



Brussels Studies

La revue scientifique électronique pour les recherches
sur Bruxelles / Het elektronisch wetenschappelijk
tijdschrift voor onderzoek over Brussel / The e-journal
for academic research on Brussels
Collection générale | 2017

Cartografie van de interactiegebieden in en rond Brussel: pendelverkeer, verhuizingen en telefoongesprekken

*Cartographies des champs d'interaction dans et autour de Bruxelles : navettes,
déménagements et appels téléphoniques*

*Cartography of interaction fields in and around Brussels: commuting, moves and
telephone calls*

Arnaud Adam, Jean-Charles Delvenne et Isabelle Thomas

Traducteur : Annelies Verbiest



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/brussels/1598>

DOI : 10.4000/brussels.1598

ISSN : 2031-0293

Éditeur

Université Saint-Louis Bruxelles

Référence électronique

Arnaud Adam, Jean-Charles Delvenne et Isabelle Thomas, « Cartografie van de interactiegebieden in en rond Brussel: pendelverkeer, verhuizingen en telefoongesprekken », *Brussels Studies* [Online], Algemene collectie, nr 118, Online op 18 december 2017, geraadpleegd op 19 december 2017. URL : <http://journals.openedition.org/brussels/1598> ; DOI : 10.4000/brussels.1598

Ce document a été généré automatiquement le 19 décembre 2017.



Licence CC BY

Cartografie van de interactiegebieden in en rond Brussel: pendelverkeer, verhuizingen en telefoongesprekken

*Cartographies des champs d'interaction dans et autour de Bruxelles : navettes,
déménagements et appels téléphoniques*

*Cartography of interaction fields in and around Brussels: commuting, moves and
telephone calls*

Arnaud Adam, Jean-Charles Delvenne et Isabelle Thomas

Traduction : Annelies Verbiest

NOTE DE L'AUTEUR

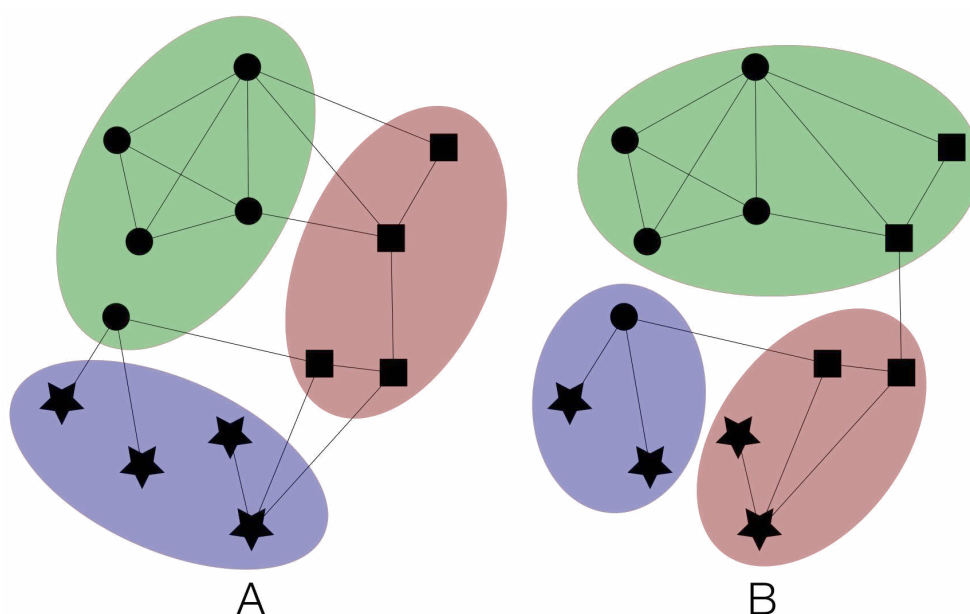
Dit artikel is geschreven in het kader van het onderzoeksproject Bru-net dat gefinancierd wordt door Innoviris. De auteurs willen ook de telecomoperator bedanken voor de uitstekende samenwerking bij de opstelling van de databank met telefoongegevens. De telecomoperator heeft zijn akkoord gegeven voor deze publicatie.

Inleiding

- 1 Op bestuurlijk en beleidsmatig vlak wordt naar Brussel vaak verwezen als het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG), hoewel de stad zich uiteraard uitstrekt over een veel grotere ruimte waarvan de grenzen niet officieel en wetenschappelijk vastgelegd zijn [zie bijvoorbeeld Van Hecke, *et al.* 2007; Dujardin *et al.*, 2007; Thomas *et al.*, 2012; Boussauw *et*

al., 2012; Vandermorten, 2016]. De vele, uiteenlopende criteria en methodes die gehanteerd worden om het Brussels grootstedelijk gebied te bepalen, zijn gebaseerd op een of meerdere sociaal-economische en/of morfologische variabelen en op methodes die voornamelijk verband houden met de drempelwaarden van de gebruikte variabelen [zie Dujardin *et al.*, 2007 of Thomas *et al.*, 2012]. In dit artikel zullen we de ruimte in en rond het BHG niet analyseren op basis van variabelen X_i die karakteristiek zijn voor de plaatsen i , maar wel op basis van de interacties w_{ij} tussen geolokalisaties i en j binnen netwerken (figuur 1).

Figuur 1. Schematische weergave van de detectie van groepen in een netwerk op basis van (A) hun overeenkomsten en (B) interacties



- 2 Economen en geografen zijn het erover eens: steden kenmerken zich door een hoge dichtheid qua bevolking, gebouwen en stedelijke functies in verhouding tot hun omgeving. Bijgevolg bevinden de actoren (ondernemingen en huishoudens) zich dicht bij elkaar en gaan zij in interactie met elkaar [zie Anas *et al.*, 1998; Fujita en Thisse, 2013, p. 187 en volgende]. In steden is een grote diversiteit aan actoren terug te vinden, die in economische en sociale netwerken interageren. Nabijheid speelt een belangrijke rol bij de vorming van menselijke en sociaal-economische banden tussen actoren [zie bijvoorbeeld Ioannides, 2012] en leidt zo tot “interactiegebieden” [Fujita en Thisse, 2013]. Stadsgebieden afbakenen en hun samenstelling bepalen is geen nieuw onderwerp in de stadsanalyse. Er heerst echter geen consensus over de toegepaste methodes en de verkregen resultaten [Duranton, 2015; Dujardin *et al.*, 2007]. Met de komst van de *big data* en *Data Science* zijn nieuwe methodes ontwikkeld, onder meer voor de “detectie van communities”, waarbij een *community* gedefinieerd wordt als een groep individuen (personen, ondernemingen, ...) die sterk interageren met elkaar. Als die individuen geëolokaliseerd zijn, lijkt de projectie van de *community* in de ruimte op de hoger genoemde “interactiegebieden”. Ondanks hun beperkingen is al gebleken dat deze nieuwe methodes en data effectieve instrumenten zijn voor stadsanalyse, -visualisatie en -planning [zie bijvoorbeeld Sagl *et al.*, 2014; Hao *et al.*, 2015].

- 3 Op basis van gegevens uit de laatste volkstelling (verhuizingen en woon-werkverplaatsingen) en de telefonische contacten wil dit artikel tonen welke plaatsen nauw verbonden zijn met elkaar in en rond Brussel en zo de “*interactiebasins*” in kaart brengen aan de hand van een methode voor de detectie van *communities* (*Louvain method* - zie punt 2). Het artikel stelt gebieden (*basins*) voor op basis van relationele gegevens (w_{ij}) en biedt een aanvulling op de traditionele territoriale dynamieken die vaak gebaseerd zijn op de overeenkomsten tussen de karakteristieken X_i van de plaatsen [Van Hamme *et al.*, 2016]. Welke zijn de sterktes en zwaktes van deze nieuwe benaderingen voor stadsanalyse? Bestaan de *basins* uit aangrenzende plaatsen? Worden de interacties tussen personen of plaatsen in en rond Brussel beïnvloed door politieke (gewestelijke, taalkundige), fysieke (bijvoorbeeld het Kanaal of het Zoniënwoud) en/of andere soorten grenzen [Dobruszkes en Vandermotten, 2006]? Hangt de vorm van deze “*basins*” sterk af van de gebruikte gegevens?

