

Nummer 103, 19 september 2016. ISSN 2031-0293

Céline Brandeleer en Thomas Ermans

Beheer van de verkeerslichten als basis voor mobiliteitskeuzes. Strategische uitdagingen van een technisch instrument

Vertaling: Annelies Verbiest

Dit artikel gaat dieper in op het systeem voor verkeerslichtenbeïnvloeding waarvan het openbaar vervoer in Brussel gebruikmaakt. Deze technische voorziening zorgt voor de temporele herverdeling van het gebruik van de ruimte ten voordele van het openbaar vervoer en moet de bestendige daling van de commerciële snelheid van de voertuigen van de Maatschappij voor het Intercommunale Vervoer te Brussel (MIVB) beteugelen en dus besparingen op de exploitatiekosten realiseren. Ons doel: deze technische voorziening toelichten en de onderliggende beleidsmatige uitdagingen op het vlak van ruimtelijk beheer onder de aandacht brengen. In de kern van alle discussies rond verkeerslichtenbeïnvloeding staat uiteraard de kwestie van de respectieve plaats van het openbaar vervoer en de auto rekening houdend met de zeer hoge verkeerscongestie. Met deze benadering willen we ook de aandacht vestigen op het weinig zichtbare werk van het bestuur (Brussel Mobiliteit in dit geval) dat erin slaagt om tot compromissen te komen, met telkens voor- en nadelen, opdat een project goed zou werken in het Brusselse “ecosysteem”.

Céline Brandeleer is politicologe van opleiding (USL-B/UCL). Ze maakt sinds 2014 deel uit van het team van het Centre d'Etudes Sociologiques van de Université Saint-Louis in Brussel als onderzoekster voor het Kenniscentrum van de mobiliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Ze is een van de auteurs van het vijfde Katern van het Kenniscentrum van de mobiliteit met als titel “Het delen van de openbare ruimte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest”, een publicatie van de GOB Brussel Mobiliteit.

Thomas Ermans is geograaf (ULB) en haalde een aanvullende master in statistische gegevensanalyse (UGent). Hij is als onderzoeker verbonden aan het Centre d'Etudes Sociologiques van de Université Saint-Louis in Brussel, waar hij rond verschillende mobiliteitsthema's werkt voor het Kenniscentrum van de mobiliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Hij is een van de auteurs van het vijfde Katern van het Kenniscentrum van de mobiliteit met als titel “Het delen van de openbare ruimte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest”, een publicatie van de GOB Brussel Mobiliteit.

Céline Brandeleer, +32(0)2 211 79 69, celine.brandeleer@usaintlouis.be

Thomas Ermans, +32(0)2 211 79 69, thomas.ermans@usaintlouis.be

Benjamin Wayens (Redactiesecretaris), +32(0)2 211 78 22, bwayens@brusselsstudies.be

Inleiding

1. In dit artikel hebben we het over een specifieke technische voorziening, namelijk de verkeerslichtenbeïnvloeding door het openbaar vervoer in Brussel, die een temporele herverdeling van het gebruik van de gedeelde ruimte ten voordele van het openbare vervoer mogelijk maakt.

2. Dankzij onze samenwerking met Brussel Mobiliteit, het Brusselse bestuur voor uitrusting en vervoer, in het kader van het Kenniscentrum van de mobiliteit hebben we een kijkje kunnen nemen achter de schermen van het uitvoeringsproject voor deze voorziening. Tevens hebben we ons verdiept in het ontstaan en de ontwikkeling van het project op basis van administratieve documenten (werknota's, verslagen, vergaderverslagen, technische documenten, ...) en het levende geheugen van de betrokken actoren bij de invoering van dit systeem (bij de Maatschappij voor het Intercommunaal Vervoer te Brussel (MIVB) en Brussel Mobiliteit). Naast deze bronnen hebben we verslagen van parlementaire vragen hierover gelezen om de historiek en voortgang beter te kunnen vatten.

3. Aan het einde van dit onderzoek, en via dit artikel, willen we eerst en vooral voortbouwen op de socialisering van de technische instrumenten. We willen meer bepaald de technische voorziening voor verkeerslichtenbeïnvloeding, evenals de onderliggende beleidsmatige uitdagingen toelichten en openstellen voor het openbare debat. We hebben dus de opzet van dit technische instrument bestudeerd om meer inzicht te krijgen in de problemen die het zou moeten oplossen en in de rollen van de verschillende actoren aangaande de vragen en veronderstellingen die het doet rijzen [Barthe, 2009]. Dit artikel illustreert dan ook de relatie tussen het beleid (in de ruime betekenis van het woord) en het technische instrument op het vlak van ruimtelijk beheer.

4. Ten tweede willen we aan de hand van dit artikel de aandacht vestigen op het weinig zichtbare werk van het bestuur, diens actieve rol en vermogen om tot compromissen te komen [Zitouni en Tellier, 2013], met telkens voor- en nadelen, opdat een project goed zou werken in het Brusselse "ecosysteem".

1. Ontstaan en context van het project

5. De verbetering van de commerciële snelheid en de frequentie van de voertuigen van het openbaar vervoer is al meer dan twintig jaar lang een grote uitdaging voor het Gewest en de MIVB. Deze bekommernissen vormen de kern van het AVANTI-programma (het vroegere VICOM), waarop beide entiteiten zich baseren voor de invoering van diverse maatregelen om die uitdaging aan te gaan. Deze onderling aanvullende oplossingen worden geïmplementeerd aan de hand van zowel infrastructurele maatregelen (aanleg van eigen beddingen voor bepaalde stukken van tram- en buslijnen) als gedragsmaatregelen gericht op het respecteren van de beddingen en haltes van het openbaar vervoer door de andere gebruikers, voornamelijk automobilisten, via de vaststelling van overtredingen. De derde mogelijkheid is een temporele herverdeling van het gebruik van de circulatieruimte ten voordele van het openbaar vervoer door het beheer van de verkeerslichtcycli.

6. Het dynamische beheer van de verkeerslichten in Brussel is niets nieuws. Het vond in de jaren 1980¹ ingang via verschillende proefprojecten en kon ook al snel op de belangstelling rekenen van de autoriteiten van het nieuwe Brusselse Gewest aan het begin van de jaren 1990, toen in Europa het debat rond de "intelligente weg"² [Lannoy, 2001] volop aan de gang was. Na verschillende systemen uitgetest te hebben, werd in 2006 uiteindelijk geopteerd voor het

¹ Een welbekend precedent in Brussel is de verkeerslichtenbeïnvloeding ten voordele van de trams in de Louizalaan wanneer ze de toegangswegen naar de tunnels voor automobilisten oversteken.

² "Technisch-organisationeel concept dat een ideaal technisch systeem definieert waarin, door middel van informatie- en communicatietechnologie, de twee voornaamste activiteiten met betrekking tot het fenomeen van het wegverkeer zijn geïntegreerd: het beheer van het verkeer en het autorijden" [Lannoy, 2001: 41].

dynamische beheerssysteem MS12, dat toegepast moet worden op alle kruispunten in het Gewest. Op dit moment gaat het enkel om de voertuigen van de MIVB, maar op termijn zou het systeem uitgebreid worden naar de andere vervoersoperatoren.

Commerciële snelheid

Bij het openbaar vervoer is de commerciële snelheid de snelheid die “nuttig is voor de gebruiker”. Met andere woorden, de snelheid die overeenstemt met de gemiddelde snelheid van zijn verplaatsing in een voertuig. In voorkomend geval omvat ze dus de duur van de haltes en andere soorten vertragingen. De commerciële snelheid is dus een prestatie-indicator van een net, zowel economisch als kwalitatief, en is gebaseerd op de gemiddelde verplaatsingssnelheid van de voertuigen.

