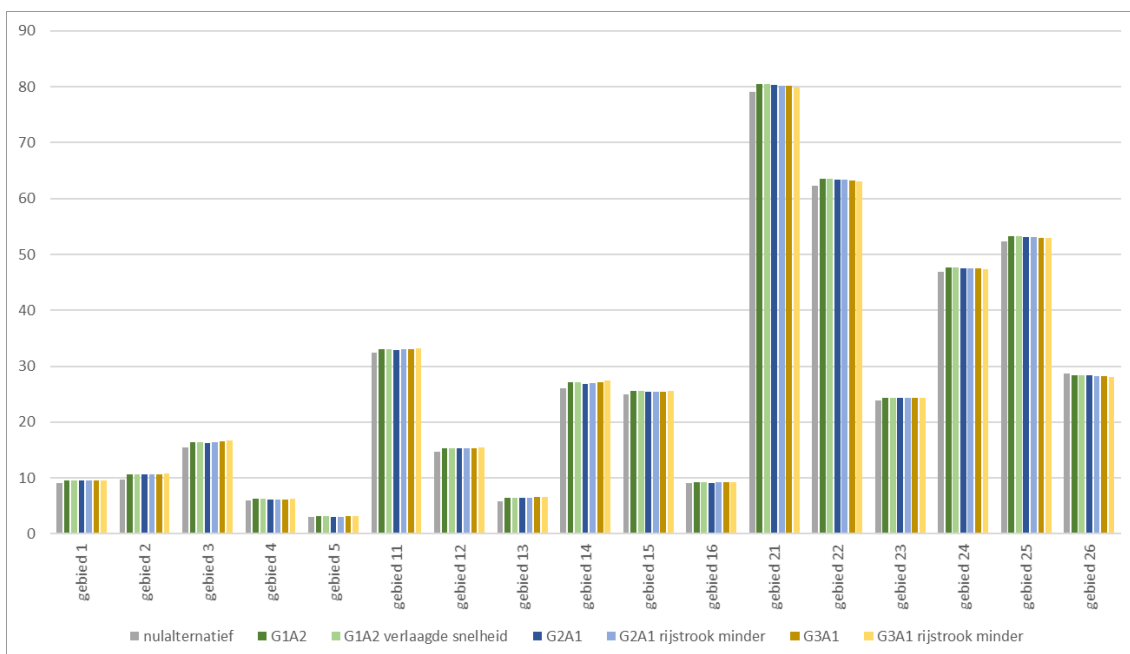
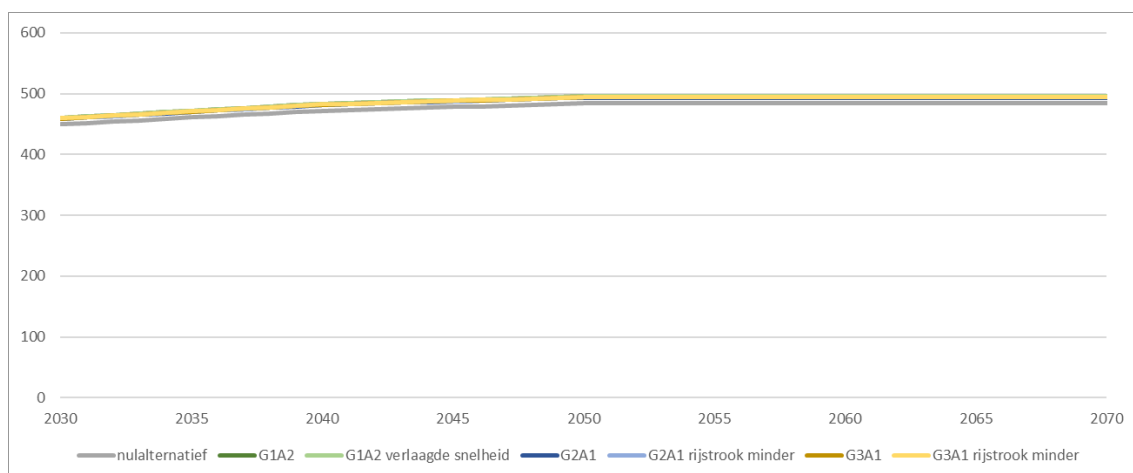


Figure 46 : Nombre prévu de millions de passagers-km à vélo par alternative, 2030-2070, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Passager-km piétons

La circulation des piétons est plus importante dans les alternatives de plan que dans l'alternative de base dans G1A2 avec une vitesse réduite et dans G3A1 avec une voie de moins. Notez que l'effet est très faible. L'effet sur le trafic piétonnier devrait (en théorie) consister en un transfert modal vers ou depuis les piétons, et en une augmentation ou une diminution du trafic piéton en tant que pré et post transport vers le bus-tram-métro et train. Les deux effets sont à peine visibles. Il est possible que cela soit dû à des particularités du modèle de trafic plutôt qu'à un éventuel effet réel sur les piétons.

Notez également le nombre élevé de piétons dans les zones 11-16. Ce sont les zones situées à l'intérieur du Ring de Bruxelles.

Figure 47 : Nombre prévu de millions de passagers-km à pied par alternative, 2030, zone d'étude.
Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

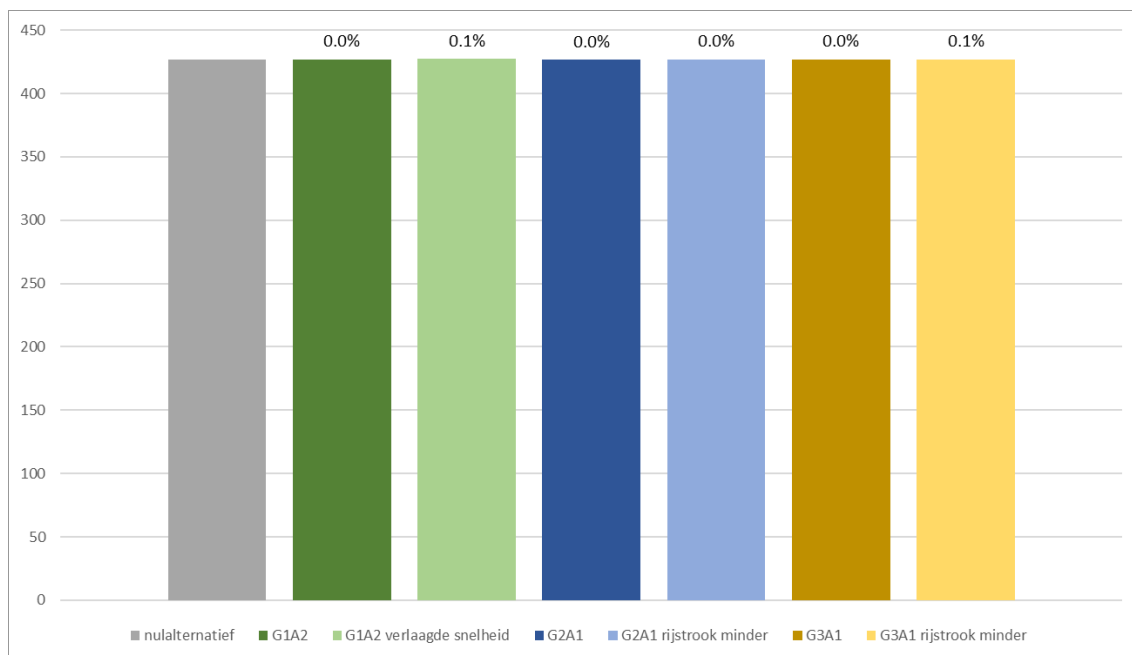
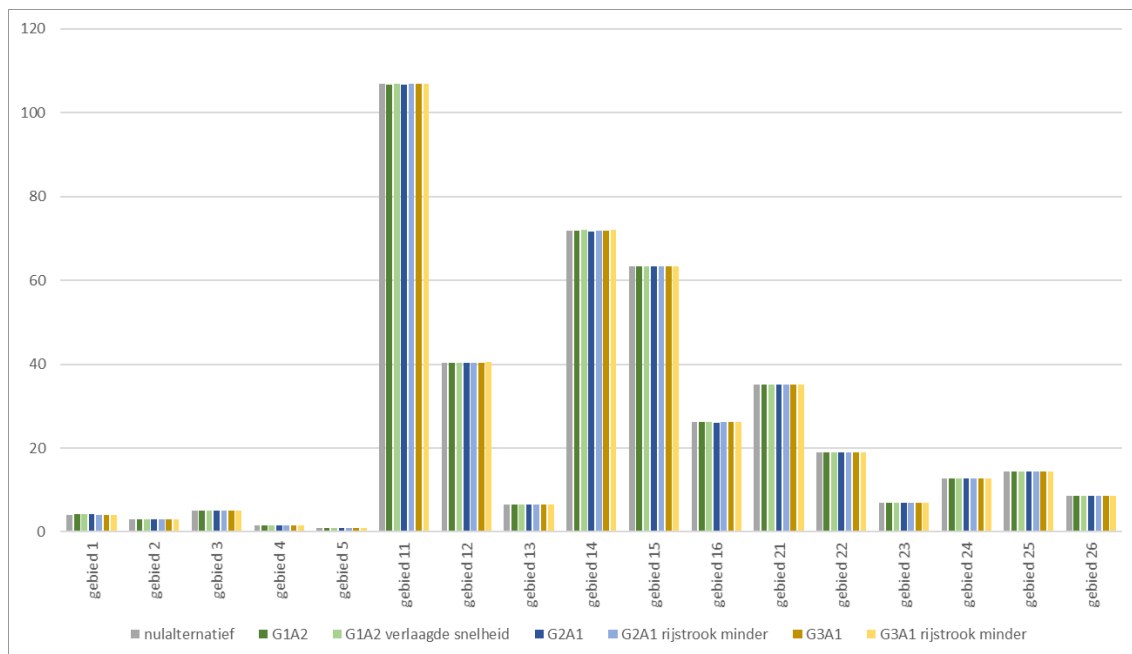


Figure 48 : Nombre prévu de millions de passagers-km à pied par alternative, 2030, par sous-zone.
Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



5.2.5 Bus-tram-métro et train

Traitement des données du modèle de trafic

Pour les transports en commun, des chiffres ont été fournis sur une carte SIG du réseau routier : km parcourus (personnes) et temps de trajet, par 24 heures. À l'aide des opérations SIG, nous avons agrégé ce chiffre en chiffres par sous-zone et par an.

Les vitesses ont été tirées du modèle de trafic, sur la base des temps de parcours. Elles varient selon les régions. En effet, les schémas de lignes sont différents dans chaque région. Les transports en commun sont disponibles plus rapidement et plus fréquemment dans certaines zones que dans d'autres. Les vitesses comprennent le temps de trajet sur la ligne, y compris les arrêts en cours de route. Ne sont pas inclus le transport vers et depuis la gare, et le temps d'attente à l'arrêt avant de monter dans le train.

Il n'y a pas de changement dans l'offre de transports en commun dans les alternatives de plan par rapport à l'alternative de base. Les schémas des lignes ont été maintenus constants dans les calculs à l'aide du modèle de trafic, qu'il s'agisse des itinéraires ou des horaires (temps de trajet). Cela signifie que l'effet d'une meilleure circulation des transports en commun due à une vitesse plus élevée du trafic automobile sur le réseau routier secondaire (voir 5.2.3) n'a pas été inclus.

Néanmoins, la vitesse moyenne des usagers des transports en commun peut différer légèrement entre les différentes alternatives de plan. Cela est dû, par exemple, à un transfert de l'utilisation de bus plus lents vers des trams plus rapides. Par conséquent, nous constatons de légères différences dans la vitesse moyenne de déplacement des usagers des transports en commun. Bien que les bus et les trams se déplacent à la même vitesse, les utilisateurs peuvent avoir des vitesses de déplacement plus élevées parce que, par exemple, ils utilisent en moyenne davantage les trams et moins les bus.

Le calcul des temps de trajet corrects est également important pour le bus-tram-métro et le train, car un transfert modal peut entraîner des trajets plus courts ou plus longs. Une vitesse de trajet moyenne plus élevée via les transports en commun due aux interventions en raison du plan pourrait entraîner des avantages.

Croissance après 2030

La croissance des transports en commun entre 2030 et 2040 est tirée du Bureau du Plan²². Le chiffre moyen pour la Belgique a été utilisé : un taux de croissance annuel de 0,26% pour le bus-tram-métro et de 0,30% pour le train. Le Bureau du Plan ne fournit pas de prévisions pour la période postérieure à 2040. L'hypothèse pour la période 2040-2050 est la moitié de la croissance de 2030-2040. À partir de 2051, nous supposons une croissance nulle. Il s'agit de la même hypothèse prudente que pour les autres modes de transport.

²² Coraline Daubresse, Bruno Hoornaert, Benoît Laine, Laurent Franckx, Dominique Gusbin, Alex Van Steenberghe, Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040, Bureau du Plan, janvier 2019.

Passager-km bus-tram-métro

L'effet des alternatives de plan sur le transport en bus-tram-métro est très variable. Les alternatives G1 et G3 présentent une légère augmentation. Les alternatives G2 montrent une légère diminution. Les effets peuvent être expliqués par la somme des transferts modaux locaux vers et depuis la voiture.

Figure 49 : Nombre prévu de millions de passagers-km en bus-tram-métro par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

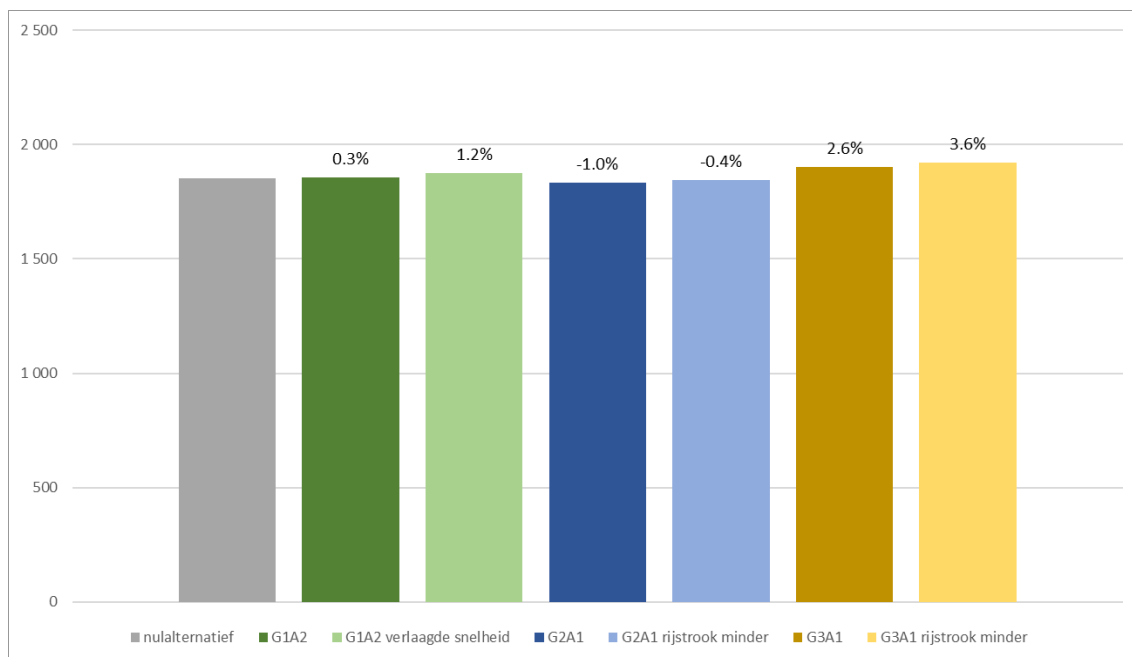
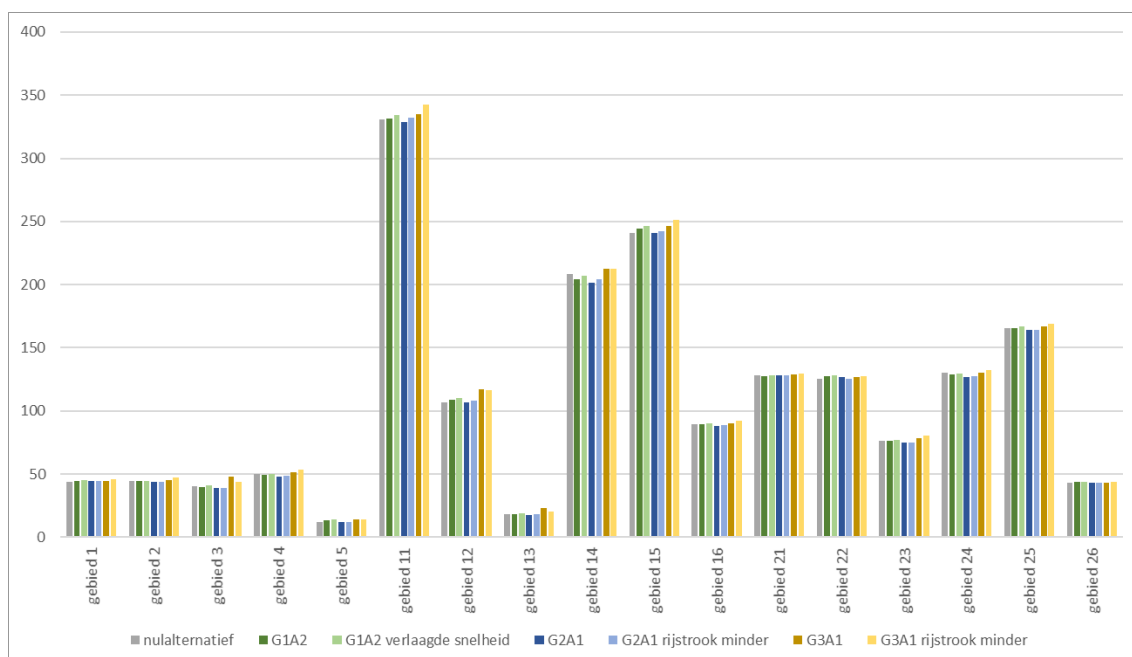
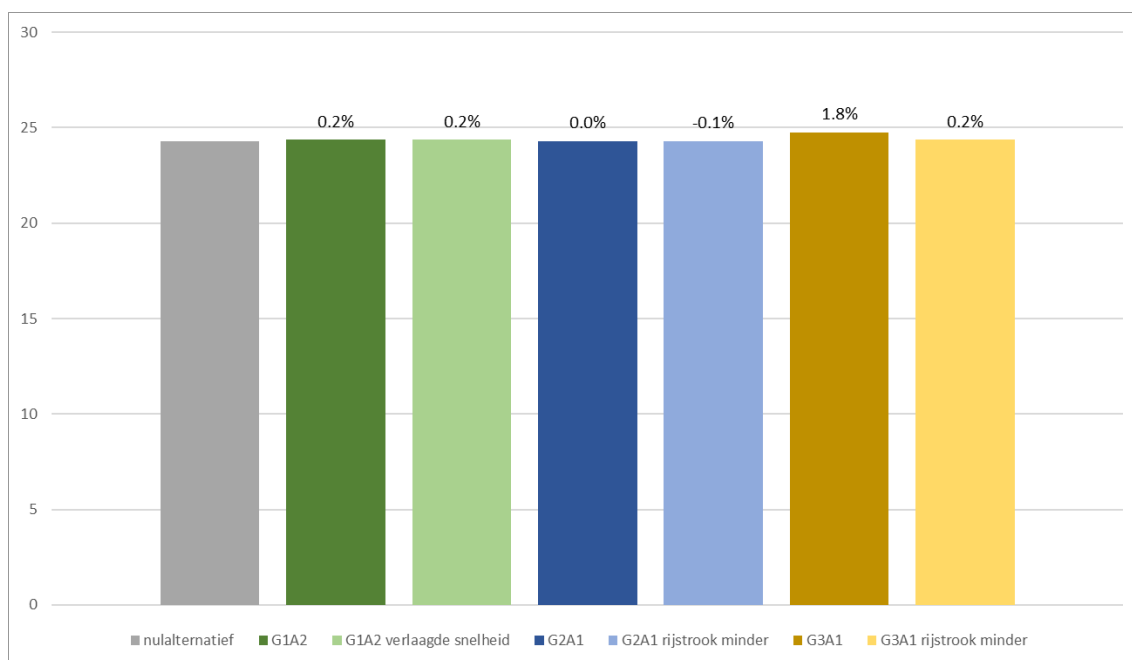


Figure 50 : Nombre prévu de millions de passagers-km en bus-tram-métro par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La figure suivante montre l'évolution de la vitesse des passagers du métro bus-tram. Comme nous l'avons déjà mentionné, il n'y a pas de changement dans l'offre (schémas de ligne et horaires) de transports en commun dans les alternatives de plan par rapport à l'alternative de base. Néanmoins, la vitesse moyenne des voyageurs peut différer légèrement entre les différentes alternatives de plan. Cela est dû, par exemple, à un transfert de l'utilisation de bus plus lents vers des trams plus rapides. Par conséquent, nous constatons de légères différences dans la vitesse moyenne de déplacement des usagers des transports en commun. Bien que les bus et les trams roulent à la même vitesse, les voyageurs peuvent donc avoir une vitesse de déplacement plus élevée.

Figure 51 : Vitesse prévue bus-tram-métro par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Passagers-km train

L'effet des alternatives de plan sur le transport en train est très variable et similaire à celui du bus-tram-métro. Les alternatives G1 et G3 présentent une légère augmentation. Les alternatives G2 montrent une légère diminution. Les effets peuvent être expliqués par la somme des transferts modaux locaux vers et depuis la voiture.

Figure 52 : Nombre prévu de millions de passagers-km en train par alternative, 2030, zone d'étude.
Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

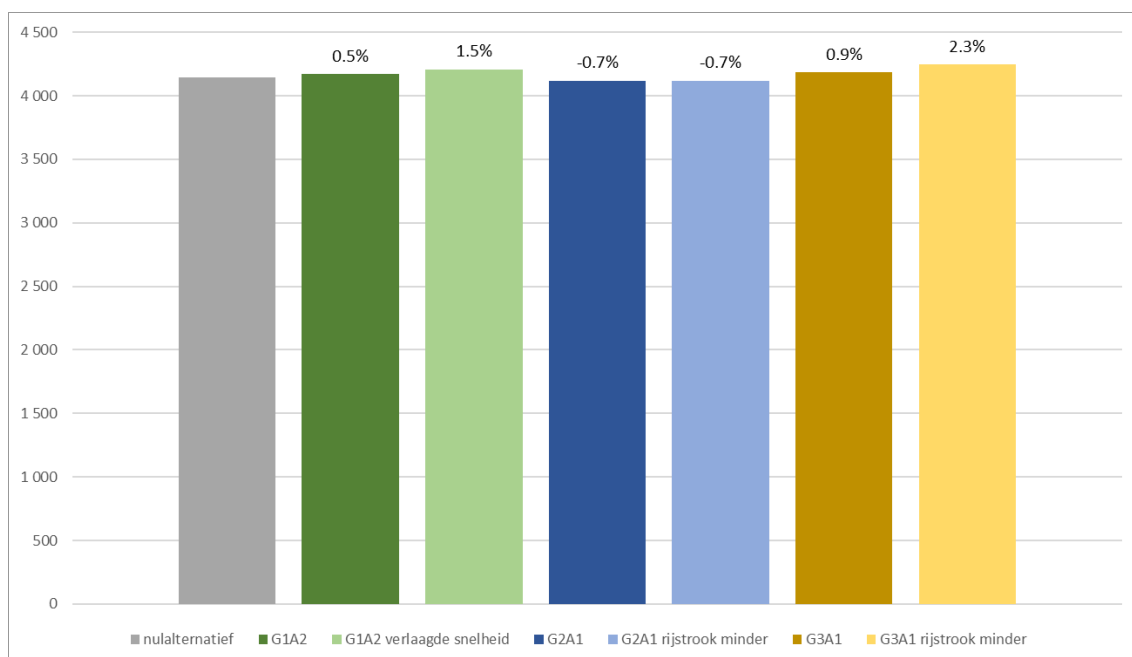
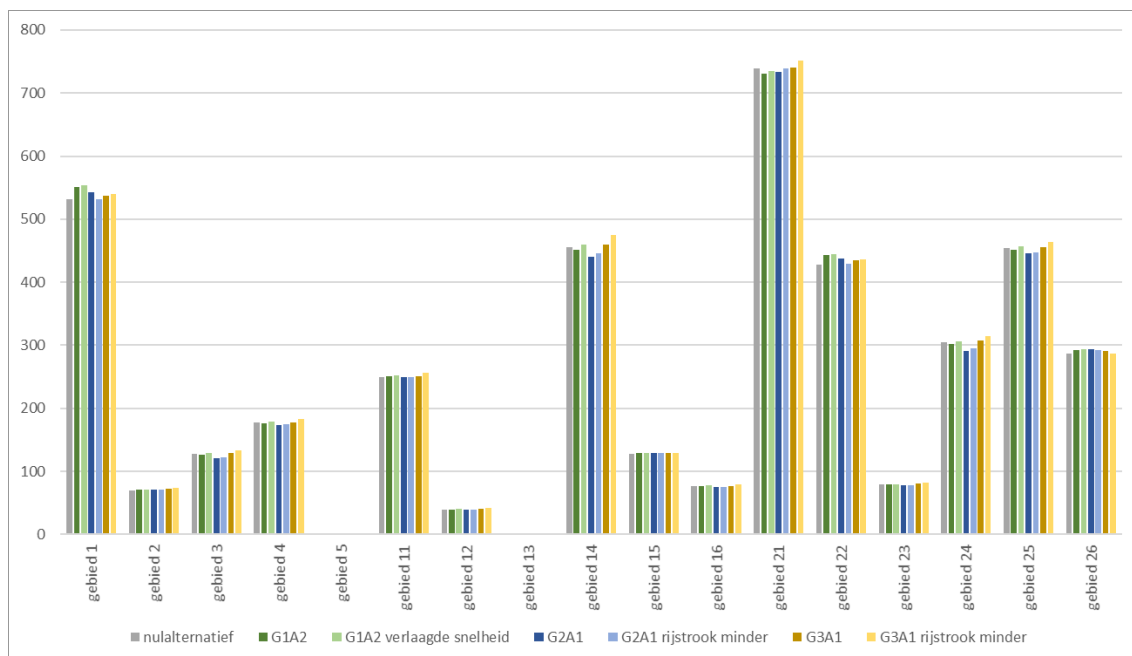
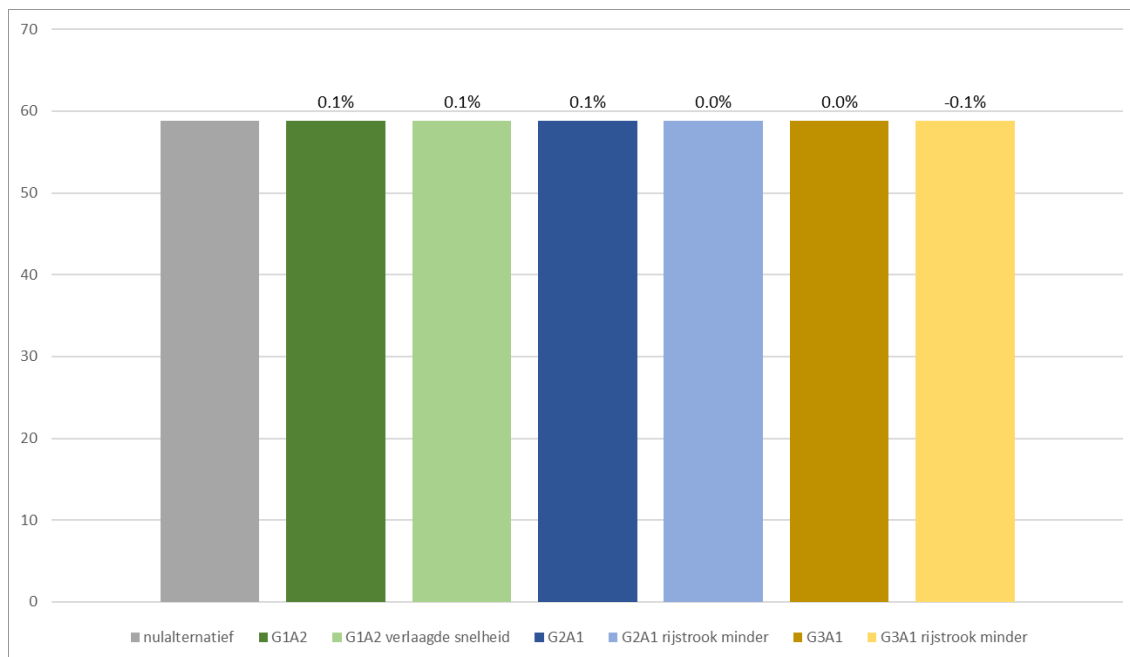


Figure 53 : Nombre prévu de millions de passagers-km en train par alternative, 2030, par sous-zone.
Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La figure suivante montre la vitesse moyenne attendue du passager du train. Cela inclut les arrêts.

Figure 54 : Vitesse prévue train par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



5.2.6 Résumé du trafic passagers

Tout d'abord, nous examinons la répartition modale dans l'ensemble de la zone d'étude (17 sous-zones). Il s'agit d'un résumé des parties précédentes.

La figure et le tableau montrent que les différences sont minimales. D'une certaine manière, ce constat est logique pour un plan comme celui-ci, où une infrastructure existante est rendue plus fluide et plus sûre, mais où seul un nombre limité de nouvelles connexions est réalisé. Dans les projets où une nouvelle infrastructure est construite, par exemple un tunnel ou un pont qui relie 2 zones, ou un projet prévoyant une intervention substantielle dans le temps de trajet et le prix, nous voyons généralement des changements plus importants.

Notez également que les différences (en chiffres absolus) entre les modes de transport sont importantes. Une augmentation de 1% des transports publics n'entraînerait qu'une faible diminution du trafic automobile, en supposant, bien sûr, que l'augmentation soit entièrement due à un transfert modal.

Globalement, **le nombre de passagers-km augmente d'un demi pour cent dans les régions G1A2 et G2A1**. Les alternatives de plan G1A2 et G2A1 présentent la plus forte croissance de la mobilité, ce qui se reflète également dans les avantages totaux en matière de mobilité (voir ci-dessous). L'alternative de plan G3A1, et en particulier la variante avec une voie de moins, offre la plus faible augmentation (voire même une diminution) de la mobilité.

Dans le modèle de trafic, le nombre de déplacements reste constant, mais une croissance du nombre total de passagers-km (tous modes confondus) peut se produire en raison de déplacements plus longs (destinations plus lointaines) et de changements d'itinéraires (par exemple, passage du trafic de contournement aux chaussées et autoroutes).

Toutes les alternatives de plan prévoient une croissance d'environ 2 % pour les vélos. Le nombre de piétons reste stable. Les transports en commun présentent un bilan mitigé : ils augmentent dans 4 des 6 alternatives de plan, mais diminuent dans G2A1.

L'effet sur le R0-Nord est également mitigé : il augmente fortement dans G1A2 et G2A1. Dans G1A2 à vitesse réduite, G2A1 avec voie en moins et G3A1, l'effet sur le R0 est très faible. Dans G3A1 avec voie en moins, le trafic sur le R0 diminue sensiblement.

Dans la plupart des alternatives (sauf G2A1), la circulation automobile sur les autres autoroutes diminue légèrement. Sur les routes secondaires, elle augmente partout.

Figure 55 : Répartition modale millions de passagers-km par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

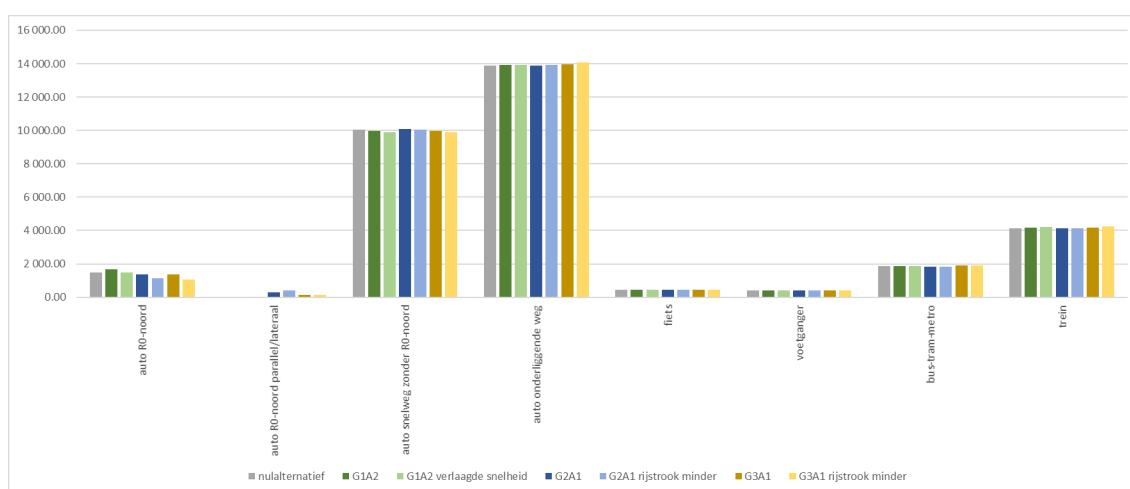


Tableau 14 : Résumé et différence en millions de passagers-km par rapport à l'alternative de base, 2030. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

ALTERNATIVE	R0-Nord	R0-Nord par/lat	TOT R0	autres autor.	routes secondaires	TOT auto	Vélo	piétons	bus-tram-métro	Train	TOT
alternative de base	1 502	/	1 502	10 041	13 870	25 412	450	427	1 853	4 147	32 289
G1A2	1 658	/	1 658	9 951	13 920	25 529	460	427	1 858	4 169	32 443
G1A2 vit. rédui.	1 498	/	1 498	9 899	13 938	25 336	460	427	1 876	4 209	32 308
G2A1	1 361	306	1 668	10 091	13 870	25 629	459	427	1 834	4 117	32 465
G2A1 voie en moins	1 129	400	1 529	10 034	13 936	25 499	459	427	1 846	4 119	32 351
G3A1	1 356	133	1 489	9 956	13 952	25 396	459	427	1 901	4 182	32 366
G3A1 voie en moins	1 062	133	1 195	9 880	14 096	25 172	460	427	1 920	4 244	32 223
DIFFÉRENCE											
G1A2	/	/	10,36%	-0,89%	0,36%	0,46%	2,36%	-0,03%	0,26%	0,54%	0,48%
G1A2 vit. rédui.	/	/	-0,27%	-1,41%	0,49%	-0,30%	2,36%	0,12%	1,24%	1,50%	0,06%
G2A1	/	/	11,03%	0,50%	0,00%	0,85%	2,00%	-0,05%	-1,03%	-0,71%	0,55%
G2A1 voie en moins	/	/	1,80%	-0,06%	0,48%	0,34%	2,06%	0,00%	-0,37%	-0,66%	0,19%
G3A1	/	/	-0,89%	-0,85%	0,59%	-0,06%	2,10%	0,00%	2,60%	0,86%	0,24%
G3A1 voie en moins	/	/	-20,44%	-1,60%	1,63%	-0,95%	2,18%	0,06%	3,63%	2,34%	-0,21%

Le tableau suivant donne un aperçu des vitesses moyennes par alternative de plan et par mode de transport. Dans les alternatives de base G1A2 et G2A1, la vitesse du trajet moyen, tous modes confondus, augmente de 0,18 % et 0,27 %, respectivement. Dans G1A2 avec vitesse réduite sur le R0, la vitesse moyenne dans toute la zone d'étude augmente également. Elle diminue dans toutes les autres alternatives et variantes de plan.

L'effet sur les autres autoroutes et les routes secondaires est le facteur dominant à cet égard. Comme la majeure partie du trafic se fait sur ces routes (et non sur le R0, dans les transports en commun ou à vélo), les effets sur les autres autoroutes et les routes secondaires pèsent plus lourd dans le tableau général.

En zoomant sur le R0, on constate que les alternatives G1A2 et G2A1 entraînent la plus forte augmentation de la vitesse moyenne (et donc du débit). Les variantes avec vitesse réduite ou avec une voie de moins sont clairement moins efficaces. Dans l'alternative G3A1, la vitesse moyenne diminue même.

Tableau 15 : Résumé et différence en vitesse par rapport à l'alternative de base, 2030. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

ALTERNATIVE	R0-Nord	R0-Nord par/lat	TOT R0	autres autor.	routes secondaires	TOT auto	vélo	piétons	bus-tram-métro	Train	TOT
alternative de base	52,72	/	52,72	78,51	33,33	44,39	12,00	4,00	24,31	58,82	37,40
G1A2	61,80	/	61,80	77,16	33,65	44,83	12,00	4,00	24,36	58,86	37,66
G1A2 vit. rédui.	54,11	/	54,11	77,78	33,79	44,64	12,00	4,00	24,37	58,86	37,52
G2A1	64,25	53,73	62,02	76,91	33,52	44,82	12,00	4,00	24,30	58,86	37,66
G2A1 voie en moins	56,65	46,81	53,70	77,64	33,38	44,33	12,00	4,00	24,29	58,83	37,35
G3A1	49,80	32,70	47,58	78,65	33,27	44,00	12,00	4,00	24,74	58,81	37,20
G3A1 voie en moins	42,29	26,27	39,60	80,09	32,81	43,16	12,00	4,00	24,36	58,79	36,65
DIFFÉRENCE											
G1A2	/	/	17,21%	-1,72%	0,96%	0,99%	0,00%	0,00%	0,21%	0,06%	0,69%
G1A2 vit. rédui.	/	/	2,63%	-0,93%	1,37%	0,58%	0,00%	0,00%	0,25%	0,05%	0,32%
G2A1	/	/	17,63%	-2,03%	0,57%	0,97%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,06%	0,69%
G2A1 voie en moins	/	/	1,85%	-1,11%	0,14%	-0,14%	0,00%	0,00%	-0,06%	0,01%	-0,13%
G3A1	/	/	-9,76%	0,19%	-0,17%	-0,87%	0,00%	0,00%	1,76%	-0,02%	-0,53%
G3A1 voie en moins	/	/	-24,89%	2,01%	-1,57%	-2,76%	0,00%	0,00%	0,21%	0,06%	2,01%

5.2.7 Trafic de poids lourds

Traitement des données du modèle de trafic

Pour le trafic de poids lourds, les chiffres du Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1) ont été fournis sur le réseau routier de la même manière que pour les véhicules personnels : km parcourus (véhicules) et temps de trajet, par partie de journée.

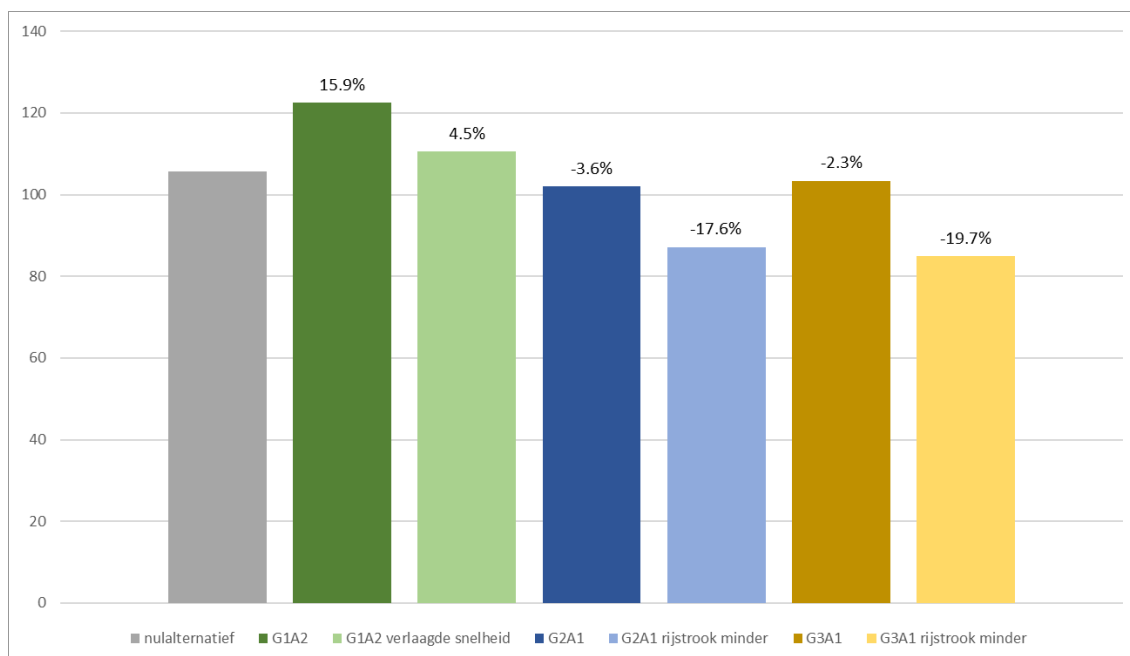
Le traitement ultérieur est également totalement identique.

La croissance du trafic de poids lourds entre 2030 et 2040 est tirée du Bureau du Plan²³. Le chiffre moyen pour la Belgique a été utilisé : une croissance annuelle de 0,34% pour le R0-Nord, les autres autoroutes et les routes secondaires. Le Bureau du Plan ne fournit pas de prévisions pour la période postérieure à 2040. L'hypothèse pour la période 2040-2050 est la moitié de la croissance de 2030-2040. À partir de 2051, nous supposons une croissance nulle.

R0-Nord

Sur le **R0-Nord**, nous constatons une augmentation du nombre de poids lourds-km par rapport à l'alternative de base pour G1A2 et G2A1, tant en ce qui concerne l'alternative de base que la variante avec une voie en moins. L'alternative de plan G3A1 présente une diminution. Elle se manifeste dans la quasi-totalité des zones. Les effets sont très similaires à ceux du trafic automobile (voir 5.2.3 et 5.2.6).

Figure 56 : Nombre prévu de millions de poids lourds-km (R0-Nord transit) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



²³ Coraline Daubresse, Bruno Hoornaert, Benoît Laine, Laurent Franckx, Dominique Gusbin, Alex Van Steenberghe, Perspectives de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2040, Bureau du Plan, janvier 2019.

Figure 57 : Nombre prévu de millions de poids lourds-km (R0-Nord transit) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

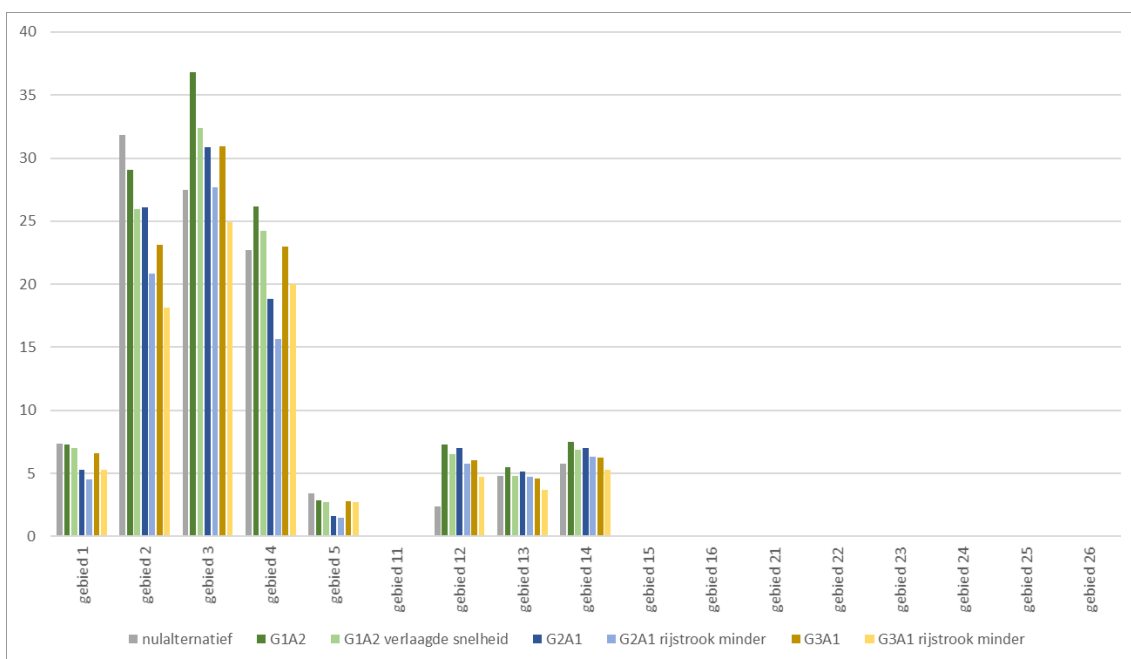


Figure 58: Nombre prévu de millions de poids lourds-km (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

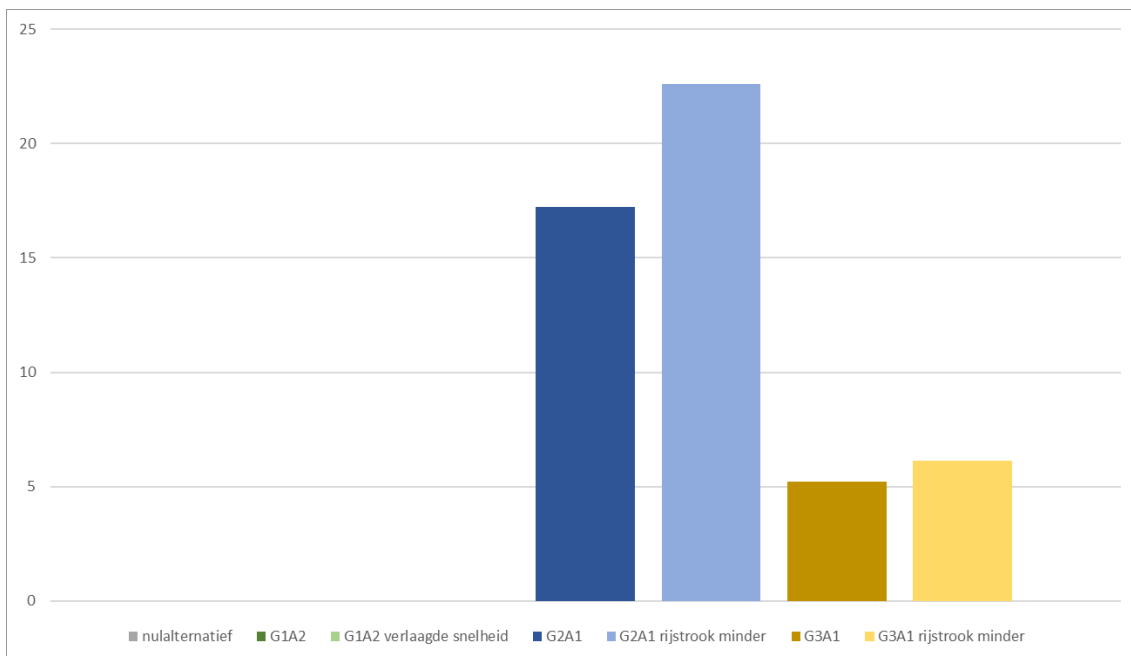
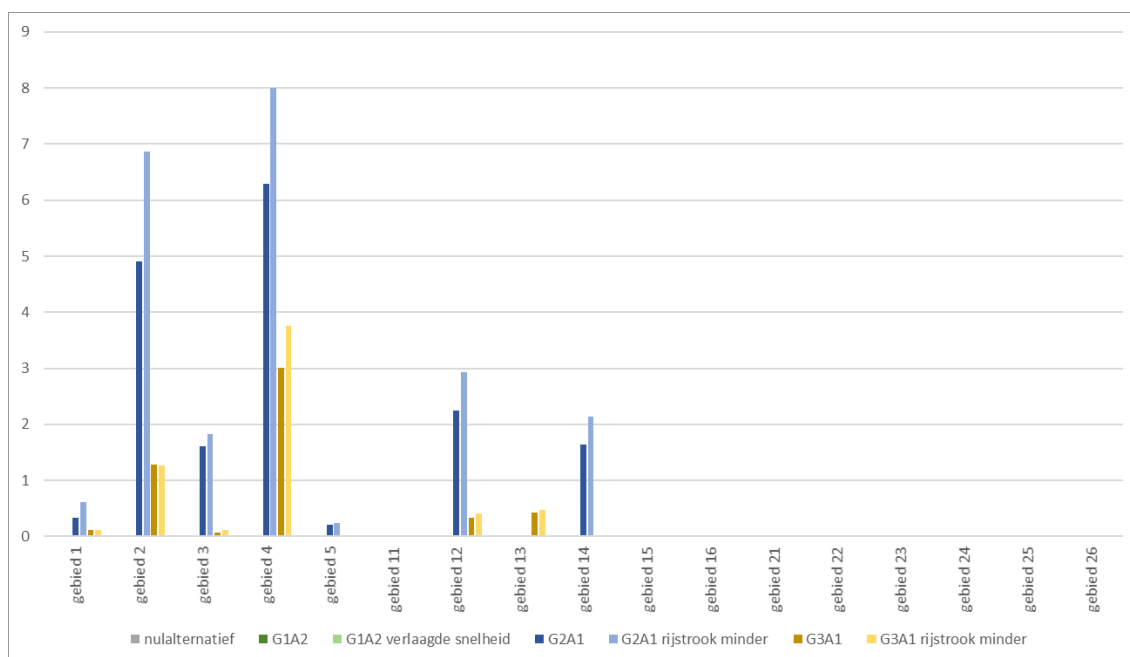


Figure 59: Nombre prévu de millions de poids lourds-km (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, par sous-zone. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Les figures ci-dessous montrent l'effet sur la vitesse des poids lourds. La vitesse des poids lourds sur le R0 est en moyenne sur une année légèrement supérieure à celle des véhicules personnels (1 à 2 km/h). En effet, ces derniers roulent beaucoup plus aux heures de pointe, tandis que les camions sont répartis plus régulièrement tout au long de la journée et connaissent donc moins d'engorgements. L'effet des alternatives de plan sur la vitesse est approximativement le même.

Figure 60 : Vitesse prévue poids lourds (R0-Nord transit) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

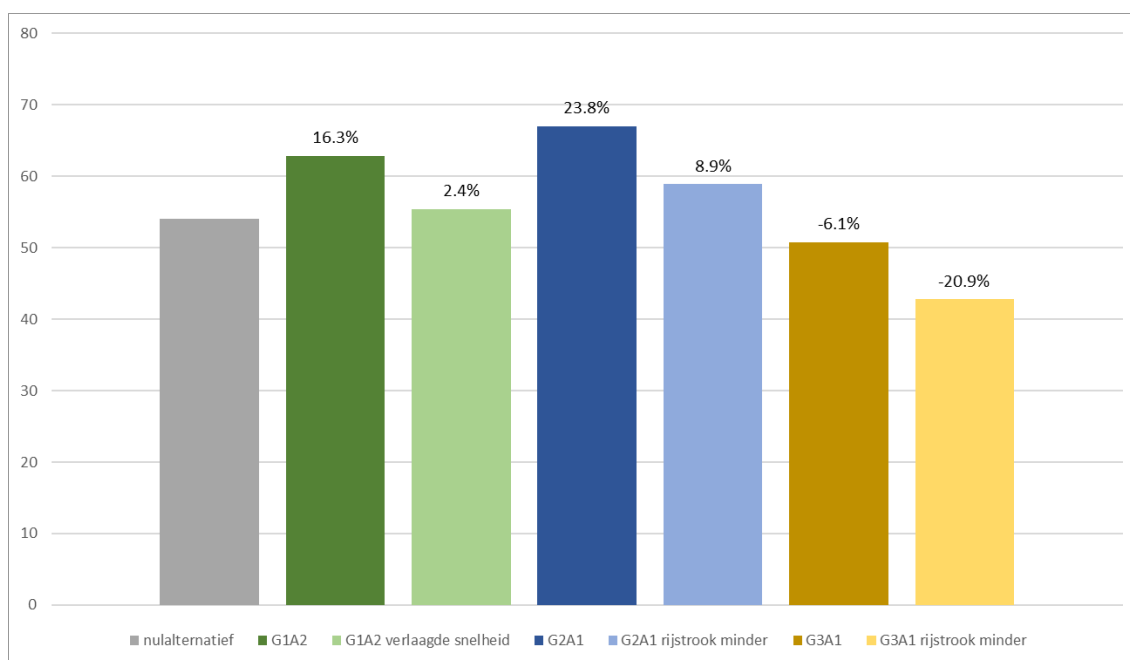
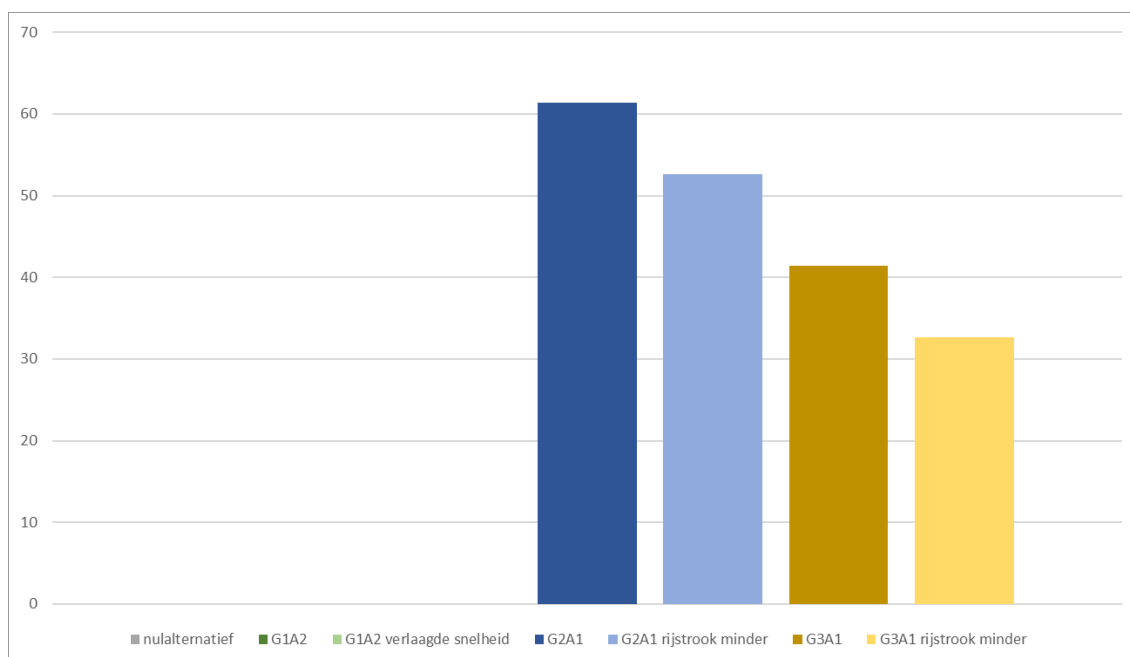


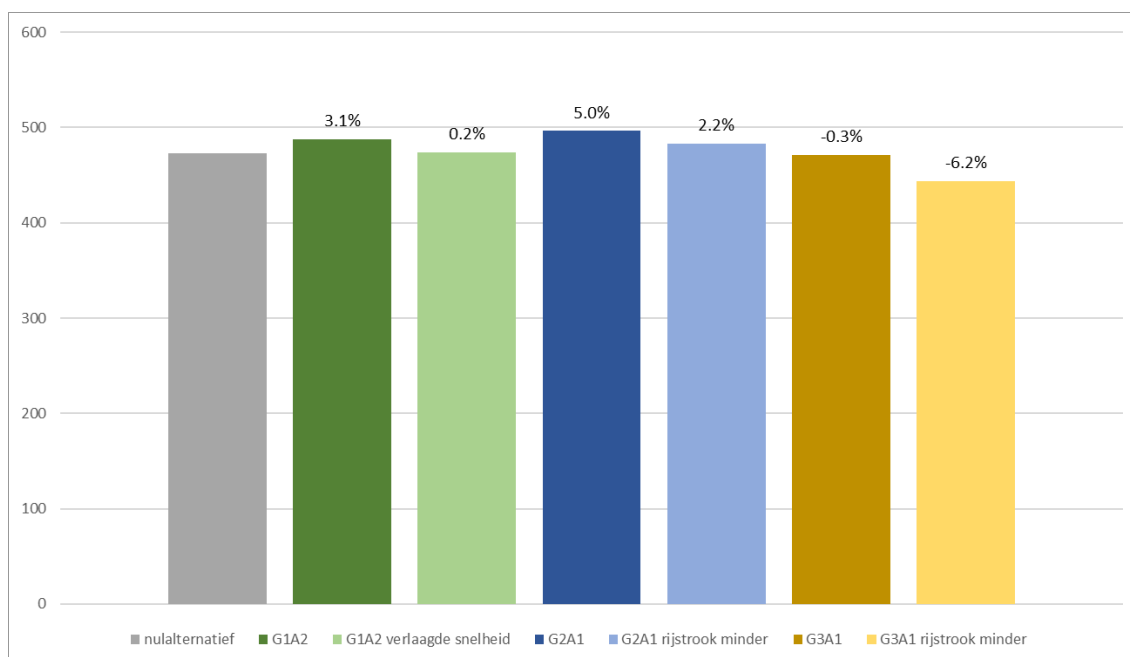
Figure 61: Vitesse prévue poids lourds (R0-Nord route parallèle et/ou latérale) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Autres autoroutes

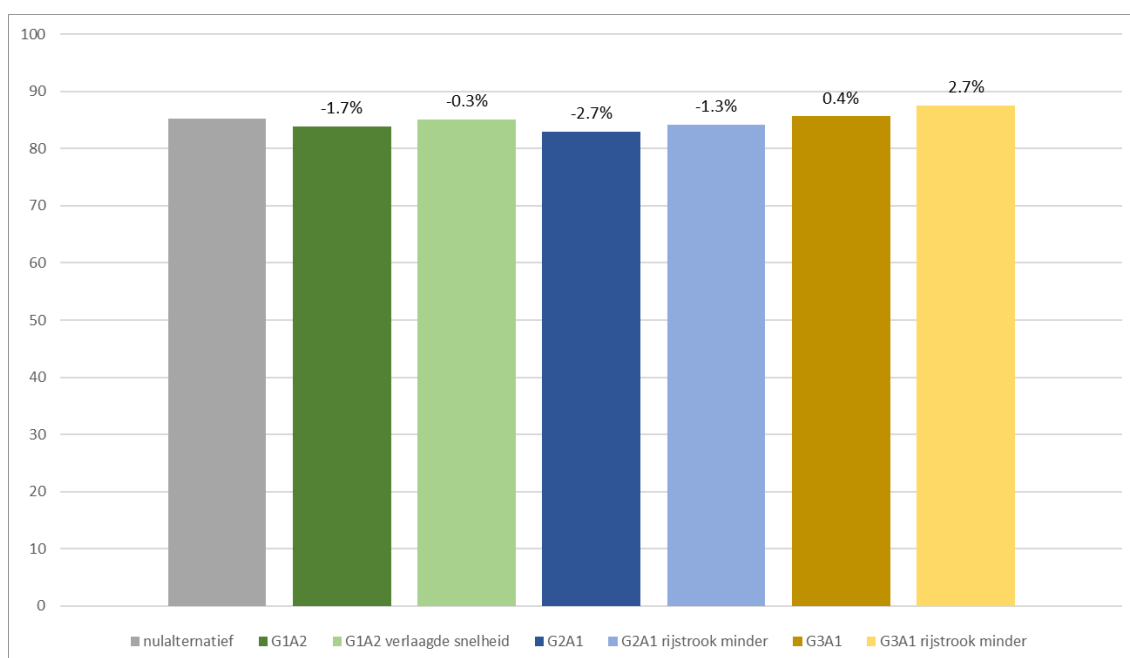
Sur les **autres autoroutes**, nous nous attendons à une augmentation du nombre de poids lourds-km par rapport à l'alternative de base pour G1A2 et G2A1. L'alternative de plan G3A1 présente une légère diminution. On observe ici l'évolution inverse de celle des véhicules personnels. Une amélioration de la circulation sur le R0 entraîne cependant une augmentation du trafic des poids lourds sur les autoroutes en provenance et à destination du R0. Les résultats du modèle de trafic ne permettent pas d'en établir clairement les raisons. Une explication possible est que les poids lourds affectent principalement le trafic de longue distance, de sorte qu'une amélioration sur le R0 a également un effet positif sur les autres autoroutes en termes de volume de trafic.

Figure 62 : Nombre prévu de millions de poids lourds-km (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La figure ci-dessous montre l'effet sur la vitesse des poids lourds. La vitesse des poids lourds sur les autres autoroutes est en moyenne sur une année légèrement supérieure à celle des véhicules personnels. En effet, ces derniers roulent beaucoup plus aux heures de pointe, tandis que les poids lourds sont répartis plus régulièrement tout au long de la journée et connaissent donc moins d'engorgements. L'effet des alternatives de plan sur la vitesse est approximativement le même.

