

Demande de transport et capacité du réseau ferroviaire belge

Septembre 2016

Dominique Gusbin, dg@plan.be et Bruno Hoornaert, bho@plan.be

Le Bureau fédéral du Plan

Le Bureau fédéral du Plan (BFP) est un organisme d'intérêt public.

Le BFP réalise des études sur les questions de politique économique, socio-économique et environnementale. À cette fin, le BFP rassemble et analyse des données, explore les évolutions plausibles, identifie des alternatives, évalue les conséquences des politiques et formule des propositions.

Son expertise scientifique est mise à la disposition du gouvernement, du parlement, des interlocuteurs sociaux, ainsi que des institutions nationales et internationales. Le BFP publie les résultats de ses études, veille à en assurer une plus large diffusion et contribue ainsi au débat démocratique.

Le Bureau fédéral du Plan est certifié EMAS et Entreprise écodynamique (trois étoiles) pour sa gestion environnementale.

url : <http://www.plan.be>

e-mail : contact@plan.be

Publications

Publications récurrentes :

Les perspectives

Planning Papers (le dernier numéro) :

L'objet des " Planning Papers " est de diffuser des travaux d'analyse et de recherche du Bureau fédéral du Plan.

115 Les charges administratives en Belgique pour l'année 2014

Chantal Kegels, Dirk Verwerft - Février 2016

Working Papers (le dernier numéro) :

7-16 Progrès vers les objectifs de développement durable de l'ONU - Bilan 2016

Task force développement durable - Juin 2016

Reproduction autorisée, sauf à des fins commerciales, moyennant mention de la source.

Éditeur responsable : Philippe Donnay

Dépôt légal : D/2016/7433/22

Bureau fédéral du Plan

Avenue des Arts 47-49, 1000 Bruxelles

tél. : +32-2-5077311

fax : +32-2-5077373

e-mail : contact@plan.be<http://www.plan.be>

Demande de transport et capacité du réseau ferroviaire belge

Septembre 2016

D. Gusbin, dg@plan.be et B. Hoornaert, bho@plan.be

Abstract – Le modèle PLANET, développé par le Bureau fédéral du Plan dans le cadre d'un accord de collaboration avec le SPF Mobilité et Transports, permet de calculer l'évolution à long terme de la demande de transport en Belgique. La demande de transport comprend tant le transport de personnes que le transport de marchandises et se décline par mode de transport. Pour le transport par rail, la projection de la demande repose sur l'hypothèse que la vitesse moyenne sur le réseau ferroviaire reste constante sur la période de projection. Le modèle PLANET fait donc abstraction de la capacité de l'infrastructure ferroviaire ou, en d'autres mots, suppose que toute augmentation de la demande pourra être absorbée par le réseau sans affecter la qualité du service. Partant du constat que le taux d'utilisation de certaines lignes est actuellement déjà très élevé, il est apparu nécessaire d'étendre la capacité d'analyse de PLANET afin de pouvoir estimer l'impact de la demande future de transport ferroviaire sur le degré d'utilisation du réseau. Ce diagnostic, effectué à un niveau spatial fin (les tronçons ferroviaires) est utile et intéressant, notamment pour les entreprises ferroviaires et les pouvoirs publics dans le contexte des plans d'investissements ferroviaires.

Jel Classification – C8, R4**Keywords** – Transport de personnes et de marchandises.

Les travaux présentés dans ce rapport ont pour cadre un accord de collaboration entre le SPF Mobilité et Transports et le Bureau fédéral du Plan. La collaboration porte sur le développement et l'exploitation d'informations statistiques, l'élaboration de perspectives en matière de transport et l'analyse de politiques de transport.

Table des matières

Synthèse	1
Synthese	3
Executive summary	5
Introduction	7
1. Méthodologie	9
1.1. Cadre général	9
1.2. La demande de transport ferroviaire	10
2. Données et hypothèses	13
2.1. Données brutes	13
2.1.1. Infrabel	13
2.1.2. BLogistics	13
2.1.3. SNCB	13
2.2. Hypothèses	14
2.2.1. Allocation spatiale des déplacements pour autres motifs	14
2.2.2. Taux d'occupation et de chargement des trains	15
2.2.3. Nombre d'heures effectives de transport	16
2.3. Données calculées	16
2.3.1. Affectation des voyageurs aux tronçons	16
2.3.2. Affectation du tonnage aux tronçons	18
3. Demande de transport et réseau ferroviaires	20
3.1. La situation en 2012	20
3.1.1. Le transport de personnes	20
3.1.2. Le transport de marchandises	23
3.1.3. La demande ferroviaire totale	26
3.2. Perspectives de la demande de transport ferroviaire	27
3.2.1. Le transport de personnes	27
3.2.2. Le transport de marchandises	30
3.2.3. La demande ferroviaire totale	33
3.3. Impact sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire	34
4. Conclusions	37

Annexes	38
Annexe A Liste des arrondissements NUTS en Belgique	38
Annexe B Représentation cartographique alternative de la demande ferroviaire totale en 2012	39
Annexe C Liste des tronçons ferroviaires dont le niveau d'utilisation augmente le plus d'ici 2030	40
Bibliographie	43

Liste des tableaux

Tableau 1	Division du trajet de Bruxelles-Nord à Ternat en tronçons	18
Tableau 2	Arrondissements NUTS en Belgique.....	38
Tableau 3	Tronçons ferroviaires comptant plus de quatre trains supplémentaires par heure en 2030 (par rapport à 2012)	40

Liste des graphiques

Graphique 1	Étapes de l'estimation de la demande en trains par an - transport de personnes.....	11
Graphique 2	Étapes de l'estimation de la demande en trains par an - transport de marchandises	12
Graphique 3	Étapes de l'estimation de la demande ferroviaire totale en trains par heure	12
Graphique 4	Réseau ferroviaire simplifié pour le transport de personnes	14
Graphique 5	Division en sous-zones de l'arrondissement de Hal-Vilvorde.....	17
Graphique 6	Part du train dans les déplacements domicile-travail et domicile-école au départ de chaque arrondissement, 2012	21
Graphique 7	Nombre de voyageurs sur le réseau ferroviaire, 2012	22
Graphique 8	Nombre de voyageurs sur le réseau ferroviaire, focus sur Bruxelles-Capitale, 2012	23
Graphique 9	Part du train dans le tonnage transporté au départ de chaque arrondissement, 2012.....	24
Graphique 10	Part du train dans le tonnage transporté vers chaque arrondissement, 2012	25
Graphique 11	Tonnage transporté sur le réseau ferroviaire simplifié, 2012.....	25
Graphique 12	Demande ferroviaire totale, 2012	26
Graphique 13	Croissance du nombre de navettes en train selon l'arrondissement de départ, domicile-travail et domicile-école, 2012-2030	28
Graphique 14	Part du train dans les déplacements domicile-travail et domicile-école au départ de chaque arrondissement, 2030	29
Graphique 15	Évolution du nombre annuel de trains de passagers sur chaque tronçon du réseau ferroviaire simplifié, 2012-2030	30
Graphique 16	Croissance du tonnage transporté en train selon l'arrondissement de départ, 2012-2030	30
Graphique 17	Croissance du tonnage transporté en train selon l'arrondissement de destination, 2012-2030	31

Graphique 18	Évolution du nombre annuel de trains de marchandises sur chaque tronçon du réseau ferroviaire simplifié, 2012-2030	32
Graphique 19	Évolution de la demande ferroviaire totale, 2012-2030	33
Graphique 20	Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire en 2030	34
Graphique 21	Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire pour le transport de personnes en 2030	35
Graphique 22	Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire pour le transport de marchandises en 2030	36
Graphique 23	Demande ferroviaire totale, découpage alternatif, 2012	39

Synthèse

Le Bureau fédéral du Plan (BFP) réalise tous les trois ans des perspectives à long terme de l'évolution de la demande de transport en Belgique. Le troisième et dernier exercice du genre a été publié en décembre 2015. L'évolution de la demande de transport y est étudiée sur la période 2012-2030. Elle a été calculée à l'aide du modèle PLANET.

Selon ces dernières perspectives, le nombre total de passagers-kilomètres parcourus sur le territoire belge augmente de 11 % entre 2012 et 2030 et le nombre total de tonnes-kilomètres de 45 %. Pour le transport ferroviaire, l'accroissement de la demande s'établit respectivement à 9 % et 62 %. Ce faisant la part de ce mode diminue légèrement pour le transport de personnes (7,7 % en 2030 contre 7,9 % en 2012) mais progresse pour le transport de marchandises (11,6 % en 2030 comparé à 10,4 % en 2012).

L'augmentation projetée de la demande de transport ferroviaire aura inévitablement un impact sur l'utilisation de l'infrastructure ferroviaire. Or le modèle PLANET ne représente pas explicitement les différents réseaux de transport et cet impact ne peut être évalué. De plus, l'offre actuelle de capacité ferroviaire pourrait à certains endroits s'avérer insuffisante pour absorber la hausse de la demande. La connaissance de ces possibles goulets d'étranglement serait pourtant très utile pour identifier les investissements à réaliser au niveau du réseau.

Partant de ces considérations, il est apparu utile d'étudier la faisabilité de jeter un pont entre l'évolution de la demande de transport d'ici 2030 et la capacité du réseau ferroviaire. La faisabilité est analysée sous deux angles : l'angle méthodologique (le modèle PLANET peut-il être adapté et si oui comment ?) et l'angle statistique (les données nécessaires sont-elles disponibles ?).

Le résultat de cette double analyse est une estimation de l'impact de l'évolution de la demande ferroviaire sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure. Grâce à des données très détaillées fournies par Infrabel, BLogistics et la SNCB, l'évaluation a pu être menée à un niveau spatial très fin, celui des tronçons plutôt que celui des lignes ferroviaires. Plus précisément, un nombre de trains supplémentaires par heure (deux sens confondus) requis pour satisfaire l'augmentation de la demande en 2030 a été calculé pour chaque tronçon ferroviaire.

Les principales conclusions de l'analyse sont les suivantes :

- une augmentation de plus de quatre trains par heure d'ici 2030 est à noter sur trois grands axes ferroviaires : Bruges-Gand-Anvers, Anvers-Bruxelles et Aarschot-Hasselt-Montzen, depuis ou vers la jonction Nord-Midi, les gares d'Anvers, Gand, Liège et Charleroi ;
- ce surcroît de trains est causé essentiellement par le transport de personnes sur la ligne Gand-Anvers, depuis ou vers la jonction Nord-Midi et à proximité des gares de Liège, Anvers et Gand ;
- il est par contre quasi-exclusivement causé par le transport de marchandises dans la zone portuaire au nord d'Anvers et entre Hasselt et la frontière allemande ;

- mis à part quelques tronçons spécifiques, la majeure partie du réseau ferroviaire enregistre moins de deux trains supplémentaires par heure, soit de personnes, soit de marchandises en fonction des lignes concernées.

Les évolutions décrites ci-dessus sont utiles et intéressantes pour les entreprises ferroviaires et les pouvoirs publics dans le cadre des plans d'investissements ferroviaires. Elles ne sont cependant pas suffisamment exhaustives pour identifier des problèmes potentiels de saturation du réseau dans la mesure où le degré d'utilisation du réseau varie fortement selon la période de la journée, surtout pour le transport de passagers. Le réseau est en effet particulièrement sollicité pendant les heures de pointe (le matin et en fin d'après-midi). Cette limitation ne vient pas de la méthodologie développée mais de ce que nous ne disposons pas des données pertinentes. Aussi, l'analyse proposée pourrait être considérablement améliorée si nous pouvions disposer de données sur le nombre de trains (et de voyageurs) parcourant les différents tronçons ferroviaires en fonction de la période de déplacement.

Deux autres pistes d'amélioration sont également épinglées. La première concerne l'évolution des taux d'occupation des trains de voyageurs et des taux de chargement des trains de marchandises au cours du temps. La seconde est liée à la méthode de répartition géographique des flux de transport ferroviaire de voyageurs pour autres motifs.

Synthese

Het Federaal Planbureau (FPB) maakt om de drie jaar langetermijnvooruitzichten van de transportvraag in België. De derde en recentste oefening in de reeks werd in december 2015 gepubliceerd. Daarin wordt de evolutie van de transportvraag bestudeerd over de periode 2012-2030. Die evolutie werd berekend met behulp van het PLANET-model.

Volgens de laatste vooruitzichten stijgt het totale aantal afgelegde reizigerskm op het Belgisch grondgebied met 11 % tussen 2012 en 2030 en het aantal tonkm met 45 %. Voor het spoorvervoer bedraagt de toename van de vraag respectievelijk 9 % en 62 %. Daardoor daalt het aandeel van die vervoerswijze licht voor het personenvervoer (7,7 % in 2030 tegenover 7,9 % in 2012), maar stijgt het voor het goederenvervoer (11,6 % in 2030 ten opzichte van 10,4 % in 2012).

De verwachte stijging van de vraag naar het spoorvervoer zal onvermijdelijk een impact hebben op het gebruik van de spoorinfrastructuur. In het PLANET-model worden de verschillende transportnetwerken niet fysiek weergegeven, waardoor die impact niet geëvalueerd kan worden. Bovendien zou het huidige aanbod van spoorcapaciteit op bepaalde plaatsen onvoldoende kunnen blijken om de toename van de vraag op te vangen. Het zou nochtans zeer nuttig zijn om die eventuele bottlenecks te kennen om de investeringen aan te duiden die uitgevoerd moeten worden op het netwerk.

Op basis van die beschouwingen leek het nuttig om na te gaan of het haalbaar was een brug te slaan tussen de evolutie van de transportvraag tot 2030 en de capaciteit van het spoornetwerk. De haalbaarheid wordt bestudeerd vanuit twee invalshoeken: een methodologische (kan het PLANET-model worden aangepast en, zo ja, hoe?) en een statistische invalshoek (zijn de vereiste gegevens beschikbaar?).

Die tweeledige analyse maakte het mogelijk de impact van de evolutie van de transportvraag op de benuttingsgraad van de infrastructuur te ramen. Dankzij de uiterst gedetailleerde gegevens die door Infrabel, BLogistics en de NMBS werden verstrekt, kon die evaluatie op een zeer fijn geografisch niveau worden uitgevoerd, d.i. op het niveau van de baanvakken in plaats van de spoorlijnen. Voor elk baanvak werd het aantal bijkomende treinen per uur (voor beide richtingen samen) berekend die nodig zijn om aan de toenemende vraag in 2030 te kunnen voldoen.

De voornaamste conclusies van de analyse zijn de volgende:

- tot 2030 wordt een stijging van meer dan vier treinen per uur waargenomen op de drie grote spoorwegassen: Brugge-Gent-Antwerpen, Antwerpen-Brussel en Aarschot-Hasselt-Montzen, vanuit of naar de Noord-Zuidverbinding, de stations van Antwerpen, Gent, Luik en Charleroi;
- die stijging van treinen wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het personenvervoer op de lijn Gent-Antwerpen, vanuit of naar de Noord-Zuidverbinding en in de nabijheid van de stations van Luik, Antwerpen en Gent;
- in het havengebied ten noorden van Antwerpen en tussen Hasselt en de Duitse grens wordt die echter bijna uitsluitend veroorzaakt door het goederenvervoer;

- op enkele specifieke baanvakken na, worden er op het grootste deel van het spoornetwerk minder dan twee bijkomende treinen per uur waargenomen, zowel voor het personenvervoer als voor het goederenvervoer, afhankelijk van de betrokken lijnen.

De hierboven beschreven evoluties zijn nuttig en interessant voor de spoorwegbedrijven en de overheid in het kader van de spoorweginvesteringsplannen. Ze zijn evenwel niet uitgebreid genoeg om mogelijke verzadigingsproblemen van het netwerk op te sporen, aangezien de bezettingsgraad van het netwerk sterk schommelt naargelang de periode van de dag, voornamelijk voor het reizigersvervoer. De vraag is immers zeer groot tijdens de spitsuren (in de ochtend en aan het einde van de namiddag). Die beperking vloeit niet voort uit de ontwikkelde methodologie, maar uit het feit dat we niet over de relevante gegevens beschikken. De voorgestelde analyse zou ook aanzienlijk verbeterd kunnen worden als we zouden beschikken over de gegevens over het aantal treinen (en reizigers) die de verschillende baanvakken gebruiken naargelang de periode van de verplaatsing.