1. Gegevens

1.1. Databanken

- 4 Heel klassiek hebben we eerst en vooral de woon-werkverplaatsingen (*pendelverkeer*) en de woonmigraties (*verhuizingen*) gebruikt, zoals die gemeten zijn tijdens de laatste volkstelling (2011 - Census 11), met alle voor- en nadelen die eigen zijn aan een volkstelling [Thomas *et al.*, 2009]. Deze herkomst-bestemmingsmatrixen (HB-matrixen) zijn sinds 1981 om de tien jaar beschikbaar en hebben als voordeel dat ze overeenstemmen met duidelijke en stabiele bepalingen in de tijd, ook al worden ze sinds 2011 niet meer opgesteld op basis van het volkstellingsonderzoek maar op basis van in ander verband bestaande administratieve bestanden. We verwachten dus clusters van plaatsen te kunnen bepalen, die respectievelijk *tewerkstellingsbasins* (woon-werkverplaatsingen) en *migratiebasins* (verhuizingen) vormen, met uiteraard niveaus van onzekerheid met betrekking tot de bepaling van de arbeidsplaats (lokalisatieprobleem op de hoofdzetel in plaats van de werkelijke arbeidsplaats, meerdere of niet-vaste arbeidsplaatsen, geen rekening houden met bepaalde categorieën van werknemers zoals internationale ambtenaren, ...)[zie bijvoorbeeld Verhetsel *et al.*, 2009] of woonplaats (aangegeven en niet-werkelijke verblijfplaats, meerdere verhuizingen in één jaar, ...) [zie Eggerickx *et al.*, 2012].
- 5 Met de huidige informatie- en communicatietechnologieën (ICT) kan er meer en meer informatie in real time verzameld worden, wat een nuttige aanvulling is op de volkstelling [Debusschere *et al.*, 2017]. We worden bedolven onder de gegevens, maar in tegenstelling tot andere delen van de wereld [zie bijvoorbeeld Liu *et al.*, 2015] zijn de Belgische publieke en private overheden terughoudend om die gegevens toegankelijk te maken, vooral wanneer ze gegeocodeerd zijn. We gebruiken hier de *telefoongegevens* van een grote operator voor de periode april/mei 2015. Het gaat om alle mobiele telefoongesprekken tussen twee nummers van de operator, waarbij de gesprekken gegeocodeerd zijn op schaal van de antennes op het ogenblik van het telefoongesprek. Alleen gesprekken met minstens één antenne in de voormalige provincie Brabant zijn in aanmerking genomen, goed voor meer dan 13 miljoen telefoongesprekken in de hoger vermelde periode. Ter herinnering: het artikel van Blondel *et al.* (2010) had betrekking op heel België en de telefoongesprekken waren gelokaliseerd op de plaats van facturering en

gegeocodeerd op schaal van de gemeente. In het kader van dit artikel beschikken we over de gegevens op schaal van de *antenne* op het ogenblik van het telefoongesprek en dus op de plaatsen waar beller en gebelde zich bevonden tijdens het gesprek. Ook deze gegevens hebben hun beperkingen [Debusschere *et al.*, 2017] en in het geval dat ons interesseert, werd alleen rekening gehouden met één telecomoperator en een waarnemingsperiode van één maand. De aard (professioneel of privé), de duur en het onderwerp van het gesprek zijn niet gekend en in de analyse wordt geen rekening gehouden met de telefoongesprekken met de rest van België/de wereld. Ondanks die beperkingen zijn 13,4 miljoen telefoongesprekken in aanmerking genomen voor de analyse. De bedoeling is om *telefoonbassins* te bepalen en dus een vorm (een van de meerdere) van sociale relaties overdag en 's nachts te meten in en rond Brussel.

1.2. Geografische keuzes

- 6 De *grenzen van een studieomgeving* en de indeling ervan bepalen is vaak geen sinecure, vooral wanneer het gaat om een stad waarvoor er geen consensus heerst over de precieze grenzen en die zich uitstrekt over drie gewesten (Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Vlaams Gewest en Waals Gewest). Om discussies te vermijden, wordt in dit artikel de vroegere *provincie Brabant* als studieomgeving gekozen. Deze entiteit werd in 1815 opgericht en is vandaag opgesplitst in drie entiteiten: het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (1,2 miljoen inwoners), de provincie Vlaams-Brabant in het noorden (1,1 miljoen inwoners) en de provincie Waals-Brabant in het zuiden (0,4 miljoen inwoners)(Bijlage). De provincie Brabant omvat het grootste deel van de Brusselse stedelijke agglomeratie [zie Thomas *et al.*, 2012 voor een synthese] maar ook Leuven, waarvan de ligging in het grootstedelijk gebied bediscussieerd wordt en te bediscussiëren valt.
- 7 Hoewel de kaarten in dit artikel *inzoomen* op Brabant, zijn de analyses uitgevoerd over heel België voor de verhuizingen en woon-werkverplaatsingen, om neveneffecten te vermijden in een land met een dicht stadsnetwerk, zonder de algemene aanblik van de partities te veranderen (tests uitgevoerd in Brabant, die geen verband hielden met de rest van het land maar die hier niet weergegeven worden - zie ook Thomas *et al.*, 2017). Zoals reeds vermeld in punt 1.1, is dat niet het geval voor de telefoongesprekken, waarbij alleen de gesprekken met minstens één antenne in Brabant in aanmerking genomen zijn.
- 8 De aangeboden kaarten zijn voornamelijk gemaakt op schaal van de 111 *gemeenten* van de vroegere provincie Brabant om de resultaten onderling te kunnen vergelijken. De reden voor die keuze is dat de gemeente de fijnste geolokalisatie is die verkregen werd voor de verhuizingen, en dus de kleinste gemene deler voor de drie analyses is. De kleinste ruimtelijke eenheden voor het pendelverkeer zijn de statistische sectoren (3 395 in totaal). Voor de telefoongesprekken gaat het om 1 168 antennes waarrond Thiessen-polygonen¹ getekend zijn om van het punt (antenne) te komen tot de theoretische oppervlakte die door deze antennes gedekt wordt. Die polygonen zijn echter maar een theoretische benadering van de realiteit, aangezien (1) ze geen rekening houden met de plaatselijke omstandigheden (gebouwen die het bereik beperken, ontvangstvermogen van de antennes, ...) en (2) ze elkaar nooit overlappen terwijl in werkelijkheid twee naburige antennes een gemeenschappelijke zone dekken (doorsnede van twee bollen) [Zandbergen, 2009].

2. Methode

- 9 De methodes voor de *identificatie van communities* uit de wereld van de wiskundige analyse van sociale netwerken zijn de voorbije tien jaar populair geworden voor de analyse van complexe netwerken [zie bijvoorbeeld Ratti *et al.*, 2010; Fortunato, 2010]. Deze methodes hebben als doel om partities (structuren bestaande uit *communities*) te vinden die de dichtheid van de verbanden binnen groepen maximaliseren in verhouding tot de dichtheid van de verbanden tussen groepen, om dichte subnetten te vinden in grote netwerken. In het kader van een exacte of heuristische toepassing zijn ze bijzonder efficiënt en bieden ze een brede waaier aan methodes die gewogen verbanden, gestuurde verbanden, hiërarchische structuren of zelfs de overlapping van de zo geschetste gebieden mogelijk maken. Een populaire methode om de *communities* bloot te leggen, bestaat erin om voor iedere partitie een maat te berekenen (de *modulariteit* van de partitie genoemd), die de kwaliteit van de indeling kwantificeert om dan vervolgens de partitie met de maximale modulariteit te vinden [Newman, Girvan, 2004]. Om in korte tijd een partitie met een heel goede, maar misschien niet maximale, modulariteit te berekenen, kan bijvoorbeeld de *Louvain methode* toegepast worden [Blondel *et al.*, 2008]. Deze heuristische methode maximaliseert de modulariteit in twee opeenvolgende, iteratieve stappen. Tijdens de eerste stap groepeerde de methode de knooppunten die bevoorrechte uitwisselingen hebben en de modulariteit van de *communities* maximaliseren. Wanneer alle knooppunten ingedeeld zijn, gaat de Louvain methode over naar de tweede stap, waarbij de knooppunten van elke *community* samengevoegd worden tot supraknooppunten. Zij vertegenwoordigen dus de *communities* die tijdens de eerste stap gevormd zijn. Vervolgens keert de Louvain methode terug naar stap 1 en tracht zij de supraknooppunten wiens verbanden de modulariteit maximaliseren te groeperen, alvorens weer naar stap 2 over te gaan. Stap 1 en 2 worden dus achtereenvolgens toegepast zolang de Louvain methode geen maximale modulariteit benaderd heeft.
- 10 De *modulariteit* heeft als grootste nadeel dat er *communities* van middelgrote en homogene omvang gedetecteerd worden (de som van de interne verbanden binnen de gemeenschappen). Deze middelgrote gemeenschappen geven slechts één aspect weer van de bevoorrechte uitwisselingen van de knooppunten binnen een netwerk. Een reëel netwerk is immers een complexe structuur die uit meerdere niveaus bestaat: grotere *communities* kunnen kleine *communities* omvatten. Middelgrote *communities* detecteren op basis van de modulariteit op één enkel niveau is bijgevolg niet zinvoller dan kleine *communities* detecteren. Om de verschillende indelingsschalen van een netwerk te begrijpen, veranderen we het begrip modulariteit zoals het geïmplementeerd is in de Louvain methode door een parameter ρ in te voeren, die de grootteorde van de omvang van de gezochte *communities* uitdrukt: kleine ρ -waarden bevorderen een indeling in veel *communities*, grote waarden neigen naar een klein aantal *communities* [Delvenne *et al.*, 2013]. We verwijzen naar twee andere artikels voor de analyse van de afhankelijkheid van de resultaten van de ρ -waarde [Adam *et al.*, 2017 en Thomas *et al.*, 2017] en opteren hier voor een eenheidswaarde, namelijk de standaardversie van de Louvain methode.
- 11 De resultaten worden weergegeven in de vorm van kaarten, waarvoor de keuze van de kleuren willekeurig is. De dunne lijnen stemmen overeen met de gemeentegrenzen, de dikkere met de provinciegrenzen. Aangezien de heel kleine entiteiten niet genoeg waarnemingen bevatten, zijn deze wit gelaten. We weten dat de Louvain methode