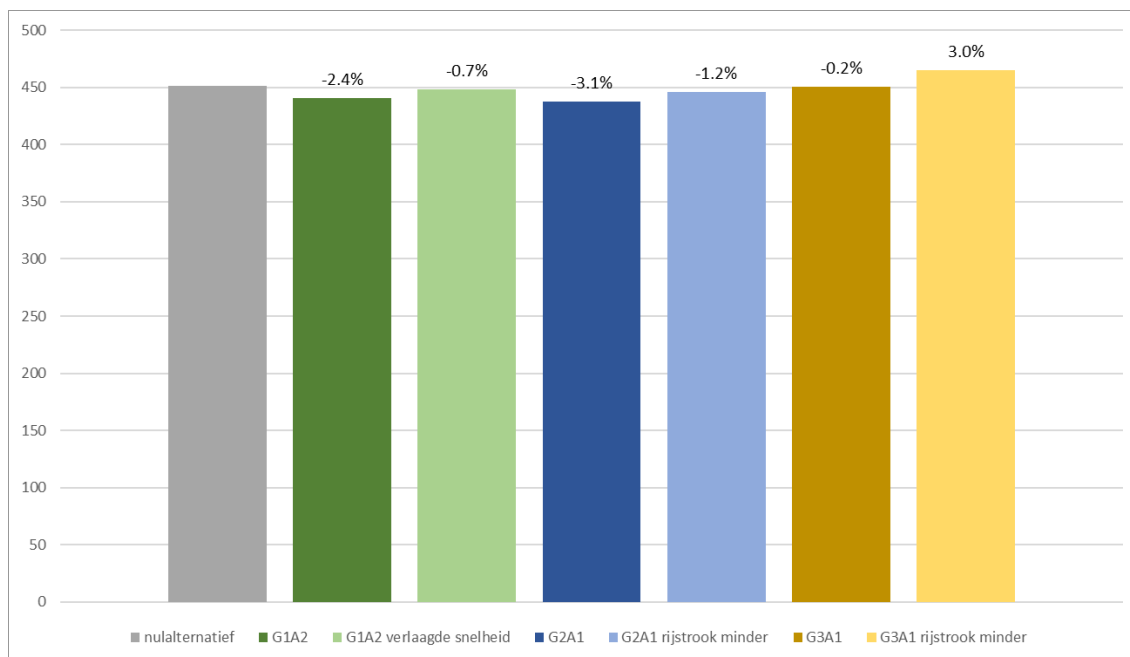
Figure 63 : Vitesse prévue des poids lourds (autoroutes sans R0-Nord) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Réseau routier secondaire

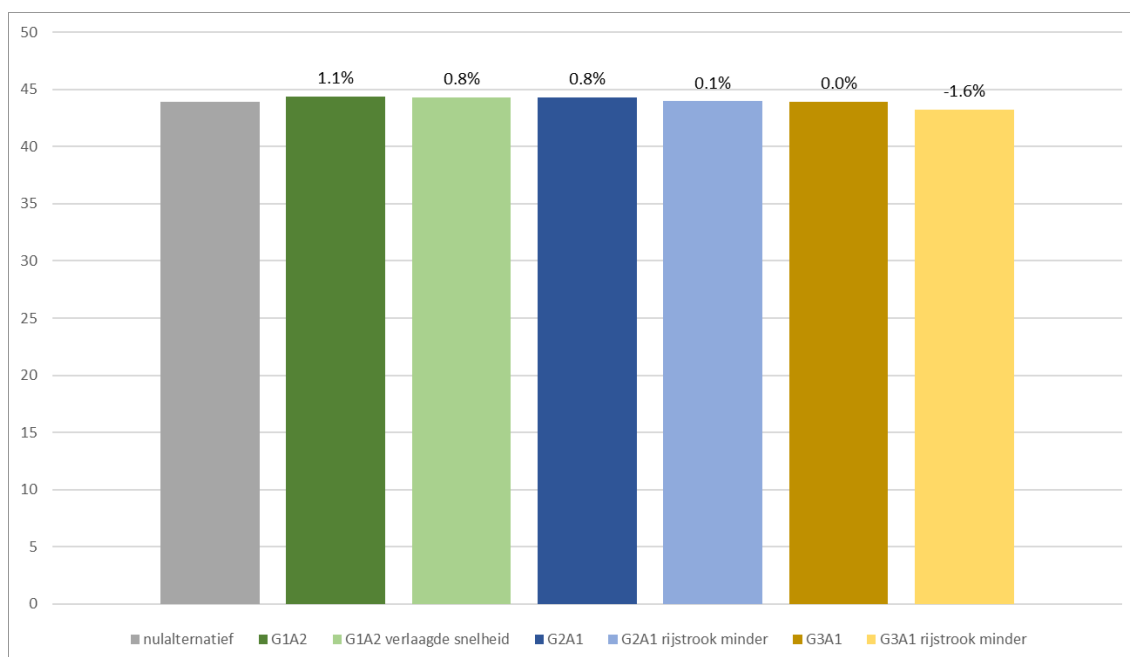
Sur les **routes secondaires**, nous constatons une légère diminution du nombre de poids lourds-km par rapport à l'alternative de base dans chaque alternative de plan, sauf pour G3A1 avec une voie en moins. En effet, la circulation sur le R0 est plus fluide, ce qui réduit le trafic de contournement sur les routes locales.

Figure 64 : Nombre prévu de millions de poids lourds-km (réseau routier secondaire) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



La figure ci-dessous montre l'effet sur la vitesse des poids lourds. La vitesse des poids lourds sur les autres autoroutes est en moyenne sur une année supérieure à celle des véhicules personnels (10 à 11 km/h). En effet, ces derniers roulent beaucoup plus aux heures de pointe et sur des petites routes lentes, tandis que les poids lourds sont répartis plus régulièrement tout au long de la journée et connaissent donc moins d'encombres. Ils ont également tendance à rouler sur les chaussées plus rapides plutôt que sur les routes locales plus lentes. L'effet des alternatives de plan sur la vitesse est approximativement le même.

Figure 65 : Vitesse prévue des poids lourds (routes secondaires) par alternative, 2030, zone d'étude. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).



Résumé du trafic de poids lourds

Le tableau suivant montre numériquement ce qui a été décrit dans les paragraphes précédents : l'effet des alternatives de plan sur les volumes de trafic de poids lourds.

Sur le R0-Nord, l'effet est similaire à celui des véhicules personnels : une augmentation des volumes de trafic dans les variantes de base G1A2 et G2A1, tandis que G3A1 connaît une diminution. Contrairement aux véhicules personnels, les autres autoroutes suivent cette tendance. Sur le réseau routier secondaire, on observe le mouvement inverse : une augmentation du trafic sur le R0 entraîne une diminution du trafic sur le réseau routier secondaire.

Tableau 16 : Résumé et différence en millions de poids lourds-km par rapport à l'alternative de base, 2030. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

ALTERNATIVE	R0-Nord	R0-Nord par/lat	TOT R0	autres autor.	routes secondaires	TOT poids lourds
alternative de base	106	/	106	473	451	1 030
G1A2	122	/	122	487	441	1 051
G1A2 vitesse réduite	110	/	110	474	448	1 032
G2A1	102	17	119	496	438	1 053
G2A1 voie en moins	87	23	110	483	446	1 039
G3A1	103	5	109	471	451	1 030
G3A1 voie en moins	85	6	91	444	465	1 000
DIFFÉRENCE						
G1A2	/	/	15,85%	3,10%	-2,39%	2,00%
G1A2 vitesse réduite	/	/	4,51%	0,21%	-0,73%	0,24%
G2A1	/	/	12,75%	4,97%	-3,06%	2,25%
G2A1 voie en moins	/	/	3,78%	2,18%	-1,22%	0,85%
G3A1	/	/	2,69%	-0,32%	-0,19%	0,05%
G3A1 voie en moins	/	/	-13,92%	-6,17%	2,99%	-2,95%

Le tableau suivant montre l'effet sur la vitesse des poids lourds. La vitesse des poids lourds sur le R0 est légèrement supérieure à celle des véhicules personnels dans l'alternative de base. Cela s'explique par le fait que les poids lourds roulent relativement davantage en dehors des heures de pointe que les véhicules personnels. Sur les routes secondaires, la vitesse est un peu plus élevée également. Le mélange des routes entre alors en jeu : les poids lourds roulent principalement sur les chaussées plus rapides.

L'effet sur la vitesse est par ailleurs assez similaire à celui du trafic voyageurs. Comme les camions sont relativement plus nombreux sur les autoroutes que sur le réseau routier secondaire (par rapport aux véhicules personnels), l'impact et l'amélioration de la circulation sur le R0 sont beaucoup plus importants dans l'ensemble. Cela se voit dans les alternatives de base G1A2 et G2A1, où la vitesse moyenne des poids lourds dans toute la zone d'étude augmente de 2 à 3 %, soit dix fois celle des véhicules personnels.

Tableau 17 : Résumé et différence en vitesse des poids lourds par rapport à l'alternative de base, 2030. Source : calculs propres ACAS R0 basés sur le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

ALTERNATIVE	R0-Nord	R0-Nord par/lat	TOT R0	autres autor.	routes secondaires	TOT poids lourds
alternative de base	54,08	/	54,08	85,30	43,92	57,94
G1A2	62,87	/	62,87	83,82	44,40	59,40
G1A2 vitesse réduite	55,36	/	55,36	85,05	44,29	58,38
G2A1	66,96	61,42	66,10	83,01	44,29	59,62
G2A1 voie en moins	58,86	52,59	57,45	84,19	43,96	58,39
G3A1	50,77	41,40	50,22	85,65	43,93	57,50
G3A1 voie en moins	42,75	32,62	41,88	87,59	43,22	55,55
DIFFÉRENCE						
G1A2	/	/	16,26%	-1,74%	1,09%	2,51%
G1A2 vitesse réduite	/	/	2,37%	-0,30%	0,85%	0,76%
G2A1	/	/	22,23%	-2,69%	0,84%	2,90%
G2A1 voie en moins	/	/	6,24%	-1,30%	0,10%	0,77%
G3A1	/	/	-7,13%	0,40%	0,01%	-0,77%
G3A1 voie en moins	/	/	-22,56%	2,67%	-1,60%	-4,13%

5.3 Monétisation

5.3.1 Appréciation du temps

Pour parvenir aux coûts monétaires en termes de temps, la perte de temps est évaluée à la valeur du temps. Cette évaluation du temps est généralement déterminée par des études sur le « prêt-à-payer ».

La valeur du temps signifie en fait la valeur

- de la réduction du temps de transport (augmentation de la vitesse)
- de l'augmentation des conditions de confort du temps de transport (conduite plus souple, sièges plus confortables dans les bus, etc.)

Cela s'applique à l'ensemble du trafic de passagers. Dans le cas des marchandises (poids lourds), il n'existe pas d'évaluation séparée du temps : les coûts du temps du conducteur sont déjà inclus dans les coûts salariaux et donc dans les coûts monétaires.

Comment mesurer ?

Lorsqu'il n'y a pas d'évaluation directe dans un contexte de marché, deux types de méthodes sont utilisés :

- la « préférence révélée » (PR) : on recherche une évaluation indirecte par les individus, par exemple, pour une origine et une destination données, on compare une liaison ferroviaire plus lente mais moins chère à des liaisons ferroviaires plus rapides mais plus coûteuses ; une variation suffisante à cet égard et un nombre suffisant d'observations permettent d'estimer une liaison statistique pour un groupe d'individus. L'avantage de cette méthode est qu'elle prend en compte le comportement « réel ». L'inconvénient est que l'on ne tient pas compte de tous les autres facteurs d'influence, la valeur du temps

mesure alors beaucoup plus de facteurs que la valeur du temps pure (par exemple, le confort, la fiabilité...).

- « préférence déclarée » (PS) : en posant une question contrôlée, on demande à un individu comment il apprécie le gain de temps. L'avantage est que l'on contrôle mieux l'observation des valeurs pour d'autres facteurs (on contrôle l'expérience). L'inconvénient est qu'il ne s'agit pas d'un comportement « réel ». Si les questions ne sont pas réalistes, on n'obtient pas de bonnes réponses.

Au cours des 20 dernières années, de nombreux progrès ont été réalisés dans le domaine de la PS, si bien qu'aujourd'hui, ce sont principalement des méthodes PS qui sont utilisées. Il est ensuite préférable de les vérifier par rapport aux résultats de la PR.

Détermination d'une évaluation temporelle à partir de la littérature récente

Les bonnes études sont coûteuses. L'étude la plus récente et la meilleure est peut-être celle réalisée pour le ministère britannique des transports²⁴. Les Britanniques commandent régulièrement des études parce que la valeur du temps doit être utilisée dans les ACAS et bon nombre d'universitaires travaillent par ailleurs sur le sujet.

L'étude la plus récente date de l'automne 2014 et est basée sur une analyse PS avec un échantillon de 10 000 entretiens, chacun générant des observations différentes. Les personnes interrogées ont été interviewées lors de leurs déplacements et ont été indemnisées pour leur coopération (100 à 200 £).

Les résultats ont été vérifiés auprès d'experts suédois et danois qui mènent eux aussi fréquemment des études sur la valeur du temps.

Les valeurs indiquées ci-après sont tirées du tableau 11 de l'étude britannique mentionnée ci-dessus et des facteurs de correction utilisés pour les convertir :

- de £ à € avec le taux de change de *parité de pouvoir d'achat*
- d'un revenu moyen britannique à un revenu belge en utilisant les différences de *parité de pouvoir d'achat* PIB/habitant
- de 2014 à 2020 sur la base de l'indice des prix à la consommation

Le facteur de correction total est de 1,395.

Tableau 18 : Évaluation centrale du temps pour différents modes de transport à l'horizon 2020, en €/heure. Source : traitement propre du ministère britannique des transports.

Distance	Trajets domicile-travail	Autre activités non professionnelles	Déplacements professionnels (= l'employeur paie au moins les coûts)				
			Tous modes	Voiture	Bus	Autres transports publics (tram,	Train

²⁴ Batley et al (2019), New Appraisal values of travel time saving and reliability, Transportation 46: 583-621

Il s'agit d'un résumé de rapports de projets, dont Arup, ITS Leeds, Accent: Provision of market research for value of time savings and reliability. Phase 2 report to the Department for Transport (2015a).

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/470231/vtts-phase-2-report-issue-august-2015.pdf

						méto)	
Tous	15,64	7,14	25,43	23,35	Indisponible	11,62	38,52
<32 km	11,54	5,05	11,59	11,45		11,62	14,10
32 à 160 km	16,95	9,05	22,39	22,11		11,62	40,44
>160 km	19,95	12,93	39,92	35,91		11,62	40,44

Voici quelques commentaires qui peuvent être pertinents lors de l'utilisation des évaluations temporelles.

- L'intervalle de confiance (95%) est d'environ 30% dans les deux directions.
- Pour les trajets domicile-travail et les autres motifs de déplacement, contrairement aux études antérieures, les différentes évaluations du temps ne sont plus utilisées. La raison en est que, généralement, une différence de niveau de revenu a également joué un rôle dans le contexte. Seule subsiste une différence significative pour les voyages d'affaires qui ne peut être attribuée aux différences de revenus.
- Une évaluation du temps est fortement influencée par la distance du déplacement total. On pourrait éventuellement déterminer une distance moyenne et revenir à l'étude britannique et inclure l'élasticité par rapport à la distance.
- L'élasticité de la valeur du temps par rapport au revenu est un sujet de débat dans la plupart des études empiriques. L'étude trouve dans sa section transversale des valeurs plutôt autour de 0,5 ou inférieures mais elle recommande toujours de prendre une élasticité de 1 par rapport au PNB/habitant. Le tableau ci-dessus est basé sur ce principe.
- L'étude britannique contient également un certain nombre de multiplicateurs qui permettent de prendre en compte l'impact des éléments de qualité. L'utilisation de ces multiplicateurs nécessite une comparaison avec l'état de base du Royaume-Uni auquel il est comparé et n'est pas examinée plus avant ici.

Valeurs utilisées dans cette ACAS

Les valeurs ci-dessus ont ensuite été converties en une évaluation centrale basée sur la fréquence des différents motifs de déplacement, tous modes de transport confondus. Elle est issue de l'étude sur le comportement en matière de déplacements²⁵.

Tableau 19: Évaluation centrale du temps pour 2020. Source : calculs propres.

Trajets domicile-travail	Trafic d'affaires	Autre	Évaluation centrale du temps
15,64 €/heure	25,43 €/heure	7,14 €/heure	10,73 €/heure
23%	9%	68%	

Avantages supplémentaires pour la fiabilité

Notez que parfois, des avantages supplémentaires pour la fiabilité sont également inclus. Il s'agit des coûts supplémentaires liés au fait d'arriver trop tôt (et donc de devoir attendre) ou, pire encore, d'arriver trop tard et donc de manquer une opportunité. S'il n'y a pas d'embouteillages, le temps de trajet est généralement très fiable. Dès que les embouteillages augmentent, la fiabilité du temps de trajet diminue également, et il y a donc des coûts de fiabilité supplémentaires. Cela peut représenter jusqu'à 20% de la valeur du temps.

²⁵ ECMD 5.4 - Tableau 122 : Répartition du nombre moyen de kilomètres parcourus par personne et par jour par motif

Dans cette ACAS, aucun avantage en termes de fiabilité n'a été calculé. Pour un calcul correct, une simulation de Monte Carlo des embouteillages est nécessaire, ce qui n'était pas disponible. Il s'agit donc d'une sous-estimation des avantages.

5.3.2 Coûts monétaires

Pour le prix privé du transport (frais d'achat, assurances, frais de carburant, frais de personnel, etc.), nous nous appuyons sur l'étude MIRA²⁶ de 2016 sur l'internalisation des coûts externes. Dans cette étude, le coût par km parcouru est calculé pour 33 types de véhicules pour :

- achat net et TVA
- Achat taxe de mise en circulation
- rétribution sur la plaque d'immatriculation
- subventions d'achat
- entretien net et TVA
- assurance net et taxes
- coûts de personnel et taxes
- taxes annuelles
- eurovignette
- taxes kilométriques
- subventions kilométriques
- subvention de déplacement
- carburant net, accises et TVA
- permis et inspection
- frais de services, de marketing et de vente

Il convient de souligner que la méthode standard ne prend en compte que le prix du carburant en partant de l'idée qu'il s'agit du seul coût qui sera affecté. Ce n'est pas correct, car les autres coûts sont également influencés par la durée de vie du véhicule (en km ou en années). La part la plus importante du coût des voitures particulières est constituée par le coût d'achat, ensuite par les frais de carburant, puis l'entretien et l'assurance.

Les chiffres de l'étude MIRA ont été actualisés à 2020 sur la base de l'indice des prix à la consommation. Le résultat est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 20 : Coût monétaire par type de véhicule, en €₂₀₂₀ par véhicule-km. Source : traitement propre de MIRA (2016).

Vélo	0,157
Véhicule personnel-moto-voiture de société	0,278
Poids lourds	1,101
Bus	0,605

Le coût monétaire par véhicule ci-dessus a ensuite été converti en coût monétaire par occupant en utilisant les taux d'occupation de chaque véhicule, qui ont également été obtenus à partir de

²⁶ Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

l'étude MIRA et agrégés. Ces taux d'occupation ont été calculés pour 2016 et sont toujours valables pour 2020 :

Tableau 21 : Taux d'occupation par type de véhicule. Source : MIRA (2016).

Vélo	1,00 personne
Véhicule personnel-moto-voiture de société	1,39 personnes
Poids lourds	4,80 tonnes
Bus	22,10 personnes
Train de passagers, sauf TGV	116,04 personnes

Pour plus de détails sur le contexte des chiffres, veuillez vous référer à l'étude MIRA correspondante.

5.4 Résultats du trafic passagers

Les volumes de trafic et les temps de parcours sont associés à la monétisation. Le résultat est la valeur actuelle nette des effets directs sur la mobilité des passagers. C'est ce qu'on appelle aussi les avantages du transport (voir 5.1).

Effet global sur la mobilité

Les chiffres relatifs au volume et à la vitesse étaient déjà connus grâce au modèle de trafic (voir le chapitre 5.2 et surtout 5.2.6).

Le prix moyen généralisé de la mobilité a été obtenu en multipliant chaque passager-km par le prix généralisé du transport par km. Le prix généralisé est une somme du coût monétaire par km (carburant, véhicule, entretien, ...) et de la valeur du temps de parcours (via la vitesse).

Cela a été réalisé :

- Par an (à partir de 2030)
- Par zone (17)

Le tableau et les figures suivants donnent un aperçu du prix global pondéré et de la quantité de transport pour tous les modes. La première figure montre 32 289 millions de passagers-km en 2030 dans l'alternative de base. La deuxième figure montre que cela se fait à un prix moyen de 0,4185€ par passager-km (valorisation du temps + coût monétaire). Ceci concerne tous les modes combinés.

La mobilité augmente dans presque toutes les alternatives de plan, à l'exception de « G3A1 avec voie en moins », dans laquelle moins de kilomètres sont globalement parcourus par an, tous modes de transport confondus. Ce point a déjà été abordé en détail dans les chapitres précédents.

Une augmentation de la mobilité associée à un prix plus bas crée des avantages (voir chapitre 5.1).

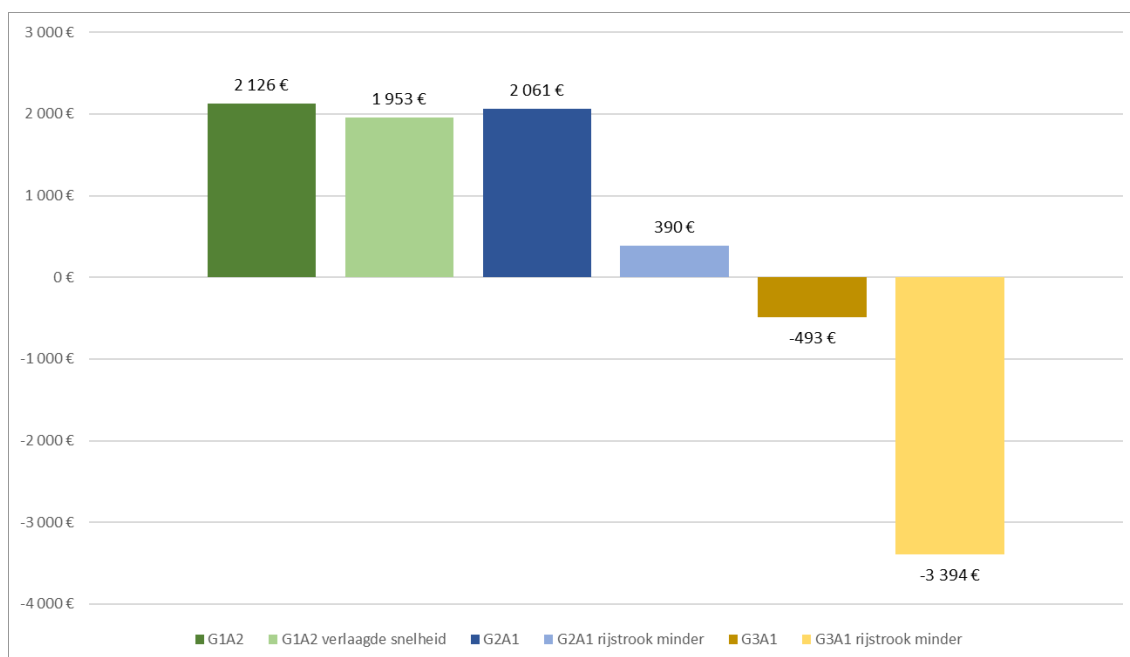
Résultat

Le surplus du consommateur peut alors être calculé à partir de la différence de prix et de quantités entre l'alternative de plan et l'alternative de base (voir chapitre 5.1).

Pour chaque année, la valeur actuelle nette a ensuite été calculée pour 2020 en utilisant le taux d'actualisation. Les années les plus éloignées ont moins de « valeur » que les années proches.

Comme le laissent déjà présager les analyses précédentes, les avantages en matière de mobilité (surplus du consommateur) sont positifs pour toutes les alternatives de plan, à l'exception des alternatives G3A1. Les avantages en termes de mobilité (ou avantages directs) sont le résultat positif de l'augmentation de la vitesse moyenne et du volume de trafic. En effet, avec une vitesse moyenne plus élevée, vous pouvez atteindre plus de destinations (ou plus loin) en une heure. Une heure est le budget temps qu'une personne moyenne consacre aux transports. La possibilité d'atteindre des destinations plus nombreuses (ou plus lointaines) est positive pour l'emploi, le développement personnel, etc.

Figure 66 : Valeur actuelle nette des effets directs sur la mobilité des personnes, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



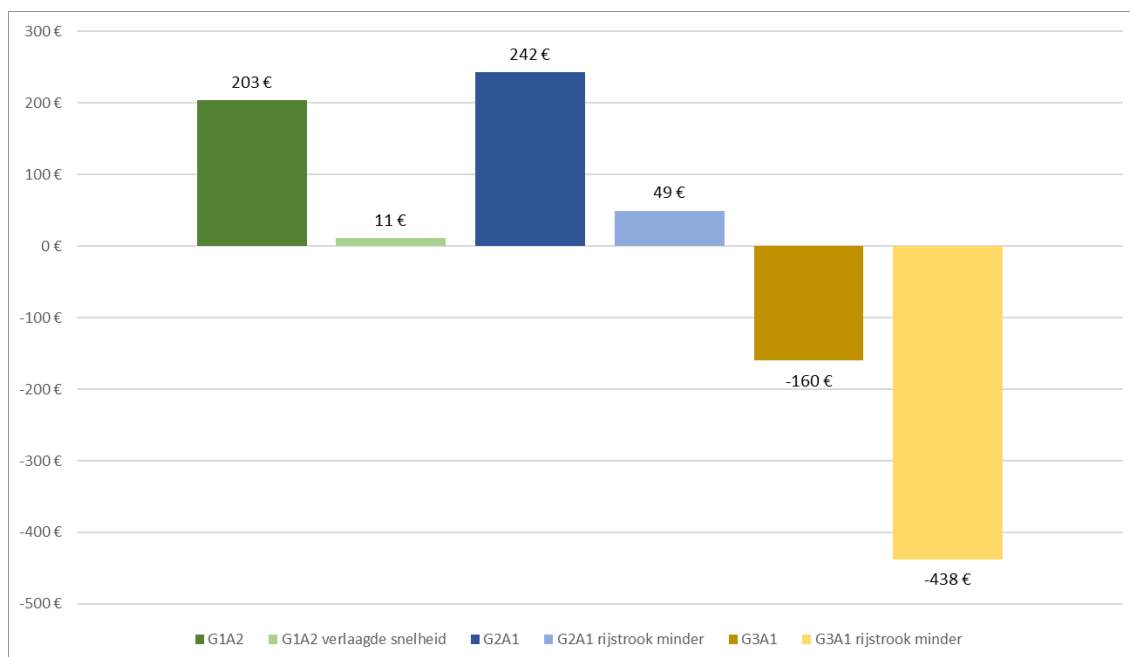
5.5 Résultats du trafic de poids lourds

Le même calcul a été fait pour le trafic de marchandises que pour le trafic de passagers. Il ne concerne qu'un seul mode de transport, à savoir les poids lourds.

Comme indiqué précédemment, le volume du trafic de marchandises augmente dans toutes les alternatives, à l'exception de l'alternative G3A1. Dans les 4 mêmes alternatives, la vitesse augmente. Cette tendance entraîne une baisse des prix, dans le cas des poids lourds, environ la moitié du prix dépend de la vitesse (e.a. le salaire horaire du conducteur) et l'autre moitié de la distance parcourue (e.a. le coût du carburant). Dans les 2 autres alternatives (G3A1), le mouvement est inversé.

En combinant la variation du volume de trafic et du prix (par le biais du surplus du consommateur), nous arrivons à des avantages de transport positifs pour le fret dans G1A2 et G2A1, et à des avantages négatifs dans G3A1.

Figure 67 : Valeur actuelle nette des effets directs sur les poids lourds, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



6 Effets directs

6.1 Méthode

Outre les effets directs, nous prévoyons que, si le trafic routier et donc le transport en général deviennent plus faciles, que ce soit en termes monétaires ou de temps, il aura un impact sur les autres modes de transport, sur le reste de l'économie et sur la population, par exemple en termes de PIB par secteur, de chômage et de revenu par percentile de revenu, etc.

Les effets économiques indirects sont des effets générés en dehors du marché des transports. L'existence de ces effets indirects est confirmée dans la littérature, mais l'ordre de grandeur de ces effets fait l'objet de nombreuses discussions. Il est plus compliqué de quantifier ces **effets indirects sur l'économie en général**. En effet, de nombreux effets indirects sont plutôt redistributifs. Toutefois, il s'agit d'un effet qui peut susciter beaucoup d'intérêt.

En raison du risque de double comptage, la méthode standard n'inclut, en principe, aucun effet indirect. Ils ne peuvent être quantifiés que s'il est prévu qu'ils soient significatifs. C'est également l'approche de la DG Région (2014)²⁷ qui met aussi en garde contre le double comptage et l'absence de techniques solides.

Si vous souhaitez les intégrer, un modèle d'équilibre général est préférable aux facteurs de relèvement, par exemple à l'aide du modèle ISEEM.

L'utilisation d'un modèle d'équilibre général est compatible avec l'utilisation des facteurs de relèvement du guide flamand des indicatifs. En effet, les facteurs de relèvement reposent sur des modèles d'entrées-sorties. Ces modèles d'entrées-sorties ne sont qu'une entrée pour un modèle d'équilibre général. Le principal avantage de travailler avec un modèle d'équilibre général est d'éviter les doubles comptages éventuels. De plus, il permet d'inclure les effets de second ordre et - en raison de la grande quantité de données - de détailler davantage les effets.

Le modèle ISEEM

L'ISEEM est un modèle économique régional. Il contient une représentation des échanges de biens et de services, ainsi que des activités de production et de consommation dans 20 secteurs différents au niveau des arrondissements en Belgique. L'amélioration du trafic dans et autour du R0 améliorera la compétitivité des secteurs. Le modèle ISEEM permet également d'évaluer les effets socio-économiques (par exemple, une réduction des impôts sur le revenu ou des cotisations de sécurité sociale, des prestations de sécurité sociale plus élevées pour les groupes les plus pauvres de la population, etc.). Le modèle contient une présentation des décisions de consommation de 10 catégories de revenus et de 7 types de familles.

Dans le premier cycle, nous ne présentons que les résultats agrégés de l'ISEEM. Nous ne faisons pas de distinction entre les différentes classes de revenus et ne communiquons pas encore de chiffres au niveau des différents secteurs économiques.

²⁷ https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf

Modèle de mise en œuvre

Les principales entrées de l'ISEEM sont les changements dans les coûts et les volumes de temps qui proviennent du modèle de réseau de transport. Cela conduit à une estimation de ce que l'on appelle les effets directs. Les changements dans les coûts en temps sont introduits dans l'ISEEM, ce qui entraîne des changements dans la matrice des coûts en temps pour le trafic de naveteurs, le fret et d'autres motifs. Comme il s'agit d'un modèle d'équilibre général, le modèle recherche un nouvel équilibre dans lequel l'offre et la demande sur tous les marchés modélisés (marché du travail, secteurs industriels, secteurs des services, marché extérieur) reviennent à l'équilibre.

L'ISEEM comprend deux sources possibles d'effets indirects :

- l'agglomération et la concentration de l'activité économique entraînent des économies d'échelle
- Le marché du travail ne fonctionnant pas parfaitement, la réduction des coûts du temps entraîne une meilleure adéquation entre les travailleurs et les entreprises. L'impact sur le temps libre (hors travail) est également évalué.

L'utilisation antérieure de l'ISEEM a donné des bénéfices indirects compris entre 0 et 50 % des bénéfices directs, dans certains cas les bénéfices indirects étaient même négatifs. Cela peut se produire si l'infrastructure est améliorée dans la périphérie, créant des désavantages d'échelle potentiels par la désagglomération. Étant donné que Bruxelles est le centre financier, politique et commercial de la Belgique, cette dernière hypothèse semble peu probable.

6.2 Effets sur le travail, les loisirs et l'agglomération en 2030

Pour mieux comprendre les résultats, nous considérons d'abord une année de référence de simulation (2030).

Comme décrit ci-dessus, l'ISEEM utilise deux sources d'effets indirects. Nous les décomposons en effets sur le marché du travail et le temps libre, et en effets d'agglomération. Le modèle ISEEM prévoit 1 203 emplois supplémentaires dans l'alternative de plan dans G1A2 en 2030. Les emplois sont évalués à 41 250 euros²⁸, ce qui représente un avantage de 49,6 millions d'euros. L'impact sur les emplois est presque directement lié aux avantages du transport (les effets directs) mentionnés dans le chapitre précédent. L'augmentation des emplois est un effet de l'amélioration de la fluidité du Ring. L'effet supplémentaire sur le trafic généré par ces nouveaux emplois est un effet de rebond (demande latente) qui pourrait avoir un impact sur la fluidité du Ring. Cet impact n'a pas été calculé dans les modèles de trafic, mais il est probablement assez faible (1 000 emplois supplémentaires par rapport aux 500 000 existants dans la région).

L'impact des loisirs est de 24,0 millions et les bénéfices d'agglomération sont de 35,9 millions dans G1A2 pour 2030.

²⁸ ACAS R4 Ouest et Est, Rebel, 2019

Tableau 22 : Désagrégation de l'effet de bien-être pour 2030 en millions d'euros.

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Nombre d'emplois supplémentaires	1203	1023	1021	187	-303	-2021
Impact sur le marché du travail (millions d'euros)	49,6 €	42,2 €	42,1 €	7,7 €	-12,5 €	-83,4 €
Impact sur les loisirs (millions d'euros)	24,0 €	21,8 €	23,4 €	4,3 €	-5,7 €	-39,0 €
Effet d'agglomération (millions d'euros)	35,9 €	30,1 €	39,1 €	-0,1 €	-11,0 €	-53,3 €
AVANTAGES TOTAUX (millions d'euros)	109,6 €	94,1 €	104,6 €	11,9 €	-29,2 €	-175,7 €

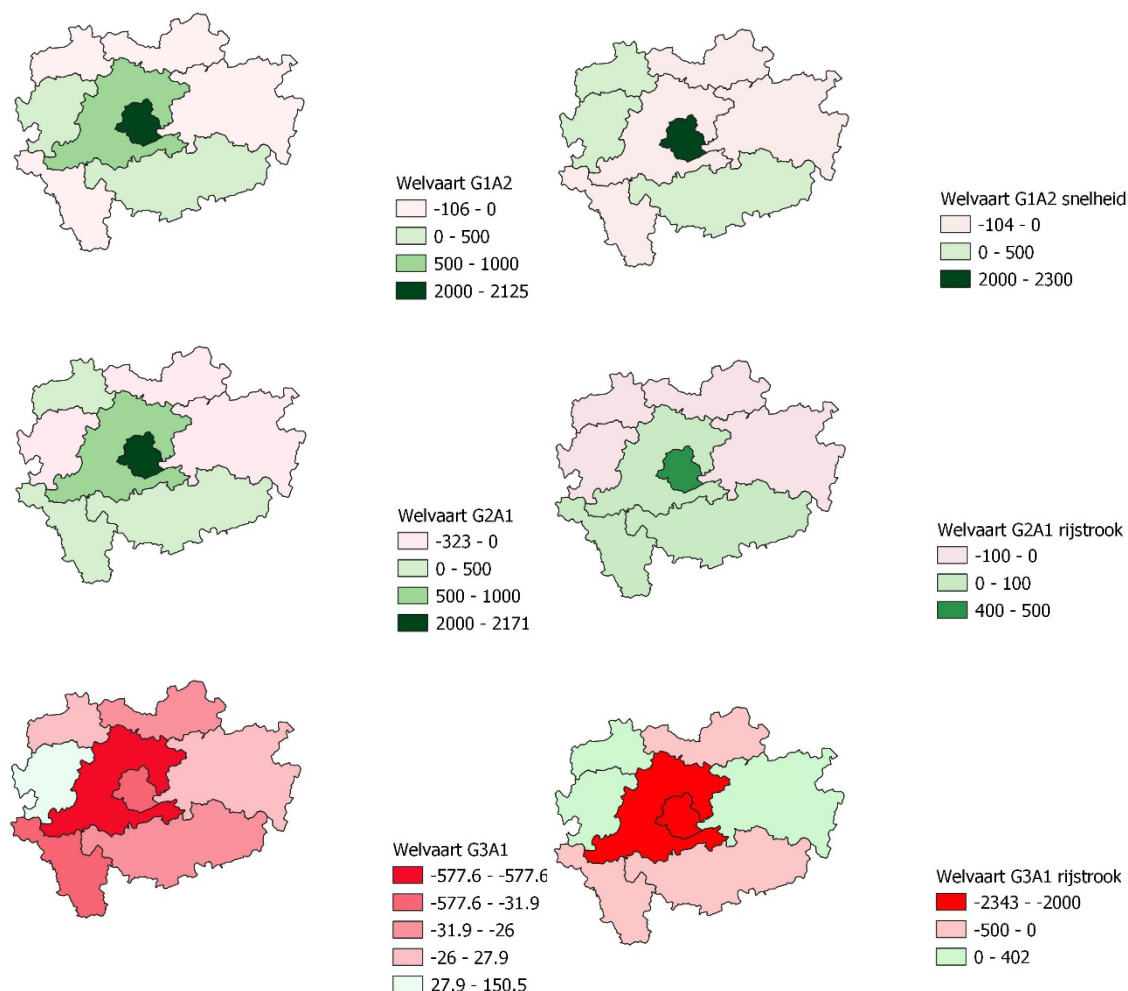
Le tableau ci-dessous montre la répartition de l'effet de bien-être entre les différents arrondissements. Il en ressort que le principal avantage (plus de la moitié) dans G1A2 et G2A1 est généré à Bruxelles, ce qui est logique étant donné que les avantages de l'agglomération et de la concentration s'appliquent aussi principalement à Bruxelles. Il y a également des avantages substantiels pour Hal-Vilvorde. L'impact sur les autres arrondissements environnants est plutôt limité, à l'exception d'Alost, de Nivelles et, dans une certaine mesure, de Louvain. L'impact sur ce dernier est légèrement négatif. La raison pour laquelle certains arrondissements réagissent plus fortement que d'autres réside dans les liens économiques (déplacements domicile-travail, relations entre les entreprises) entre les arrondissements, et aussi dans la mesure où ils sont affectés par les alternatives de plan. Par exemple, l'arrondissement d'Alost a un marché du travail plutôt dépendant de Bruxelles et de Hal-Vilvorde, ce qui signifie que les effets positifs s'y répercutent également. Louvain et Malines sont plutôt concurrents, ce qui signifie que les effets positifs pour Bruxelles et Hal-Vilvorde ont un impact négatif sur Louvain et Malines.

Dans le cas de l'alternative de plan G3A1, les avantages sont surtout positifs pour Alost et, dans une moindre mesure, pour les arrondissements de Louvain et de Termonde, tandis que Bruxelles, Hal-Vilvorde et les autres arrondissements obtiennent des résultats négatifs. Nous le montrons également visuellement dans la figure ci-dessous.

Tableau 23 : Distribution de l'effet de bien-être entièrement actualisé (en millions d'euros) pour 2030 selon les arrondissements

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Bruxelles	75,4 €	83,8 €	76,9 €	15,4 €	-8,0 €	-77,9 €
Hal-Vilvorde	24,9 €	-8,1 €	32,4 €	3,0 €	-20,4 €	-81,7 €
Malines	-3,1 €	-2,8 €	-11,4 €	-3,3 €	-1,0 €	-4,8 €
Louvain	-3,4 €	-2,0 €	-6,7 €	-1,6 €	1,1 €	8,0 €
Termonde	-0,3 €	2,0 €	0,8 €	0,0 €	0,3 €	0,7 €
Alost	10,2 €	14,6 €	-1,5 €	-2,0 €	5,2 €	13,7 €
Soignies	-1,5 €	-4,0 €	2,1 €	0,1 €	-1,1 €	-4,1 €
Nivelles	3,7 €	8,0 €	6,7 €	1,1 €	-1,0 €	-8,8 €
Reste de la Belgique	3,7 €	2,6 €	5,2 €	-0,7 €	-4,2 €	-20,9 €
Total	109,6 €	94,1 €	104,6 €	11,9 €	-29,2 €	-175,7 €

Figure 68 : Impact sur le bien-être dans la Périphérie flamande, à Bruxelles et dans les arrondissements environnants



Nous examinons le nombre de nouveaux emplois (en ETP) dans le Tableau 24. Dans G1A2, cela représente 1 320 nouveaux emplois par an, dans G1A2 à vitesse réduite, cela ne représente que 1 155 emplois. G2A1 crée 1 102 emplois. Les différences entre les arrondissements s'expliquent par leur proximité avec Bruxelles et l'effet sur les gains de temps et les déplacements domicile-travail. Dans G1A2, par exemple, les gains de temps vers Alost jouent un rôle plus important que dans G2A1, de sorte que l'effet sur les emplois est plus important.

Ce chiffre est nettement inférieur si une voie est supprimée (207 emplois). Pour G3A1 et G3A1 avec une voie de moins, l'effet est négatif. Comme pour l'effet sur le bien-être, Bruxelles et Hal-Vilvorde dominent la création de nouveaux emplois dans presque toutes les alternatives.

Tableau 24 : Nombre de nouveaux emplois (en ETP) pour la Périphérie flamande, Bruxelles, les agglomérations environnantes et le reste de la Belgique

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Bruxelles	1348	1360	1488	279	-232	-1801
Hal-Vilvorde	384	-58	355	66	-241	-1120
Malines	-83	-54	-242	-45	6	15
Louvain	-90	-85	-170	-32	16	174
Termonde	-19	54	10	2	12	48
Alost	126	193	-49	-9	75	252
Soignies	-55	-70	-10	-2	0	15
Nivelles	-54	44	-6	-1	7	-8
Autre	-238	-230	-274	-50	35	272
Total	1320	1155	1102	207	-321	-2152

Le dernier indicateur analysé est le produit régional brut. Il s'écarte de l'indicateur de bien-être de deux façons. Tout d'abord, l'impact sur le produit régional brut est encore plus axé sur les régions de Bruxelles et de Hal-Vilvorde. Deuxièmement, l'impact global est plus faible. Cela s'explique par le fait que le produit régional brut n'inclut pas un certain nombre d'éléments de bien-être. Dans ce cas, il s'agit principalement de l'impact des consommateurs « temps non travaillé ». Le produit régional brut doit donc être considéré avant tout comme un indicateur de la productivité globale. Comme prévu, c'est à Bruxelles qu'il augmente le plus (sauf dans G3A1, où le PNB diminue).

Tableau 25 : Impact sur le produit intérieur brut total actualisé (en millions d'euros) pour 2030 pour les arrondissements

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Bruxelles	74,4 €	74,2 €	81,7 €	16,2 €	-12,2 €	-94,3 €
Hal-Vilvorde	18,0 €	-5,5 €	18,9 €	0,5 €	-14,9 €	-56,9 €
Malines	-3,7 €	-2,4 €	-11,1 €	-3,3 €	-0,1 €	-0,5 €
Louvain	-3,8 €	-3,5 €	-7,0 €	-1,6 €	0,8 €	7,6 €
Termonde	-0,7 €	1,9 €	0,4 €	-0,1 €	0,5 €	1,6 €
Alost	5,5 €	8,1 €	-1,7 €	-2,0 €	3,6 €	9,8 €
Soignies	-1,9 €	-2,8 €	0,1 €	-0,3 €	-0,3 €	-0,5 €
Nivelles	-1,1 €	2,6 €	1,3 €	0,2 €	-0,2 €	-2,3 €
Autre	-7,5 €	-7,4 €	-8,0 €	-3,1 €	0,1 €	5,6 €
Total	79,1 €	65,2 €	74,6 €	6,4 €	-22,7 €	-129,9 €

6.3 Résultat

Nous examinons désormais l'impact pour la période totale, en actualisant les impacts totaux sur une période allant de 2030 à 2130, en utilisant un taux d'actualisation de 3%. Les effets totaux sur le bien-être sont repris dans le tableau suivant.

Tableau 26 : Effet total sur le bien-être actualisé (NPV), en millions d'euros

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Effets totaux sur le bien-être	3 128 €	2 758 €	2 989 €	366 €	-819 €	-5 016 €

Les effets totaux sur le bien-être sont calculés sur la base des effets directs, et comprennent les effets directs et indirects.

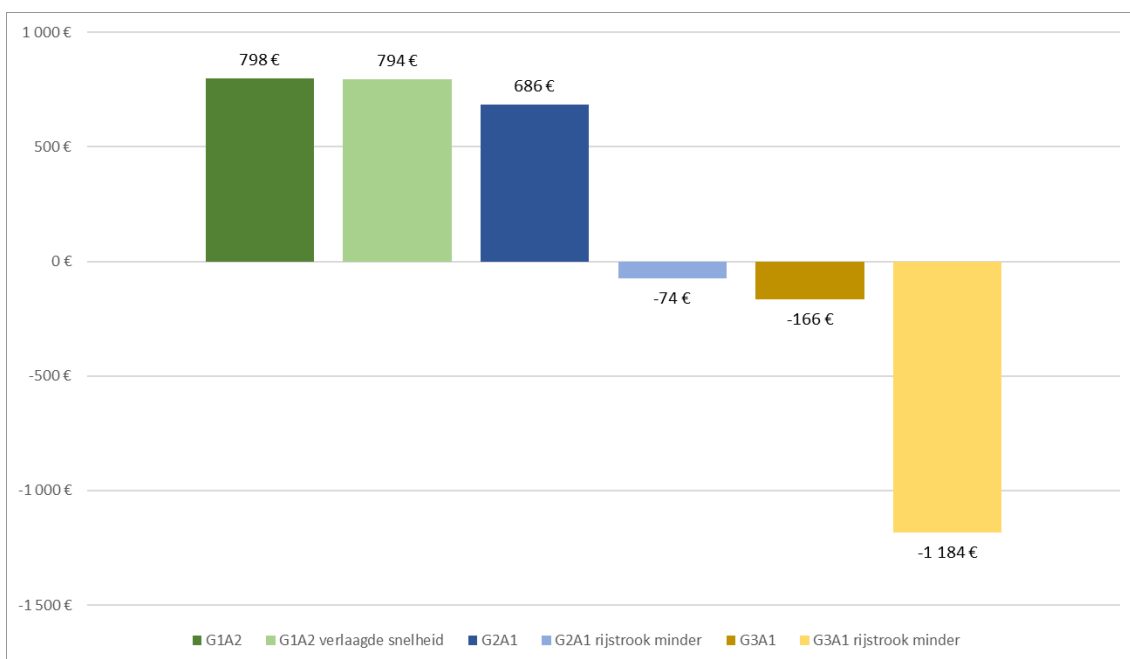
L'effet total sur le bien-être pour l'alternative de plan G1A2 dans l'ISEEM est de 3 128 millions d'euros. Sur ce montant, 2 330 millions d'euros sont déjà inclus dans les avantages directs (= avantages liés au transport). Ceux-ci ont été calculés dans les chapitres 5.4 et 5.5. Les 798 millions d'euros restants sont des bénéfices indirects. Ainsi, les avantages totaux sont 34% plus élevés que les avantages directs, ce qui est assez élevé, mais pas inattendu dans une zone à forte concentration d'emplois.

Les autres alternatives ont un facteur d'élévation similaire.

Tableau 27 : Comparaison des avantages directs et indirects pour chaque scénario, totaux actualisés (NPV) en millions d'euros

	G1A2	G1A2 vitesse réduite	G2A1	G2A1 voie en moins	G3A1	G3A1 voie en moins
Effets directs sur la mobilité des personnes	2 126 €	1 953 €	2 061 €	390 €	-493 €	-3 394 €
Effets directs sur le trafic de poids lourds	203 €	11 €	242 €	49 €	-160 €	-438 €
Total	2 330 €	1 964 €	2 303 €	439 €	-653 €	-3 832 €
Effets indirects	798 €	794 €	686 €	-74 €	-166 €	-1 184 €
Effets totaux sur le bien-être	3 128 €	2 758 €	2 989 €	366 €	-819 €	-5 016 €
Ratio avantages totaux/indirects	1,34	1,40	1,30	0,83	1,25	1,31

Figure 69 : Valeur actuelle nette des effets indirects, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



7 Effets externes- trafic

7.1 Introduction

Les effets externes sont des effets qui existent, mais pour lesquels personne ne paie directement. En fin de compte, les coûts sont supportés par la société dans son ensemble. Les effets externes importants pour cette ACAS sont principalement les émissions, le bruit, la sécurité routière, la qualité de vie, la qualité de l'eau et du sol et les effets dus à la perte d'espace, à la perte de la nature, etc. L'effet sur la congestion/capacité a déjà été inclus dans les effets directs sur le transport (voir chapitre 4.3.4).

Lors du calcul des effets externes, nous nous efforçons d'assurer la plus grande cohérence possible avec le Projet de RIE du plan cycle 1 et les calculs effectués avec le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

Ce chapitre comprend tous les effets externes directement liés aux objectifs relatifs au trafic :

- Accidents de la circulation
- Avantages pour la santé des modes de transport actifs

7.2 Accidents de la circulation

L'amélioration de la sécurité routière génère des avantages sociaux. Inversement, l'augmentation du nombre d'accidents de la circulation engendre des coûts supplémentaires.

Le nombre attendu de victimes est calculé en examinant chaque mode de transport :

1. Le nombre de kilomètres parcourus.
2. Le risque par km parcouru d'accidents avec blessures légères, blessures graves et décès. Ce risque dépend, entre autres, du type de véhicule, du type de route et du régime de vitesse.

Ensuite, les coûts externes résultant d'un accident sont déterminés. Ils se composent de 2 éléments : la valeur de la vie humaine, et les autres coûts, plutôt monétaires.

En combinant les deux, nous sommes en mesure de calculer l'effet des alternatives de plan sur les coûts sociaux dus aux accidents.

Nous considérons ici tous les modes de transport sur la route (vélo, piéton, voiture, bus, poids lourd), et prenons en compte la conception de la sécurité routière, mais aussi l'effet de la pression du trafic.

7.2.1 Calcul du nombre de victimes

Lors du calcul du nombre d'accidents, nous faisons une distinction selon la norme internationale :

- Morts : décédés dans les 30 jours suivant l'accident.
- Blessés graves : personnes blessées dont les blessures nécessitent un traitement hospitalier.
- Blessés légers : personnes blessées dont les blessures ne nécessitent pas un traitement hospitalier.

Le risque d'accident sans blessure physique pourrait en théorie être également inclus, mais les données disponibles sont insuffisantes à cet égard.

Pour déterminer l'évolution de la sécurité routière, nous partons du risque d'accident par kilomètre parcouru par chaque mode de transport. Les modes de transport considérés ici sont : les véhicules personnels, les poids lourds, les vélos, les piétons et les bus/tram/métro. Pour chaque alternative, à partir des données du modèle, on détermine combien de kilomètres sont effectués dans chaque zone. Ensuite, sur la base des données actuelles sur les accidents en Flandre et à Bruxelles, le nombre futur de personnes légèrement blessées, gravement blessées et décédées par an est estimé.

Les facteurs suivants sont pris en compte, chacun d'entre eux étant abordé dans les paragraphes suivants :

1. Le risque d'accident par mode de transport et type de route, séparément pour la Flandre et Bruxelles
2. L'effet du réaménagement du R0-Nord sur le risque d'accident (sur le R0-Nord).

L'aperçu se trouve dans le dernier paragraphe.

7.2.1.1 Risque d'accident par mode de transport et type de route

Tout d'abord, le risque d'accident est calculé pour la zone d'étude méso. Cela ne concerne que le scénario de base, c'est-à-dire sans les interventions du plan de réaménagement R0 Nord.

Le risque d'accident par véhicule-km est calculé à partir des statistiques d'accidents de la Direction générale statistique du SPF Économie. Elles indiquent le nombre de tués, de blessés graves et de blessés légers par type de véhicule et par type de route, et par commune.

Nous supposons le risque dans la zone de méso-étude, sur la base des chiffres d'accidents par commune. Pour une vue d'ensemble de la zone de méso-étude, voir la carte du paragraphe 2.4.4. Le tableau suivant donne un aperçu des communes qui ont été incluses. Toutes les communes ne sont pas complètement reprises dans l'étude méso, dans ce cas la part de la population a été considérée.

Les statistiques d'accidents sont sujettes à fluctuation, c'est pourquoi les chiffres moyens des 5 dernières années ont été pris (2015-2019).

Tableau 28 : Communes de la zone d'étude méso.

Bruxelles	pourcentage de la population	Flandre	pourcentage de la population
Anderlecht	100%	Asse	100%
Bruxelles	100%	Dilbeek	14%
Ixelles	100%	Drogenbos	100%
Etterbeek	100%	Grimbergen	83%
Evere	100%	Crainhem	100%
Ganshoren	100%	Machelen	100%
Jette	100%	Meise	58%
Koekelberg	100%	Merchtem	16%
Auderghem	100%	Leeuw-Saint-Pierre	27%
Schaerbeek	100%	Steenokkerzeel	100%
Berchem-Sainte-Agathe	100%	Vilvorde	100%
Saint-Gilles	100%	Wemmel	100%
Molenbeek-Saint-Jean	100%	Wezembeek-Oppem	100%
Saint-Josse	100%	Zaventem	100%
Woluwe-Saint-	100%		

Lambert			
Woluwe-Saint-Pierre	100%		
Uccle	0%		
Forest	100%		
Watermael-Boitsfort	100%		

Les différents types de véhicules ont été regroupés comme suit.

Tableau 29 : Types de véhicules

ACAS	SPF Économie	ACAS	SPF Économie
voiture	Véhicule personnel	Piétons	Personne handicapée en fauteuil roulant
	Voiture à double usage		Autre piéton
	Véhicule à traction		piéton qui pousse son vélo (moteur)
	Camping-car		Cavalier
	Minibus	Poids lourd	Camion léger
	Motocyclette de plus de 400 cc		Tracteur agricole
	Motocyclette de moins de 400 cc		Poids lourds
Bus	Autobus		Tracteur uniquement
	Autocar		Tracteur + remorque
	Trolleybus	inconnu	Autre usager de la route
Cycliste	Vélo		inconnu
	Cyclomoteur A (à deux roues)		
	Cyclomoteur A (à deux roues)		
	Cyclomoteur à 3 ou 4 roues		

Pour le R0 lui-même, les chiffres des accidents du Centre flamand de la circulation ont été utilisés. 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

Tableau 30 : Nombre d'accidents avec blessés sur le R0-Nord pour la période 2016-2018. Source : Centre flamand de la circulation, 2020

	2016				2017				2018			
	T	GB	LB	#O	T	GB	LB	#O	T	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

Notez qu'il existe un problème de sous-déclaration des taux d'accidents. Les données sur les décès sont les plus fiables et les plus stables. Dans ce cas, il est très probable que la police ou le procureur intervienne dans un accident. Les données concernant les personnes légèrement blessées sont davantage sous-estimées, notamment pour les usagers de la route vulnérables (piétons, cyclistes). Nous les avons corrigées sur la base des données de la DG MOVE²⁹ pour la Belgique. Les chiffres sont basés sur HEATCO (2006) et Ecoplan (2002). Il n'existe pas d'études

²⁹ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

plus récentes au niveau international, ni d'études belges, mais des études dans d'autres pays confirment que les facteurs sont raisonnables.

Tableau 31 : Correction de la sous-déclaration (multiplicateur). Source : DG MOVE.

	blessés légers	blessés graves	tués	utilisé pour :
car, LCV, HGV, bus	2	1,25	1	voiture, poids lourd, bus
motocyclette	3,2	1,55	1	piéton, cycliste

Le résultat est présenté dans le tableau et les figures ci-dessous.

Il est remarquable de constater que le risque par kilomètre est beaucoup plus élevé pour les piétons et les cyclistes que pour les voitures. Un transfert modal faible à modéré de la voiture vers le vélo entraîne effectivement une détérioration de la sécurité routière. Toutefois, les changements importants peuvent avoir un effet de « sécurité par le nombre » : plus il y a de cyclistes, mieux les autres usagers de la route en tiennent compte, ce qui réduit le risque. La transformation en rue cyclable en est un exemple. Si de telles interventions étaient prévues dans le plan, elles pourraient avoir un effet positif sur la sécurité routière. Ici, nous supposons toutefois que l'infrastructure actuelle reste telle quelle, avec le risque de sécurité routière associé par mode de transport.

Il est également frappant de constater que les routes secondaires sont 4 à 5 fois moins sûres que les autoroutes. Un transfert du trafic (de contournement) des routes secondaires vers les autoroutes est donc une bonne chose pour la sécurité routière.

Tableau 32 : Risque corrigé de décès, de blessures graves et de blessures légères (#/million de véhicules-km) par région, type d'utilisateur et type de route, zone d'étude méso. Source : calculs propres.

		blessés légers	blessés graves	tués
Piétons		10,2977	0,3866	0,0334
Cyclistes		22,0242	0,4537	0,0228
voiture	R0 (+parallèle pour G2A1)	0,2983	0,0081	0,0012
	Autres autoroutes	0,2002	0,0069	0,0014
	route secondaire (+latérale pour G3A1)	1,1141	0,0264	0,0022
poids lourd	R0 (+parallèle pour G2A1)	0,3153	0,0237	0,0095
	Autres autoroutes	0,0696	0,0049	0,0006
	route secondaire (+latérale pour G3A1)	1,9048	0,0289	0,0126
bus		5,3952	0,0560	0,0075

Figure70 : Risque corrigé de décès (#/million de véhicules-km) par région, type d'usager et type de route, zone d'étude méso. Source : calculs propres.

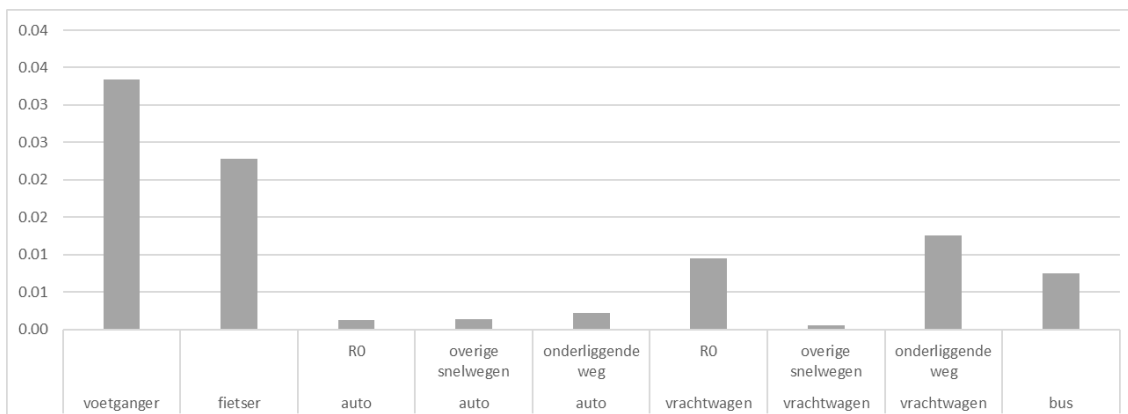


Figure71 : Risque corrigé de blessures graves (#/million de véhicules-km) par région, type d'usager et type de route, zone d'étude méso. Source : calculs propres.

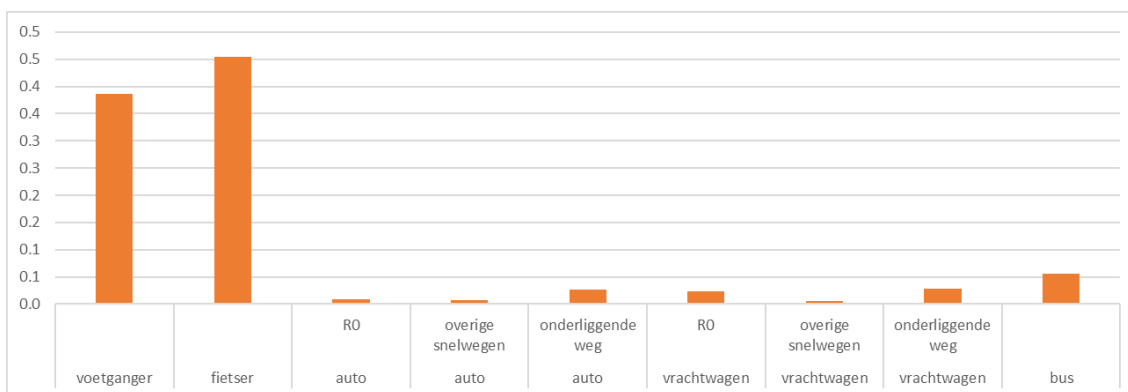
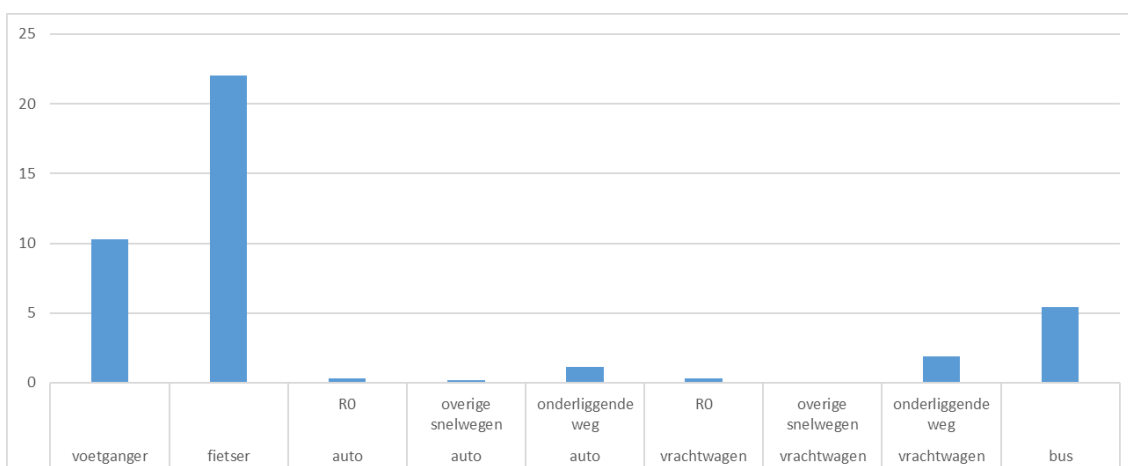


Figure72 : Risque corrigé de blessures légères (#/million de véhicules-km) par région, type d'usager et type de route. Source : calculs propres.



Effet de la vitesse sur le taux d'accidents

L'effet de la vitesse sur le nombre et la gravité des victimes est un fait important.

- L'énergie associée à une collision (et donc les dommages corporels) suit la formule de l'énergie cinétique $\frac{m \cdot v^2}{2}$.

- En outre, le temps d'observation, le temps de réaction et la distance de freinage du conducteur augmentent également d'un facteur quadratique par rapport à la vitesse.
- À grande vitesse, une « vision en tunnel » est également créée, ce qui signifie que les problèmes sur la route sont remarqués plus tard, d'où un temps de réaction plus long.

Cela plaide en faveur de l'inclusion de la vitesse comme facteur de risque d'accident. Des modèles existent pour cela, comme le Modèle exponentiel³⁰ qui montre la relation entre la vitesse et la sécurité routière.

Cependant, la plupart des études se référant à la vitesse moyenne du trafic examinent l'effet du maintien et des régimes de vitesse, et moins l'effet dû à la congestion et au flux de trafic. Il n'est pas non plus certain que les résultats du modèle de trafic, et notamment la vitesse, soient suffisamment fiables pour permettre une évaluation de l'impact sur la sécurité routière. Par conséquent, l'aspect de la vitesse n'a pas été inclus dans cette analyse.

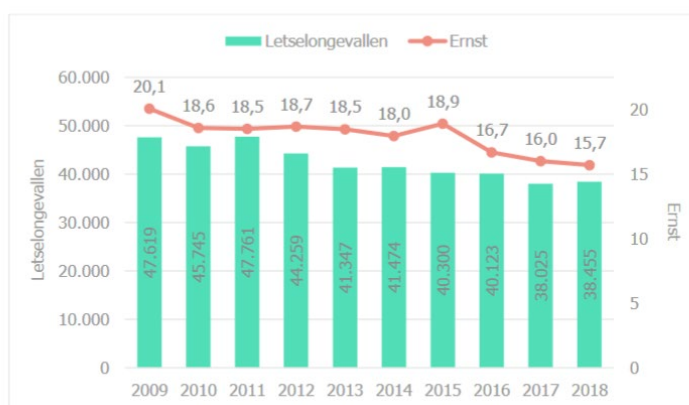
Évolution au fil des ans

En outre, l'évolution du risque dans un avenir (lointain) doit également être prise en compte. Cela ne concerne que le scénario de base, c'est-à-dire sans les interventions du plan de réaménagement R0-Nord.

Malheureusement, nous disposons de trop peu d'informations pour formuler une hypothèse fondée sur l'évolution du risque par km parcouru. On constate une légère diminution du risque d'accident au cours des 10 dernières années, mais cette diminution est plus faible que pour la période précédente. Les derniers chiffres de VIAS³¹ montrent même une légère augmentation du nombre d'accidents corporels l'année dernière.