Twee andere mogelijke verbeteringen zijn het vermelden waard. De eerste heeft betrekking op de evolutie van de gemiddelde bezetting van de passagierstreinen en de gemiddelde belading van de goederentreinen in de loop van de tijd. De tweede gaat samen met de methode om de stromen van het spoorvervoer van personen voor andere motieven geografisch te verdelen.

Executive summary

Every three years, the Federal Planning Bureau (FPB) carries out long-term projections of the evolution of transport demand in Belgium. The third and latest exercise of its kind, showing the evolution of transport demand over the 2012-2030 period, was published in December 2015. The evolution was calculated using the PLANET model.

According to the most recent projection results, the total number of passenger-kilometres travelled over the Belgian territory should increase by 11% between 2012 and 2030 and the total number of tonne-kilometres by 45%. The increase in demand should reach 9% and 62% for passenger and freight rail transport respectively. As a consequence, the share of passenger rail transport should decrease slightly (from 7.9% in 2012 to 7.7% in 2030), while the share of freight rail transport should rise (from 10.4% in 2012 to 11.6% in 2030).

The projected increase in rail transport will inevitably have an impact on the use of rail infrastructure. However, the impact cannot be assessed since the PLANET model does not represent the different transport networks. Moreover, the current rail capacity supply on some sections may prove inadequate to cope with the increase in demand. Identifying these possible capacity bottlenecks could be very helpful in determining the investment required on the network.

Against this background, we deemed it useful to explore the feasibility of building a bridge between the development in transport demand by 2030 and the capacity of the rail network. The feasibility is analysed along two dimensions: the methodological dimension (can the PLANET model be adapted and if so, how?) and the statistical dimension (are the required data available?).

The results of this two-dimensional analysis led us to assess the impact of the evolution of rail demand on the utilisation level of rail infrastructure. This assessment could be performed at a highly detailed spatial level, i.e. the rail sections instead of lines, since Infrabel and SNCB/NMBS provided very detailed data. More precisely, the additional trains per hour (in both directions) required to meet the increase in demand in 2030 were calculated for every rail section.

The main conclusions of the analysis are:

- an increase of more than four trains per hour by 2030 can be observed on three main rail axes: Bruges-Ghent-Antwerp, Antwerp-Brussels and Aarschot-Hasselt-Montzen, to or from the North-South Junction, the stations of Antwerp, Ghent, Liège and Charleroi;
- this strong increase is mainly caused by passenger transport on the line Ghent-Antwerp, to or from the North-South Junction and near the stations of Liège, Antwerp and Ghent;
- this increase is due almost exclusively to freight transport in the port area to the north of Antwerp and between Hasselt and the German border.
- aside from a few specific rail sections, less than two additional trains per hour are observed on the larger part of the rail network. This concerns both passenger and freight transport, depending on the lines in question.

The developments outlined above are useful and pertinent, particularly for rail companies and public authorities within the context of railway investment plans. However, they are not sufficiently comprehensive to identify possible saturation problems on the network as the network utilisation level varies considerably with the time of day, especially with regard to passenger transport. Demand is particularly high during peak hours (in the morning and late afternoon). This limitation is not a methodological issue but is due to a lack of pertinent data. If data on the number of trains (and passengers) on the different rail sections by travelling period were available, our analysis could be improved substantially.

Two other opportunities for improvement are worth mentioning. The first one relates to the occupancy rate of passenger trains and the loading rate of freight trains over time. The second applies to the method used to break down geographically the flows of passenger rail transport for other purposes.

Introduction

Dans le cadre d'un accord de collaboration entre le Bureau fédéral du Plan et le SPF Mobilité et Transports, le Bureau fédéral du Plan (BFP) réalise tous les trois ans des perspectives à long terme de l'évolution de la demande de transport en Belgique. Le troisième et dernier exercice du genre a été publié en décembre 2015. L'évolution de la demande de transport y est étudiée sur la période allant de 2012 (année de référence) à 2030 (année horizon). Elle a été calculée à l'aide du modèle PLANET.

Le modèle PLANET se base sur les évolutions macroéconomiques et sociodémographiques pour générer des flux de transport de personnes (exprimés en passagers-kilomètres) et de marchandises (exprimés en tonnes-kilomètres) qui sont ensuite répartis entre les différents modes de transport en fonction des coûts monétaires et en temps correspondant. Ces flux ou demande de transport ont un impact sur la congestion routière et les émissions de polluants qui est également estimé à l'aide du modèle PLANET. La demande de transport de personnes couvre les différents motifs de déplacement (domicile-travail, domicile-école et les autres motifs) ; la demande de transport de marchandises comprend le transport national, les entrées sur et les sorties du territoire belge ainsi que le transit sans transbordement.

Selon les perspectives de décembre 2015, le nombre total de passagers-kilomètres (pkm) parcourus sur le territoire belge augmente de 11 % entre 2012 et 2030 et le nombre total de tonnes-kilomètres (tkm) de 45 %. Pour le transport ferroviaire, l'accroissement de la demande s'établit respectivement à 9 % et 62 %. Ce faisant la part de ce mode diminue légèrement pour le transport de personnes (7,7 % en 2030 contre 7,9 % en 2012) mais progresse pour le transport de marchandises (11,6 % en 2030 comparé à 10,4 % en 2012).

L'augmentation projetée de la demande de transport ferroviaire aura inévitablement un impact sur l'utilisation de l'infrastructure ferroviaire. Or le modèle PLANET n'est pas un modèle de réseau¹ et cet impact ne peut être évalué. De plus, l'offre actuelle de capacité ferroviaire pourrait à certains endroits s'avérer insuffisante pour absorber la hausse de la demande. La connaissance de ces possibles goulets d'étranglement serait pourtant très utile pour identifier les politiques et mesures à mettre en œuvre dont les investissements dans le réseau.

Partant de ces considérations, il est apparu utile d'étudier la faisabilité de jeter un pont entre l'évolution de la demande de transport et la capacité du réseau ferroviaire. La faisabilité est analysée sous deux angles : l'angle méthodologique (le modèle PLANET peut-il être adapté et si oui comment ?) et l'angle statistique (les données nécessaires sont-elles disponibles ?). En fonction de la réponse à ces questions, il sera possible de juger de la pertinence des résultats notamment en matière de planification des investissements ferroviaires.

L'étude est articulée autour de quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la méthodologie. Il décrit les différentes étapes de la transformation de la demande de transport ferroviaire issue du modèle PLANET afin de pouvoir estimer son impact sur le niveau d'utilisation des différents tronçons ferro-

¹ Les différents réseaux de transport et leurs caractéristiques n'y sont pas représentés.

vaires. Le deuxième chapitre s'intéresse aux données nécessaires pour mener à bien l'analyse et présente les principales hypothèses sous-tendant les calculs. Le troisième chapitre est axé sur les résultats et se subdivise en trois parties : la demande ferroviaire en 2012, son évolution d'ici 2030 et l'impact sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire en 2030. Enfin, le chapitre quatre présente les conclusions de l'analyse et propose des pistes d'amélioration.

1. Méthodologie

1.1. Cadre général

Dans un rapport précédent (Hoornaert et al., 2013), le BFP a exploré trois approches possibles pour établir une relation entre la demande de transport et l'offre d'infrastructure ferroviaire dans le modèle PLANET. La pertinence des trois approches avait été jaugée à l'aune tant des adaptations à apporter au modèle que de la disponibilité des données nécessaires. De cette analyse, une approche est ressortie qui fait intervenir le taux d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire.

Le taux d'utilisation du réseau ferroviaire est défini de la manière suivante :

$$T_{Utilisation} = \frac{Demande}{Offre} \quad (1)$$

La demande de transport ferroviaire (numérateur) représente ici le nombre de trains par heure circulant sur le réseau, tandis que l'offre (dénominateur) désigne le nombre maximum de trains par heure pouvant circuler sur le réseau. Le taux d'utilisation est une mesure de la capacité du réseau à absorber une demande supplémentaire.

La demande de transport ferroviaire n'est pas homogène dans le temps : la demande varie selon le moment de la journée (heures de pointe vs. heures creuses) ou la période de l'année (vacances, etc.). Faute de n'avoir pu disposer de données relatives au nombre de trains parcourant le réseau en fonction de la période de déplacement, il n'a pas été possible de tenir compte de cette variabilité. Le taux d'utilisation définit plus haut représente donc une moyenne sur la journée et sur l'année. Cette variation dans le temps est pourtant essentielle pour les opérateurs ferroviaires dans la mesure où une saturation possible de certaines parties du réseau concerne surtout les heures de pointe (de 7h à 9h et de 16h à 19h), à tout le moins pour le transport de passagers.

L'offre de transport ferroviaire n'est pas homogène sur tout le territoire : la capacité varie fortement d'un point à l'autre du réseau, elle dépend notamment du nombre de voies, d'arrêts ou de cisaillements, ou encore des types de train qui l'empruntent. Une analyse détaillée d'un point de vue spatial de la demande de transport ferroviaire est donc plus pertinente et plus intéressante pour les opérateurs ferroviaires qu'une étude globale. Pour mémoire, le réseau ferroviaire est constitué de lignes, elles-mêmes constituées de sections élémentaires, elles-mêmes composées de tronçons². La disponibilité de données sur le nombre de trains circulant sur chaque tronçon constitutif du réseau (*Demande*) pour une année de référence nous permet de mener l'analyse au niveau déjà très détaillé des tronçons ferroviaires.

Pour calculer le taux d'utilisation (moyen) de chaque tronçon ferroviaire et son évolution d'ici 2030, il faut aussi disposer de la capacité réelle de chaque tronçon (*Offre*). Or cette capacité réelle ne peut être estimée valablement sans une analyse préalable très fine des différents éléments du réseau ferroviaire (ligne droite ou courbe, cisaillement, tunnel, nombre de voies, etc.), des différents types de trains qui les

² Un tronçon peut être emprunté par plusieurs lignes.

parcourent (trains IC, IR, L, de marchandises) et des différents types de matériel roulant. Une telle analyse sort du cadre de notre étude.

Par conséquent, l'analyse proposée se concentrera sur l'évolution de la demande ferroviaire et son impact sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire d'ici 2030. Par demande ferroviaire, on entend ici le nombre de trains par heure circulant sur chaque tronçon constitutif du réseau ferroviaire. L'impact sera à la fois exprimé en taux de croissance sur la période de projection et en nombre de trains supplémentaires par heure par rapport à la situation en 2012.

Encadré 1 Ordre de grandeur pour la capacité d'un tronçon ferroviaire

Malgré l'absence de chiffres sur la capacité réelle de chaque tronçon ferroviaire, il est utile de pouvoir disposer d'un ordre de grandeur. Sur un tronçon à double voie (une dans chaque sens), en ligne droite et parcouru par des trains ayant tous la même vitesse, la capacité est de 20 trains par heure. Cette valeur repose sur le principe d'avoir un intervalle régulier de trois minutes entre chaque train.

Par ailleurs, il convient de noter que l'augmentation de la capacité n'est pas proportionnelle au nombre de voies.

1.2. La demande de transport ferroviaire

La dimension spatiale est déjà présente dans PLANET. Le modèle calcule en effet (l'évolution de) la demande de transport entre arrondissements, c'est-à-dire au niveau géographique NUTS³. Pour l'analyse proposée, les flux de transport ferroviaire entre arrondissements devront être répartis sur les différents tronçons du réseau.

Ensuite, la demande issue du modèle PLANET (exprimée en passagers-kilomètres (pkm) pour le transport de personnes et en tonnes-kilomètres (tkm) pour le transport de marchandises) devra être reformulée en nombre de trains par heure et cela sur chaque tronçon ferroviaire.

La méthode proposée pour cette transformation est identique pour le transport de personnes et de marchandises. Seuls les coefficients de transformation sont différents. La méthode est représentée schématiquement dans le graphique 1 pour le transport de personnes, dans le graphique 2 pour le transport de marchandises et dans le graphique 3 pour le transport ferroviaire total. Les différentes étapes de la transformation sont détaillées ci-dessous. Les données et hypothèses nécessaires à la transformation de la demande sont décrites dans le chapitre 2.

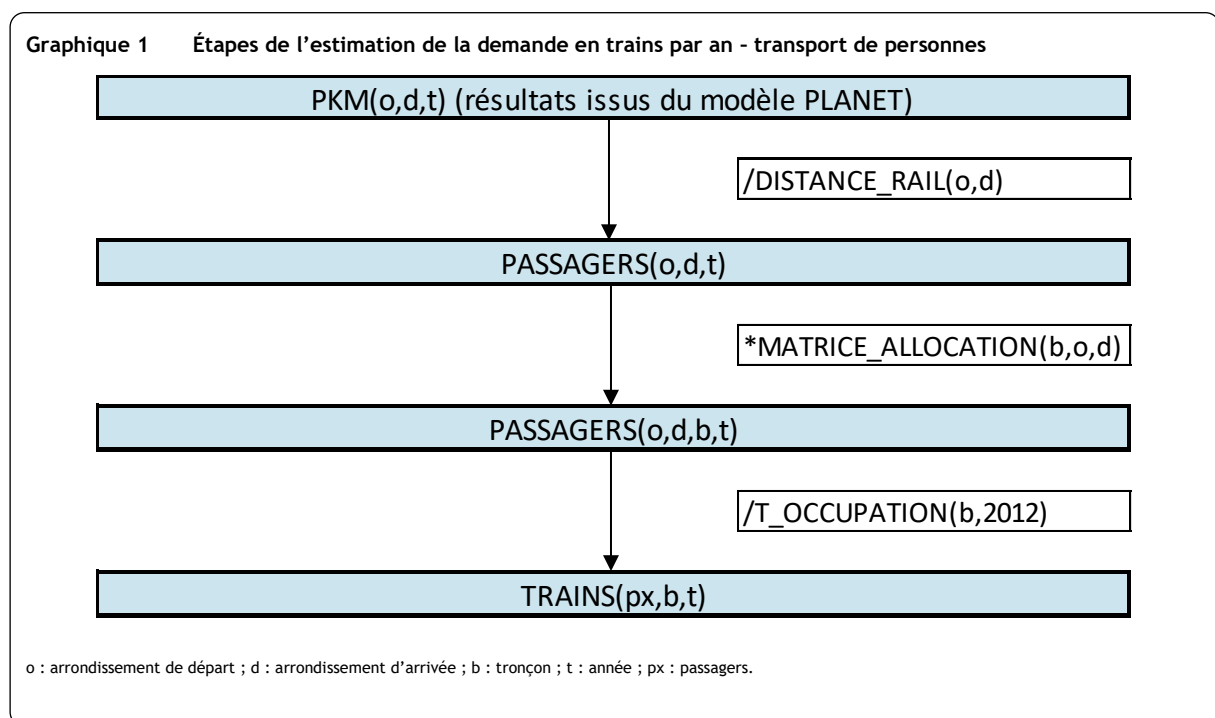
La *première étape* consiste à calculer, pour chaque année de la période de projection (de 2012 à 2030), le nombre de passagers se déplaçant (resp. le nombre de tonnes transportées) d'un arrondissement à un autre et au sein d'un même arrondissement. Pour ce faire, le nombre de pkm (resp. le nombre de tkm)

³ La liste des arrondissements belges est présentée dans l'annexe A.

calculé avec le modèle PLANET au niveau géographique NUTS⁴ est divisé par une distance correspondant à la distance moyenne d'un trajet en train entre les différents arrondissements ou au sein d'un même arrondissement.