Meting van de commerciële snelheid bij de MIVB

In Brussel meet de MIVB de reistijden op haar net aan de hand van de gegevens die verzameld worden door het hulpsysteem voor de exploitatie

waarmee de voertuigen uitgerust zijn. Deze gegevens dienen in de eerste plaats om regelmatig de nieuwe tijden te berekenen die opgenomen moeten worden in de dienstregelingen van elke lijn. Voor die berekening wordt een specifieke methode gehanteerd, met het maximaliseren van de stiptheid als rode draad. Ze is dus gebaseerd op zo typisch mogelijke exploitatiedagen en uitzonderlijke situaties worden uitgesloten. Als we alle tijden nemen die in de dienstregelingen gebruikt worden, krijgen we de geplande commerciële snelheid van het net. Dat cijfer vinden we ook terug in het jaarverslag van de MIVB en stemt overeen met de situatie aan het einde van het jaar.

[Lebrun et al., 2012]

1.1. Het MS12-systeem

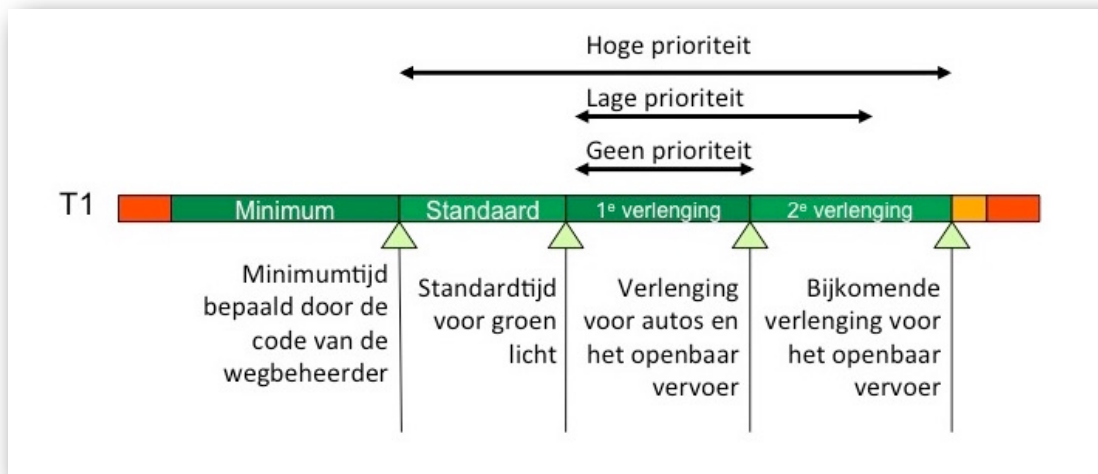
7. De verkeerslichtenbeïnvloeding ten voordele van het openbaar vervoer is een technisch middel om de doorgang aan kruispunten vlotter te laten verlopen voor de voertuigen van het openbaar vervoer door de verschillende groenlichtfases in te korten of te verlengen. Het MS12-systeem³ is een *dynamisch* systeem voor het beheer van de verkeerslichten, dat de signalisatie aanpast wanneer het detecteert dat een voertuig van het openbaar vervoer in aantocht is op een kruispunt. Het verleent het voertuig een *relatieve* voorrang, met andere woorden een voorrang die een groter *groenlichtpercentage*⁴ garandeert. Een *totale* voorrang daarentegen garandeert het openbaar vervoer een reële kans van 100% het kruispunt bij aankomst te kunnen oversteken, en dit ten koste van de rest van het verkeer [Furth en Muller, 2000]. De keuze voor deze relatieve voorrang houdt verband met de vrees om bepaalde kruispunten te blokkeren en het vlotte verkeer van de andere weggebruikers (vooral de automobilisten) al te zeer te beïnvloeden, maar ook om andere openbare vervoerslijnen te benadelen rekening houdend met de dichtheid van het Brusselse net [Brussels Hoofdstedelijk Parlement, 2015].

8. Concreet laat het voertuig van het openbaar vervoer via zijn ingebouwde zender weten dat het het kruispunt nadert (theoretische aankomsttijd) en geeft het de details over zijn traject en zijn voorrangsniveau door. De voorrang van de voertuigen van het openbaar vervoer is gespreid over drie niveaus (0 = geen prioriteit, 1 = lage prioriteit of 2 = hoge prioriteit) en personenwagens hebben geen enkele prioriteit. Op het kruispunt ontvangt een *verkeersregelaar* de boodschap. Deze verkeersregelaar bestaat uit een technische voorziening die de boodschap interpreteert en de komende verkeerslichtfasen configureert door de regels te volgen die voor hem geprogrammeerd zijn en die opgenomen zijn in een geheel van beslissingsmatrixen (verkeerslichtenroosters en prioriteitenmatrixen). In die matrixen schuilt uiteraard de kern van het beheer van de verkeerslichten en de beslissing om meer of minder prioriteit te geven aan de tram of bus.

³ Voor een gedetailleerde uitleg over de werking van het MS12-systeem verwijzen we naar Brandeleer [et al. 2016].

⁴ De kans dat het licht op groen staat bij aankomst op het kruispunt.

9. We gaan hier alleen dieper in op het verkeerslichtenrooster. Zo'n rooster bestaat uit een tijdslijn waarop de fasen van de verkeerslichten (groen- en roodlichtfasen) op een kruispunt elkaar opvolgen, van elkaar gescheiden door de nodige oranje tijden en ontruimingstijden (wanneer alle lichten op rood staan om de gebruikers de tijd te geven het kruispunt te *ontruimen* aan het einde van de fase). Voor een kruispunt dat uitgerust is met verkeerslichtenbeïnvloeding, is elke groenlichtfase onderverdeeld in vier etappes of tijden. Het gaat om de "MS12", de naam van deze tijden, in hun chronologische volgorde, namelijk:



Figuur 1. Principe van het MS12-systeem. Bron: interne presentatie aan Brussel Mobiliteit door Siemens-VSE tijdens de werkgroep van 30/05/2007.

- De minimumtijd voor groen licht is de tijd die een voetganger theoretisch nodig heeft om de hele weg over te steken tijdens zijn groenlichtfase, a rato van 1 meter per seconde. Geen enkele prioriteit mag deze tijd inkorten.
- De standaardtijd voor groen licht is sowieso gegarandeerd en wordt slechts afgebroken op verzoek van een voertuig van het openbaar vervoer met een hoge prioriteit.