gevoelig is voor de volgorde van de ingelezen knooppunten. Om deze bias te vermijden en de robuustheid van de resultaten te kunnen meten, wordt de methode 1 000 keer na elkaar toegepast, waarbij de volgorde van de knooppunten tussen twee toepassingen willekeurig gewijzigd wordt. Het percentage van de keren dat een knooppunt bij dezelfde *community* hoort, vertelt namelijk meer over de stabiliteit van het resultaat en de onafhankelijkheid van de volgorde van de plaatsen. Dit percentage wordt weergegeven op *choropletenkaarten* (statistische kaarten die relatieve kwantiteiten, gekoppeld aan geografische gebieden, vertegenwoordigen door middel van een *schaal* van oplopende tinten) en/of door *arceringen* op *chorochromatische kaarten* (gekleurde kaarten die een nominale variabele vertegenwoordigen, in dit geval de indeling bij een *community*). Op bepaalde kaarten hebben we ook de knooppunten aangestipt waar zich de meeste verbanden concentreren en die in zekere zin *centraliteiten* vormen (zwarte punten op de kaart). Daartoe hebben we het aantal verbanden voor ieder Belgisch knooppunt genomen en de methode van Jenks² toegepast op de verdeling om de meest verbonden plaatsen uit te lichten. Elke partitie gaat gepaard met eenvoudige statistieken, zoals het aantal plaatsen waaruit iedere *community* bestaat en het percentage plaatsen waarvan de indeling tijdens de 1 000 toepassingen niet stabiel is. Tot slot worden de overeenkomsten tussen de kaarten gekwantificeerd op basis van de NMI (Normalized Mutual Information), die de hoeveelheid gelijkaardige informatie die voorkomt op twee kaarten meet. Deze index krijgt de waarde 0 wanneer de twee kaarten compleet verschillend zijn en de waarde 1 wanneer ze identiek zijn [zie bijvoorbeeld Fred en Jain 2003].

3. Resultaten

- 12 Iedere gegevensmatrix maakt het voorwerp uit van een paragraaf, waarbij de eerste meer details geeft over de methodologie. De kaartcommentaar beperkt zich tot de essentie. De lezer is vrij om de soms anekdotische details te bekijken. Het is onze bedoeling om slechts enkele lees pistes aan te reiken.

3.1. Woon-werkverplaatsingen

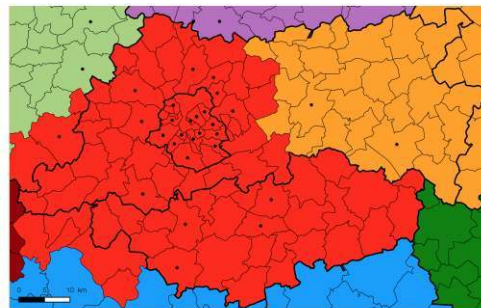
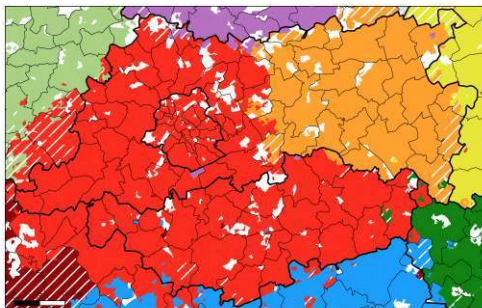
- 13 In tegenstelling tot de verwachtingen heeft het *ruimtelijk aggregatieniveau* van de gegevens geen invloed op het optimale aantal of de globale ruimtelijke structuur van de *communities* die gebaseerd zijn op de dagelijkse woon-werkverplaatsingen (figuur 2 en 3). De berekende *communities* op basis van de statistische sectoren hebben gewoonweg meer gedetailleerde randen maar vele sectoren zijn niet ingedeeld omdat ze niet geobserveerd zijn.
- 14 Ongeacht het aggregatieniveau tekenen zich twee *bassins* af die gevormd worden door *aangrenzende* plaatsen: enerzijds het *werkgelegenheidsbassin* van Brussel dat het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, het arrondissement Halle-Vilvoorde en Waals-Brabant omvat, en anderzijds het *bassin* van *Leuven* dat het arrondissement Leuven dekt, met uitzondering van – en dat is geen verrassing – enkele grensgemeenten zoals *Tervuren*, *Huldenburg* en *Kortenbergh*, die bij het *bassin* van Brussel horen. Merk op dat *Leuven* wel degelijk een volwaardige *community* vormt, niet omdat er geen enkel verband bestaat tussen dit *bassin* en het *bassin* van Brussel maar wel omdat de plaatsen waaruit het *bassin* bestaat onderling meer pendelaars uitwisselen dan met de rest van de Belgische gemeenten (dat betekent dus niet dat er geen uitwisselingen zijn tussen de rode en oranje gemeenten op de

kaarten van figuur 2 en 3). Figuur 4 geeft de uitwisselingen tussen de *communities* grafisch weer. Voor de duidelijkheid zijn de uitwisselingen tussen *community* 1 (Leuven) en 2 (Brussel) weergegeven, terwijl de uitwisselingen van de andere *communities* in België samengevoegd zijn in een virtuele groep *a*. Deze cirkelvormige grafiek vestigt duidelijk de aandacht op de manier waarop de *Louvain Method* de gemeenten in *communities* indeelt: de *communities* hebben vele interne uitwisselingen en weinig externe uitwisselingen.