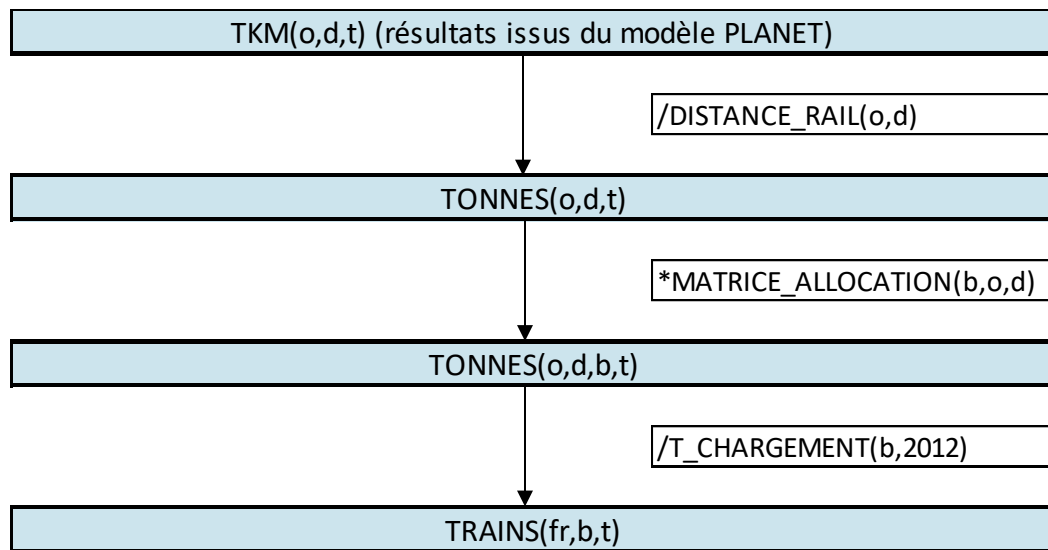
La *deuxième étape* a pour but de répartir les flux de transport ferroviaire entre arrondissements (passagers et marchandises) calculés lors de l'étape précédente, sur les différents tronçons du réseau ferroviaire belge. Cette répartition nécessite la construction d'une matrice d'allocation des flux sur les tronçons.

Lors de la *troisième étape*, le nombre de passagers (resp. de tonnes) transitant sur chaque tronçon du réseau est divisé par un taux d'occupation (resp. de chargement) moyen d'un train pour obtenir une demande de transport ferroviaire exprimée en nombre de trains par an et par tronçon.



⁴ Dans le modèle PLANET, le transport de personnes fait intervenir trois motifs de déplacement : domicile-travail, domicile-école et les « autres » motifs. Seuls les déplacements domicile-travail et domicile-école se déclinent au niveau des arrondissements. En effet, on ne dispose pas de matrice origine-destination pour les déplacements pour autres motifs. Une hypothèse devra dès lors être posée pour allouer les déplacements en train pour autres motifs entre les différentes paires d'arrondissements (voir section 2.2.1).

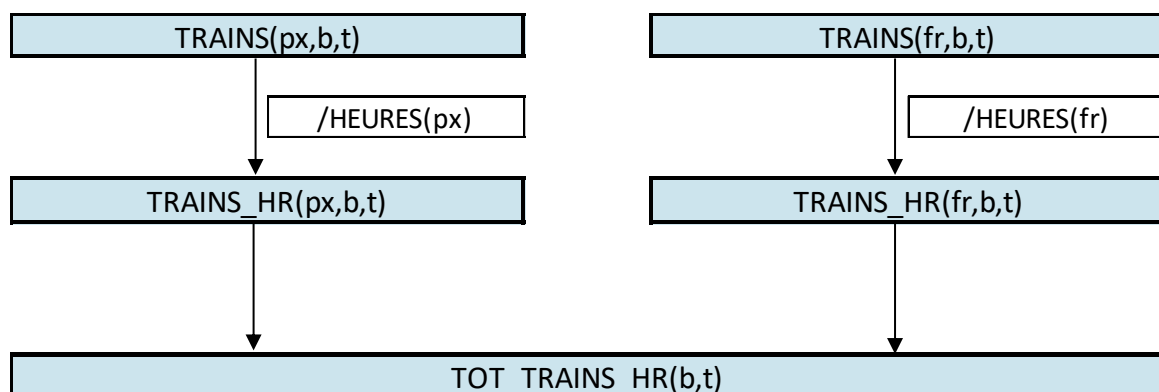
Graphique 2 Étapes de l'estimation de la demande en trains par an - transport de marchandises



o : arrondissement de départ ; d : arrondissement d'arrivée ; b : tronçon ; t : année ; fr : marchandises.

La quatrième et dernière étape a pour objectif de transformer les demandes ferroviaires annuelles en une demande ferroviaire totale exprimée en trains par heure. Pour ce faire, il convient de chiffrer le nombre de trains par heure pour les deux types de transport (personnes et marchandises) partant du nombre d'heures effectives de parcours par an pour chaque type de transport et puis de les sommer.

Graphique 3 Étapes de l'estimation de la demande ferroviaire totale en trains par heure



b : tronçon ; t : année ; px : passagers, fr : marchandises.

2. Données et hypothèses

Pour pouvoir confronter l'évolution de la demande ferroviaire à la capacité des différents tronçons du réseau, des données très détaillées sont nécessaires, complétées le cas échéant par un certain nombre d'hypothèses. Ce chapitre se propose de passer en revue successivement les données brutes qui ont été utilisées (2.1), les données qui ont fait l'objet d'un calcul préalable (2.3) et les hypothèses (2.2).

2.1. Données brutes

Pour cette étude, des données détaillées, pour la plupart non publiques, nous ont été transmises par Infrabel, BLogistics et la SNCB dans le cadre d'un protocole de collaboration entre le BFP, le SPF Mobilité et Transports, Infrabel et la SNCB, signé en janvier 2014.

2.1.1. Infrabel

Infrabel a mis les données suivantes à disposition :

- Réseau ferroviaire ;
- Points caractéristiques : points de référence sur le réseau ferroviaire, comme les gares, les points frontières et les nœuds ;
- Trajets de trains de marchandises ;
- Matrice origine-destination au niveau des zones commerciales pour les trains de marchandises/tonnage. Les données sont non exhaustives pour les années 2010-2012 (85-90 % des trains chargés) mais elles permettent de relier les données sur le tonnage transporté aux données sur les trains mis en service ;
- Utilisation du réseau ferroviaire par tronçon pour les années 2010-2012, transport de marchandises/de voyageurs.

2.1.2. BLogistics

Pour l'année 2012, BLogistics a fourni deux matrices avec les flux de marchandises sur base des gares. La deuxième matrice a été utilisée pour permettre une ventilation par catégorie de marchandises NST2007.

2.1.3. SNCB

Les trajets des trains de voyageurs proviennent du site web de la SNCB (voir l'illustration sur le graphique 4). Il s'agit de l'offre de trains d'avant la réforme de 2014. Les trains IC et IR ont été extraits de ces données, ainsi qu'un certain nombre de trains L.

Ces trains couvrent une grande partie du réseau ferroviaire belge. En termes de trains-km, le taux de couverture s'élève à 88 %. Vu que ce sont surtout les lignes moins importantes qui ne sont pas reprises,

cette part est encore plus importante en termes de pkm. Les trains roulant sur ces lignes sont supposés être utilisés pour les déplacements à l'intérieur de l'arrondissement.

La SNCB nous a également communiqué le nombre de voyageurs montés par gare en 2012.

Graphique 4 Réseau ferroviaire simplifié pour le transport de personnes



Source : SNCB, Infrabel.

2.2. Hypothèses

2.2.1. Allocation spatiale des déplacements pour autres motifs

Comme souligné dans la section 1.2, il n'existe pas de données sur la répartition des déplacements pour des motifs autres que domicile-travail et domicile-école entre paires d'arrondissements, c'est-à-dire au niveau géographique NUTS3. L'absence de données s'applique à chaque mode de transport mais aussi au transport en général. Des hypothèses doivent dès lors être posées pour allouer les déplacements pour autres motifs entre les différents arrondissements.

Pour le transport ferroviaire, la SNCB dispose de chiffres sur le nombre total de déplacements sur le territoire belge. Pour l'année de référence 2012, on peut alors calculer la part des déplacements ferroviaires totaux dévolue aux autres motifs :

$$SHARE_OTH(2012) = 1 - \frac{\sum_{motif} PX(motif, 2012)}{SNCB(2012)} \quad (2)$$

Où $PX(motif, 2012)$ désigne le nombre de déplacements ferroviaires sur le territoire belge pour un motif donné en 2012, *motif* l'objet du déplacement (domicile-travail ou domicile-école) et $SNCB(2012)$ le nombre total de déplacements en train en 2012.

On suppose ensuite que la part des déplacements ferroviaires pour autre motifs calculée ci-dessus est la même sur tout le territoire, c'est-à-dire quels que soient l'arrondissement d'origine et l'arrondissement d'arrivée du flux de transport. C'est une hypothèse forte qui s'écarte probablement de la réalité. Elle pourra être ajustée ou même levée lorsque des données (brutes ou estimées) seront disponibles sur la répartition géographique des déplacements ferroviaires pour autres motifs.

Enfin, en projection (période 2012-2030), la répartition spatiale des déplacements en train s'effectue en deux temps.

Dans le premier temps, les déplacements domicile-travail $PX(o,d,work,t)$ et domicile-école $PX(o,d,school,t)$ sont répartis sur la base des pkm inter et intra arrondissements et d'une distance moyenne :

$$PX(o, d, motif, t) = \frac{PKM(o, d, motif, t)}{DISTANCE_RAIL(o, d, motif)} \quad (3)$$

Où t est l'année de projection et $DISTANCE_RAIL(o,d,motif)$ est la distance entre l'arrondissement o et l'arrondissement d pour les motifs $motif$.

Dans le second temps, les déplacements pour autres motifs (oth =autres motifs) sont calculés pour chaque paire OD en supposant que les parts des différents motifs dans les déplacements totaux restent constantes sur la période de projection et égales aux parts de 2012 :

$$PX(o, d, oth, t) = \frac{SHARE_OTH(2012)}{1 - SHARE_OTH(2012)} * \sum_{motif} PX(motif, t) \quad (4)$$

Cette hypothèse est corroborée par les récentes projections de la demande de transport à l'horizon 2030 (BFP, 2015). Ces projections montrent, en effet, une faible variabilité de la répartition des déplacements entre les différents motifs d'ici 2030. À nouveau, cette hypothèse n'aura plus lieu d'être lorsque les données seront disponibles pour l'année de référence et que le modèle PLANET sera adapté pour estimer l'évolution des déplacements pour autres motifs. Cette hypothèse est corroborée par les récentes projections de la demande de transport à l'horizon 2030 (BFP, 2015). Ces projections montrent, en effet, une faible variabilité de la répartition des déplacements entre les différents motifs d'ici 2030. À nouveau, cette hypothèse n'aura plus lieu d'être lorsque les données seront disponibles pour l'année de référence et que le modèle PLANET sera adapté pour estimer l'évolution des déplacements pour autres motifs.

2.2.2. Taux d'occupation et de chargement des trains

Des données disponibles auprès de la SNCB et d'Infrabel sur le nombre de voyageurs et de trains ayant circulé sur chaque tronçon ferroviaire en 2012 permettent de calculer des taux d'occupation (transport de personnes) et de chargement (transport de marchandises) par tronçon en 2012.

Les valeurs de 2012 sont appliquées à toute la période de projection.

2.2.3. Nombre d'heures effectives de transport

En moyenne sur le réseau, le nombre d'heures effectives de transport par jour est de 18 heures quel que soit le type de transport ferroviaire. Par contre, le nombre de jours effectifs de transport par an varie selon le type de transport ; il est, en moyenne sur le réseau⁵, de 288 pour le transport ferroviaire de personnes et de 250 pour le transport ferroviaire de marchandises.

2.3. Données calculées

2.3.1. Affectation des voyageurs aux tronçons

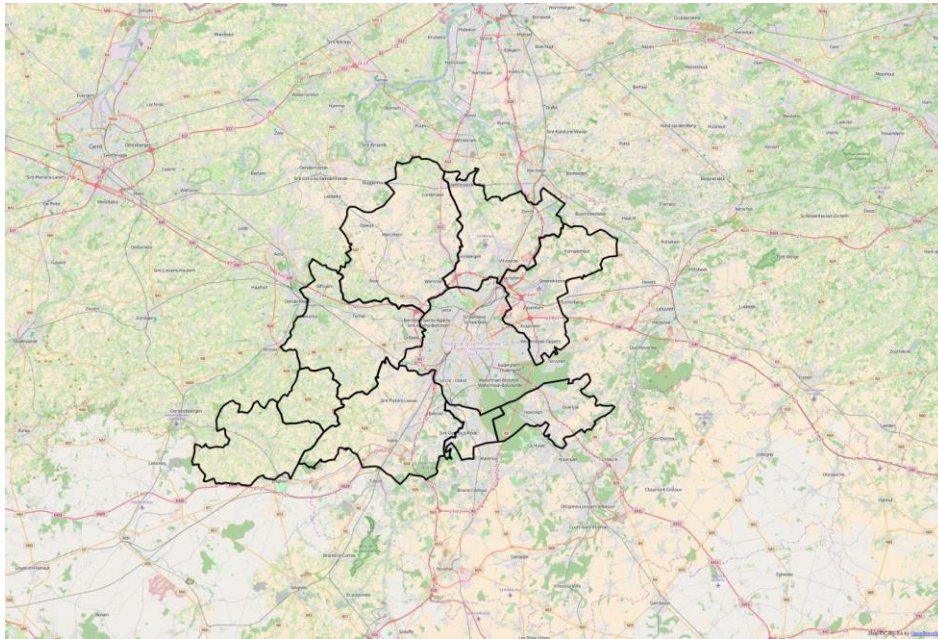
Un trajet est déterminé pour chaque paire OD. Le niveau de détail géographique des paires OD est NUTS3. Les arrondissements d'Alost, de Hal-Vilvorde et du Brabant wallon, qui constituent grosso modo la zone RER avec la Région de Bruxelles-Capitale et l'arrondissement de Louvain, sont fractionnés pour permettre une meilleure affectation des flux de voyageurs. À cet effet, les communes entourant Bruxelles ont été regroupées sur la base de la ligne ferroviaire la plus proche. Ainsi, les communes de Kampenhout, Machelen, Steenokkerzeel, Zaventem, Kraainem et Wezembeek-Oppem sont regroupées en une 'sous-zone' autour de la ligne 36 et celles de Vilvorde, Grimbergen, Zemst et Kapelle-op-den-Bos autour de la ligne 25. La ventilation du nombre de voyageurs entre les différentes sous-zones est réalisée sur la base du nombre de voyageurs montés dans un train en 2012.

Une gare représentative est choisie pour chaque arrondissement ou sous-zone. Il s'agit de la gare (très) importante qui est la plus proche du centre de gravité de la zone géographique.

⁵ Il peut exister des écarts sensibles par rapport à cette moyenne sur certains tronçons.

L'illustration ci-dessous donne la division en sous-zones de l'arrondissement de Hal-Vilvorde.

Graphique 5 Division en sous-zones de l'arrondissement de Hal-Vilvorde



Source : Openstreetmap.org

Le transport de voyageurs depuis l'arrondissement d'Anvers vers l'arrondissement de Hal-Vilvorde est ainsi divisé en neuf paires origine-destination telles que les suivantes : Anvers-Vilvorde, Anvers-Merchtem ou Anvers-Ternat. À la fin, les trajets calculés au niveau de ces sous-zones sont agrégés pour être compatibles avec la matrice origine/destination de PLANET construite au niveau de détail géographique NUTS3 (arrondissements).

Le nombre de voyageurs ferroviaires par tronçon est calculé en deux étapes. Dans un premier temps, le voyageur qui voyage de l'arrondissement o vers l'arrondissement d effectue son choix à partir de l'offre de trains d'avant la réforme de 2014. Les trains IC et IR en ont été extraits, ainsi qu'un certain nombre de trains L. L'algorithme pour le choix du trajet minimise le nombre de changements de train. S'il y a le même nombre de changements de train, c'est le trajet le plus rapide qui est retenu.

Par exemple, pour un voyageur qui voyage d'Anvers-Central à Ternat, le trajet suivant est sélectionné :

- (i) D'Anvers-Central à Bruxelles-Nord avec un train IC ;
- (ii) De Bruxelles-Nord à Ternat avec un train L.