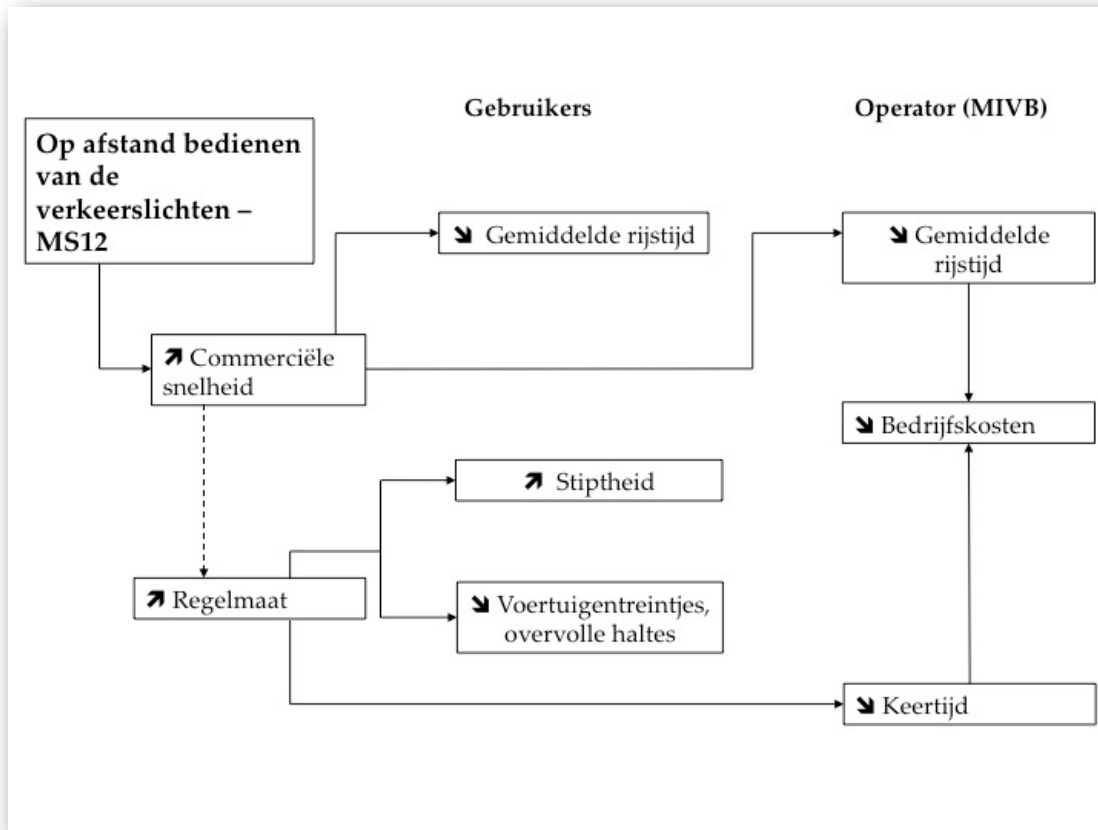
- De eerste verlenging is afhankelijk van de detectie van auto's of voertuigen van het openbaar vervoer maar kan afgebroken worden voor een voertuig met een hogere prioriteit (minstens een lage prioriteit).
- De tweede verlenging heeft alleen plaats op verzoek van een voertuig van het openbaar vervoer met lage of hoge prioriteit.

10. Wanneer in de praktijk een voertuig van het openbaar vervoer nadert, worden de fasen zodanig berekend dat het voertuig over een maximaal groenlichtvenster beschikt om het kruispunt over te steken. Daarom kan de verkeersregelaar beslissen om bepaalde fasen toe te voegen (eerste en tweede verlenging) of af te breken (standaardfase). Hoe groter het groenlichtvenster, hoe meer de kans dat de MIVB-voertuigen groen licht hebben naar 100% neigt. De grootte van het venster wordt beperkt tot de aanvaarde maximumduur voor een cyclus (er wordt gestreefd naar maximaal 120 seconden per cyclus) en naargelang het strategische belang van het kruispunt qua autoverkeersstromen.

1.2. Voordelen van een dynamisch beheer van de verkeerslichtcycli

11. De argumenten voor de verkeerslichtenbeïnvloeding zijn vooral technisch en economisch. Voor de gebruiker gaat de verhoging van de commerciële snelheid gepaard met kortere reistijden terwijl de regelmaat garant staat voor een grotere stiptheid, minder drukte aan de haltes en in de voertuigen, een vermindering van de "voertuigentreintjes" en, over het algemeen, een betere perceptie van de aangeboden dienst.

12. De operator ziet van zijn kant de bedrijfskosten dalen: door de commerciële snelheid te verbeteren, oogst hij enerzijds winst met betrekking tot de reistijden en anderzijds kort een betere regelmaat de keertijd in die nodig is om het voertuig aan de terminus weer op het goede uur te krijgen voor zijn volgende rit. Concreet kan hij dankzij de geboekte winsten dezelfde frequentie aanhouden met minder voertuigen of de frequentie optrekken met hetzelfde aantal voertuigen [MIVB, 2003].



Figuur 2. Voordelen van een actief beheer van de verkeerslichtenbeïnvloeding. Bron: Thomas Ermans, USL-B – CES, volgens Furth en Muller [2000] en gesprekken met de MIVB en BM (2014).

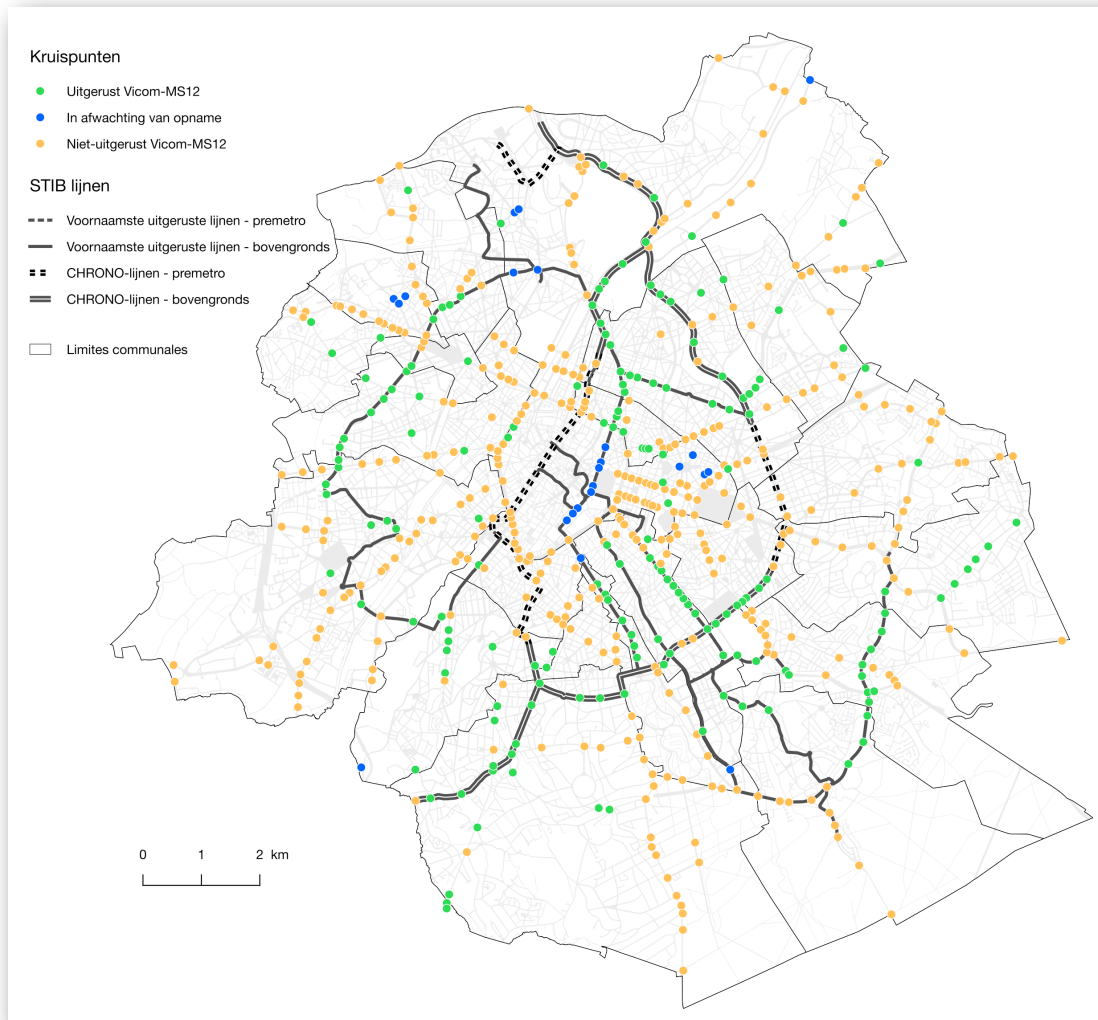
Een voorbeeld

Bijvoorbeeld: door de installatie van het MS12-systeem op het wegdeel Luxemburg - Drie Linden van de buslijn 95 kan alleen op dit wegdeel en op een standaardweekdag (maandag, dinsdag, donderdag en vrijdag buiten de schoolvakanties) gemiddeld^a 0,6 minuut gewonnen worden op het traject naar Drie Linden en 1,9 minuut op het traject naar Luxemburg. We kunnen ervan uitgaan dat bus 95 voor dit soort standaarddag alleen al 160 verplaatsingen per richting doet, wat op jaarbasis (4 dagen maal 30 weken) goed is voor 19.200 trajecten per richting. Als we de algemene bedrijfskost op 100 euro/uur ramen, kunnen we schatten dat door de verkeerslichtenbeïnvloeding alleen op dit wegdeel en voor een standaardweekdag in theorie zo'n 80.000 euro^b bespaard kan worden dankzij de verkeerslichtenbeïnvloeding. En dat allemaal voor één enkele lijn en alleen op sommige dagen. De uitrusting van een klein kruispunt (vervanging van de verkeersregelaars, ...) kost zo'n