Dans cette ACAS, nous avons supposé que le taux d'accidents restera constant à l'avenir (par km parcouru, par type d'utilisateur de la route, par type de route).

Figure 73 : Évolution du nombre et de la gravité des accidents corporels (2009-2018). Source : VIAS sur la base de Statbel.



³⁰ Rune Elvik, A comprehensive and unified framework for analysing the effects on injuries of measures influencing speedn Accident Analysis and Prevention (2019)

³¹ https://www.vias.be/publications/Statistisch%20Rapport%202019%20-%20Verkeersongevallen/Rapport_statistique_2019_-_Accidents_de_la_route_2018.pdf

7.2.1.2 L'effet du réaménagement du R0-Nord sur le risque d'accident.

Les effets du réaménagement du R0 sont calculés en plus du risque général d'accident déterminé précédemment. Ce calcul est fait sur la base du nombre de zones de conflit sur le R0.

Alternative de base

Pour la sécurité routière sur le R0, nous considérons le nombre de zones de conflit. Il peut s'agir de discontinuités ou de turbulences sur des segments de route. La figure ci-dessous montre les discontinuités (sphères) et les segments de route (bandes) sur le R0-Nord. La couleur verte ou rouge indique si la zone de conflit est satisfaisante ou non.

On recense actuellement un total de 204 zones de conflit (discontinuités, longueurs de turbulence et changements de voie) sur le R0-Nord. Parmi ces zones, 85 ne sont pas conformes. Sur les 184, 86 sont de type « discontinuité » et 51 sont insatisfaisantes. Les 94 autres sont des longueurs de turbulence, dont 34 ne sont pas satisfaisantes, et 4 changements de voie (zones où un changement de voie est nécessaire pour continuer à suivre la route de transit).

Dans l'alternative de base, un peu moins de la moitié des zones de conflit ne répondent donc pas aux normes décrites dans le Vademecum sur les infrastructures routières (AWV)³². Les points et les segments qui ne sont pas conformes se trouvent dans toute la zone de plan.

Figure 74 : Alternative de base : discontinuités et longueurs de turbulence. Source : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).

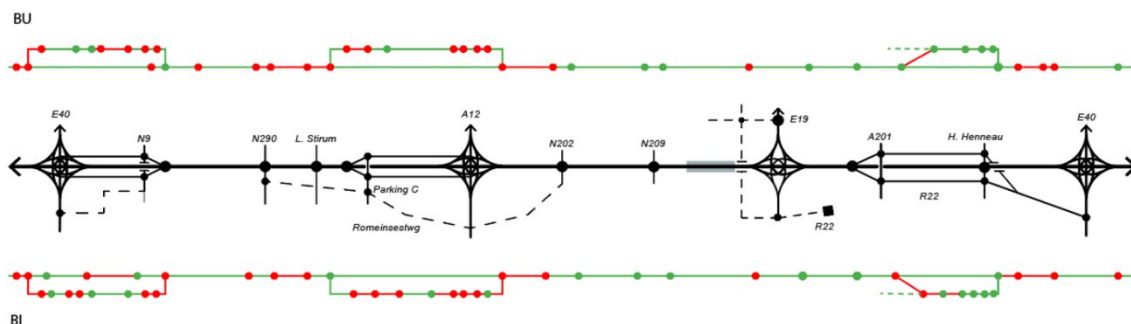
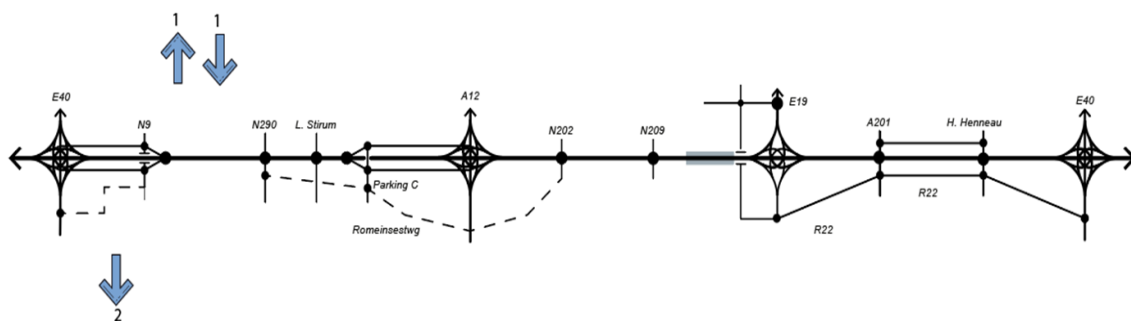


Figure 75 : Alternative de base : changements de voies. Source : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).



³² <https://www.vlaanderen.be/publicaties/vademecum-weginfrastructuur-deel-autosnelwegen>

Alternatives de plan

Les figures ci-dessous donnent un aperçu de l'évolution du nombre de zones de conflit et de la part de ces zones de conflit qui respectent les lignes directrices par alternative. Nous considérons également les intersections sur la route latérale comme « zone de conflit ». Ces intersections comptent toujours comme 2 zones de conflit (1 pour le sens de circulation sur le Ring intérieur et 1 pour le sens de circulation sur le Ring extérieur).

Il convient de noter que, selon l'Évaluation de l'impact sur la sécurité routière, le nombre de zones de conflit est compté, sans autre corrélation avec le volume ou la vitesse du trafic.

Figure 76 : G1A2 : discontinuités et longueurs de turbulence - changements de voie. Source : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).

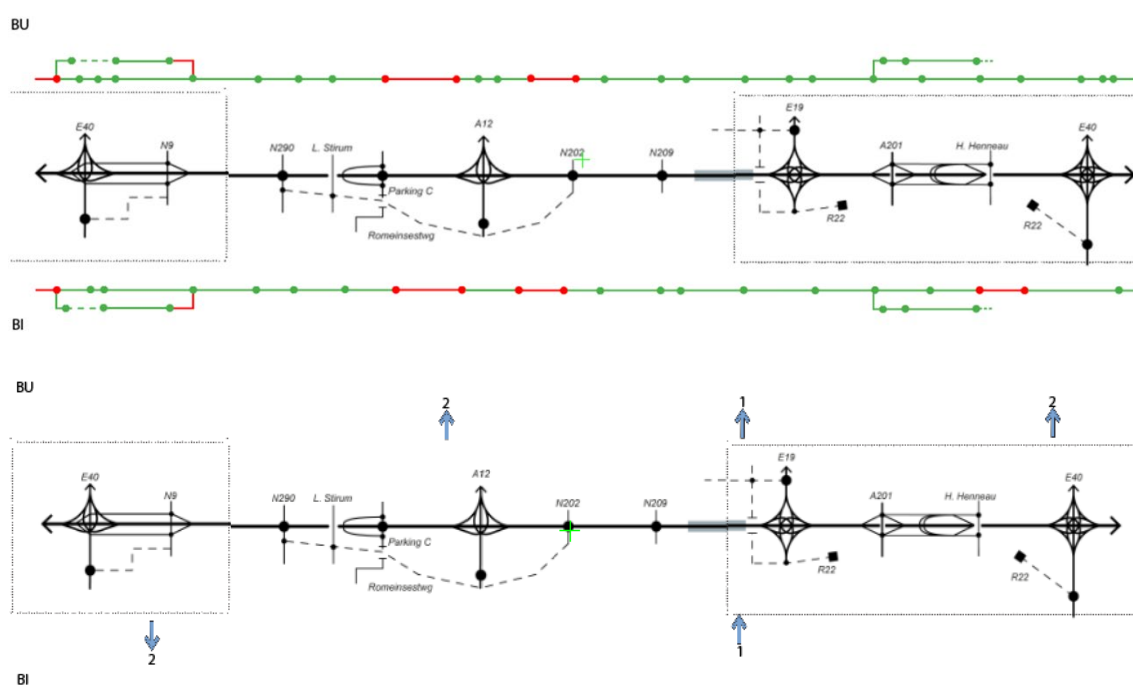
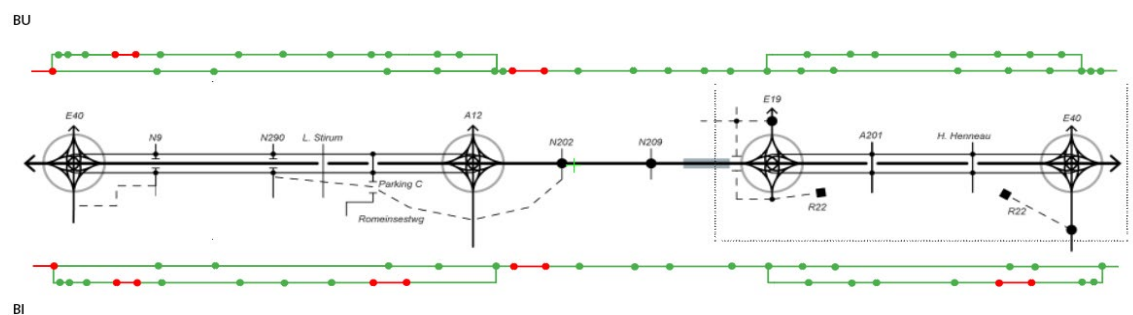


Figure 77 : G2A1 : discontinuités et longueurs de turbulence - changements de voie. Source : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).



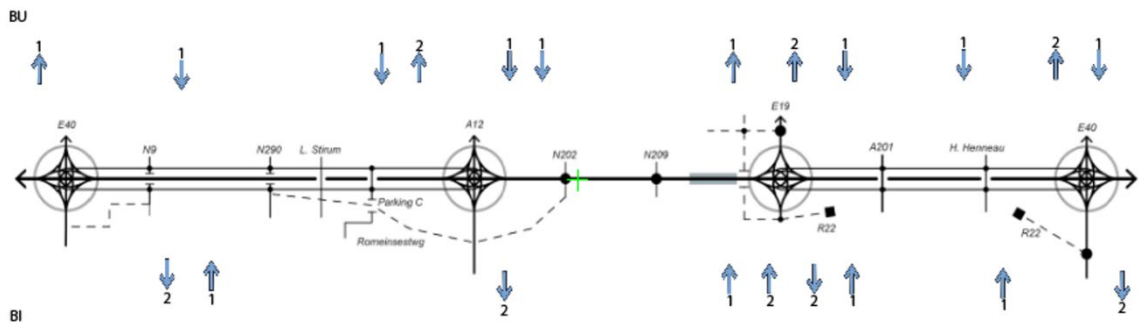
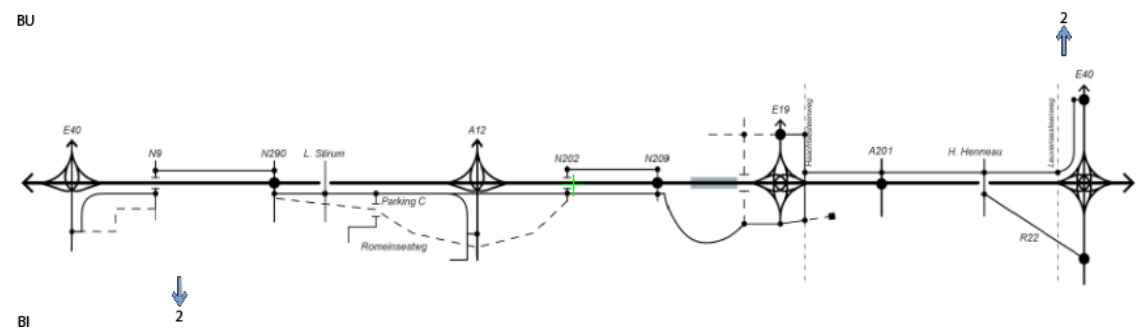
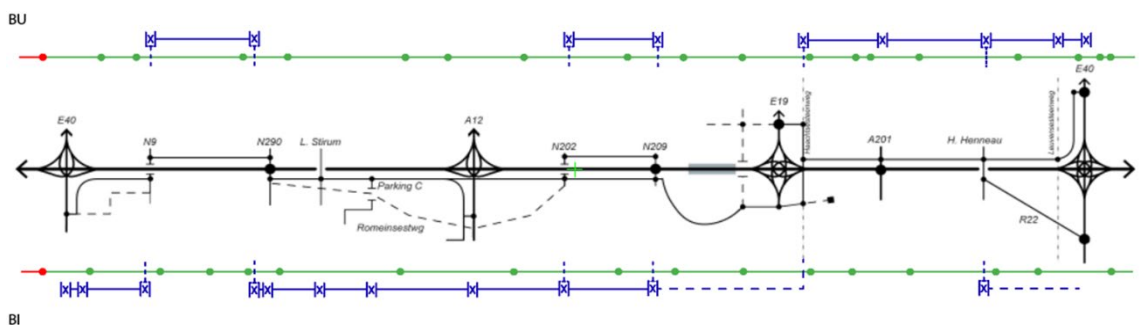


Figure 78 : G3A1 : discontinuités et longueurs de turbulence - changements de voie. Source : Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).



Le tableau suivant donne une représentation chiffrée. Pour chacune de ces zones, un score a été attribué : 3 pour une zone de conflit qui ne répond pas aux normes et 1 pour une zone de conflit qui répond aux normes (mais qui reste une zone de conflit).

Tableau 33 : Impact sur la sécurité routière R0. Source : traitement propre de l'Évaluation de l'impact sur la sécurité routière du R0-Nord en fonction du PPI (janvier 2021).

	nombre de discontinuités	nombre non conforme	nombre de longueurs de turbulences	nombre non conforme	nombre de changements de voie	réduction des risques d'accident
alternative de base, y compris les manœuvres	86	51	94	34	4	100%
G1A2 incl. parallèle	60	12	62	9	8	55%
G2A1 transit	41	6	43	4	29	54%
G2A1 : parallèle	39	8	23	4	0	35%
G3A1 transit	36	2	38	2	4	35%
G3A1 : latérale	52	32	32	8	0	54%

En outre, la densité des zones de conflit sur le R0 par rapport aux autres routes a été prise en compte. Nous supposons ici que seul un certain pourcentage des accidents se produit dans une zone de conflit. Selon Sloomans et Daniels (2017)³³, 30% des accidents sur les autoroutes se produisent au niveau ou à proximité d'une bretelle d'entrée ou de sortie et 5% au niveau d'un échangeur. Dans 13% des accidents mortels sur autoroute en 2014 et 2015, des travaux étaient en cours au moment de l'accident, ce qui constitue également en soi un point de conflit avec les changements de bande. Il s'agit toutefois de chiffres pour l'ensemble de la Flandre, où la densité des points de conflit sur les autoroutes est beaucoup plus faible que sur le R0. Sur le R0, la densité des entrées et sorties est 4 fois plus élevée que sur une autoroute flamande moyenne. Sur le R0, l'influence des zones de conflit est donc probablement beaucoup plus importante que ne le suggère l'étude ci-dessus. Nous supposons 83,75% d'accidents aux points de conflit (contre 35% pour une autoroute moyenne).

En utilisant le tableau ci-dessus, nous abaïssons le risque d'accident calculé le plus élevé pour le R0-Nord. Pour les véhicules personnels, le risque normal d'être légèrement blessé est de 0,2983 par million de véhicules-km (voir 7.2.1.1), pour le R0-Nord dans la zone de Wemmel, ce risque est alors inférieur de 55% dans G1A2, soit 0,1653 par million de véhicules-km.

7.2.1.3 Résultat

Nombre de tués

Le résultat du calcul est présenté dans le tableau et les figures ci-dessous. Les différences entre les alternatives sont relativement importantes.

Nous constatons une diminution du nombre de décès dans toutes les alternatives de plan. Les effets sont principalement visibles dans les sous-zones 2, 3 et 4, c'est-à-dire à l'intérieur du R0-Nord (voir 2.4.4 pour la délimitation).

³³ Sloomans, F. et Daniels, S. (2017) Le tribut mortel des autoroutes. Analyse des accidents de la route mortels sur les autoroutes belges au cours de la période 2014-2015. Bruxelles, Belgique : Institut Vias - Centre de connaissance Sécurité routière

Tableau 34 : Nombre attendu de décès par alternative, et par mode et type de route, 2030, zone d'étude méso. Source : calculs propres ACAS R0.

	R0-Nord	R0-Nord par/lant	autres autor.	routes secondaires	vélos	piétons	bus-tram-méto	poids lourds	TOT
alternative de base	1,33	0,00	2,99	8,86	3,57	11,02	0,40	2,05	30,22
G1A2	0,82	0,00	2,91	8,91	3,71	11,02	0,40	1,63	29,39
G1A2 vitesse réduite	0,74	0,00	2,88	8,96	3,71	11,03	0,41	1,62	29,35
G2A1	0,65	0,09	3,01	8,86	3,69	11,01	0,40	1,56	29,26
G2A1 voie en moins	0,54	0,12	2,97	8,93	3,70	11,02	0,40	1,54	29,23
G3A1	0,42	0,12	2,90	8,99	3,71	11,02	0,41	1,41	28,98
G3A1 voie en moins	0,33	0,12	2,85	9,18	3,73	11,04	0,42	1,42	29,08

Figure 79 : Nombre de décès attendu par alternative, 2030, zone d'étude méso. Source : calculs propres ACAS R0.

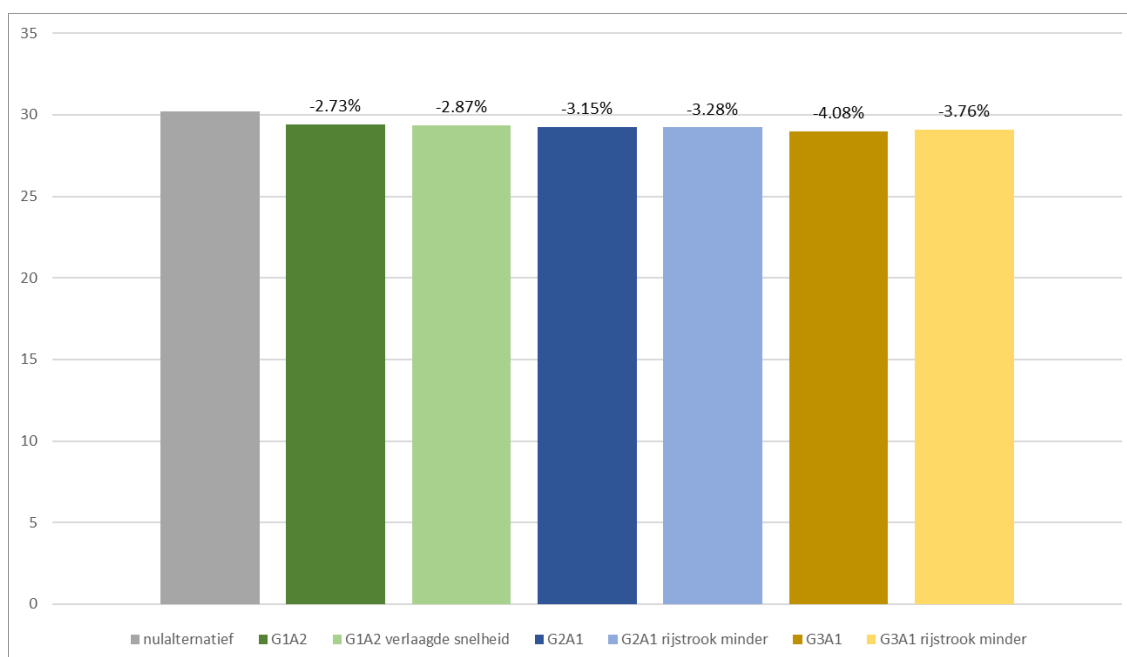
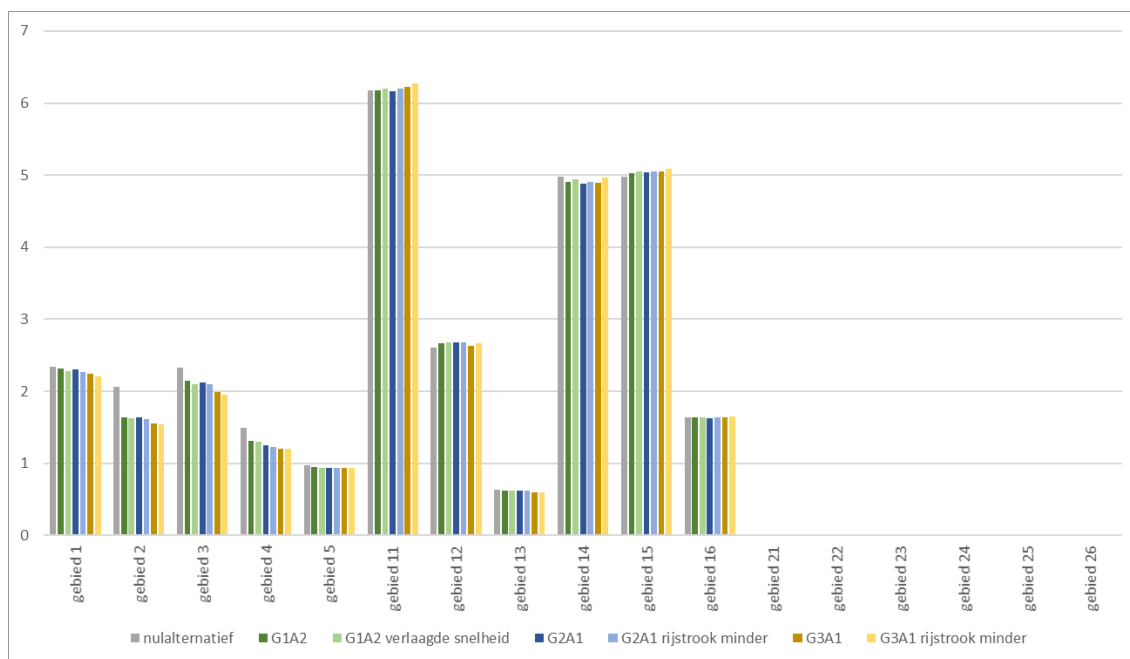


Figure 80 : Nombre de décès attendu par alternative, 2030, par sous-zone dans la zone d'étude méso.
Source : calculs propres ACAS R0.



Comme prévu, le **R0** devient plus sûr dans toutes les alternatives. La raison principale en est la meilleure conception, avec moins de points de conflit, malgré un volume de trafic plus important. On constate également une augmentation de la vitesse sur le R0, qui pourrait annuler une grande partie des effets positifs, mais cet effet n'a pas été inclus parce que le modèle de trafic n'est pas adapté à une analyse des effets de la vitesse sur la sécurité routière. Le meilleur résultat est celui de G3A1 avec une voie en moins : 0,45 tués sur le R0 route latérale comprise, ce qui représente une diminution très significative par rapport aux 1,33 tués de l'alternative de base (tableau 34). G1A2 obtient le score le plus bas.

Sur les **autres autoroutes**, on constate une baisse du nombre de tués partout sauf dans G2A1 (+0,02). La diminution du trafic joue un rôle à cet égard (toutes les alternatives de plan, voir 5.2.3).

L'augmentation du nombre de décès sur le **réseau routier secondaire** est contre-intuitive. On pourrait s'attendre à une diminution des accidents sur le réseau routier secondaire si la circulation sur le R0 s'améliore. On observe sur le réseau routier secondaire une légère augmentation du volume de trafic pour toutes les alternatives de plan dans la zone d'étude méso, comme cela a déjà été évoqué dans le paragraphe 5.2.6. L'aménagement routier sur le réseau routier secondaire ne sera pas modifié. Si tel devait cependant être le cas, une diminution du risque pourrait être calculée en raison d'un aménagement routier plus sûr, comme la mise en place d'une zone 30. Cette baisse du risque pourrait annuler l'augmentation due au volume et à la vitesse.

La faible augmentation du nombre de tués parmi les **cyclistes** est uniquement due à l'augmentation de 2 % du nombre de cyclistes. L'effet sur les piétons, les bus et les poids lourds est nul.

Globalement, le bilan est positif (moins de décès) pour toutes les alternatives.

L'effet décisif a lieu sur le R0 lui-même, car les différences entre les alternatives sur le réseau routier secondaire et sur les autres autoroutes sont moins nettes.

Nombre de blessés graves et légers

Les figures suivants montrent l'effet sur le nombre de personnes gravement et légèrement blessées. La conclusion est globalement la même que pour les décès, seuls les chiffres diffèrent.

Figure 81 : Nombre de blessés graves attendu par alternative, zone d'étude méso, 2030. Source : calculs propres ACAS R0.

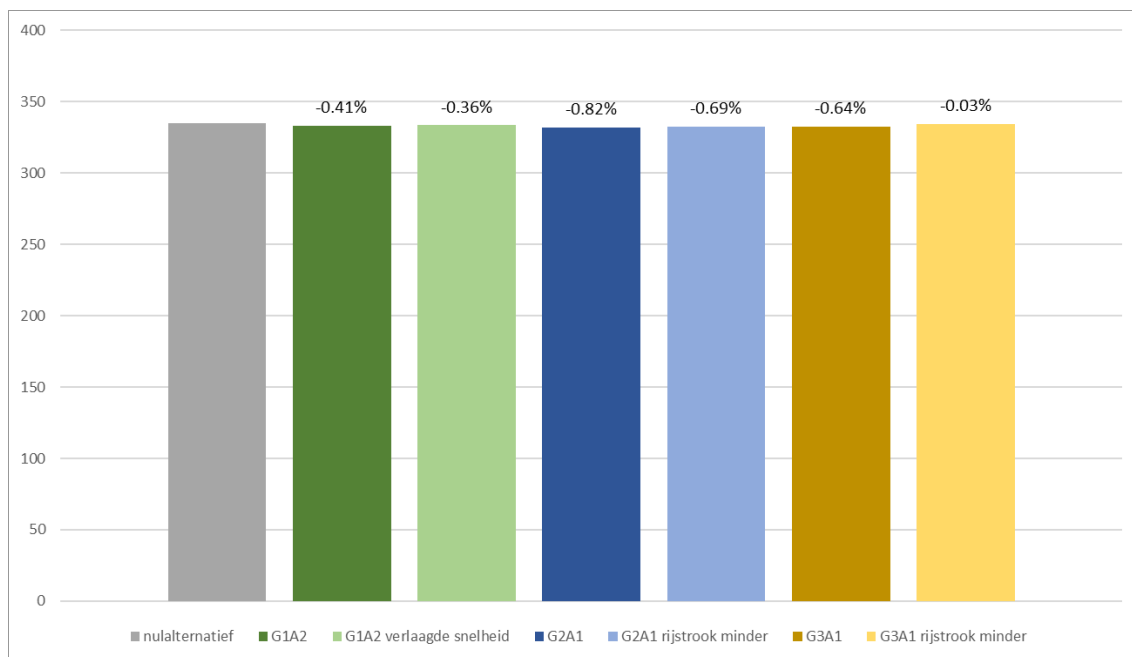
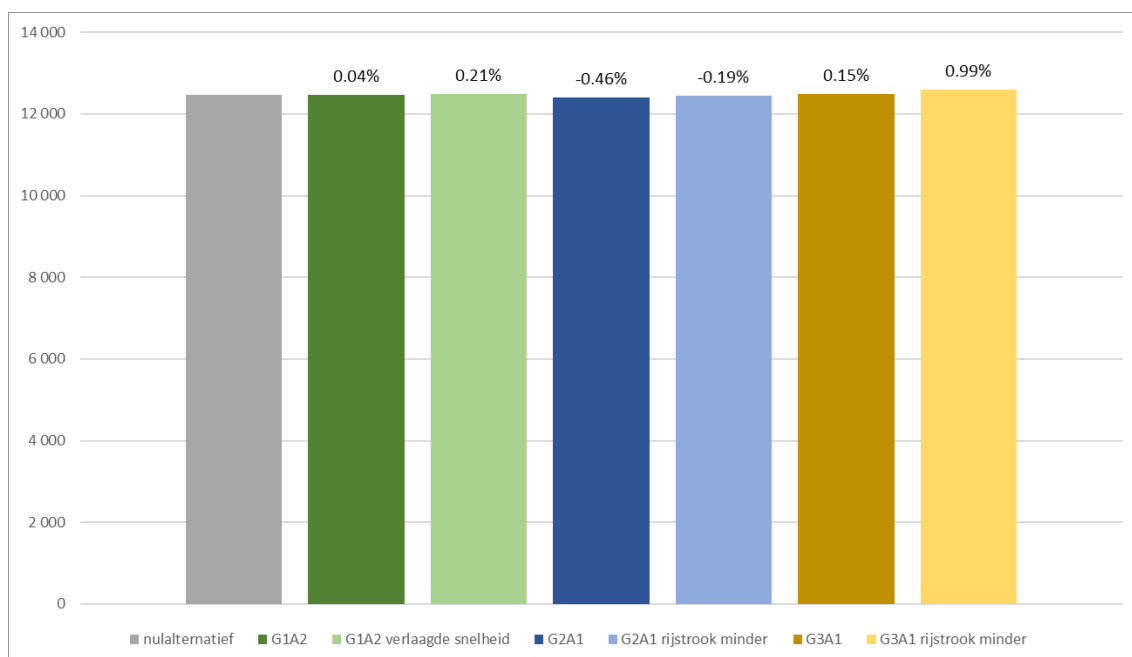


Figure 82 : Nombre de blessés légers attendu par alternative, zone d'étude méso, 2030. Source : calculs propres ACAS R0.



7.2.2 Calcul des coûts

Valeur d'une vie humaine (VSL – Value of a Statistical Life) et nombre d'années de vie en bonne santé (QALY - Quality Adjusted Life Year)

La valeur d'une vie humaine³⁴, ou d'une année supplémentaire en bonne santé, est un concept statistique dans une ACAS. Elle peut uniquement être utilisée dans le but d'évaluer les politiques qui impliquent un faible changement du risque de décès.

Il ne s'agit donc pas d'une réponse à la question sur la valeur de la santé d'un individu. À cette question, la plupart des gens répondent « tout ».

Dans une ACAS, nous utilisons toutefois ce concept car nous devons évaluer les choix les uns par rapport aux autres. Certains choix entraîneront plus de victimes ou de problèmes de santé que d'autres. Tout n'est cependant pas finançable. Décider de la meilleure façon de dépenser l'argent, en fonction de ce qu'il rapportera : autant de pourcentages de risque de décès en moins ou d'années de vie en bonne santé en plus. Pour évaluer ces choix, nous devons donc être en mesure de donner un prix à l'incommensurable : que vaut une vie humaine ou une année supplémentaire en bonne santé ?

Nous partons du point de vue de l'homme lui-même, de la valeur de ce que vaut notre propre vie pour nous. Nous prenons tous, jour après jour, des décisions qui ont un impact sur le risque de mourir : par le choix de notre moyen de transport, de faire ou non de l'exercice, par notre façon de nous alimenter, par le choix de notre profession, etc. Et c'est là qu'intervient la « valeur économique » : nous sommes prêts à prendre des risques (légèrement) plus élevés si cela nous permet d'économiser ou de gagner plus d'argent. La plupart des gens n'achètent pas la voiture la plus sûre possible. Les gens sont prêts à exercer des professions dangereuses s'ils reçoivent une prime de risque pour le faire.

L'idée est donc d'estimer le nombre de personnes prêtes à payer pour une légère diminution du risque de décès (ou la somme que vous devriez leur payer pour accepter un risque plus élevé). Ainsi, si vous constatez, par exemple, que les gens investissent 1000 euros dans la réduction du risque de mourir de 1/10000, vous pouvez en déduire que, statistiquement, une vie vaut 10 millions d'euros. Cela ne signifie pas, bien sûr, que nous sommes prêts à mourir pour 10 millions d'euros.

À l'époque où les airbags n'étaient pas encore obligatoires, on pouvait considérer le coût supplémentaire d'une voiture équipée d'airbags et le montant que les gens étaient prêts à payer pour en bénéficier.

Bien que les directives internationales recommandent l'utilisation de la volonté de payer pour l'évaluation des coûts humains, il est important de noter qu'il existe de nombreuses autres approches. Ces approches se fondent, par exemple, sur les compensations financières accordées aux (proches des) victimes de la route par les tribunaux ou par la loi (valeurs légales), sur les dépenses publiques consacrées à l'amélioration de la sécurité routière ou sur les primes

³⁴ Ce texte est basé sur une publication de Laurent Franckx de mars 2020.

d'assurance-vie. Bien que certains pays utilisent de telles approches pour estimer les coûts humains, ces méthodes présentent de sérieuses limitations. La principale limite est le fait qu'elles ne sont pas basées sur les évaluations des usagers de la route eux-mêmes, ce qui est contraire à la théorie du bien-être économique.

Détermination de la VSL et du QALY

Pour déterminer la valeur d'une vie humaine (VSL - Value of a Statistical Life) ou la valeur du nombre d'années de vie en bonne santé (QALY - Quality Adjusted Life Year), nous prenons donc en compte le risque de perdre une vie ou une année de vie en bonne santé, et le montant qu'une personne est prête à payer pour réduire ce risque. Implicitement, nous disons donc que la société peut ou est prête à investir autant d'argent pour réduire le risque de décès qu'une personne serait prête à payer elle-même. Il y a là un jugement de valeur : la valeur d'une vie humaine est liée à la valeur qu'il lui donne lui-même, et non à sa productivité pour la société. Ainsi, la VSL est la somme d'argent qu'une communauté est prête à payer pour réduire le risque d'un décès prématuré anonyme au sein de cette communauté.

La volonté de payer pour une réduction du risque de décès varie d'une personne à l'autre. Un facteur important, par exemple, est le revenu. Les personnes ou les pays les plus riches sont prêts à payer davantage, ce qui signifierait que leur vie « vaut plus ». Une solution possible est de faire abstraction de ce facteur. Nous ne le faisons pas dans cette ACAS : nous nous basons sur le revenu en Belgique pour augmenter la valeur moyenne d'une vie humaine (VSL) pour l'Europe (voir ci-dessous).

Dans cette ACAS, nous partons de la VSL calculée dans le document DG MOVE (2019)³⁵. Dans ce document, la VSL est basée sur celle de l'OCDE³⁶ de 2012 qui a réalisé la méta-analyse de qualité la plus récente. La VSL utilisée dans l'étude de la DG MOVE pour l'UE28 est de 3,6 millions d'euros (en prix de 2016). Selon HEATCO³⁷, le coût humain des blessures est évalué à 13% et 1% de la VSL pour les blessures graves et légères, respectivement.

Autres coûts supplémentaires

Outre le coût dû à la valeur d'une vie humaine (VSL), il existe d'autres coûts, plutôt monétaires. La DG MOVE (2019)³⁸ s'appuie principalement sur le travail effectué dans SafetyCube (2017)³⁹, qui estime les valeurs par défaut pour chacun des éléments de coût.

Cependant, les valeurs dans SafetyCube incluent tous les coûts sociaux des accidents, et doivent donc être corrigées. Dans une ACAS, nous examinons en effet les coûts externes. Il s'agit des coûts sociaux des accidents de la route qui ne sont pas couverts par les primes d'assurance basées

³⁵ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

³⁶ OCDE, 2012. Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies, Paris :

³⁷ HEATCO, 2006. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO). Deliverable D5: Proposal for harmonised guidelines, Stuttgart: IER University of Stuttgart.

³⁸ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

³⁹ Wijnjen, W. et al, 2017. Crash cost estimates for European countries, deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube, Loughborough : Loughborough University, SafetyCube.

sur le risque. Les coûts couverts par les assurances sont internes, et déjà inclus dans le risque et le coût de la conduite. Les reprendre serait un double comptage.

Les coûts sont :

- Les frais médicaux pour le traitement des victimes. La DG MOVE (2019) part du principe que 50 % des coûts médicaux sont externes.
- Les coûts administratifs sont les coûts qui couvrent les frais d'intervention de la police, des pompiers et des autres services d'urgence (non médicaux) sur le lieu de l'accident. Parmi ceux-ci, 30 % sont externes.
- Pertes de production nettes
 - o Pertes de production brutes dues à la réduction du temps de travail (hospitalisation et revalidation) et au coût de remplacement du capital humain. On suppose que cette composante est externe à 45 %, c'est-à-dire qu'elle n'est pas couverte par l'assurance des usagers de la route.
 - o Pertes de consommation en raison du changement des habitudes de consommation des victimes. Nous ne supposons aucune différence pour les personnes légèrement et gravement blessées. Pour les personnes décédées, la consommation future disparaît. La perte de consommation des victimes décédées que nous utilisons dans nos calculs est basée sur le nombre moyen d'années de vie perdues (42 ans pour l'UE28) et la consommation annuelle (marchande) (15 900€ en 2016) d'Eurostat.
- Dommages matériels causés aux véhicules, aux infrastructures, aux cargaisons et aux biens personnels à la suite d'accidents. Cette composante est supposée être entièrement internalisée par les usagers de la route par le biais des assurances.

Dans cette ACAS, les coûts des embouteillages résultant d'accidents de la route ont déjà été inclus dans les coûts directs (surplus du consommateur).

Coûts totaux externes des accidents

Le tableau suivant présente les coûts totaux externes des accidents pour l'UE28 en €₂₀₁₆. Notez que la valeur d'une vie humaine est la composante la plus importante.

Tableau 35 : Coûts externes des accidents pour l'UE28 (€₂₀₁₆). Source : DG MOVE.

	Vie humaine	Frais médicaux	Perte de production	Perte de consommation	Frais administratifs	Dommages matériels	TOTAL
tués	3 575 721	2 722	361 358	-667 800	1 909	0	3 273 909
blessés graves	464 844	8 380	24 055	0	1 312	0	498 591
blessés légers	35 757	721	1 472	0	564	0	38 514

Les chiffres de l'UE28 en €₂₀₁₆ ont été convertis en chiffres pour la Belgique en €₂₀₂₀ sur la base de la DG MOVE (2019) et de l'indice des prix à la consommation pour la Belgique entre 2016 et 2020.

Tableau 36 : Coûts externes des accidents pour l'UE28 et la Belgique (€₂₀₂₀) et €₂₀₁₆). Source : calcul propre, basé sur la DG MOVE, 2019.

		blessés légers	blessés graves	tués
€ ₂₀₁₆	EU28	38 514	498 591	3 273 910
€ ₂₀₁₆	Belgique	42 488	550 056	3 582 968

€ ₂₀₂₀	Belgique	45 275	586 142	3 818 025
-------------------	----------	--------	---------	-----------

Il convient de noter que les accidents mortels ont un poids beaucoup plus élevé que les accidents avec blessés, plus que le rapport habituel 5 - 3 - 1 pour les décès - les blessés graves - les blessés légers qui est appliqué, par exemple, dans la méthodologie RIE flamande.

Coûts externes des accidents pour les années futures

Le coût des accidents augmente avec le revenu car la volonté de payer pour réduire le risque d'accident - la valeur d'une vie humaine - augmente avec le revenu. En l'absence de bonnes prévisions de revenus, ce point n'a pas été pris en compte. Les coûts par décès, blessé grave ou blessé léger sont donc restés les mêmes pour toutes les années futures (comme pour la valorisation du temps, voir 5.3.1).

Il s'agit d'une sous-estimation. Notez que nous avons surestimé le risque d'accident en supposant que le risque d'accident reste constant au fil du temps et que la sécurité routière reste donc à son niveau actuel, sans une éventuelle amélioration de la technologie automobile, du comportement des usagers ou de l'amélioration des routes.

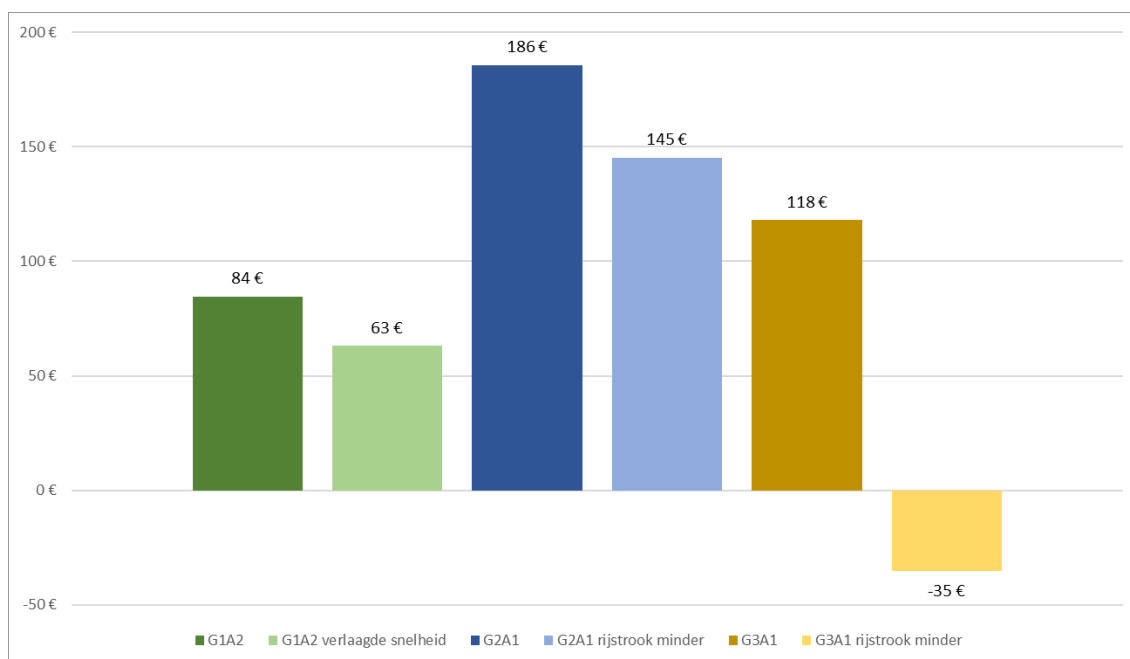
7.2.3 **Résultat**

En multipliant le nombre de victimes (tués, blessés graves, blessés légers) par les coûts, on obtient les coûts externes des accidents par alternative de plan. Nous procédons pour 2030 et chacune des années suivantes. Ces valeurs sont additionnées, les années futures comptant moins que les années récentes. Un taux d'actualisation de 3 % est utilisé.

Les figures suivantes montrent le résultat : la différence des coûts des accidents entre une alternative de plan et l'alternative de base. La mesure est la valeur actuelle nette (en 2020) de tous les bénéfices à partir de 2030, en millions d'euros. Les valeurs négatives indiquent une perte de bien-être, c'est-à-dire une situation pire que dans l'alternative de base.

Les alternatives G1A2, G3A1 et G3A1 de base apportent des gains de bien-être en termes de sécurité routière. La G3A1 avec voie en moins enregistre une perte de bien-être.

Figure 83 : Valeur actuelle nette des accidents de la circulation, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



7.3 Accidents avec d'autres modes de transport

Les coûts des accidents pour le trafic ferroviaire sont relativement faibles car les accidents sont relativement peu nombreux. En outre, la modification de l'infrastructure du R0 n'aura qu'un impact mineur sur le nombre de passagers ou de marchandises transportés par le train.

La navigation intérieure, le transport maritime et l'aviation auront également un impact très faible sur le nombre d'accidents.

Les effets sur les accidents impliquant des modes de transport autres que le trafic routier ont été inclus comme 0 dans cette ACAS.

7.4 Avantages pour la santé des modes de transport actifs

Introduction

La pratique du vélo et de la marche à pied présente des avantages externes sous la forme d'effets sur la santé⁴⁰. L'effet sur la santé est plus important lorsqu'un non-cycliste commence à faire du vélo. L'utilité marginale d'une activité supplémentaire diminue au fur et à mesure que la forme augmente. L'effet sur la santé peut être décomposé selon les éléments suivants :

- Une meilleure santé pour le cycliste/marcheur sous la forme d'un décès prématuré évité et/ou d'une meilleure qualité de vie ;
- Économies dans le domaine des soins de santé ;
- Augmentation de la productivité grâce à la diminution des absences pour cause de maladie.

Les effets sur la santé sont également valables pour les usagers des vélos électriques. La littérature conclut que le cyclisme avec assistance électrique au pédalage nécessite un effort physique modéré qui se situe entre l'utilisation d'un vélo normal et la marche⁴¹.

Étant donné les incertitudes qui entourent cette question, nous supposons que l'effet total sur la santé est le même pour les cyclistes ordinaires et les cyclistes « électriques », ainsi que pour les piétons par heure. Cela signifie que l'effet sur la santé est plus faible par km pour le cycliste « électrique », et encore plus faible pour le piéton.

Avantages pour la santé

Une meilleure santé pour le cycliste/marcheur présente trois avantages.

Premièrement, il évite un décès prématuré et/ou il améliore sa qualité de vie. Le cycliste/marcheur en tient déjà compte dans une large mesure lorsqu'il choisit son mode de transport⁴². Cet effet est donc déjà partiellement inclus dans les avantages liés au transport (voir chapitre 5).

Une meilleure santé permet également de réaliser des économies en matière de sécurité sociale. Il s'agit clairement d'avantages externes, car les personnes qui se déplacent ne ressentent pas ces

⁴⁰ D'autres avantages possibles, que nous ne considérons pas ici, sont les avantages récréatifs. Les modes actifs présentent incontestablement certains avantages récréatifs, mais aucune recherche n'a été effectuée pour savoir s'il existe des avantages marginaux en matière de loisirs.

⁴¹ Simons ea (2009), Electrically assisted cycling: a new mode for meeting physical activity guidelines? *Medicine and science in sports and exercise* 41 (11). Gojanovic ea (2011) Electric bicycles as a new active transportation modality to promote health. *Medicine and science in sport and exercise* 43(11), Langford, B.C. (2013) A comparative health and safety analysis of electric-assist and regular bicycles in an on-campus bicycle sharing system. University of Tennessee, Theurel ea (2012) Physiological and cognitive responses when riding an electrically assisted bicycle versus a classical bicycle. *Ergonomics* 55 (7), Sperlich ea (2012) Biomechanical, cardiorespiratory, metabolic and perceived responses to electrically assisted cycling. *European Journal of Applied Physiology* 112 (12)

⁴² Borjesson en Eliasson (2012, *Transport Research A*): « Cyclists also value other improvements highly, such as separated bicycle lanes. As to additional benefits of cycling improvements in the form of health and reduced car traffic, our results do not support the notion that these will be a significant part in a cost-benefit analysis. Bicyclists seem to take health largely into account when making their travel choices, implying that it would be double-counting to add total health benefits to the analysis once the consumer surplus has been correctly calculated »

coûts et ne les incluent pas dans leur choix de mode de transport. Ces avantages ne sont pas encore inclus dans les avantages liés au transport.

Troisièmement, il y a aussi des avantages pour l'employeur. Le coût lié à l'inactivité est considérable pour l'employeur. Le coût direct de l'absence est le coût salarial de l'employé absent. Les coûts indirects comprennent les coûts éventuels du personnel temporaire, la perte de productivité et le coût de toute retraite anticipée et de nouveau personnel. Ces avantages ne sont eux non plus pas encore inclus dans les avantages liés au transport.

On constate une grande variation entre les valeurs de ces 3 composantes des bénéficiaires dans différentes études. On en trouve un aperçu dans MIRA (2016)⁴³.

Récapitulatif :

- Conformément à l'étude MIRA, nous retenons des avantages pour la santé de 0,452 €/km pour les cyclistes « ordinaires ».
- Pour le vélo électrique, l'avantage pour la santé est de 0,266 €/km.

Si l'on fait la moyenne de la part des vélos classiques par rapport aux vélos électriques dans les kilomètres parcourus, nous obtenons 0,390 €/km.

Pour les piétons, MIRA (2016) ne fournit aucune information. Nous supposons ici les mêmes avantages que pour les cyclistes moyens, par km (c'est-à-dire pas par période de temps, les piétons étant 3 fois plus lents que les cyclistes).

La valorisation pour les années futures pourrait être plus élevée en raison de l'augmentation des revenus. En l'absence de bonnes prévisions de revenus, ce point n'a pas été pris en compte. Nous supposons que ce chiffre (0,390 €/km) reste le même pour chaque année à partir de 2030.

Résultat

Les avantages par kilomètre parcouru sont multipliés par la différence de kilomètres parcourus entre l'alternative de plan et l'alternative de base. Nous procédons pour 2030 et chacune des années suivantes. Ces valeurs sont additionnées, les années futures comptant moins que les années récentes. Un taux d'actualisation de 3 % est utilisé.

Le résultat est présenté dans le tableau suivant. L'effet est assez important : on constate une augmentation de 2% du trafic cycliste dans chaque alternative de plan (voir chapitre 5.2.4), et la valorisation par km est assez élevée (0,390 €/km). On observe des avantages dans chacune des sous-zones, à l'exception de la sous-zone 26 (hors R0, sud-est), où l'on observe une très légère diminution du trafic cycliste dans le modèle de trafic.

⁴³ Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

Figure 84 : Valeur actuelle nette des modes de transport actifs, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.

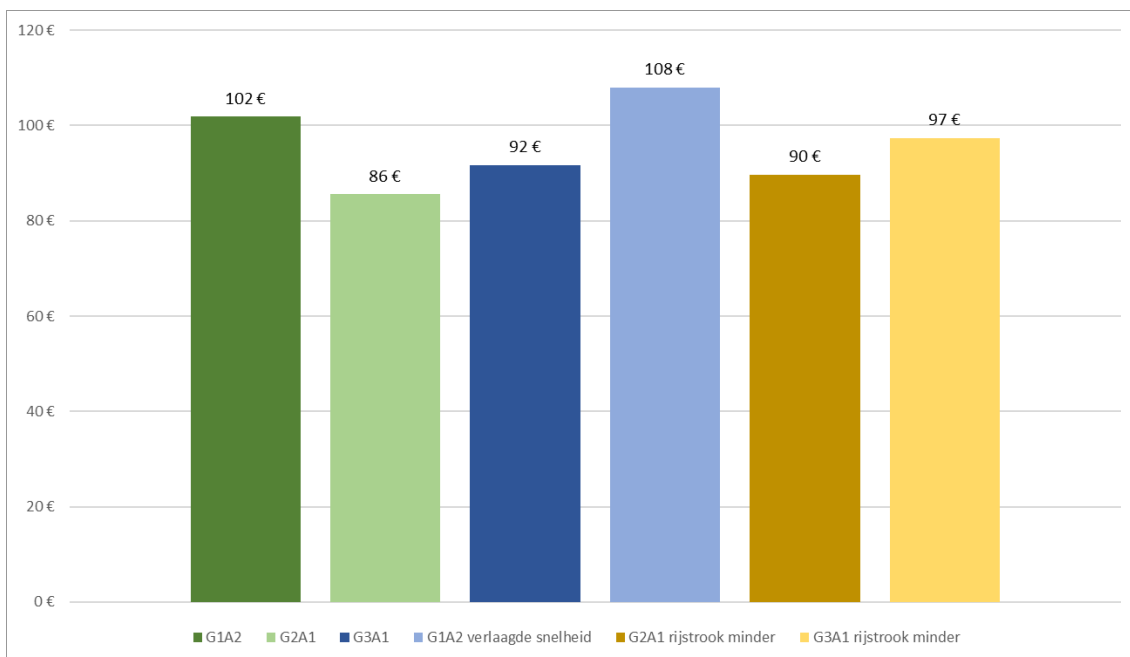
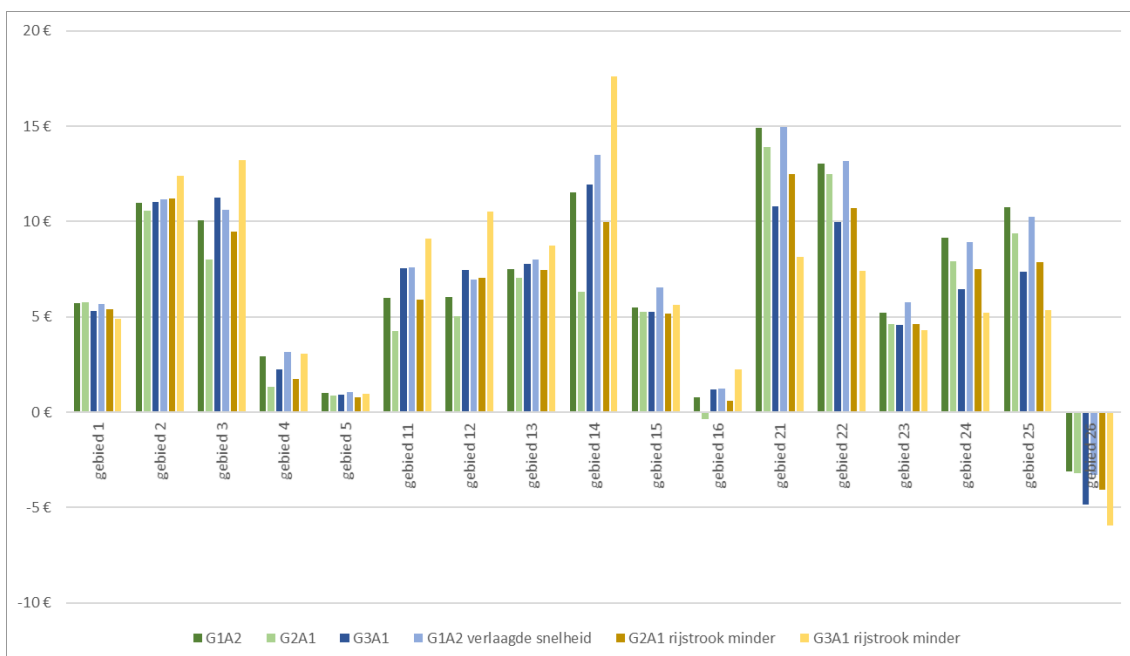


Figure 85 : Valeur actuelle nette des modes de transport actifs, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, détail par zone, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS.



8 Effets externes - émissions

8.1 Introduction

Les effets externes sont des effets qui existent, mais pour lesquels personne ne paie directement. En fin de compte, la société dans son ensemble paie. Les effets externes importants pour cette ACAS sont principalement les émissions, le bruit, la sécurité routière, la qualité de vie, la qualité de l'eau et du sol et les effets dus à la perte d'espace, à la perte de la nature, etc. L'effet sur la congestion/capacité a déjà été inclus dans les effets directs sur le transport (voir chapitre 4.3.4).

Lors du calcul des effets externes, nous nous efforçons d'assurer la plus grande cohérence possible avec le Projet de RIE du plan cycle 1 et les calculs effectués avec le Modèle de trafic régional Périphérie flamande (version 4.2.1).

Ce chapitre comprend tous les effets externes directement liés aux objectifs relatifs à la qualité de vie, et plus spécifiquement aux émissions :

- Qualité de l'air (y compris la santé)
- Climat : émissions de CO₂ dues au trafic
- Correction des droits d'accises
- Climat : émissions de CO₂ provenant de la production de ciment pendant la construction, le remplacement et l'entretien.
- Climat : émissions de CO₂ dues au stockage dans le sol
- Climat : émissions de CO₂ dues au stockage de végétation
- Nuisances sonores (y compris la santé)
- Vibrations

8.2 Qualité de l'air

Les effets externes sur la qualité de l'air sont calculés en utilisant les coûts externes, qui sont basés sur les émissions calculées dans le Projet de RIE du plan cycle 1, et sur les évaluations des différents polluants.

8.2.1 Émissions

Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air, les émissions ont été calculées sur la base des chiffres du trafic. Comme pour les avantages liés au transport, ils ont été dérivés du modèle de trafic régional version 4.2.1 (voir également la discipline de la mobilité des personnes) et concernent l'année de référence 2030.

Toutefois, en ce qui concerne les paramètres d'émission des véhicules et les concentrations de fond, la modélisation de l'air dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air a supposé l'année de référence 2025 par mesure de précaution. La qualité de l'air aux abords des routes devrait s'améliorer systématiquement grâce aux normes d'émission des véhicules de plus en plus strictes et au renouvellement et à la durabilité du parc automobile. Elle sera donc meilleure en 2030 qu'en 2025, à condition que les émissions réelles des véhicules respectent les normes d'émission plus strictes et que le parc automobile devienne plus durable. Toutefois, les concentrations de fond incluses dans le modèle d'air pour 2030 ont peut-être été estimées de manière trop optimiste (source : VITO). Par conséquent, dans le cas le plus défavorable, les

concentrations de fond et les émissions de véhicules plus élevées de 2025 ont été appliquées aux chiffres de trafic (plus élevés) de 2030. Le modèle d'air tient compte des effets de la zone à faibles émissions (LEZ) de la Région de Bruxelles-Capitale (introduite le 1/1/2018, renforcée le 1/1/2020). Pour ce faire, la composition de la flotte de véhicules est ajustée artificiellement pour tous les déplacements à l'intérieur, au départ et à destination de la LEZ afin de respecter les conditions de la LEZ⁴⁴. Pour les déplacements qui ont lieu entièrement en dehors de la LEZ, le parc de véhicules « normal » est utilisé.

Il est important de noter que ces chiffres concernent une année de base (2025), alors que l'ACAS s'étend sur plusieurs décennies. Les parcs automobiles évoluent rapidement vers une plus grande proportion de voitures « propres ». L'utilisation du parc automobile de 2025 pour un calcul en 2030 et au-delà conduit donc à une surestimation importante de l'impact sur la qualité de l'air. Dans son rapport récemment publié, le Bureau du Plan⁴⁵ a calculé les coûts externes de la qualité de l'air pour la période 2025-2040, concluant qu'il faut s'attendre globalement à une baisse des coûts externes par km parcouru.

Conformément au manuel des directives sur la qualité de l'air, les émissions dues au trafic sont basées sur la vitesse dite de « free flow », qui correspond à la vitesse V85 utilisée dans le modèle de trafic, c'est-à-dire la vitesse atteinte selon le modèle pendant 85% du temps, en d'autres termes en dehors des heures de pointe. Notez que de cette manière, les émissions atmosphériques dues au trafic sont quelque peu sous-estimées en termes absolus. Une baisse de la congestion entraînera une légère augmentation du trafic, mais moins d'émissions par véhicule. En conséquence, les alternatives les plus simples, avec moins de congestion mais plus de trafic, seront pénalisées de manière linéaire en termes de coûts d'émission, tandis que des effets variables se produiront (un trafic fluide entraîne moins d'émissions par véhicule-kilomètre). La vitesse « free flow » V85 crée une image déformée.

Le modèle atmosphérique a été utilisé pour calculer les émissions de NO_x, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, EC et CO₂ pour chaque scénario. Pour ce faire, on a additionné les émissions de tous les segments de route individuels, pour la zone de méso-étude.

On constate dans tous les scénarios une augmentation des émissions par rapport au scénario de référence (en raison du trafic supplémentaire dans la zone de méso-étude). L'alternative de plan G2A1 (« parallèle ») et ses variantes dérivées présentent les émissions les plus élevées. Les variantes d'exécution_vm (« voie en moins sur le R0 ») enregistrent des émissions légèrement inférieures à leur scénario de base respectif. Cela s'applique également à la solution _vr (« vitesse réduite sur le R0 »), mais avec une différence plus importante par rapport à son scénario de base G1A2.

Tableau 37 : Émissions atmosphériques totales par polluant et par alternative de plan dans la zone d'étude (méso), en tonnes. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air.

	NO_x	NO₂	PM₁₀	PM_{2,5}	EC
base	2886	853	253	147	14,1
G1A2	2959	874	261	151	14,5
G2A1	2971	877	263	152	14,5

⁴⁴ Un renforcement éventuel au cours de la période 2025-2027 n'a pas encore été pris en compte.

⁴⁵ Bureau fédéral du Plan Bruno Hoornaert, Coûts externes du transport, 29 juin 2020.

G3A1	2911	860	256	148	14,4
G2A1_sl	2971	877	263	152	14.5
G2A1_ov	2971	877	263	152	14,5
G2A1_vm	2947	866	266	153	14.5
G1A2_sn	2890	852	256	148	14,2

Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 les émissions ont ensuite été calculées à l'aide de deux modèles atmosphériques : IFDM et OPSM. Il s'agit de modèles de calcul de la qualité de l'air qui prennent en compte la concentration de fond, la dispersion dans l'air, les effets de barrière des bâtiments et la recirculation des émissions due aux écoulements turbulents à l'intérieur du profil de la rue. Les bermes, les écrans, les tranchées et les bouches de tunnel, l'élévation et la pente des routes ont également été pris en compte. L'information en décollant n'a pas été incluse dans l'ACAS.

8.2.2 Évaluation

Pour calculer les avantages (ou les coûts) de la qualité de l'air, les émissions ont été directement multipliées par les évaluations des coûts externes. Il n'y a donc aucun lien avec la vitesse. Deux sources récentes sont disponibles à ce sujet : l'étude de la DG MOVE (2019)⁴⁶ et l'étude MIRA⁴⁷ sur les coûts externes (2016). La dernière étude est la plus utilisée en Flandre, et nous l'appliquerons également ici.

Les évaluations des polluants atmosphériques dans l'étude MIRA sont basées sur les résultats de l'étude de VITO (2010)⁴⁸. Dans cette étude, les coûts des dommages ont été déterminés spécifiquement pour la Flandre en utilisant la méthode ExternE. Cette évaluation donne une valeur flamande moyenne aux effets des émissions. La situation spécifique autour du R0-Nord (concentration de fond différente, dispersion atmosphérique différente ou population différente, densité plus ou moins élevée, en meilleure ou en moins bonne santé) n'a pas été prise en compte.

Le tableau ci-dessous indique les évaluations utilisées. Il s'agit de chiffres pour 2015 (en prix 2015) incluant l'effet de la croissance démographique sur les impacts et les coûts externes, y compris les augmentations du pouvoir d'achat. Pour le calcul final, la valeur monétaire en €₂₀₁₆ a été convertie en €₂₀₂₀ avec l'indice des prix à la consommation.

Tableau 38 : Évaluations des émissions 2020 en euros/kg, valeurs euro 2020. Source : calculs propres basés sur VITO (2010) et Ricardo/AEA (2014).

Émissions - euro2020/kg	VITO	RICARDO	Valeur utilisée
NOx	5,39	12,82	5,39
NMVOs	9,71	3,79	9,71
PM coarse (PM ₁₀ -PM _{2,5})	33,53	-	33,53
PM _{2,5} weg	280,30	-	280,30

⁴⁶ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

⁴⁷ Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

⁴⁸ De Nocker L. et al. (2010) Actualisering van de externe milieuschadetekosten (algemeen voor Vlaanderen) met betrekking tot luchtverontreiniging en klimaatverandering.

Pour NOx, l'évaluation comprenait les effets sur l'ozone.

8.2.3 Résultat

En multipliant les émissions par l'évaluation, nous obtenons les coûts externes de la qualité de l'air par alternative de plan. Nous procédons pour 2030 et chacune des années suivantes. Ces valeurs sont additionnées, les années futures comptant moins que les années récentes.

Les figures suivantes montrent le résultat : la différence des coûts externes de qualité de l'air entre une alternative de plan et l'alternative de base. La mesure est la valeur actuelle nette (en 2020) de tous les bénéfices à partir de 2030, en millions d'euros. Les valeurs négatives indiquent une perte de bien-être, c'est-à-dire une situation pire que dans l'alternative de base.