Dès que le trajet est déterminé, le voyage est attribué aux tronçons du réseau. Les tronçons suivants sont parcourus pour la partie du trajet entre Bruxelles-Nord et Ternat :

Tableau 1 Division du trajet de Bruxelles-Nord à Ternat en tronçons

ligne	voie	de	à
50	A	BRUXELLES-ND	BRUXELLES-ND-F
50	A	BRUXELLES-ND-F	Y.PONT-DE-LA SENNE
50	A	Y.PONT-DE-LA-SENNE	Y.LAEKEN
50	A	Y.LAEKEN	BOCKSTAEL
50	A	BOCKSTAEL	Y.BOCKSTAEL
50	A	Y.BOCKSTAEL	JETTE
50	A	JETTE	TERNAT

Les voyageurs d'Anvers à Ternat ne sont pas les seuls à emprunter le tronçon entre l'embranchement Y. Bockstaël et la gare de Jette. Les usagers qui utilisent le plus ce tronçon sont les voyageurs, et plus particulièrement les navetteurs, de Bruxelles vers Ternat, Asse et Termonde. Au total, 6,2 millions de voyageurs empruntent ce tronçon chaque année.

2.3.2. Affectation du tonnage aux tronçons

Le niveau de détail géographique de la matrice OD des trains de marchandises est la zone commerciale. Le territoire belge compte environ 130 zones commerciales. Elles sont plus grandes que les communes, mais plus petites que les arrondissements. Comme cette matrice permet de faire le lien entre le tonnage transporté et les trains mis en service, il a été décidé de travailler au niveau des *zones commerciales*. Cela implique que la matrice OD détaillée pour les trains et la matrice BLogistics ont également été agrégées à ce niveau.

Le niveau de détail géographique pour l'origine ou la destination à l'étranger est NUTS2. Ce niveau de détail permet par exemple d'attribuer un trajet différent à un flux de marchandises depuis le port d'Anvers vers Hambourg et à un autre flux vers le bassin de la Ruhr. Pour affecter les gares étrangères de la matrice BLogistics à une zone NUTS2, plusieurs sources ont été utilisées : OpenStreetMap, UNECE, EUROSTAT ou encore le plug-in GeoSearch de QuantumGIS.

À la fin, les trajets qui sont calculés au niveau des zones commerciales et/ou des zones NUTS2 sont agrégés pour être compatibles avec la matrice origine/destination de PLANET construite au niveau de détail géographique NUTS3 (arrondissements) sur le territoire belge et NUTS0 (pays) pour l'étranger.

Le nœud de référence pour les zones commerciales belges est la gare de cette zone qui est le point de départ ou d'arrivée de la plupart des trains. Le nœud de référence d'une zone NUTS2 étrangère est déterminé en minimisant le nombre de tkm depuis/vers les gares de cette zone vers/depuis le nœud de référence.

L'affectation des flux de marchandises dépend de la nature du transport. Pour le transport national, une affectation au réseau INFRABEL suffit ; pour le transport international (entrées, sorties et transit), il convient d'utiliser également le réseau ETISPlus.

Transport national

En se basant sur les trajets fournis pour les trains de marchandises, on construit le trajet pour chaque paire OD de la matrice des trains. Le résultat obtenu donne l'offre des trains pour le transport national de marchandises au niveau des zones commerciales. La composition du trajet est réalisée sur la base de la distance la plus courte. Ainsi, on peut composer le trajet pour les marchandises entre Genk et Courtrai de différentes manières : Genk-Rechteroever et ensuite Rechteroever-Courtrai ou Genk-Hasselt et ensuite Hasselt-Courtrai. Cette dernière combinaison est la plus courte et est donc retenue.

Transport international

Pour la partie domestique du transport international, on utilise le réseau Infrabel et, pour la partie étrangère, le réseau ETISPlus.

Pour la partie *domestique*, on construit le trajet vers/depuis tous les points frontières possibles pour le transport depuis/vers une zone commerciale. La méthode utilisée pour déterminer le trajet est différente de celle utilisée pour le transport national. En premier lieu, on minimise le nombre d'arrêts intermédiaires. Si des trajets ont le même nombre d'arrêts intermédiaires, on prend le trajet le plus court.

Le trajet retenu pour le transport depuis/vers un point frontière vers/depuis *l'étranger* est le trajet le plus court calculé sur le réseau ETISPlus.

Le trajet total est la combinaison la plus courte pour les parties domestique et étrangère.

Une fois le trajet déterminé, le voyage sur le territoire belge est attribué aux tronçons du réseau. Enfin, le tonnage transporté par tronçon est calculé comme étant la somme des tonnages entre les paires OD utilisant le tronçon.

3. Demande de transport et réseau ferroviaires

Ce chapitre est structuré en trois points. Tout d'abord, la situation des flux de transport ferroviaire en 2012 est illustrée au niveau des arrondissements. Ensuite, la dynamique de croissance de ces flux entre 2012 et 2030 est présentée. Enfin, l'impact de ces évolutions sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire en 2030 est calculé. Le calcul est effectué pour chaque tronçon ferroviaire.

3.1. La situation en 2012

En 2012, le transport ferroviaire représentait quelque 8 % de la demande totale de transport de personnes en Belgique. Cette proportion est comparable à la moyenne européenne (EU28). Depuis 2000, la demande de transport ferroviaire de personnes (pkm) a cru sensiblement (+34 %) et davantage en Belgique que dans l'Union européenne (+13 %). Pour le transport de marchandises, la part du rail était de l'ordre de 10 % en Belgique en 2012, comparé à 18 % environ dans l'Union européenne. À l'inverse du transport de personnes, le transport ferroviaire de marchandises (tkm) a diminué de 5 % entre 2000 et 2012 alors qu'il est resté quasi stable dans l'Union européenne.

À l'aide de représentations cartographiques, cette section propose un état des lieux des flux de transport ferroviaire en 2012 au niveau des arrondissements. Elle passe successivement en revue le transport de personnes et le transport de marchandises.

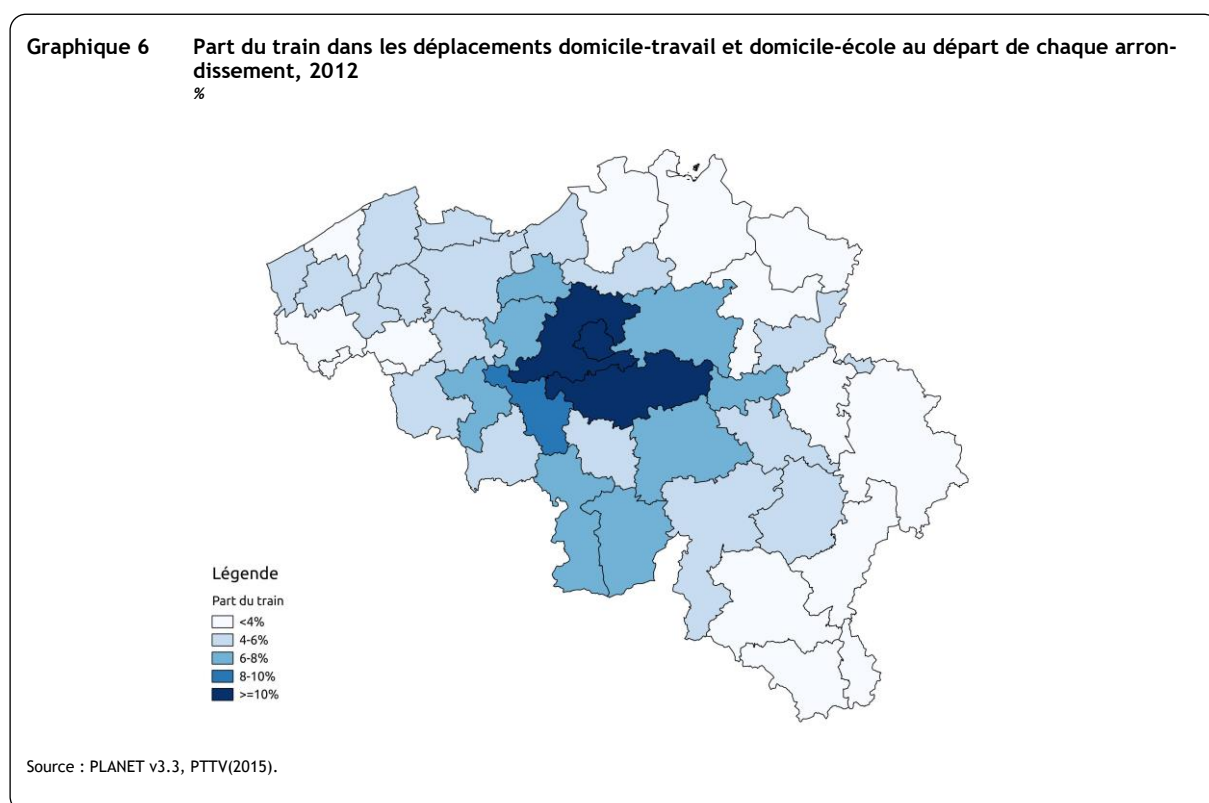
3.1.1. Le transport de personnes

Pour le transport de personnes, trois cartes sont proposées. La première carte (graphique 6) illustre la proportion des déplacements effectués en train *au départ* de chaque arrondissement. Le pendant de cette carte représentant les déplacements *vers* chaque arrondissement est très semblable en raison du caractère aller-retour de la majeure partie des déplacements. Une seule carte est dès lors présentée. Cette première carte ne couvre que les déplacements domicile-travail et domicile-école (ci-après appelés navettes). Pour ces déplacements, on dispose de données intra et inter arrondissements. Tous modes de transport confondus, ces deux motifs représentent un peu moins de 30 % des flux de transport de personnes ; pour le seul transport ferroviaire, ils représentent 54 %. La deuxième carte (graphique 7) montre le nombre annuel de passagers transitant sur les différents tronçons du réseau ferroviaire. Au contraire de la première carte, les chiffres globalisent ici tous les motifs de déplacement. La troisième et dernière carte (graphique 8) propose la même information que la carte précédente mais se focalise sur l'arrondissement administratif de Bruxelles-Capitale.

La proportion des navettes en train est de 6 % en moyenne en Belgique. Comme on peut le voir sur la carte du graphique 6, le choix du train comme mode de déplacement varie beaucoup selon l'arrondissement de départ (ou de destination – voir supra). De plus, la part du train se réduit au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'arrondissement de Bruxelles-Capitale. Cette coïncidence spatiale semble somme toute assez logique : les régions centrales de l'économie belge, et surtout Bruxelles, sont celles qui génèrent (et/ou sont réceptrices de) une partie significative des flux de personnes, où le réseau ferroviaire

est le plus dense (et donc où l'accessibilité au transport ferroviaire est plus grande) et où le train constitue un mode de transport privilégié⁶.

Plus d'un déplacement sur dix au départ (ou à destination) de Bruxelles-Capitale et des arrondissements de Nivelles et Hal-Vilvorde est effectué en train. La proportion des déplacements en train est de 9 % pour l'arrondissement de Soignies et s'échelonne entre 6 et 8 % pour les arrondissements de Alost, Termonde, Louvain, Namur, Philippeville, Ath, Thuin et Waremme.



12 arrondissements sur 43 se caractérisent donc par une proportion de navettes effectuées en train supérieure à la moyenne belge de 6 %.

L'arrondissement d'Anvers est atypique. Bien qu'il regroupe 9,1 % de la population active occupée (comparé à 9,6 % pour Bruxelles) et 9 % de la population scolaire (contre 11,2 % pour Bruxelles), la part du train dans l'ensemble des déplacements y est relativement faible (< 4 %). Parmi des pistes possibles d'explication : des distances domicile-travail et domicile-école plus courtes privilégiant le vélo, la marche à pied ou le bus (dominance des déplacements intra arrondissements⁷), des connexions ferroviaires moins favorables favorisant le transport en commun public local ou la voiture. Cela étant, les déplacements en train au départ de l'arrondissement d'Anvers ne représentent pas moins de 6 % de l'ensemble des déplacements en train en Belgique. Il occupe ainsi la troisième place ex-aequo avec les arrondissements de Louvain et Nivelles, derrière Hal-Vilvorde (9 %) et Bruxelles (23 %).

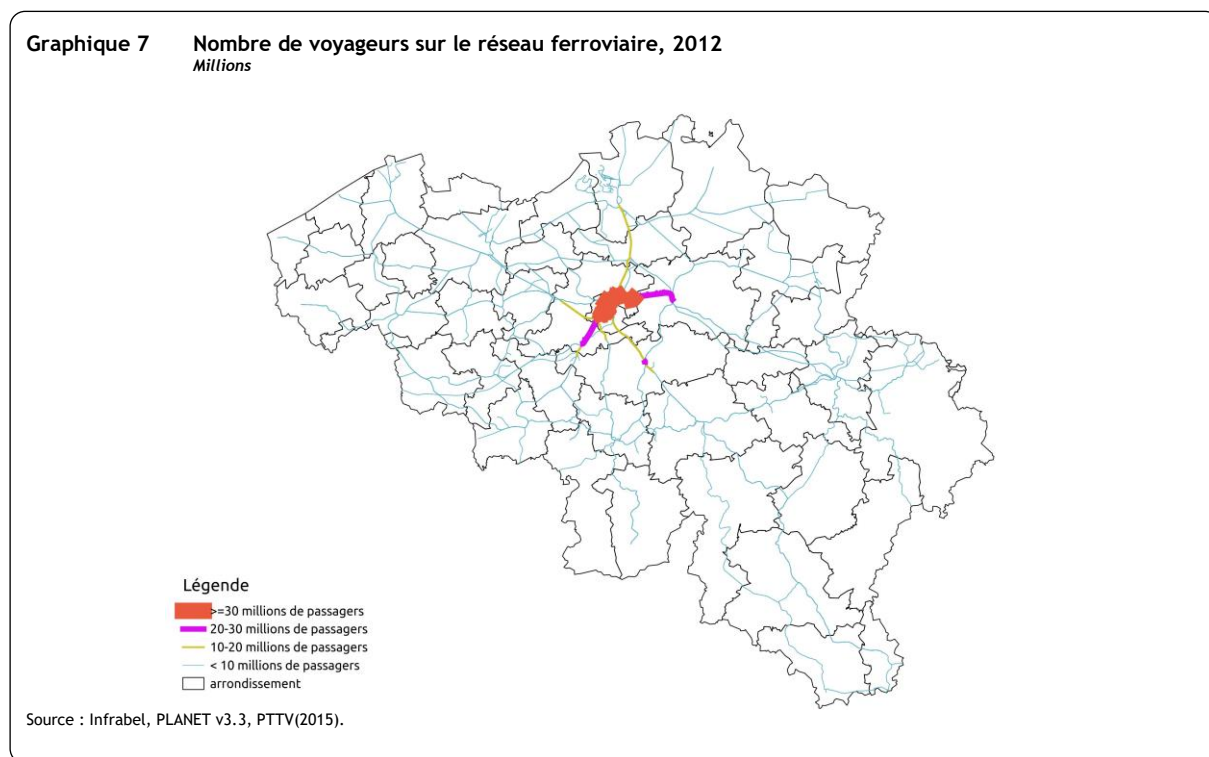
⁶ Voir Geurts, K. (2014) et Andries et al. (2016) qui mettent en évidence une corrélation entre le choix du train et le niveau d'urbanisation (ou de congestion) du lieu de travail, d'une part, et la distance domicile - lieu de travail, d'autre part.

⁷ 24 % des pkm au départ (ou à destination) de l'arrondissement d'Anvers sont des flux intra arrondissements contre seulement 3 % à Bruxelles et 11 % pour la moyenne belge.

La carte du graphique 7 montre la répartition du nombre de voyageurs⁸ ayant été alloués sur chaque tronçon du réseau ferroviaire en 2012. Sont ici non seulement pris en compte les motifs domicile-travail et domicile-école mais aussi les autres motifs.

Sur la plus grande partie du réseau ferroviaire, ce sont moins de dix millions de voyageurs qui se sont déplacés en 2012.

Les exceptions à cette situation générale concernent les tronçons ferroviaires dans et autour de la région de Bruxelles-Capitale. La situation très particulière de Bruxelles est illustrée sur le graphique 8 et décrite ci-après. Pour les autres arrondissements, la carte montre une densité de déplacements très élevée – entre 20 et 30 millions de voyageurs – sur les tronçons ferroviaires reliant Bruxelles et Louvain, d’une part, et Bruxelles et Halle, d’autre part⁹, et une densité élevée – entre 10 et 20 millions de voyageurs – sur les premiers tronçons ferroviaires des lignes connectant Bruxelles à Gand/Bruges, Termonde et Denderleeuw, Anvers, Namur/Luxembourg, Tubize et Charleroi.