20.000 euro. Voor een uitgerust kruispunt kost het herprogrammeren van de verkeerslichtenroosters 15.000 tot 30.000 euro. Ter vergelijking: de MIVB raamt de kosten voor een eigen busbedding tussen 1 en 1,5 miljoen euro per kilometer en de aanleg van een eigen trambedding tussen 10 en 15 miljoen euro per kilometer [TRITEL, 2014]. Het is echter niet relevant om fysieke (her)inrichtingen en verkeerslichtenbeïnvloeding frontaal tegenover elkaar te plaatsen. Door de verkeerscongestie gaat een optimaal gebruik van de verkeerslichtenbeïnvloeding immers vaak gepaard met de aanleg of heraanleg van de wegen of kruispunten, aangezien zij minder efficiënt is voor de niet-beschermden delen van de lijn.

^a Rekening houdend met de differentiatie van de geboekte winsten naargelang het uur en de dagelijkse verdeling van de trajecten.

^b Volgens het interne document: "Evaluatie lijn 95: impact verkeerslichtenbeïnvloeding" [Henry, 2011].



*Figuur 3. Uitrusting met verkeerslichtenbeïnvloeding van de Brusselse kruispunten in 2016.
Bron: Brussel Mobiliteit en MIVB, 2016 - Auteur: Thomas Ermans, USL-B – CES.*

	2011	2012	2013	2014
Aantal uitgeruste kruispunten op de tram- en buslijnen	63	100	120	150

*Tabel 1. Evolutie van het aantal uitgeruste kruispunten op de tram- en buslijnen.
Bron: Brussels Hoofdstedelijk Parlement, 2013a, 2014.*

2. Uitvoering van het instrument

13. In het beheerscontract 2007-2011 stellen het Gewest en de MIVB zich als doel om 150 kruispunten met het systeem uit te rusten tegen 2008. Deze doelstelling wordt later in het nieuwe beheerscontract 2013-2017 verhoogd. De bedoeling is namelijk om 450 kruispunten uit te rusten op het grondgebied van het BHG tegen 2015, maar eind 2014 waren er slechts 150 kruispunten uitgerust en 24 nog in studie. De voornaamste lijnen die vandaag uitgerust zijn, zijn de CHRONO-lijnen (tram 3, 4 en 7), tramlijn 25 en 94 en buslijn 49, 71 en 95.

14. Er zijn meerdere elementen die meer inzicht kunnen geven in deze vertraging van de geplande uitbreiding van de verkeerslichtenbeïnvloeding.

2.1. Technische uitdagingen en fysieke inrichtingen

15. Aan het begin van het project kregen de gewestelijke actoren te maken met meerdere technische problemen die eigen zijn aan het systeem (bepaling van de uitzendafstanden van de voertuigen en herziening van de verkeerslichtenroosters) en moesten zij het bestaande materieel moderniseren wanneer dat noodzakelijk bleek te zijn (verkeersregelaars verouderd of niet compatibel met MS12). Die problemen zijn nu grotendeels opgelost, hoewel er nog altijd onregelmatige werkingsstoornissen zijn.

16. Verder is de efficiëntie van de verkeerslichtenbeïnvloeding sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid van de theoretische aankomsttijden

op het kruispunt. Buiten een voldoende bescherming van het autoverkeer worden die tijden al gauw te wisselvallig en kan het systeem zelfs contraproductief blijken te zijn, zodanig dat het systeem gewoonweg niet in werking is op sommige kruispunten, ook al zijn ze ermee uitgerust. Eigen beddingen zijn dus de ideale inrichting als aanvulling op een efficiënte verkeerslichtenbeïnvloeding, die zelf kan dienen om het effect van de exclusieve inrichting op de regelmaat en de reistijden te maximaliseren. Over het algemeen is de programmering van zowel de ingebouwde zenders als de verkeersregelaars erg gevoelig voor schommelingen in het autoverkeer en blijven meerdere aanpassingen noodzakelijk, wat de uitvoering van het systeem vertraagt.

17. Een andere factor met een negatieve invloed op de nauwkeurigheid van de aankomsttijden op het kruispunt is de plaatsing van de haltes. De theoretische haltetijd wordt geraamd op 20 seconden. Wanneer de haltes voor de kruispunten op het traject geplaatst zijn, wordt de veranderlijkheid van de haltetijden, die voornamelijk afhangt van het in- en uitstappen van de passagiers, overgedragen op de aankomsttijden. Bij een langere haltetijd riskeert het voertuig zijn groenlichtfase aan het verkeerslicht dus te missen. Om de impact van deze onzekerheid over de werking van het systeem zo veel mogelijk te beperken, beveelt de MIVB aan de haltes zo veel mogelijk voorbij de kruispunten aan te leggen.

18. Ten slotte heeft ook de lengte van de oversteekplaatsen voor voetgangers, die de minimale duur van de verkeerslichtcyclus (a rato van 1 meter per seconde) bepaalt, een invloed op de kans op groen licht wanneer een voertuig nadert. Hoe korter deze voetgangerstijd, hoe flexibeler de cycli en hoe groter de kans dat het voertuig van het openbaar vervoer zo snel mogelijk groen licht heeft. Een oplossing kan zijn om een vluchtheuvel voor voetgangers aan te leggen. In geval van bijzonder lange oversteekplaatsen staat dit “voetgangerseland” in het midden van de weg om de veiligheidstijd op te splitsen.

19. Maar zolang de frequentie van de personenwagens op de weg niet drastisch vermindert, zullen de oplossingen voor de betrekkelijke inefficiëntie van de verkeerslichtenbeïnvloeding gepaard moeten gaan met een heraanleg van de openbare ruimte, een onvermijdelijk langdurig en duur proces.

2.2. Coördinatie met de gemeenten: tussen faciliteren en blokkeren

20. Verschillende strategische lijnen van de MIVB steken gemeentelijke kruispunten over. Om de verkeerslichten op deze kruispunten met het MS12-systeem te kunnen uitrusten, stelt het Gewest de gemeenten voor een overeenkomst af te sluiten voor de overname van deze verkeerslichten. Verscheidene gemeenten, die vaak met een beperkt budget zitten, meestal niet de technische competenties hebben en er geen directe strategische kwestie in zien, aanvaarden de overnameovereenkomsten. Sommige gemeenten vinden het zelfs een kans om de soms verouderde voorzieningen op hun grondgebied te moderniseren op kosten van het Gewest. Tot hiertoe hebben acht gemeenten de overname van een of meerdere van hun kruispunten aanvaard⁵.