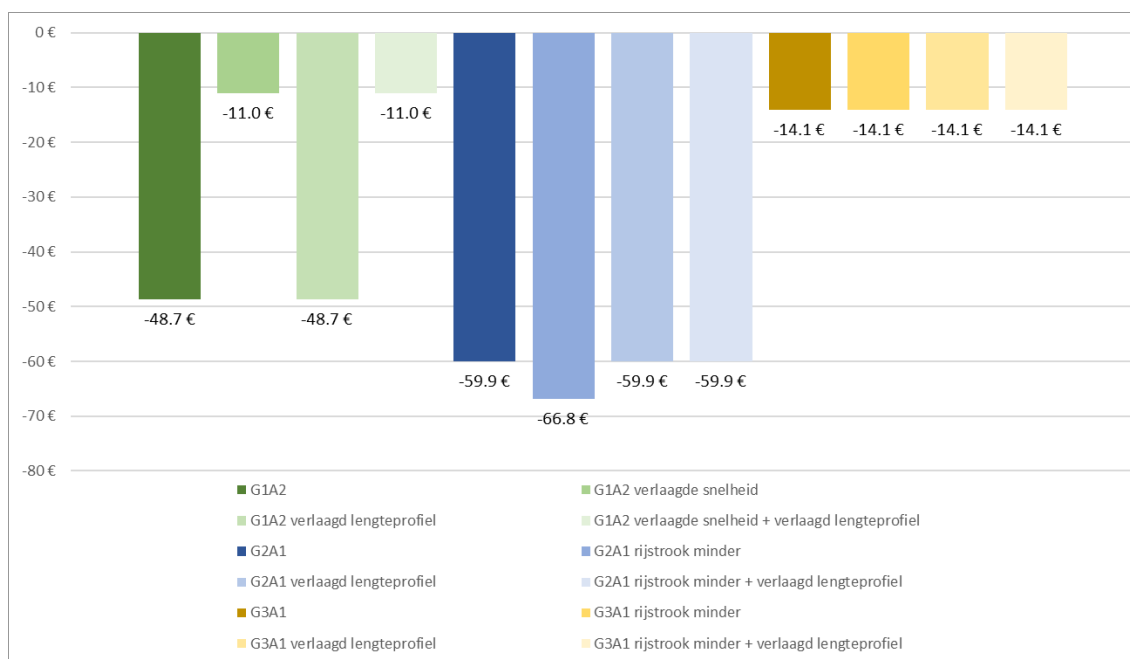
Toutes les alternatives de plan ont un impact négatif sur la qualité de l'air. G1A2 et G2A1 obtiennent des résultats significativement plus mauvais que G3A1 et ses variantes. La réduction de la limite de vitesse sur le Ring dans G1A2 de 100 à 70 km/h a un effet positif sur l'air (en raison de la diminution des émissions par km et par véhicule).

Notez que les effets suivants n'ont pas été inclus :

- L'effet de la congestion et du flux.
- L'évolution dans le futur, qui peut être en déclin.
- L'effet de la dispersion de l'air (rues canyons, arbres, ...) sur la qualité de l'air et donc sur la santé.
- Une population différente (plus ou moins dense, en meilleure ou en moins bonne santé) de la population flamande typique.
- L'effet sur les zones extérieures de la zone d'étude macro, où l'on peut également s'attendre à des déplacements dus au trafic. Cela peut avoir un effet important sur les résultats.

Les principaux paramètres de l'évolution des émissions, à savoir le transfert modal, les volumes de trafic et le changement de régime de vitesse, ont bien sûr été calculés.

Figure 86 : Valeur actuelle nette de la qualité de l'air, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.3 Émissions de CO₂ dues au trafic

Les effets externes sur le climat dus au trafic sont calculés en utilisant les coûts externes, qui sont basés sur les émissions calculées dans le Projet de RIE du plan cycle 1, et sur les évaluations des différents gaz à effet de serre.

8.3.1 Émissions

Les émissions ont été calculées de la même manière que dans le paragraphe sur la qualité de l'air (voir 8.2.1). Les facteurs d'émission suivants ont été utilisés.

Tableau 39 : Facteurs d'émission 2025. Source : Projet de Guide des directives sur l'air, juin 2019.

Émissions en g/km	CO ₂
véhicules personnels	134,0413
poids lourds	519,4783

Les résultats du calcul sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 40: Émissions atmosphériques totales de CO₂ et alternative de plan dans la zone d'étude macro, en kilotonne. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air et Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du climat.

	CO ₂	%
base	3164	
G1A2	3189	0,79%
G2A1	3209	1,42%
G3A1	3160	-0,12%
G2A1_rm	3183	0,60%
G1A2_sn	3160	-0,11%

Le tableau ci-dessus montre qu'au niveau macroéconomique, un certain nombre d'améliorations sont observées dans plusieurs alternatives de plan en matière d'émissions de CO₂ par rapport à l'alternative de base. Il s'agit d'une conclusion différente de celle concernant l'air (cf. 8.2.1) car à ce niveau les calculs étaient basés sur la zone d'étude méso et dans le cas présent sur la zone d'étude macro élargie, comme dans la plupart des parties de cette ACAS. Le déplacement du trafic entre les zones extérieures de la zone d'étude macro et de la zone d'étude méso joue ici un rôle, notamment pour les alternatives de plan G3A1 et G1A2_vr. Ici aussi, il convient de noter que les effets de la congestion et de la fluidité du trafic n'ont pas été correctement inclus, car dans le Projet de RIE du plan cycle 1 les calculs ont été effectués avec des vitesses fixes par type de route.

De même, il est important de noter que ces chiffres concernent une année de base (2025). Les parcs automobiles évoluent rapidement vers une plus grande proportion de voitures « plus propres » mais plus grosses. L'évolution future des émissions de CO₂ par voiture est incertaine.

Le climat étant un problème mondial, une modélisation de la dispersion du CO₂ dans l'air n'est pas pertinente.

8.3.2 *Évaluation*

Pour calculer les avantages (ou les coûts) du climat, les émissions ont été directement multipliées par les évaluations des coûts externes. Il n'y a donc aucun lien avec la vitesse. Deux sources récentes sont disponibles à ce sujet : l'étude de la DG MOVE (2019)⁴⁹ et l'étude MIRA⁵⁰ sur les coûts externes (2016). La dernière étude est la plus utilisée en Flandre, et nous l'appliquerons également ici. Pour les gaz à effet de serre, l'hypothèse est de 100 euros/tonne d'équivalents CO₂.⁵¹

8.3.3 *Résultat*

En multipliant les émissions par l'évaluation, nous obtenons les coûts externes de la qualité de l'air par alternative de plan. Nous procédons pour 2030 et chacune des années suivantes. Ces valeurs sont additionnées, les années futures comptant moins que les années récentes.

Les figures suivantes montrent le résultat : la différence des coûts externes du climat entre une alternative de plan et l'alternative de base. La mesure est la valeur actuelle nette (en 2020) de tous les bénéfices à partir de 2030, en millions d'euros. Les valeurs négatives indiquent une perte de bien-être, c'est-à-dire une situation pire que dans l'alternative de base. Toutes les alternatives de plan ont un impact négatif sur le climat.

Notez que les effets suivants n'ont pas été inclus :

- L'effet de la congestion et du flux.
- L'évolution dans le futur.

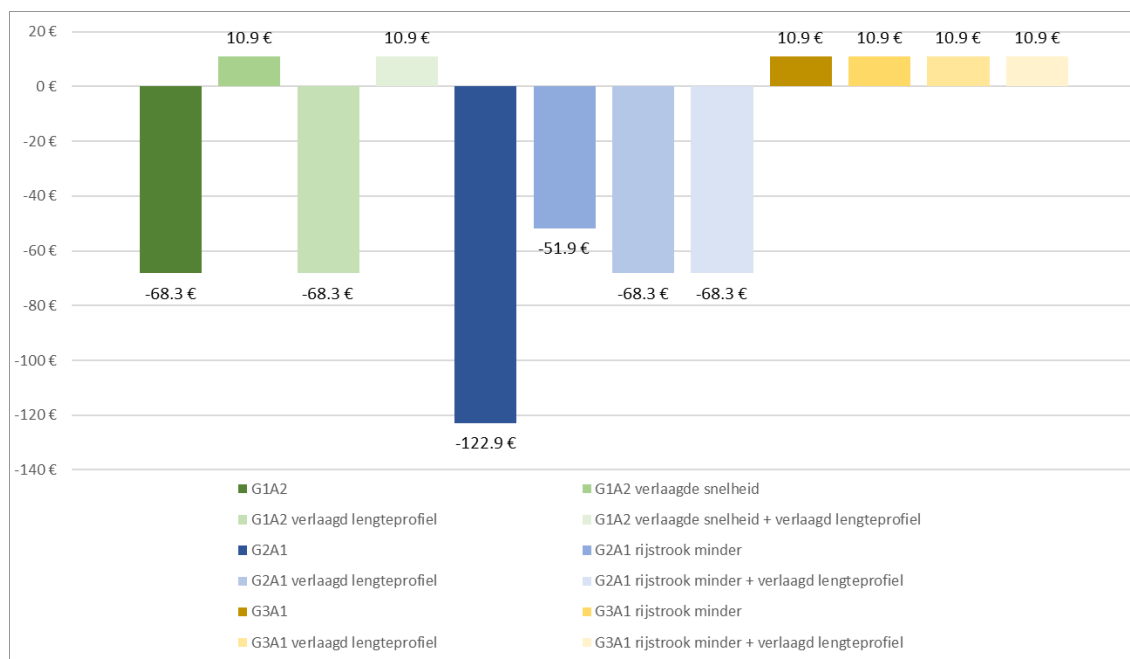
⁴⁹ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019.

⁵⁰ Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

⁵¹ Ricardo – AEA (2014) Update external costs

Les principaux paramètres de l'évolution des émissions, à savoir le transfert modal et les volumes de trafic, ont bien sûr été calculés.

Figure 87 : Valeur actuelle nette climat émissions de CO₂ dues au trafic, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.4 Ajustement des droits d'accise

Méthode

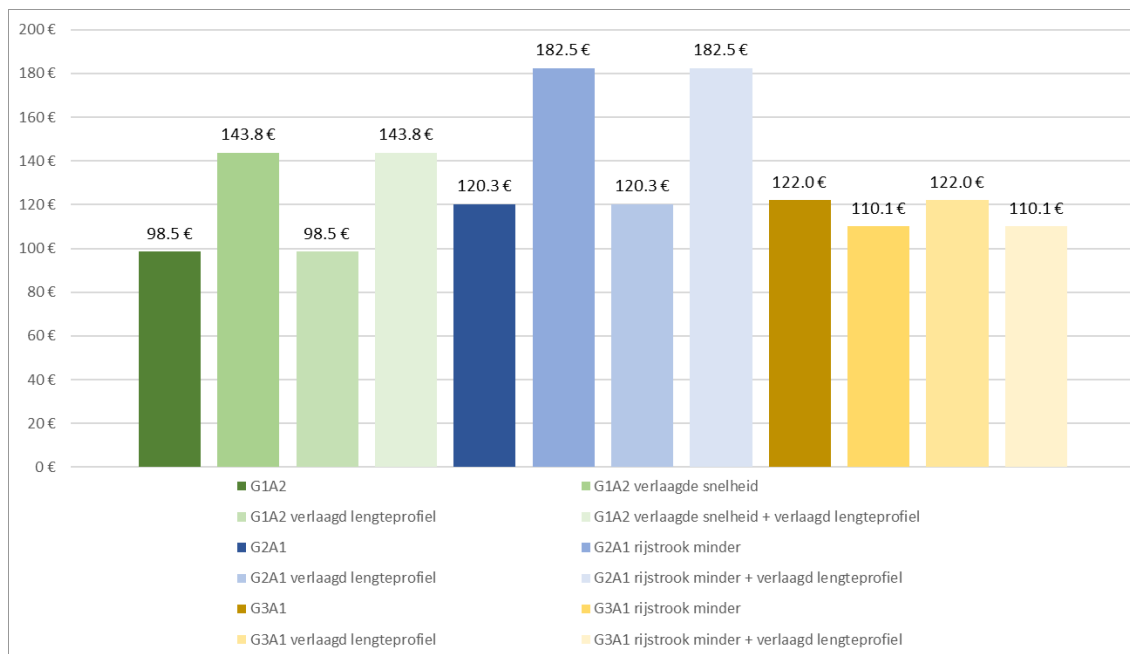
Les coûts externes sont largement compensés par les taxes. Ceux-ci doivent être déduits des avantages. Il s'agit de diverses taxes, notamment des taxes indirectes ou des subventions. Il convient en outre d'appliquer le principe selon lequel toutes les recettes des taxes indirectes spécifiques au transport doivent être incluses. Il s'agit notamment des différences entre les taux de TVA, les subventions et les taxes routières, etc. Toutefois, la forme la plus importante et la plus directe sont les accises sur le carburant. Nous effectuons ici la correction pour les accises sur le trafic routier.

Nous supposons un véhicule personnel moyen et un camion moyen. Nous déduisons de MIRA les droits d'accises par véhicule-km. Ils sont respectivement de 0,0308 €/km de voiture et de 0,1195 €/km de camion.

Lorsque le nombre de véhicules-km est plus élevé que dans l'alternative de base, des coûts environnementaux apparaissent. Ces coûts sont « trop élevés » car ils sont déjà partiellement compensés par les droits d'accises. Cette compensation des droits d'accises apparaîtra donc comme un avantage.

Résultat

Figure 88 : Correction actuelle nette des accises, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.5 Émissions de CO₂ dues à la production de ciment

Dans la production de ciment, du CO₂ est émis dans l'atmosphère lorsque le calcaire est utilisé pour produire du clinker : le carbonate de calcium est chauffé et donc transformé en chaux et en CO₂. Le CO₂ libéré lors du processus n'est pas réutilisé.

La production de ciment a un impact négatif important sur l'environnement. L'industrie du ciment est responsable d'environ 8 % des émissions de CO₂ d'origine humaine, ce qui en fait l'un des plus grands pollueurs.

La Belgique est un exportateur net de ciment.

Construction

La construction du R0 entraîne une forte production de ciment. Aperçu :

- Ponts : on suppose généralement une moyenne de 0,5 m³ de béton par m² de pont. Cela comprend le tablier du pont, les poutres, les piliers et les fondations. Ce béton contient 300 kg de ciment par m³, ce qui revient donc à $0,5 \times 300 = 150$ kg de ciment par m² de pont.
- Le R0 lui-même a une construction typique de 20 cm de sous-fondation de sable, 2x 15 cm de sous-fondation cimentée (avec 120 kg de ciment par m³) et 25 cm de fondation supérieure (béton avec 300 kg de ciment par m³). La fondation est 10 % plus large que la route. Nous calculons donc avec $1,1 \times (0,3 \times 120 + 0,25 \times 300) = 122,1$ kg de ciment par m².

- Les autres routes, telles que les routes latérales et les bretelles d'accès et les sorties, etc. ont pour base l'asphalte. Nous ne les comptons pas.

D'après la conception⁵², nous constatons que dans l'alternative de base G1A2, 95 778 m² de ponts sont prévus, et 813 171 m² de chaussée sont prévus pour le R0. Cela représente 16 051 tonnes de ciment.

La production de ciment libère de 0,264 à 0,877 tonne de CO₂ par tonne de ciment, selon le type de ciment⁵³. En moyenne, cela représente 0,661 tonne de CO₂ par tonne de ciment⁵⁴.

Nous répartissons les émissions de CO₂ sur 2025-2029 avec le même tableau que la distribution des coûts d'investissement dans le temps (tableau 5).

Les avantages de la séquestration du carbone peuvent être monétisés sur la base de valeurs établies au niveau international. L'étude de la DG MOVE (2019)⁵⁵ et l'étude MIRA⁵⁶ sur les coûts externes (2016) donnent toutes deux une valeur centrale de 100 €/tonne.

Pour l'alternative G2A1, cela représente une perte de 6,98 millions d'euros due aux émissions de CO₂ pendant la construction. Pour les autres alternatives, aucun calcul n'a encore été effectué, mais les résultats ne seront pas très différents.

Maintenance

Pour le CO₂ rejeté par la production de ciment pendant la maintenance, on utilise le rapport entre les coûts de maintenance et de remplacement et les coûts d'investissement (voir chapitre 4). L'hypothèse implicite est que la maintenance utilise autant de béton par euro dépensé que les investissements.

Notez que cette valeur est positive : dans l'alternative de base, davantage de routes et d'ouvrages d'art sont remplacés et entretenus que dans les alternatives de plan. Dans ce dernier cas, un investissement est d'abord réalisé, la maintenance et la rénovation viennent ensuite. Dans l'alternative de base, la maintenance urgente et le remplacement d'un grand nombre d'ouvrages d'art débutent en 2025. L'alternative de plan produit donc moins de CO₂ et les émissions sont retardées.

Résultat

Nous utilisons une évaluation de 24 €/tonne, un montant différent de celui utilisé dans les autres chapitres qui calculent les émissions de CO₂. Ce chiffre a été calculé sur la base d'une hypothèse de 100 €/tonne pour les coûts des dommages. Cependant, la production de ciment, contrairement au secteur des transports, fait partie du Système d'échange de quotas d'émission de

⁵² Power BI, juillet 2020.

⁵³ CBR et ENCI, membres du Groupe HeidelbergCement, n°41, édition 4 - décembre 2017

⁵⁴ FEBE Fédération de l'industrie du béton, www.febe.be, magazine Béton, édition 211.

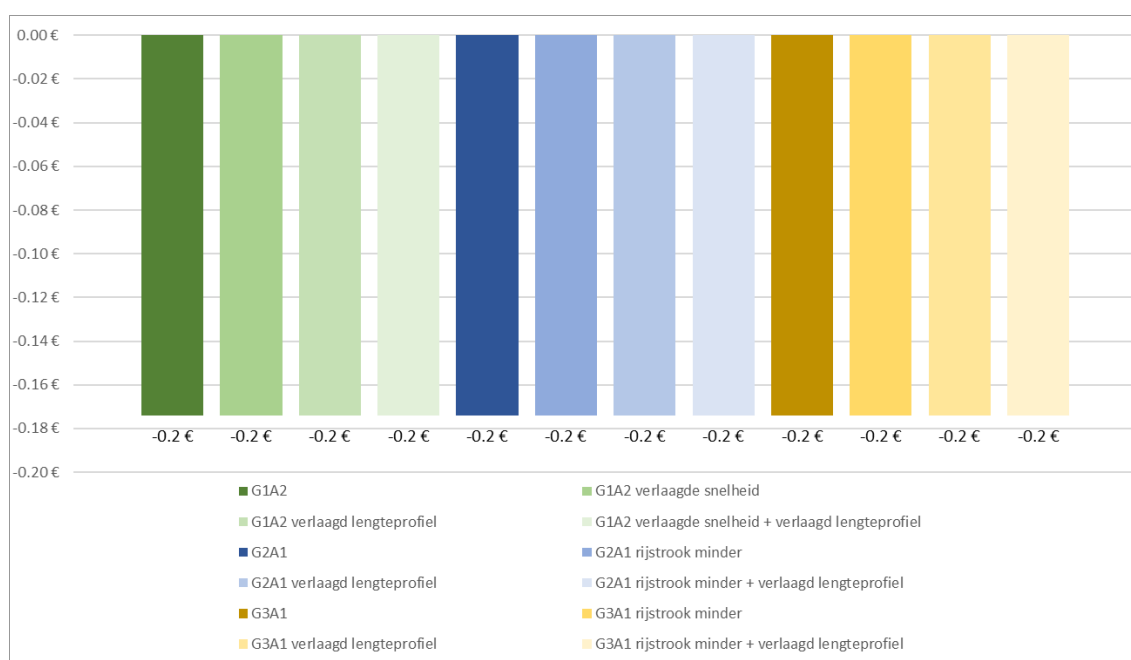
⁵⁵ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

⁵⁶ Delhay E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

PUE (SEQE-UE). Le prix du CO₂ y est déjà internalisé, mais l'augmentation de la production de ciment entraînera une hausse du prix du CO₂ du SEQE. Il était en moyenne de 24 €/tonne l'année dernière⁵⁷.

Le résultat est reproduit dans la figure ci-dessous. Comme indiqué, le calcul n'a été effectué que pour la l'alternative de plan G1A2, mais les autres alternatives ne seront pas très différentes.

Figure 89 : Valeur actuelle nette des émissions de CO₂ lors de la production de ciment durant les travaux de construction, de rénovation et de maintenance, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.6 Stockage de CO₂ dans le sol

Le sol contient du carbone non minéralisé provenant de la matière végétale morte. Plus le CO₂ atmosphérique est fixé dans le sol de cette manière, moins il peut contribuer au réchauffement climatique. Les avantages de ce service sont, d'une part, la préservation des stocks de carbone existants et, d'autre part, le stockage de carbone supplémentaire dans le sol.

Presque toutes les formes de travail du sol ont un impact négatif sur les stocks de carbone. Plus la biomasse reste sur place, plus le carbone peut être stocké dans le sol. Les perturbations du sol, comme dans le cas présent l'ameublissement du sol lors de travaux, entraînent une diminution de la protection physique de la matière organique, facilitant sa minéralisation et diminuant le stockage du carbone. Par conséquent, les sols des écosystèmes naturels présenteront des stocks plus importants que ceux des sols faisant l'objet d'un travail intensif.

⁵⁷ Bruxelles, 18.11.2020 COM(2020) 740 final RAPPORT DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN ET AU CONSEIL Rapport sur le fonctionnement du marché européen du carbone

Alternative de base

Dans le cas de l'alternative de base, certains ouvrages d'art seront également remplacés, ce qui entraînera probablement une légère perturbation du sol. Cependant, le manque d'informations disponibles ne permet pas de l'inclure.

Alternatives de plan

Les volumes exacts de sol excavé et remblayé pour les différentes alternatives au niveau du plan ne sont pas connus. Une estimation de l'ampleur des travaux de terrassement est basée sur une estimation conceptuelle réalisée dans le cadre de cette ACAS.

Tableau 41 : Travaux de terrassement (m³) par zone et alternative de base

	G1A2	G2A1	G3A1
Zone de Wemmel	6 300 000	6 300 000	6 300 000
Zone de Vilvorde	600 000	600 000	660 000
Zone de Zaventem	4 400 000	4 400 000	4 400 000
Total	11 300 000	11 300 000	11 360 000

On suppose que 30 % du total des sols libérés peuvent être réutilisés dans le cadre du plan. Le sol restant sera évacué.

Dans la variante profil longitudinal abaissé (dans la sous-zone Wemmel-Jette), les travaux de terrassement augmentent d'environ 1 230 000 m³ au niveau de la sous-zone Wemmel-Jette en raison de l'enfoncement du R0 (l'approfondissement au niveau du bois du Laerbeek fait partie de toutes les alternatives et les travaux de terrassement pour celui-ci sont donc déjà inclus dans le tableau ci-dessus). Dans la variante « voie en moins », l'estimation des travaux de terrassement indique une ampleur similaire à celle de leur alternative de base respective.

Quantité de CO₂ et valorisation

Presque toutes les formes de travail du sol ont un impact négatif sur les stocks de carbone. Plus la biomasse qui reste sur place dans les systèmes gérés est importante (résidus de récolte, fauchage, houppier), plus la quantité de carbone pouvant être stockée dans le sol est élevée.

Indépendamment de l'utilisation des terres, l'humidité du sol et la teneur en argile, en particulier, déterminent la capacité de stockage du carbone. Plus le sol est humide et plus la teneur en argile est élevée, plus le carbone peut être fixé⁵⁸.

La **perte exacte du stockage du CO₂** est difficile à calculer. Pour effectuer un calcul correct, des études du sol sur le stockage actuel du CO₂ doivent être menées et il convient de connaître le nombre exact d'hectares qui seront perturbés. Ensuite, en utilisant plusieurs équations de régression établies dans le cadre du projet ECOPLAN (Ottoy, Beckers et al. 2015 ; Ottoy, Elsen et al. 2016), le stockage du carbone dans le sol peut être calculé jusqu'à une profondeur de 1 mètre.

⁵⁸ Broekx Steven, De Nocker Leo, Liekens Inge, Poelmans Lien, Staes Jan, Van der Biest Katrien, Meire Patrick, Verheyen Kris, "Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk", Étude menée pour : l'Agence de la Nature et des Forêts (ANB/IHD/11/03) par VITO, Universiteit Antwerpen et Universiteit Gent, 2013/RMA/R/87, novembre 2013

Nous calculons ici le stockage en nous appuyant sur une étude⁵⁹ de la teneur en carbone des sols peu profonds (1 mètre) dans le monde entier. Il en ressort un stockage moyen de 10 tonnes C/hectare dans le sol en Belgique. Meersmans et al (2008) suggère une moyenne de 15 tonnes C/hectare pour les vieux sols.

Nous nous basons sur 10 tonnes C/hectare et supposons que ce stock de carbone est entièrement libéré à partir du moment où le sol est excavé.

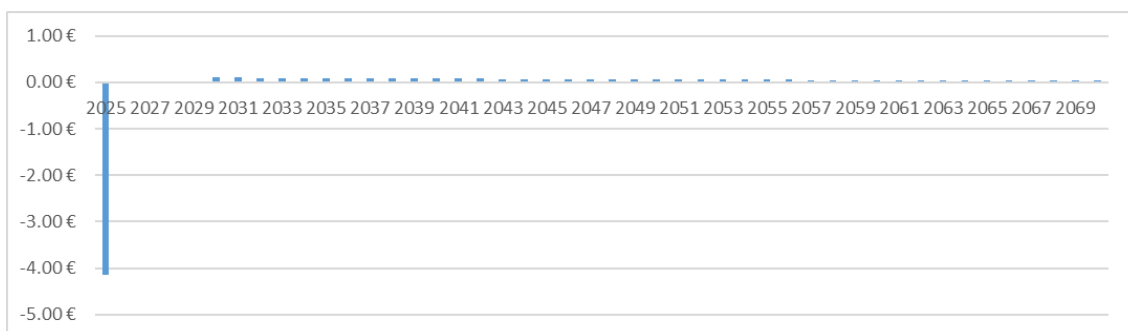
En supposant que la totalité des 11 300 000 m³ de sol perturbé (alternative G2A1) se trouve dans la couche supérieure, cela signifie une perte de 11 300 tonnes de carbone pendant les travaux. Les 11 300 tonnes de C correspondent à 41 433 tonnes de CO₂.

Évaluation

Les avantages de la séquestration du carbone peuvent être monétisés sur la base de valeurs établies au niveau international. L'étude de la DG MOVE (2019)⁶⁰ et l'étude MIRA⁶¹ sur les coûts externes (2016) donnent toutes deux une valeur centrale de 100 €/tonne. Pour l'alternative G2A1, cela représente une perte de 1,13 million d'euros due à la perte de stockage de CO₂.

Le sol excavé peut ensuite absorber à nouveau du CO₂. Dans Liekens et al., 2009, il a été supposé qu'environ 100 ans sont nécessaires pour atteindre un nouvel état d'équilibre où le stock de carbone maximal potentiel est atteint. Le nouveau stock de carbone représente alors environ 2,5 % de la différence restante entre l'état d'équilibre à atteindre après 100 ans. Il s'agit alors d'avantages futurs, qui ont également été calculés, voir la figure suivante.

Tableau 42 : Coûts en 2025 et avantages à partir de 2030 pour le stockage du CO₂ dans les sols. Source : calculs propres ACAS.



La valeur actuelle nette est présentée dans la figure suivante. En d'autres termes, les coûts de 2025 sont ajoutés à ceux de 2020 au taux d'actualisation annuel appliqué. Les coûts (et les

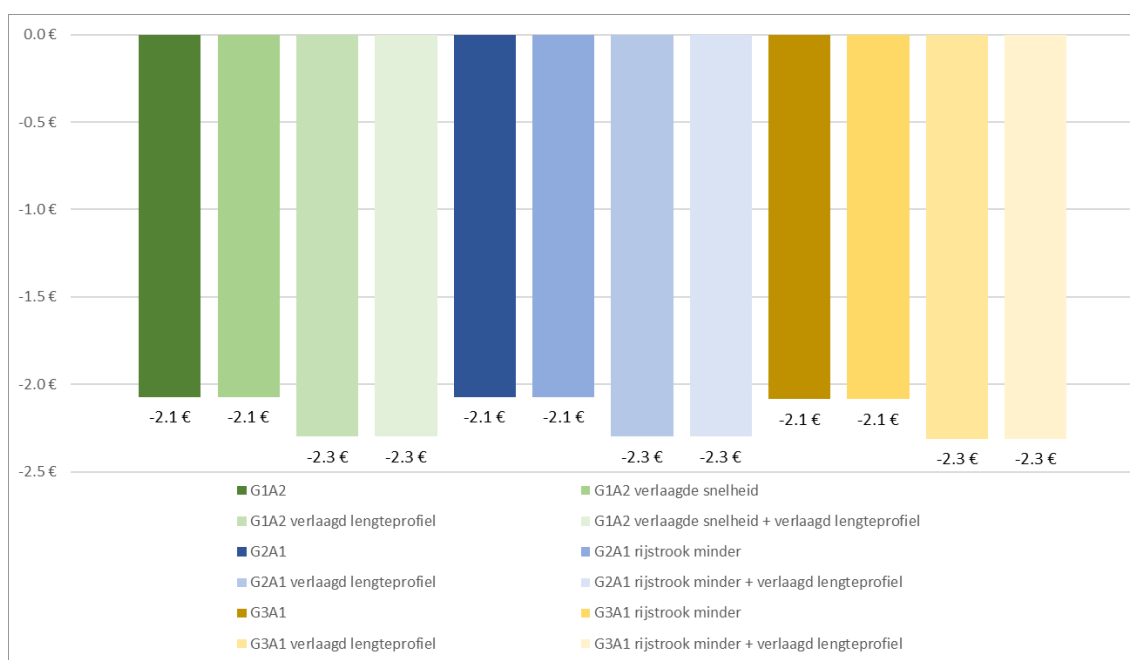
⁵⁹ Marc G. Kramer & Oliver A. Chadwick, Climate-driven thresholds in reactive mineral retention of soil carbon at the global scale, Nature Climate Change, December 2018

⁶⁰ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, January 2019

⁶¹ Delhaye E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

avantages) plus éloignés dans le temps comptent donc moins que les coûts proches. Résultat, l'effet sur le stockage du CO₂ dans le sol entraîne des coûts.

Figure 90 : Valeur actuelle nette du stockage de CO₂ dans le sol, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.7 Stockage du CO₂ par la capture et la création d'espaces verts

Les plantes absorbent le carbone de l'environnement et l'utilisent pour constituer une biomasse. Le carbone est ainsi (temporairement) éliminé de l'environnement. Tous les habitats naturels absorbent bien entendu du carbone. Cependant, nous supposons que les forêts ayant une biomasse importante et à longue durée de vie sont particulièrement importantes pour l'absorption. Dans les autres types de nature, ce phénomène est plus temporaire car le carbone retourne dans l'environnement lorsque les plantes se décomposent. Le carbone capturé dans la biomasse des forêts ne peut plus contribuer au réchauffement de notre climat⁶².

L'absorption de carbone par les espaces verts est évaluée en fonction de l'évolution de la quantité d'espaces verts dans le temps.

⁶² Broeckx Steven, De Nocker Leo, Liekens Inge, Poelmans Lien, Staes Jan, Van der Biest Katrien, Meire Patrick, Verheyen Kris, "Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk", Étude menée pour : l'Agence de la Nature et des Forêts (ANB/IHD/11/03) par VITO, Universiteit Antwerpen et Universiteit Gent, 2013/RMA/R/87, novembre 2013

Alternative de base

L'utilisation réelle des terres (condition réelle) a été dérivée de l'orthophotographie dans le Projet de RIE du plan cycle 1. L'espace vert comprend 368,7 ha : 292,5 ha d'espace vert et 76,2 ha d'espace vert dans un carrefour. On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base soit légèrement différente de la situation actuelle en raison des gains rapides.

Alternatives de plan

L'apport/création d'espaces verts est présenté dans le tableau suivant. Pour chacune des cellules du tableau, une description détaillée peut être trouvée dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité. Il s'agit d'une estimation. L'équilibre vert exact (apport/création) dépend de l'apport nécessaire pour les murs antibruit, les fossés, etc.) et de l'aménagement de la zone dans la zone tampon et les différentes zones d'affectation.

Les zones vertes reprises comprennent les forêts mixtes, les forêts de feuillus, les prairies de fauche mésophiles, les prairies culturelles permanentes riches en espèces, les prairies permanentes historiques, les plans d'eau eutrophes, etc. Il est à noter que la reprise ne se fait pas toujours au profit des infrastructures routières, mais parfois aussi des zones agricoles. Des accotements vont également disparaître. Après les travaux, les zones vertes et des accotements verts pourront à nouveau se développer.

Tableau 43 : Reprise/création d'espaces verts (équilibre spatial physique) par sous-zone, par rapport à l'alternative de base. Surfaces en ha. Source Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.

		G1A2	G2A1	G3A1
Wemmel-Zellik	reprise certaine	3,8	5,1	4,6
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	55,6	54,3	54,8
	création éventuelle/partielle	2,7	2,0	2,3
	essentiellement création	7,3	6,1	8,6
Wemmel-bois du Laerbeek	reprise certaine	1,9	2,5	1,8
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	8,8	8,2	8,9
	création éventuelle/partielle	7,2	7,8	3,2
	essentiellement création	1,1	1,1	2,0
Wemmel-Jette	reprise certaine	4,8	8,6	5,5
	reprise possible/partielle	4,4	2,8	4,6
	essentiellement conservation	31,9	29,6	31,0
	création éventuelle/partielle	4,0	3,3	2,5
	essentiellement création	5,0	4,5	8,0
Wemmel-Strombeek-Bever A12	reprise certaine	9,7	14,0	12,7
	reprise possible/partielle	0,1	0,0	0,0
	essentiellement conservation	64,2	60,0	61,3
	création éventuelle/partielle	6,1	4,9	5,3
	essentiellement création	17,3	18,3	18,6
Vilvorde	reprise certaine	2,0	2,0	3,0
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	31,6	31,6	30,5
	création éventuelle/partielle	4,3	4,3	3,4
	essentiellement création	0,4	0,4	1,7
Zaventem-Machelen E19	reprise certaine	1,7	5,0	1,7
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	29,5	26,3	29,6
	création éventuelle/partielle	7,9	8,2	7,9
	essentiellement création	3,2	3,2	4,0
Zaventem-Groen Hart A201	reprise certaine	0,7	4,4	3,2
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	31,0	27,3	28,5
	création éventuelle/partielle	0,3	0,2	0,2
	essentiellement création	0,9	1,2	2,7

Zaventem-Henneaulaan	reprise certaine	2,7	2,8	3,0
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	26,1	26,0	25,8
	création éventuelle/partielle	0,6	0,5	1,0
	essentiellement création	3,6	2,3	3,9
Zaventem-Kraainem	reprise certaine	7,2	10,1	11,2
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	51,0	48,1	51,3
	création éventuelle/partielle	7,4	8,1	7,3
	essentiellement création	5,2	4,3	5,6
TOTAL	reprise certaine	30,7	49,4	42,1
	reprise possible/partielle	60,1	57,1	59,4
	essentiellement conservation	276,8	259,1	269,2
	création éventuelle/partielle	45,1	43,4	39,4
	essentiellement création	38,6	37,8	48,3
	TOTAL REPRISE	90,8	106,5	101,5
	TOTAL CRÉATION	83,7	81,2	87,7
	SOLDE	-7,1	-25,3	-13,8

Légende :

reprise certaine : actuellement espace vert -> devient une infrastructure routière (autoroute ou autre)
 reprise possible/partielle : actuellement espace vert -> se situera en dehors de la zone tampon dans une zone agricole désignée

essentiellement conservation (reprise temporaire par les zones de travaux) :

- actuellement espace vert -> devient espace vert intégré
- actuellement espace vert -> sera dans le tampon, indépendamment de la destination ou avec
- actuellement espace vert -> sera situé en dehors de la zone tampon dans l'affectation nature, de forêt, de parc et d'espace ouvert mixte.

création éventuelle/partielle

- actuellement infrastructure autoroutière ou agricole -> sera située dans la zone tampon en zone agricole, en zone d'espace ouvert mixte ou sans nouvelle affectation
- actuellement infrastructure autoroutière -> sera située en dehors de la zone tampon en zone d'espace ouvert mixte ou sans nouvelle affectation
- actuellement installations -> affectation nature, forêt, parc (à l'intérieur et à l'extérieur de la zone tampon)
- Les surfaces résidentielles, commerciales, d'équipements et ferroviaires existantes qui ne sont pas physiquement nécessaires à l'intégration paysagère et qui ne bénéficient pas d'une affectation verte, seront normalement conservées.

essentiellement création

- actuellement pas espace vert -> devient espace vert intégré
- actuellement infrastructure autoroutière ou agricole -> affectation nature, forêt, parc (à l'intérieur et à l'extérieur de la zone tampon)

Dans une forêt typique, le carbone est piégé dans la biomasse. Dans une forêt en croissance, le dioxyde de carbone (CO₂) de l'air est fixé dans le bois sous forme de C, et stocké pendant de longues périodes dans les branches, les troncs et les racines. La disparition d'une zone forestière provoque celle d'un espace de stockage de CO₂ dans la nature. Après la reconstitution des espaces verts, il sera à nouveau lentement stocké, de manière similaire au stockage du CO₂ dans le sol (voir 10.3). En principe, cela s'applique également aux prairies, mais l'effet y est beaucoup plus faible.

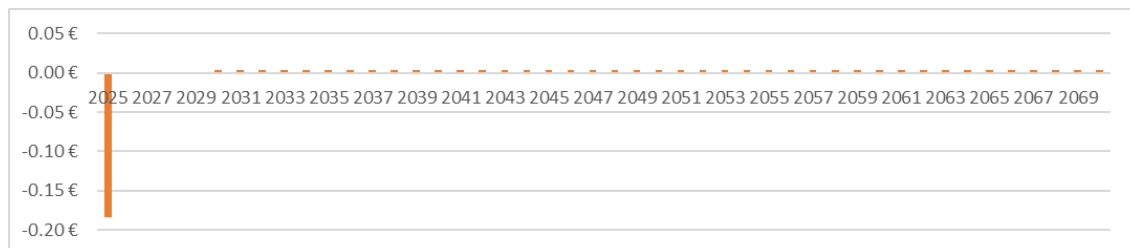
Environ 10 %, soit 9 à 10 ha, de la superficie mentionnée dans le Tableau 66 ci-dessus, sont boisés. Dans une hêtraie moyenne avec une bonité moyenne (3 sur une échelle de 1 à 5), le stockage du carbone augmente de 1,1 tonne par ha et par an, selon le projet Ecoplan⁶³. La biomasse d'une forêt de 50 ans contient alors 55 tonnes de C ou l'équivalent de 202 tonnes de CO₂ par hectare.

⁶³ <https://www.uantwerpen.be/nl/onderzoeksgroep/ecoplan/ecoplan-tools/ecoplan-scenario-eva>

Évaluation du stockage du CO₂ dans les forêts et les prairies

Les avantages de la séquestration du carbone peuvent être monétisés sur la base de valeurs établies au niveau international. L'étude de la DG MOVE (2019)⁶⁴ et l'étude MIRA⁶⁵ sur les coûts externes (2016) donnent toutes deux une valeur centrale de 100 €/tonne.

Figure 91 : Coûts en 2025 et avantages à partir de 2030 pour le stockage du CO₂ dans les zones boisées. Source : calculs propres ACAS.

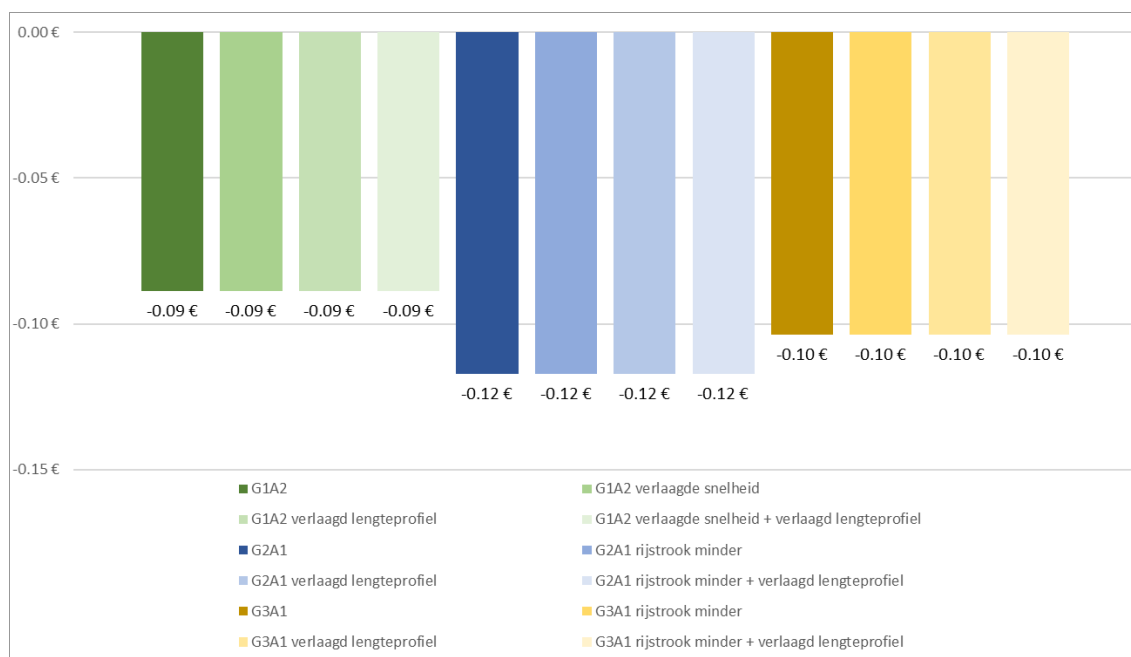


La valeur actuelle nette est présentée dans la figure suivante. En d'autres termes, les coûts de 2025 sont ajoutés à ceux de 2020 au taux d'actualisation annuel appliqué. Les coûts (et les avantages) plus éloignés dans le temps comptent donc moins que les coûts proches. Résultat, les effets sur le stockage du CO₂ dans les zones forestières, de l'ordre de 0,085 à 0,120 million d'euros, entraînent des coûts.

⁶⁴ Huib Van Essen, et al, Handbook on the external costs of transport, European Commission, DG MOVE, 2019

⁶⁵ Delhay E., De Ceuster G., Vanhove F., Maerivoet S. (2016) Internalisation des coûts externes du transport en Flandre : mise à jour 2016, étude commandée par l'Agence flamande de l'environnement, MIRA, MIRA/2016/02 par Transport & Mobility Leuven.

Figure 92 : Valeur actuelle nette du stockage de CO₂, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.8 Bruit

8.8.1 Introduction

Le bruit environnemental dû à la circulation constitue un problème majeur de bien-être pour les humains.

Le bruit ambiant entraîne plusieurs effets néfastes. Les 2 principaux sont :

- Le bruit peut causer des nuisances aux personnes. Il s'agit par exemple d'une gêne dans la réalisation d'activités, mais aussi de plaintes liées au stress.
- Le bruit a également des effets sur la santé. Il contribue à diverses maladies cardiaques (dont l'infarctus aigu du myocarde) et à l'augmentation de la pression sanguine (hypertension). Il a également un impact sur les troubles du sommeil, la baisse des performances cognitives, les acouphènes et les troubles auditifs.

En outre, il existe également des effets sur la perturbation des zones calmes (loisirs), ce qui signifie que les gens sont moins en mesure de profiter des avantages des zones calmes (par exemple, les parcs urbains, les forêts), ce qui implique un coût économique. Citons aussi les effets sur les écosystèmes : les effets nocifs du bruit sur les animaux, par exemple en perturbant les périodes de reproduction et d'accouplement. Aucun des deux effets n'est inclus dans cette partie, mais les parties traitant des loisirs et de la nature (chapitre 8) les abordent.

8.8.2 Exposition

Les effets externes du bruit sont calculés sur la base du nombre de résidents par niveau de bruit dans les différentes alternatives de planification. Le nombre de personnes provient du Projet de

RIE du plan cycle 1. Il convient de noter que ce dernier était limité à la bande autour du R0-Nord. Toutefois, nous prévoyons également des déplacements de trafic sur les autres autoroutes et sur le réseau routier secondaire. Leurs effets sur les nuisances sonores (nombre de personnes dérangées par dB) n'ont pas été calculés et sont probablement faibles.

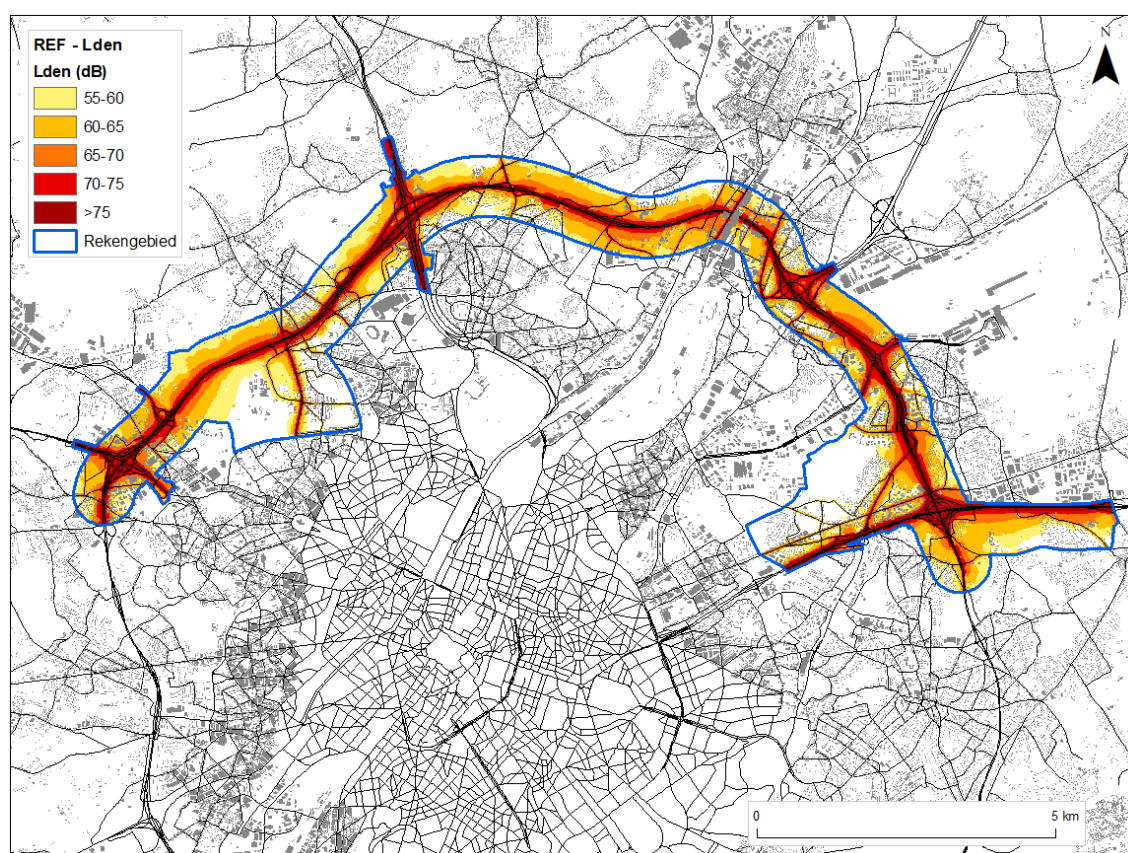
Alternative de base

L'alternative de base a été calculée dans la discipline du bruit du Projet de RIE du plan cycle 1 sur la base de sources d'information détaillées existantes pour les niveaux de bruit à proximité du Ring R0, et sur la base de mesures propres.

Les résultats de mesure utilisés concernent les résultats du réseau de mesure du bruit autour de l'aéroport Brussels Airport et du réseau de mesure du bruit géré par les administrations régionales de l'environnement (Bruxelles Environnement et Autorité flamande, Département Environnement) et les mesures de bruit supplémentaires à long terme par Tractebel.

La carte ci-dessous montre les contours du bruit autour du R0 pour l'alternative de base. L'unité est le dB(A), une valeur en décibels pondérée pour corriger la sensibilité de l'oreille humaine à la hauteur du son. La valeur est L_{den} , le niveau de bruit moyen pendant la journée (7h00 - 19h00). Le contour bleu indique la zone dans laquelle les calculs ont été effectués.

Figure 93 : Carte des contours de bruit du trafic routier de l'alternative de base (situation 2030) L_{den} à proximité de la zone de plan. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du bruit.



Alternatives de plan

Plusieurs alternatives et variantes de plan ont été calculées, dont six sont pertinentes pour l'ACAS.

L'effet dans les alternatives de plan est principalement une conséquence de l'effet sur le trafic sur le R0. Il n'y a pas de mesures spécifiques concernant le bruit dans le cycle 1 : le nombre de mètres et l'emplacement des murs anti-bruit sont considérés comme égaux à la situation existante pour toutes les alternatives de plan (voir chapitre 4.2.2 : pas de murs anti-bruit supplémentaires dans les investissements).

Les figures suivantes donnent un aperçu des cartes de contour du bruit pour 2 des 6 alternatives/variantes. Pour les autres, et pour plus de détails, veuillez vous référer au Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du bruit.

50 454 personnes vivent dans la zone étudiée, sur une superficie de 2 965 ha. En moyenne, on constate une légère augmentation du niveau de bruit dans les alternatives de plan G1A2 et G2A1. Les autres alternatives révèlent une légère diminution.

Figure 94 : Carte des contours de bruit du trafic routier de l'alternative de base G1A2 (situation 2030) L_{den} à proximité de la zone de plan. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du bruit.

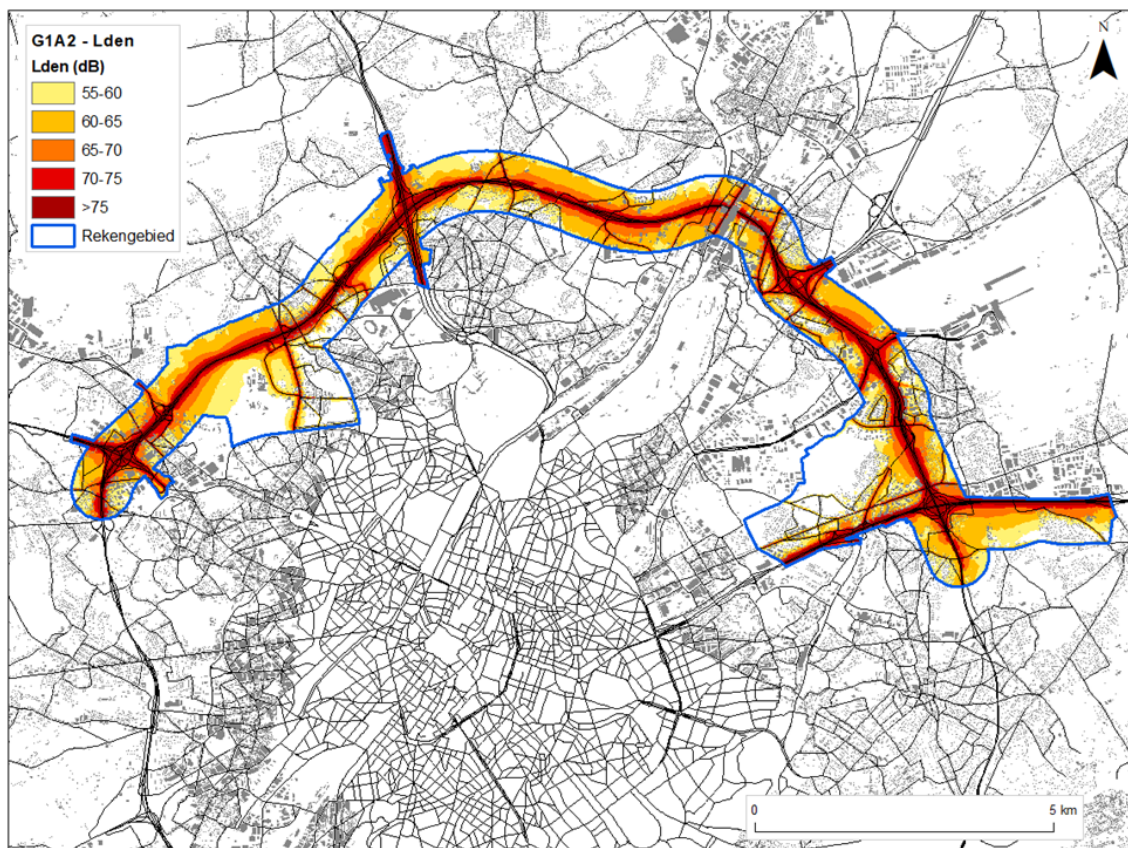
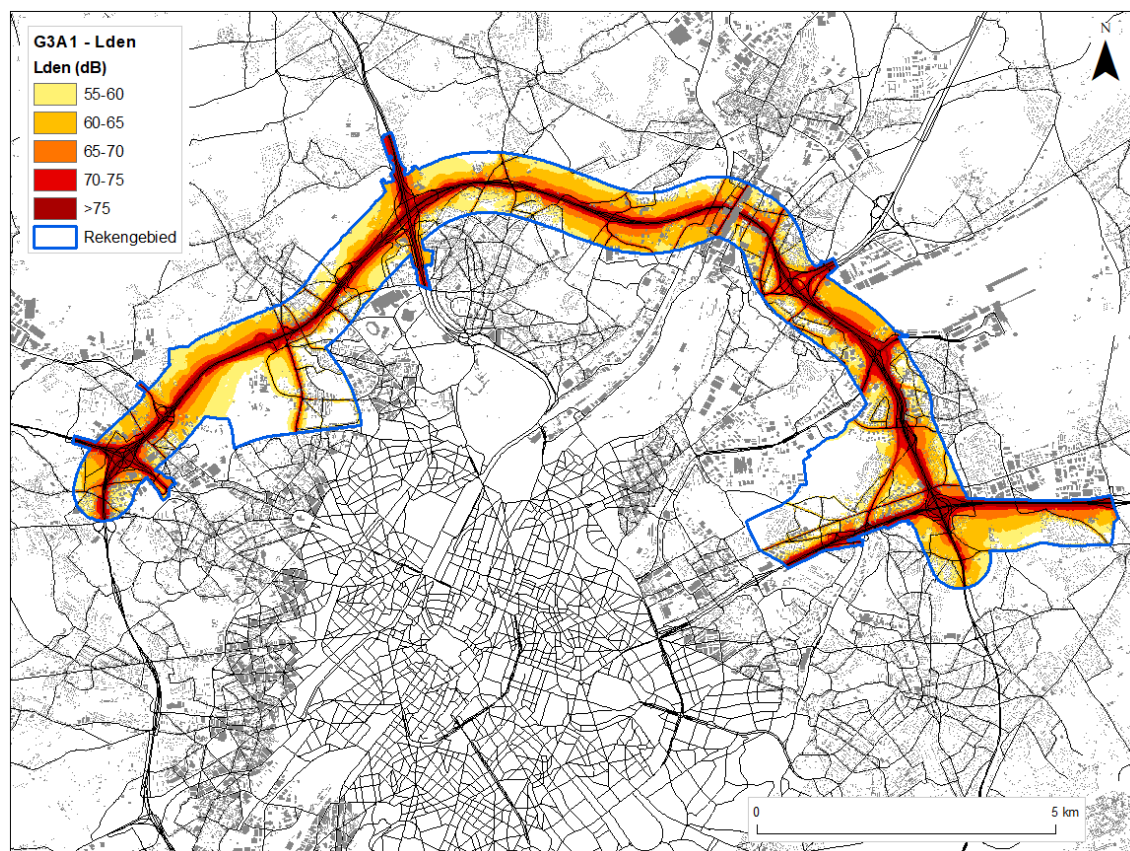


Figure 95 : Carte des contours de bruit du trafic routier de l'alternative de base G3A1 (situation 2030) L_{den} à proximité de la zone de plan. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du bruit.



8.8.3 Valeur monétaire du bruit

La pollution sonore a ensuite été monétisée en utilisant le coût marginal externe du bruit. Nous le calculons pour chaque zone où le niveau de bruit est supérieur à 50 dB(A). Cet impact concerne uniquement les effets sur les humains. L'impact sur la nature est en effet également présent, mais, comme indiqué précédemment, nous ne l'avons pas inclus dans ce chapitre. Voir à ce sujet le chapitre 10.7.

Sur la base du Projet de RIE du plan cycle 1, nous obtenons pour 180 zones de la région le nombre d'habitants exposés (50 454), et le L_{den} moyen. Sur les 180 zones, 6 enregistraient un L_{den} moyen inférieur à 50 dB(A).

Le L_{den} moyen a ensuite été multiplié par le coût marginal externe du bruit issu de la méthodologie standard (voir tableau ci-dessous). La méthodologie standard est basée sur HEATCO (2006). Les coûts environnementaux les plus élevés concernent le transport aérien, tandis que les coûts environnementaux du transport ferroviaire sont les plus faibles. Cette différenciation des coûts environnementaux reflète la littérature acoustique, qui montre que les gens considèrent que les nuisances sonores dues aux avions sont « pires » que celles engendrées par la circulation routière, tandis qu'ils considèrent que le bruit des trains est le moins « grave ».

Tableau 44 Dommages dus aux nuisances sonores par personne exposée (euros par personne exposée et par an, niveau de prix 2010). Source : Standaardmethodiek MKBA transport - kengetallenboek; basé sur HEATCO (ajusté au niveau des prix).

Lden - dB(A)	Weg	Spoor	Luchtvaart
≥51	12	-	19
≥52	24	-	37
≥53	36	-	56
≥54	49	-	75
≥55	60	-	94
≥56	72	12	112
≥57	84	24	130
≥58	96	36	148
≥59	109	49	167
≥60	120	60	186
≥61	132	72	205
≥62	145	84	223
≥63	156	96	242
≥64	168	109	261
≥65	180	120	279
≥66	192	132	298
≥67	205	145	317
≥68	216	156	336
≥69	228	168	354
≥70	241	180	372
≥71	319	259	458
≥72	339	279	484
≥73	359	299	511
≥74	379	319	538
≥75	399	339	564
≥76	419	359	591
≥77	439	379	617
≥78	459	399	645
≥79	479	419	671
≥80	500	439	697
≥81	520	460	725

Les chiffres rapportés dans la méthode standard sont inférieurs à ceux rapportés dans une étude plus récente⁶⁶ de CE Delft pour les Pays-Bas (voir tableau ci-dessous), en particulier pour les dB(A) les plus élevés. CE Delft a également basé sa publication antérieure sur HEATCO (2006), mais a récemment mis à jour son manuel avec de nouvelles valeurs basées sur de nouvelles données, notamment les travaux de Bristow et al. (2015). Ces chiffres sont beaucoup plus élevés que ceux de la Flandre. Il est recommandé que la méthodologie standard soit mise à jour avec les dernières publications.

⁶⁶ Sander de Bruyn, Saliha Ahdour, Marijn Bijleveld, Lonke de Graaff, Ellen Schep, Arno Schroten, Robert Vergeer, Handboek Milieuprijzen 2017 - Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts, CE Delft, juillet 2017, pour le compte du Ministère néerlandais des infrastructures et de l'environnement.

Dans le tableau ci-dessous, les chiffres de la méthode standard ont été convertis en prix de 2020 et les chiffres de CE Delft de 2017 (également convertis en 2020) sont fournis à titre de comparaison.

Tableau 45 : Dommages dus aux nuisances sonores par personne exposée. Source : Standaardmethodiek MKBA transport – kengetallenboek. Coûts environnementaux dus aux nuisances sonores pour le transport routier. Source : CE Delft, 2017. Tous deux en euros par personne exposée et par an, convertis au niveau de prix 2020.

L _{den} en dB(A)	Méthode standard (2010)	CE Delft (2017)
45	0,0	0,0
46	0,0	0,0
47	0,0	0,0
48	0,0	0,0
49	0,0	0,0
50	0,0	28,3
51	14,2	56,5
52	28,3	84,8
53	42,5	113,0
54	56,7	141,3
55	70,8	193,4
56	85,0	245,6
57	99,2	297,7
58	113,3	349,9
59	127,5	402,0
60	141,7	458,6
61	155,8	515,1
62	170,0	571,6
63	184,1	628,1
64	198,3	684,6
65	212,5	790,0
66	226,6	895,4
67	240,8	1000,8
68	255,0	1106,2
69	269,1	1211,6
70	284,5	1323,5
71	376,6	1435,4
72	400,2	1547,3
73	423,8	1659,3
74	447,4	1771,2
75	471,0	1888,5
76	494,6	2005,9
77	518,2	2123,3
78	541,8	2240,6
79	565,4	2358,0
80	590,2	2478,6
81	613,8	2599,2

8.8.4 **Années futures**

Les valeurs que nous obtenons de cette manière sont valables pour 2030. Pour les années suivantes, plusieurs facteurs entrent en jeu :

- L'augmentation de la population exposée
- L'augmentation du trafic
- La réduction du bruit des moteurs (par une réglementation plus stricte : type de véhicules et de carburant, par exemple, part des voitures électriques)
- La réduction du bruit de roulement (type de surface de la route, usure de la surface de la route, type de pneus)

- L'installation de murs anti-bruit supplémentaires. Il s'agit de mesures d'atténuation qui devraient ressortir du Projet de RIE du plan cycle 1.

Leur impact s'annule partiellement. Il n'est donc pas évident de déterminer l'évolution future des nuisances sonores.

Nous supposons dans ce cycle 1 de l'ACAS que l'impact sonore reste constant pour les années après 2030.

8.8.5 Résultat

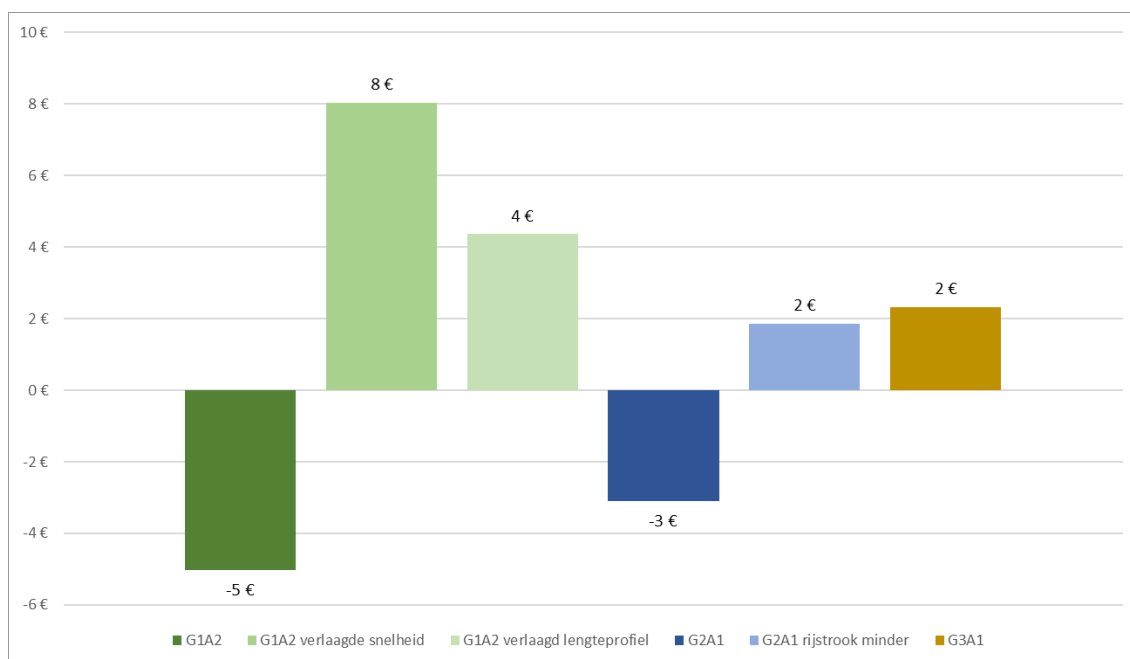
Le résultat est présenté dans la figure suivante. Comme indiqué précédemment, G1A2 et G2A1 présentent un impact négatif (coût). Ce sont également les alternatives de plan où l'on constate une augmentation du trafic sur le R0. Les autres autoroutes ont moins de trafic et des vitesses plus élevées, ce qui donnerait un résultat mixte positif/négatif. Les routes secondaires ont plus de trafic et des vitesses plus élevées, ce qui donnerait un résultat négatif.