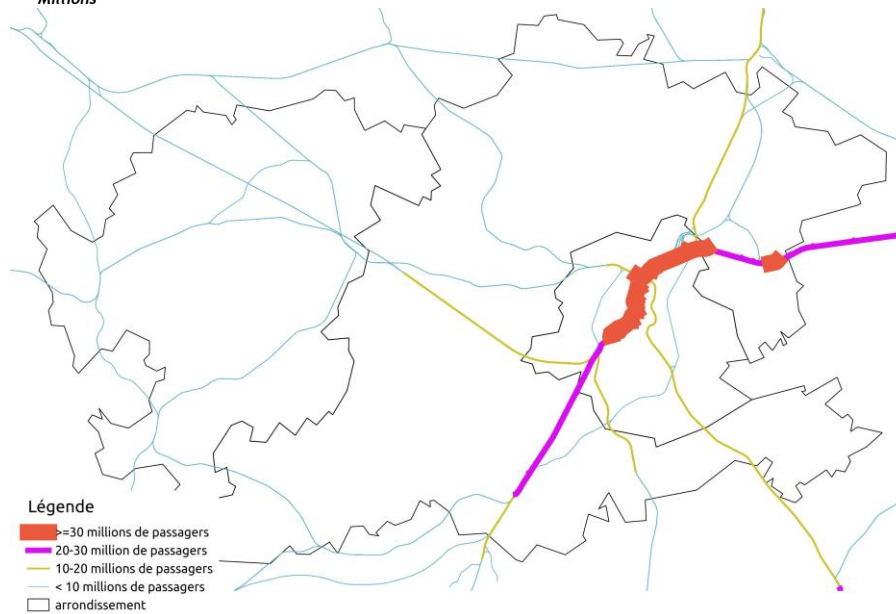
Pour mieux appréhender la situation particulière du transport ferroviaire dans la Région de Bruxelles-Capitale, la carte du graphique 8 se focalise sur l’allocation du nombre de voyageurs ferroviaires en 2012 sur le réseau ferroviaire dans et autour cette région. On y voit clairement une concentration de déplacements depuis ou vers la jonction Nord-Midi¹⁰, passage très fréquenté par les navetteurs travaillant ou étudiant à Bruxelles (quelque 70 millions de voyageurs en 2012), et dans son prolongement vers Anvers et Louvain (de l’ordre de 40 millions de voyageurs en 2012).

⁸ Dans le texte, les termes ‘déplacement’, ‘passager’ ou ‘voyageur’ sont synonymes.

⁹ Un autre point sur la carte présente une densité de déplacements très élevée, il s’agit des tronçons ferroviaires autour de la gare d’Ottignies dans le Brabant wallon, le nombre de voyageurs y transitant est proche de la borne inférieure de l’intervalle, soit 20 millions de passagers.

¹⁰ Pour la gare de référence de la région de Bruxelles-Capitale, le choix s’est porté sur la gare Bruxelles-Central.

Graphique 8 Nombre de voyageurs sur le réseau ferroviaire, focus sur Bruxelles-Capitale, 2012
Millions



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

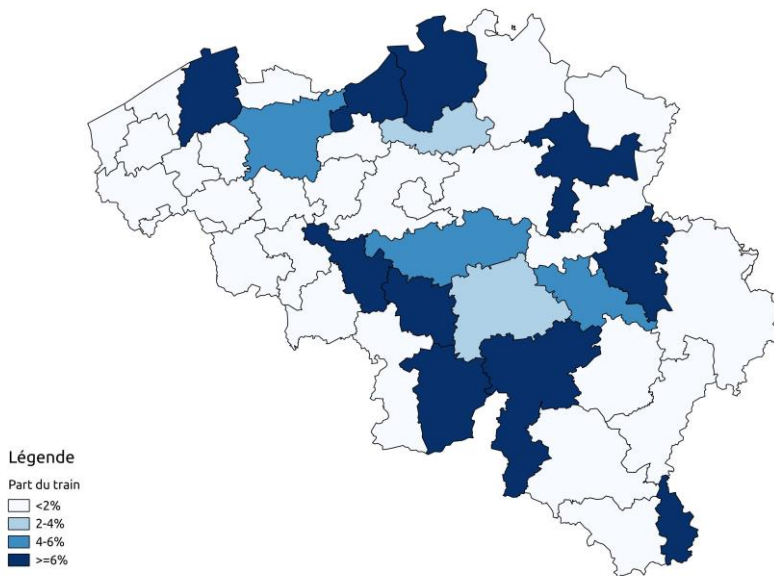
3.1.2. Le transport de marchandises

Pour le transport de marchandises, trois cartes sont également proposées pour illustrer la situation du rail en 2012. Les deux premières cartes (graphique 9 et graphique 10) montrent la part du train dans le tonnage total transporté¹¹ respectivement au départ de et vers chaque arrondissement. La troisième et dernière carte (graphique 11) montre le tonnage annuel transporté sur les différents tronçons du réseau ferroviaire simplifié.

Pays de transit avec le port d'Anvers comme porte d'entrée principale des flux de marchandises vers l'hinterland européen, la Belgique se caractérise par une proportion importante de flux de transport dédiée au transport international de marchandises (entrées, sorties et transit sans transbordement) qui s'ajoute au transport national de fret.

¹¹ Inclut le transport routier et ferroviaire, la navigation intérieure et maritime à courte distance.

Graphique 9 Part du train dans le tonnage transporté au départ de chaque arrondissement, 2012
%



Source : PLANET v3.3, PTTV(2015).

La Belgique dispose également de plusieurs plateformes multimodales rail-route(-eau) qui permettent de valoriser l'infrastructure ferroviaire pour le transport de fret.

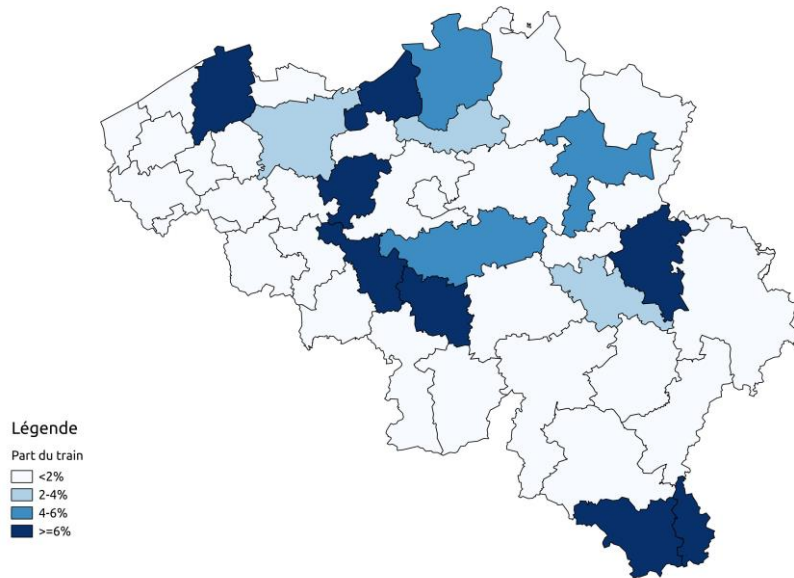
Dans ce contexte, les flux de marchandises par rail sont particulièrement importants depuis et vers les trois plus grands ports maritimes et le complexe portuaire liégeois et à proximité du terminal bimodal d'Athus au sud du pays. Par ailleurs, le train est le mode de transport privilégié pour le transport des métaux de base (catégorie NST10) ce qui explique l'importance du rail de et vers les arrondissements de Charleroi, Liège et Hasselt.

Ainsi, les arrondissements au départ desquels (graphique 9) ou vers lesquels (graphique 10) la part du train est la plus élevée (plus de 6 % du tonnage total transporté) sont les arrondissements où sont installées les plateformes multimodales, d'où arrivent, quittent ou sont produites de grandes quantités de marchandises qui sont ensuite acheminées ailleurs sur le territoire ou vers l'étranger. Parmi ces arrondissements, épinglons Bruges (port de Zeebrugge), Anvers (Rechterover) et Saint-Nicolas (Linkeroever) et Arlon (parc bimodal d'Athus).

Il est aussi intéressant de mettre les résultats relatifs à la part modale du train vers ou au départ de chaque arrondissement (présentés ci-dessus) en perspective avec l'apport de chaque arrondissement dans le transport ferroviaire de fret en Belgique. Ainsi, 40 % de l'ensemble des tonnes transportées en train sur le territoire belge partent de l'arrondissement d'Anvers. Loin derrière on trouve les arrondissements de Gand (11 %), Charleroi (8 %), Bruges (7 %) et Liège et Hasselt (6 %). En ce qui concerne les flux entrants, 32 % de l'ensemble des tonnes transportées en train sur le territoire belge arrivent dans l'arrondissement d'Anvers, 15 % dans l'arrondissement de Liège, 12 % dans celui de Bruges, 7 % dans celui d'Hasselt et 6 % dans celui de Gand. Enfin, il convient de noter que si les arrondissements d'Arlon, Virton, Dinant ou Philippeville se caractérisent par une proportion importante du train pour le transport

de marchandises, le tonnage qui y transite en train ne représente, par arrondissement, que 1 à 2 % des tonnes transportées en train sur tout le territoire belge.

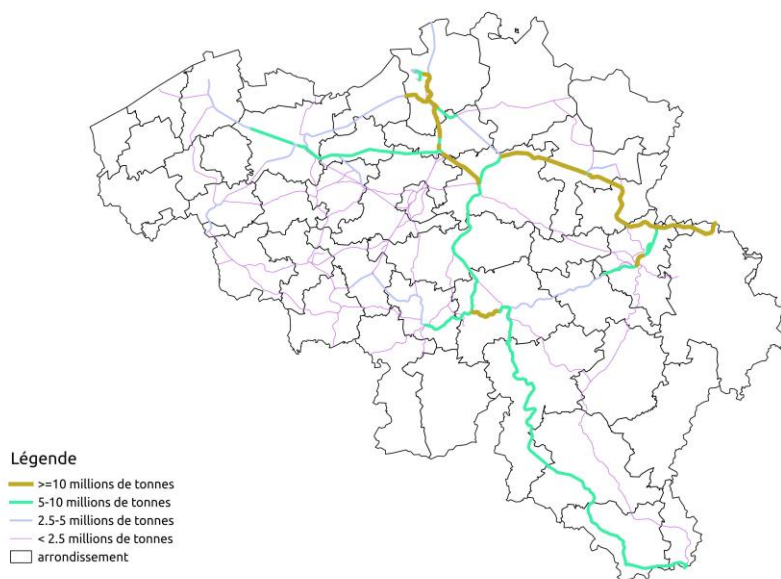
Graphique 10 Part du train dans le tonnage transporté vers chaque arrondissement, 2012
%



Source : PLANET v3.3, PTTV(2015).

La carte suivante (graphique 11) montre comment varie le tonnage transporté par train sur les différents tronçons du réseau ferroviaire simplifié en 2012.

Graphique 11 Tonnage transporté sur le réseau ferroviaire simplifié, 2012
Milliers de tonnes

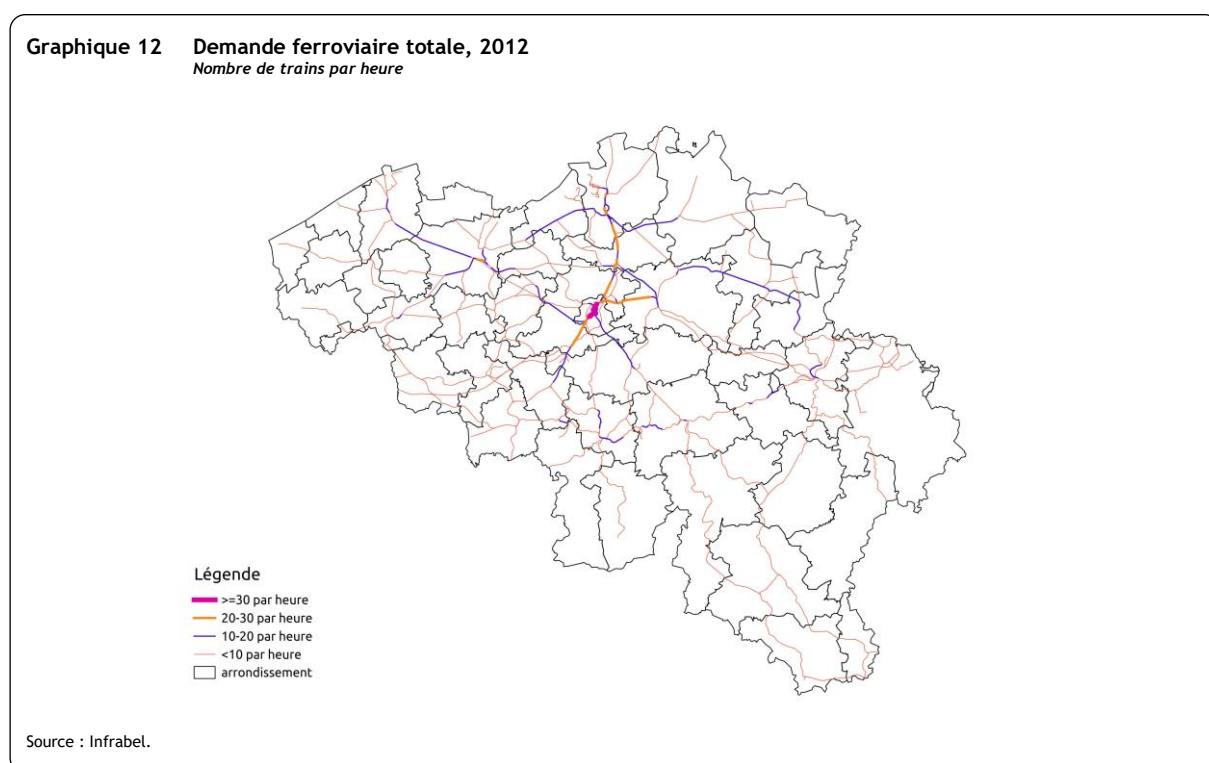


Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

Sur la majeure partie du réseau, le tonnage transporté est inférieur à cinq millions de tonnes. Par contre, plus de dix millions de tonnes ont transité sur l'axe Aarschot-Hasselt/Liège-Montzen et sur l'axe Anvers-Malines-Louvain. Sur l'axe ferroviaire Louvain-Athus et sur l'axe Gand-Malines entre cinq et dix millions de tonnes ont été transportées. Quelques tronçons près du port d'Anvers ont même vu passer plus de trente millions tonnes de marchandises en 2012.

3.1.3. La demande ferroviaire totale

Les flux de transport ferroviaire de personnes et de marchandises en 2012, décrits dans les sections précédentes, peuvent être convertis en nombre de trains par heure selon la méthodologie exposée dans le chapitre 1. Cette demande ferroviaire totale est présentée sur le graphique 12. Sont comptabilisés les trains circulant dans les deux sens.



Comme attendu, le nombre de trains par heure est particulièrement élevé (> 30) depuis ou vers la jonction Nord-Midi à Bruxelles. Il s'agit là quasi exclusivement de trains de passagers. On y compte, en 2012, 72 trains par heure en moyenne sur la journée et sur l'année. Ce chiffre est à mettre en regard de la capacité de ce tronçon qui est actuellement de 96 trains par heure.

La demande ferroviaire est aussi relativement forte (entre 20 et 30 trains par heure) sur les tronçons qui prolongent la jonction vers le sud et le nord (où on compte plusieurs voies) et sur quelques tronçons des lignes reliant Bruxelles et Anvers, Bruxelles et Braine-le-Comte et Bruxelles et Louvain.

Plusieurs tronçons ferroviaires situés principalement en Flandre (lignes Bruges-Gand-Bruxelles, Bruxelles-Anvers, Anvers-Gand, Anvers-Hasselt-Liège) voient circuler entre 10 et 20 trains par heure.