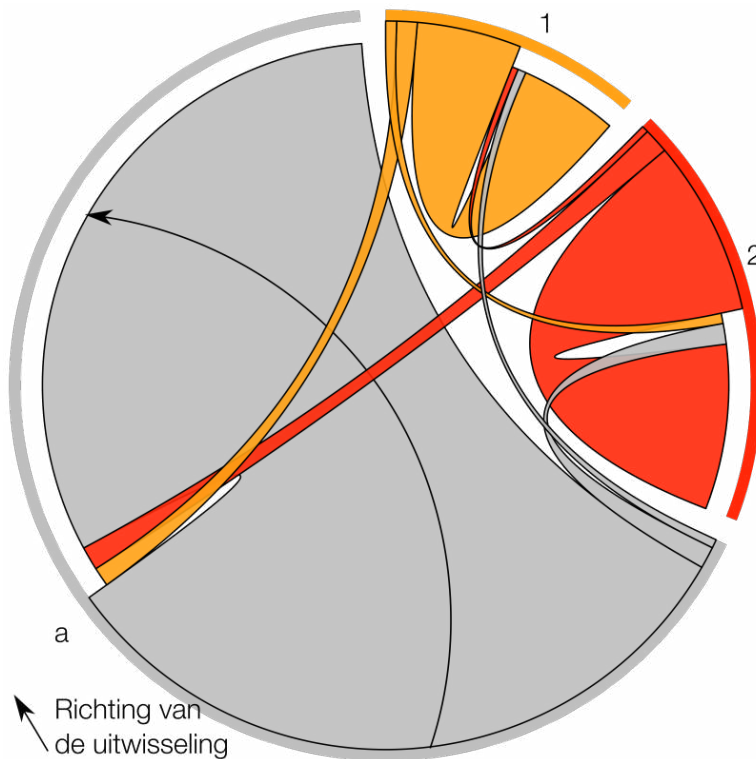
- 15 Hoewel de gemeente *Nivelles* ingedeeld is in de *community* Brabant, vertoont haar indeling een zekere instabiliteit, wat zich uit in een neiging tot gedeelde uitwisselingen met het *bassin* van Henegouwen (figuur 2). In overeenstemming met de geschiedenis van de werkgelegenheid en de spoorinfrastructuur [zie Verhetsel *et al.*, 2009], is het *bassin* van Brussel uitgestrekter in het westen en zuidwesten, waar het de provincie- en gewestgrenzen ruimschoots overschrijdt. Tot slot merken we op dat de *provinciegrenzen* vrij goed overeenstemmen met de grenzen van de *communities*, zoals Thomas *et al.* (2017) bevestigt: ook al zijn die grenzen voer voor discussie en zullen zij mogelijk verdwijnen, toch komen zij duidelijk tot uiting in de werking van de arbeidsmarkt. In hetzelfde opzicht is de taalgrens niet overschrijdbaar in het oostelijk deel van het studiegebied, terwijl de taalgrens van *Rixensart/Overijse* tot het uiterste westen van het studiegebied helemaal geen barrière vormt op het vlak van woon-werkverplaatsingen.

Figuur 2. *Communities* op basis van de woon-werkverplaatsingen 2011 op schaal van de statistische sectoren

Figuur 3. *Communities* op basis van de woon-werkverplaatsingen 2011 op schaal van de gemeeten



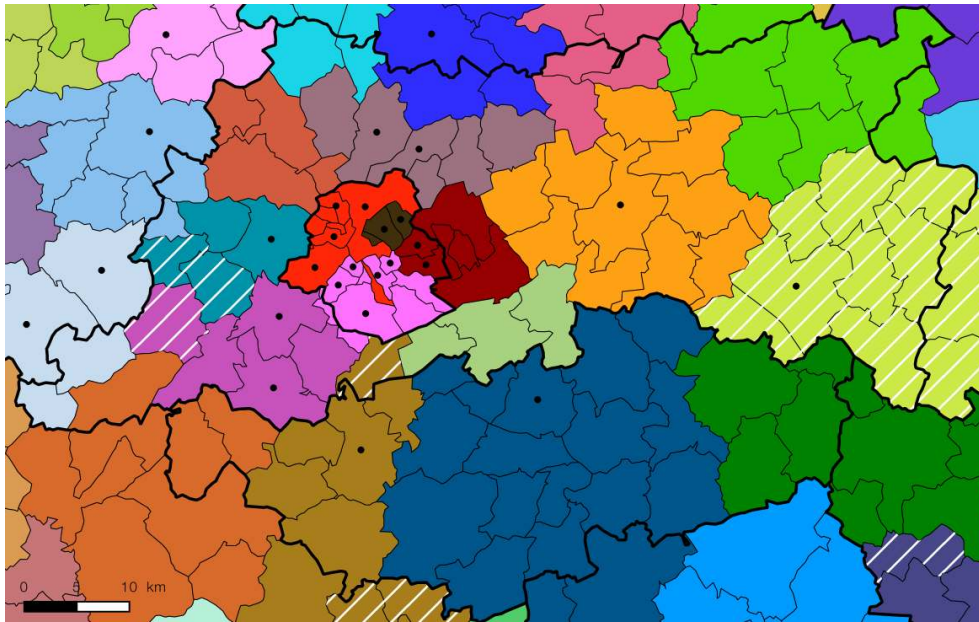
Figuur 4. Stromen van het pendelverkeer tussen de *community* 1 (Leuven), 2 (Brussel) en alle andere Belgische *communities* (a)



- 16 We herinneren eraan dat iedere kaart het resultaat is van 1 000 toepassingen van de methode op eenzelfde reeks gegevens en dat er aan iedere plaats dus een mate van zekerheid van de indeling gekoppeld kan worden (zie punt 2). Uit figuur 3 (evenals uit tabel 1 wat verder) blijkt dat minder dan 5 % van de knooppunten een onzekere indeling heeft. Ze zijn voornamelijk aan de rand van de provincie gelegen (*Londerzeel* en *Kapelle-op-den-Bos* in het noorden en *Nivelles* in het zuiden).
- 17 Wanneer we het over een *werkgelegenheidsbassin* hebben, hebben we het uiteraard ook over een *werkgelegenheidscentrum*. De *Louvain Method* vereist geen vooraf vastgelegde, centrale lokalisatie: ze deelt de individuen in een gemeenschap in op basis van de intensiteit van de verbanden tussen hen, en dit los van de lokalisatie. Met andere woorden, de *werkgelegenheidscentra* zijn a priori niet aangeduid en het begrip *werkgelegenheidsbassin* zou voer voor discussie kunnen worden. De berekening van de centraliteiten achteraf (zie punt 3) vestigt echter de aandacht op de meeste gemeenten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en aangrenzende gemeenten zoals *Dilbeek*, *Asse*, *Grimbergen*, *Vilvoorde*, *Machelen* en *Zaventem*, maar ook gemeenten zoals *Halle* en *Leuven* en de tewerkstellingspolen van Waals-Brabant (*Wavre*, *Ottignies-Louvain-la-Neuve*, *Braine-l'Alleud* en *Nivelles*).
- 18 Kortom, deze nieuwe methode voor de analyse van het pendelverkeer maakt duidelijk dat de indeling in *communities* robuuste resultaten oplevert (weinig gearceerde gebieden), dat er maar twee clusters (*bassins*) optimaal naar voren komen, dat de omvang van de segmenten (statistische sectoren, gemeenten) de algemene aanblik van de partitie weinig of niet verandert en dat de *communities* bestaan uit aangrenzende plaatsen (de afstand heeft een invloed op het pendelgedrag).

3.2. Woonmigraties (verhuizingen)

- 19 Woonmigraties en woon-werkverplaatsingen zijn twee soorten verplaatsingen van personen tussen plaatsen, die echter beantwoorden aan totaal verschillende ruimtelijke keuzemechanismen en territoriale gewoonten. Het is dus geen verrassing dat de verkregen partities *verschillend* zijn (NMI migraties-pendelverkeer: 0,64). De analyseresultaten worden cartografisch samengevat in figuur 5: de versnippering van Brabant is veel groter (21 *communities* in plaats van 2 voor het pendelverkeer) en resulteert in kleine clusters van gemeenten, waartussen de veranderingen van woonplaats zeer sterk zijn. Een ander gegeven en dus een andere partitie, maar wel één constante: de groepen bestaan uit aangrenzende gemeenten. De *communities* zijn heel klein in omvang (2 tot 16 gemeenten): de verhuizingen in en rond Brussel betreffen een *heel korte afstand*. Hoewel enkele gemeenten de buitengrens van de provincie Brabant deels overschrijden, komen slechts twee *communities* over de taalgrens. Zo maakt *Sint-Genesius-Rode* deel uit van dezelfde *community* als *Braine-l'Alleud* en *Nivelles*, zij het weliswaar met een beetje onzekerheid (arcering), en maakt *Herne* deel uit van dezelfde *community* als *Soignies/Braine-le-Comte/Enghien*. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is onderverdeeld in vier *communities*: (1) een noordwestelijk deel, (2) een zuid-zuidwestelijk deel dat ook *Linkebeek* en *Drogenbos* omvat, (3) een kleine *community* bestaande uit *Sint-Joost-ten-Node*, *Evere* en *Schaarbeek*, en (4) een *community* die *Sint-Lambrechts-Woluwe* en *Sint-Pieters-Woluwe* omvat en zich uitstrekt tot *Tervuren* en *Zaventem* [Van Criecking, 2006; De Maesschalck et al., 2015; Vandermotten et al., 2009].
- 20 Wat de verhuizingen betreft, hebben de afstand, het grondgebied en de taal een grotere invloed op de ruimtelijke keuzes dan bij de woon-werkverplaatsingen. De knooppunten met een onzekere indeling vertegenwoordigen 17 % van het totaal. Dit percentage ligt heel wat hoger dan bij de woon-werkverplaatsingen (5 %). Met andere woorden, de partitie is minder robuust dan die van het pendelverkeer (arceringen) en de plaatsen zijn verdeeld over meerdere polariteiten. De geografie van de verhuizingen kan dus niet gebruikt worden in plaats van het pendelverkeer: het gaat om een heel andere ruimtelijkheid (men kiest voor een job ver van huis, uit enkele tewerkstellingspolen, maar wanneer men verhuist, tracht men eventueel dicht bij vrienden, school, hobby's, enzovoort te blijven).