Les autres variantes de plan (G1A2 avec vitesse réduite, G2A1 avec voie en moins et G3A1) présentent des avantages, ce qui est cohérent avec la diminution ou la faible augmentation du trafic sur le R0.

G1A2 avec profil longitudinal abaissé présente des avantages en raison de sa position abaissée qui agit comme un mur anti-bruit. Les variantes avec profil longitudinal abaissé des autres alternatives de plan n'ont pas été calculées mais auront un effet similaire. Pour l'ACAS, nous prenons la variante de base.

Le Projet de RIE du plan cycle 1 ne comprenait pas de calculs pour G3A1 avec voie en moins, il n'y a donc pas de calculs non plus dans l'ACAS. Pour cette alternative, nous prenons l'effet de G3A1 de base. Le Projet de RIE du plan cycle 1 comportait en revanche une évaluation qualitative : on peut s'attendre à ce que les variantes avec voie en moins présentent des avantages plus importants en matière de bruit.

Figure 96 : Valeur actuelle nette du bruit du trafic routier, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



8.9 Vibrations

Les vibrations concernent principalement le trafic ferroviaire, mais peuvent également concerner le trafic routier. Pour l'effet des vibrations, nous distinguons les coûts des dommages et les coûts des perturbations. Les nuisances dues aux vibrations sont plus importantes lorsque la proportion de poids lourds est plus élevée, lorsque la vitesse est plus importante et lorsque la distance entre les constructions et le trafic est plus faible. Le type de revêtement de la route est également important : les dalles en béton génèrent plus de vibrations que l'asphalte.

Une donnée nécessaire pour l'inclure dans l'ACAS est le nombre d'habitations situées dans une certaine fourchette de niveaux de vibration critiques pour les perturbations et les dommages matériels.

Pour l'aspect de la perturbation, nous pouvons calculer, sur la base de Ruijgrok (2006)⁶⁷, la perte de valeur du bien immobilier (par exemple, 5 % ou 10 %) en raison de l'augmentation des vibrations. Les nuisances dues aux vibrations sont linéaires par rapport au niveau, ce qui implique une corrélation linéaire avec le trafic.

Le coût externe des dommages dépend de la charge de pointe des vibrations. Cet aspect est particulièrement important pour le trafic ferroviaire (trains de marchandises) et moins applicable au trafic routier.

Cependant, les vibrations n'ont pas été traitées quantitativement dans le Projet de RIE du plan cycle 1. Cependant, une zone a déjà été délimitée avec les bâtiments où des nuisances vibratoires

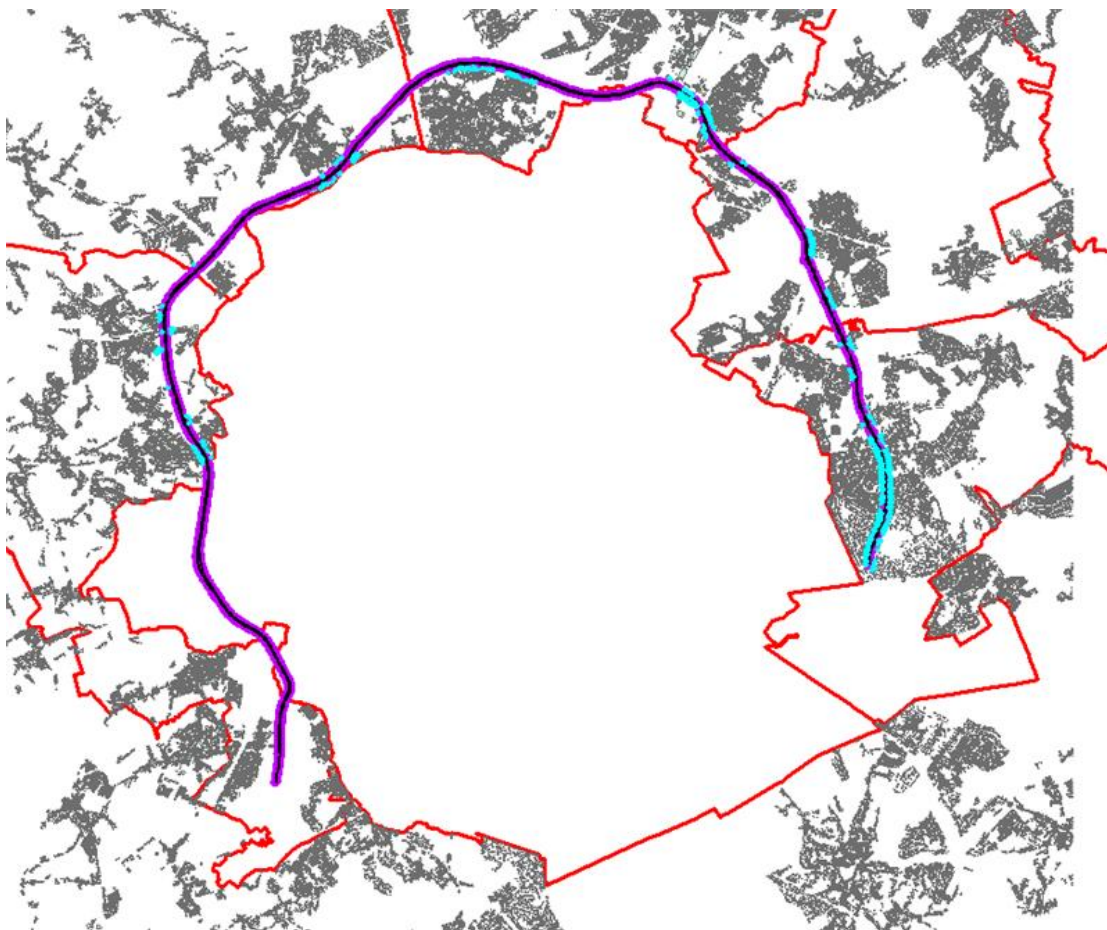
⁶⁷ Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok, Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's, 2006

sont possibles, en fonction de la distance au trafic. Si elle est supérieure à 110 mètres, les nuisances vibratoires sont pratiquement impossibles.

Dans la figure ci-dessous, la sélection bleue montre les bâtiments occupés situés dans la distance tampon de 110 m par rapport au R0. Cela ne signifie pas que des nuisances vibratoires se produiraient dans cette zone. Cela dépend de la quantité de trafic, de la vitesse du trafic et de la proportion de poids lourds.

On ne s'attend pas à ce que l'intégrité structurelle soit endommagée par l'exposition aux vibrations causées par le trafic routier. La valeur seuil dans les normes habituelles (DIN, SBR, etc.) est telle que la distance d'influence est limitée à une distance inférieure à 20 m de la chaussée.

Figure 97 : Démarcation des bâtiments occupés à une distance de 110 m du R0. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du bruit.



Comme les vibrations ne sont pas abordées quantitativement dans le Projet de RIE du plan cycle 1, nous ne pouvons pas inclure cet aspect dans l'ACAS. En général, on peut dire que les coûts ou les avantages sont très similaires à ceux des nuisances sonores, bien qu'à une échelle moindre pour le trafic routier. Une évaluation dans l'ACAS serait possible si le nombre d'habitations affectées par les vibrations du trafic routier était connu.

9 Effets externes - habitabilité

9.1 Introduction

Les effets externes sont des effets qui existent, mais pour lesquels personne ne paie directement. En fin de compte, la société dans son ensemble paie. Les effets externes importants pour cette ACAS sont principalement les émissions, le bruit, la sécurité routière, la qualité de vie, la qualité de l'eau et du sol et les effets dus à la perte d'espace, à la perte de la nature, etc. L'effet sur la congestion/capacité a déjà été inclus dans les effets directs sur le transport (voir chapitre 4.3.4).

Ce chapitre comprend tous les effets externes directement liés aux objectifs relatifs à **l'habitabilité humaine**, et plus spécifiquement l'environnement d'habitat et de travail et le paysage :

Les effets sont les suivants :

- Fonction agricole ; superficie et production agricoles
- Fonction activité commerciale
- Fonction habitat : espace de logement et qualité de logement
- Fonction loisirs
- Valeurs du patrimoine culturel-historique et architectural
- Archéologie

Une attention particulière a été portée à cet égard pour éviter les chevauchements entre divers avantages. Nous discutons des principaux risques de double comptage pour les avantages en question.

L'un des chapitres suivants (10) traite des effets qui sont plus susceptibles d'être inclus dans la catégorie « nature », qui comprend les services écosystémiques.

9.2 Fonction agricole

Un changement dans l'utilisation de l'espace et la qualité de l'utilisation peut avoir un impact sur les 2 aspects de la fonction agricole : la surface agricole et la production agricole.

Alternative de base

L'étude d'impact sur l'agriculture (LIS) du département de l'Agriculture et de la Pêche montre que la superficie agricole totale enregistrée est d'environ 190 ha, soit 22 % de la superficie totale de la zone du plan combiné. Sur ce total, 10 % sont des exploitations agricoles de loisir non déclarées.

Tableau 46: Superficie de l'agriculture enregistrée (ha) dans la zone du plan combinée cycle 1 par classe d'impact et degré d'implication. Source : Dept de l'Agriculture et de la Pêche, août 2019, et incorporation dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline des aspects humains et spatiaux.

geregistreerde landbouw	totaal	Zellik	Laarbeek-bos	Wemmel-Jette	Strombeek	Vilvoorde	Machelen	Groen Hart	Henneau-laan	Kraainem
Zeer hoog	36,5	2,0	16,0	5,3	12,4	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0
Hoog	114,0	0,7	67,1	13,3	13,3	2,9	0,0	0,0	1,0	15,8
Matig	38,4	1,9	4,2	14,8	10,6	5,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Laag	1,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1
tot	190,1	4,6	87,2	33,4	37,0	8,2	1,0	0,0	1,0	17,8
sterk betrokken	104,3	1,2	70,5	11,7	19,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8

La grande majorité des parcelles relève des classes d'impact "élevé" ou « très élevé », ce qui est principalement lié à la fertilité des sols limoneux et à la prédominance des cultures arables et de l'horticulture, qui ont une valeur économique supérieure à celle des prairies.

On suppose qu'il n'y a pas de changement dans l'alternative de base.

Alternatives de plan

Dans le tableau ci-dessous, l'utilisation prévue des terres (selon la classification ci-dessus) est croisée pour chaque alternative avec la surface d'agriculture enregistrée selon l'EIA.

Tableau 47 : Surface agricole enregistrée par utilisation prévue des terres, par alternative de plan (ha). Source : incorporation dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline des aspects humains et spatiaux sur la base de l'étude de l'impact agricole

gepland ruimtegebruik in geregistreerde landbouwoppervlakte	G1A1	G1A2	G2A1	G2A2	G3A1	G3A2	G3A3
autoweginfra	0,3	0,3	3,7	2,9	0,3	0,3	2,7
andere infra	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,8	0,2
groen	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1	0,4	0,0
groen in knoop	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
buffer 40m	15,8	18,4	21,1	20,7	10,8	14,2	14,5
BAG	0,1	0,1	1,4	1,4	0,3	0,3	0,3
B/N/P	1,4	1,6	1,4	1,3	0,8	0,8	0,5
rest	14,4	16,7	18,2	18,0	9,8	13,1	13,8
buiten buffer	173,8	171,2	165,1	166,3	173,1	174,4	172,7
BAG	11,9	11,9	10,5	10,5	11,7	11,7	11,7
B/N/P	9,1	8,8	9,0	9,2	9,6	9,6	9,9
rest	152,9	150,5	145,6	146,7	151,8	153,1	151,1
totaal	190,1	190,1	190,1	190,1	190,1	190,1	190,1
(vrijwel) zekere inname	10,9	11,0	14,3	13,5	16,6	12,0	13,3
gedeeltelijke inname	14,5	16,7	19,7	19,5	10,0	13,3	14,0
behoud/versterking	164,7	162,4	156,1	157,2	163,5	164,8	162,8

Les terres agricoles sur lesquelles sont prévues des infrastructures routières ou des espaces verts associés vont certainement disparaître. Il en va de même en principe, du moins à long terme, pour l'agriculture qui est réaffectée à des forêts, des espaces naturels ou des parcs. Les autres surfaces agricoles situées à moins de 40 m de l'infrastructure autoroutière seront éventuellement/partiellement reprises en fonction de l'intégration paysagère de l'infrastructure routière (écrans et accotements pour la qualité de vie, fossés et bassins tampons, connexions

écologiques, pistes cyclables, etc.) Les surfaces agricoles situées à l'extérieur de la zone tampon de 40 m qui ne sont pas réaffectées ou converties à un usage compatible avec l'agriculture seront normalement conservées. Selon le Projet de RIE du plan cycle 1, la fonction agricole sera même renforcée dans la zone agricole non constructible (ZANC) entre Wemmel et l'A12.

Le tableau montre que dans toutes les alternatives, la grande majorité de la zone agricole actuelle (82 à 87%) n'est pas affectée, ou de manière positive, par le plan. La reprise certaine de terres agricoles est la plus élevée dans l'alternative G3A1 (principalement en raison de la route latérale qui traverse la grande zone agricole entre Zellik et Wemmel) et la plus faible dans les alternatives « légères ».

La reprise possible/partielle due à l'intégration paysagère est à son tour plus importante dans les alternatives « parallèles », car l'infrastructure autoroutière y est la plus large, de sorte que la zone d'intégration paysagère se déplace vers la zone agricole. Cette zone est la plus petite dans l'alternative G3A1, car la route latérale n'implique pas de prise de terrain supplémentaire, du moins en supposant que l'aménagement paysager peut être réalisé dans une large mesure dans la zone verte entre la route latérale et le Ring. Dans l'ensemble, les alternatives « parallèles », avec une reprise de terres agricoles certaine ou potentielle de 33 à 34 ha, obtiennent des résultats légèrement moins bons que les alternatives « légère » et « latérale » (24 à 28 ha).

La fonction agricole n'est pas seulement directement affectée par le plan par la reprise physique de (parties de) parcelles agricoles, mais peut-être aussi indirectement, car l'accessibilité des parcelles appartenant à une exploitation située de l'autre côté du R0 par rapport à son siège s'améliore ou se détériore du fait du plan, et plus généralement parce que la zone agricole est plus/moins fragmentée par le plan. Toutefois, les recherches effectuées dans le cadre du Projet de RIE du plan cycle 1 montrent que ces connexions seront conservées.

Évaluation

Des coûts peuvent être dus à la perte de :

- Surface agricole. Toutefois, les coûts d'expropriation, le cas échéant, sont supposés être déjà inclus dans les coûts d'investissement, voir chapitre 4.2.
- Production agricole. Les coûts dus aux pertes de production sont indépendants de la propriété. Nous basons notre évaluation sur l'explorateur de valeurs naturelles⁶⁸.

La production agricole fait référence aux cultures agricoles récoltées dans une zone. Par exemple, l'alternative G1A2 entraînerait la perte de 27,7 ha de terres agricoles. Cela signifie que dans le cadre du régime alimentaire actuel du Flamand moyen (2,05 ha par personne), la production nationale de nourriture ne serait plus possible pour 14 Flamands de moins.

L'avantage est la valeur ajoutée des productions de ces parcelles. Les économies éventuelles réalisées sur les coûts et les primes sont déduites de la valeur de production. La valeur nette est alors constituée de la différence entre la valeur de la production et les coûts de production. Nous prenons comme indicateur le résultat brut d'exploitation (recettes totales (hors primes) - somme de tous les coûts d'exploitation). Dans l'explorateur de valeurs naturelles, une moyenne pondérée

⁶⁸ Liekens Inge, Smeets Nele, Staes Jan, Van der Biest Katrien, De Nocker Leo, Broekx Steven (2013). Waardering van ecosysteemdiensten, een handleiding. Étude commandée par le LNE, département de la politique de l'environnement, de la nature et de l'énergie. Version numérique mars 2018

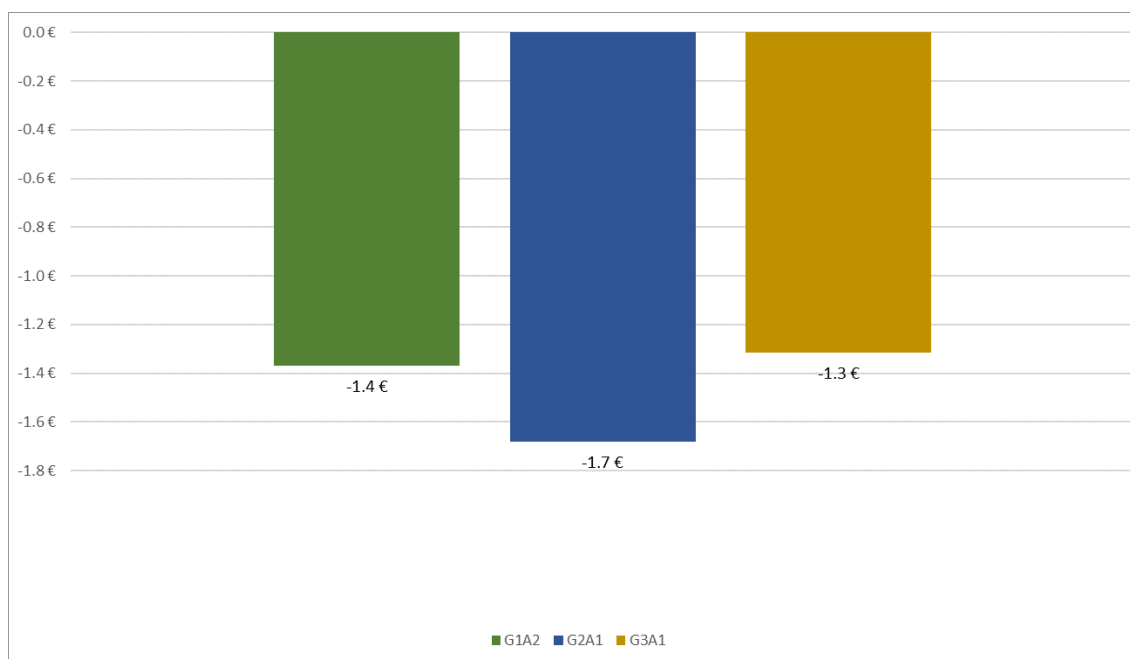
a été calculée pour tous les types de terres agricoles pour la période 2009-2013. Il s'élève à 1 799€/ha.

Ce chiffre est appliqué pour chaque année à partir de 2025 (début des travaux).

Pour l'alternative de plan G1A2, la perte de production agricole estimée est égale à 27,7 ha * 1 799 €/ha/an = 49 832 €/an. Pour les utilisateurs, la conversion en zones naturelles ou autres représente un manque à gagner annuel de 49 832 €/an.

Le résultat est présenté dans la figure suivante. L'alternative de plan G2A1 présente les coûts les plus élevés : la plus grande perte de production agricole, 1,7 million d'euros. Cela ne prend pas en compte les éventuelles compensations financières prévues par décret, à savoir les dommages liés au plan et les indemnités d'utilisation.

Figure 98 : Valeur actuelle nette de l'agriculture, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



9.3 Fonction activité commerciale

Cet effet comprend l'impact sur la fonction et les installations de l'activité commerciale. Cela concerne principalement l'occupation de l'espace, l'ampleur des expropriations de sites industriels, etc.

Alternative de base

La figure suivante donne un aperçu de l'utilisation de l'espace planologique dans la zone de plan combinée. Sur les 868,7 ha, 88,8 ha sont occupés par une activité commerciale. En plus de l'utilisation des terres planologique (état juridique), l'utilisation réelle des terres (état réel) a également été dérivée de l'orthophoto. Dans ce cas, l'activité commerciale représente 24,8 ha des

870,0 ha et les installations 30,8 ha des 870,0 ha. La catégorie "installations" comprend le site de l'aéroport, le bowling de Wemmel et un certain nombre de parkings, dont le parking C.

La zone d'activité commerciale affectée est nettement plus étendue que la zone physique occupée par les entreprises et les installations. Ici aussi, les zones périphériques des zones industrielles le long des autoroutes sont souvent laissées en friche ou ont été aménagées en tant que zone tampon. Ce choix est en soi logique (surtout dans le contexte actuel de la planification), puisque l'activité perturbatrice doit également veiller à ce que les nuisances qu'elle provoque soient absorbées par sa propre utilisation.

Figure 99 : Utilisation actuelle planologique des terres (état juridique) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée selon la carte de comptabilité spatiale. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

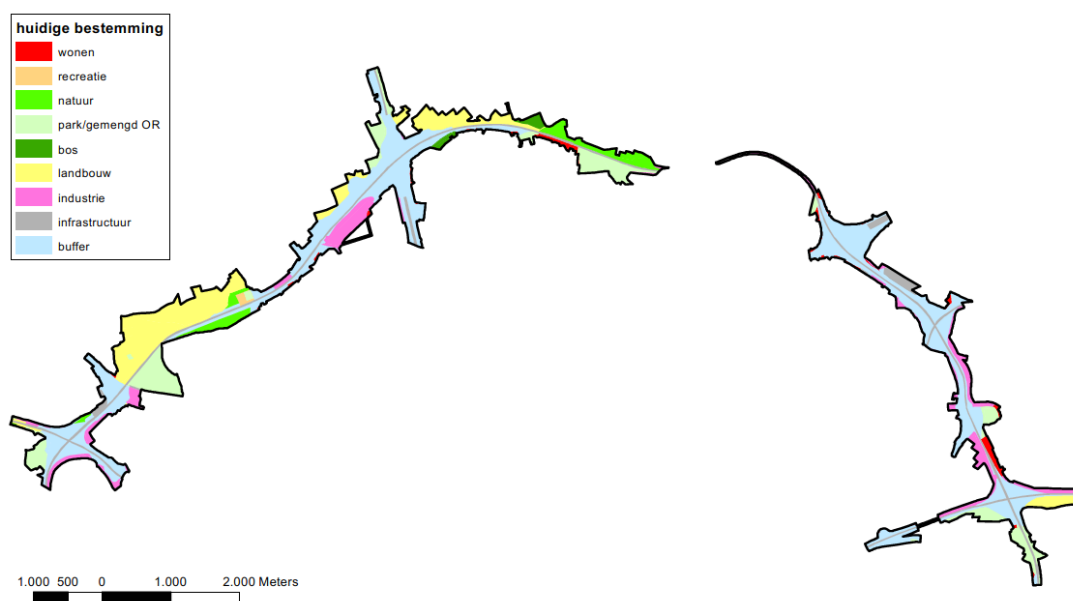
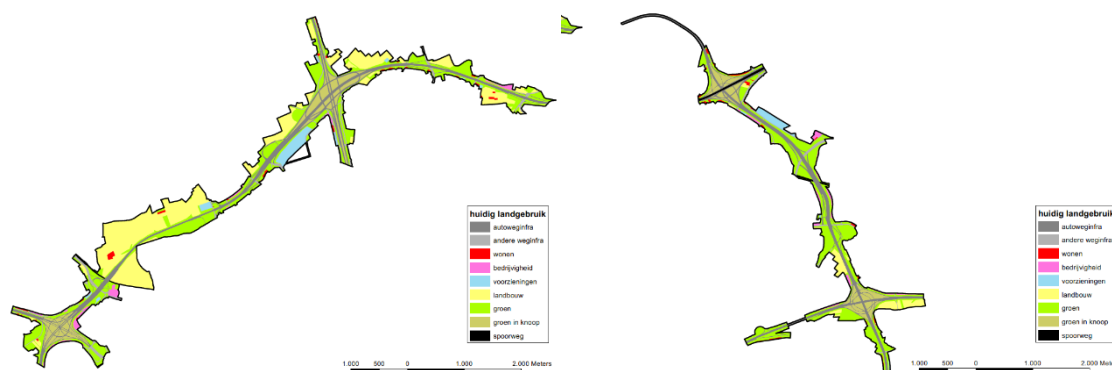


Figure 100 : Utilisation actuelle réelle des terres (état réel) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux.



Alternatives de plan

Le Projet de RIE du plan cycle 1 fait la distinction entre les impacts sur l'état planologique et l'état réel. Dans cette ACAS, nous continuons avec l'état réel, comme dans le cas de l'agriculture et du logement. Le tableau ci-dessous indique l'équilibre spatial réel.

Tableau 48 Fonctions planifiées dans les zones avec la fonction existante de logements, d'installations, d'activités commerciales et d'espaces verts accessibles par alternative (ha) Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

voorzieningen							
alt / gepland	totaal	autoweginfra	andere infra	groen	groenx	buffer 40m	buiten buffer
G1A1	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	27,2
G1A2	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	28,4
G2A1	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	25,4
G2A2	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	25,4
G3A1	30,9	0,0	0,0	0,1	0,0	2,1	28,7
G3A2	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	28,7
G3A3	30,9	0,0	0,2	0,1	0,0	1,7	28,9
bedrijvigheid							
alt / gepland	totaal	autoweginfra	andere infra	groen	groenx	buffer 40m	buiten buffer
G1A1	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	15,8
G1A2	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	12,2
G2A1	24,8	0,3	0,0	0,0	0,0	14,0	10,5
G2A2	24,8	0,3	0,0	0,0	0,0	14,0	10,5
G3A1	26,4	0,0	3,0	0,1	0,0	7,0	16,4
G3A2	24,8	0,0	2,0	0,3	0,0	6,6	15,9
G3A3	26,4	0,0	3,0	0,1	0,0	6,7	16,7

En termes d'activité commerciale, on observe une reprise physique limitée dans les alternatives « parallèles » et plus importante par la route latérale dans les alternatives G3. Dans la plupart des endroits, il est possible de maintenir la zone d'activité commerciale sans compromettre l'efficacité des mesures d'intégration paysagère et d'habitabilité.

Sur le plan des installations, les impacts directs sont négligeables dans toutes les alternatives.

Le tableau ci-dessous indique les scores d'impact respectifs pour les fonctions d'activité économique par sous-zone, alternative et variante d'exécution.

Tableau 49 : Synthèse des scores d'impact pour les fonctions d'activité économique par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
Zellik	0	-2	-2	sans objet	-2	-2
Bois du Laerbeek	0	0	0	0	0	0
Wemmel-Jette	-1	-1	-1	-1	-1	-1
A12 - Strombeek	0	0	0	sans objet	0	0
Vilvorde	0	0	0	sans objet	0	0
E19 - Machelen	0	0	0	sans objet	0	0
A201 - Groen Hart	0	0	0	sans objet	0	0
Henneaulaan	0/-1	0	-1/-2	sans objet	0	-1/-2
E40 - Crainhem	0	-1	-2/-3	sans objet	-1	-2/-3

Le Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains contient de plus amples détails sur l'interprétation exacte des effets.

L'impact sur les entreprises et les installations concerne :

- Une bande de 20m de large et 300m de long à Zellik
- À Wemmel, au niveau du parking C, environ 0,25 ha d'activité commerciale (dans une zone résidentielle) seront convertis en réserve naturelle.
- Autour de la Hennaulaan, une reprise d'activité commerciale (potentielle) est constatée dans G1A2 et G3A1.
- Dans la zone de Kraainem, la reprise des zones industrielles de Lozenberg et Weiveld est constatée dans plusieurs alternatives.

Évaluation

La perte de terrains pour l'activité commerciale peut être évaluée sur la base des expropriations nécessaires. Ces coûts sont déjà inclus dans les coûts d'investissement, voir chapitre 4.2.

Il peut y avoir des coûts (ou des avantages) supplémentaires en cas d'effets sur la fragmentation, les perturbations, etc. Cela implique, d'une part, un risque de double comptage (par exemple avec l'aspect bruit), et d'autre part, ils sont moins pertinents pour l'activité commerciale que pour le logement ou les loisirs, par exemple.

Il est supposé que le budget prévu dans les coûts d'investissement pour l'expropriation compense les coûts. Il n'y a donc pas de coûts supplémentaires dans cette section.

9.4 Fonction habitat

Deux impacts résidentiels peuvent être pris en considération :

- La perte d'espace de logement
- La perte (ou le gain) de qualité de logement due à l'augmentation (ou à la diminution) de la fragmentation, à la modification du paysage, aux espaces verts, ...

Cette section traite le premier aspect : l'impact sur la fonction habitat : occupation de l'espace, ampleur des expropriations ...

9.4.1 Espace de logement

Alternative de base

La figure suivante donne un aperçu de l'utilisation de l'espace planologique dans la zone de plan combinée. Sur les 868,7 ha, 25,3 ha sont occupés par des logements. En plus de l'utilisation des terres planologique (état juridique), l'utilisation réelle des terres (état réel) a également été dérivée de l'orthophoto. Le logement comprend alors 16,7 ha.

Si nous comparons l'état planologique et l'état réel, nous constatons que l'affectation résidentielle est nettement plus grande que la surface réelle, et ce malgré le fait qu'une partie (limitée) des habitations existantes soit située en dehors de la zone résidentielle. Cela s'explique par le fait

qu'une partie de la zone résidentielle n'a pas été remplie de logements, notamment les zones proches du Ring et des autres autoroutes qui servent de zone tampon.

Figure 101 : Utilisation actuelle planologique des terres (état juridique) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée selon la carte de comptabilité spatiale. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

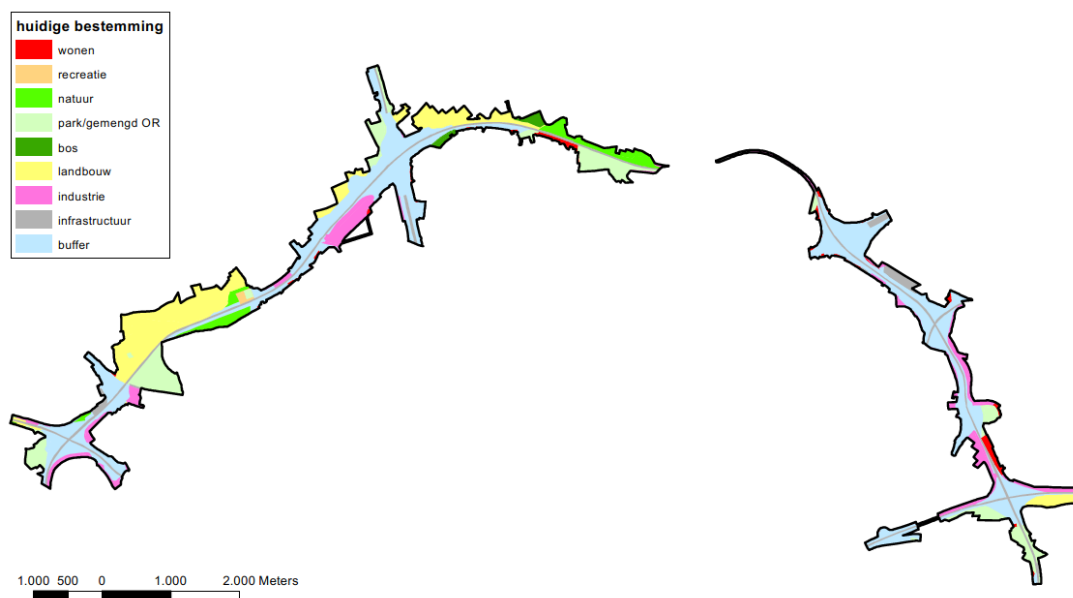
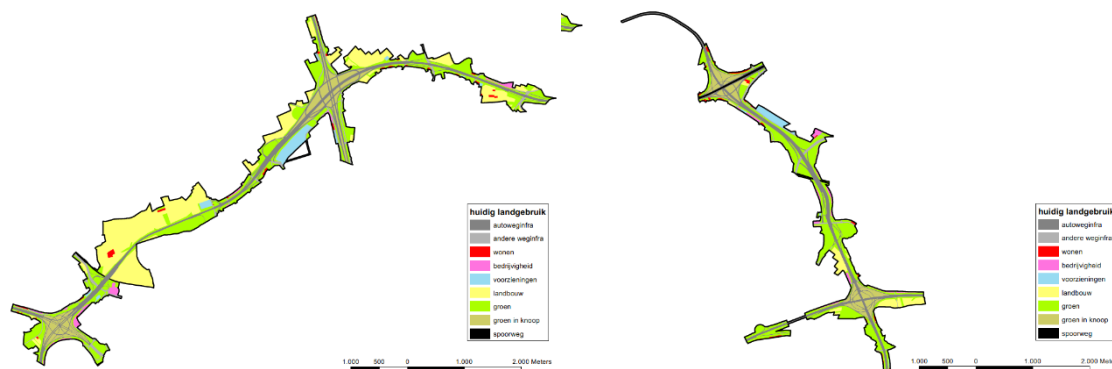


Figure 102 : Utilisation actuelle réelle des terres (état réel) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux.



Alternatives de plan

Le cycle 1 du projet de plan EIR fait la distinction entre les impacts sur l'état de planification et l'état réel. Dans cette ACAS, nous continuons avec l'état réel, comme dans le cas de l'agriculture et du logement. Le tableau ci-dessous indique l'équilibre spatial réel.

Tableau 50 : Fonctions planifiées dans les zones avec la fonction existante de logements, d'installations, d'activités commerciales et d'espaces verts accessibles par alternative (ha) Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

wonen							
alt / gepland	totaal	autoweginfra	andere infra	groen	groenx	buffer 40m	buiten buffer
G1A1	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	7,5
G1A2	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	6,4
G2A1	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	5,2
G2A2	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	5,2
G3A1	16,7	0,0	0,6	0,3	0,0	8,6	7,2
G3A2	16,8	0,0	0,2	0,0	0,0	9,2	7,4
G3A3	16,7	0,0	0,8	0,3	0,0	8,3	7,4

L'impact direct sur les habitations est nul dans les alternatives « légère » et « parallèle » ; toutefois, dans les alternatives « latérales », on constate une certaine reprise par la route latérale. En outre, une surface assez importante de parcelles résidentielles se trouve dans une zone tampon ou dans une affectation de forêt/nature/parc, mais on peut supposer que les habitations situées dans ces zones peuvent être/seront conservées (avec une augmentation ou une perte de valeur).

D'un point de vue planologique, toutes les réaffectations prévues dans le PESR signifient une perte de 8,5 à 10,3 ha pour l'affectation résidentielle⁶⁹. Cependant, il s'agit surtout de la reprise de zones périphériques actuellement non développées.

Le tableau ci-dessous indique les scores d'impact respectifs pour la fonction habitat par sous-zone, alternative et variante d'exécution.

Tableau 51 : Synthèse des scores d'impact pour la fonction habitat par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
Zellik	0	0	0	sans objet	0	0
Bois du Laerbeek	0	0	0	0	0	0
Wemmel-Jette	0	0	0	0	0	0
A12 - Strombeek	0	0	-1/-2	sans objet	0	-1/-2
Vilvorde	0	0	0/-1	sans objet	0	0/-1
E19 - Machelen	0	0	-2	sans objet	0	-2
A201 - Groen Hart	0	0	0	sans objet	0	0
Henneaulaan	0	0	0	sans objet	0	0
E40 - Crainhem	0	0	0	sans objet	0	0

L'impact concerne :

- Dans la sous-zone Strombeek-Bever, l'alternative G3A1 prévoit une route latérale du côté sud-est, en dehors de l'infrastructure routière actuelle, qui arrive jusqu'à plusieurs habitations de Strombeek, avec au moins une reprise partielle des parcelles concernées.

⁶⁹ Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

- Dans la sous-zone Vilvoorde, l'alternative G3A1 prévoit des reprises potentiellement pertinentes en raison de la route latérale entre les complexes Sint-Annalaan et Mediaalaan, sans toucher les habitations.
- Dans la sous-zone Machelen, le nœud E19 Machelen sera modifié de manière limitée, deux bras, respectivement à la limite sud de Machelen et à la limite est du quartier de Beaulieu, étant déplacés à l'écart de la zone résidentielle.
- Toujours dans la sous-zone Machelen, dans G3A1 la route latérale se trouve à l'extérieur du R0 et se raccorde à la N21 (Haachtsesteenweg), où elle traverse directement le quartier résidentiel de la Felix Timmermanslaan et occuperait plus de 30 logements. La quasi-totalité des habitations touchées de la Blaironstraat ont été acquises et seront démolies dans un avenir proche, mais cela ne concerne pas une dizaine d'habitations touchées par la route latérale. Il s'agit d'un effet négatif important sur la fonction habitat.

Figure 103 : Reprises dans la sous-zone de Machelen alternative G3A1. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.



Évaluation

La perte de terrains pour l'habitat peut être évaluée sur la base des expropriations nécessaires. Ces coûts sont déjà largement inclus dans les coûts d'investissement (voir chapitre 4.2), qu'il s'agisse du terrain à bâtir ou du prix des logements eux-mêmes, y compris la prime d'expropriation. Pour la grande majorité, il n'y a donc pas de coûts ou d'avantages supplémentaires.

Un certain nombre d'habitations sont touchées dans la sous-zone de Machelen, sur le côté extérieur du R0, dans l'alternative G3A1. Dans cette sous-zone, la route latérale se trouve à l'extérieur du R0 et se raccorde à la N21 (Haachtsesteenweg), où elle traverse directement le quartier résidentiel de la Felix Timmermanslaan et occuperait plus de 30 logements. La quasi-totalité des habitations touchées de la Blaironstraat ont été acquises et seront démolies dans un avenir proche, mais cela ne concerne pas une dizaine d'habitations touchées par la route latérale. Ce point est inclus dans les mesures d'atténuation du Projet de RIE du plan cycle 1. Cette

expropriation n'est pas encore incluse dans les coûts d'investissement et doit donc être évaluée de manière complémentaire.

Le calcul des coûts externes de l'expropriation n'est pas simple. Le coût de l'expropriation est plus élevé que le prix du marché du bien immobilier. Cette « surcompensation » est incluse parce qu'il s'agit d'expropriations obligatoires et que des frais supplémentaires doivent être engagés pour le règlement juridique, etc.

En Flandre, l'indemnité d'expropriation se compose de deux parties :

1. une indemnisation pour la perte de vos biens et autres droits commerciaux
 - une indemnisation de la valeur actuelle du bien
 - une indemnité de emploi
 - *facultatif*: indemnité pour perte de valeur en cas d'expropriation partielle
2. une indemnisation pour la perte de l'usage du bien
 - une indemnité à usage d'habitation
 - et/ou une indemnité pour usage professionnel
 - et/ou une indemnité pour usage agricole

Le prix moyen d'une habitation à Machelen en 2019 était de 285 000€ selon Statbel. Il convient d'ajouter à ce montant une indemnité d'expropriation de 20 %⁷⁰.

30 habitations sont touchées. Ainsi, le coût total pour cet aspect est de 10,26 millions d'euros la première année (2025) dans les alternatives G3A1.

Le résultat (valeur actuelle nette en 2020) est présenté dans la figure suivante.

⁷⁰Source : <https://www.tijd.be/netto/vastgoed/onteigeningsvergoeding-niet-meer-te-nemen-of-te-laten/9970549.html>

Figure 104 : Valeur actuelle nette de l'utilisation de l'espace par l'habitat, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



9.4.2 Qualité du logement

Les projets qui modifient l'environnement peuvent affecter les avantages de la qualité de l'habitat. Ce n'est évidemment le cas que lorsque les modifications sont proches des habitations, ou lorsque la vue depuis les habitations change.

Alternatives de plan

L'impact a été discuté dans le Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains. En voici une synthèse :

L'impact visuel du plan est lié, d'une part, aux modifications de l'infrastructure routière (élargissement ou rétrécissement de la route, compactage des intersections, construction de routes parallèles ou latérales, suppression de certaines liaisons, etc.) et, d'autre part, à l'aménagement des zones autour et à l'intérieur de l'infrastructure routière.

L'impact visuel de l'infrastructure routière sera également déterminé dans une large mesure par la portée et la conception des mesures visant à intégrer le paysage et à atténuer les effets négatifs sur l'air et le bruit. Ces mesures ne sont pas encore définies à ce stade et ne sont prises en compte dans l'analyse d'impact que dans la mesure où elles existent déjà (murs anti-bruit).

À l'échelle régionale, l'impact visuel du Ring reste important même dans l'état prévu. Bien que les complexes d'échange avec les autoroutes E40 ouest et est, A12 et E19 soient déclassés dans certaines alternatives/variantes et, à l'exception du nœud E19, rendus plus compacts dans toutes les alternatives, ils restent très grands. En dehors des nœuds, l'infrastructure routière s'élargit par rapport à la situation actuelle dans les alternatives "parallèle" et "latérale". Ce n'est que dans les

alternatives "légères" et les variantes avec une voie en moins que l'on observe localement un rétrécissement limité de la route, mais sans réduction substantielle de l'impact visuel du Ring.

En outre, la partie la plus frappante visuellement du R0, le viaduc de Vilvorde, ne sera pas physiquement affectée par le plan (une modification du tracé dans les alternatives de base prévoit cependant 2 x 4 bandes au lieu des 2 x 3 + accotements actuels).

Un effet positif significatif sur l'impact visuel est possible dans les zones où :

- L'infrastructure routière est encastrée, et encore plus lorsqu'elle est intégrée dans un tunnel (avec une fonction d'utilisation douce du sol au-dessus du tunnel, par exemple un parc ou des terrains de sport⁷¹) ;
- L'infrastructure routière est supprimée (certains bras de nœud lorsqu'ils sont déclassés ou des complexes d'entrées et de sorties entiers) ;
- L'infrastructure routière est nettement plus éloignée des habitations ou d'autres fonctions sensibles.

Les effets négatifs les plus importants sont logiquement à prévoir dans les zones où l'infrastructure routière est beaucoup plus proche des zones résidentielles et d'autres fonctions sensibles. Le déplacement d'une infrastructure par rapport à une activité commerciale ou à un grand espace ouvert (inhabité) a moins d'impact, tant positif que négatif, sur la perception, dans la mesure où il s'agit de déplacements limités ne dépassant pas quelques dizaines de mètres (dans le cas d'une activité commerciale, en raison de la sensibilité limitée à l'impact visuel, et dans le cas d'un espace ouvert, en raison de la grande échelle des zones en question).

Le tableau ci-dessous indique les scores d'impact respectifs pour le groupe d'effets perception de l'espace (impact visuel) par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Dans un certain nombre de sous-zones, l'évaluation est encore décomposée en sous-zones. Dans les sous-zones non mentionnées, les effets sont évalués comme non significatifs (score 0). Dans les sous-zones Groen Hart et Henneaulaan, l'évaluation par rapport à la situation de référence comprend un « gain rapide » (par rapport à la situation actuelle, les effets sont nettement plus positifs). Les variantes avec voie en moins ont les mêmes effets que les variantes de base.

Une synthèse de la discussion dans le Projet de RIE du plan cycle 1 a été ajoutée au tableau. Elle concerne l'impact visuel du Ring et de ses infrastructures sur son environnement, c'est-à-dire sur l'image depuis le paysage. L'image depuis le Ring y est fortement liée : plus l'impact visuel du Ring est important - en raison de son emplacement (fortement) élevé - plus la vue depuis le Ring sur le paysage environnant est de qualité. Toutefois, en termes d'évaluation, la vue depuis le paysage a la priorité sur la vue depuis le Ring, afin de minimiser la perturbation visuelle du paysage et des habitations causée par l'infrastructure routière.

Tableau 52 : Synthèse des scores d'impact pour la perception de l'espace par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	Discussion
Zellik Nœud E40	+1	+1	+1	sans objet	Dans cette sous-zone, il y a une différence considérable dans l'impact spatial et donc visuel du

⁷¹ Il est de toute manière interdit de construire des bâtiments au-dessus des tunnels.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	Discussion
(ouest) ASC N9 (ouest)	+1/+2	0	+1/+2		<p>plan entre le côté intérieur et extérieur du nœud Grand-Bigard. Du côté nord-ouest, une étroite bande tampon, comprenant la voirie existante, entre le nœud et la zone industrielle de Zellik, sera réaffectée en réserve naturelle. Du côté sud-ouest du nœud, la zone tampon, adjacente au parc du château de Grand-Bigard, sera réaffectée en zone d'espace ouvert mixte à valeur culturelle et historique.</p> <p>Les effets (positifs) les plus importants et les plus distinctifs au sein de la sous-zone Zellik sont liés à la suppression (dans G1A1 et les alternatives G3) ou à la transformation en échangeur en diamant (dans G1A2) du complexe de jonction N9 Zellik. Dans les alternatives « parallèles », cet ASC est également réaménagé, mais n'apporte aucun gain spatial ou visuel.</p>
Bois du Laerbeek	+2/+3	+2/+3	+2/+3	Long pont paysager : +3	<p>Dans cette sous-zone, le R0 traverse une zone d'espace ouvert ondulé ayant une valeur expérientielle élevée. Bien que le Ring actuel soit coupé de quelques mètres dans cette zone, les poids lourds dépassent le niveau du sol et constituent une perturbation visuelle importante du paysage. À cela s'ajoutent les nuisances sonores considérables causées par la circulation sur le Ring, qui ont un impact négatif sur la perception de la zone.</p> <p>Dans toutes les alternatives, le Ring est coupé beaucoup plus sévèrement dans l'état prévu, jusqu'à environ 8,5 m sous son niveau actuel et à plus de 10 m sous le niveau du sol adjacent. En conséquence, le R0 disparaît complètement en tant qu'élément perturbateur sur le plan visuel (les poids lourds seront également complètement protégés dans la situation prévue), et les nuisances sonores diminuent également considérablement grâce à l'emplacement plus profond (voir la discipline de bruit).</p> <p>La valeur expérientielle est encore accrue par la mise en place de deux larges ponts paysagers sur le R0 (selon les esquisses de conception, chacun d'entre eux mesure 80 à 100 m de long), qui relient les zones d'espace ouvert des deux côtés du Ring. Une variante d'exécution pour cette sous-zone prévoit même un long pont paysager de près de 500 m avec un aménagement vert.</p>
Wemmel-Jette Ouest (UZ Jette) Kon. Astridlaan Est (parking C)	+1 -1 +1/+2	+1 -1/-2 +1/+2	0 -1/-2 +1/+2	Tranchée ouverte : +1/+2 Tunnel : +2/+3	<p>L'impact le plus important dans la sous-zone de Wemmel-Jette est lié au réaménagement des bretelles d'entrée et de sortie, l'espace ainsi libéré se voyant attribuer une affectation/interprétation verte (parc, nature), ce qui a un effet positif sur la valeur du vécu.</p> <p>À l'ouest de Wemmel, en revanche, un nouvel échangeur en diamant est prévu à hauteur de l'UZ Jette. Dans l'alternative G3A1, on considère qu'il s'agit d'un statu quo en termes d'impact visuel ; dans toutes les autres alternatives, on constate un impact positif (limité).</p> <p>Du côté est de Wemmel, le complexe existant du parking C, avec sa grande boucle, sera supprimé. Cela permet à l'espace vert avec étang dans la boucle de se connecter physiquement à la zone d'espace ouvert adjacente, ce qui est positif en termes de valeur du vécu. Dans les alternatives « légère » et « parallèle », l'occupation de l'espace, et donc l'impact visuel du nouveau complexe, sont nettement inférieurs à ceux des deux complexes de raccordement existants. Dans les alternatives « latérales », il n'y a pas de nouveau complexe,</p>

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	Discussion
					<p>mais Wommel et Jette sont reliés au nœud A12 par la route latérale.</p> <p>Dans les variantes d'exécution avec R0 approfondi, le Ring à hauteur du nouveau complexe UZ Jette et la Limburg-Stirumlaan sera considérablement creusé (jusqu'à environ 15 m), sous forme de tranchée ouverte ou de tunnel. En ce qui concerne l'impact visuel et la valeur du vécu, il est évident que ces variantes obtiennent un score positif.</p>
A12 - Strombeek NO (Bever) SE (Strombeek)	+2 +1	0/+1 +1	+2 -1/-2	sans objet	<p>Dans toutes les alternatives, le « rond-point géant » existant du nœud Strombeek-Bever est remplacé par une configuration un peu plus compacte, dans laquelle les 4 coins des espaces résiduels, qui sont maintenant enfermés dans le rond-point, peuvent être reliés à la zone adjacente. L'affectation « zone tampon » sera convertie en zone naturelle ou en parc. L'impact du compactage du nœud et des nouvelles affectations d'espace ouvert sur l'impact visuel et la valeur du vécu diffère selon le « quadrant » et bien sûr selon l'alternative.</p> <p>Dans le quadrant SE, la voirie actuelle est très proche des zones résidentielles et du cimetière de Strombeek. Le compactage du nœud de l'A12 et le déplacement de la N276 créent une zone tampon supplémentaire qui, bien que petite (quelques dizaines de mètres seulement), semble essentielle pour accroître l'habitabilité des zones résidentielles. Cependant, cet effet positif ne s'applique pas à l'alternative G3A1, car dans celle-ci l'espace libéré (et plus) est occupé par la route latérale, qui se trouverait à quelques mètres des habitations les plus proches.</p>
Vilvorde	0	0	-1	sans objet	<p>Dans cette sous-zone, le Ring existant est visuellement protégé des deux côtés par un tampon vert. Par conséquent, les effets visuels des alternatives « légère » et « parallèle » sont négligeables. Dans l'alternative G3A1, les impacts visuels dans cette zone changent de manière significative. Dans G3A1, une route latérale (à chaque fois un sens de circulation) est prévue de part et d'autre du R0. Du côté nord, cette route aboutit à côté d'une habitation isolée. Du côté sud, la route latérale passe à environ 25 m de la zone résidentielle.</p>
E19 - Machelen	0	0	-2/-3	sans objet	<p>Dans l'alternative G2A1, le R0 est élargi par le système parallèle, mais cela n'a normalement pas d'impact visuel significatif sur le quartier de la Felix Timmermansstraat car le R0 est visuellement enfoncé et protégé par des rangées d'arbres et une haie, dans l'hypothèse logique où les voies supplémentaires peuvent être intégrées dans le talus existant. L'alternative G3A1 a toutefois un impact important - non seulement visuel (voir 9.4.1) - sur le quartier de la Timmermansstraat, car elle est coupée en deux par la route latérale destinée à rejoindre la N21 surélevée (Haachtsesteenweg).</p>
A201 - Groen Hart Diegem-Lo	0	0	-2	sans objet	<p>L'impact le plus important dans cette sous-zone provient du réaménagement du nœud A201 et de la déconnexion du R22 (Woluwelaan) du R0, qui sont toutefois déjà prévus en tant que « gains rapides » et font partie de la situation de référence.</p> <p>En ce qui concerne Diegem-Lo, les effets du plan ne sont pas significatifs par rapport à la situation de référence (la distance par rapport aux voiries reste à peu près la même), sauf dans l'alternative G3A1 où la route latérale se trouve presque sur le tracé du viaduc supprimé et où cette route est aussi</p>

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	Discussion
					partiellement surélevée parce qu'elle doit se connecter à l'A201 - un effet négatif.
Henneaulaan R22 Park Zaventem OR Lozenberg Bloemenveld	+2 +1/+2 0 0	+1/+2 +1 -1 -1	0 +1 0 -2	sans objet	<p>La Henneaulaan de l'ASC sera également préalablement réaménagée comme « gain rapide » et fait donc aussi partie de la situation de référence. Au sud de Henneaulaan, le R0 traverse une zone d'espace ouvert relativement grande (environ 900 x 500 m) entre Rijmelgem à l'ouest, Zaventem à l'est et la zone industrielle de Lozenberg au sud. Dans les alternatives G1A2 et G2A1, le deuxième bras de la R22 sera également supprimé, de sorte que la petite zone agricole au nord de Lozenberg sera physiquement reliée à la zone d'espace ouvert qui a déjà été élargie grâce au « gain rapide ». En revanche, dans l'alternative G3A1, alors que le bras est de la R22 serait supprimé, le bras ouest, qui avait été supprimé par le « gain rapide », est remplacé par une nouvelle route 2x2 reliant la R22 à la Henneaulaan, fragmentant à nouveau la zone d'espace ouvert.</p> <p>Du côté est du R0, toutes les alternatives ont un effet positif par rapport à la situation de référence (et certainement par rapport à la situation actuelle) en supprimant l'entrée et la sortie de la Henneaulaan vers le sud, de sorte que le parc adjacent de Zaventem avec son étang peut être étendu.</p> <p>Du côté ouest (terres arables ouvertes), la rangée d'arbres peut en principe être restaurée (déplacée), ce qui signifie que l'effet sur la valeur du vécu n'est pas significatif dans les alternatives G1A2 et G3A1 (élargissement très limité du Ring) et seulement légèrement négatif dans l'alternative G2A1 (bord de la route déplacé de 20 à 35 m vers l'ouest).</p> <p>Du côté est, l'accotement vert est limité à une dizaine de mètres dans le cas des alternatives « légères », et l'effet d'écran reste presque entièrement intact. Les alternatives « parallèles » nécessiteraient l'excavation d'environ 2/3 de l'accotement/tampon vert, mais il y a de la place pour un accotement vert plus étroit par rapport aux habitations du quartier de Bloemenveld. En revanche, dans les alternatives « latérales » G3A1, le tampon vert actuel se trouve entièrement dans la zone de l'infrastructure routière. Entre le R0 et la route latérale se trouve une bande d'environ 10 m où l'on peut créer une nouvelle zone tampon/un nouvel accotement qui fait écran entre le R0 lui-même et le Bloemenveld, mais entre la route latérale et les habitations, il n'y a pas de place (sans investir les jardins) pour une nouvelle zone tampon verte (suffisamment dense).</p>
E40 – Kraainem SO nœud E40 ASC Kraainem Route latérale	+1 +1 sans objet	+1 +1 sans objet	+1 +1 -2	sans objet	<p>Le nœud de Woluwé-Saint-Étienne (E40) est rendu plus compact dans toutes les alternatives, l'espace étant libéré aux quatre coins et réaffecté comme zone tampon (NO et NE), nature (SE) et espace ouvert mixte (SO), respectivement. Une certaine valeur ajoutée en ce qui concerne l'expérience du vécu est possible sur le côté sud-ouest du nœud, où la zone ouverte (restante) entre le centre du village de Kraainem, la E40 et le R0 peut être étendue d'environ 3 ha dans toutes les alternatives (effet positif limité).</p> <p>Dans toutes les alternatives, le complexe de la jonction de Kraainem sera réaménagé, avec un effet net positif limité.</p>

Évaluation

Vivre dans un environnement vert est généralement considéré comme plus attrayant que vivre dans un environnement gris, quel que soit le type de nature. La valeur ajoutée de la présence d'espaces verts se reflète dans le prix des logements. Cette valeur plus élevée est due à⁷² :

- a. une vue plus agréable depuis l'habitation ou le jardin (impact visuel) ;
- b. un environnement plus agréable pour les déplacements fonctionnels ;
- c. des possibilités plus nombreuses et de meilleure qualité pour les loisirs quotidiens et réguliers.

Cette valeur plus élevée se traduit par une volonté plus forte de payer pour vivre dans cet environnement et donc par des prix plus élevés pour l'achat ou la location de logements (maisons et appartements). Ce prix supplémentaire est un indicateur de ces avantages.

Étant donné que cette catégorie d'avantages recouvre en partie celle des loisirs, nous devons faire la distinction entre les augmentations de valeur pour les habitations avec vue sur les zones et les augmentations de valeur pour les autres logements. Les avantages pour le premier groupe sont largement liés à l'impact visuel et le chevauchement avec les loisirs est ici limité. Pour le second groupe, ce chevauchement est plus important.

Pour avoir une bonne idée de cette valeur ajoutée, deux éléments sont nécessaires :

- Le nombre de logements qui bénéficieront d'une qualité accrue à la suite du projet du plan. Il sera peut-être plus élevé dans les variantes avec un profil abaissé, et celles avec un long pont paysager.
- La valeur ajoutée (ou la moins-value éventuelle) par propriété.

Très peu de données sont disponibles pour ces deux aspects.

Nombre d'habitations

Le nombre d'habitations à proximité du R0-Nord a été déterminé à l'aide du SIG. Dans les 4 km du R0, et dans les zones résidentielles conformément aux plans de zonage, on compte 74 900 bâtiments en Flandre et 88 500 à Bruxelles. Le nombre de bâtiments dans une zone résidentielle n'est pas le même que le nombre de logements. Il peut y avoir des bâtiments dans une zone résidentielle qui ne sont pas des habitations, et il peut y avoir des habitations en dehors d'une zone résidentielle. Néanmoins, nous pensons qu'il s'agit d'une approximation raisonnable.

Le décalage de 4 km est peut-être trop important. Dans les études estimant une relation entre les prix de l'immobilier et la proximité d'un espace vert, l'effet positif le plus fort est constaté pour les logements ayant une vue directe sur un espace vert ou dans son voisinage immédiat (quelques centaines de mètres)⁷³. Cet effet peut être substantiel et se traduit par une valeur ajoutée. En

⁷² Broekx Steven, De Nocker Leo, Liekens Inge, Poelmans Lien, Staes Jan, Van der Biest Katrien, Meire Patrick, Verheyen Kris, « Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk », Étude menée pour : l'Agence de la Nature et des Forêts (ANB/IHD/11/03) par VITO, Universiteit Antwerpen et Universiteit Gent, 2013/RMA/R/87, novembre 2013

⁷³ Kroll, C.A.; Cray A.F., J.D. (2010). Hedonic Valuation of Residential Resource Efficiency Variables ; A Review of the Literature ; The Center for Resource Efficient Communities ; University of California, Berkeley ; 53 p.

outre, les études indiquent également qu'il existe des effets sur de plus longues distances et qu'un plus grand nombre d'espaces verts dans la commune entraîne en moyenne une valeur ajoutée des logements. Pour le recouvrement du R1 autour d'Anvers⁷⁴, une distance de 500 m a été utilisée. Dans cette étude, VEASP et PMV ont réalisé une analyse immobilière complète, qui n'est pas présentée ici. L'étude pour NATURA 2000⁷⁵ s'est intéressée à une zone encore plus petite : le nombre de logements situés à moins de 100 mètres d'un espace vert (pour les avantages visuels) et à moins de 300 mètres (pour tous les avantages).

Dans cette étude, nous supposons 1 km autour du R0. Nous prenons une distance suffisamment large pour 2 raisons. Premièrement, le Ring a un impact visuel qui peut aller au-delà de celui d'un espace vert. En outre, il serait préférable de créer un (petit) décalage autour d'une zone plus large, c'est-à-dire tous les principaux cours d'eau des communes, où une intégration paysagère des réseaux vert-bleu est prévue, ou aux endroits ayant une vue directe sur le R0.

Une estimation du nombre d'habitations dans un rayon de 1 km du R0-Nord est de 40 850 (1/4 des chiffres ci-dessus). Parmi celles-ci, seule une minorité est directement influencée par le R0 ou les réseaux vert-bleu. Nous supposons que 20% des habitations proches du R0 ont effectivement une vue sur le R0 ou un réseau vert-bleu.

Valeur ajoutée par habitation

Comme dans le chapitre précédent, nous supposons un prix moyen des logements dans la région. Le prix moyen d'une habitation à Machelen en 2019 était de 285 000€ selon Statbel.

Pour calculer la valeur ajoutée pour l'agrément de vie, le nombre de logements concernés par cet effet est multiplié par la valeur ajoutée par logement (% du prix d'achat moyen). La valeur ajoutée est normalement estimée par des études hédoniques, où l'on cherche à établir une relation statistique entre le prix d'achat d'un logement, les caractéristiques de ce logement et la proximité d'un espace vert (parc urbain, forêt, zone agricole). La majorité des études trouvent des effets significatifs entre 5% et 15% à courte distance (quelques centaines de mètres). Aucune étude spécifique n'est connue pour la Flandre, sur la base des valeurs immobilières et des données sur les espaces verts.

Ruijgrok (2006)⁷⁶ donne une appréciation de 5 à 14%, avec 9% comme valeur centrale, pour l'amélioration de l'agrément de vie par la présence d'espaces verts. VESPA et PMV ont utilisé un taux de 5 % de la valeur actuelle des propriétés résidentielles pour évaluer les effets sur la valeur des propriétés⁷⁷.

En raison de la nature incertaine de cette évaluation, le chiffre inférieur de 5 % a été inclus dans la présente ACAS.

⁷⁴ Au-delà du Ring. Livre 8 : Rapports d'évaluation sur l'habitabilité, ACAS, soutien et qualité spatiale.

⁷⁵ Broekx Steven, De Nocker Leo, Liekens Inge, Poelmans Lien, Staes Jan, Van der Biest Katrien, Meire Patrick, Verheyen Kris, « Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000-netwerk », Étude menée pour : l'Agence de la Nature et des Forêts (ANB/IHD/11/03) par VITO, Universiteit Antwerpen et Universiteit Gent, 2013/RMA/R/87, novembre 2013

⁷⁶ Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok, Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's, 2006

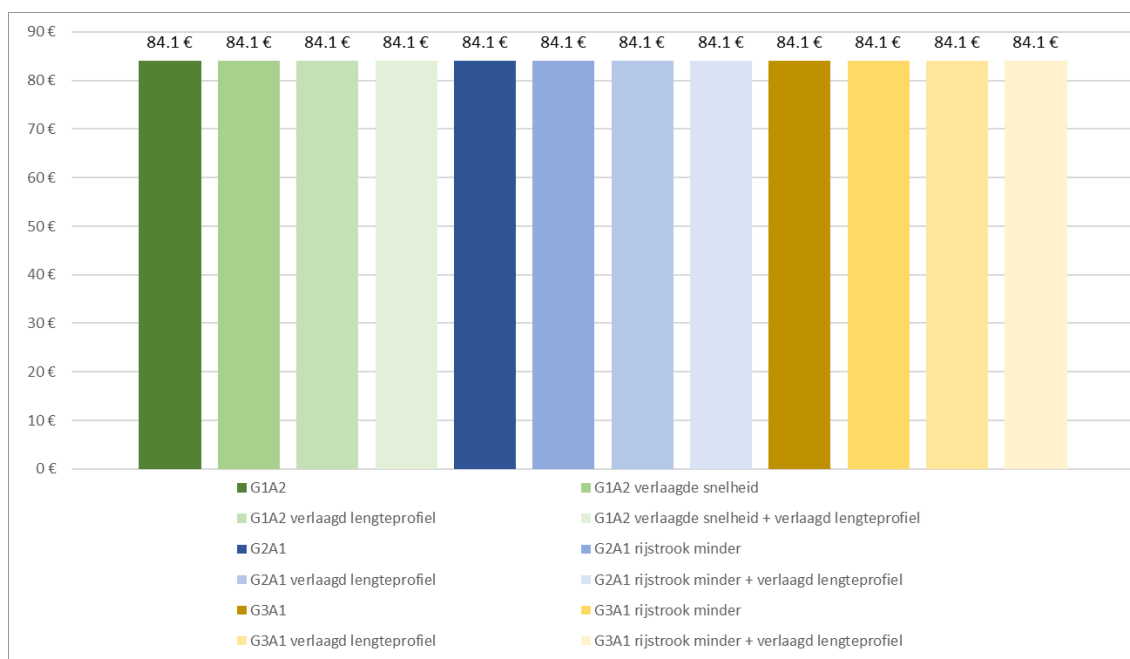
⁷⁷ Au-delà du Ring. Livre 8 : Rapports d'évaluation sur l'habitabilité, ACAS, soutien et qualité spatiale.