Sur le reste du réseau ferroviaire, le nombre total de trains ne dépasse pas en moyenne 10 trains par heure. Une désagrégation plus fine de la fréquence des trains pour cette catégorie de demande ferroviaire est proposée dans l'annexe B ; elle distingue les tronçons sur lesquels circulent moins de deux trains par heure, entre deux et quatre trains par heure, entre quatre et huit trains par heure et plus de huit trains par heure.

3.2. Perspectives de la demande de transport ferroviaire

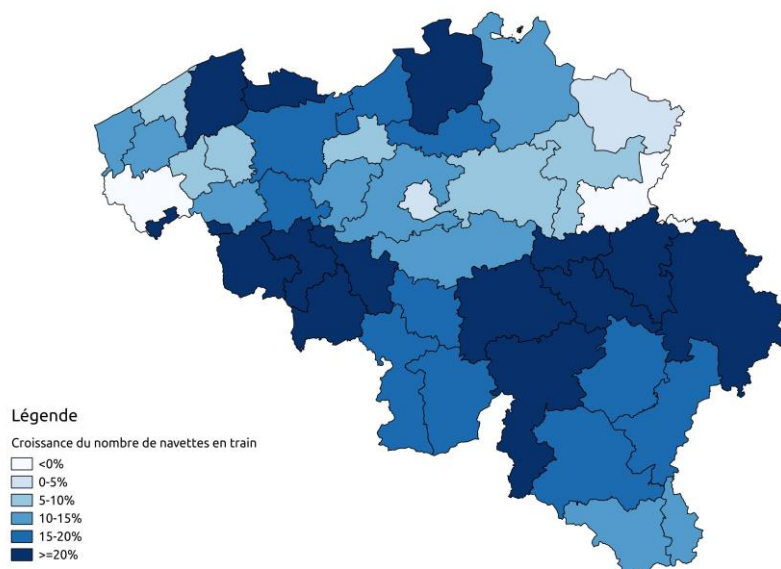
3.2.1. Le transport de personnes

En moyenne, sur l'ensemble du territoire, le nombre de navettes en train s'accroît de 13 % entre 2012 et 2030, comparé à 8 % tous modes de transport confondus.

Comme le montre la carte ci-dessous (graphique 13), tous les arrondissements sauf ceux d'Ypres et Tongres enregistrent une croissance du nombre de navettes en train pour les déplacements domicile-travail et domicile-école. Cet accroissement peut néanmoins varier fortement d'une zone géographique à l'autre : plus de 20 % au départ (ou à destination) des arrondissements d'Anvers, Mons ou Liège contre moins de 5 % pour l'arrondissement de Bruxelles-Capitale. De manière générale, la croissance est plus forte en Wallonie (surtout dans les provinces de Liège et de Hainaut) qu'en Flandre et à Bruxelles. L'arrondissement d'Anvers présente néanmoins un taux de croissance élevé, de l'ordre de 22 %. Enfin, les arrondissements à la périphérie de Bruxelles (Hal-Vilvorde et Nivelles) se caractérisent par des taux de croissance compris entre 10 et 15 %.

Deux facteurs influencent surtout l'évolution du transport ferroviaire d'ici 2030 : la demande de transport et le choix modal. La demande de transport pour les deux motifs susmentionnés dépend en particulier de l'évolution de la population active occupée, de l'offre de travail et de la population scolaire. Ainsi, la population active occupée et la population scolaire progresse particulièrement dans les arrondissements de Bruxelles-Capitale, Anvers, Hal-Vilvorde, Namur et Liège.

Graphique 13 Croissance du nombre de navettes en train selon l'arrondissement de départ, domicile-travail et domicile-école, 2012-2030
%



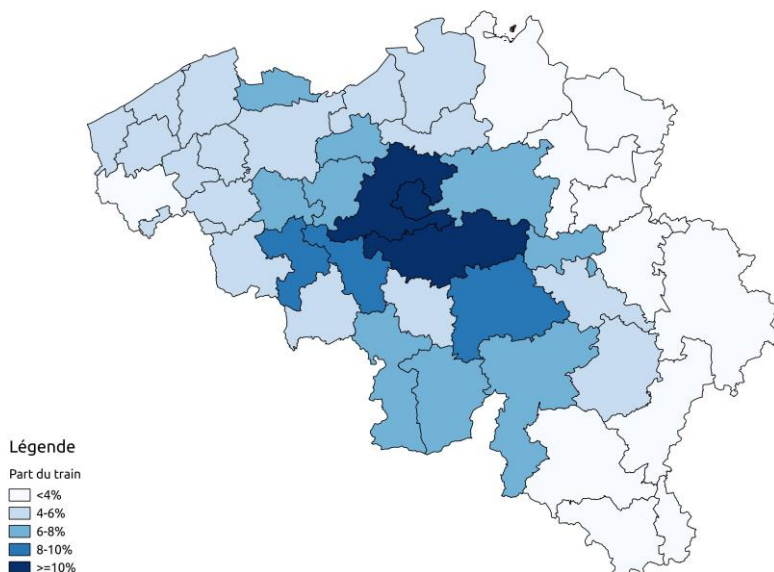
Source : PLANET v3.3, PTTV (2015).

Le choix du train comme mode de transport privilégié pour se rendre au travail ou à l'école dépend de l'évolution des coûts généralisés¹² relatifs des différents moyens de transport et des élasticités prix.

L'augmentation du nombre de déplacements effectués en train sur la période 2012-2030, représentée sur la carte ci-dessus (graphique 13), induit une amplification de la part du train dans plusieurs arrondissements comme le montre la carte ci-dessous (graphique 14). C'est le cas notamment des arrondissements de Hal-Vilvorde et de Nivelles qui deviennent comparables à l'arrondissement de Bruxelles-Capitale d'où plus de 10 % des déplacements sont réalisés en train. Dans l'arrondissement d'Anvers, la part du train reste relativement faible en 2030 (4 %) et elle reste inférieure à 4 % dans les arrondissements se situant à l'est et à l'extrême sud de la Belgique.

¹² Combinaison des coûts monétaires et des coûts en temps.

Graphique 14 Part du train dans les déplacements domicile-travail et domicile-école au départ de chaque arrondissement, 2030
%



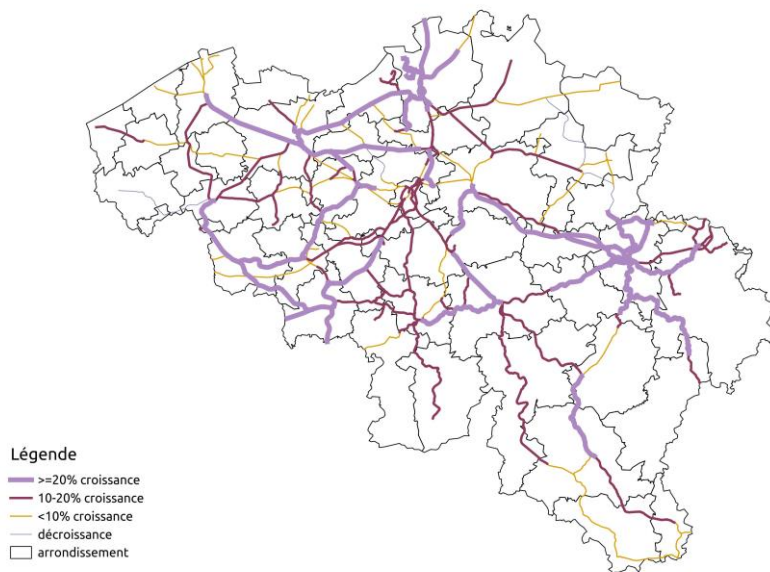
Source : PLANET v3.3, PTTV (2015).

L'évolution de la demande de transport ferroviaire décrite ci-dessus se traduit¹³ par des changements dans le nombre de trains passagers circulant sur les différents tronçons du réseau pour absorber le volume de voyageurs supplémentaires sur certaines connexions ou le cas échéant, pour s'adapter à une baisse de la demande sur d'autres.

Comme le montre la carte du graphique 15, le nombre de trains croît, entre 2012 et 2030, sur la presque totalité du réseau ferroviaire. La croissance est particulièrement forte (> 20 %) sur les tronçons ferroviaires se situant dans les provinces de Liège, de Hainaut et de Flandre orientale. Dans et autour de la Région de Bruxelles-Capitale, une augmentation du nombre de trains est également escomptée mais elle est moins importante.

¹³ Cette traduction se fait par le biais de taux d'occupation calculés pour chaque tronçon et dont les valeurs sont maintenues constantes sur la période de projection (voir 2.2.2).

Graphique 15 Évolution du nombre annuel de trains de passagers sur chaque tronçon du réseau ferroviaire simplifié, 2012-2030
%

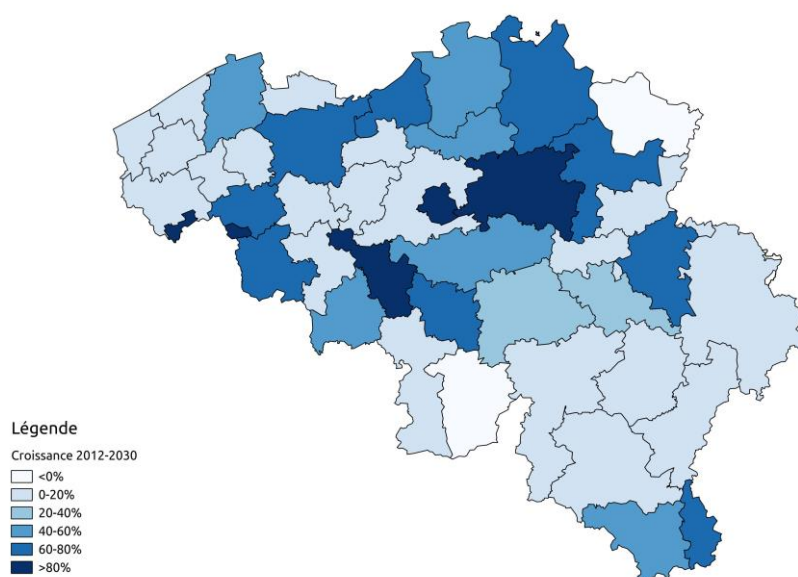


Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

3.2.2. Le transport de marchandises

En moyenne, sur l'ensemble du territoire, le nombre de tonnes transportées en train progresse de 57 % entre 2012-2030 pour les flux sortants des arrondissements belges et de 72 % pour les flux entrants.

Graphique 16 Croissance du tonnage transporté en train selon l'arrondissement de départ, 2012-2030
%



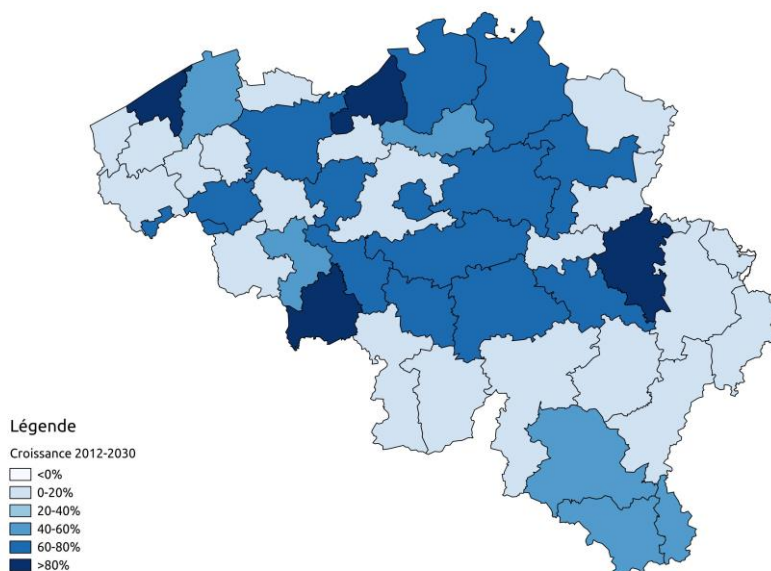
Source : PLANET v3.3, PTTV (2015).

Les cartes du graphique 16 et du graphique 17 montrent de grandes disparités d'évolution selon l'arrondissement de départ et de destination des flux de marchandises.

Pour les flux sortants (graphique 16), la croissance est particulièrement forte (> 80 %) au départ des arrondissements de Soignies, Bruxelles-Capitale et Louvain¹⁴. En conséquence, la part du train y progresse d'un point de pourcent. La croissance est également importante (entre 60 et 80 %) pour les flux ferroviaires quittant les arrondissements de Mons, Tournai, Gand, Saint-Nicolas, Turnhout, Hasselt, Charleroi, Liège et Arlon.

Quoique l'augmentation du fret ferroviaire au départ de l'arrondissement d'Anvers (+50 %) soit inférieure à la moyenne belge (+57 %), cet arrondissement occupe toujours la part du lion (38 % en 2030 contre 40 % en 2012) pour les tonnes transportées en train depuis la Belgique.

Graphique 17 Croissance du tonnage transporté en train selon l'arrondissement de destination, 2012-2030 %



Source : PLANET v3.3, PTTV (2015).

Pour les flux entrants (graphique 17), la progression du tonnage transporté en train est significative et dépasse les 80 % dans les arrondissements de Liège et Saint-Nicolas¹⁵. La croissance est aussi remarquable (entre 60 et 80 %) pour le fret à destination des arrondissements situés dans une couronne centrée sur Bruxelles et délimitée par les arrondissements de Gand, Anvers, Hasselt et Namur.

L'évolution du fret ferroviaire présentée ci-dessus a un impact sur le nombre de trains de marchandises en circulation sur les différents tronçons du réseau simplifié. Ce nombre devra croître pour absorber le

¹⁴ Le flux de transport ferroviaire quittant l'arrondissement de Mouscron progresse aussi de plus de 80 % entre 2012 et 2030 mais le tonnage correspondant est insignifiant : il représente moins de 0,05 % du tonnage total transporté.

¹⁵ La progression est également supérieure à 80 % pour le fret ferroviaire à destination des arrondissements d'Ostende et de Mons mais le tonnage n'est pas significatif ; il concerne moins de 1 % du tonnage total transporté en train (pour les deux arrondissements pris ensemble).

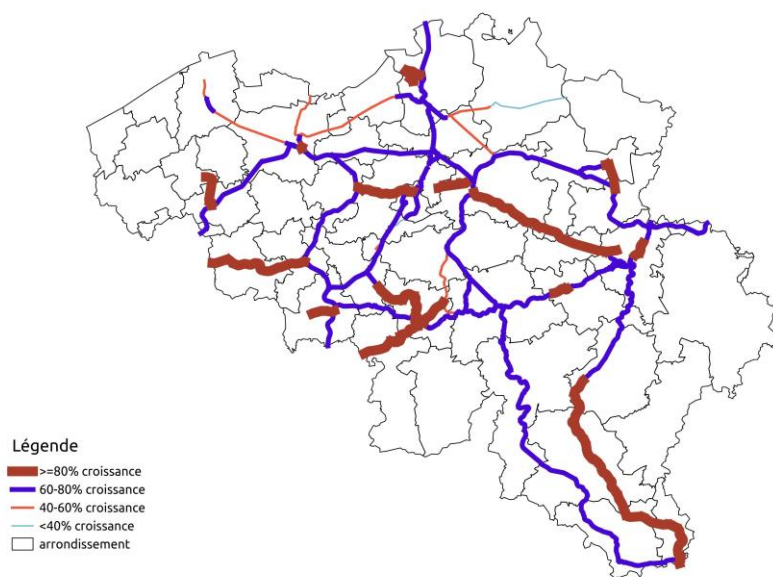
tonnage supplémentaire à transporter sur certaines connexions ou éventuellement rester constant ou diminuer sur d'autres. C'est ce qu'illustre la carte du graphique 18¹⁶.

En règle générale, la croissance du nombre annuel de trains de marchandises se situe entre 60 et 80 %.

Les lignes reliant le port de Zeebruges à Anvers, via Gand, et le port d'Anvers à Aarschot montrent une croissance plus faible. Ceci est à mettre en regard avec la croissance des tonnages en partance des arrondissements d'Anvers et de Bruges présentée sur le graphique 16.