Figuur 5. Optimale indeling in *communities* op basis van de woonmigratiegegevens uit 2011

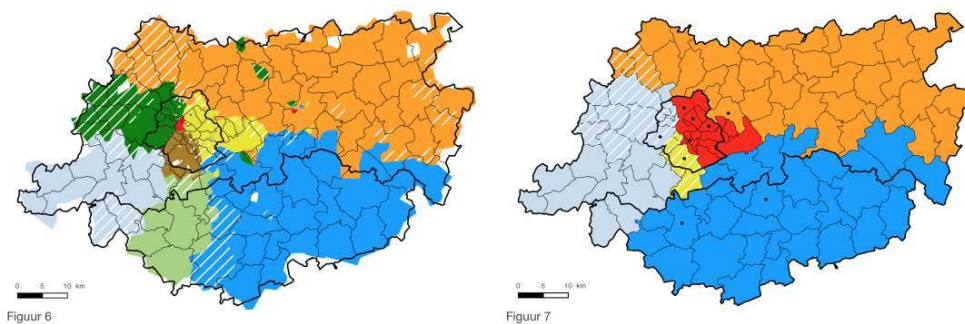
3.3. Telefoongesprekken

- 21 De indeling in *communities* van de matrix van de mobiele telefoniestromen, gemeten van antenne tot antenne, is opgenomen in figuur 6 en 7. We wijzen er nogmaals op dat we hier enkel beschikken over de telefoongesprekken waarbij minstens een van de twee antennes zich in de provincie Brabant bevindt. Dit verklaart waarom we ervoor gekozen hebben om niet in kaart te brengen wat buiten de provincie Brabant gebeurt. Om de chorochromatische kaarten te kunnen vergelijken, werden Thiessen-polygonen getekend rond de antennes en in *communities* ingedeeld (figuur 6). Die gegevens werden eveneens geaggregeerd op schaal van de gemeenten en opnieuw in *communities* ingedeeld (figuur 7).
- 22 In overeenstemming met eerdere onderzoeken op schaal van België [Blondel *et al.*, 2010; Expert *et al.*, 2011] bestaan de mobiele telefoniegebieden hoofdzakelijk uit *aangrenzende* plaatsen: er wordt vaker gebeld naar mensen die zich dichtbij bevinden in de ruimte. In tegenstelling tot punt 3.1, heeft de *ruimtelijke aggregatie van de gegevens* deze keer een kleine impact op de resultaten. De algemene aanblik is dezelfde, maar het optimale aantal *communities* ligt lichtjes hoger voor de fijne segmenten (8 *communities* in figuur 6) dan voor de grote (5 *communities* in figuur 7). Door aggregatie verdwijnen ruimtelijke details in het geval van de telefoniegegevens: het CBD (Central Business District - centrum van Brussel) is niet meer zichtbaar op de geaggregeerde kaart (figuur 7), de *community Braine-l'Alleud/Nivelles* is verdwenen en het westelijk deel van de rand vormt nog maar één *community*. Door te aggregeren, gaat informatie verloren, wat een impact heeft op de ruimtelijke indeling, terwijl dat geen invloed had bij de woon-werkverplaatsingen, zoals bevestigd wordt door andere lopende onderzoeken [zie Decuyper *et al.*, 2017].
- 23 De fijne ruimtelijke eenheden (figuur 5) leveren een stadsstructuur “in sectoren” (model van Hoyt) op: het CBD (in het rood) is heel klein maar vertegenwoordigt 4,5 % van alle telefoongesprekken. Er wordt dus vaak naar elkaar gebeld ondanks de nabijheid. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (exclusief het CBD) is onderverdeeld in drie *communities*

(west, oost en zuid), die zich ruimtelijk gezien heel wat verder uitstrekken dan de gewestelijke perimeter, in dezelfde richting, weliswaar soms met een beetje meer onzekerheid wanneer men verder van Brussel verwijderd is (arceringen). Die uitstrekking kan verklaard worden door hetzij verschillende sociaal-economische kenmerken, hetzij doordat een persoon per definitie van overal mobiel kan telefoneren, zonder dat daarbij per se een woon- of arbeidsplaats betrokken is.

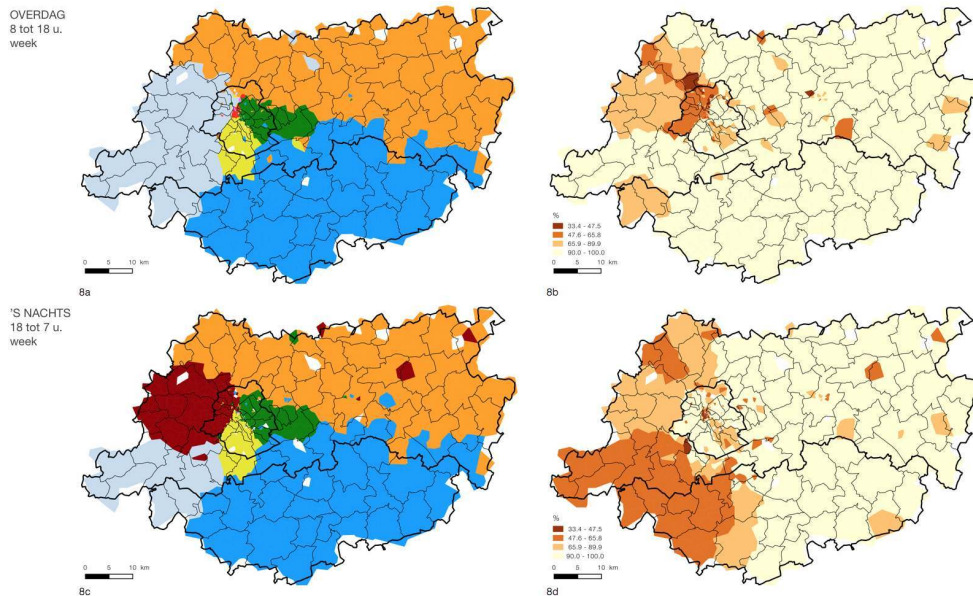
- 24 Wat de telefoongesprekken betreft, respecteert het tracé van de *communities* de *gewestgrenzen* (Brussel) en de *provincie-/taalgrenzen* niet zo goed als bij de woonwerkverplaatsingen en verhuizingen. De gemeenten *Overijse*, *Huldenberg*, *Oud-Heverlee* en het zuidelijk deel van de gemeenten *Bierbeek*, *Hoegaarden*, *Tienen* en *Landen* maken bijvoorbeeld deel uit van het *telefoonbassin* Waals-Brabant Oost; de taalgrens is dus heel wat meer *overschrijdbaar* op het vlak van telefonie dan op het vlak van woonmigraties en pendelverkeer. *Tubize* en *Rebecq* (Franstalige gemeenten) vallen ook onder de *telefooncommunity* Halle (Nederlandstalige gemeente). Tot slot wijzen we erop dat de *community* *Leuven* zich deze keer uitstrekt naar de gemeenten in het noorden van de provincie tot in *Grimbergen*.