Résultat

Au total, les bénéfices de l'amélioration de la qualité du logement s'élèvent à 116,4 millions d'euros. Ces avantages se produisent une fois en 2030. Dans cette approche, nous supposons que les différences entre les alternatives et les variantes de plan ne sont pas normatives. En réalité, la solution la mieux notée, G1A2, dans le Projet de RIE du plan cycle 1 aura des avantages légèrement supérieurs et G3A1 des avantages inférieurs. Le score sera peut-être légèrement plus élevé dans les variantes avec un profil abaissé, et celles avec un long pont paysager.

Le résultat (valeur actuelle nette en 2020) est présenté dans la figure suivante. Notez que les effets sur la proximité d'un parc (loisirs) (9.5), les améliorations de l'accessibilité (5), la qualité de l'air (8.2) et les nuisances sonores (8.8) sont déjà inclus dans d'autres sections.

Figure 105 : Valeur actuelle nette de la qualité de l'espace par l'habitat, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



Remarquons également qu'un double comptage des avantages sur ce point est possible.

- Étant donné que pour les zones résidentielles, nous incluons les habitations plus éloignées lorsque nous additionnons les avantages, le chevauchement avec les loisirs (voir 9.5) est possible.
- Un chevauchement limité est possible entre les nuisances sonores (voir 8.8) et la qualité du cadre de vie. Une vue sur les espaces verts dans la zone résidentielle augmente le prix des logements, mais cela peut aussi se produire indirectement par une réduction des nuisances sonores.

9.5 Fonction loisirs

Les loisirs sont évalués sur la base du nombre de visites d'espaces verts et d'un prix moyen par visite. Le nombre de visites dépend des facteurs suivants : le nombre de résidents dans un certain rayon de l'espace vert, leur distance par rapport à l'espace vert, la taille de l'espace vert, l'attrait de l'espace vert et l'accessibilité de l'espace vert.

Le projet de plan rendra les espaces verts attrayants en créant des réseaux vert-bleu et en améliorant la structure du paysage, l'aspect du paysage et l'impact visuel.

9.5.1 Alternatives

Alternative de base

La zone du R0 peut être, en termes de paysage, différenciée en 3 grandes entités. La structure morphologique du paysage est plus vaste et plus ouverte au nord du R0 dans la zone de Wemmel et de Vilvorde. De nombreux espaces, terrains et champs ouverts (zones arables) se trouvent encore entre les zones bâties. Au sud du R0, la zone de Wemmel et Vilvorde est fortement urbanisée, mais contient encore d'importants fragments de paysage. La zone de Zaventem est une zone fortement urbanisée avec, en dessous, des vestiges très fragmentés de la vallée de la Woluwe et quelques vestiges de terres agricoles et de champs. Une distinction morphologique peut donc être faite entre le nord-ouest (plus vaste et ouvert), le sud-ouest (fragments et parcs importants) et l'est (fragmenté).

Globalement, on peut affirmer que l'espace ouvert domine dans la partie ouest de la zone de plan, et que l'espace plus urbain domine dans la partie est.

En raison de sa largeur (minimum d'environ 40 m) et ses nombreux jonctions et complexes de raccordement, le R0 a un impact visuel considérable sur toute sa longueur. Tant l'adaptation d'un profil longitudinal approprié que le croisement dénivelé d'axes existants ont fait en sorte que presque aucune partie du R0 ne se trouve au même niveau que le sol environnant (qui est parfois nettement plus élevé d'un côté du R0 que de l'autre), mais est surélevée ou approfondie.

Les cours d'eau qui traversent le R0 ne sont souvent pas visibles, sont resserrés ou présents de manière fragmentée.

Laarbeekbos - bestaande toestand

Alternatives de plan

Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie, la **modification de la structure du paysage** a été examinée plus en détail : suppression ou perturbation d'éléments, d'unités et de processus géomorphologiques, détérioration, destruction et découpage d'éléments du paysage, perturbation/altération écologique du paysage.

Une évaluation globalement positive a été donnée. Les détails sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 53 : Synthèse des scores d'impact pour la structure paysagère par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie.

	G1A2	G2A1	G3A1	G2A1_RS	G3A1_RS
Zone Wemmel - Zellik	0 (-) augmentation de l'effet de barrière entre l'échangeur de Grand-Bigard et la N9 (+) parkway vers Bruxelles ; échangeur plus compact Grand-Bigard, échangeur plus compact N9 (Zellik)	0 (-) augmentation de l'effet de barrière entre l'échangeur de Grand-Bigard et la N9, pas de parkway vers Bruxelles (+) déconnexion de la N9, mais gain d'espace moindre en raison de la connexion à une structure parallèle	0 (-) augmentation de l'effet de barrière entre l'échangeur de Grand-Bigard et la N9, mais moindre par rapport aux alternatives avec route parallèle (+) parkway vers Bruxelles, déconnexion de la N9, mais gain d'espace moindre en raison de la liaison avec la route latérale, nœud de Grand-Bigard plus compact	0 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée. Effet barrière légèrement réduit, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation.	0 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée
Zone Wemmel-Bois du Laarbeek	0/-1 (-) Impact sur la structure verte en raison de l'expansion de	-1 (-) occupation de l'espace et effet de barrière supplémentaires	-1 (-) augmentation de l'effet de barrière due à la construction d'une	-1 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée. Effet	-1 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée. Effet

	l'infrastructure autoroutière, bien que principalement du côté du Ring extérieur	due à la structure parallèle (considérablement plus important que dans le groupe des alternatives « légères »).	route latérale, similaire à G2A1 (-) impact du réaménagement du complexe de raccordement avec la N290	barrière légèrement réduite, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation :	barrière légèrement réduite, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation.
Zone Wemmel-Bois du Laerbeek ABAISSÉ	Variante pont paysager large : +2 Variante écoduc : 0/+1 à +1 Augmentation significative de l'impact sur la structure du paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert.	Variante pont paysager large : +2 Variante écoduc : 0/+1 à +1 Augmentation significative de l'impact sur la structure du paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert.	Variante pont paysager large : +2 Variante écoduc : 0/+1 à +1 Augmentation significative de l'impact sur la structure du paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert.		
Zone Wemmel - Jette	0 (-) préservation et renforcement du paysage fragmenté, préservation de l'effet de barrière (+) un aménagement plus compact des nœuds offre un potentiel de verdissement, agricole et de restauration du paysage.	0 (-) préservation et renforcement du paysage fragmenté, préservation de l'effet de barrière (+) un aménagement plus compact des complexes de raccordement offre un potentiel de verdissement, agricole et de restauration du paysage, mais nécessite une occupation de l'espace plus importante que dans les alternatives « légères ».	-1 (-) préservation et renforcement du paysage fragmenté, préservation de l'effet de barrière, occupation de l'espace ouvert/de la zone agricole non perturbés actuels (+) exécution compacte des complexes présentant un potentiel de restauration du paysage	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation.	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation.
Zone Wemmel - Jette ABAISSÉ	+2 (dans le cas d'un pont paysager) +1 (dans le cas d'une série de ponts paysagers) (+) disparition de l'effet barrière, création d'une unité paysagère	+2 (dans le cas d'un pont paysager) +1 (dans le cas d'une série de ponts paysagers) (+) disparition de l'effet barrière, création d'une unité paysagère	+2 (dans le cas d'un pont paysager) +1 (dans le cas d'une série de ponts paysagers) (+) disparition de l'effet barrière, création d'une unité paysagère		
Zone de Wemmel - Strombeek-Bever A12	+1 (-) préservation du paysage fragmenté, préservation de l'effet de barrière (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement, le bras vers Bruxelles étant aménagé en boulevard urbain.	0/+1 (-) maintien du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière grâce aux routes parallèles (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement	0/+1 (-) maintien du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière grâce aux routes latérales (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone de Vilvorde	0/+1 (-) préservation du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière	0/+1 (-) préservation du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière	0/-1 (-) maintien du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière	0/+1 (-) préservation du paysage fragmenté, préservation et renforcement de l'effet de barrière	0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager,

	(-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités d'aménagement paysager, eau libre Tangebeek	(-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités d'aménagement paysager, eau libre Tangebeek	grâce aux routes latérales (-) infrastructure ferroviaire (-) arrachage de la végétation sur les accotements (0) déjà dominée par la structure de l'autoroute	(-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités d'aménagement paysager, eau libre Tangebeek	mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Machelen-E19	0 (-) occupation limitée de l'espace au niveau de l'infrastructure du Ring à l'est, mais négligeable (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable	-1 (-) consolidation et renforcement de l'effet de barrière au sud-est du nœud, plus que dans l'alternative « légère ». (-) adaptation de la topographie (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable	-1 (-) préservation et renforcement du paysage fragmenté (-) préservation et renforcement de l'effet de barrière grâce à la route latérale (-) adaptation de la topographie (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Groen Hart (A201)	+1 (-) consolidation de l'effet barrière de l'autoroute (+) gain d'espace dans l'échangeur lui-même et au niveau de l'infrastructure du Ring (+) ouverture partielle de la Woluwe	+1 (-) perpétuation de l'effet barrière de l'autoroute (+) gain d'espace dans l'échangeur lui-même (+) ouverture partielle de la Woluwe	0/+1 (-) consolidation de l'effet barrière de l'autoroute (+) gain d'espace dans l'échangeur lui-même, mais plus limité par rapport aux alternatives « légère » et « parallèle », ce qui entraîne une plus grande fragmentation. (+) ouverture partielle de la Woluwe	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation
Zone Zaventem - Henneaulaan	+1 (-) consolidation et renforcement de l'effet barrière de l'autoroute au nord de l'H. Henneaulaan, arrachage de la végétation sur les accotements (-) consolidation de l'occupation de l'espace par l'autoroute au sud de l'H. Henneaulaan (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe	+1 (-) consolidation de l'effet de barrière de l'autoroute, mais l'occupation de l'espace reste plus ou moins la même (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe, mais plus limitée que dans le groupe d'alternatives « légères ».	+1 (-) perpétuation de l'effet de barrière de l'autoroute, mais l'occupation des sols reste plus ou moins la même (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe, mais plus limitée que dans le groupe d'alternatives « légères ».	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Kraainem/E40	0 à +1 Zone échangeur (+1) (-) consolidation et renforcement limité de l'effet barrière	0 à +1 Zone échangeur (+1) (-) consolidation et renforcement de l'effet barrière de	0 Zone échangeur (0) (-) consolidation et renforcement de l'effet barrière de l'autoroute	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager,	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager,

	de l'autoroute (+) exécution plus compacte de l'échangeur Zone ouest (0) (-) déplacement et augmentation limitée de l'occupation de l'espace (0) zone déjà fragmentée	l'autoroute (-) disparition d'une rangée d'arbres flanquante (+) exécution plus compacte de l'échangeur, mais moins compacte que dans l'alternative « légère ». Zone ouest (0) Identique à G1A2	(-) disparition de l'accotement vert (+) exécution plus compacte de l'échangeur, mais moins compacte que dans l'alternative « légère ». Zone ouest (0) Identique à G1A2	mais pas de changement dans l'évaluation.	mais pas de changement dans l'évaluation.
--	---	---	---	---	---

La **qualité et la valeur d'usage des paysages** s'améliorent également. La perturbation visuelle (modification de l'aspect du paysage, de la vue ou du caractère du paysage) diminue. La mesure dans laquelle le R0 est caché ou non de l'environnement joue un rôle à cet égard.

Une évaluation globalement positive a été donnée. Les détails sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 54 : Synthèse des scores d'impact pour le paysage par sous-zone, alternative et variante. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie.

	G1A2	G2A1	G3A1	G2A1_RS	G3A1_RS
Zone Wemmel - Zellik	+1 (+) boulevard urbain vers Bruxelles ; échangeur plus compact Grand-Bigard, échangeur plus compact N9 (Zellik)	0/+1 (-) pas de parkway vers Bruxelles (+) déconnexion de la N9, mais gain d'espace limité en raison de la connexion à une structure parallèle	+1 (+) occupation de l'espace plus limitée à hauteur du raccordement de la N9 ; nœud de Grand-Bigard plus compact ; parkway vers Bruxelles.	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de nature à exiger un changement d'évaluation	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de nature à exiger un changement d'évaluation
Zone Wemmel-Bois du Laerbeek	+1 (+) profil longitudinal abaissé (+) connexions paysagères (-) impact limité en raison de l'adaptation du complexe de raccordement du bowling	+1 (+) profil longitudinal abaissé (+) connexions paysagères (-) impact limité en raison de l'adaptation du complexe de raccordement du bowling	+1 (+) profil longitudinal abaissé (+) connexions paysagères	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de changement significatif dans l'évaluation de l'impact sur l'aspect du paysage.	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de changement significatif dans l'évaluation de l'impact sur l'aspect du paysage.
Zone Wemmel-Bois du Laerbeek ABAISSÉ	Pont paysager large : +2 Ecoducts : +1 (+) augmentation significative de l'impact (local) sur le paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert à hauteur du bois du Laerbeek.	Pont paysager large : +2 Ecoducts : +1 (+) augmentation significative de l'impact (local) sur le paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert à hauteur du bois du Laerbeek.	Pont paysager large : +2 Ecoducts : +1 (+) augmentation significative de l'impact (local) sur le paysage dans le cas d'une utilisation de qualité de l'espace vert à hauteur du bois du Laerbeek.		
Zone Wemmel - Jette	0 (-) disparition de certaines parties du tampon vert, intégration	0 (-) disparition de certaines parties du tampon vert, intégration	0/-1 (-) disparition de certaines parties du tampon vert, intégration	+1 à +2 (+) disparition (partielle) de la valeur visuelle limitée de	+1 à +2 (+) disparition (partielle) de la valeur visuelle limitée de

	paysagère pas possible partout (+) un aménagement plus compact des nœuds offre un potentiel d'intégration paysagère	paysagère pas possible partout (+) un aménagement plus compact des nœuds offre un potentiel d'intégration paysagère	paysagère pas possible partout, implantation du complexe N290 dans une zone forestière/agricole relativement intacte (+) un aménagement plus compact du nœud du parking C offre un potentiel d'intégration paysagère, l'infrastructure autoroutière à grande échelle est partiellement remplacée par des routes à la topographie locale.	l'autoroute, création d'une entité paysagère et potentiel d'utilisation qualitative	l'autoroute, création d'une entité paysagère et potentiel d'utilisation qualitative
Zone Wemmel - Jette ABAISSÉ	+1 à +2 (+) disparition (partielle) de la valeur visuelle limitée de l'autoroute, création d'une entité paysagère et potentiel d'utilisation qualitative	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée avec plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée avec plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.		
Zone de Wemmel - Strombeek-Bever A12	+1 dominance de l'infrastructure paysagère actuelle (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel d'espaces ouverts et de verdissement, le bras vers Bruxelles étant aménagé en boulevard urbain, liaisons écologiques	0/+1 (0) dominance de l'infrastructure paysagère actuelle (-) occupation supplémentaire de l'espace due aux voies parallèles (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel d'espaces ouverts et de liaisons écologiques vertes (toutefois plus limités que dans l'alternative « légère »)	0/+1 (0) dominance de l'infrastructure paysagère actuelle (-) occupation supplémentaire de l'espace due à la route latérale (l'effet est cependant limité par la configuration en tant que route locale). (+) la disposition plus compacte de l'échangeur offre un potentiel d'espaces ouverts et de liaisons écologiques vertes (toutefois plus limités que dans l'alternative « légère »)	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et potentiellement plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et potentiellement plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone de Vilvorde	0 (0) déjà dominée par l'infrastructure autoroutière et les zones tampon vertes (-) occupation de l'espace plus grande limitée de l'infrastructure du Ring (-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées	0 (0) déjà dominée par l'infrastructure autoroutière et les zones tampon vertes (-) occupation de l'espace plus grande limitée de l'infrastructure du Ring (-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées	-2 (-) disparition de la végétation des accotements, rendant l'infrastructure autoroutière très visible (-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités	0 (0) déjà dominée par l'infrastructure autoroutière et les zones tampon vertes (-) occupation de l'espace plus grande limitée de l'infrastructure du Ring (-) infrastructure ferroviaire (+) l'aménagement plus compact du complexe d'entrées	-2 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et potentiellement plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.

	et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités pour la nature	et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités pour la nature	pour la nature (gain d'espace toutefois plus limité par rapport aux alternatives « parallèle » et « légère ») (+) configuration en tant que route locale	et de sorties de la Sint-Annalaan offre des possibilités pour la nature	
Zone Zaventem - Machelen-E19	0/+1 (-) occupation limitée de l'espace à hauteur de l'infrastructure du Ring au nord et au sud-est du nœud, mais négligeable (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable (0) des liaisons écologiques qui « adoucissent » le paysage.	-1 (-) occupation de l'espace supplémentaire par les routes parallèles (-) topographie modifiée (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable (0) des liaisons écologiques qui « adoucissent » le paysage.	-1 (-) occupation de l'espace supplémentaire par la route latérale (-) topographie modifiée (+) gain d'espace limité dans l'échangeur lui-même, mais négligeable (0) des liaisons écologiques qui « adoucissent » le paysage.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et effet barrière paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Groen Hart (A201)	+1/+2 (+) gain d'espace au profit de la végétation et de l'aménagement paysager (+) ouverture partielle de la Woluwe (+) liaisons écologiques	+1/+2 (+) gain d'espace au profit de la végétation et de l'aménagement paysager, mais légèrement plus limité par rapport aux solutions « légères ». (+) ouverture partielle de la Woluwe (+) liaisons écologiques	+1 (+) gain d'espace au profit de la végétation et de l'aménagement paysager, mais légèrement plus limité par rapport aux alternatives « légère » et « parallèle » (+) ouverture partielle de la Woluwe (+) liaisons écologiques	+1/+2 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Sous-zone Zaventem - Henneaulaan	0 (-) perte de la végétation de l'accotement au nord de l'H. Henneaulaan (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe	0 l'occupation du sol reste pratiquement la même (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe, mais plus limitée que dans le groupe d'alternatives « légères ».	0/+1 l'occupation du sol reste pratiquement la même (+) restauration de la vallée historique du ruisseau de la Woluwe, mais plus limitée que dans le groupe d'alternatives « légères ».	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	0/+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Kraainem/E40	0/+1 à 0/-1 Zone échangeur (0/+1) (+) l'exécution plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement et d'aménagement paysager (+) liaisons (écologiques) supplémentaires diverses zones vertes déjà	0/-1 Zone échangeur (0/-1) (-) occupation supplémentaire de l'espace due aux routes parallèles (+) l'exécution plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement et d'aménagement paysager, mais moins compacte	0 à 0/-1 Zone échangeur (0) (-) occupation supplémentaire de l'espace due à la route latérale (+) l'exécution plus compacte de l'échangeur offre un potentiel de verdissement et d'aménagement paysager, mais moins compacte que dans	0 à 0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.	0 à 0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'aménagement paysager, mais pas de changement dans l'évaluation.

présentes Zone ouest (0/-1) (-) déplacement et augmentation limitée de l'occupation de l'espace et fragmentation d'espace vert (0) zone déjà fragmentée	que dans l'alternative « légère ». (+) liaisons (écologiques) supplémentaires Zone ouest (0/-1) (-) déplacement et augmentation limitée de l'occupation de l'espace et fragmentation d'espace vert (0) zone déjà fragmentée	l'alternative « légère » (+) liaisons (écologiques) supplémentaires Zone ouest (0/-1) (-) déplacement et augmentation limitée de l'occupation de l'espace et fragmentation d'espace vert (0) zone déjà fragmentée		
---	---	---	--	--

L'impact visuel du RO a également été analysé dans le Projet de RIE du plan cycle 1. Il est lié, d'une part, aux modifications de l'infrastructure routière (élargissement ou rétrécissement de la route, compactage des intersections, construction de routes parallèles ou latérales, suppression de certaines liaisons, etc.) et, d'autre part, à l'aménagement des zones autour et à l'intérieur de l'infrastructure routière.

Un effet positif significatif sur l'impact visuel est possible dans les zones où :

- L'infrastructure routière est encastrée, et encore plus lorsqu'elle est intégrée dans un tunnel (avec une fonction d'utilisation douce du sol au-dessus du tunnel, par exemple un parc) ;
- L'infrastructure routière est supprimée (certains bras de nœud lorsqu'ils sont déclassés ou des complexes d'entrées et de sorties) ;
- L'infrastructure routière est nettement plus éloignée des habitations ou d'autres fonctions sensibles.

Les effets négatifs les plus importants sont logiquement à prévoir dans les zones où l'infrastructure routière est beaucoup plus proche des zones résidentielles et d'autres fonctions sensibles.

La **fonction loisirs et des espaces verts accessibles** a été examinée dans le Projet de RIE du plan cycle 1 : discipline des aspects humains et spatiaux. Pour les détails de l'impact spécifique par sous-zone, veuillez vous y référer. Le tableau ci-dessous indique les scores d'impact respectifs pour la fonction loisirs par sous-zone, alternative et variante d'exécution.

Les effets sur la fonction loisirs des espaces verts sont largement similaires aux effets sur le changement d'écotope. Une augmentation des espaces verts, ou de leur qualité, a un effet positif. Ce n'est qu'au niveau du bois du Laerbeek qu'un léger effet négatif est attendu selon le RIE du plan.

Tableau 55 : Synthèse des scores d'impact pour la fonction loisirs par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux et humains.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
Zellik	+2	+1	+2	sans objet	+1	+2
Bois du Laerbeek	0/-1	-1	0/-1	sans objet	-1	0/-1

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
Wemmel-Jette	+1	+1	+1	+1	+1	+1
A12 - Strombeek	+2	+1	+2	sans objet	+1	+2
Vilvorde	0	0	0	sans objet	0	0
E19 - Machelen	0	0	0	sans objet	0	0
A201 - Groen Hart	+2	+2	+1/+2	sans objet	+2	+1/+2
Henneaulaan	+1/+2	+1/+2	+1/+2	sans objet	+1/+2	+1/+2
E40 - Kraainem	+1/+2	+1	+1	sans objet	+1	+1

En conclusion, les effets sur les réseaux de loisirs, de paysages et d'espaces vert-bleu sont généralement (très) positifs.

9.5.2 **Évaluation**

L'un des principaux services rendus par les espaces verts, les paysages et les réseaux vert-bleu accessibles sont les loisirs et le tourisme. Les visites d'une journée maximum sont considérées comme des loisirs et les visites avec au moins une nuitée comme du tourisme. Compte tenu de la nature du plan, il s'agit presque exclusivement de loisirs. Les loisirs dans les espaces verts urbains couvrent un large éventail d'activités, dont la fréquence (quotidienne à exceptionnelle), les motifs récréatifs, les espaces verts visités et les distances varient. Outre des activités spécifiques orientées vers la nature (observation des oiseaux, étude de la nature, etc.), ils comprennent également les loisirs dits doux et informels (marche et vélo) et des activités spécifiques telles que le jeu, la course à pied, le VTT, etc. En raison de cette diversité, il n'est pas facile d'évaluer les visites d'espaces verts.

Nous évaluons donc les améliorations apportées au paysage et aux réseaux vert-bleu en fonction de leur potentiel d'attraction des amateurs de loisirs. Pour ce faire, nous devons estimer le nombre de visiteurs qui viendront, d'une part, et la valeur que leur visite leur apportera, d'autre part. Les visiteurs sont ici définis au sens large : passants, usagers récréatifs, joggeurs, etc.

L'évaluation monétaire est obtenue en multipliant le nombre de visites estimées (quantification) par une valeur par visite. Pour estimer les avantages sociaux des loisirs, nous examinons la prospérité et le bien-être supplémentaires de l'utilisateur récréatif par visite.

La valeur économique des loisirs est un indicateur des avantages (gains de bien-être) que les gens retirent de la visite d'un espace vert ouvert, et elle reflète les raisons de la visite (par exemple, le repos mental et la relaxation, une activité physique et un défi, une expérience de la nature).

Visites par habitant

Le nombre de déplacements par personne et par jour est calculé par motif de déplacement dans l'Étude sur le comportement en matière de déplacement en Flandre (ECMD 4.5). L'ECMD distingue les motifs suivants, avec leur fréquence moyenne de ces déplacements par jour.

Tableau 56 : Nombre de déplacements par motif et par personne par jour. Source : ECMD 4.5

motief	aantal/dag	freq.
Winkelen, boodschappen doen	0.61	22.14%
Werken	0.45	16.12%
Natuur, sport, cultuur	0.36	13.19%
Onderwijs volgen	0.36	13.11%
Iemand een bezoek brengen	0.33	11.86%
Wandelen, rondrijden, joggen	0.18	6.47%
Zakelijke verplaatsing	0.13	4.75%
Diensten (dokter, bank...)	0.12	4.23%
Iets/iemand wegbrengen/afhalen	0.11	4.00%
Iets anders	0.09	3.27%
Geen antwoord	0.02	0.84%
Totaal	2.76	100.00%

« La nature, le sport et la culture » sont une catégorie de l'ECMD. Nous les avons ensuite divisés en un tiers chacun du total (culture, sport et nature obtiennent chacun 33,3%) parce que nous nous attendons à ce que la fréquence des déplacements soit plus ou moins la même et que des chiffres statistiques ne sont pas disponibles. La sous-catégorie « nature » est ensuite divisée à parts égales entre les installations relatives aux « espaces verts accessibles » et aux « domaines provinciaux et réserves naturelles », qui se voient chacune attribuer 16,7%. De même, 16,7 % de la catégorie « Marche, vélo, jogging » peuvent être attribués aux « espaces verts accessibles ». En conclusion, on peut affirmer que chaque Flamand effectue 16,7% de 0,36+0,18, soit 0,09 déplacement vers un espace vert accessible par jour. Cela représente 33 déplacements par personne et par an.

Ce nombre correspond au chiffre mentionné dans l'explorateur de valeurs naturelles⁷⁸ : 35 visites d'espaces verts accessibles par habitant et par an (Flandre).

Aucun chiffre n'est disponible pour les Bruxellois, mais nous supposons qu'ils effectuent autant de déplacements vers des espaces verts accessibles que les Flamands.

Visites par hectare

À partir du **Moniteur flamand des communes et des villes**⁷⁹, nous pouvons déduire la surface des espaces verts accessibles en Flandre. Une distinction est faite entre 6 niveaux comme le montre le tableau ci-dessous.

⁷⁸ Liekens Inge, Smeets Nele, Staes Jan, Van der Biest Katrien, De Nocker Leo, Broekx Steven (2013). Waardering van ecosysteemdiensten, een handleiding. Étude commandée par le LNE, département de la politique de l'environnement, de la nature et de l'énergie. Version numérique mars 2018

⁷⁹ <https://gemeente-en-stadsmonitor.vlaanderen.be/groen-in-de-buurt>

Tableau 57 : Critères de distance et surface pour différents domaines fonctionnels. Source : Moniteur flamand des communes et des villes

Functieniveau	Maximum afstand	Minimumareaal
Woongroen	< 150 m	
Buurtgroen	< 400 m	> 1 ha
Wijkgroen	< 800 m	> 10 ha (park: > 5 ha)
Stadsdeelgroen	< 1.600 m	> 30 ha (park: > 10 ha)
Stadsgroen	< 3.200 m	> 60 ha
Stadsgroen (stadsbos)	< 5.000 m	> 200 ha

Nous considérons le niveau de vert de quartier comme élément représentatif de l'environnement du R0. Le vert de quartier est défini comme un espace vert d'une superficie minimale de 10 ha.

La Flandre compte 286 559 hectares d'espaces verts de quartier (2016). Il existe un tableau pour chaque commune. Le nombre d'habitants de la Flandre vivant à une distance maximale de 800 m d'espaces verts de quartier est de 4 281 959.

Si l'on suppose que ces résidents effectuent effectivement la totalité de leurs 33 déplacements par an vers des espaces verts de quartier, cela représente 491 visiteurs par an et par hectare d'espace vert de quartier.

Si nous analysons plus en détail les 7 communes flamandes autour du R0-Nord (Asse, Grimbergen, Kraainem, Machelen, Vilvorde, Wemmel, Zaventem), nous constatons que dans ces communes, 2641 ha d'espaces verts de quartier sont disponibles, et que 109 996 habitants vivent de manière suffisamment dense. Cela représente 1 368 visiteurs par an. La zone autour du R0 a une population plus dense pour moins d'espaces verts.

La **Région de Bruxelles-Capitale** compte plus de 8 000 hectares d'espaces verts⁸⁰ : parcs, forêts, Forêt de Soignes, cimetières, terrains de sport, etc. En supposant que chacun des 1,209 million d'habitants visite un espace vert 0,09 fois par jour ou 33 fois par an, comme en Flandre, cela représente 4 964 visiteurs par an et par hectare d'espace vert accessible.

Le nombre de visiteurs dans certains (grands) parcs et zones naturelles :

- Le jardin botanique de Meise⁸¹ s'étend sur 92 ha et attire 100 000 visiteurs par an (qui paient 7€ l'entrée pour un adulte). Cela représente 1, 087 visiteur par an et par hectare.
- Le parc du château d'Enghien⁸² (Hainaut) a une superficie de 180ha et attire 193 000 visiteurs par an (qui paient 3€ l'entrée pour un adulte). Cela représente 1, 072 visiteur par an et par hectare.
- Forêt de Soignes : 855 000 visites dans la partie flamande (= 57% du total des visites de 1,5 million) (source ANB) (= 320 visites/ha)
- La forêt de Meerdaal, le bois d'Heverlee et le bois d'Egenhoven accueillent plus de 750 000 visiteurs par an (source ANB) (= 365 visites/ha).
- La réserve naturelle De Liereman à Turnhout (520 ha) accueille quelque 80 000 visiteurs par an, soit 180 visiteurs par ha.

⁸⁰ https://be.brussels/culture-tourisme-loisirs/parcs-espaces-verts?set_language=fr

⁸¹ <https://www.plantentuinmeise.be/fr/>

⁸² <https://editiepajot.com/regios/40/articles/57260>

- Le nombre de visites dans le parc national de la Haute Campine est de 724 359 (2010), soit environ 145 visites/ha. En 2005, le nombre de visiteurs était de 550. 000.
- Pour le Kluisbos à Klusibergen (300 ha), ANB estime le nombre de visiteurs à 300 000 ou 1 000/ha.

L'analyse ci-dessus montre qu'il est difficile d'estimer le nombre de visiteurs ou d'utilisateurs récréatifs que les espaces verts accessibles dans et autour du R0 attireront. Les valeurs sont très éloignées.

Avec un profil moyen de 2/3 de visiteurs des 7 communes flamandes périphériques et 1/3 des 19 communes bruxelloises, on arrive à 2 023 visiteurs par an et par hectare. Cela semble plausible compte tenu de la localisation dans une zone densément peuplée, et compte tenu de la valeur du réaménagement (paysage, réseaux vert-bleu, etc.).

Nombre d'hectares d'espaces verts accessibles

Des espaces verts supplémentaires peuvent être réalisés de 3 façons :

- Végétation supplémentaire autour du R0
- Végétation supplémentaire grâce à la compensation de la nature/des forêts
- Amélioration de l'accessibilité des espaces verts grâce à la défragmentation

Nous supposons (de manière optimiste) que dans l'alternative de base, aucune des zones vertes (368 ha) autour du R0 ne sera accessible, alors que dans les alternatives de plan, la moitié le sera. Il s'agit peut-être d'une surestimation.

La compensation de la nature/forêt fournira un espace vert supplémentaire. On peut l'estimer, mais on ignore où la compensation sera effectuée, peut-être en partie à proximité du R0 et en partie à l'extérieur. Il est également impossible de déterminer le pourcentage d'espaces verts supplémentaires qui seront aussi des espaces verts accessibles. Pour les besoins de l'ACAS, l'emplacement dans ou en dehors de la zone du plan n'est pas pertinent, mais l'évaluation est liée à l'emplacement. Par exemple, un espace vert accessible supplémentaire dans un environnement urbain reçoit une note plus élevée. Cet espace vert supplémentaire n'est pas pris en considération. Il s'agit d'une sous-estimation.

Il est également possible d'étudier si l'on peut s'attendre à un effet positif sur les loisirs suite à la fragmentation :

- en renforçant les réseaux vert-bleu, en améliorant les « chaînons manquants » et la qualité de l'intégration paysagère. Nous n'incluons pas ces données supplémentaires car trop peu d'informations concrètes sont disponibles. Il s'agit d'une sous-estimation.
- La traversée du R0 vers des espaces verts accessibles, entre autres, et le fait que les passages supérieurs et inférieurs écologiques peuvent également être utilisés par les usagers faibles de la route. Cet effet a toutefois déjà été pris en compte dans les avantages du vélo en matière de transport (voir 5.2.4).

Nombre de visiteurs

Dans l'ensemble, cela signifie que l'on peut s'attendre à recevoir environ un demi-million de visiteurs par an.

Tableau 58 : Surface physique d'espace vert (ha) par alternative. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.

	Alternative de base	G1A2	G2A1	G3A1
vert (ha)	368	360	340	357
visiteurs	0	544 941	514 406	539 499

Valeur d'une visite

Comme l'indique également l'explorateur de valeurs naturelles, il existe un large éventail d'études sur la valeur de bien-être que représente la visite d'espaces verts pour les amateurs de loisirs. Ces études utilisent globalement deux méthodes. Dans une première approche, la valeur que l'utilisateur récréatif attache à une visite est dérivée des coûts et des efforts qu'il fournit à cette fin, en particulier le « renoncement » ou « l'investissement » de temps libre et les éventuels frais de déplacement (méthode des coûts de déplacement). Dans une deuxième approche, on demande aux gens combien ils seraient prêts à payer, par exemple, pour qu'un bois de promenade soit planté dans leur environnement (disposition à payer).

La valeur exacte par zone dépend d'une série de facteurs, notamment la méthodologie de l'enquête, le type de nature, le type de loisirs, la durée de la visite, le niveau de revenu, etc.

Dans le projet Ecoplan⁸³ et dans l'étude NATURA, l'évaluation des visites a été basée sur une récente méta-analyse de 250 études réalisées dans le monde entier sur la valeur d'une visite dans une forêt ou une zone naturelle⁸⁴.

En outre, ils ont comparé cette approche avec les données d'autres études et leur propre estimation approximative basée sur les frais de déplacement et le temps passé. La valeur moyenne d'une visite a ensuite été déterminée :

Tableau 59 : Chiffres clés pour l'évaluation d'une visite (€/visite). Bron: évaluation propre VITO dans Ecoplan.

	Valeur (€ /visite)
Flâner, marcher	1,5 €
Vélo	3 €
Visites supralocales avec transport préalable	12€
Tourisme	12€

Compte tenu de la nature de la zone, les visites et le tourisme supralocaux ne semblent pas applicables. Nous avons retenu une valeur de 3 € (la limite supérieure pour le vélo et la marche) compte tenu de l'évaluation positive dans le RIE du plan du paysage, des réseaux vert-bleu et de la valeur récréative⁸⁵. Cela représente 9 070 €/ha, un chiffre élevé par rapport à la littérature⁸⁶.

⁸³ <https://www.uantwerpen.be/nl/onderzoeksgroep/ecoplan/ecoplan-tools/ecoplan-scenario-eva>

⁸⁴ Sen, A., Harwood, A., Bateman, I.J., Munday, Crowe, A.P., Brander, L., Raychaudhuri, J., Lovett, A., Foden, J., Provins, A. (2014), Economic Assessment of the Recreational Value of Ecosystems: Methodological Development and National and Local Application, Environmental and Resource Economics, February 2014, Volume 57, Issue 2, pp 233-249.

⁸⁵ Dans l'ACAS concernant le surplomb du Ring d'Anvers, 1,5€ est utilisé pour une promenade (par les habitants) et 4€ pour une visite (par les visiteurs).

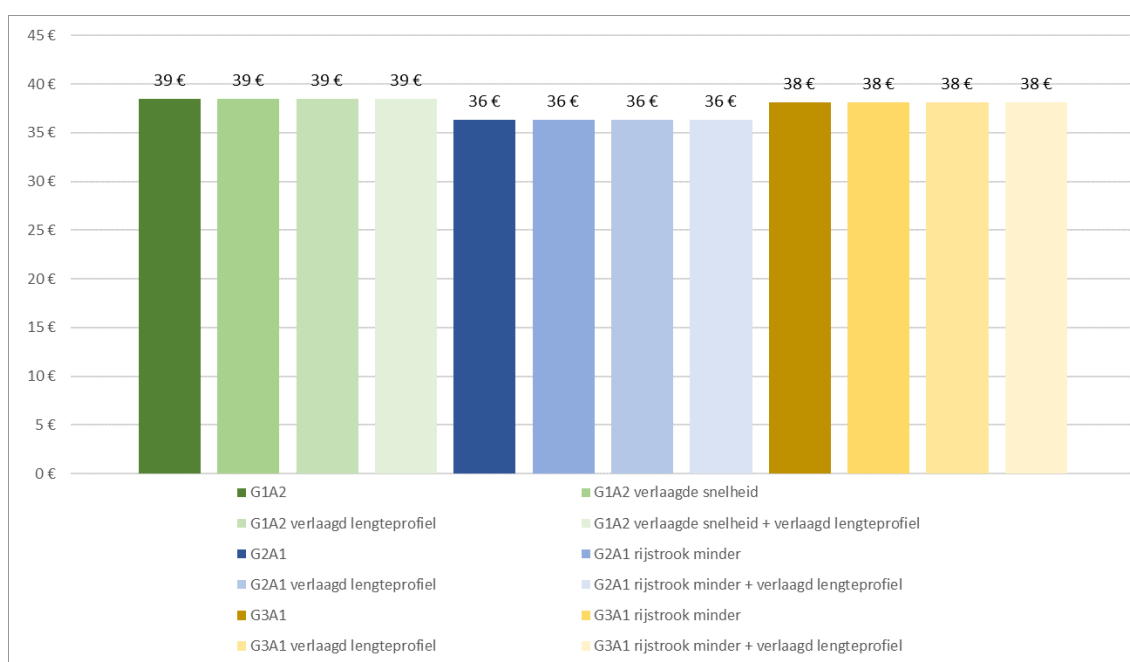
⁸⁶ Willingness to pay literatuur, chiffres convertis en 2020. Hanley & Pash (1993) : 3 646 €/ha/an, Willis (1995) : 1 709 €/ha/an, Bishop (1992) : 5 863 €/ha/an.

9.5.3 Conclusions

Pour l'alternative de plan G1A2, les avantages annuels sont de 1,63 million d'euros, à partir de 2030 et pour chacune des années suivantes. Ces valeurs sont additionnées, les années futures comptant moins que les années récentes. Un taux d'actualisation de 3 % est utilisé.

Le résultat est présenté dans la figure suivante. Les bénéfices sont de l'ordre de 36 à 38 millions d'euros. Comme mentionné, aucune distinction n'a pu être faite entre les variantes au sein de chaque alternative de plan. Le score sera peut-être légèrement plus élevé dans les variantes avec un profil abaissé, et celles avec un long pont paysager.

Figure 106 : Valeur actuelle nette des réseaux de loisirs, paysages et vert-bleu, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



Remarquons également qu'un double comptage des avantages sur ce point est possible.

- Étant donné que pour les zones résidentielles (voir 9.4.2), nous incluons les habitations plus éloignées lorsque nous additionnons les avantages, le chevauchement avec les loisirs est possible.
- Plusieurs éléments indiquent que les avantages en matière de loisirs et de santé, tels que les bienfaits du vélo sur la condition physique (voir 7.4) et l'assainissement de l'air (voir 8.2), se chevauchent (en partie). L'une des principales motivations des amateurs de loisirs et des touristes pour se rendre dans un environnement vert est liée au repos et à la récupération ainsi qu'à l'exercice physique dans un cadre vert (marche, vélo, sports spécifiques). Nous n'avons pas connaissance de recherches qui nous permettraient d'estimer l'importance de cette proportion.

9.6 Valeurs du patrimoine culturel-historique et architectural

Cet aspect comprend l'impact sur les valeurs du patrimoine culturel-historique et architectural. Il s'agit de la détérioration, destruction ou perturbation d'éléments et de structures historico-culturels du paysage. Cela peut conduire à une perte de valeur du patrimoine.

Alternative de base

Les figures ci-dessous donnent un aperçu des valeurs patrimoniales protégées et du patrimoine architectural établi, respectivement, à proximité de la zone d'étude.

Figure 107 : Patrimoine protégé avec indication de la zone du plan combinée cycle 1 (Source : Géoportail du patrimoine immobilier et Brugis) Source : Projet de REI du plan

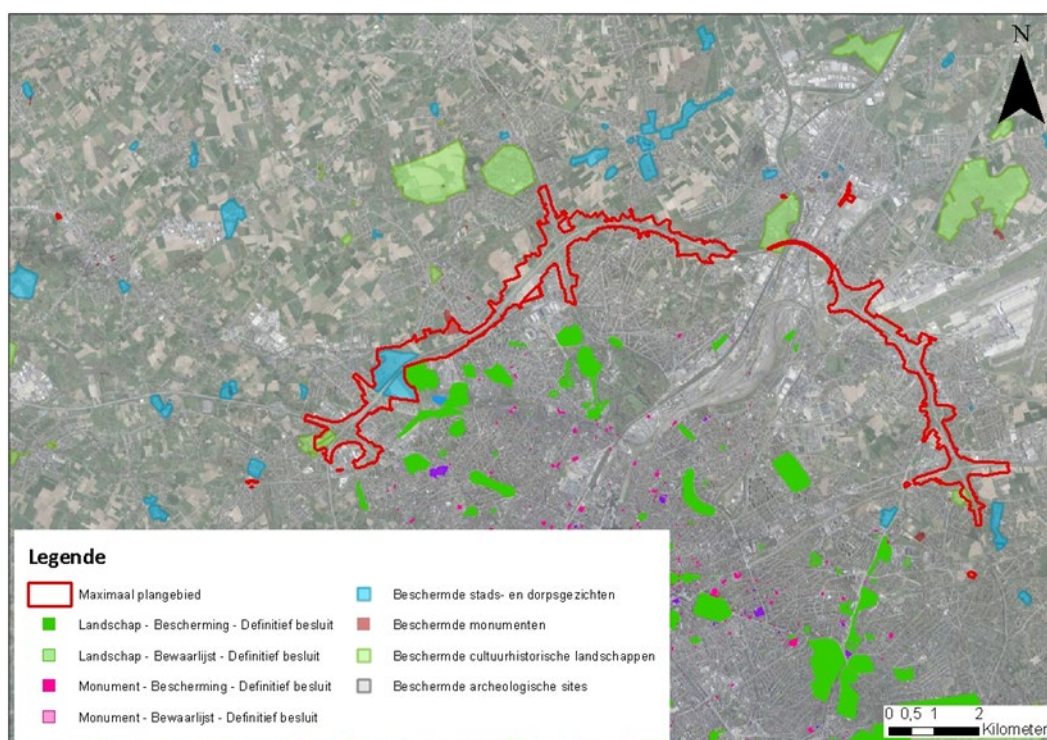
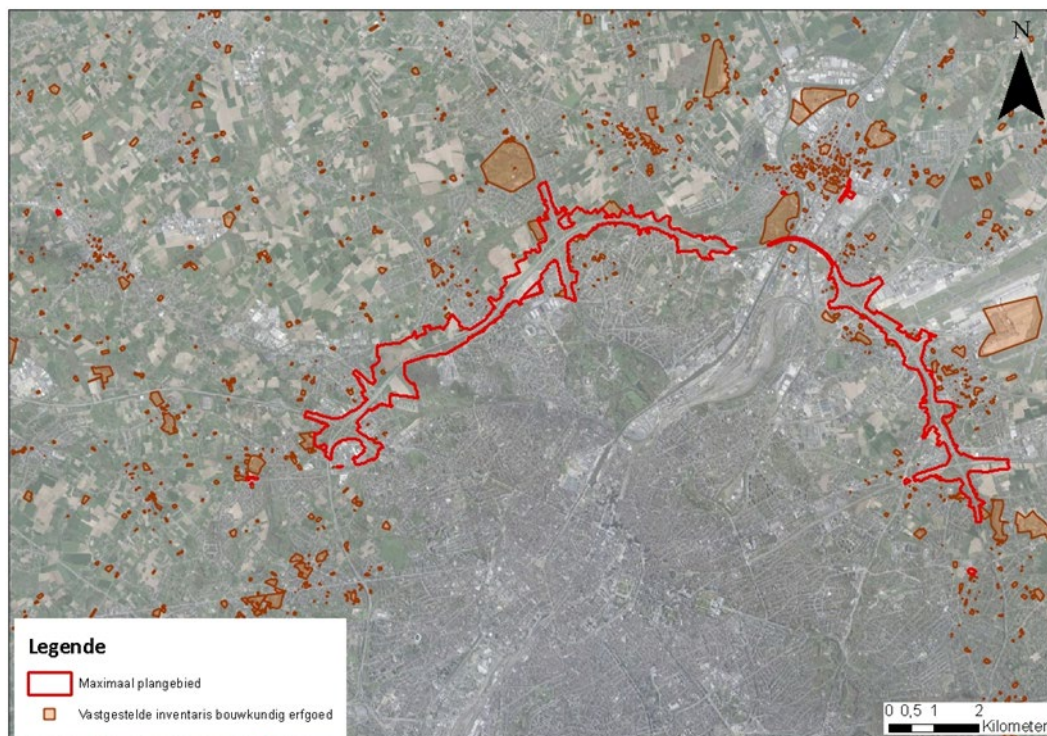


Figure 108 : Patrimoine architectural établi avec indication de la zone du plan combinée cycle 1
(Source : Géoportail du patrimoine immobilier) et L'inventaire du patrimoine architectural (Brugis)
Source : Projet de REI du plan



Alternative de plan

Comme les effets spatiaux peuvent varier considérablement en fonction de la sous-zone, le tableau ci-dessous résume les évaluations d'impact par alternative pour chaque sous-zone :

Le tableau suivant résume les impacts. Pour une discussion détaillée par sous-zone, nous nous référons au Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie.

Tableau 60 : Synthèse des scores d'impact par sous-zone et par alternative/variante. Signification des scores dans le REI du plan : +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie.

	G1A2	G2A1	G3A1	G2A1_RS	G3A1_RS
Zone Wemmel - Zellik	0 à -2 (-) impact négligeable (indirect) sur les paysages protégés du « domaine du château de Grand-Bigard » et de la « Pelgrimslaan ». (-) effet négatif si le monument protégé 'Signaal van Zellik' disparaît. (+) aucun impact direct sur les valeurs	0 à -2 Cfr. G1A2	0 à -2 Cfr. G1A2	0 à -2 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée. Effet barrière légèrement réduit, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation.	0 à -2 (+) Occupation de l'espace potentiellement plus limitée. Effet barrière légèrement réduit, mais négligeable et donc pas de changement dans l'évaluation

	patrimoniales de la zone du plan (+) aucun impact (indirect) sur les valeurs patrimoniales de la zone du plan				
Zone Wemmel-Bois du Laerbeek	0/-1 (+) aucun impact direct sur les valeurs patrimoniales (-) seulement un impact indirect négligeable sur les valeurs patrimoniales	-1/-2 (-) impact direct sur les valeurs patrimoniales (Hoeve Hooghof et ses environs) (+) impact indirect limité sur Hoeve Hooghof et ses environs - expansion	-2 (-) impact direct sur les valeurs patrimoniales (Hoeve Hooghof et environs) (+) impact indirect limité sur Hoeve Hooghof et ses environs - expansion	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, ce qui peut avoir un impact direct nul ou moindre sur les valeurs patrimoniales. (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, ce qui peut éventuellement créer de l'espace pour un tampon vert à proximité du bowling.	-1/-2 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, ce qui peut avoir un impact direct moindre sur les valeurs patrimoniales. (+) un espace supplémentaire pour un tampon vert modifie à peine la valeur contextuelle
Zone Wemmel-Bois du Laerbeek ABAISSÉ	0/+1 Augmentation limitée de l'impact (local) sur la valeur patrimoniale au niveau du pont paysager large : Aucun changement dans l'évaluation de l'impact global dans le cas des écoducs.	0/-1 Augmentation limitée de l'impact (local) sur la valeur patrimoniale au niveau du pont paysager large : Aucun changement dans l'évaluation de l'impact global dans le cas des écoducs.	-1 Augmentation limitée de l'impact (local) sur la valeur patrimoniale au niveau du pont paysager large : Aucun changement dans l'évaluation de l'impact global dans le cas des écoducs.		
Zone Wemmel - Jette	0/-1 (-) effets visuels indirects limités en raison de la disparition de l'accotement (+) aucun effet direct, la valeur contextuelle actuelle est déjà dominée par l'infrastructure autoroutière	-1 (-) effets visuels indirects en raison de la disparition de l'accotement (+) aucun effet direct	-1 (-) effets visuels indirects en raison de la disparition de l'accotement (+) aucun effet direct	Aucune valeur patrimoniale n'est située dans ou à proximité de la zone du plan au niveau de la zone réduite.	Aucune valeur patrimoniale n'est située dans ou à proximité de la zone du plan au niveau de la zone réduite.
Zone Wemmel - Jette ABAISSÉ	0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais la valeur contextuelle des valeurs patrimoniales dans la zone environnante ne changera pas de manière significative et, par conséquent, aucun changement dans l'évaluation.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais la valeur contextuelle des valeurs patrimoniales dans la zone environnante ne changera pas de manière significative et, par conséquent, aucun changement dans l'évaluation.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais la valeur contextuelle des valeurs patrimoniales dans la zone environnante ne changera pas de manière significative et, par conséquent, aucun changement dans l'évaluation.		
Zone de Wemmel - Strombeek-	0 à +1 (0) dominance actuelle de	0 à +1	-1 (-) route latérale jusqu'à proximité	0 à +1 (+) occupation de l'espace	-1 (+) occupation de l'espace

Bever A12	l'infrastructure routière, pratiquement aucun lien visuel en raison de la végétation élevée (+) aucun effet direct, infrastructure plus compacte près du nouveau cimetière, avec possibilité de tampons supplémentaires.		du nouveau cimetière. (0) dominance actuelle de l'infrastructure routière, pratiquement aucun lien visuel en raison de la végétation élevée (+) aucun effet direct	potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation.	potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone de Vilvorde	Aucune valeur patrimoniale	Aucune valeur patrimoniale	Aucune valeur patrimoniale	Aucune valeur patrimoniale	Aucune valeur patrimoniale
Zone Zaventem - Machelen-E19	0 (+) aucun effet direct (0) les valeurs patrimoniales sont déjà protégées de l'infrastructure routière par la végétation.	-1 (+) aucun effet direct (0) Villa déjà protégée de l'infrastructure routière par la végétation. (-) la présence importante de l'infrastructure autoroutière entraîne une dégradation indirecte de la valeur contextuelle.	-1 (+) aucun effet direct (0) aucun changement au niveau du cimetière (-) Villa entourée d'une infrastructure autoroutière, dommage indirect à la valeur contextuelle.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère (par exemple au cimetière), mais pas de changement dans l'évaluation.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère (par exemple au cimetière), mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Groen Hart (A201)	+1 (+) aucun effet direct (+) gain d'espace (tampons et végétation supplémentaires) au niveau des valeurs patrimoniales, rompant les effets visuels de l'autoroute. (+) les valeurs patrimoniales sont déjà protégées de l'infrastructure autoroutière par la végétation	+1	0 (+) aucun effet direct (+) les valeurs patrimoniales sont déjà protégées de l'infrastructure autoroutière par la végétation (-) dominance persistante de l'infrastructure autoroutière sur la valeur contextuelle	+1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation.	0 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée et, par conséquent, plus d'espace pour une zone tampon et l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation.
Sous-zone Zaventem - Henneaulaan	+1 (+) forte réduction de l'occupation de l'espace dans la zone au niveau du domaine (+) potentiel d'intégration du domaine dans le parc paysager de la vallée de la Woluwe (0) le domaine est visuellement protégé	0/-1 (-) voies parallèles jouxtant le domaine (-) disparition de la zone tampon actuelle (bien que le domaine proche des voies parallèles soit entièrement couvert de bois et d'arbres)	-1 (-) effets directs dus au chevauchement de la route latérale avec le parc dans le domaine, aucun effet visuel sur le manoir ou la tour de la chouette. Recommandation : la route latérale doit être déplacée au maximum vers l'ouest	0/-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de changement dans l'évaluation.	-1 (+) occupation de l'espace potentiellement plus limitée, mais pas de changement dans l'évaluation.
Zone Zaventem - Kraainem/E4	0 à -1 Zone échangeur (-1)	0 à -1 Zone échangeur (-1)	0 à -1 Exécution identique à G1A2 au niveau	0 à -1 (+) occupation de l'espace	0 à -1 (+) occupation de l'espace

0	(0) réutilisation maximale du revêtement existant (cimetière) (-) chevauchement limité avec le parc Jourdain Zone ouest (0) Aucune valeur patrimoniale dans l'environnement immédiat	(0) réutilisation maximale du revêtement existant, zone tampon verte présente (cimetière) (-) chevauchement limité avec le parc Jourdain, plus limité que dans l'alternative « légère ». Zone ouest (0) Aucune valeur patrimoniale dans l'environnement immédiat	des valeurs patrimoniales	potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation	potentiellement plus limitée et plus d'espace pour l'intégration paysagère, mais pas de changement dans l'évaluation
---	---	---	---------------------------	--	--

Évaluation

Tous les types de paysage peuvent produire des avantages en termes de plaisir résidentiel, de plaisir récréatif, etc., lorsque des bâtiments historiques et d'autres objets du patrimoine font partie du paysage.

Par exemple, vivre dans un bâtiment historique authentique est souvent jugé plus attrayant que de vivre dans une maison moderne ou non authentique. La valeur ajoutée des caractéristiques architecturales historiques se reflète alors dans le prix des habitations. Il s'agit d'une forme d'évaluation de la valeur du patrimoine appelée fixation des prix hédonique.

Cependant, les informations sont insuffisantes pour effectuer une évaluation. Le nombre d'objets et de types de patrimoine (p. ex. habitations, etc.) qui perdraient ou retrouveraient leurs caractéristiques historiques à la suite des alternatives de plan est nécessaire. Une évaluation peut alors être effectuée sur la base des différences de prix de l'immobilier avec et sans caractéristiques patrimoniales.

Ruijgrok (2006)⁸⁷ propose une méthode d'évaluation basée sur le nombre de logements ayant une valeur historique qui ont été affectés. La monétisation s'effectue en déterminant la valeur ajoutée par logement au moyen d'un pourcentage hédonique (14%). L'Agence pour le Patrimoine immobilier dispose d'une publication récente (2017)⁸⁸ sur les valeurs patrimoniales basées sur la fixation des prix hédonique.

Pour l'instant, cet effet est enregistré comme « pro memoria », en l'absence d'une évaluation précise. Un score neutre a été attribué à G1A2 sur la base du RIE du plan, légèrement négatif pour G2A1 et négatif pour G3A1.

⁸⁷ Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok, *Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's*, 2006 Numéros d'ordre L19

⁸⁸ Damen S., Vandesande A., Bomans K., Steenberghen T., Van Baelen K., De Jaeger S., Rousseau S., Vranken L., Heylen O. & Dugernier M. 2017: *Onderzoek naar de effecten van de erfgoedkarakteristieken en de erfgoedwaarde van woningen en hun omgeving op de marktprijzen van woningen in Vlaanderen*, *Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed*.

9.7 Archéologie

L'évaluation de l'impact sur l'archéologie prend en compte les dommages potentiels au patrimoine archéologique à la suite d'une :

- Détérioration physique
- Dégradation due à la modification de la nappe phréatique et de l'utilisation des terres
- Déformation
- Détérioration de la valeur de l'ensemble
- Dégradation du potentiel archéologique

Ce point a fait l'objet d'une étude dans le projet de RIE du plan discipline du paysage, du patrimoine architectural et de l'archéologie.

Aucune zone archéologique établie n'est située dans ou à proximité (à moins de 500 m) de la zone du plan. A l'intérieur et à proximité directe du contour du plan, plusieurs sites archéologiques sont connus, tant sur le territoire de la Flandre que de Bruxelles. La RIE répertorie 16 sites du Centrale Archeologische Inventaris(CAI⁸⁹) dans le contour du plan. Plusieurs « zones où aucun patrimoine archéologique n'est à prévoir » sont également situées dans la zone du plan, principalement sur le territoire de Vilvorde, Machelen et Zaventem.

Le sous-sol de la zone de plan peut être considéré comme une archive du sol, qui doit être traitée avec soin en fonction de ses valeurs archéologiques potentielles. L'exécution des intentions du plan (toutes les alternatives et variantes) entraînera des excavations. Par conséquent, il existe un risque potentiel de perturbation des valeurs archéologiques. La présence ou l'absence de traces archéologiques peut en effet être uniquement établie par des recherches supplémentaires.

Il existe des garanties suffisantes dans la réglementation pour donner à l'archéologie une place dans la conception des infrastructures et, si nécessaire, pour prendre des mesures au niveau des projets. Une étude archéologique sera lancée à cette fin, et un budget a déjà été prévu pour prendre des mesures. Les coûts d'investissement (voir chapitre 4.2) incluent un budget d'étude archéologique via la marge de risque. Le budget lui-même n'a pas été nommé car une analyse des risques doit encore être effectuée pour identifier les zones à risque.

En théorie, il pourrait y avoir des coûts archéologiques supplémentaires si des monuments archéologiques visibles sont détruits. Il en résulte une perte de bénéfices d'expérience. Les gens vivent une expérience récréative lorsqu'ils visitent un monument archéologique, similaire à une visite de musée. Cette expérience récréative a une valeur, généralement 5-10€ par personne. Cette valeur n'est pas abordée dans ce plan, car il n'y a pas de monuments archéologiques dans la région.

Ainsi, aucun avantage ou coût archéologique supplémentaire n'est pris en compte dans cette ACAS.

⁸⁹ Le Centrale Archeologische Inventaris (CAI) est un inventaire des sites archéologiques connus de Flandre. En raison de la nature spécifique du patrimoine archéologique caché dans le sous-sol, il est impossible de se prononcer sur la présence ou l'absence de traces archéologiques sur la base du Centrale Archeologische Inventaris. La présence ou l'absence de traces archéologiques doit être établie par des recherches supplémentaires.

10 Effets externes - nature

10.1 Introduction

Ce chapitre traite principalement des effets sur la nature.

Dans l'analyse coûts-avantages sociaux, les modifications du bien-être social sont déterminées en les quantifiant d'abord, puis en les évaluant en euros dans la mesure du possible, afin de pouvoir les additionner et les déduire. Pour inclure dans l'analyse les effets des infrastructures sur la nature, l'eau, le sol, etc. au même titre que les autres effets, il est donc nécessaire de les quantifier et, si possible, de leur attribuer une valeur économique.

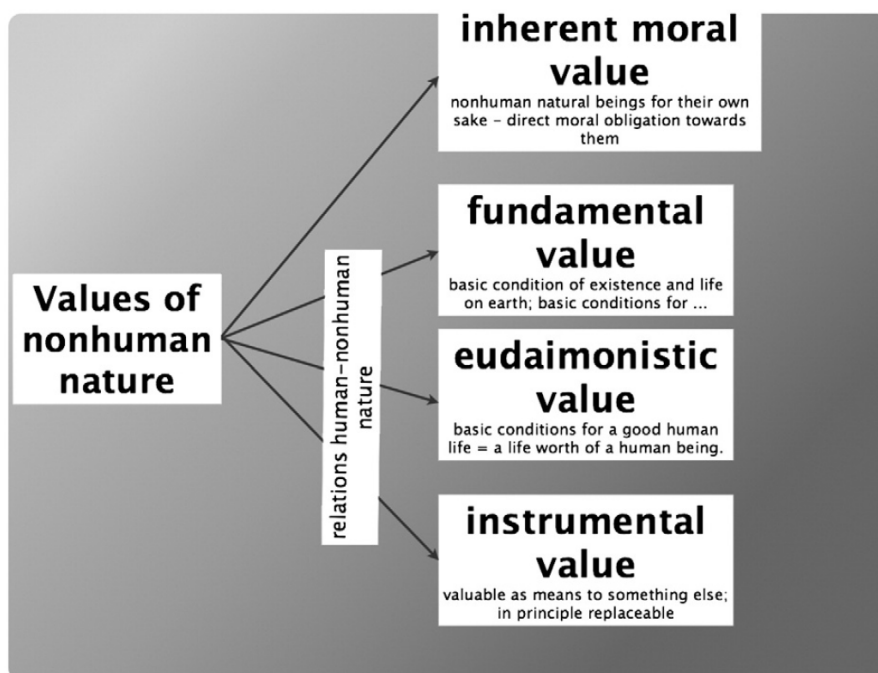
Une zone naturelle a également une valeur, même si elle ne rapporte pas d'argent. Même en dehors de la valeur de production, une zone naturelle a un certain prix foncier (et donc une valeur marchande). Les services écosystémiques fournis constituent un deuxième pilier de valeurs. Un écosystème fournit des biens et des services aux humains, lesquels ont un effet sur la prospérité ou le bien-être d'une société. Ces services écosystémiques sont souvent des services publics pour lesquels aucune somme n'est dépensée sur un marché, de sorte que leur contribution à notre prospérité reste souvent cachée.

Les services écosystémiques sont généralement divisés en quatre grands groupes : les services de production, les services de régulation, les services culturels et les services de soutien. Les services de *production* comprennent la fourniture de produits obtenus à partir des écosystèmes, tels que les ressources génétiques, les aliments, les fibres et les matières premières. Les services de *régulation* sont les avantages que les humains retirent de la contribution des écosystèmes à la régulation de certains processus tels que le climat et la qualité de l'eau. Les services *culturels* sont ceux qui offrent un enrichissement spirituel, un développement cognitif, des loisirs et une expérience esthétique. Les *services de soutien* sont ceux qui sont nécessaires à la fourniture de tous les services ci-dessus, comme la formation du sol, la photosynthèse et le cycle alimentaire.