21. Een algemeen bekende uitzondering op de deelname van de gemeenten aan het gewestelijke project ligt bij Brussel-Stad. Dat is namelijk de enige gemeente die een groot aantal strategische kruispunten beheert voor het openbaar vervoer en die zich uitgerust heeft met een dienst voor het beheer van de kruispunten. Brussel Mobiliteit zou tevergeefs overnameovereenkomsten gestuurd hebben voor een dertigtal kruispunten en de herhaalde pogingen om de dialoog aan te gaan met het College of de betrokken schepenen lijken nog geen resultaat opgeleverd te hebben⁶. De gemeente zou principieel tegen de verkeerslichtenbeïnvloeding zijn, vooral in de Vijfhoek, waar veel gelede bussen door smalle straten moeten rijden. Als hoofdreden haalt de Stad aan dat ze vreest dat het systeem een te grote invloed zal hebben op de andere vervoerswijzen, vooral op het autoverkeer. Als de

⁵ Namelijk Anderlecht, Elsene, Evere, Ganshoren, Sint-Jans-Molenbeek, Schaarbeek, Ukkel en Watermaal-Bosvoorde. De onderhandelingen lopen nog met Jette, Vorst, Sint-Pieters-Woluwe, Sint-Lambrechts-Woluwe en Brussel-Stad [Parlement de la RBC, 2015].

⁶ Volgens ons gesprek met Brussel Mobiliteit, 2014.

Stad Brussel veel kruispunten met zo'n systeem uitrust, dan zal zij namelijk zelf de klachten van de gebruikers moeten afhandelen en zij lijkt een zekere autonomie op dit vlak te verkiezen. Brussel Mobiliteit wacht op zijn beurt op de evaluatie van het nieuwe verkeersplan dat gepaard gaat met het verkeersvrij maken van het centrum en dat de plaats van het openbaar vervoer in hartje Brussel zal vastleggen.

2.3. Weinig maar strategisch personeel

22. Een andere verdragingsfactor in de uitrol van het project is het grote gebrek aan personeel binnen het gewestelijke bestuur. Tot 2011 bestond het personeelsbestand van Brussel Mobiliteit maar uit twee personen voor een nochtans zeer ambitieus project. Dit gebrek aan personeel heeft de ontwikkeling van het project lange tijd beperkt tot het onderhoud en de aanpassing van verkeersregelaars aan het MS12-systeem, in plaats van nieuwe kruispunten uit te rusten. Zowel de MIVB als het gewestelijke bestuur hebben de verantwoordelijke politici meermaals geïnterpelleerd om snel personeelsversterking te vragen. In 2012 werden twee nieuwe medewerkers aangeworven, maar een van hen werkt sinds maart 2014 op andere projecten⁷. Dit terugkerende personeelstekort doet er terecht ook aan twijfelen of de politici wel echt voorrang willen geven aan dit project.

3. Beheer van de prioriteiten

23. Laten we nu eens kijken hoe de verkeerslichtfasen bepaald worden. Met andere woorden, wie beslist over de prioriteiten en de groenlichttijden van elke vervoerswijze en hoe. We zullen zien dat het beheer van de verkeerslichtenbeïnvloeding vaak uitdraait op een compromis in plaats van een keuze die uitsluitend op technische voorwaarden gebaseerd is.

3.1. Een iteratieve en bijna geïnternaliseerde werkprocedure

24. Er zijn vijf actoren betrokken bij de uitrol van de verkeerslichtenbeïnvloeding: Brussel Mobiliteit, de MIVB en drie onderaannemers. Hierbij komen bij gelegenheid de gemeenten, de politie en andere diensten van de MIVB en Brussel Mobiliteit (voornamelijk voor de aanleg, haltes en verbindingen).

25. De verkeerslichtenbediening wordt in twee gevallen geplaatst: ofwel wordt ze geïntegreerd in de geplande heraanleg van een kruispunt waar strategische lijnen van het openbaar vervoer voorbijkomen, ofwel worden de kruispunten geanalyseerd volgens de logica van de lijnen die de MIVB als prioritair bestempeld heeft. Dit laatste geval komt het vaakst voor op verzoek van de MIVB. De uitrusting en programmering vinden dus plaats per lijndeel, of per reeks van meerdere opeenvolgende kruispunten op dezelfde lijn. Zo kunnen enerzijds de “winsten” van de verkeerslichtenbeïnvloeding gemaximaliseerd worden en anderzijds snel de effecten qua regelmaat en commerciële snelheid gemeten worden. Wanneer concreet de beslissing genomen wordt om een lijndeel uit te rusten of een verkeerslichtenrooster aan te passen (op een kruispunt met verkeersopstopping, na specifieke verzoeken van gebruikers of een gemeente ...), dan zijn er meestal heel wat heen-en-weers nodig tussen de onderaannemer, de MIVB en Brussel Mobiliteit voordat Brussel Mobiliteit de toepassing van de definitieve roosters en prioriteitenmatrixen goedkeurt en opvolgt. Zoals we verder zullen zien, wordt in die gesprekken onderhandeld over strategische beslissingen.

26. Tegenover de logheid van deze werkprocedure, benadrukken we de actie van het Brusselse bestuur om het werkproces voor de snellere uitvoering van de verkeerslichtenbeïnvloeding te verlichten. Outsourcing (of het beroep doen op private onderaannemers), wat een evidentie leek aan het begin van het project, blijkt geleidelijk in vraag gesteld te worden ten gunste van een grotere overname van de uitrol door de interne diensten van het bestuur. Sinds 2014 creëert Brussel Mobiliteit trouwens verkeerslichtenroosters en prioriteitenmatrixen zonder met een onderaannemer te werken.

⁷ Volgens ons gesprek met Brussel Mobiliteit, 2014.

27. Het meesterstuk van deze internalisering zou wel eens de aankoop en recente (januari 2014) inbedrijfstelling van de nieuwe telebewakings- en telebeheerscentrale van de verkeersregelaars door Brussel Mobiliteit kunnen zijn⁸. De centrale heeft tot doel in real time een overzicht te geven van de verkeerslichten aan elk kruispunt, een storing van de werking onmiddellijk te kunnen vaststellen en van op één enkele plek rechtstreeks te kunnen ingrijpen op de programmering van de kruispunten [Brussel Mobiliteit, 2012b]. Op het vlak van verkeerslichtenbeïnvloeding biedt de centrale ook de mogelijkheid om de verkeerslichtenroosters van de verschillende verkeersregelaars te importeren en rechtstreeks te wijzen.

3.2. Een maximale voorrang "in de mate van het aanvaardbare"

28. Het evenwicht tussen de fasen van de verschillende vervoerswijzen wordt bepaald door de veiligheid (minimale oversteektijd voor voetgangers), de fysieke inrichting en de dichtheid van het verkeer. Ook klachten en waarnemingen op het terrein (vorming van files of blokkering van een kruispunt, technische defecten, ...) verfijnen de verschillende voorgestelde scenario's. Tijdens werkvergaderingen brengt iedereen zijn doelstellingen naar voor. De MIVB wil uiteraard een maximum aan prioriteit aan haar voertuigen toegekend zien, al was het maar om de verplichtingen van haar beheerscontract na te komen. Ze heeft er echter ook geen belang bij dat de kruispunten geblokkeerd zijn door de verkeerscongestie en is zich overigens goed bewust van de problemen met de uitrol van de verkeerslichtenbeïnvloeding.

29. De politiek vraagt van haar kant een voorrang voor het openbaar vervoer *"in de mate van het aanvaardbare"*: *"Ook hier dient er op gewezen te worden dat er steeds naar een compromis gezocht wordt tussen de behoeften van het openbaar vervoer en de andere weggebruikers"* (uitspraak van voormalig Brussels Minister van Vervoer Brigitte Grouwels in de Commissie voor de infrastructuur, op

12/10/2011)⁹. De verkeerslichtenbeïnvloeding mag, volgens de gewestelijke vertegenwoordigers, dus geen breuk veroorzaken en moet voortdurend bijdragen tot een compromis, bij het delen van de temporele en fysieke ruimte. De voorrang die aan het openbaar vervoer verleend wordt, is een *relatieve* en geen *totale* voorrang. Dat was een uitdrukkelijke politieke keuze. Brigitte Grouwels legt uit: *"Het systeem om de verkeerslichten op afstand te bedienen werkt volgens het principe van de "maximale voorrang", en niet van absolute voorrang. Bij het opstellen van de verkeerslichtplannen kreeg het systeem namelijk bepaalde beperkingen opgelegd: geen verkeerslichtcyclus van meer dan 120 seconden en geen blokkering van opeenvolgende kruispunten."* [Brussels Hoofdstedelijk Parlement, 2010] De "relatieve" en "totale" voorrang van het rooster van Furth en Muller [Furth en Muller, 2000] komen hier respectievelijk, in minder neutrale bewoordingen, ter sprake als "maximale" en "absolute" voorrang.