Figuur 6. Mobiele *telefoonbassins* op schaal van de Thiessen-polygonen rond de antennes
Figuur 7. Mobiele *telefoonbassins* voor geaggregeerde gegevens op schaal van de gemeenten



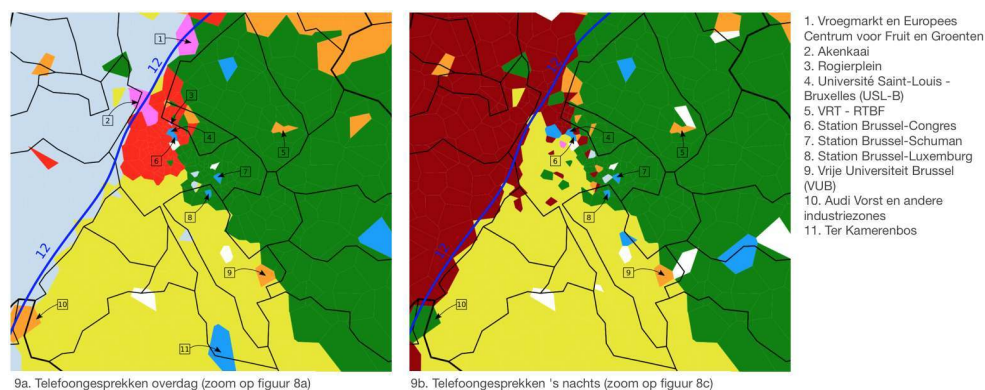
- 25 Naast de lokalisatie beschikken we ook over het tijdstip van ieder telefoongesprek, wat analyses in tijd en ruimte mogelijk maakt. Zo geeft figuur 8 de optimale indeling in *communities* op werkdagen weer voor overdag (figuur 8a) en 's nachts (figuur 8c) op schaal van de Thiessen-polygonen rond de antennes. De verschillen tussen beide kaarten zijn kleiner dan verwacht (NMI dag-nacht: 0,74) en komen neer op de verdwijning van het CBD 's nachts (lege kantoren en gesloten winkels) en een indeling 's nachts van het westelijk deel in twee *communities*: één in het noorden gericht op *Asse* en *Dilbeek* (figuur 8c, donkerbruin) en één in het zuiden gericht op *Halle* en *Tubize* (figuur 8c, lichtblauw). Figuur 8b en 8d vullen deze geografie aan door de robuustheid van de indelingen te verduidelijken. Hier wordt de voorkeur gegeven aan choropletenkaarten, want de Thiessen-polygonen zijn heel klein, waardoor arceringen op chorochromatische kaarten onleesbaar zouden zijn. De sterkste onzekerheden bevinden zich in het westen van het studiegebied, maar hebben ook een impact op enkele afgelegen plaatsen die willekeurig verspreid liggen in het studiegebied.

Figuur 8. Mobiele *telefoonbassins* op schaal van de Thiessen-polygonen rond de antennes overdag (8a) en 's nachts (8c), evenals de onzekerheid van de indelingen (8b en 8d)



- 26 Figuur 9 ten slotte zoomt in op het centrale deel van figuur 8a (overdag) en figuur 8c ('s nachts). Voor een vlotte leesbaarheid vermelden we enkele namen van plaatsen als richtpunten. Sommige polygonen vormen *eilanden*, die ingedeeld zijn in een *andere community* dan die errond, wat op deze analyseschaal breekt met de eerste wet van de geografie (Tobler): *dingen die zich in elkaars nabijheid bevinden, hangen meer met elkaar samen dan dingen die ver van elkaar af liggen*, wat we duidelijk kunnen waarnemen op de geaggregeerde schaal van de gemeenten. Zo zijn de antennes die de terreinen van de VUB en VRT dekken, ingedeeld in de *community Leuven*, terwijl de antennes die de stations Luxemburg, Schuman en Congres dekken, ingedeeld zijn in de *community Waals-Brabant*. Deze structuren zijn gedetecteerd voor zowel de telefoongesprekken overdag (figuur 9a) als de telefoongesprekken 's nachts (figuur 9b).

Figuur 9. Mobiele *telefoonbassins* (zoom op het centrum van Brussel)



- 27 We kunnen hier besluiten dat op het vlak van *telefooncommunities* de stad de grenzen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest overschrijdt en dat de grenzen van de clusters de taalgrens niet nauwgezet respecteren, in tegenstelling tot wat vermeld werd door Blondel *et al.* [2010] op schaal van het land. Dit komt door de aard van de gegevens: Blondel *et al.*

[2010] gebruikten de factuuradressen, terwijl wij hier de plaats op het ogenblik van het telefoongesprek gebruiken. Bovendien betroffen het ook gegevens van een andere telecomoperator en zit er zeven jaar tussen beide analyses.

- 28 Om te besluiten, worden in tabel 1 de verkregen resultaten voor iedere database samengevat qua optimaal aantal *communities* (*a*) en in percentage (%) plaatsen (knooppunten), waarvan hun indeling in een groep niet zeker is. Deze kwantiteiten bevestigen de kaartcommentaar: heel kleine en dus vele groepen voor de verhuizingen en grote onzekerheden qua indeling voor de telefoongesprekken.

Tabel 1. Vergelijking van de verkregen indelingen in de provincie Brabant

	<i>a</i>	%
Figuur 2 Pendelverkeer (stat. sectoren)	2	3,9
Figuur 3 Pendelverkeer (gemeenten)	2	4,5
Figuur 5 Verhuizingen (gemeenten)	21	16,6
Figuur 6 Telefoongesprekken (antennes)	8	21,3
Figuur 7 Telefoongesprekken (gemeenten)	5	19,8
Figuur 8a Telefoongesprekken (antennes - overdag)	7	35,4
Figuur 8c Telefoongesprekken (antennes - 's nachts)	7	40,0

(*a*: optimaal aantal gedetecteerde *communities*; %: percentage plaatsen waarvan de indeling in een *community* niet stabiel is tijdens 1.000 toepassingen)

Besluit

- 29 Het detecteren van *communities* in (grote) relationele databanken is een recente benadering die nog maar zelden toegepast is op een grootstedelijk gebied [Zhong *et al.*, 2014]. Het geval Brussel biedt ons de mogelijkheid om aan de hand van drie voorbeelden van gegevens de structurerende macht van de onderlinge relaties tussen plaatsen te verduidelijken. De kaarten in dit artikel geven clusters van plaatsen met intense verbanden (w_{ij}) weer. Ze bakenen de Brusselse ruimte af en delen die tegelijkertijd in. Ze maken duidelijk hoe complex de stedelijke ruimtelijke realiteit (in Brussel) is en herinneren eraan hoe belangrijk het is om de aard van de gebruikte variabele te kennen alvorens operationele conclusies te trekken. We overlopen de vragen uit de inleiding nog eens één voor één:

1. Woon-werkverplaatsingen, verhuizingen en telefoongesprekken zijn de drie databanken die we hier gebruikt hebben. Zoals blijkt uit hun definitie, leiden ze tot verschillende ruimtelijke structuren (aantal en samenstelling van de *communities*). De vorm en het aantal *bassins* hangen sterk af van de gebruikte gegevens. Dit feit is op zich niet zo verrassend en is de moeite waard om aan herinnerd te worden nu we meer en meer stadsmodellen van het type *data crunching* zien opduiken als gevolg van de massa beschikbare gegevens. Tijdens de kaartanalyse is het van belang om stil te staan bij de aard en de beperkingen van de

gegevens en methodes. De kaarten tonen ons echter vrij sterke en bovendien vaak bekende ruimtelijke structuren, alsof de ruimte, en in het bijzonder het stadsnetwerk, een zeker “evenwicht” bereikt heeft [gesuggereerd door Fujita en Thisse, 2013 maar ook uitvoerig besproken door Pumain, 2017].