Troisièmement, les écosystèmes ont également une valeur écologique ou intrinsèque (supplémentaire) qui vient s'ajouter aux services écosystémiques, mais qui n'entre pas dans le champ de l'économie ni dans celui de l'ACAS.

La figure ci-dessous montre les quatre différentes valeurs de la nature : la valeur fondamentale, la valeur eudémoniste (par exemple, les loisirs), la valeur instrumentale et la valeur écologique ou intrinsèque. La valeur intrinsèque n'est pas liée à la prospérité ou au revenu de l'homme, mais concerne le bien-être des plantes et des animaux. Cette valeur ne relève donc pas du domaine de l'économie et de l'ACAS et donc également du cadre de ce guide. En d'autres termes, la valeur économique est plus que la valeur financière, mais elle ne comprend pas la valeur intrinsèque - elle ne peut pas être évaluée.

Figure 109 : les valeurs d'un écosystème. Source : Jax (2013) *Ecosystem services and ethics*



Le réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - partie Nord entraînera (intentionnellement ou non) des changements dans la taille ou l'uniformité de zones naturelles ou dans la qualité de la nature présente. Ces changements peuvent être causés par plusieurs facteurs de pression, tels que le changement d'affectation des terres, la pollution, les perturbations, les changements de niveau d'eau, etc. Pour opérationnaliser la manière dont ces effets naturels physiques entraînent des changements dans le bien-être, nous nous intéressons donc au bien-être des humains. Un écosystème fournit des biens et des services aux humains, lesquels ont un effet sur la prospérité ou le bien-être d'une société. Ces services écosystémiques sont souvent des services publics pour lesquels aucune somme n'est dépensée sur un marché, de sorte que leur contribution à notre prospérité reste souvent cachée. Ne pas reconnaître cette valeur peut conduire à une surexploitation des écosystèmes et à des décisions politiques et d'investissement déséquilibrées.

Pour l'évaluation des effets externes liés à la nature, entre autres, la méthodologie standard propose l'explorateur de valeurs naturelles comme option possible. Nous nous sommes appuyés sur ces données, mais nous avons également examiné d'autres documents, plus récents.

Pour ces effets (et d'autres), il est également nécessaire de savoir ce que les mesures d'atténuation impliquent exactement et leurs coûts, afin d'éviter des doubles comptages. Si, par exemple, il existe une compensation obligatoire pour l'écologie et que ces coûts sont inclus dans les coûts d'investissement, nous ne pouvons en effet pas inclure cette perte dans les coûts externes. Il convient toutefois de noter que la « compensation obligatoire » est principalement basée sur les coûts économiques du bien-être, mais n'inclut pas la valeur intrinsèque (non anthropocentrique) de la nature.

Pour le réaménagement spatial du Ring de Bruxelles (R0) - section Nord, les effets externes énumérés dans le tableau suivant sont pertinents. Ils sont examinés individuellement en détail dans les chapitres suivants.

- Gestion de l'eau
- Stabilité et perturbation du sol
- Pollution de l'eau et du sol
- Eutrophisation
- Modification d'écotopie par l'apport et la création d'espaces verts
- Modification d'écotopie due à la fragmentation et aux travaux de barrières sur les espaces verts
- Perturbation du calme et de la lumière

10.2 Gestion de l'eau

Une modification du revêtement, du profil des routes, du réseau d'égouts et de l'infrastructure de traitement des eaux peut avoir un effet sur le ruissellement des eaux pluviales.

La vision de la structure de drainage dans le plan est d'abord présentée. Trois effets sont ensuite analysés plus en détail.

- Lorsque le volume des eaux pluviales à évacuer augmente, la capacité des égouts et/ou des infrastructures de traitement des eaux peut être dépassée.
- Un changement dans la quantité d'eau peut se produire en raison d'un changement dans la quantité de surface revêtue (degré de revêtement). Cela entraîne un changement des débits de pointe en raison du ruissellement des eaux de pluie et d'une plus petite surface d'infiltration. Cette situation peut augmenter ou diminuer le risque d'inondation, et/ou augmenter ou diminuer la perturbation d'une zone inondable.
- La quantité d'eau souterraine peut changer.

10.2.1 Vision de la structure de drainage dans les alternatives de plan

Lors du réaménagement du R0 et des routes latérales, une bonne structure de drainage revêt une grande importance. Une vision complète du drainage et des zones tampons a déjà été élaborée en fonction des exigences actuelles⁹⁰. Pour plus de détails, veuillez vous reporter au Projet plan étude d'impact cycle 1 discipline des eaux de surface.

La vision du drainage (et des zones tampons) le long du R0 est illustrée à la Figure 110. Il s'agit d'une vision globale du drainage qui s'applique à toutes les alternatives/variantes. Chaque zone (Wemmel, Vilvorde, Zaventem) a sa propre topographie avec des structures de ruisseaux et de vallées et par conséquent sa propre structure de drainage naturel.

Actuellement, l'eau est collectée sur la majeure partie du R0 par des tuyaux et est rejetée dans des bassins tampons et/ou des cours d'eau/égouts.

⁹⁰ En fonction de la quantité d'eau et de la limitation des risques d'inondation, une collecte suffisante sera recherchée pour l'eau de pluie ruisselant du R0. Pour le revêtement complet, conformément aux accords avec les différents gestionnaires de cours d'eau, un stockage minimum de 600 m³/ha avec un débit de 5l/s/s/ha en surface, sera pris en compte. Dans la mesure du possible, la première étape sera l'infiltration pour réduire la quantité d'eau drainée, puis un écoulement retardé pour couvrir les pics restants. Pour vérifier le degré d'infiltration, des essais d'infiltration doivent être effectués.

Le réaménagement sur se concentrera autant que possible sur une évacuation des eaux décentralisée.

On utilise au maximum l'infiltration dans les accotements, puis le tamponnement et enfin le drainage dans les cours d'eau. À cette fin, divers bassins d'eau et tampons sont prévus le long du Ring. Grâce à ce drainage décentralisé, le ruissellement des eaux de pluie s'infiltrera en partie dans les accotements, ce qui se traduira par une infiltration plus importante que la situation existante, malgré le fait que dans certaines alternatives, le revêtement sera supérieur à la situation existante.

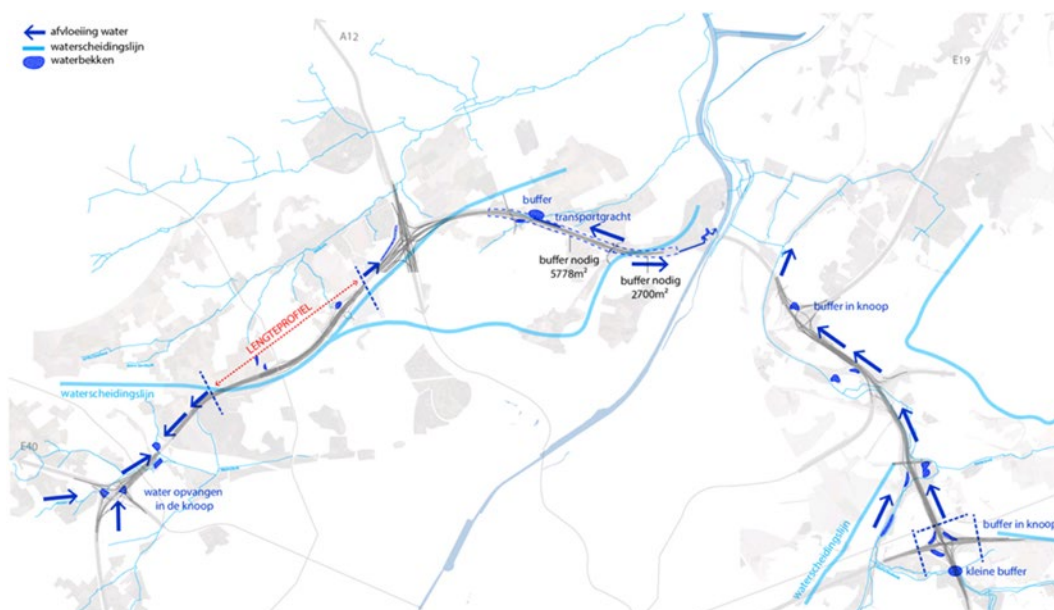
Cependant, la carte d'infiltration montre que l'infiltration est possible à une vitesse suffisante dans peu d'endroits. Ce n'est que dans la zone de Zaventem sur le territoire de Machelen, où un sol sablo-limoneux est présent, que l'on peut s'attendre à une infiltration raisonnable. À plusieurs endroits le long du Ring extérieur, l'infiltration est également possible, le long du Ring intérieur, l'infiltration n'est nulle part possible (d'après les tests d'infiltration effectués).

Cette analyse montre qu'en de nombreux endroits, il est possible de prévoir des fossés parallèles, en partie sous forme d'un oued ou d'un fossé ouvert (où l'infiltration est possible) et en partie sous forme d'un fossé ouvert avec des chicanes pour un drainage différé (où presque aucune infiltration n'est possible). Par ailleurs, dans les zones où l'infiltration est possible mais où l'espace est insuffisant pour un fossé parallèle, des tuyaux d'infiltration seront prévus, par exemple au niveau des ouvrages d'art.

Près du bois du Laerbeek, cependant, le profil longitudinal optimisé ne permettra pas une infiltration directe dans les accotements. L'eau provenant du revêtement sera drainée vers des tampons situés plus loin sur la route.

En conséquence, toutes les alternatives/variantes auront une infiltration plus importante que la situation actuelle et surtout un débit beaucoup plus lent en cas de pics de précipitations plus importants (tamponnage, voir 10.2.3). Les coûts de ce système sont inclus dans les coûts d'investissement.

Figure 110 : Hydrologie - vision initiale de l'eau et du tampon le long du R0. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline des eaux de surface



Le réaménagement du R0 visera également à garantir les liaisons vert-bleu, dont les cours d'eau peuvent faire partie. Il est supposé que, lors de l'élaboration des détails techniques du plan, l'ouverture des cours d'eau, en application des objectifs du Décret relatif à la Politique intégrée de l'eau, sera également poursuivie dans la mesure du possible.

Par exemple, les cours d'eau seront ramenés dans un lit ouvert autant que possible avec un profil de berge approprié, si possible, en consultation avec le gestionnaire du cours d'eau concerné.

Le tableau ci-dessous énumère les cours d'eau qui traversent le R0 et les routes latérales. Ce sont des changements qui sont prévus dans toutes les alternatives. Seuls les détails diffèrent d'une alternative à l'autre (par exemple, la longueur de la gaine, le passage souterrain).

Tableau 61 : Aperçu de la qualité structurelle des cours d'eau (Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline des eaux de surface)

Nom/qualité structurelle	Situation existante	Objectif dans la situation planifiée
Molenbeek	Eau dans la gaine	Gaine
Haverbeek	Eau dans la gaine, non visible dans le paysage	gaine avec passage pour la faune
Maelbeek	Eau dans la gaine, visible dans le paysage	Cours d'eau mis à ciel ouvert en fonction de la liaison vert-bleu
Cours d'eau de crue	Eau dans la gaine, non visible à proximité directe de R0	Gaine
Maelbeek (A12)	Eau dans la gaine	Cours d'eau mis à ciel ouvert en fonction de la liaison verte-bleue
Tangebeek	Eau dans la gaine, une zone précieuse le long du Tangebeek	Cours d'eau mis à ciel ouvert en fonction de la liaison vert-bleu
Canal Bruxelles-Rupel	Mur de quai	idem, avec des zones de passage de la faune
Senne	Cours d'eau ouvert sous le viaduc, avec des berges redressées et bétonnées	
Woluwe (R0 à hauteur du Boulevard de la Woluwe)	Gaine, seulement une présence visuelle fragmentée	Gaine
Woluwe (R0 à hauteur de l'A201)	Gaine, seulement une présence visuelle fragmentée	Cours d'eau partiellement mis à ciel ouvert en fonction de la liaison vert-bleu
Collecteur de la Woluwe (Zoutenstraatbeek) (R0 à hauteur de l'A201)	Gaine, sur toute la longueur	Gaine
Woluwe (R0 à hauteur de l'Hector Henneaulaan)	Gaine	Cours d'eau mis à ciel ouvert en fonction de la liaison vert-bleu
Kleine Maalbeek	Gaine	gaine avec passage pour la faune
Kleine Maalbeek (collecteur)	Gaine	Gaine

10.2.2 Capacité des égouts et/ou des stations d'épuration des eaux usées

Alternative de base

Actuellement, des égouts sont prévus dans la plupart des endroits le long du R0. Il n'y a actuellement quasiment aucun fossé parallèle. Ces égouts se déversent (en partie) dans des bassins tampons qui se déversent à leur tour dans les cours d'eau environnants.

En termes de rejet d'eaux usées, la zone de plan appartient à deux zones de traitement des stations d'épuration (Bruxelles-Nord et Grimbergen). Cependant, comme indiqué ci-dessus, ces installations ne sont actuellement pas drainées.

On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base ne soit pas différente de la situation actuelle.

Alternatives de plan

Étant donné que le drainage de l'infrastructure routière ne changera pas ou peu, et qu'aucune modification n'est prévue dans le réseau hydrographique, il n'y a pas de différence entre les alternatives de plan et l'alternative de base en ce qui concerne la capacité des égouts.

Le passage d'égouts fermés classiques à des fossés ouverts et aux oueds offre un type d'entretien différent, plus facile, mais qui peut avoir des coûts différents. Ceux-ci sont abordés dans le chapitre sur les coûts de maintenance (4.3.3).

Les eaux de ruissellement de l'infrastructure routière ne sont pas acheminées vers une station de traitement des eaux usées (STEP). Toutes les eaux de ruissellement sont soit infiltrées, soit tamponnées, puis détournées vers un cours d'eau. Étant donné l'impact non significatif, il n'y a pas de différence entre les alternatives de plan et l'alternative de base en termes de capacité de la station de traitement des eaux usées.

Évaluation

Puisqu'il n'y a pas de différence entre les alternatives de plan et l'alternative de base, l'évaluation monétaire de cet effet est nulle.

10.2.3 Risque d'inondation

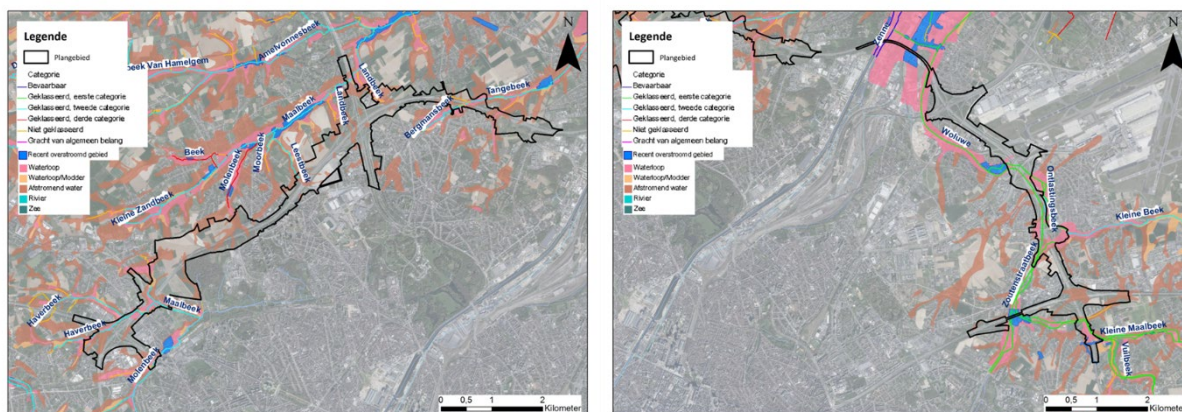
Alternative de base

Compte tenu du taux de revêtement croissant en Flandre et à Bruxelles, et de l'impact possible du changement climatique, une infiltration adéquate et des zones tampons pour les eaux de ruissellement sont essentielles.

La superficie de la chaussée existante (R0 et raccordements) est estimée à 171 ha dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines. La surface du revêtement (R0 et raccordements) dans l'alternative de base, après la mise en œuvre des gains rapides, est estimée à environ 160 ha. Actuellement, les eaux sur la plupart du R0 sont collectées par des tuyaux et rejetées dans des bassins tampons et/ou des cours d'eau/égouts. On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base ne soit pas différente de la situation actuelle.

En ce qui concerne le risque d'inondation, les zones récemment inondées, les zones effectivement inondables et les zones à risque d'inondation sont prises en compte. La région principale est Vilvorde, où la Senne se rejette dans son lit naturel. Les autres zones sensibles aux inondations se situent essentiellement dans les vallées des cours d'eau situés à proximité immédiate du R0, tels que le Maelbeek, Molenbeek, Tangebeek et la Woluwe et leurs affluents. Il s'agit principalement de zones éventuellement sensibles aux inondations et ci et là de zones effectivement sensibles aux inondations et/ou de zones récemment inondées.

Figure 111 : Zones récemment inondées et naturellement inondables



La situation dans l'alternative de base devrait s'aggraver par rapport à la situation actuelle, en raison du changement climatique (Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du climat). Le changement climatique entraîne, outre le réchauffement de la planète, une modification du régime des précipitations. Le résultat principal est qu'en moyenne, les précipitations annuelles seront légèrement plus importantes qu'aujourd'hui, mais elles seront moins uniformément réparties sur l'année.

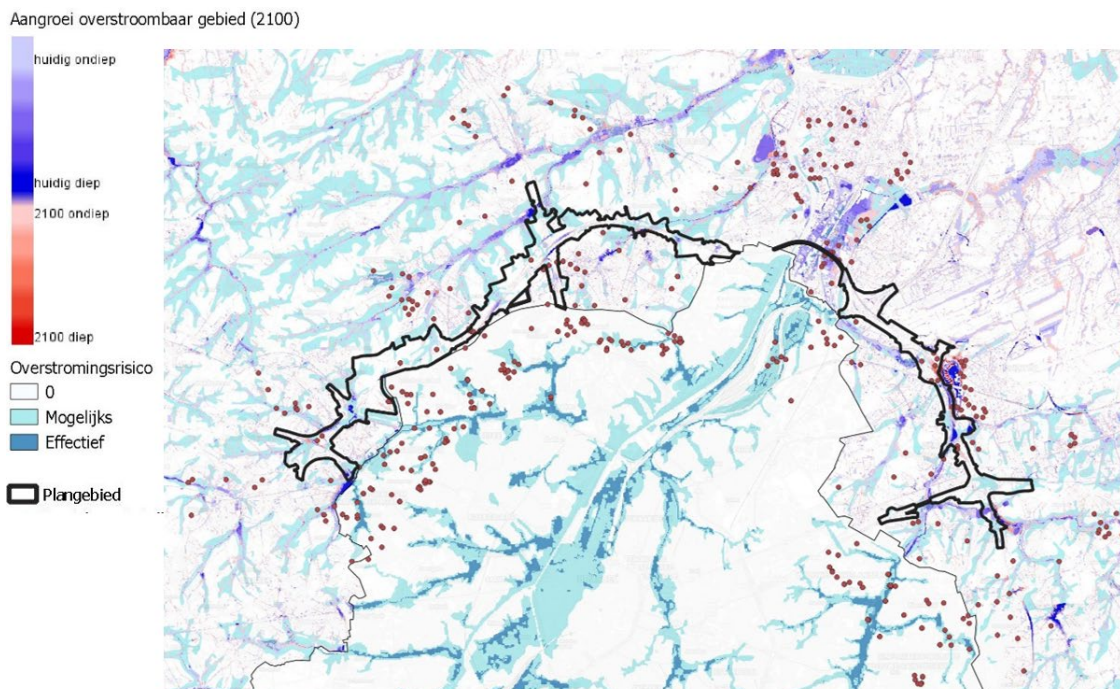
Dans un scénario d'impact climatique élevé⁹¹, cela se traduit par une diminution d'ici 2100 de 52 % du volume total des précipitations en été et une augmentation de 38 % en hiver. En 2100, nos régions connaîtront jusqu'à 4 fois plus de fortes précipitations (>20mm/jour). Le volume qui tombe lors de précipitations extrêmes ayant une période de retour de 1 an augmente en moyenne de 38%, celui d'une averse ayant une période de retour de 20 ans de 85%.

Par conséquent, les cours d'eau et les infrastructures d'assainissement actuels seront plus fréquemment et davantage surchargés, notamment dans les zones fortement revêtues et où peu d'infiltration est possible ou dans les zones en aval.

La figure ci-dessous montre l'augmentation de la surface inondables pour la Flandre en raison du changement climatique. Dans les tons rouges, la carte montre la zone qui ne présente actuellement aucun risque d'inondation à basse fréquence, alors que tel sera le cas à l'avenir. La basse fréquence est une fois tous les 1000 ans. Cela montre que le développement de la surface inondable dans la zone de plan reste généralement assez limitée. L'augmentation la plus importante de la surface inondable se produit dans les sous-zones Zaventem - Groen Hart et Zaventem H. Henneaulaan.

⁹¹ Source : KlimaatportaalKlimaatprotaal.

Figure 112 : Risque d'inondation pour Bruxelles et la Flandre, avec au-dessus pour la Flandre la croissance de la zone inondable - scénario à fort impact 2100. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du climat, basé sur des données de Bruxelles Environnement, Watertoets, Klimaatportaal Vlaanderen.



Alternatives de plan

Le concept d'infiltration et de tamponnement décrit au début de ce chapitre s'applique à toutes les alternatives/variantes. Cependant, les volumes d'infiltration et les volumes tampons requis seront différents pour les diverses alternatives/variantes en fonction de la surface revêtue prévue. Les surfaces par zone et par alternative sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 62 : Surface de revêtement des alternatives basées sur les dessins de conception disponibles. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du climat.

	Conservation du revêtement	Nouveau revêtement	Disparition du revêtement	Bilan
Alternative G1A2	159,2 ha	34,9 ha	52,3 ha	-17,4 ha
Alternative G2A1	168 ha	57,5 ha	43,5 ha	14 ha
Alternative G3A1	151,6 ha	54,8 ha	60,6 ha	-5,7 ha

Pour la variante à profil longitudinal abaissé, la quantité de revêtement pour les voies, et donc l'infiltration/le tamponnement requis, ne change pas pour les trois alternatives. La quantité de revêtement au niveau du sol diminue toutefois, surtout dans les variantes avec un large pont paysager. Dans la variante « voie en moins » (sous-variante dans laquelle une voie disparaît effectivement), la quantité de revêtement est plus limitée (environ 10-15 ha, source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline des eaux de surface

Capacité tampon

Étant donné les exigences strictes en matière d'infiltration et de tamponnement, on peut supposer que toutes les alternatives/variantes auront une meilleure infiltration et un meilleur tamponnement, et par conséquent moins de ruissellement dans le système fluvial en aval. Les mesures sont conçues de manière à ce que l'impact du R0 sur le système en aval soit limité,

compte tenu de la très grande quantité de surface de revêtement qui s'écoule dans les cours d'eau. L'effet est évalué dans le Projet de RIE du plan cycle 1 de façon positive (score +2) pour les alternatives/variantes.

Risque d'inondation

L'étude figurant dans le Projet de RIE du plan cycle 1 montre que la situation s'améliore généralement et qu'aucun nouveau goulet d'étranglement n'est créé.

Le long du segment du R0 entre le nœud E19 et le nœud E40 (zone Zaventem), des zones effectivement et éventuellement inondables sont présentes, ainsi que des zones à risque d'inondation et des zones récemment inondées situées dans la vallée de la Woluwe et de ses affluents, y compris Kleine Maelbeek (cours d'eau ou eau de ruissellement). La vallée est régulièrement inondée, par exemple sur le site de DHL, car des zones considérables de plaine inondable ont été occupées par l'urbanisation. Étant donné que les efforts se concentrent sur l'infiltration, la situation s'améliorera.

Évaluation

L'effet positif sur la capacité tampon et la réduction du risque d'inondation peut être évalué.

En cas de fortes précipitations, un écoulement accru et accéléré de l'eau en aval pourrait provoquer des inondations. La plus longue absorption de l'excès d'eau de pluie (capacité tampon) présente des avantages. Les avantages sont la protection contre les inondations et se reflètent dans les dommages évités aux ménages, aux entreprises et à l'agriculture. Une amélioration de la capacité de stockage modifie donc la probabilité et l'étendue des dommages causés par les inondations.

La quantification est alors la suivante : coûts des inondations = probabilité d'inondation (par an) * dommages moyens.

Ruijgrok (2006)⁹² propose de calculer la **probabilité d'inondation** en utilisant le graphique ci-dessous produit par TNO pour les Pays-Bas, qui est basé sur des hypothèses néerlandaises⁹³ concernant les précipitations et la capacité.

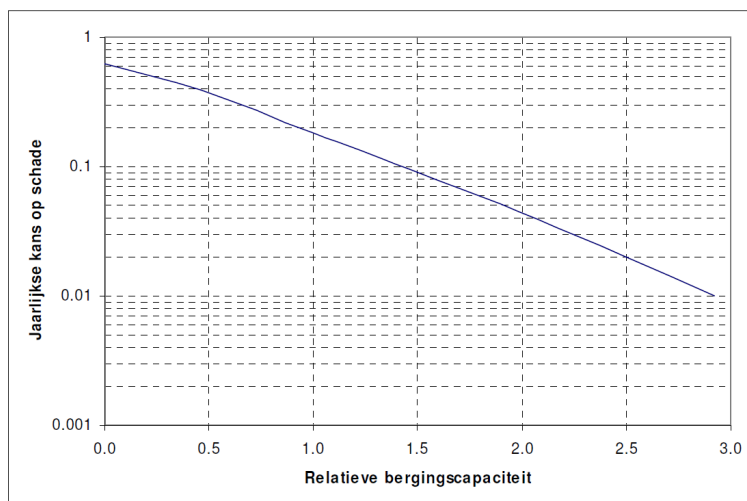
La traduction du score +2 du Projet de RIE du plan cycle 1 pourrait alors être une amélioration de la capacité de stockage de 50%⁹⁴. Le graphique montre alors que la probabilité annuelle d'inondation diminue de 0,18 (capacité de stockage relative 1,0) à 0,09 (capacité de stockage relative 1,5).

⁹² Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok, Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's, 2006 Numéro d'ordre B16.

⁹³ Le graphique présenté ici pour déterminer la variation de la probabilité d'inondation est basé sur deux hypothèses. On a d'abord supposé que la capacité de décharge des systèmes d'eau de surface actuels aux Pays-Bas est conçue pour un événement de précipitation dont la fréquence est dépassée une fois par an. Cela signifie que les systèmes d'eau de surface actuels ont une capacité de décharge de 32 mm par jour. On suppose alors que la capacité de décharge, combinée à la capacité de stockage, est capable de faire face aux précipitations « une fois tous les 5 ans ». Il en résulte une capacité de stockage de 13 mm par jour. On peut en déduire que la capacité de décharge requise sur une base annuelle est de 19 mm par jour.

⁹⁴ Chiffre à mettre à jour avec les chiffres du RIE du plan discipline des eaux de surface.

Figure 113 : Capacité de stockage relative et probabilité annuelle de dommages. Source : Ruijgrok (2006) sur la base de TNO.



L'explorateur de valeurs naturelles⁹⁵ propose (dans le chapitre « Protection contre les inondations - depuis la rivière ») de calculer les inondations à l'aide d'un modèle de simulation. Ils proposent d'appliquer la méthodologie de risque d'inondation du Laboratoire d'hydraulique (LATIS) (Deckers et al. 2013). Le LATIS estime les dommages matériels auxquels nous pouvons nous attendre à la suite d'inondations spécifiques en fonction des hauteurs d'inondation, des fonctions de dommages (relation entre la hauteur d'inondation et les dommages) et des valeurs de remplacement.

Cependant, ces calculs de modèle n'ont pas été effectués, de sorte que dans cette ACAS nous avons recours à la méthode présentée dans Ruijgrok (2006).

Pour calculer les **dommages annuels**, nous devons connaître le nombre de foyers et d'entreprises touchés dans la région, mais ce nombre n'est pas clairement connu. On peut supposer qu'il s'agit principalement de parkings et de zones tampons, et non de bâtiments. Nous supposons actuellement une zone de 10 ha avec une valeur de 100 €/m²⁹⁶.

Une évaluation de ces bénéfices revient alors à quantifier ces dommages évités. Le bénéfice peut être monétisé sur la base du dommage moyen par ménage. Ruijgrok (2006)⁹⁷ propose 17 000 €₂₀₀₆ de dommages par ménage, soit environ 5 % de la valeur du patrimoine. Nous appliquons ces 5% à la valeur de la zone pour obtenir le dommage moyen par an.

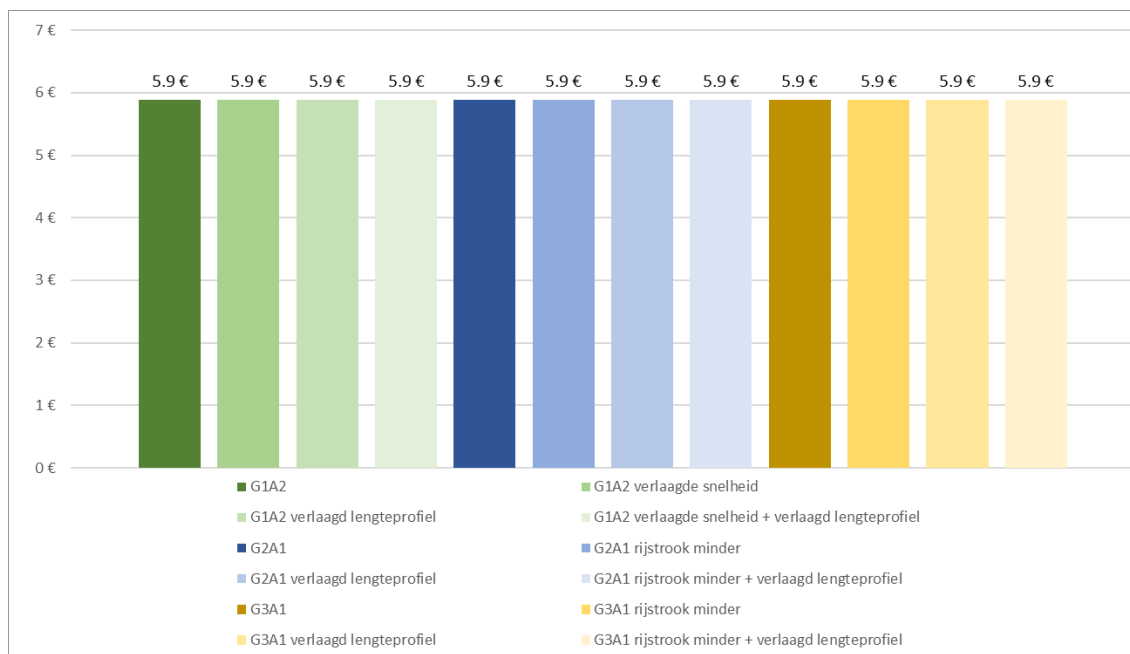
Les bénéfices, d'environ 6 millions d'euros, sont présentés dans le graphique suivant. Ils sont les mêmes pour chaque alternative de plan en raison du manque d'informations connues sur la différence du nombre d'habitations affectées entre les différentes alternatives.

⁹⁵ Liekens Inge, Smeets Nele, Staes Jan, Van der Biest Katrien, De Nocker Leo, Broekx Steven (2013). Waardering van ecosysteemdiensten, een handleiding. Étude commandée par le LNE, département de la politique de l'environnement, de la nature et de l'énergie. Version numérique mars 2018

⁹⁶ Chiffre à mettre à jour avec les chiffres du RIE du plan discipline des eaux de surface.

⁹⁷ Dr.ir. E.C.M. Ruijgrok, Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap Hulpmiddel bij MKBA's, 2006 Numéro d'ordre B16.

Figure 114 : Valeur actuelle nette du risque d'inondation, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



10.2.4 **Quantité d'eau souterraine (augmentation du niveau piézométrique/assèchement)**

La zone sensible à l'augmentation du niveau piézométrique/assèchement peut être touchée, ce qui entraîne des effets sur les écosystèmes : détérioration de la végétation et/ou de la population de certaines espèces animales.

En général, on peut dire qu'il n'y a pratiquement pas de végétation dépendant des eaux souterraines le long de l'infrastructure routière. Le bois du Laerbeek constitue une zone d'attention, car une végétation dépendant des eaux souterraines y est présente et cette zone est en partie alimentée par les eaux souterraines provenant des environs du R0.

Alternative de base

Actuellement, le niveau des eaux souterraines et leur vulnérabilité à hauteur du R0 ne sont pas connus en détail. Compte tenu du relief de la zone, on peut supposer que le niveau des eaux souterraines dans toute la zone de plan diffère fortement avec un niveau d'eaux souterraines profond à la hauteur des crêtes et un niveau d'eaux souterraines moins profond près des zones de vallée.

Au vu de l'emplacement de la ligne de séparation des eaux et de la profondeur de la nappe phréatique, on ne s'attend généralement pas à une grande action de barrière dans le sous-sol du R0. Ce n'est que dans les zones où la route est scindée et où le niveau des eaux souterraines est relativement peu profond, comme le côté ouest du bois du Laerbeek, que le R0 peut éventuellement former une barrière pour l'écoulement des eaux souterraines.

On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base ne soit pas différente de la situation actuelle.

Pour plus de détails, veuillez vous référer au Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines, où la condition existante est discutée plus en détail sur la base de données provenant de forages et d'une campagne de mesures.

Alternatives de plan

Comme l'**infiltration** sera maximisée, toutes les alternatives/variantes auront une infiltration accrue par rapport à la situation actuelle. L'implantation plus profonde de certaines parties du R0 peut entraîner une modification du niveau des eaux souterraines (effet de barrière). Cependant, cette situation n'est pas un problème pour la plupart du R0-Nord en raison de l'absence de constructions en déblai.

L'impact de la quantité d'eaux souterraines pendant l'exploitation est évalué comme modérément positif (score +1) dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines, pour les trois zones dans toutes les alternatives/variantes.

Une exception est constatée au niveau du **bois du Laerbeek**, où toutes les alternatives prévoient un abaissement du Ring d'environ 5-8 m. L'eau provenant du revêtement, qui aboutit actuellement dans les accotements et qui **s'infiltr**e en partie et déborde en partie dans le Laerbeek, sera drainée vers des tampons plus à l'ouest, qui s'écouleront par la suite vers le Veldwaterloop. La zone du bois du Laerbeek comprend une végétation dépendant des eaux souterraines et cette zone est en partie alimentée par les eaux souterraines provenant des environs du R0. En raison d'une infiltration modifiée par l'implantation encastrée du R0, un changement dans la quantité d'eau souterraine peut se produire, ce qui peut avoir un impact sur la végétation/source dans le bois du Laerbeek.

Un **effet de barrière limité dans le sous-sol** peut également s'y produire. En conséquence, la route abaissée au nord-est du bois du Laerbeek sera située dans le système aquifère de Bartoon, ce qui coupera (partiellement) l'aquifère supérieur. Toutefois, la réduction possible sera d'environ 10 % au maximum, selon le Projet de RIE du plan cycle 1.

Étant donné que l'on estime que l'impact est limité et qu'il existe des possibilités techniques pour atténuer tout impact éventuel, aucun impact significatif n'est attendu sur le bois du Laerbeek selon le Projet de RIE du plan cycle 1 en ce qui concerne la quantité des eaux souterraines.

Cependant, la composition des eaux souterraines peut s'en trouver modifiée, notamment le degré d'acidité. La modification de l'acidité de l'eau peut avoir un impact sur les biotopes. Aucune information n'est disponible à ce sujet.

Évaluation

La stabilité du niveau des eaux souterraines présente des avantages. L'effet global de l'infiltration est évalué positivement, mais peut déjà être partiellement contenu dans l'évaluation de la partie précédente (capacité tampon/zones inondables), voir 10.2.3.

Cependant, les effets sur la quantité d'eaux souterraines sont limités en termes d'effet de barrière souterraine à hauteur du bois du Laerbeek et de Wemmel, et peut-être aussi en raison de la composition modifiée des eaux souterraines. Cela est dû à l'emplacement plus profond du Ring.

Cependant, il existe peu ou pas de littérature sur l'évaluation de la quantité des eaux souterraines. Si l'on tient compte du changement climatique, la valeur des eaux souterraines pourrait augmenter à l'avenir. L'explorateur de valeurs naturelles suggère de les quantifier en utilisant le potentiel d'infiltration, mais ne fournit pas de méthode. Une autre méthode possible est celle proposée dans le projet Ecoplan⁹⁸, mais il y manque les données nécessaires du Projet de RIE du plan cycle 1 (telles que les quantités) pour faire un calcul.

Nous proposons de l'évaluer comme « pro memoria ».

10.3 Perturbation du sol

Le sol se compose principalement de sols limoneux. La teneur en humidité des sols dépend principalement de leur emplacement à l'intérieur ou à l'extérieur des plus petites vallées des ruisseaux de la région. Les vallées contiennent des sols limoneux plus humides, les flancs des crêtes des sols limoneux plus secs. Au niveau de Machelen, on trouve des sols sablo-limoneux plutôt sec sur les crêtes des collines et des sols sableux secs dans une faible mesure.

Le sol à proximité de la zone de plan combinée n'est pas, ou modérément, sensible à la destruction des profils, aucun profil pédologique de valeur n'est présent. Dans l'ensemble, le sol est modérément sensible au compactage, seuls les sols les plus humides et les plus lourds (sols limoneux humides et sols argileux) sont sensibles au compactage. Ces sols sensibles ont une superficie d'environ 50 ha (environ 6 % de la zone de plan) et sont situés à proximité des cours d'eau. Il convient également de mentionner que ces sols, théoriquement sensibles au compactage, sont en partie situés au niveau des infrastructures routières existantes et ont donc déjà été excavés/dérangés.

Alternative de base

On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base ne soit pas différente de la situation actuelle. Ce n'est pas tout à fait correct car dans l'alternative de base certains ouvrages d'art seront également remplacés, ce qui entraînera probablement une légère perturbation du sol. Cependant, le manque d'informations disponibles ne permet pas de l'inclure.

Alternatives de plan

Destruction de profil

Façonnés au fil des siècles par des facteurs de formation tels que le climat, la végétation, entre autres, la plupart des sols ont formé une séquence d'horizon typique. En creusant le profil du sol ou en perturbant les couches supérieures du sol, cette séquence d'horizon typique peut être perturbée.

Le profil au niveau de la **zone d'infrastructure routière** disparaîtra presque totalement du fait des travaux prévus, dans la mesure où il n'a pas déjà disparu du fait de la construction du R0

⁹⁸ <https://www.uantwerpen.be/nl/onderzoeksgroep/ecoplan/ecoplan-tools/ecoplan-scenario-eva>

actuel. Étant donné que les alternatives suivent en grande partie le même itinéraire que le R0 existant, les perturbations/destructions supplémentaires seront limitées.

Dans **l'ensemble de la zone de plan** (autour de la zone d'infrastructure routière, zone d'intégration paysagère), le profil sera également détruit localement notamment par la construction de bassins tampons, de murs et d'accotements anti-bruit et l'utilisation en tant que zone de chantier.

La zone de plan des alternatives/variantes se compose à environ 40 % de sols qui ne sont pas sensibles à la destruction des profils et environ 60 % de sols qui sont modérément sensibles à la destruction des profils (selon la carte des sols). Aucun sol ayant une valeur scientifique ou culturelle et historique particulière ne sera traversé.

Compte tenu de la sensibilité limitée concernant la perturbation du profil, l'effet en matière de perturbation du profil est évalué comme non significatif à négatif limité (score 0/-1) pour les trois zones et pour les alternatives/variantes dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines. Le groupe d'impacts propre à la destruction du profil ne produit pas de distinction claire entre les différentes alternatives/variantes.

Perturbation du sol

Le compactage du sol peut entraîner une réduction de l'infiltration (eaux souterraines, eaux de surface) ou une modification du développement des écotopes (faune et flore). Ces changements structurels sont causés par le passage d'engins lourds sur le sol, le stockage temporaire de matériaux, les remblais, etc. pendant la phase de construction.

L'impact n'est pertinent qu'au niveau des zones de construction et au niveau des rognures entre et le long des routes, notamment là où la végétation se développera encore après les travaux. L'analyse dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité montre que 6,5 à 7 % (33 à 38 ha) de la surface potentielle des zones de chantier sont sensibles au compactage.

Le compactage au niveau de l'infrastructure routière prévue n'est pas pertinent puisque cette zone sera de toute façon pourvue d'un revêtement.

Compte tenu de la sensibilité limitée au compactage, l'effet en matière de perturbation du sol est évalué comme non significatif à négatif limité (score 0/-1) pour les trois zones et pour les alternatives/variantes dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines et discipline de la biodiversité.

Stabilité

Le remodelage du sol dépend de la compressibilité du sol (sols lourds ou légers), de l'épaisseur de la couche de sol et du niveau des eaux souterraines. Les tassements différentiels peuvent provoquer un affaissement inégal de la route, et dès lors des fissures dans le revêtement. Les structures situées à proximité du R0 pourraient également subir des dommages (fissures).

On suppose que les travaux effectifs peuvent être réalisés de manière à éviter le remodelage du sol dû au drainage, en utilisant une fosse d'excavation fermée.

Dans les zones de Wemmel et Vilvorde et dans le sud de la zone de Zaventem, on trouve des sols limoneux, ce qui signifie que le risque y est légèrement plus élevé.

L'effet de la modification de la stabilité du sol dans la zone de plan est évalué comme négligeable à négatif limité (score 0/-1) pour les trois zones et pour toutes les alternatives/variantes du Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines.

Évaluation

Pour la **destruction des profils, la perturbation du sol et la stabilité**, l'effet a été estimé comme étant légèrement négatif dans le Projet de RIE du plan. Nous proposons de l'évaluer comme « pro memoria » avec l'indication d'un léger effet négatif.

10.4 Pollution de l'eau et du sol

Les sols, les eaux souterraines et les eaux de surface peuvent être pollués pendant la phase de construction (principalement par le déplacement de lits d'eau pollués) et pendant l'exploitation (principalement par le trafic).

Alternative de base

5 masses d'eau peuvent être affectées par le plan. Leur qualité est décrite en détail dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline du sol et des eaux souterraines. L'état écologique actuel est « mauvais » pour 3 des 5 masses d'eau : Kleine Maalbeek, Maalbeek, Senne II. Pour les deux autres, il est « insuffisant » : Woluwe, Canal maritime Bruxelles-Escaut.

En ce qui concerne le sol et les eaux souterraines, des analyses de sol récentes ont identifié un certain nombre de pollutions existantes de lits (d'eau) près de la zone de plan.

Alternatives de plan

Phase de construction

Des lits d'eau pollués sont potentiellement présents à hauteur de la zone de plan. L'excavation/le reprofilage est susceptible de répandre la pollution. Les rapports de recherche nécessaires ont été rédigés et les résultats de ces recherches seront pris en compte lors de la mise en œuvre du plan. Les réglementations (Vlarebo) et les directives doivent ensuite être suivies afin de limiter l'impact sur la pollution des eaux de surface. Par conséquent, la dégradation de la qualité des eaux de surface et l'impact sur la pollution du sol et des eaux souterraines sont évalués comme négligeables (score 0) dans le Projet de RIE du plan cycle 1 et ne sont donc pas inclus dans l'ACAS.

Phase d'exploitation

Les eaux de pluie ruisselant sur le revêtement routier contiennent des polluants provenant de la circulation automobile (huiles minérales et micropolluants issus de la combustion des carburants et de la lubrification des moteurs, métaux provenant des pneus des voitures, copeaux de frein provenant des plaquettes de frein) et d'objets d'infrastructure (métaux provenant des glissières de sécurité en raison de la corrosion). Plusieurs études ont montré que la pollution des eaux routières se compose principalement des substances suivantes : métaux lourds, HAP, huiles minérales et chlorures (sel de voirie).

En appliquant le système d'évacuation des eaux décentralisée (voir partie 10.2.1), tout écoulement pollué des eaux de pluie se retrouvera en grande partie dans les accotements (**sol et eaux**

souterraines). La plupart de la pollution reste localement concentrée dans le gazon de la berme et le fond des fossés. Malgré une infiltration accrue, les vitesses d'infiltration sont limitées dans une grande partie de la zone et les eaux souterraines sont souvent profondes dans la zone de plan. Un bon entretien de l'accotement, en particulier le remplacement périodique du lit d'infiltration lorsqu'un enrichissement avec ces substances a été observé, est à cet égard important. Par conséquent, le risque de transfert de la pollution vers les eaux souterraines est considéré comme limité. L'impact est évalué comme négligeable à négatif limité (score RIE 0/-1) pour les trois zones et pour toutes les alternatives/variantes si les accotements/fossés sont correctement entretenus.

Cependant, par le biais des eaux souterraines, la pollution peut pénétrer dans le **système des eaux de surface**, ce qui peut avoir un effet sur la flore et la faune. Une attention particulière est accordée aux zones sources (bois du Laerbeek et Sint-Lendrik) où la pollution peut pénétrer dans les sources par infiltration des eaux souterraines.

Il s'agit toutefois d'une meilleure situation que dans l'alternative de base, où la pollution est rejetée par le système de drainage directement et sans traitement dans les ruisseaux et les rivières. Dans les alternatives de plan, la pollution est collectée dans des fossés parallèles, où une partie est immédiatement déversée (lors d'averses plutôt faibles après une période de sécheresse, une grande quantité de poussière est emportée) et une autre partie est rejetée dans un piège à sable dans les tampons. La zone sédimentée est excavée tous les 10 ans, selon un suivi ciblé. Ainsi, moins de pollution aboutit dans les ruisseaux et les rivières et ce qui reste dans les fossés ne se propage que dans une mesure limitée. La pollution est beaucoup plus contrôlable, et la dispersion pose moins de problèmes.

Étant donné que le profil de la route au niveau du bois du Laerbeek sera construit à moitié plus profond (5-8 m de plus), l'eau ne pourra pas s'infiltrer dans les accotements, mais sera évacuée par des tuyaux (voir aussi 10.2.1) vers des fossés parallèles et un ou plusieurs tampons plus éloignés. Cela signifie qu'aucun polluant (y compris le sel de voirie) ne pénétrera dans le bois du Laerbeek via les eaux souterraines, d'où l'effet positif attendu sur le bois du Laerbeek. Dans le cas d'un profil longitudinal abaissé, un effet positif similaire est attendu à Wemmel-Jette.

Évaluation

Étant donné que l'impact sur la qualité des eaux de surface, du sol et des eaux souterraines est évalué comme négligeable à négatif limité (positif pour le bois du Laerbeek), et qu'aucune quantification spécifique n'a été réalisée, cet impact ne peut être inclus dans cette ACAS.

Si des données quantitatives sont disponibles (type et quantité de polluants), les chiffres suivants peuvent être utilisés :

- Le Guide des prix de l'environnement⁹⁹ indique les coûts par kg et par polluant pour les émissions dans l'eau et dans le sol. Pour cela, la quantité de pollution doit être connue (en kg) pour les HAP et les métaux lourds.

⁹⁹ Sander de Bruyn, Saliha Ahdour, Marijn Bijleveld, Lonneke de Graaff, Ellen Schep, Arno Schrotten, Robert Vergeer, Handboek Milieuprijzen 2017 - Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts, CE Delft, juli 2017, pour le compte du Ministère néerlandais des infrastructures et de l'environnement.

- L'explorateur de valeurs naturelles n'aborde pas la question de la pollution par ruissellement. D'autres ouvrages sur la pollution par ruissellement peuvent au besoin être étudiés, par exemple à la VMM ou à la CEDR¹⁰⁰.

En l'absence de chiffres, nous proposons dans cette ACAS une évaluation « pro memoria ».

10.5 Eutrophisation

L'eutrophisation est l'excès indésirable de nutriments. Cet impact peut provenir d'une augmentation des émissions acidifiantes/fertilisantes du trafic routier, notamment des NO_x. Ce polluant atmosphérique reste assez proche de la source (l'infrastructure routière). En général, plus la concentration de NO_x est élevée à un endroit donné, plus l'impact sur l'acidification et l'eutrophisation est important.

L'acidification est définie comme les effets conjoints des émissions atmosphériques à partir desquelles des acides peuvent être formés. Ces acides peuvent se déposer sur le sol par dépôt sec et humide et y provoquer des effets. La fertilisation est l'enrichissement du sol, de l'eau et de l'air en éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium) qui peuvent perturber les processus écologiques et les cycles naturels. La fertilisation entraîne des changements dans la biomasse et dans la composition des espèces à différents niveaux des communautés végétales et animales.

Pour le NO₂, 14 grammes d'azote (fertilisation) correspondent à 1 équivalent acide (acidification). Par kilogramme d'azote, cela représente environ 71 équivalents d'acide. La valeur de l'acidification est donc 71 fois supérieure à celle de la fertilisation. Quand l'eutrophisation affecte la flore et la faune vulnérables, les effets peuvent être importants. Il s'agit d'un effet permanent, qui se produira tout au long de la période commençant en 2030.

Alternative de base

Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité, les zones suivantes, en plus de certaines parcelles individuelles, ont été identifiées comme vulnérables à très vulnérables à l'eutrophisation :

- Sous-zone de Wemmel-Zellik (y compris Grand-Bigard)
- Sous-zone Wemmel-bois du Laerbeek (au niveau du Bois du Laerbeek)
- Zone de Wemmel - Strombeek-Bever A12
- Sous-zone de Vilvorde (zone à l'ouest du canal)
- Sous-zone de Zaventem-Kraainem (zone au sud du nœud)

Alternatives de plan

Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air, les émissions ont été calculées sur la base des chiffres du trafic. La méthodologie utilisée à cet effet est résumée au point 8.2. En ce qui concerne l'eutrophisation, les émissions de NO_x sont importantes. Seules les émissions dans la zone de plan ont été prises en compte, conformément au RIE du plan.

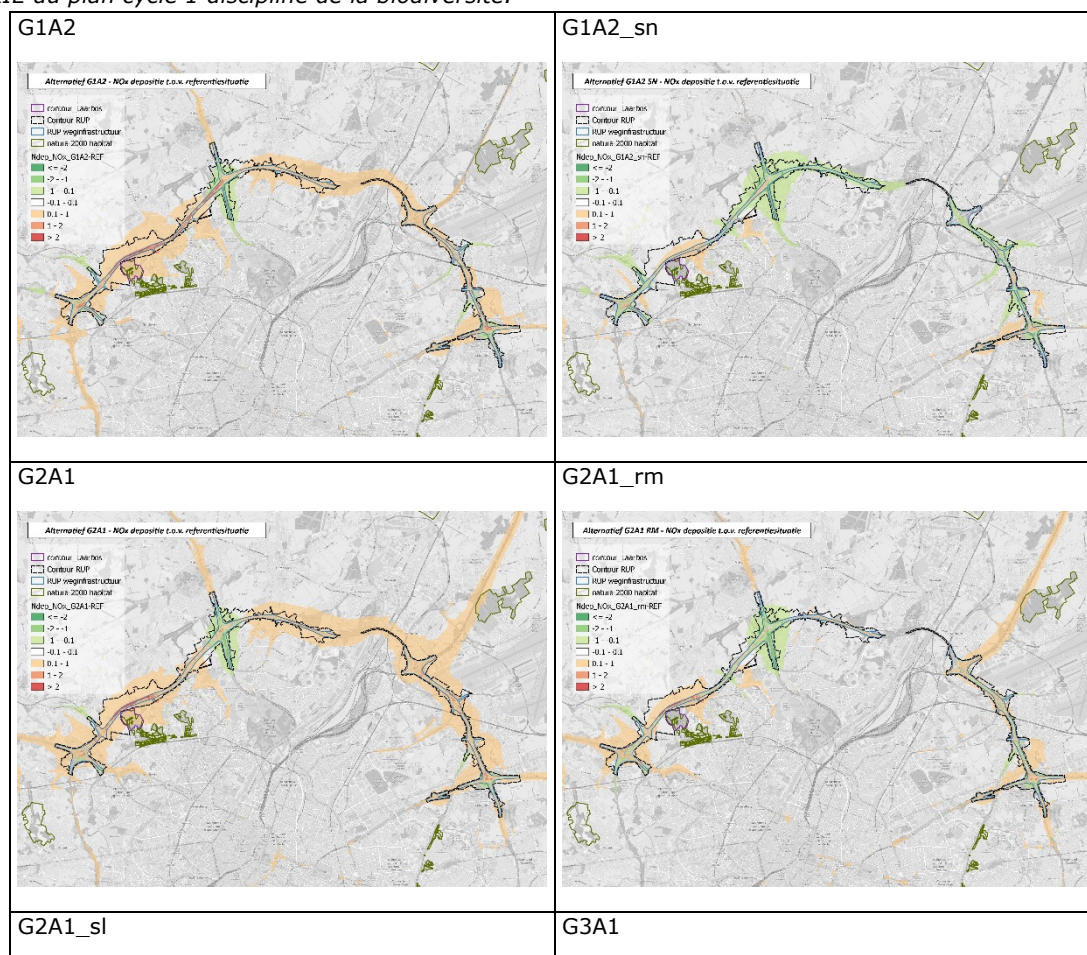
¹⁰⁰ www.proper-cedr.eu/outputs.html

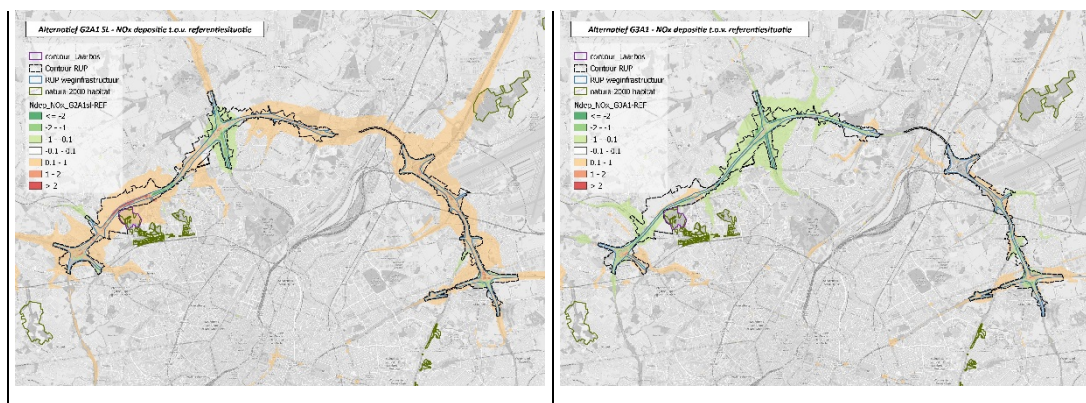
Tableau 63 : Émissions atmosphériques totales de NO_x par alternative de plan dans la zone d'étude en tonnes. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de l'air.

Base	569
G1A2	611
G1A2_sn	546
G2A1	613
G2A1_sl	613
G2A1_ov	613
G2A1_rm	564
G3A1	546

Les figures ci-dessous montrent la différence de dépôt entre les alternatives et la situation de référence.

Figure 115 : Contribution d'émission du projet de plan (alternatives et variantes). Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.





Le tableau ci-dessous donne un aperçu des scores des différentes alternatives et variantes en matière d'eutrophisation.

Tableau 64 : Aperçu des scores pour les alternatives et les variantes en matière d'eutrophisation.
Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité

Sous-zone	G1A2	G1A2_sn	G2A1	G2A1_sl	G2A1_ov	G2A1_rm	G3A1
Zellik	-1	0/+1	-1	-1	-1	-1	0/+1
Bois du Laerbeek	-1	0/+1	-1	0/+1	0/-1	0/+1	0/+1
Jette	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	-1	0/-1	0/-1
Strombeek	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Vilvorde	-1	0/+1	-1	-1	-1	0/+1	0/+1
Machelen	0/-1	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0
Groen Hart	0	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0
Henneaulaan	0	0	0/-1	0/-1	0/-1	0	0
Kraainem	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1

Évaluation

Le Guide des prix de l'environnement¹⁰¹ donne une évaluation en € par kg d'émissions (faible, moyen, élevé) - aucune distinction n'est faite ici en fonction du type de nature.

La valeur de l'acidification due aux NOx dans le Guide des prix de l'environnement varie de 0,324 € à 2,83 €, avec une valeur centrale de 1,44 €/kg.

La valeur de la fertilisation due aux NOx dans le Guide des prix de l'environnement est de 0,121 €/kg.

¹⁰¹ Sander de Bruyn, Saliha Ahdour, Marijn Bijleveld, Lonke de Graaff, Ellen Schep, Arno Schrotten, Robert Vergeer, Handboek Milieuprijzen 2017 - Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts, CE Delft, juli 2017, pour le compte du Ministère néerlandais des infrastructures et de l'environnement.

Résultat

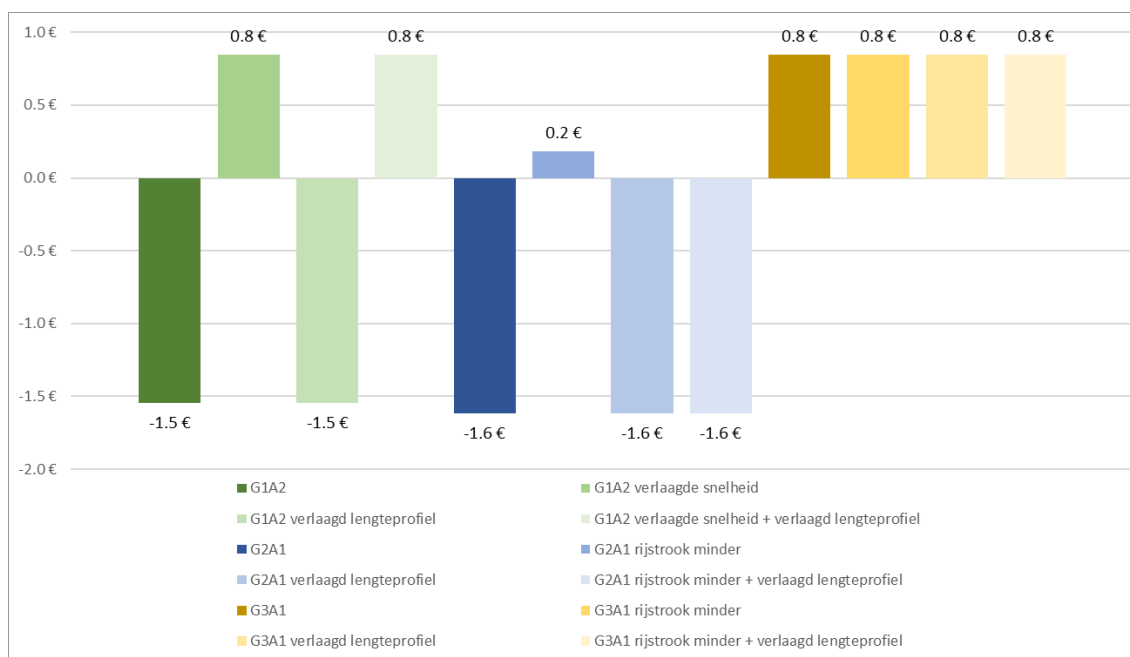
Les coûts dus à l'eutrophisation sont calculés sur la base des émissions et de l'évaluation. Ces coûts ont lieu chaque année. Comme dans le chapitre 8.2, les éléments suivants ne sont pas pris en compte :

- L'effet de la congestion et du flux.
- L'évolution dans le futur, qui peut être en déclin.
- L'effet de la dispersion de l'air (rues canyons, arbres, ...) sur les retombées de NOx.

Les principaux paramètres de l'évolution des émissions, à savoir le transfert modal, les volumes de trafic et le changement de régime de vitesse, ont bien sûr été calculés.

La figure suivante montre la valeur actuelle nette des coûts de l'eutrophisation.

Figure 116 : Valeur actuelle nette de l'eutrophisation, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions € 2020. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



10.6 Modification de l'écotope par la reprise et la création d'espaces verts

Dans cette section, la reprise et la création d'espaces verts sont évalués. Nous essayons de tenir compte de l'impact sur la biodiversité. La biodiversité désigne l'ensemble de la variété des formes de vie, des gènes et des écosystèmes sur terre. La quantification de l'importance des espaces verts pour la biodiversité est complexe, en raison d'un manque de connaissances scientifiquement fondées.

Alternative de base

La figure suivante montre l'utilisation réelle des terres (condition réelle) dérivée de l'orthophoto. Cette partie comprend alors 368,7 ha : 292,5 ha d'espace vert et 76,2 ha d'espace vert dans un nœud de circulation.

Figure 117 : Utilisation actuelle planologique des terres (état juridique) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée selon la carte de comptabilité spatiale. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline aspects spatiaux humains.

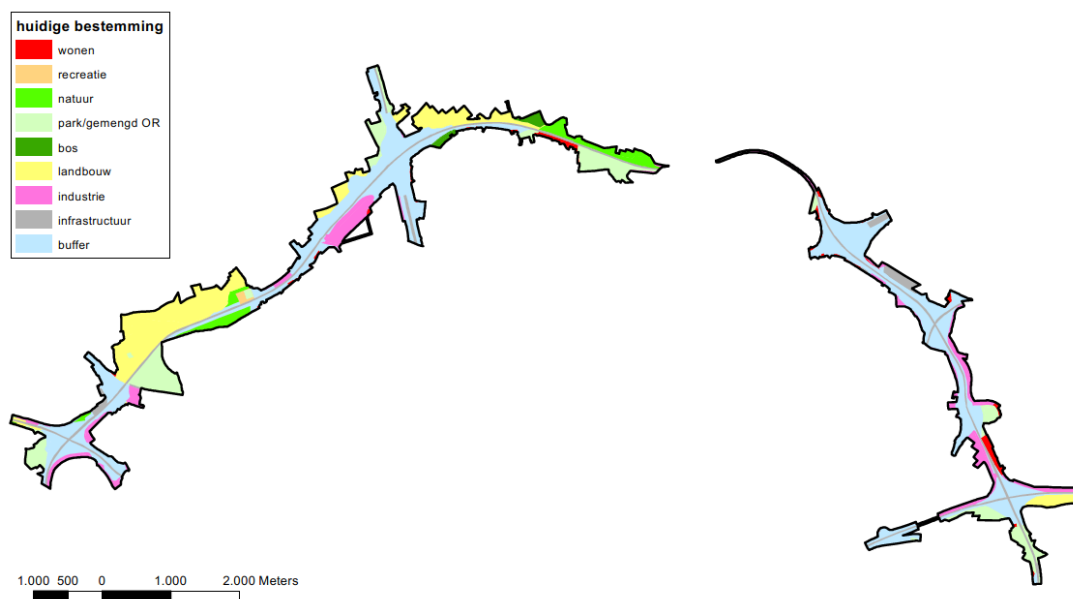
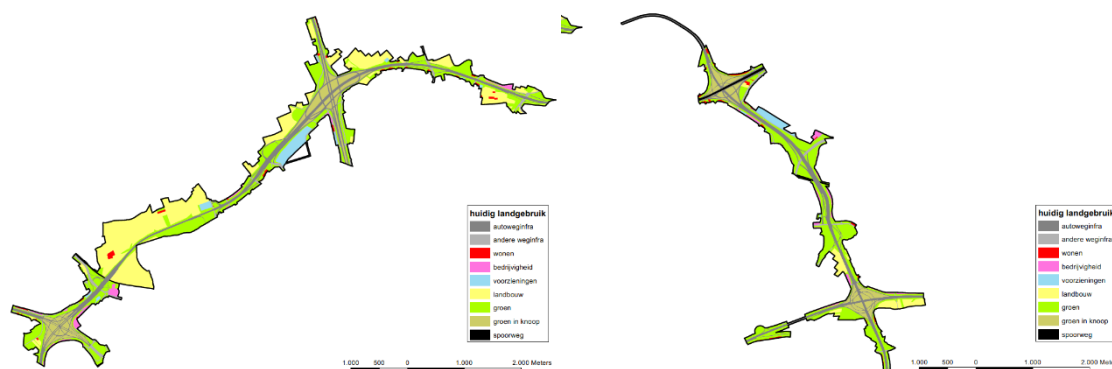


Figure 118 : Utilisation actuelle réelle des terres (état réel) dans le cycle 1 de la zone du plan combinée. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline des aspects spatiaux.