30. Dit standpunt kan deels verklaard worden door het feit dat de enige onmiddellijk zichtbare impact van het systeem als negatief ervaren wordt. De gebruikers van het openbaar vervoer die één of twee minuten op hun gebruikelijke reistijd winnen, zullen het waarschijnlijk niet merken (ze merken misschien een verbetering qua stiptheid door de verbetering van de regelmaat, een gevolg van de installatie van de verkeerslichtenbeïnvloeding), maar de vorming van files van automobilisten en de verdubbelde wachttijd bij een kruispunt voor sommige rijstroken blijven veel merkbaardere effecten. Daarom heeft de politiek gekozen voor een compromis bij de keuze van het systeem: zich uitspreken voor het openbaar vervoer zonder de andere vervoerswijzen (vooral de auto) tekort te doen en toch aanzienlijke besparingen op de exploitatiekosten realiseren in vergelijking met andere oplossingen zoals het in eigen bedding brengen van het openbaar vervoer. Een vaststelling die Dobruszkes en Fourneau ook al deden: "is het de cultuur van het compromis die de overhand heeft, en

⁸ Aangezien de vroegere centrale technisch verouderd was (de actualisering van verkeersregelaars en het beheer van storingen konden alleen maar ter plaatse gebeuren), heeft Brussel Mobiliteit in 2011 een aanbesteding uitgeschreven voor de aankoop van een nieuwe telebewakings- en telebeheerscentrale van de verkeersregelaars aan alle kruispunten. Siemens NV haalde de opdracht binnen. De centrale werd in januari 2014 aan het bestuur opgeleverd voor een uiteindelijk budget van zo'n 3 miljoen euro.

⁹ Brussels Hoofdstedelijk Parlement, 2011.

de verbetering van de doeltreffendheid van het collectief vervoer kan slechts beschouwd worden op voorwaarde geen hinder te zijn voor het autoverkeer” [Dobruszkes en Fourneau, 2007].

3.3. Bewegingsruimte van het bestuur

31. Het Brusselse bestuur bevindt zich dus tussen twee vuren als we het zo mogen zeggen: voorrang geven aan het openbaar vervoer en automobilisten, voetgangers en fietsers sparen. Het probeert een groenlichtpercentage toe te kennen dat voor alle vervoerswijzen aanvaardbaar is, maar herinnert eraan dat men “geen twee liter in een fles van één liter kan doen”¹⁰. Voor het bestuur is elk verkeerslichtenplan een compromis waarin men de tram of bus een maximum aan seconden tracht te geven, tenzij dit het kruispunt volledig zou blokkeren, een beslissing die geen politieke steun zou genieten.

32. Daardoor zijn vooral kleine kruispunten uitgerust en operationeel, en maar weinig strategische kruispunten. Van de 60 kruispunten die Brussel Mobiliteit als strategisch beschouwt, waren er 20 uitgerust met verkeerslichtenbeïnvloeding in 2014¹¹. Het belang is nochtans des te groter aangezien het net die grote kruispunten zijn waar de MIVB-voertuigen de meeste tijd verliezen. Deze kruispunten zijn echter moeilijker uit te rusten dan de kleine, voornamelijk wegens de aanzienlijke autoverkeerstromen.

33. Daarom houdt Brussel Mobiliteit, om de efficiëntie van het systeem “in de mate van het aanvaardbare” te garanderen, een serieuze slag om de arm ten opzichte van de voorschriften. Hoewel het kader van “aanvaardbaar” goed, zelfs te goed, afgebakend lijkt, bouwt Brussel Mobiliteit het compromis tussen de vervoerswijzen in de verkeerslichtenroosters en de prioriteitenmatrixen (met andere woorden, beslissen om voor een vervoerswijze enkele extra seconden groen licht toe te voegen) in overleg met de MIVB en zet het daarvoor een sterke terreinkennis in (tellingen, klachten, observaties, simulatie, ...).

34. De voorschriften van de programmadocumenten, namelijk het Iris 2-plan en het beheerscontract, spreken elkaar soms tegen en kunnen niet op de letter toegepast worden. Zo is het niet mogelijk om tegelijkertijd de groene golven voor automobilisten (statisch systeem gekalibreerd op de snelheden van de auto's en onafhankelijk van de verkeerslichtenbeïnvloeding) en de doorgang van het openbaar vervoer op de kruispunten (dynamisch systeem dat rekening houdt met alle vervoerswijzen door het openbaar vervoer te bevorderen) te behartigen, of is het niet mogelijk tegelijkertijd de wachttijd voor voetgangers te verminderen én hun groenlichtfase te verlengen (want een kruispunt heeft altijd minstens twee richtingen, wat men aan de ene richting toekent, neemt men dus van de andere af).

35. Bovendien kunnen bepaalde programmavooraarden gewoonweg niet toegepast worden. De actoren benadrukken dat het effect van verkeerslichtenbeïnvloeding op de stromen in de praktijk nooit helemaal neutraal kan zijn, vooral wanneer die gekoppeld is aan de evolutie van de wegcapaciteit (vermindering van een rijstrook, verbreding van de voetpaden, aanleg van eigen beddingen). Het is bijgevolg moeilijk om een theoretisch groenlichtpercentage van 100% te garanderen voor het openbaar vervoer, zonder op zijn minst af en toe de capaciteit van de hoofdwegen te verlagen tot meer dan 80% voor de kruispunten die Brussel Mobiliteit als niet-strategisch beschouwt, wat indruist tegen het Iris 2-plan. Temeer omdat alle kruispunten verschillend zijn en de voorschriften moeilijk op alle kruispunten toegepast kunnen worden.

36. Met andere woorden, de personen bij Brussel Mobiliteit die belast zijn met de verkeerslichtenbeïnvloeding maken belangrijke strategische keuzes met hun dagelijkse beslissingen om enkele seconden extra te geven of weg te nemen van de ene of de andere vervoerswijze. Kortom, in tegenstelling tot de passieve en louter uitvoerende rol zoals doorgaans gedacht wordt, legt het Brusselse bestuur een zeker strategisch vernuft aan de dag [Tellier, 2012], waarbij het de talloze (soms tegenstrijdige) regels tracht te omzeilen om tot een compromis

¹⁰ Volgens ons gesprek met Brussel Mobiliteit, 2013.

¹¹ Volgens ons gesprek met Brussel Mobiliteit, 2014.

tussen de actoren (en vervoerswijzen) te komen, zelfs als dat compromis leidt tot een technisch en economisch minder optimale situatie (rekening houdend met de doelstellingen van het project). Dankzij dit vernuft kan het de blokkering van het project door de tegenstellingen tussen de programmavoorschriften en de politieke richtlijnen vermijden, met andere woorden, een bureaucratische verstoring vermijden, zoals die beschreven kon zijn door Michel Crozier (tendens tot reglementaire inflatie die meestal leidt tot de inertie van het systeem, zie Crozier [1963]). Dit compromis maakt vooral een aanpassing van dit instrument aan (of een aanvaarding van) het Brusselse “ecosysteem” mogelijk opdat het project willens nillens goed zou werken, maar zonder dat het bestuur een grote breuk wil veroorzaken zodat het zeker blijft van een politieke steun.