2. De wiskundig verkregen *communities* bestaan gemiddeld uit *aangrenzende plaatsen*, terwijl de geolokalisatie (en dus de afstand tussen plaatsen) geen deel uitmaakt van de invoergegevens in het kader van de gehanteerde methode (Louvain Method). Dit versterkt het idee dat verbanden sterker zijn tussen nabije plaatsen in overeenstemming met Gaspar en Glaeser [1998], Fujita en Thisse [2013, p. 191], of nog de wet van Tobler (1970), die welbekend is bij geografen (“Alles interageert met elkaar, maar de kans is groter dat twee nabije objecten interageren dan twee objecten die ver van elkaar af liggen” [Sui, 2004]), en zelfs met zwaartekrachtmodellen zoals dat van Reilly [1932].
 3. De *communities* overschrijden de grenzen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, wat de uitbreiding van het grootstedelijk grondgebied als een olievlek bevestigt [Thomas *et al.*, 2012]. Er tekenen zich *sterke ruimtelijke structuren* af op basis van de drie databanken: de verankerde *communities* in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest strekken zich uit naar de rand (buiten het BHG), Leuven blijkt een volwaardig *bassin* van interacties te zijn, en in het westen van het bestudeerde gebied tekent zich een ruimtelijke realiteit gericht op *Asse* en *Halle* af. Waals-Brabant vertoont een geografie die sterk afhangt van de aard van de interacties: het vormt een geheel op het vlak van woon-werkverplaatsingen en vier afzonderlijke *bassins* op het vlak van mobiele telefonie (*Tubize/Braine-l’Alleud/Nivelles*, de driepool *Wavre/Ottignies/Louvain-la-Neuve* en *Jodoigne* in het oosten). Sommige clusters van plaatsen zijn dus heel stabiel, andere zijn onzekerder, wat bepaalde resultaten die gepubliceerd zijn voor andere steden [Lawlor *et al.*, 2012] en de vele facetten van een stad bevestigt.
 4. De Brusselse gemeenschappen strekken zich uit tot over de gewestgrenzen, wat de politieke opsplitsing in drie gewesten enigszins omverwerpt. Het is dus zaak om zeer voorzichtig te zijn en deze realiteiten te beheersen door middel van speciaal daarvoor bestemde theorieën en instrumenten. Want hoe kan er een coherent beleid gevoerd worden als de waargenomen grenzen niet stroken met de planningsgrenzen [ter bevestiging van De Maesschalk *et al.*, 2015 of Liu *et al.*, 2015 voor andere plaatsen en andere problematieken]? Bijgevolg kunnen we ons ook vragen stellen bij de conclusies van onderzoeken die zich beperken tot Vlaanderen of Wallonië (al dan niet met Brussel erbij). Wat echter verrassender is, is dat de grenzen van de gemeenschappen vaak overeenstemmen met de *provinciegrenzen*, ook al zullen die grenzen wellicht verdwijnen [Thomas *et al.*, 2017].
 5. De gehanteerde methodes zijn vooral van toepassing op *big data*. We weten dat de overheids- en privédiensten momenteel beschikken over nooit eerder vrijgegeven en georeferende bronnen van onbenutte gegevens. We kunnen hen dan ook alleen maar aanmoedigen om zich uit te rusten met *specifieke instrumenten en documentatiecentra* of deze gegevens toegankelijk te maken, want ze maken het mogelijk om moeilijk meetbare realiteiten (bijvoorbeeld de dag- en nachtpopulatie via telefoongesprekken) te analyseren. Ze vormen een reëel potentieel om meer inzicht te krijgen in de stedelijke processen en om de planning en het bestuur te verbeteren.
- 30 *Data sciences* en *big data* zijn nieuwe, interessante instrumenten voor stadsanalisten. Toch is het zaak om niet alleen verwonderd te zijn over de cartografische en technologische vooruitgang, maar ook om goed te begrijpen welke nieuwe wegen zij kunnen banen om - de stedelijke complexiteit te vatten, te meten en in modellen te gieten. Tot deze discussie hebben we met dit artikel een aanzet trachten te geven.

Bijlage. Gemeenten van de voormalige provincie Brabant



BIBLIOGRAPHIE

ADAM, A., DECUYPER, A., DELVENNE, J.-C., THOMAS, I., 2017. *On the robustness of the Louvain Method to detect communities: examples on Brussels* (ingediend)

ANAS, A., ARNOTT, R., SMALL, K., 1998. Urban spatial structure. In: *Journal of Economic Literature*. vol. 36, nr. 3, pp. 1426-1464

BLONDEL, V., GUILLAUME, J., LAMBIOTTE, R., LEFEBVRE, E., 2008. Fast unfolding of communities in large networks. In: *Journal of statistical mechanics: theory and experiment*. 10/2008, vol. 2008, nr. 10, P10008.

BLONDEL, V., KRINGS, G., THOMAS, I., 2010. Regio's en grenzen van mobiele telefonie in België en in het Brussels stadsgewest. In: *Brussels Studies*. 10/2010, nr. 42, 12 p. Beschikbaar op <https://brussels.revues.org/804>

BOUSSAUW, K., ALLAERT, G., WITLOX, F., 2012. Colouring inside what lines? Interference of the urban growth boundary and the political-administrative border of Brussels. In: *European Planning Studies*. Vol. 21, nr. 10, pp. 1509-1527

DEBUSSCHERE, M., LUSYNE, P., DEWITTE P., BAEYENS, Y., DE MEERSMAN, F., SEYNAEVE, G., WIRTHMANN, A., DEMUNTER, C., REIS, F., REUTER, H., 2017. *Big data en statistiek: om het kwartier*

een volkstelling ... Beschikbaar op http://statbel.fgov.be/nl/binaries/analyse_bigdata_nl_tcm325-281473.pdf

DECUYPER, A., CLOQUET, C., THOMAS, I., DELVENNE, J.-C., 2017. *On the issue of aggregation for community detection in social networks* (to be submitted)

DELVENNE, J.-C., SCHAUB, M.T., YALIRAKI, S.N., BARAHONA, M., 2013. The stability of a graph partition: A dynamics-based framework for community detection. In: *Dynamics On and Of Complex Networks*, Vol. 2, pp. 221-242.

DE MAESSCHALK, F., DE RIJCK, T., HEYLEN, V., 2015. Over de grens: sociaal-ruimtelijke relaties tussen Brussel en Vlaams-Brabant. In: *Brussels Studies*. nr. 84. Beschikbaar op: <https://brussels.revues.org/1255>

DOBRUSZKÈS, F., VANDERMOTTEN, C., 2006. Eléments pour une géographie des clivages philosophiques à Bruxelles. In: *L'Espace Géographique*, vol. 35, pp. 31-43.

DUJARDIN, C., THOMAS, I., TULKENS, H., 2007. Quelles frontières pour Bruxelles ? Une mise à jour. In: *Reflets et Perspectives de la Vie Economique*, Vol. XLVI –2007, nr. 2-3, pp. 155-176.

DURANTON, G., 2015. Delineating Metropolitan Areas: Measuring Spatial Labor Market Networks Through Commuting Patterns, In: T. WATANABE et al. (Eds.). *The Economics of Interfirm Networks. Advances in Japanese Business and Economics* 4, pp. 107-132.

EGGERICKX, T., HERMIA J.-P., SURKIJN, J., WILLAERT, D., 2012. *Migraties in België*. In: *Monografieën van de Socio-economische Enquête 2001*, nr. 2, Brussel, FOD Economie en Federaal Wetenschapsbeleid. 200 p.

EXPERT, P., EVANS, T., BLONDEL, V., LAMBIOTTE, R., 2011. *Uncovering space-independent communities in spatial networks*. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. vol. 108, nr. 19, pp. 7663-7668.

FORTUNATO, S., 2010. Community detection in graphs. In: *Physics Reports*. 02/2010, vol. 486, nr. 3-5, pp. 75-174.

FRED, A., JAIN, A., 2003. Robust data clustering. In: *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. vol. 2, pp. II-128.

FUJITA, M., THISSE, J.-F., 2013. *Economics of agglomeration. Cities, Industrial Location, and Globalization*. Cambridge University Press, 528 p.

GASPAR, J., GLAESER, E., 1998. Information technology and the future of cities. In: *Journal of Urban Economics*, vol. 43, nr. 1, pp. 136-156.

IOANNIDES, Y., 2012. *From Neighborhoods to Nations: The Economics of Social Interactions*. Princeton University Press.

HAO, J., ZHY, J., ZHONG, R., 2015. The rise of big data on urban studies and planning practices in China: Review and open research issues. In: *Journal of Urban Management*. 12/2015, vol. 4, nr. 2, pp. 92-124.

LAWLOR, A., COFFEY, C., MCGRATH, R., POZDNOUKHOV, A., 2012. Stratification structure of urban habitats, Maynooth University reprint. Beschikbaar op eprintsprod.nuim.ie/3940/1/AP_stratified_habitats.pdf

LIU, X., GONG, L., GONG, Y., LIU, Y., 2015. Revealing travel patterns and city structure with taxi trip data, In: *Journal of Transport Geography*. 02/2015, vol. 43, pp. 78-90.