À l'inverse, certains tronçons se caractérisent par des taux de croissance plus élevés, au-delà de 80 %, comme sur les lignes vers la France via Erquelinnes (point frontière à proximité de Maubeuge) et Blandain (point frontière près de Lille) en raison de la croissance des entrées et sorties vers/de la province de Hainaut ou vers le Grand-Duché de Luxembourg via Aubange à cause de l'augmentation du trafic international vers le sud et l'est de l'Europe. D'autres tronçons sur la ligne Louvain-Liège ou la ligne 50 entre Denderleeuw et Bruxelles se caractérisent aussi par des taux de croissance élevés, mais il s'agit de lignes sur lesquelles transitent de faibles tonnages.

Graphique 18 Évolution du nombre annuel de trains de marchandises sur chaque tronçon du réseau ferroviaire simplifié, 2012-2030
%



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

¹⁶ Il convient d'indiquer que seules les évolutions sur les tronçons très fréquentés (plus de deux trains par jour) ont été rapportées sur la carte.

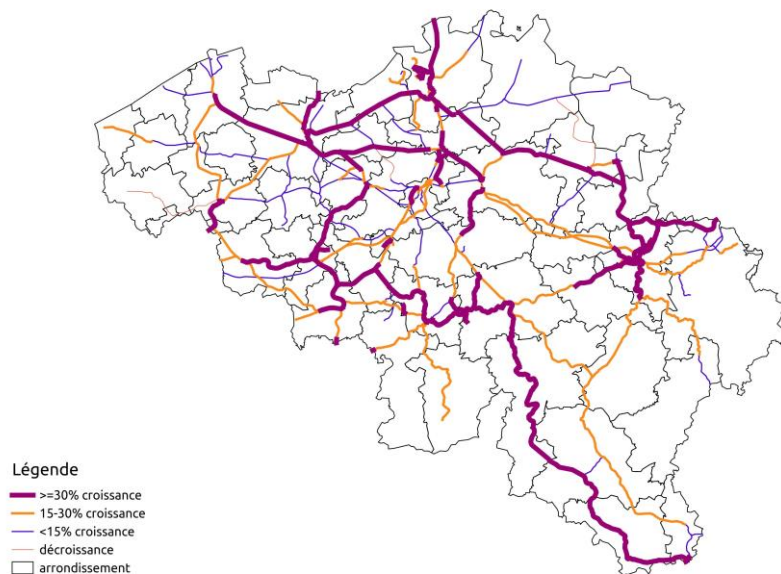
3.2.3. La demande ferroviaire totale

La demande ferroviaire totale est la somme de la demande ferroviaire pour le transport de personnes et de celle pour le transport de marchandises. Elles ont été décrites dans les sections précédentes. Une manipulation préalable est cependant nécessaire avant d'effectuer cette addition. Elle consiste à convertir les demandes annuelles de transport ferroviaire par tronçon en demandes horaires.

Par construction, la demande ferroviaire totale sur chaque tronçon considère les trains dans les deux sens de circulation.

La carte ci-dessous (graphique 19) décrit la variation en pourcent de la demande ferroviaire totale sur le réseau entre 2012 et 2030. À quelques exceptions près (le sud de la province de Flandre occidentale et l'est de la province d'Anvers), la demande ferroviaire s'accroît sur tout le réseau. La croissance projetée du nombre de trains par heure varie néanmoins fortement d'une zone géographique à l'autre. Elle est la plus significative (> 30 %) en particulier sur les tronçons où circulent déjà un grand nombre de trains de marchandises comme sur les axes Anvers-Aarschot-Hasselt-Montzen et Namur-Athus et près des ports.

Graphique 19 Évolution de la demande ferroviaire totale, 2012-2030
%



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

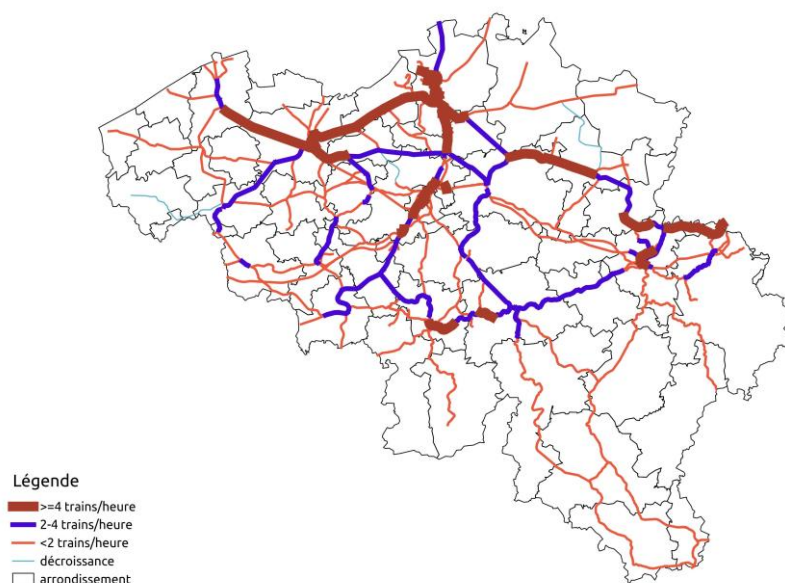
3.3. Impact sur le niveau d'utilisation de l'infrastructure ferroviaire

La dernière étape de cette étude consiste à quantifier l'impact de l'évolution de la demande ferroviaire totale sur le niveau d'utilisation du réseau en 2030. L'impact est donné en nombre de trains supplémentaires par heure par rapport à la situation en 2012. Il a été calculé pour chaque tronçon ferroviaire, sans tenir compte du nombre de lignes qui l'empruntent. Le résultat des calculs est illustré sur le graphique 20. Les tronçons ferroviaires sont répartis en quatre catégories selon le surcroît de trains par heure : plus de quatre, entre deux et quatre, moins de deux et une diminution.

Les tronçons où l'on enregistre *plus de quatre* trains supplémentaires par heure d'ici 2030 sont situés sur trois grands axes ferroviaires : Bruges-Gand-Anvers, Anvers-Bruxelles et Aarschot-Hasselt-Montzen et à Bruxelles, Anvers, Gand, Liège et Charleroi. Plus précisément, les tronçons concernés sont ceux :

- depuis ou vers la jonction Nord-Midi ;
- qui partent de (ou arrivent à) Anvers : au nord (lignes 11, 12 et 27A vers le/du port d'Anvers), à l'ouest (ligne 59 vers/de Gand) et à l'est (ligne 15 vers/de Lierre)) et au sud (ligne 25 et 27 vers/de Bruxelles) ;
- des lignes 50/50E, 58 et 59 à proximité de Gand, de la ligne 50A de/vers Bruges et sur la ligne 50 vers/de Alost (jusque Schellebelle) ;
- sur les lignes 35, 34 et 24 qui relient Aarschot à la frontière allemande (Montzen) via Hasselt ;
- sur la ligne 34 au départ (ou à destination) de la gare de Liège ;
- sur la ligne 124A à proximité de la gare de Charleroi.

Graphique 20 Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire en 2030
Nombre de trains supplémentaires par heure par rapport à 2012



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

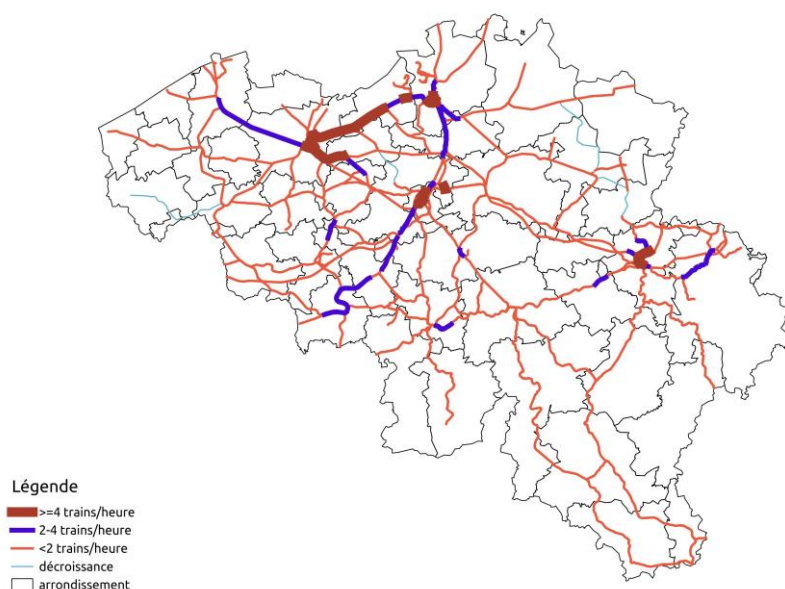
Parmi les tronçons où l'on enregistre *entre deux et quatre* trains supplémentaires par heure d'ici 2030 épinglons ceux qui constituent les lignes :

- 53 reliant Schellebelle (à l'est de Gand) à Louvain (via Dendermonde et Malines) ;
- 75 entre Gand et la frontière française (via Mouscron) ;
- 125 entre Namur et Liège ;
- 130 entre Namur et Charleroi ;
- reliant Lierre (au sud-est d'Anvers) et Namur (via Aarschot, Leuven et Ottignies) ;
- reliant Halle à Charleroi et Saint-Ghislain.

Sur le reste du réseau ferroviaire, on compte moins de deux trains supplémentaires par heure. Quelques rares tronçons voient néanmoins le trafic ferroviaire diminuer ; il s'agit de tronçons situés au sud de la province de Flandre occidentale et à l'est de la province du Limbourg.

L'augmentation du nombre de trains par heure provient soit exclusivement du transport de personnes ou du transport de marchandises, soit d'une combinaison des deux. Les cartes présentées ci-dessous permettent d'identifier l'origine du surcroît de trains sur les différents tronçons ferroviaires. Le graphique 21 illustre l'impact causé par le transport de personnes et le graphique 22 celui dû au transport de marchandises.

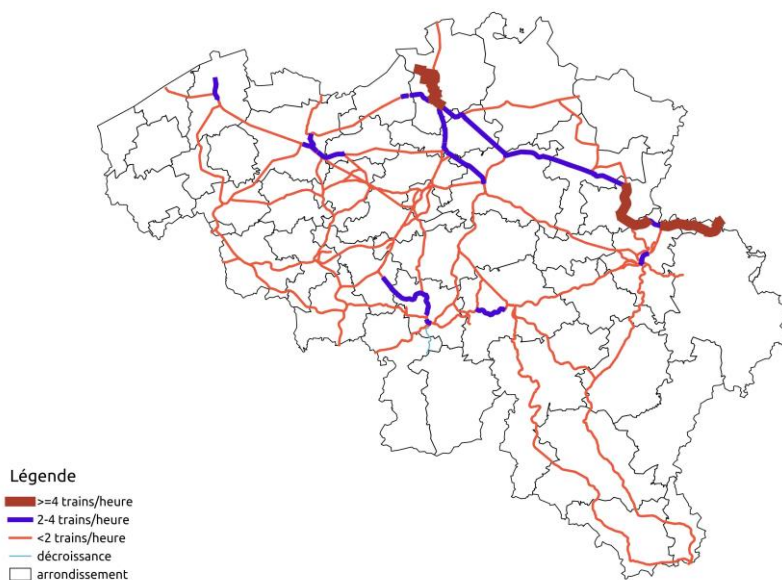
Graphique 21 Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire pour le transport de personnes en 2030
Nombre de trains supplémentaires par heure par rapport à 2012



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

Si l'on ne retient que les tronçons sur lesquels circulent plus de quatre trains supplémentaires par heure au total, on constate que le surcroît de trains provient exclusivement ou essentiellement du transport de personnes depuis ou vers la jonction Nord-Midi, au départ ou à destination des gares de Liège, d'Anvers (Central et Berchem, de Gand (Saint-Pierre et Dampoort) et sur les lignes 50/50E (portion Gand-Schellebelle) et 59 (Gand-Anvers), tandis qu'il provient uniquement ou principalement du transport de marchandises dans la zone portuaire d'Anvers et sur les ligne 34 (portion Hasselt-Glons) et 24 (Glons-frontière allemande). Ailleurs, l'augmentation du nombre de trains par heure provient des deux types de transport, dans des proportions qui varient d'un tronçon à l'autre.

Graphique 22 Niveau d'utilisation du réseau ferroviaire pour le transport de marchandises en 2030
Nombre de trains supplémentaires par heure par rapport à 2012



Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

4. Conclusions

La méthodologie proposée et appliquée aux projections de la demande de transport ferroviaire à l'horizon 2030 (BFP, 2015) permet d'évaluer l'impact de ces projections sur le niveau d'utilisation du réseau ferroviaire et d'identifier les tronçons ferroviaires qui enregistreraient une hausse significative du nombre de trains par heure.

Les principales conclusions de l'analyse sont les suivantes :

- une augmentation de plus de quatre trains par heure d'ici 2030 est à noter sur trois grands axes ferroviaires : Bruges-Gand-Anvers, Anvers-Bruxelles et Aarschot-Hasselt-Montzen, depuis ou vers la jonction Nord-Midi, au départ ou à destination des gares d'Anvers, de Gand, Liège et Charleroi ;
- ce surcroît de trains est causé essentiellement par le transport de personnes sur la ligne Gand-Anvers, depuis ou vers la jonction Nord-Midi et à proximité des gares de Liège, Anvers et Gand ;
- il est par contre presque exclusivement causé par le transport de marchandises dans la zone portuaire au nord d'Anvers¹⁷ et entre Hasselt et la frontière allemande ;
- mis à part quelques tronçons spécifiques, la majeure partie du réseau ferroviaire enregistre moins de deux trains supplémentaires par heure, soit de personnes, soit de marchandises en fonction des lignes concernées.

L'analyse porte sur l'accroissement, d'ici 2030, du niveau d'utilisation des différents tronçons du réseau ferroviaire belge. Cette information est utile et intéressante pour les entreprises ferroviaires et les pouvoirs publics dans le cadre des plans d'investissements ferroviaires. Elle n'est cependant pas suffisamment exhaustive que pour identifier des problèmes potentiels de saturation du réseau dans la mesure où le degré d'utilisation du réseau varie fortement selon la période de la journée, surtout pour le transport de passagers. Le réseau est en effet particulièrement sollicité pendant les heures de pointe (le matin et en fin d'après-midi). Cette limitation ne vient pas de la méthodologie proposée mais de ce que nous ne disposons pas des données pertinentes.

Aussi, l'analyse proposée pourrait être considérablement améliorée si nous pouvions disposer de données sur le nombre de trains (et de voyageurs) parcourant les différents tronçons ferroviaires en fonction de la période de déplacement.

Deux autres pistes d'amélioration sont à épingle. La première concerne l'hypothèse selon laquelle, sur chaque tronçon ferroviaire, les taux d'occupation des trains de voyageurs et les taux de chargement des trains de marchandises restent constants sur la période de projection. Une hypothèse plus réaliste serait de faire évoluer ces paramètres au cours du temps en fonction des évolutions particulières des flux de transport entre arrondissements. La seconde est liée à la répartition géographique des déplacements pour autres motifs.

¹⁷ Comme le réseau ferroviaire utilisé est celui de 2012, ce résultat ne tient pas compte de l'ouverture du Liefkenshoek en 2014. Cette nouvelle partie du réseau devrait réduire le taux d'utilisation par les trains de marchandises de la connexion Anvers-Gand et de la ligne 27A vers le port d'Anvers d'ici 2030.