37. Geen breuk wil daarom nog niet zeggen geen ambitie. Het is bijvoorbeeld interessant om te zien dat het nieuwe bestek [Brussel Mobiliteit, 2015] voor de aanleg van 150 kruispunten, dat in 2015 bekendgemaakt werd, de optie voorstelt om ook de hoofdrichting te onderbreken wanneer een voertuig van het openbaar vervoer langsrijdt (een totale voorrang dus), maar die optie wordt nog niet toegepast. Kan de installatie van een nieuwe telebewakings- en telebeheerscentrale van de verkeersregelaars eveneens het begin zijn van een algemeen instrument om het verkeer te regelen (bijvoorbeeld om de capaciteit van de invalswegen in Brussel te beheersen)? In dat opzicht kan het project voor de verkeerslichtenbeïnvloeding uitgedacht worden als een proces dat de eerste technische stappen zet naar een toekomstige mogelijkheid [Zitouni en Tellier, 2013], zelfs als die momenteel niet meteen als dusdanig beschouwd wordt.

Besluit

38. De verkeerslichtenbeïnvloeding werd in Brussel ontworpen als een technisch hulpmiddel om de bestendige daling van de commerciële snelheid te beteugelen en om te besparen op de exploitatiekosten. Er werden al reële winsten vastgesteld op bepaalde relatief goed beschermde lijnen (tramlijn 3, 4, 7 en 25). Op andere lijnen (lijn 71) is het systeem echter niet werkzaam en het gebrek aan efficiëntie als

algemene oplossing maar ook de opgelopen vertraging ten opzichte van de doelstellingen en deadlines zijn frappant, wat op verschillende manieren verklaard kan worden.

39. Een eerste benadering is gefocust op de kwestie van de druk van het autoverkeer. De grote verkeerscongestie, en de variatie in de tijd door de veranderlijkheid die de verkeerscongestie veroorzaakt op de aankomsttijden van de prioritaire voertuigen, draagt nog altijd bij tot de inefficiëntie van het systeem. De maatregelen die genomen werden in het kader van het AVANTI-programma zijn erop gericht de invloed van de autodruk op het openbaar vervoer te verminderen door de vervoerswijzen van elkaar gescheiden te houden met een verbetering van de infrastructuur, met name door de aanleg van eigen beddingen. Als de verkeerslichtenbeïnvloeding een algemene facilitator van het verkeer van het openbaar vervoer in het Brussels Gewest moet worden (het beheerscontract voorziet dat zo goed als alle verkeerslichten van het Gewest uitgerust en dus op termijn operationeel zullen zijn), en niet alleen op de CHRONO-lijnen van de MIVB, moet dan het hele net in eigen bedding gebracht worden om de goede werking van het systeem te garanderen? Zelfs als dat zou kunnen, zijn er genoeg voorbeelden om aan te tonen dat de congestie van het wegnnet af en toe zodanige niveaus bereikt dat het gebruik van het systeem contraproductief blijkt te zijn, ook in eigen beddingen. De algemene autodruk verlagen is dan ook onvermijdelijk.

40. Een tweede benadering van de problematische uitrol van het MS12-systeem houdt verband met het feit dat men bij de bepaling van de deadlines geen rekening gehouden heeft met de nodige onderhandelingstijden om de conflicten op te lossen die zich onvermijdelijk voordoen in het Brusselse “ecosysteem” (bestaande uit actoren en eigen regels) naarmate het project vordert, gezien het strategische en politieke belang. Dit komt in ons geval goed tot uiting in het concept “ballistische innovatiepathologie” dat ontwikkeld werd door Bruno Latour [2003]. Het kenmerkt zich door het geloof in het zelfrealiserende vermogen van technische instrumenten en beweert dat eens de technische principes bepaald zijn, de rest enkel toepassing is. In het geval van het project voor de verkeerslichtenbeïnvloeding werd het systeem voorgesteld [zie met name MIVB, 2003] als een

innoverende technische voorziening waarmee een hoge commerciële snelheid voor het openbaar vervoer gecombineerd kan worden met een vlotter autoverkeer. Een win-winoplossing dus dankzij de techniek! In de praktijk konden de technische problemen vrij snel opgelost worden, maar zodra de inbedrijfstelling een directere interactie vertoont met het Brusselse “ecosysteem”, verloopt die moeizamer naarmate er meer wrijvingen de kop opsteken.

41. Die wrijvingen doen zich voornamelijk op drie niveaus voor. Ten eerste, is elke heraanleg van de openbare ruimte in het kader van AVANTI het onderwerp van vele onderhandelingen tijdens de procedures voor het verkrijgen van de nodige vergunningen, met het uitstel van de programmering van de verkeerslichten als gevolg. Ten tweede, lijkt de gewestelijke overname van het beheer van bepaalde verkeerslichten die door de gemeenten beheerd werden op de overdracht van een hefboom voor actie die gevoelig is voor het gebruik van de openbare ruimte en blijft in dat opzicht onderhandelingen teweegbrengen. Ten derde, hoewel de technische uitrol van het MS12-systeem nu afgerond is, moet de programmering van de verkeerslichtfasen, de plaats van arbitrage tussen vervoerswijzen in het systeem voor de verkeerslichtenbeïnvloeding, per geval en per kruispunt besproken worden tussen MIVB en Gewest, en zelfs met bepaalde gemeenten.

42. De analyse benadrukt vanuit dit standpunt de rol van het bestuur in het bereiken van een compromis opdat de verkeerslichtenbeïnvloeding als technisch instrument goed zou kunnen werken. De moeilijke zoektocht naar een compromis tussen de gebruikers van de openbare ruimte werkt echter andere oplossingen in de hand dan de technisch-economisch meest optimale en de efficiëntie van het systeem lijkt nog altijd sterk afhankelijk van het behoud van de capaciteit qua autoverkeer op de weg. Het bestuur respecteert de bakens aangebracht door het politieke niveau dat, door een verkeerslichtenbeïnvloeding "in de mate van het aanvaardbare" voor te staan, zich uitspreekt voor het openbaar vervoer zonder tegen de auto te zijn¹².

43. In de kern van alle discussies staat de kwestie van de respectieve plaats van het openbaar vervoer en de auto rekening houdend met de zeer hoge verkeerscongestie. En de uitdaging is enorm, want de invloed van het autoverkeer in Brussel is zodanig groot dat de MIVB verplicht wordt een groter tram- en busbestand te bezitten dan nodig om de frequenties te halen die het vraagniveau vereist [Dobruszkes en Fourneau, 2007].

44. Op dit moment lijkt het systeem dus meer bij te dragen tot een zeer geleidelijk proces in de oplossing van het, nog steeds dringende, probleem van de Brusselse mobiliteit. In dat opzicht kan dit proces beschouwd worden als een constante vertraging van elke ondubbelzinnige politieke beslissing [Barthe, 2009], en zelfs als een gebrek aan gewestelijke ambitie [Doucet, 2007] op dit gebied. De verkeerslichtenbeïnvloeding in Brussel zou zeker voordeel halen uit meer duidelijkheid over de doelstellingen en een duidelijker politiek engagement om de druk van het autoverkeer in de openbare ruimte te verkleinen en “echt” voorrang te geven aan het openbaar vervoer.

¹² Deze ambivalente stellingname van het politieke niveau lijkt niet eigen aan Brussel te zijn en wordt door Kaufmann [2008, p. 80-85] vastgesteld in verschillende Europese steden.