Les tableaux suivants montrent le déboisement (divisé selon le facteur de compensation forestière) et les prairies permanentes historiques (hu et hu/hp* selon la CEB). Ce sont les deux plus grands groupes de végétation couverts par la législation sur les forêts et la nature. Il convient de souligner que d'autres types de végétation, tels que les creux, les marais et les zones humides, sont également présents, mais dans une mesure plus limitée. Afin de garder les tableaux clairs, il a été décidé de ne présenter que les forêts et les prairies historiquement permanentes (quelle que

soit la destination). Cela donne déjà une image de la reprise attendue et fournit suffisamment d'informations pour évaluer les différentes alternatives.

Les tableaux ci-dessous montrent la superficie des forêts et des prairies historiquement permanentes pour chaque alternative.

On s'attend à ce que la situation dans l'alternative de base soit légèrement différente de la situation actuelle en raison des gains rapides.

*Tableau 65 : Aperçu de la reprise des forêts et des prairies permanentes historiques (en hectares).
Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.*

	Facteur forestier 1	Facteur forestier 1,5	Facteur forestier 2	Facteur forestier 3	h u	hu/hp *
G1A 1	6	41	94	4	4 0	71
G2A1	6	41	94	4	4 0	71
G3A 1	6	41	94	4	4 0	71

Alternatives de plan

Description

La reprise/création d'espaces verts est présentée dans le tableau suivant. Pour chacune des cellules du tableau, une description détaillée peut être trouvée dans le RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité. Il s'agit d'une estimation. L'équilibre vert exact (apport/création) dépend de l'apport nécessaire pour les murs antibruit, les fossés, etc.) et de l'aménagement de la zone dans la zone tampon et les différentes zones d'affectation.

Les zones vertes reprises comprennent les forêts mixtes, les forêts de feuillus, les prairies de fauche mésophiles, les prairies culturelles permanentes riches en espèces, les prairies permanentes historiques, les plans d'eau eutrophes, etc. Il est à noter que la reprise ne se fait pas toujours au profit des infrastructures routières, mais parfois aussi des zones agricoles.

Des accotements vont également disparaître. Il s'agit de prairies biologiquement très précieuses, qui sont restées pratiquement intactes pendant 50 ans. Même la plupart des accotements qui peuvent être préservés seront éventuellement utilisés temporairement pendant la phase de construction comme zone de construction et disparaîtront donc aussi temporairement. On ignore encore pour l'instant la quantité précise d'accotements qui vont disparaître. L'intention est de maintenir les précieux accotements présents, autant que possible exempts d'interventions, même temporaires, afin qu'ils puissent conserver leur valeur.

Après les travaux, les zones vertes et des accotements verts pourront à nouveau se développer.

En démolissant l'infrastructure routière, il est possible de créer de nouveaux espaces verts en de nombreux endroits. Dans certains endroits, des espaces verts plus vastes seront placés en dehors de l'infrastructure routière, ce qui les rendra accessibles en tant qu'habitat pour les espèces. La reprise d'espaces verts génère des coûts, la création d'espaces verts génère des bénéfices.

Le tableau suivant présente le solde pour la reprise et la création d'espaces verts. Le tableau montre qu'une plus grande superficie d'espaces verts disparaîtra (définitivement ou

probablement/reprise partielle) que celle qui sera ajoutée (définitivement ou probablement/création partielle).

Tableau 66 : Reprise/création d'espaces verts (équilibre spatial physiques) par sous-zone, par rapport à l'alternative de base. Surfaces en ha. Source RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.

		G1A2	G2A1	G3A1
Wemmel-Zellik	reprise certaine	3,8	5,1	4,6
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	55,6	54,3	54,8
	création éventuelle/partielle	2,7	2,0	2,3
	essentiellement création	7,3	6,1	8,6
Wemmel-bois du Laerbeek	reprise certaine	1,9	2,5	1,8
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	8,8	8,2	8,9
	création éventuelle/partielle	7,2	7,8	3,2
	essentiellement création	1,1	1,1	2,0
Wemmel-Jette	reprise certaine	4,8	8,6	5,5
	reprise possible/partielle	4,4	2,8	4,6
	essentiellement conservation	31,9	29,6	31,0
	création éventuelle/partielle	4,0	3,3	2,5
	essentiellement création	5,0	4,5	8,0
Wemmel-Strombeek-Bever A12	reprise certaine	9,7	14,0	12,7
	reprise possible/partielle	0,1	0,0	0,0
	essentiellement conservation	64,2	60,0	61,3
	création éventuelle/partielle	6,1	4,9	5,3
	essentiellement création	17,3	18,3	18,6
Vilvorde	reprise certaine	2,0	2,0	3,0
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	31,6	31,6	30,5
	création éventuelle/partielle	4,3	4,3	3,4
	essentiellement création	0,4	0,4	1,7
Zaventem-Machelen E19	reprise certaine	1,7	5,0	1,7
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	29,5	26,3	29,6
	création éventuelle/partielle	7,9	8,2	7,9
	essentiellement création	3,2	3,2	4,0
Zaventem-Groen Hart A201	reprise certaine	0,7	4,4	3,2
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	31,0	27,3	28,5
	création éventuelle/partielle	0,3	0,2	0,2
	essentiellement création	0,9	1,2	2,7
Zaventem-Henneaulaan	reprise certaine	2,7	2,8	3,0
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	26,1	26,0	25,8
	création éventuelle/partielle	0,6	0,5	1,0
	essentiellement création	3,6	2,3	3,9
Zaventem-Kraainem	reprise certaine	7,2	10,1	11,2
	reprise possible/partielle	0,0	0,0	0,0
	essentiellement conservation	51,0	48,1	51,3
	création éventuelle/partielle	7,4	8,1	7,3
	essentiellement création	5,2	4,3	5,6
TOTAL	reprise certaine	30,7	49,4	42,1
	reprise possible/partielle	60,1	57,1	59,4
	essentiellement conservation	276,8	259,1	269,2
	création éventuelle/partielle	45,1	43,4	39,4
	essentiellement création	38,6	37,8	48,3
	TOTAL REPRISE	90,8	106,5	101,5
	TOTAL CRÉATION	83,7	81,2	87,7
	SOLDE	-7,1	-25,3	-13,8

Légende :

reprise certaine : actuellement espace vert -> devient une infrastructure routière (autoroute ou autre)
reprise possible/partielle : actuellement espace vert -> se situera en dehors de la zone tampon dans une zone agricole désignée

essentiellement conservation (reprise temporaire par les zones de travaux) :

- actuellement espace vert -> devient espace vert intégré
- actuellement espace vert -> sera dans la zone tampon à 40 m, indépendamment de la destination ou avec
- actuellement espace vert -> sera situé en dehors de la zone tampon à 40 m dans l'affectation nature, de forêt, de parc et d'espace ouvert mixte.

création éventuelle/partielle

- actuellement infrastructure autoroutière ou agricole -> sera située dans la zone tampon à 40 m en zone agricole, en zone d'espace ouvert mixte ou sans nouvelle affectation
- actuellement infrastructure autoroutière -> sera située en dehors de la zone tampon à 40 m en zone d'espace ouvert mixte ou sans nouvelle affectation
- actuellement installations -> affectation nature, forêt, parc (à l'intérieur et à l'extérieur de la zone tampon 40 m)
- Les surfaces résidentielles, commerciales, d'équipements et ferroviaires existantes qui ne sont pas physiquement nécessaires à l'intégration paysagère et qui ne bénéficient pas d'une affectation verte, seront normalement conservées.

essentiellement création :

- actuellement pas espace vert -> devient espace vert intégré
- actuellement infrastructure autoroutière ou agricole -> affectation nature, forêt, parc (à l'intérieur et à l'extérieur de la zone tampon 40 m)

Modification d'écotopes par la reprise et la création d'espaces verts

Des impacts négatifs potentiels peuvent se produire avec la perte de végétation due à la reprise et la perte d'habitat pour la faune. Il y a une perte directe de surface de nature précieuse et moins précieuse, et une perte indirecte d'habitat pour la faune (oiseaux, mammifères, amphibiens, insectes). La valeur et la surface du biotope voué à disparaître sont importantes. Ces effets ont été examinés en détail dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité v4. Le tableau ci-dessous en fournit un résumé.

La conclusion générale est qu'à (très) long terme, les effets sur l'évolution des écotopes seront largement positifs pour les différentes sous-zones¹⁰². Cependant, ces effets seront précédés d'une longue phase de développement et d'une longue phase de récupération au cours desquelles des effets négatifs (importants) sont à prévoir. Pour les forêts, il s'agit de centaines d'années, pour les prairies, de 20 à 50 ans. Cela a des répercussions non seulement sur la valeur intrinsèque de la nature, mais aussi sur la fourniture de services écosystémiques spécifiques. Certains services peuvent déjà être fournis par des systèmes dégradés, d'autres nécessitent davantage de développement avant d'être réalisables.

Accotements et parcelles résiduelles

Le long du R0 et dans les échangeurs, de nombreux accotements et parcelles résiduelles sont désignés comme des écotopes biologiquement très précieux, des prairies quasi intactes depuis 50 ans, presque intactes, mais avec une gestion botanique de fauche appropriée. La valeur botanique de ces écotopes peut être élevée. Par exemple, l'échangeur de l'A12 contient des valeurs naturelles élevées avec diverses espèces d'orchidées.

En raison du réaménagement prévu du R0, une partie sera occupée, mais de nouvelles seront également créées par la construction et la démolition de l'infrastructure routière. Par ailleurs, outre l'infrastructure routière, la reprise et/ou la création d'un écotope se fera également par le réaménagement de ces zones/bords de route avec des accotements antibruit, des fossés parallèles, des bassins tampons, des bandes de nouvelle végétation ligneuse, etc.) et par les mesures de défragmentation prévues.

Zones de chantier

¹⁰² Source : *Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité, introduction du chapitre 10.3.1.*

Étant donné que la mise en œuvre du plan nécessitera de grands chantiers de construction qui seront utilisés pendant une longue période, cela peut également avoir un impact majeur (permanent). Ces zones de construction ne sont pas encore connues en détail et seront de taille similaire pour toutes les alternatives/variantes. Cet impact n'a pas encore été inclus dans l'évaluation d'impact du Projet de RIE du plan cycle 1, mais il le sera dans le cycle 2.

Long terme

Un aspect très important de l'évaluation du groupe d'effets changement d'écotope est qu'à (très) long terme, les effets seront largement positifs pour les différentes sous-zones. L'objectif est d'améliorer la cohésion des sous-zones, mais d'un autre côté, les perturbations augmentent aussi localement : liaisons douces pour les loisirs, rendre accessibles des zones auparavant inaccessibles. Une longue phase de développement et une longue phase de récupération précéderont également, au cours desquelles des effets négatifs (importants) sont à prévoir.

À court terme (pendant les travaux) mais aussi à moyen terme (après le réaménagement des espaces verts), il y aura une perte de qualité, car à de nombreux endroits, la végétation devra se développer à nouveau à partir d'une situation pionnière.

Variante avec profil longitudinal abaissé au niveau de Wemmel-Jette

Dans cette variante, la zone urbaine sera reliée de part et d'autre à travers le Ring, ce qui offre également la possibilité de prévoir des espaces verts supplémentaires. Dans le cas de la sous-variante « pont paysager limité », l'augmentation de l'espace vert est limitée et ne conduit pas à une évaluation différente.

Voie en moins

Une voie en moins augmente les possibilités de création d'écotopes dans la zone tampon à un nombre limité d'endroits. Dans la plupart des endroits, l'occupation de l'espace est la même.

Tableau récapitulatif

Tableau 67 : Synthèse des scores d'impact pour le changement d'écotope effectif par sous-zone, alternative et variante d'exécution. Signification des scores +3/-3 : effet significatif, +2/-2 : effet, +1/-1 : effet mineur, 0 : effet négligeable. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 - discipline aspects spatiaux humains.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
Zellik	+1 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible	+1 équilibre vert attendu neutre à limité positif, habitat similaire accessible	+1 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible	sans objet	0 Plus d'espace vert limité	+1 Plus d'espace vert limité
Bois du Laerbeek	0/+1 équilibre vert attendu limité positif, habitat plus accessible limité	0/+1 équilibre vert attendu limité positif, habitat plus accessible limité	0/+1 équilibre vert attendu limité positif, habitat similaire accessible	0	0/+1 Espace pour les espaces verts presque égal	0/+1 Espace pour les espaces verts presque égal
Wemmel-Jette	0/-1 équilibre vert attendu limité	-1 équilibre vert attendu négatif,	0/-1 équilibre vert attendu limité	0/-1 plus d'espace	-1 plus d'espace	0/-1 plus d'espace

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	G2A1 voie en moins	G3A1 voie en moins
	négatif, habitat moins accessible limité	habitat moins accessible	négatif, habitat moins accessible limité	vert (limité)	vert limité	vert limité
A12 Strombeek	-1 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible zone de recolonisation complexe	-1/-2 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible limité zone de recolonisation complexe	-1 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible zone de recolonisation complexe	sans objet	-1 /-2 plus d'espace vert limité	-1 plus d'espace vert limité
Vilvorde	0 équilibre vert attendu neutre, habitat similaire accessible	exécution identique à G1A2	0 équilibre vert attendu neutre, habitat similaire accessible	sans objet	0 Plus d'espace vert limité	0 Plus d'espace vert limité
E19 Machelen	0/+1 équilibre vert attendu positif, habitat similaire accessible	0 équilibre vert attendu neutre à positif, habitat similaire accessible	0/+1 équilibre vert attendu positif, habitat similaire accessible	sans objet	0 plus d'espace vert limité	0/+1 plus d'espace vert limité
A201 – Groen Hart	+2 équilibre vert attendu positif, habitat beaucoup plus accessible	+2 équilibre vert attendu positif, habitat beaucoup plus accessible	+1/+2 équilibre vert attendu positif, habitat plus accessible	sans objet	+2 plus d'espace vert limité	+1/+2 plus d'espace vert limité
Henneaulaan	0/+1 équilibre vert attendu neutre à limité positif, habitat plus accessible	0/+1 équilibre vert attendu neutre, habitat plus accessible	0/+1 équilibre vert attendu neutre à limité positif, habitat plus accessible	sans objet	0/+1 plus d'espace vert limité	0/+1 plus d'espace vert limité
E40 Kraainem	0/+1 équilibre vert attendu neutre à limité positif, habitat plus accessible	0 équilibre vert attendu neutre à limité négatif, habitat plus accessible	0 équilibre vert attendu neutre à limité négatif, habitat plus accessible	sans objet	0 plus d'espace vert limité	0 plus d'espace vert limité

Évaluation de la reprise et de la création d'espaces verts

Les coûts externes en matière de reprise et de création d'espaces verts peuvent être calculés de différentes manières. Nous utilisons à cet égard **l'approche de la compensation**. Nous renvoyons à l'introduction (10.1) dans laquelle l'approche de l'évaluation de la nature est décrite.

L'approche du plan de compensation consiste à compenser la perte d'une zone de valeur écologique en convertissant une zone équivalente, par exemple des terres agricoles, en zone de valeur écologique.

Pour ce faire, nous nous appuyons sur la compensation forestière de l'Agence Nature et Forêts¹⁰³. Une compensation financière y est calculée pour la perte de forêt selon la formule suivante :

¹⁰³ <https://www.natuurenbos.be/bomenkappen/ontbossen/berekening-boscompensatie>

superficie de déboisement (en m²) x facteur de compensation forestière x 3,62 euros/m²

Pour le facteur de compensation forestière, il existe 4 catégories :

- bois de feuillus non-indigène et/ou bois de conifères : la superficie au sol comprend au moins 80% de bois de feuillus non-indigène, de bois de conifères, ou un mélange des deux = facteur 1
- Bois mixte : la superficie de bois de feuillus indigène se situe entre 20 et 80% : 1,5
- Bois de feuillus indigène : la superficie comporte au moins 80% de bois de feuillus indigène : 2
- Forêt qui correspond à un code d'habitat particulier : 3

D'après la répartition présentée dans le Tableau 65, nous pouvons déduire que le facteur de compensation forestière moyen dans la zone de plan est de 1,8.

Les accotements du R0 ne sont constitués que de 10% de zones boisées. La plus grande partie est constituée de prairies de valeur écologique. La valeur écologique de ces forêts peut être aussi importante, voire plus importante, que celle d'une forêt « standard ». Un autre point d'attention est que la compensation de la reprise d'espace vert dans ce plan ne se fera pas par une compensation forestière mais entièrement par une compensation en nature. Cela signifie que l'on cherchera une zone appropriée dans les environs pour développer la végétation. Ce point est conforme aux objectifs du plan (voir chapitre 1). Les coûts de cette compensation forestière ne sont pas inclus dans les coûts d'investissement (chapitre 4.2.2).

Compte tenu des prix des terrains à proximité du R0, ces coûts seront supérieurs à 3,62 euros/m². D'autre part, cette nouvelle végétation apportera également à nouveau des avantages locaux tels qu'une valeur écologique et une valeur récréative. L'utilisation de la méthode de compensation financière des forêts comme méthode d'évaluation est ainsi une approximation réaliste de la valeur réelle.

Reprise d'espaces verts

La reprise d'espaces verts est comprise entre 90,8 et 101,5 ha, selon l'alternative de plan (voir Tableau 66). Elle est évaluée comme un coût dans l'année de démarrage des travaux 2025.

Tableau 68 : Coûts de reprise d'espaces verts en 2025

	G1A2	G2A1	G3A1
Reprise totale (ha)	90,8	106,5	101,5
Évaluation des reprises en 2025 (millions d'euros)	-59,2	-69,4	-66,1

Création d'espaces verts

Notez que dans le calcul ci-dessus, ce n'est pas le solde de la reprise d'espaces verts qui est pris, mais la reprise effective avant la création d'un nouvel espace vert. Un nouveau bois (ou une nouvelle prairie) n'a en effet pas la même valeur dès le premier jour que la végétation disparue.

Sur le plan écologique, une forêt est le stade final d'une succession naturelle de communautés végétales au fil du temps (succession), avec des plantes forestières typiques dans chaque strate

forestière. Sur le plan écologique, les plantations récentes ont initialement peu de valeur, car elles ne présentent pas les nombreux aspects d'une forêt naturelle (ancienne).

Une compensation écologique complète d'une forêt coupée par une plantation de la même taille à un autre endroit est dès lors impossible car on ne peut pas inclure et compenser soudainement la structure du sol, le sous-bois et la structure d'âge. Cette situation peut être quelque peu nuancée si la forêt abattue avait une valeur écologique moindre pour un certain nombre de caractéristiques (par exemple, des espèces non indigènes, un emplacement isolé, une structure pauvre, non mélangée) et que la nouvelle plantation a le potentiel pour obtenir un meilleur score pour ces caractéristiques à l'avenir.

D'un point de vue écologique, une forêt ne peut donc pas être créée instantanément par une plantation, mais une période de développement de plusieurs années est nécessaire, généralement 100 ans. Pour une prairie, cette durée est généralement de 20 ans, en fonction de l'état initial du sol¹⁰⁴. Les accotements autour du R0 se composent principalement de prairies de grande valeur écologique, gérées avec soin, âgées d'environ 50 ans, sur un sol non activement fertilisé. Un petit 20% sont des fourrés et 10% sont des bois. Ces fourrés et cette forêt ont également 50 ans.

Appliqué au R0, nous prenons donc une durée de 50 ans. Les bénéfices de l'espace vert créé sont calculés de la même manière que ceux de la reprise, mais sont répartis entre 2030 et 2080. Les facteurs de compensation forestière ont été pris en compte.

Tableau 69 : Avantages de la création d'espaces verts en 2025

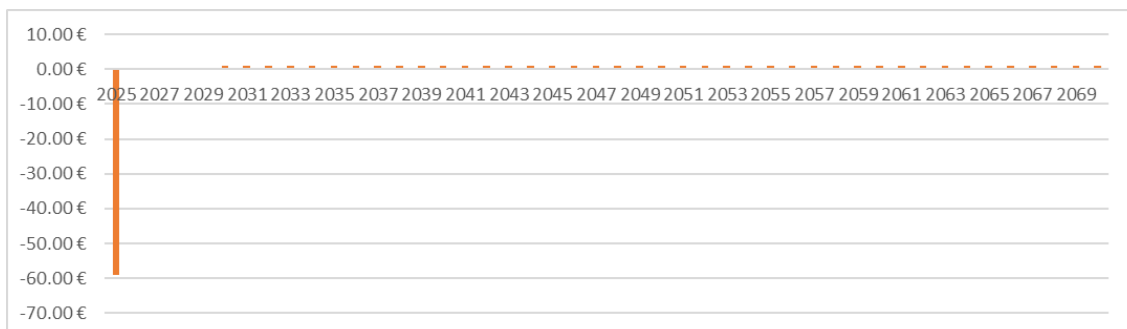
	G1A2	G2A1	G3A1
Total création (ha)	83,7	81,2	87,7
Évaluation de la création (millions d'euros) à répartir sur 50 ans à partir de 2030	54,5	52,9	57,1

Résultat

La figure suivante montre les coûts de la reprise d'espaces verts (en 2025) et les avantages de la création d'espaces verts (à partir de 2030). En 2025, les travaux entraîneront la perte d'une grande partie de la valeur naturelle (près de 60 millions d'euros). Entre 2030 et 2080, elle se reconstitue lentement, avec des bénéfices de chaque année.

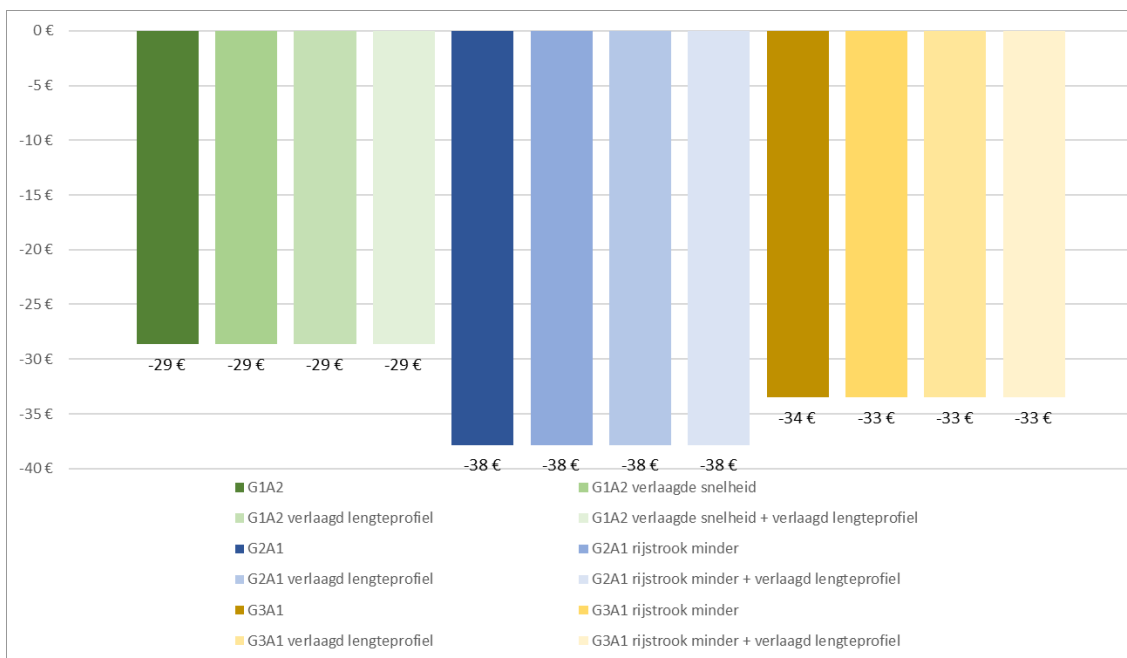
¹⁰⁴ Luc [Brendonck](#), Geïntegreerd veldwerk biodiversiteit en ecologie, KU Leuven, 2017

Figure 119 : Coûts en 2025 et avantages à partir de 2030 dus à une modification de l'écotope suite à la reprise et à la création d'espaces verts. Source : calculs propres ACAS.



La valeur actuelle nette est présentée dans la figure suivante. En d'autres termes, les coûts de 2025, et les avantages dès 2030, sont ajoutés à ceux de 2020 au taux d'actualisation annuel appliqué. Les coûts (ou les avantages) plus éloignés dans le temps comptent donc moins que les coûts proches. Résultat, les effets sur les changements d'écotope, de l'ordre de 27 à 37 millions d'euros, entraînent des coûts.

Figure 120 : Valeur actuelle nette du changement d'écotope par la reprise et la création d'espaces verts, par alternative de plan par rapport à l'alternative de base, en millions €₂₀₂₀. Source : calculs propres ACAS. Les chiffres négatifs représentent des coûts, les chiffres positifs des avantages.



10.7 Changement de l'écotopie dû à la fragmentation et à l'effet de barrière

Cette partie comprend l'évaluation de la fragmentation et de l'effet de barrière lié aux espaces verts. Nous essayons de tenir compte à cet égard de l'impact sur la biodiversité. La biodiversité désigne l'ensemble de la variété des formes de vie, des gènes et des écosystèmes sur terre. La quantification de l'importance des espaces verts pour la biodiversité est complexe, en raison d'un manque de connaissances scientifiquement fondées.

Alternative de base

L'infrastructure du Ring est actuellement une barrière dure, difficile à franchir, responsable d'une fragmentation du réseau vert-bleu. Le revêtement de la chaussée et les espaces verts intermédiaires sont comptabilisés comme faisant partie de la barrière, car ces espaces verts ne sont pas/peu accessibles à la faune non volante et font donc partie de la large barrière. Cette fragmentation a entraîné une perte d'habitat ou de cohésion de l'habitat pour les populations qui se sont isolées.

Dans l'« Atlas des priorités de défragmentation - Réseau principal d'infrastructures linéaires de transport de la Région flamande » (Inbo, 2001), 4 niveaux d'effet de barrière sont distingués sur les routes non grillagées. L'autoroute R0 appartient à la catégorie 4 : les autoroutes dont l'intensité est supérieure à 10 000 véhicules/jour peuvent être considérées comme « non franchissables » pour la faune.

Alternatives de plan

Les différentes alternatives/variantes seront combinées avec l'infrastructure existante du R0 de manière à limiter autant que possible l'effet de fragmentation (éventuellement supplémentaire) des habitats et l'effet de barrière (éventuellement supplémentaire).

Les travaux de réaménagement prévus du R0 offrent une belle opportunité de restaurer la cohérence entre ces fragments de nature qui ont été isolés et de lutter contre le morcellement du réseau écologique vert-bleu. À cette fin, le réseau sera renforcé par des connexions vert-bleu à deux échelles :

1. Relier les structures vertes des deux côtés du Ring (pôles verts à grande échelle). Les quatre pôles verts sont formés par (1) le bois du Laerbeek et les champs ouverts qui l'entourent, (2) la liaison entre le jardin botanique de Meise et les jardins du Palais royal de Laeken via le carrefour de l'A12, (3) le parc Drie Fonteinen, le bois du Tangebeek et le Hoogveld et (4) le Woluwebeek et sa vallée.
2. Mettre l'accent sur les connexions linéaires longitudinales sur les accotements, sur la capacité de passage à gué des quatre échangeurs et sur les microconnexions sur chaque connexion transversale (réseau vert fin). Le renforcement du réseau fin en fonction de la biodiversité se fait par les aspects suivants : (1) les accotements feront l'objet d'un aménagement écologique, l'objectif étant de créer une continuité écologique optimale le long du Ring, le canal constituant un obstacle à cette continuité, (2) les nœuds seront conçus de manière plus compacte, des connexions supplémentaires seront créées et (3) les passages souterrains et les ponts seront surdimensionnés au moyen d'un aménagement vert, ce qui créera des microconnexions le long du périphérique.

Le tableau suivant montre le résultat de l'analyse du RIE du plan. Trois éléments sont importants en ce qui concerne la fragmentation et l'effet de barrière, à savoir le degré de fragmentation/défragmentation, la fonctionnalité des connexions transversales et la fonctionnalité des connexions longitudinales. La défragmentation n'est pertinente que pour les nœuds les plus compacts. Les connexions transversales et longitudinales sont créées et discutées dans toutes les sous-zones. Un seul score est attribué par sous-zone ; il s'agit d'un score global qui inclut les changements dans la fragmentation/défragmentation et la fonctionnalité des connexions transversales et longitudinales.

Tableau 70 : Aperçu des scores pour les alternatives et les variantes en matière de fragmentation et d'effet de barrière. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.

Sous-zone	G1A2	G2A1	G3A1	Profil longitudinal approfondi	Voie en moins
Zellik	+1/+2	0/+1	+1	sans objet	Idem base
Bois du Laerbeek	+3	+3	+3	Idem base	Idem base
Wemmel-Jette	+1	+1	+1	Idem base	Idem base
A12 – Strombeek	+2	+1/+2	+2	sans objet	Idem base
Vilvorde	+2	+2	+1/+2	sans objet	Idem base
E19 – Machelen	+1	0	0/+1	sans objet	Idem base
A201 – Groen Hart	+1	0	0	sans objet	Idem base
Henneaulaan	+2	+1/+2	+1/+2	sans objet	Idem base
E40 – Kraainem	+2	+1/+2	+1	sans objet	Idem base

Évaluation du changement de l'écotope dû à la fragmentation et à l'effet de barrière

En 2015, le test de biodiversité a été développé pour la Flandre. Il s'appuie sur les principes du Biotope Area Factor (BAF). Ce test de biodiversité constitue en Flandre un premier point de départ scientifique de qualité pour quantifier le potentiel de biodiversité des espaces verts¹⁰⁵. Dans l'étude Groenblauwe netwerken in Vlaanderen¹⁰⁶, une méthode est proposée pour calculer un indicateur des effets de la connectivité sur la valeur naturelle à l'aide d'un SIG. La méthode repose sur un indicateur de biodiversité basé sur la carte d'utilisation des sols et les relations spatiales au sein de la Carte d'évaluation biologique (CEB). Les 3 aspects suivants sont pris en compte : la qualité, la surface et la cohérence spatiale. Les espèces mobiles dépendent souvent de la dispersion entre différents écosystèmes pour leur approvisionnement en nourriture ou leur reproduction. La connexion fonctionnelle de ces écosystèmes pour accroître l'échange d'espèces et de gènes entre les zones peut améliorer la biodiversité à l'échelle du paysage.

Cependant, trop peu de données sont actuellement disponibles dans le projet de plan pour le R0 pour l'appliquer.

Il n'existe pas non plus de méthode d'évaluation connue pour le changement d'écotope dû à l'amélioration de la connectivité et à la réduction de la fragmentation et des effets de barrière.

Nous proposons de l'évaluer comme « pro memoria » avec l'indication d'un léger effet positif.

¹⁰⁵ Hendrix Rik, Liekens Inge, De Nocker Leo, Vranckx Stijn, Janssen Stijn, Lauwaet Dirk, Brabers Leon, Broekx Steven (2015). Waardering van ecosysteemdiensten, een handleiding. Étude commandée par le LNE et l'ANB. Janvier 2015.

¹⁰⁶ Smets J., Stevens M. (2019). Gobelin rapport N° 2 : Groenblauwe netwerken in Vlaanderen - Methode voor monitoring, commandé par le Bureau du plan flamand pour l'environnement. Rapports de l'Institut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (46). INBO, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

10.8 Perturbation du calme et de la lumière

Cet effet concerne la perturbation de la nature causée par le bruit et/ou la lumière dans la zone environnante. Dans le Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité, cet effet est mesuré par la superficie de toute zone précieuse éventuellement touchée et le nombre d'espèces touchées, le cas échéant, sur la base de l'augmentation prévue du bruit et de la perturbation de la lumière. La perturbation du calme et de la lumière est applicable à toute la faune, mais en général l'avifaune (et en particulier les oiseaux nicheurs) est normative pour la perturbation du repos, et les chauves-souris sont normatives pour la perturbation de la lumière.

Alternative de base

Sur la base des observations des « animaux sous les roues », il est possible de déterminer quels animaux sont présents à proximité du R0 (et ont été victimes d'un véhicule sur le R0 ou ses rampes d'accès et de sortie). La faune à risque est principalement constituée d'oiseaux et de chauves-souris, ainsi que de petits mammifères. Au niveau du bois du Laerbeek, le Projet de RIE du plan cycle 1 se concentre sur la présence de certaines espèces spécifiques, comme les faucons, certaines espèces de chauves-souris et la couleuvre rayée.

Alternative de plan

Perturbation du calme

L'influence du bruit artificiel sur l'avifaune a été largement étudiée dans le passé, mais des conclusions sans équivoque sur la base des espèces ne sont pas toujours disponibles. Les niveaux de 42, 45 ou 47 dB(A) ont été déterminés empiriquement comme des niveaux auxquels il peut y avoir un effet sur les espèces sensibles ou moins sensibles respectivement. Pour certaines espèces, des niveaux encore plus bas sont utilisés comme niveau d'effet.

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des scores des différentes alternatives et variantes en matière de perturbation du calme. Les principales différences d'impact sonore par rapport à la situation de référence (augmentation ou diminution de plus de 3 dB(A)) ont été analysées.

Tableau 71 : Aperçu des scores pour les alternatives et les variantes en matière de perturbation du calme. Source : Projet de RIE du plan cycle 1 discipline de la biodiversité.

Sous-zone	G1A2	G1A2_sn	G2A1	G2A1_sl	G2A1_ov	G2A1_rm	G3A1
Zellik	0	0	0	0	0	0	0
Bois du Laerbeek	0	+1	0	0	+2	0/+1	0
Jette	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1	0/-1
Strombeek	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
Vilvorde	0	+1	0	0	0	0	0
Machelen	0	0/+1	0	0	0	0	0
Groen Hart	0	0/+1	0	0	0	0	0
Henneaulaan	0/+1	+1	0/+1	0/+1	0/+1	0/+1	0
Kraainem	0	0	0	0	0	0	0

Sous-zone forestière de Wemmel-Laerbeek : l'augmentation des niveaux de bruit dans presque toutes les alternatives par rapport à la situation de référence reste limitée à l'autoroute elle-même

et aux 10-20 m environnants. Dans les alternatives G1A2, G2A1, G2A1_sl et G2A1_rm, une augmentation limitée se produit dans le coin nord-est du bois du Laerbeek (zone maximale d'environ 200m sur environ 70m). L'augmentation reste limitée à environ 2 dB(A). En outre, toutes ces alternatives impliquent une réduction du bruit dans le coin nord-ouest (sauf l'alternative G1A2). En outre, une diminution limitée a lieu dans les alternatives/variantes G2A1 et G2A1_sl dans le coin nord-ouest du bois du Laerbeek. Pour les variantes G2A1_sn et G2A1_rm, on peut s'attendre à une diminution des perturbations sonores d'environ 2 - 3 dB(A) à la hauteur de la totalité et/ou de la moitié nord-ouest du bois du Laerbeek. Dans la variante G2A1_ov, les perturbations sonores diminuent à environ 10 dB(A) du côté nord (pour atteindre une perturbation presque égale du côté sud).

Sous-zone Wemmel-Jette : l'augmentation par rapport à la situation de référence reste limitée à l'autoroute elle-même et aux 10 mètres environnants ainsi qu'à la nouvelle voie d'accès à l'ouest du Bowling et à la voie d'accès au parking C. En déplaçant la voie d'accès à la N290 vers l'ouest, on observe dans toutes les alternatives/variantes dans cette zone forestière (ramification du bois du Laerbeek) une forte augmentation des nuisances sonores, le niveau sonore actuel y étant déjà très élevé.

Sous-zone Wemmel- Strombeek-Bever A12 : en dehors du nœud, on remarque une forte diminution dans toutes les alternatives/variantes (à l'intérieur du nœud et augmentation).

Sous-zone de Zaventem-Henneaulaan : la diminution de l'impact du bruit pour toutes les alternatives/variantes par rapport à la situation de référence est limitée au nœud lui-même (en déplaçant les bras de la route) ou à d'autres segments de route (nouveaux).

Perturbation lumineuse

La pollution lumineuse renforce, d'une part, l'effet de barrière des infrastructures routières, d'autre part, elle a également un impact sur le biorythme et la physiologie de la faune, entre autres. En ce qui concerne la phase d'exploitation, les alternatives suivent largement le tracé existant du R0, de sorte que l'impact de la lumière, étant donné que des armatures et un éclairage similaires sont utilisés, sera similaire. L'effet est évalué comme non significatif dans le RIE du plan discipline de la biodiversité pour toutes les sous-zones et pour toutes les alternatives par rapport à la situation de référence.

Évaluation

Il n'existe pas de méthode connue d'évaluation des perturbations du calme ou de la lumière pour la nature.

Nous proposons de l'évaluer comme « pro memoria » avec l'indication d'un léger effet positif.

11 Conclusions

11.1 Pondération des coûts et des avantages

Dans les étapes précédentes, les coûts et les avantages du plan ont été quantifiés et monétisés. Ces calculs sont effectués en détail pour la période à partir de 2025. Dans cette étape, tous les coûts et les avantages sont actualisés jusqu'à l'obtention d'un solde qui exprime le rendement social des alternatives de plan.

Le résultat est présenté dans les tableaux ci-dessous. Remarquons que les coûts sont toujours des chiffres négatifs et les avantages des chiffres positifs. Le plan comporte donc également des avantages au niveau des « coûts » classiques, c'est-à-dire des coûts d'entretien plus faibles dans les alternatives de plan. À l'inverse, les « avantages » classiques peuvent également avoir des coûts - dans ce cas, il existe des alternatives de plan ayant des avantages négatifs pour les accidents de mobilité.

Conclusion générale

La conclusion générale est que **l'alternative de plan G1A2 obtient le meilleur résultat**, légèrement supérieur à celui de l'alternative G2A1. L'alternative G3A1 obtient le plus mauvais résultat, avec un solde des avantages à peine positif.

En ce qui concerne les avantages sur la mobilité des personnes, l'alternative G1A2 n'obtient qu'un score légèrement supérieur à G2A1, tandis que G3A1 obtient un score négatif. Ces avantages en termes d'accessibilité ou de mobilité découlent du fait que davantage de personnes seront en mesure de se déplacer plus loin et plus facilement pour se rendre à leurs activités, telles que le travail ou les loisirs. Les effets de mobilité des poids lourds et les effets indirects sur l'économie suivent ce schéma. L'alternative G2A1 obtient des résultats légèrement meilleurs que G1A2 en termes de sécurité routière.

Les coûts externes liés aux émissions obtiennent des résultats médiocres dans tous les domaines, toutes les alternatives ayant des coûts sur tous les postes (sauf G3A1 - émissions de CO₂). L'augmentation de la mobilité joue un rôle à cet égard.

En ce qui concerne les coûts externes sur le cadre de vie, nous voyons des avantages évidents. Les alternatives de plan ne se distinguent pas dans une large mesure à cet égard, notamment en raison d'un manque de données.

Les coûts externes sur la nature présentent une image mitigée, avec, d'une part, les coûts de reprise (temporaire) des précieux accotements le long du R0 et, d'autre part, les avantages de la gestion de l'eau, de la pollution, des perturbations et de la fragmentation. Un certain nombre d'éléments n'ont pas pu être quantifiés ici.

Bien que les **différences d'avantages entre G1A2 et G2A1 soient assez faibles**, G1A2 reste généralement l'alternative présentant le meilleur rapport avantages-coûts, car les coûts d'investissement sont plus faibles.

Vitesse réduite (G1A2)

Une vitesse plus faible (et plus harmonieuse) provoque normalement moins d'accidents - et surtout moins de blessures graves. Ce chiffre n'a pas été calculé car l'effet de la vitesse sur les accidents n'a pas été pris en compte en raison du manque de données fiables provenant du modèle de trafic. L'impact de cette variante s'exprime donc principalement par une augmentation légèrement plus faible de la mobilité, avec des effets sur les surplus du consommateur (avantages moindres) et les émissions (coûts moindres).

Les effets sur la qualité de vie et la nature ne sont pas distincts.

Globalement, les avantages sont légèrement inférieurs à ceux de la variante de base. La **différence est faible** et se situe dans la marge d'erreur des calculs des avantages de mobilité et d'accident.

Voie en moins (G2A1 et G3A1)

La construction d'une voie de moins entraîne une légère baisse des coûts d'investissement et d'entretien, mais une **nette diminution des avantages en termes de mobilité**.

Les avantages sur les émissions sont moins négatifs dans G2A1 (ils n'ont pas été calculés séparément dans G3A1). Les bénéfices pour le cadre de vie et la nature ne sont pas distinctifs car les contours du R0 ne changent pas avec une voie de moins.

Profil longitudinal abaissé (G1A2, G2A1 et G3A1)

Un profil longitudinal abaissé offre généralement les mêmes avantages que la variante de base. Il n'y a pas de différence en termes de mobilité et d'économie. En ce qui concerne les émissions, une légère amélioration est possible pour le bruit, mais une détérioration pour le CO₂ (en raison de la plus grande quantité de ciment nécessaire). Il s'agit seulement de différences mineures.

Aucune différence n'est à signaler dans les domaines de l'environnement de vie et de la nature, notamment en raison d'un manque de données. Les différences seront probablement aussi très faibles en réalité, mais positives.

Le profil longitudinal abaissé se distingue cependant par des coûts d'investissement et d'entretien nettement plus élevés. Cela permet de conclure **qu'un profil longitudinal abaissé entraîne une légère baisse du rapport avantages-coûts**.

Les tableaux suivants en donnent un aperçu. Les valeurs indiquées en gris et entre parenthèses n'ont pas été explicitement calculées pour la variante en question, mais proviennent d'une autre variante.

Alternative de plan G1A2 et variantes

Tableau 72 : Aperçu de tous les coûts et avantages par variante G1A2 (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G1A2	G1A2_sn vit. rédui.	G1A2_sl profil abaissé	G1A2_sn_sl vit. rédui. profil abaissé
TOTAL	2 734,48 €	2 526,89 €	2 526,73 €	2 309,77 €
avantages/coûts	5,20	4,88	3,91	3,66
COÛTS	-650,76 €	-650,76 €	-867,66 €	-867,66 €
Coûts d'investissement	-1 597,28 €	-1 597,28 €	-1 807,04 €	-1 807,04 €
Entretien CCV	946,52 €	946,52 €	939,39 €	939,39 €
AVANTAGES	3 385,24 €	3 177,65 €	3 394,39 €	3 177,43 €
accessibilité				
mobilité des personnes (CS)	2 126,41 €	1 953,25 €	2 126,41 €	1 953,25 €
mobilité des marchandises (CS)	203,42 €	10,59 €	203,42 €	10,59 €
économie				
effets indirects	797,97 €	794,00 €	797,97 €	794,00 €
coûts externes du trafic				
accidents de la circulation	84,45 €	63,02 €	84,45 €	63,02 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	101,85 €	108,01 €	101,85 €	108,01 €
coûts externes émissions				
émissions trafic - qualité de l'air	-48,68 €	-10,99 €	(-48,68 €)	(-10,99 €)
climat : émissions de CO2 dues au trafic	-68,25 €	10,92 €	-68,25 €	10,92 €
ajustement des droits d'accise	98,50 €	143,84 €	98,50 €	143,84 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	(-0,17 €)	(-0,17 €)	(-0,17 €)	(-0,17 €)
Climat : stockage de CO2 dans le sol	-2,07 €	-2,07 €	-2,30 €	-2,30 €
Climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,09 €	-0,09 €	(-0,09 €)	(-0,09 €)
bruit du trafic	-5,01 €	8,03 €	4,36 €	(8,03 €)
vibrations générées par le trafic	pm -	pm +	pm +	pm +
coûts externes afférents à l'environnement				
agriculture	-1,37 €	-1,37 €	-1,37 €	-1,37 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
qualité du logement	84,11 €	84,11 €	(84,11 €)	(84,11 €)
loisirs	38,50 €	38,50 €	(38,50 €)	(38,50 €)
patrimoine	pm 0	pm 0	pm 0	pm 0
archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature				
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	5,89 €	5,89 €	(5,89 €)	(5,89 €)
gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	-1,54 €	0,85 €	(-1,54 €)	(0,85 €)

changement d'écotopie - reprise + création	-28,67 €	-28,66 €	(-28,66 €)	(-28,66 €)
changement d'écotopie - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +	pm +

Alternative de plan G2A1 et variantes

Tableau 73 : Aperçu de tous les coûts et avantages par variante G2A1 (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G2A1	G2A1_rm voie en moins	G2A1_sl profil abaissé	G2A1_rm_sl voie en moins profil abaissé
TOTAL	2 349,18 €	-137,11 €	2 183,07 €	-370,69 €
avantages/coûts	3,53	0,85	2,90	0,67
COÛTS	-928,15 €	-888,13 €	-1 148,65 €	-1 110,18 €
Coûts d'investissement	-1 832,38 €	-1 804,77 €	-2 042,14 €	-2 019,32 €
Entretien CCV	904,23 €	916,63 €	893,50 €	909,14 €
AVANTAGES	3 277,33 €	751,02 €	3 331,72 €	739,48 €
accessibilité				
mobilité des personnes (CS)	2 060,77 €	390,47 €	2 060,77 €	390,47 €
mobilité des marchandises (CS)	242,31 €	48,98 €	242,31 €	48,98 €
économie				
effets indirects	685,87 €	-73,58 €	685,87 €	-73,58 €
coûts externes du trafic				
accidents de la circulation	185,60 €	145,12 €	185,60 €	145,12 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	85,55 €	89,72 €	85,55 €	89,72 €
coûts externes émissions				
émissions trafic - qualité de l'air	-59,93 €	-66,79 €	-59,93 €	(-59,93 €)
climat : émissions de CO2 dues au trafic	-122,85 €	-51,87 €	-68,25 €	(-68,25 €)
ajustement des droits d'accise	120,29 €	182,49 €	120,29 €	182,49 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	-0,17 €	-0,17 €	(-0,17 €)	(-0,17 €)
climat : stockage de CO2 dans le sol	-2,07 €	-2,07 €	-2,30 €	-2,30 €
climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,12 €	-0,12 €	(-0,12 €)	(-0,12 €)
bruit du trafic	-3,09 €	1,87 €	(-3,09 €)	(1,87 €)
vibrations générées par le trafic	pm -	pm +	pm +	pm +
coûts externes afférents à l'environnement				
agriculture	-1,68 €	-1,68 €	-1,68 €	-1,68 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
qualité du logement	84,11 €	84,11 €	(84,11 €)	(84,11 €)
loisirs	36,34 €	36,34 €	(36,34 €)	(36,34 €)
patrimoine	pm -	pm -	pm -	pm -
archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature				
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	5,89 €	5,89 €	(5,89 €)	(5,89 €)

gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	-1,62 €	0,18 €	-1,62 €	(-1,62 €)
changement d'écotope - reprise + création	-37,86 €	-37,84 €	(-37,84 €)	(-37,84 €)
changement d'écotope - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +	pm +

Alternative de plan G3A1 et variantes

Tableau 74 : Aperçu de tous les coûts et avantages par variante G3A1 (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G3A1	G3A1_rm voie en moins	G1A1_sl profil abaissé	G3A1_sn_rm voie en moins profil abaissé
TOTAL	-1 233,78 €	-5 542,61 €	-1 455,63 €	-5 765,38 €
avantages/coûts	-0,49	-6,10	-0,39	-4,74
COÛTS	-829,21 €	-781,16 €	-1 050,84 €	-1 003,70 €
Coûts d'investissement	-1 701,81 €	-1 673,50 €	-1 911,49 €	-1 887,56 €
Entretien CCV	872,60 €	892,35 €	860,65 €	883,86 €
AVANTAGES	-404,57 €	-4 761,45 €	-404,78 €	-4 761,68 €
accessibilité				
mobilité des personnes (CS)	-492,51 €	-3 394,30 €	-492,51 €	-3 394,30 €
mobilité des marchandises (CS)	-160,20 €	-437,85 €	-160,20 €	-437,85 €
économie				
effets indirects	-165,86 €	-1 184,02 €	-165,86 €	-1 184,02 €
coûts externes du trafic				
accidents de la circulation	117,92 €	-35,02 €	117,92 €	-35,02 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	91,72 €	97,33 €	91,72 €	97,33 €
coûts externes émissions				
émissions trafic - qualité de l'air	-14,08 €	(-14,08 €)	(-14,08 €)	(-14,08 €)
climat : émissions de CO2 dues au trafic	10,92 €	(10,92 €)	10,92 €	(10,92 €)
ajustement des droits d'accise	122,02 €	110,05 €	122,02 €	110,05 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	(-0,17 €)	(-0,17 €)	(-0,17 €)	(-0,17 €)
Climat : CO2 Issu du stockage des sols	-2,09 €	-2,09 €	-2,31 €	-2,31 €
climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,10 €	-0,10 €	-0,10 €	-0,10 €
bruit du trafic	2,32 €	(2,32 €)	(2,32 €)	(2,32 €)
vibrations générées par le trafic	pm +	pm +	pm +	pm +
coûts externes afférents à l'environnement				
agriculture	-1,32 €	-1,32 €	-1,32 €	-1,32 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	-8,59 €	-8,59 €	-8,59 €	-8,59 €
qualité du logement	84,11 €	84,11 €	(84,11 €)	(84,11 €)
loisirs	38,12 €	38,12 €	(38,12 €)	(38,12 €)
patrimoine	pm --	pm --	pm --	pm --

archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature				
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	5,89 €	5,89 €	(5,89 €)	(5,89 €)
gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	0,85 €	(0,85 €)	(0,85 €)	(0,85 €)
changement d'écotope - reprise + création	-33,51 €	-33,50 €	(-33,50 €)	(-33,50 €)
changement d'écotope - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +	pm +

11.2 Risques et incertitudes

La méthodologie standard détaille à juste titre les risques et incertitudes au sein de l'ACAS. Nous pensons toutefois qu'il est possible de simplifier cette étape en se concentrant, par exemple, sur les principales incertitudes.

Il convient de prévoir des incertitudes dans les matières suivantes :

- Les prévisions de trafic et évolution du parc de véhicules (y compris la technologie)
- Les incertitudes en termes de calendrier
- Le choix de l'année de début et du phasage
- Le choix du taux d'actualisation
- L'évaluation des coûts d'investissement et d'entretien

Nous effectuons 3 analyses de sensibilité :

- Taux d'actualisation
 - o 4 % au lieu de 3 %
 - o 2 % pour les valeurs naturelles au lieu de 3
- Durée des effets
 - o 50 ans au lieu de 100 ans

Analyses de sensibilité du taux d'actualisation

Le tableau suivant montre le résultat avec un taux d'actualisation modifié.

Tout **d'abord** lorsqu'un taux d'actualisation de 4 % est utilisé au lieu de 3 %.

Un taux d'actualisation plus élevé entraîne l'inclusion d'une plus petite proportion d'années futures qu'avec un taux d'actualisation plus faible. L'impact sur les investissements est faible, car ils sont tous effectués dans un avenir proche. L'impact sur l'entretien et les avantages est plus important. **Le rapport avantages-coûts diminue légèrement dans toutes les alternatives.**

Tableau 75 : Analyse de sensibilité : taux d'actualisation de 4% au lieu de 3%.
Aperçu de tous les coûts et avantages par alternative de plan (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G1A2	G2A1	G3A1
TOTAL	2 621,35 €	2 253,91 €	-1 360,62 €
avantages/coûts	4,79	3,40	-0,62
COÛTS	-691,64 €	-938,21 €	-838,73 €
Coûts d'investissement	-1 479,17 €	-1 696,89 €	-1 575,97 €
Entretien CCV	787,53 €	758,67 €	737,25 €
AVANTAGES	3 312,98 €	3 192,12 €	-521,89 €
accessibilité			
mobilité des personnes (CS)	1 565,24 €	1 516,86 €	-363,00 €
mobilité des marchandises (CS)	149,91 €	178,53 €	-118,02 €
économie			
effets indirects	1 412,64 €	1 293,56 €	-337,54 €
coûts externes du trafic			
accidents de la circulation	59,55 €	130,53 €	83,05 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	71,39 €	59,96 €	64,29 €
coûts externes émissions			
émissions trafic - qualité de l'air	-35,94 €	-44,24 €	-10,39 €
climat : émissions de CO2 dues au trafic	-50,39 €	-90,71 €	8,06 €
ajustement des droits d'accise	72,72 €	88,81 €	90,09 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	(-0,16 €)	-0,16 €	(-0,16 €)
Climat : stockage de CO2 dans le sol	-2,20 €	-2,20 €	-2,21 €
Climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,10 €	-0,12 €	-0,11 €
bruit du trafic	-3,53 €	-2,18 €	1,63 €
vibrations générées par le trafic	pm -	pm -	pm +
coûts externes afférents à l'environnement			
agriculture	-1,01 €	-1,24 €	-0,97 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	0,00 €	0,00 €	-8,11 €
qualité du logement	75,63 €	75,63 €	75,63 €
loisirs	27,09 €	25,57 €	26,81 €
patrimoine	pm 0	pm -	pm --
archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature			
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	4,14 €	4,14 €	4,14 €
gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	-1,09 €	-1,14 €	0,59 €
changement d'écotope - reprise + création	-30,93 €	-39,49 €	-35,68 €

changement d'écotopie - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +

Deuxièmement, une analyse de sensibilité avec un taux d'actualisation plus faible pour la nature. Dans une ACAS, il est important de procéder à l'opérationnalisation de la contribution de la nature au bien-être des personnes. Une ACAS permet en effet de déterminer si les mesures politiques augmentent le bien-être, c'est-à-dire si les avantages dépassent les coûts. Nous définissons la nature comme la combinaison du flux de services fournis par les écosystèmes et la biodiversité qu'ils contiennent - les services écosystémiques ; les services intermédiaires et les services finaux (tels que la production de bois ou les loisirs). Pour un certain nombre de ces services écosystémiques, l'impact n'est pas encore clair et des coûts sociaux élevés peuvent ne pas être pris en compte dans une ACAS si les effets sur le bien-être de changements irréversibles ou difficiles à inverser dans la nature sont ignorés, par exemple si un lac de loisirs devient inutilisable en raison de l'eutrophisation, ou si une zone boisée est remplacée par une zone résidentielle. Un taux d'actualisation plus faible peut être justifié pour ces effets. Les directives du PBL¹⁰⁷ néerlandais suggèrent de réduire le taux d'actualisation de 3 % à 2 %.

Cette réduction s'applique aux avantages suivants :

- émissions trafic - qualité de l'air
- climat : émissions de CO₂ dues au trafic
- ajustement des droits d'accise
- climat : CO₂ issu de la production de ciment
- climat : stockage de CO₂ dans le sol
- climat : CO₂ issu du stockage de la biomasse
- perturbation du sol
- pollution de l'eau et du sol
- eutrophisation
- changement d'écotopie - reprise et création
- changement d'écotopie - fragmentation
- perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)

Un taux d'actualisation plus faible pour la nature entraîne l'inclusion d'une plus grande proportion d'années futures qu'avec un taux d'actualisation plus élevé. L'effet produit sur les avantages est leur augmentation (avantages négatifs et positifs). Au total, le résultat est neutre, de sorte que **le rapport avantages-coûts reste à peu près le même dans toutes les alternatives.**

¹⁰⁷ Arjan Ruijs et Gusta Renes, De discontovoet voor natuur. De relatieve prijsstijging voor ecosysteemdiensten, PBL 2017

Tableau 76 : Analyse de sensibilité : taux d'actualisation de 2% pour les valeurs naturelles (au lieu de 3%, les autres avantages restent à 3%). Aperçu de tous les coûts et avantages par alternative de plan (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G1A2	G2A1	G3A1
TOTAL	2 730,20 €	2 325,00 €	-1 177,22 €
avantages/coûts	5,20	3,50	-0,42
COÛTS	-650,76 €	-928,15 €	-829,21 €
Coûts d'investissement	-1 597,28 €	-1 832,38 €	-1 701,81 €
Entretien CCV	946,52 €	904,23 €	872,60 €
AVANTAGES	3 380,96 €	3 253,14 €	-348,01 €
accessibilité			
mobilité des personnes (CS)	2 126,41 €	2 060,77 €	-492,51 €
mobilité des marchandises (CS)	203,42 €	242,31 €	-160,20 €
économie			
effets indirects	797,97 €	685,87 €	-165,86 €
coûts externes du trafic			
accidents de la circulation	84,45 €	185,60 €	117,92 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	101,85 €	85,55 €	91,72 €
coûts externes émissions			
émissions trafic - qualité de l'air	-69,82 €	-85,95 €	-20,19 €
climat : émissions de CO2 dues au trafic	-97,90 €	-176,21 €	15,66 €
ajustement des droits d'accise	141,27 €	172,53 €	175,01 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	(-0,19 €)	-0,19 €	(-0,19 €)
Climat : stockage de CO2 dans le sol	-1,81 €	-1,81 €	-1,82 €
Climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,08 €	-0,11 €	-0,09 €
bruit du trafic	-5,01 €	-3,09 €	2,32 €
vibrations générées par le trafic	pm -	pm -	pm +
coûts externes afférents à l'environnement			
agriculture	-1,37 €	-1,68 €	-1,32 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	0,00 €	0,00 €	-8,59 €
qualité du logement	84,11 €	84,11 €	84,11 €
loisirs	38,50 €	36,34 €	38,12 €
patrimoine	pm 0	pm -	pm --
archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature			
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	5,89 €	5,89 €	5,89 €
gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	-2,33 €	-2,44 €	1,27 €
changement d'écosystème - reprise et	-24,42 €	-34,34 €	-29,27 €

création			
changement d'écotopie - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +

Durée des analyses de sensibilité

Dans l'ACAS de base, tous les effets avec une durée « infinie » de 100 ans (jusqu'en 2130) sont inclus. Cela évite d'avoir à estimer la valeur de l'infrastructure et permet de s'assurer que tous les effets à long terme sur, par exemple, la nature, sont inclus. Il est également recommandé que l'ACAS soit d'une durée égale à la durée de vie prévue de l'infrastructure. La durée de vie d'une route est de 40 à 50 ans, celle des ouvrages d'art tels que les ponts est de 80 à 100 ans.

Dans cette analyse de sensibilité, nous examinons à quoi ressemblerait l'ACAS avec une durée de 50 ans, jusqu'en 2080.

Une durée plus courte entraîne l'inclusion d'une plus petite proportion d'années futures qu'avec une durée plus longue. L'impact sur les investissements est faible, car ils ont tous lieu dans un avenir proche. L'impact sur l'entretien et les avantages est plus important. **Le rapport avantages-coûts diminue dans toutes les alternatives.**

Tableau 77 : Analyse de sensibilité : période de calcul de 50 ans au lieu de 100 ans.
Aperçu de tous les coûts et avantages par alternative de plan (en tant que différence par rapport à l'alternative de base). Valeur actuelle nette pour 2020 en millions €₂₀₂₀.

	G1A2	G2A1	G3A1
TOTAL	2 650,59 €	2 266,05 €	-1 335,58 €
avantages/coûts	4,80	3,34	-0,55
COÛTS	-697,59 €	-966,82 €	-863,34 €
Coûts d'investissement	-1 597,28 €	-1 832,38 €	-1 701,81 €
Entretien CCV	899,68 €	865,56 €	838,48 €
AVANTAGES	3 348,19 €	3 232,88 €	-472,24 €
accessibilité			
mobilité des personnes (CS)	1 738,28 €	1 684,54 €	-403,13 €
mobilité des marchandises (CS)	166,49 €	198,27 €	-131,07 €
économie			
effets indirects	1 223,04 €	1 106,14 €	-284,36 €
coûts externes du trafic			
accidents de la circulation	69,41 €	152,13 €	96,80 €
accidents autres	0,00 €	0,00 €	0,00 €
modes de transport actifs	83,21 €	69,89 €	74,93 €
coûts externes émissions			
émissions trafic - qualité de l'air	-39,91 €	-49,14 €	-11,54 €
climat : émissions de CO2 dues au trafic	-55,96 €	-100,74 €	8,95 €
ajustement des droits d'accise	80,76 €	98,63 €	100,05 €
climat : CO2 issu de la production de ciment	(-0,17 €)	-0,17 €	(-0,17 €)
Climat : stockage de CO2 dans le sol	-2,15 €	-2,15 €	-2,17 €
Climat : CO2 issu du stockage de la biomasse	-0,09 €	-0,12 €	-0,10 €
bruit du trafic	-4,11 €	-2,54 €	1,90 €
vibrations générées par le trafic	pm -	pm -	pm +
coûts externes afférents à l'environnement			
agriculture	-1,16 €	-1,42 €	-1,11 €
activité commerciale	0,00 €	0,00 €	0,00 €
espace de vie	0,00 €	0,00 €	-8,59 €
qualité du logement	84,11 €	84,11 €	84,11 €
loisirs	31,57 €	29,80 €	31,25 €
patrimoine	pm 0	pm -	pm --
archéologie	0,00 €	0,00 €	0,00 €
coûts externes afférents à la nature			
gestion des eaux - égouts/station d'épuration des eaux usées	0,00 €	0,00 €	0,00 €
gestion des eaux - inondation	4,83 €	4,83 €	4,83 €
gestion des eaux - eaux souterraines	pm 0	pm 0	pm 0
perturbation du sol	pm -	pm -	pm -
pollution de l'eau et du sol	pm +	pm +	pm +
eutrophisation	-1,27 €	-1,33 €	0,69 €
changement d'écosystème - reprise et création	-28,67 €	-37,86 €	-33,51 €

changement d'écotopie - fragmentation	pm ++	pm ++	pm ++
perturbation du calme et de la lumière (sur la nature)	pm +	pm +	pm +