Annexes

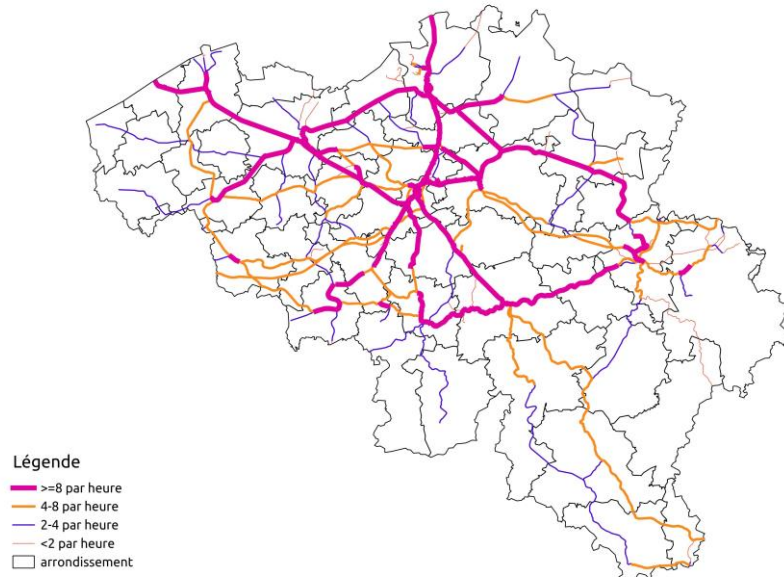
Annexe A Liste des arrondissements NUTS en Belgique

Tableau 2 Arrondissements NUTS en Belgique

NUTS 1	Code	NUTS 2	Code	NUTS 3	Code		
Région de Bruxelles-Capitale	BE1	Région de Bruxelles-Capitale	BE10	Arrondissement administratif de Bruxelles-Capitale	BE100		
Région flamande	BE2	Anvers	BE21	Arrondissement d'Anvers	BE211		
				Arrondissement de Malines	BE212		
				Arrondissement de Turnhout	BE213		
		Limbourg	BE22			Arrondissement de Hasselt	BE221
						Arrondissement de Maaseik	BE222
						Arrondissement de Tongres	BE223
		Flandre Orientale	BE23			Arrondissement d'Alost	BE231
						Arrondissement de Termonde	BE232
						Arrondissement d'Eeklo	BE233
						Arrondissement de Gand	BE234
						Arrondissement d'Audenarde	BE235
						Arrondissement de Saint-Nicolas	BE236
		Brabant flamand	BE24			Arrondissement d'Hal-Vilvorde	BE241
						Arrondissement de Louvain	BE242
		Flandre Occidentale	BE25			Arrondissement de Bruges	BE251
						Arrondissement de Dixmude	BE252
						Arrondissement d'Ypres	BE253
						Arrondissement de Courtrai	BE254
						Arrondissement d'Ostende	BE255
						Arrondissement de Roulers	BE256
						Arrondissement de Tielt	BE257
Arrondissement de Furnes	BE258						
Région wallonne	BE3					Brabant wallon	BE31
		Hainaut	BE32	Arrondissement d'Ath	BE321		
				Arrondissement de Charleroi	BE322		
				Arrondissement de Mons	BE323		
				Arrondissement de Mouscron	BE324		
				Arrondissement de Soignies	BE325		
				Arrondissement de Thuin	BE326		
				Arrondissement de Tournai	BE327		
		Liège	BE33			Arrondissement de Huy	BE331
						Arrondissement de Liège	BE332
						Arrondissement de Waremme	BE334
						Arrondissement de Verviers, communes de la Communauté française	BE335
		Luxembourg	BE34			Arrondissement de Verviers, communes de la Communauté germanophone	BE336
						Arrondissement d'Arlon	BE341
						Arrondissement de Bastogne	BE342
						Arrondissement de Marche-en-Famenne	BE343
						Arrondissement de Neufchâteau	BE344
		Namur	BE35			Arrondissement de Virton	BE345
						Arrondissement de Dinant	BE351
						Arrondissement de Namur	BE352
						Arrondissement de Philippeville	BE353

Annexe B Représentation cartographique alternative de la demande ferroviaire totale en 2012

Graphique 23 Demande ferroviaire totale, découpage alternatif, 2012
Nombre de trains par heure



Source : Infrabel

Annexe C Liste des tronçons ferroviaires dont le niveau d'utilisation augmente le plus d'ici 2030

Le tableau ci-dessous décrit les tronçons ferroviaires qui enregistrent un accroissement important du transport ferroviaire entre 2012 et 2030. Le nombre de trains supplémentaires sur les tronçons empruntés par plusieurs lignes (par exemple le tronçon entre Y,ND HALLE et HALLE qui est emprunté par les lignes 1, 94 et 96) a été réparti entre les différentes lignes au prorata du nombre de trains circulant sur ces lignes en 2012. Les chiffres relatifs aux tronçons de la jonction Nord-Midi (ligne 0) se rapportent aux six voies qui les constituent.

Tableau 3 Tronçons ferroviaires comptant plus de quatre trains supplémentaires par heure en 2030 (par rapport à 2012)

Ligne	Description	Tronçon entre	Et	Nombre de trains supplémentaires par heure
0	Bruxelles-Midi - Bruxelles-Nord	BRUSSEL-ZUID	BRUSS-ZD-NZV	5,1
		BRUSS-CENTR	BRUSS-CONGR	4,6
		BRUSS-ZD-NZV	BRUSSEL-KAP	5,1
		BRUSS-CONGR	BRUSSEL-ND	4,6
		BRUSSEL-KAP	BRUSS-CENTR	5,1
1	Hal - Esplechin - frontière française	Y.ND HALLE	HALLE	0,8
11	Y Schijn - Noordland	Y.SCHIJN	ANTW-N-INC1	2,2
12	Anvers-Central - Essen - frontière néerlandaise (vers Roosendaal)	NOORDERDOKK	LUCHTBAL-BL8	1,9
124A	Luttre - Charleroi-Sud	MARCH-AU-PT	Y.LA SAMBRE	4,1
130	Namur - Charleroi-Sud	COUILLET	CHARL-SUD	3,8
		CHATELET	COUILLET	3,8
		FRANIERE-GAR	MOUSTIER-GAR	4,0
130C	Châtelet - Charleroi-Sud	COUILLET	CHARL-SUD	0,3
		CHATELET	COUILLET	0,5
13/1	Y Duffel - Y Lint	Y.DUFFEL	KONTICH	0,3
15	Y Drabstraat - Y Zonhoven	LIER-C/G	LIER	4,8
		LIER	Y.NAZARETH	4,3
		Y.AUBRY	LIER-C/G	5,1
24	Y Glons - frontière allemande	REMERSD-BL12	MONTZEN-BL14	4,0
		BOTZELAER	MONTZEN-FR	4,2
		Y.BERNEAU	VOEREN-BL10	4,1
		VOEREN-BL10	REMERSD-BL12	4,0
		MONTZEN-Q	BOTZELAER	4,3
		Y.GLONS	BASSENGE	4,1

Ligne	Description	Tronçon entre	Et	Nombre de trains supplémentaires par heure		
25	Bruxelles-Nord - Y Luchtbal	Y.N.BERCHEM	Y.ARENDSTR	1,2		
		ST-KAT-WAVER	DUFFEL	1,8		
		Y.ARENDSTR	Y.N.BERCHEM	1,2		
		Y.ARENDSTR	ANTWERPEN-C	1,3		
		ANTWERPEN-C	Y.ARENDSTR	1,3		
		NEKKERSPOEL	MECH-DIJKSTR	1,8		
		Y.HAREN-ND	Y.MACHELEN	3,0		
		ANTW-BERCHEM	Y.N.BERCHEM	1,4		
		SCHAARB-VORM	Y.HAREN-ND	3,2		
		Y.DUFFEL	KONTICH	1,9		
		ST-KAT-WAVER	Y.ST-K-WAVER	1,1		
		Y.N.BERCHEM	ANTW-BERCHEM	1,3		
		DUFFEL	Y.DUFFEL	1,8		
		BRUSSEL-ND	SCHAARBEEK	3,3		
		KONTICH	HOVE	2,1		
		26A	Schaerbeek - Y Haren-Nord	SCHAARB-VORM	Y.HAREN-ND	1,0
27	Bruxelles-Nord - Anvers-Central	Y.N.BERCHEM	Y.ARENDSTR	1,3		
		ST-KAT-WAVER	DUFFEL	3,8		
		Y.ARENDSTR	Y.N.BERCHEM	1,3		
		Y.ARENDSTR	ANTWERPEN-C	1,2		
		ANTWERPEN-C	Y.ARENDSTR	1,2		
		NEKKERSPOEL	MECH-DIJKSTR	1,5		
		Y.HAREN-ND	Y.MACHELEN	1,2		
		ANTW-BERCHEM	Y.N.BERCHEM	2,0		
		HOVE	Y.LIERSESTWG	4,2		
		Y.DUFFEL	KONTICH	3,7		
		ST-KAT-WAVER	Y.ST-K-WAVER	3,7		
		Y.N.BERCHEM	ANTW-BERCHEM	2,0		
		DUFFEL	Y.DUFFEL	4,0		
		BRUSSEL-ND	SCHAARBEEK	1,0		
		KONTICH	HOVE	3,9		
		27A	Y Liersesteenweg - Anvers-B.E.	NOORDERDOKK	LUCHTBAL-BL8	8,4
ANTW-DAM	LUCHTBAL			8,5		
Y.KRIJGSBAAN	Y.Z.GROENENH			6,2		
ANTW-OOST	Y.ANTW-SCHPT			8,5		
Y.HOLLAND	ANTW-DAM			8,5		
Y.DRIEH.STR	Y.SCHIJN			8,6		
Y.EKERSEDIJK	Y.NOORDERL			4,1		
ANTW-BERCHEM	Y.O.BERCHEM			3,2		
Y.ANTW-SCHPT	Y.HOLLAND			7,8		
LUCHTBAL-BL8	Y.DRIEH.STR			8,1		
Y.O.BERCHEM	ANTW-OOST			8,6		
Y.SCHIJN	ANTW-N-INC1			6,3		
Y.Z.GROENENH	ANTW-BERCHEM			5,8		
LUCHTBAL	NOORDERDOKK			8,4		
27B	Y Weerde - Y Otterbeek			NEKKERSPOEL	MECH-DIJKSTR	2,1

Ligne	Description	Tronçon entre	Et	Nombre de trains supplémentaires par heure
34	Hasselt - Liège-Guillemins	HERSTAL	LIEGE-PALAIS	5,0
		TONGEREN	Y.GLONS	5,1
		LIEGE-PALAIS	LIEGE-GUILL	6,0
35	Louvain - Hasselt	SCHULEN	SCHULEN-WSP	4,5
		Y.DIEST	SCHULEN	4,5
		SCHULEN-WSP	Y.W.HASSELT	4,5
		Y.O.AARSCHOT	TESTELT	4,7
		DIEST	Y.DIEST	4,6
		TESTELT	DIEST	4,7
36	Bruxelles-Nord - Liège-Guillemins	BRUSSEL-ND	SCHAARBEEK	3,3
36N	Bruxelles-Nord - Louvain	BRUSSEL-ND	SCHAARBEEK	2,3
37	Liège-Guillemins - Welkenraedt - frontière allemande	LIEGE-GUILL	LIEGE-FAISC	2,8
		LIEGE-FAISC	Y.VAL-BENOIT	2,8
37A	Liège-Guillemins - Y Aguesses	LIEGE-GUILL	LIEGE-FAISC	1,7
		LIEGE-FAISC	Y.VAL-BENOIT	1,7
50	Bruxelles-Nord - Liedekerke - Denderleeuw - Alost - Gand-Saint-Pierre	MERELBEKE-S	Y.O.LEDEBERG	5,4
		SHELLEBELLE	Y.MELLE	7,6
		Y.W.LEDEBERG	GENT-ST-P	6,0
		Y.O.LEDEBERG	Y.W.LEDEBERG	5,4
		Y.MELLE	Y.MELLE-WEST	9,0
50A	Bruxelles-Midi - Ostende	Y.ASSELS	LANDEGEM	5,4
		LANDEGEM	AALTER	5,4
		AALTER	BEERNEM	5,4
		BEERNEM	Y.OOSTKAMP	5,4
50E	Y Melle Ouest - Gand-Saint-Pierre	MERELBEKE-S	Y.O.LEDEBERG	2,7
		Y.W.LEDEBERG	GENT-ST-P	8,5
		Y.O.LEDEBERG	Y.W.LEDEBERG	3,0
58	Y Est Triangle Ledeberg - Gand-Dampoort - Eeklo	Y.N.LEDEBERG	GENT-DAMP	7,1
58/1	Y Ouest Triangle Ledeberg - Y Nord Triangle Ledeberg	Y.W.LEDEBERG	Y.N.LEDEBERG	5,8

Ligne	Description	Tronçon entre	Et	Nombre de trains supplémentaires par heure		
59	Y Est Berchem - Gand-Dampoort	BEERVELDE	OOSTAKKER	6,2		
		ST-NIKLAAS-O	SINT-NIKLAAS	5,2		
		Y.MELSELE	MELSELE-O/Q	5,0		
		Y.ZWIJNDR-F	Y.MELSELE	5,3		
		ANTW-ZUID	ZWIJNDR-WIJK	6,6		
		ANTW-BERCHEM	Y.O.BERCHEM	1,7		
		ANTW-BERCHEM	Y.W.BERCHEM	3,4		
		LOKEREN	BEERVELDE	6,2		
		Y.BERNADETTE	GENT-ZEEH	5,2		
		ZWIJNDR-WIJK	Y.ZWIJNDR-F	6,6		
		GENT-ZEEH	GENT-DAMP	5,3		
		BEVEREN(W)	ST-NIKLAAS-O	4,9		
		LOKEREN-OOST	LOKEREN	7,1		
		OOSTAKKER	Y.BERNADETTE	6,2		
		MELSELE-O/Q	BEVEREN(W)	7,4		
		Y.W.BERCHEM	Y.ANTW-ZUID	7,6		
		SINT-NIKLAAS	LOKEREN-OOST	7,0		
		59/1	Anvers Central - Y Ouest Berchem	Y.N.BERCHEM	Y.ARENDSTR	1,8
				Y.ARENDSTR	Y.N.BERCHEM	1,9
				Y.ARENDSTR	ANTWERPEN-C	1,8
ANTWERPEN-C	Y.ARENDSTR			1,9		
ANTW-BERCHEM	Y.W.BERCHEM			4,5		
ANTW-BERCHEM	Y.N.BERCHEM			1,2		
Y.N.BERCHEM	ANTW-BERCHEM			1,2		
59B	Y Sint-Bernadettestraat - Gand-Maritime	Y.BERNADETTE	GENT-ZEEH	0,6		
		GENT-ZEEH	GENT-DAMP	1,6		
94	Hal - Froyennes - frontière française	Y.ND HALLE	HALLE	1,5		
96	Bruxelles-Midi - Quévy - frontière française	BRUSSEL-ZUID	VORST-ZUID	1,7		
		Y.ND HALLE	HALLE	2,2		
		VORST-ZUID	Y.RUISBROEK	1,7		
96A	Bruxelles-Midi - Y Ruisbroek	BRUSSEL-ZUID	VORST-ZUID	1,2		
		VORST-ZUID	Y.RUISBROEK	1,2		
96N	Y Ruisbroek - Hal	BRUSSEL-ZUID	VORST-ZUID	1,2		
		VORST-ZUID	Y.RUISBROEK	1,2		

Source : Infrabel, PLANET v3.3, PTTV(2015).

Bibliographie

- Andries P. et Ch. Pauwels, *Diagnostic des déplacements domicile - lieu de travail*, SPF Mobilité et Transports, janvier 2016.
- Bureau fédéral du Plan, *Perspectives de l'évolution de la demande de transport en Belgique à l'horizon 2030*, décembre 2015.
- Bureau fédéral du Plan, *Base de données transport*, <http://www.plan.be/databases/data-14-fr-base+de+donnees+transport>.
- Bureau fédéral du Plan, *Transport indicators*, <http://www.plan.be/indicators/indicator-fr-t-tra-transport+indicators>.
- Desmet, R., B. Hertveldt, I. Mayeres, P. Mistiaen and S. Sissoko (2008), *The PLANET Model: Methodological report, PLANET v1.0*, Working Paper 10-08, Federal Planning Bureau, April 2008.
- Geurts K., *Modal choice for travel to work and school: Recent trends and regional differences in Belgium*, Working Paper 7-14, Federal Planning Bureau and FPS Mobility and Transport, October 2014.
- Hoornaert B., M. Vandresse, *Étude de faisabilité relative à la prise en compte de la capacité du réseau ferroviaire dans le modèle PLANET*, rapport pour le SPF Mobilité et Transports, Bureau fédéral du Plan, décembre 2013.
- Infrabel, *Bezettingsgraad spoorwegnet, Bezettingsgraad van de hoofdlijnen volgens de dienstregeling 2011*, juni 2012.