Bibliografie

- BARTHE, Y., 2009. Les qualités politiques des technologies. Irréversibilité et réversibilité dans la gestion des déchets nucléaires. In : *Tracés. Revue de Sciences humaines*. nr. 12.
- BRANDELEER, C., ERMANS, T., HUBERT, M., JANSSENS, I., LANNOY, P., LOIR, C., VANDERSTRAETEN, P., 2016. *Het delen van de openbare ruimte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*. Katern van het Kenniscentrum van de mobiliteit in het BHG, nr. 5.
- BRUSSEL MOBILITEIT, 2011. *IRIS 2. Mobiliteitsplan van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*.
- BRUSSEL MOBILITEIT, 2012. *Jaarverslag 2011*.
- BRUSSEL MOBILITEIT, 2015. *Project AVANTI - Levering en installatie van vaste uitrustingen voor de afstandsbediening van de verkeerslichten op kruispunten*. In: e-Procurement. 5 mei 2015. [Geraadpleegd op 15 juli 2016]. Beschikbaar op het adres: <https://enot.publicprocurement.be/enot-war/preViewNotice.do?noticeld=195157>
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 1997. *Vragen en antwoorden*. Zitting van 20 september 1997, nr. 23.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2000. *Integraal verslag*. Plenaire vergadering van vrijdag 28 januari 2000, nr. 12.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2007. *Integraal verslag*. Commissie voor de infrastructuur – zittingsperiode 2006-2007, zitting van 12 oktober 2007.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2010. *Integraal verslag van de interpellaties en mondelinge vragen*. Commissie voor de infrastructuur, belast met openbare werken en verkeerswezen - zitting van 13 maart 2010, nr. 67.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2011. *Vragen en antwoorden*. Gewone zitting van 12 december 2011, nr. 24.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2013a. *Vragen en antwoorden*. Gewone zitting van 15 mei 2013, nr. 40.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2013b. *Vragen en antwoorden*. Gewone zitting van 15 juni 2013, nr. 41.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2014. *Vragen en antwoorden*. Gewone zitting van 15 april 2014, nr. 50.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2015a. *Integraal verslag van de Commissie voor de infrastructuur*. Zittingsperiode 2014-2015, zitting van 27 april 2015, nr. 84.
- BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK PARLEMENT, 2015b. *Vragen en antwoorden*. Gewone zitting van 15 oktober 2015, nr. 11.
- COURTOIS X., DOBRUSZKES F., 2008. (In)efficiëntie van de trams en bussen in Brussel: een geografisch uitgesplitste analyse. In: *Brussels Studies*, nr. 20.
- CROZIER, M., 1963. *Le phénomène bureaucratique, essai sur les tendances bureaucratiques des systèmes d'organisation modernes et sur leurs relations en France avec le système social et culturel*. Paris, Editions du Seuil.
- DOBRUSZKES F., FOURNEAU Y., 2007. Rechtstreekse kost en ruimtelijke verdeling van de van de vertragingen in het Brussels openbaar vervoer, In: *Brussels Studies*, nr. 7, p. 1-19.
- DOUCET, I., 2007. A Vision for Brussels: Fuel to the Urban Debate or, at Last, an End to the Brussels Trauma? In : *Footprint*, Delft School of Design Journal, n° 1, pp. 97-105.
- FURTH, P.G., MULLER, T.H.J., 2000. Conditional Bus Priority at Signalized Intersections: Better Service Quality with Less Traffic Disruption. In : *Transportation Research Record*, n°1731, pp. 23-30.
- GENARD, J.-L., 2005. Raisons techniques, raisons publiques. In : CENTRE DE RECHERCHE ARCHITECTURALE DE LA CAMBRE, 2005. *De la participation urbaine - la place Flagey*. Les cahiers de la Cambre architecture, nr. 3, pp.88-98.

- HENRY, J., 2011. *Rapport final de la simulation des carrefours de la ligne 55*. Tritel Brussels.
- HUBERT M., LEBRUN K., HUYNEN P., DOBRUSZKES F., 2014. BSI synthesesnota. De dagelijkse mobiliteit in Brussel: uitdagingen, instrumenten en prioritaire werkdomeinen. In: *Brussels Studies*, n°71.
- KAUFMAN, V., 2008. *Les paradoxes de la mobilité. Bouger, s'enraciner*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, collection Le Savoir Suisse.
- LANNOY, P., 2001. *L'intelligence des feux rouges. Sociologie d'une entreprise gestionnaire*. Thèse présentée en vue de l'obtention du titre de Docteur en Sociologie, Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences économiques, sociales et politiques Département des Sciences politiques et sociales.
- LATOUR, B., 1992., *Aramis ou l'amour des techniques*. Paris, La découverte.
- LATOUR, B., 2003., L'impossible métier de l'innovation technique - PROTEE une nouvelle méthode d'évaluation des projets fortement incertains. In: MUSTER, P., PENAN, H., 2003. *Encyclopédie de l'innovation*. Paris, Economica, pp.9-26.
- LEBRUN K., HUBERT M., DOBRUSZKES F., HUYNEN P., 2012. *Het vervoersaanbod in Brussel*. Katernen van het Kenniscentrum van de mobiliteit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, nr. 1.
- MIVB, 2003. *Feu vert aux transports publics. La télécommande des feux dans la Région de Bruxelles-Capitale. Premier Rendez-vous de progrès entre la STIB et la RBC*. Brussel.
- MIVB, 2007. *Trams, Bussen: handboek met goede praktijken voor een performant net*. Brussel.
- MIVB, BHG, 2013. *Beheerscontract 2013-2017 tussen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de Maatschappij voor Intercommunale Vervoer te Brussel*. Brussel.
- OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW, 2014. *Geïllustreerd reglement voor de wegbeheerder*.
- STERCK, A., 1993. La politique des déplacements en Région bruxelloise. In : *Courrier hebdomadaire du CRISP*. Vol. 1408-1409, nr. 23, pp. 1-60.
- TELLIER, C., 2012. *Corps technique et techniques du corps. Sociologie des ingénieurs du souterrain bruxellois (1950-2010)*. Thèse de doctorat en sciences sociales et politiques, Bruxelles, Université Libre de Bruxelles.
- TRITEL, 2014. *Étude de mobilité de, à et vers Bruxelles en 2010 et en 2040. Diagnostic 2010*, Bruxelles.
- ZITOUNI B., TELLIER C., 2013. Hoe de technische overheidsdiensten aan de stad bouwen. Strategisch time management bij het ontwerp van het plan voor stadsuitbreiding in de 19^e eeuw en bij de aanleg van de (pre)metro in de 20^e eeuw in Brussel. In: *Brussels Studies*, nr. 64.

Financiële steun

Brussels Studies wordt gepubliceerd met de steun van:



Innoviris, het Brussels Instituut voor Onderzoek en Innovatie



Universitaire Stichting



Fonds international Wernaers pour la recherche et la diffusion des connaissances



Fonds de la Recherche scientifique

Onderzoek uitgevoerd dankzij de financiering van Brussel Mobiliteit in het kader van het Kenniscentrum van de mobiliteit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Om deze tekst te citeren

BRANDELEER, Céline en ERMANS, Thomas, 2016. Beheer van de verkeerslichten als basis voor mobiliteitskeuzes. Strategische uitdagingen van een technisch instrument, In: *Brussels Studies*, Nummer 103, 19 september 2016, www.brusselsstudies.be

Links

Andere versies van deze tekst zijn beschikbaar

ePub FR : <http://tinyurl.com/BRUS103FREPub>

ePub NL : <http://tinyurl.com/BRUS103NLEPub>

ePub EN : <http://tinyurl.com/BRUS103ENEPub>

pdf FR : <http://tinyurl.com/BRUS103FRPDF>

pdf NL : <http://tinyurl.com/BRUS103NLPDF>

pdf EN : <http://tinyurl.com/BRUS103ENPDF>

De video's die verschijnen zijn in *Brussels Studies* zijn te bezichtigen op het Vimeo kanaal van *Brussels Studies* op de volgende link:
<http://vimeo.com/channels/BruS>