NEWMAN, M., GIRVAN, M., 2004. Detecting community structure in networks. In: *The European Physical Journal B*. 03/2004, vol. 38, nr. 2, pp. 321-330.

- PUMAIN, D., 2017. Geography far from equilibrium, In: JOHNSON, J. et al. (Eds), *Non-equilibrium social science and Policy*, Springer International, pp. 71-80.
- RATTI, C., SOBOLEVSKY, S., CALABRESE, F., ANDRIS, C., READES, J., MARTINO, M., CLAXTON, R., STROGATZ, S., 2010. Redrawing the map of Great-Britain from a network of human interactions. In: *PlosOne*. 08/12/2010, vol. 5, nr. 12, e14248.
- SAGL, G., DELMELLE, E., DELMELLE, E., 2014. Mapping collective human activity in an urban environment based on mobile phone data. In: *Cartography and Geographic Information Science*. vol. 41, nr. 3, pp. 272-285.
- SUI, D., 2004. Tobler's First Law of Geography: A Big Idea for a Small World? In: *Annals of the Association of American Geographers*. vol. 94, nr. 2, pp. 269-277.
- THOMAS, I., ADAM, A., VERHETSEL, A., 2017. Migration and commuting fields within Belgium: A new geography with a community detection algorithm. In: *e-Belgeo* (wordt herzien)
- THOMAS, I., COTTEELS, C., JONES, J., PEETERS, D., 2012. Revisiting the extension of the Brussels urban agglomeration: new methods, new data... new results? In: *e-Belgeo* (online). Beschikbaar op <http://belgeo.revues.org/6074?lang=nl>
- THOMAS, I., VERHETSEL, A., LORANT, V., 2009. Le recensement de la population : un requiem ? In: *Regards Economiques*. nr 67, 8 p.
- TOBLER, W. 1970. *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. *Economic Geography*: 234-240.
- VAN CRIEKENGEN, M., 2006. Welke toekomst voor de Brusselse centrumwijken? In: *Brussels Studies*, nr. 1. Beschikbaar op <http://brussels.revues.org/293>
- VANDERMOTTEN, C., 2016. Adéquations et inadéquations du découpage territorial aux contextes politiques et économiques. Le cas de la Belgique. In: *EchoGéo*, nr. 35.
- VANDERMOTTEN, C., LECLERCQ, E., CASSIERS, T., WAYENS, B., 2009. De Brusselse economie. In: *Brussels Studies*, Synthesenota's. Beschikbaar op <http://brussels.revues.org/934>
- VAN HAMME, G., GRIPPA, T., VAN CRIEKENGEN, M., 2016. Migratiebewegingen en dynamische processen in de Brusselse wijken. In: *Brussels Studies*, 97. Beschikbaar op: <http://brussels.revues.org/1337>
- VAN HECKE, E., HALLEUX, J.-M., DECROLY, J.-M., MÉRENNE-SCHOUMAKER, B., 2007. Woonkernen en stadsgewesten in een verstedelijkt België. In: *Monografieën van de Socio-economische Enquête 2001*, nr. 9, Brussel, FOD Economie en Federaal Wetenschapsbeleid. 201 p.
- VERHETSEL, A., VAN HECKE, E., THOMAS, I., BEELEN, M., HALLEUX, J., LAMBOTTE, J., RIXHON, G., MÉRENNE-SHOUMACKER, B., 2009. Pendel in België. De woon-werkverplaatsingen De woon-schoolverplaatsingen. In: *Monografieën van de Socio-economische Enquête 2001*, nr. 10, Brussel, FOD Economie en Federaal Wetenschapsbeleid, 217 p.
- ZANDBERGEN, P., 2009. Accuracy of iPhone Locations: A comparison of assisted GPS, WiFi and cellular positioning. In: *Transactions in GIS*, nr. 13, pp. 5-25.
- ZHONG, C., ARISONA, S., HUANG, X., BATTY, M., SCHMITT, G., 2014. Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis. In: *International Journal of Geographical Information Science*, 2178-2199.

NOTES

1. De Thiessen-polygoon rond een welbepaalde antenne bestaat uit de plaatsen die zich dichterbij die antenne bevinden dan bij de andere antennes.
 2. De methode van Jenks is een methode voor discretisatie, die de variantie binnen categorieën minimaliseert en de variantie tussen categorieën maximaliseert.
-

RÉSUMÉS

Aan de hand van conventionele (woonmigraties en woon-werkverplaatsingen) en minder conventionele (mobiele telefoongesprekken) relationele gegevens wordt de ruimte in en rond het Brussels Hoofdstedelijk Gewest opgedeeld in groepen van plaatsen, die nauw met elkaar verbonden zijn, op basis van een wiskundige methode voor de detectie van gemeenschappen. De verkregen indelingen (partities) leiden tot sterke ruimtelijke structuren, hoewel de methode geen rekening houdt met de afstand en de karakteristieken van de plaatsen. Dit artikel licht toe dat de grote databanken (*big data*) en hun speciaal daarvoor bestemde methodes nieuwe mogelijkheden voor stadsanalyses (afbakening van de stadsranden en formalisering van de intrastedelijke structuren) aanreiken en een kans bieden om eraan te herinneren dat geen enkele structuur geïnterpreteerd kan worden zonder de gegevens, gebruikte instrumenten maar ook de regionale en stedelijke theorieën te kennen.

A l'aide de données relationnelles conventionnelles (migrations résidentielles, navettes de travail) et moins conventionnelles (appels de téléphonie mobile), l'espace dans et autour de la Région de Bruxelles-Capitale est partitionné en groupes de lieux fortement inter-reliés à l'aide d'une méthode mathématique de détection de communautés. Les partitions obtenues conduisent à des structures spatiales fortes alors que ni la distance ni les caractéristiques des lieux ne sont prises en compte par la méthode. Cet article illustre comment les grandes bases de données (*big data*) et leurs méthodes spécialement dédiées offrent de nouvelles opportunités pour les analyses urbaines (délimitation des bordures urbaines, formalisation des structures intra-urbaines) et donnent ici l'occasion de rappeler qu'aucune structure ne peut s'interpréter sans la maîtrise des données, des outils utilisés mais aussi des théories régionales et urbaines.

Using conventional relational data (residential migrations, commutes to and from the workplace) and less conventional relational data (mobile telephony calls), the space in and around the Brussels-Capital Region is partitioned into groups of closely inter-related places using a mathematical *community* detection method. The partitions obtained lead to strong spatial structures, while neither the distance nor the characteristics of the places are taken into account in this method. This article illustrates how large databases (*big data*) and their specific methods provide new opportunities for urban analyses (delimitation of urban borders, formalisation of intra-urban structures), and remind us here that no structure may be interpreted without a thorough understanding of data, the tools used and regional and urban theories.

INDEX

Mots-clés : Grootstedelijk gebied, territoriale ontwikkeling

Keywords : metropolitan area, territorial development

Thèmes : 7. aménagement du territoire – logement – mobilité

AUTEURS

ARNAUD ADAM

Arnaud Adam behaalde een master in geografie en doctoreert momenteel aan de *Université catholique de Louvain* (C.O.R.E. - *Center of Operation Research and Econometrics*). Door middel van *big data* en de toepassing van nieuwe methodologieën analyseert hij de relaties van de mens met zijn omgeving, met bijzondere aandacht voor het Brussels grootstedelijk gebied.

a.adam[at]uclouvain.be

JEAN-CHARLES DELVENNE

Jean-Charles Delvenne is professor toegepaste wiskunde aan de *Université catholique de Louvain* (C.O.R.E. - *Center of Operation Research and Econometrics* et I.C.T.E.A.M. - *Institute of Information and Communication Technologies, Electronics and Applied Mathematics*) en verricht vooral onderzoek naar datamining en de modelvorming van dynamieken op de grote sociale, geografische, biologische en technologische grafen.

jean-charles.delvenne[at]uclouvain.be

ISABELLE THOMAS

Isabelle Thomas is geografe, onderzoeksdirectrice bij het FRS-FNRS en buitengewoon hoogleraar aan de *Université catholique de Louvain* (C.O.R.E. - *Center of Operation Research and Econometrics*). Ze verricht vooral onderzoek naar de lokalisatie van menselijke activiteiten, met bijzondere aandacht voor statistische en cartografische instrumenten en tools voor kwantitatieve modelvorming.

isabelle.thomas[at]uclouvain.be