

RAPPORT MobAccess

Acronyme	MOB-ACCESS		
Titre du projet	Elaboration d'une plateforme pour l'observation et l'analyse des interactions entre MOBilité et ACCESSibilité à l'emploi et de leurs implications sur le territoire de l'aire métropolitaine lyonnaise : travail exploratoire à partir des données du recensement et des enquêtes ménages déplacements		
Coordinateur scientifique	Nom	Prénom	Fonction
	Bouzouina	Louafi	CR1
	Laboratoire	Téléphone	Mail
	LET	04 72 04 72 38	louafi.bouzouina@entpe.fr
Liste Partenaires	N°	Laboratoire / Equipe	Correspondant scientifique
Partenaires académiques	1	LET	Louafi Bouzouina
	2	LIRIS	Hamamache Kheddouci
	3	GATE	Nathalie Havet
Partenaires praticiens	4	CEREMA	Damien Verry
	5	INSEE Rhône-Alpes	Nicole Danis
	6	RUL (jusqu'à cessation d'activité en avril 2015)	Anne Dubromel

1.	Rappel du contexte et des objectifs	2
2.	Avancées scientifiques	3
3.	Interactions entre les disciplines impliquées et la valeur ajoutée par cette pluridisciplinarité	4
4.	Résultats obtenus, publications, valorisation et exploitation des résultats	5
4.1.	Développement d'applications/outils d'aide à la décision	5
4.1.1.	L'application LetItFlow	5
4.1.2.	Développement d'un serveur/plateforme OASIS	6
4.2.	Communications.....	7
4.2.1.	Séminaire	7
4.2.2.	Conférence	7
4.2.3.	Journée et festival scientifiques	8
4.2.4.	Article.....	8
5.	Perspectives.....	8
6.	Références.....	9

1. Rappel du contexte et des objectifs

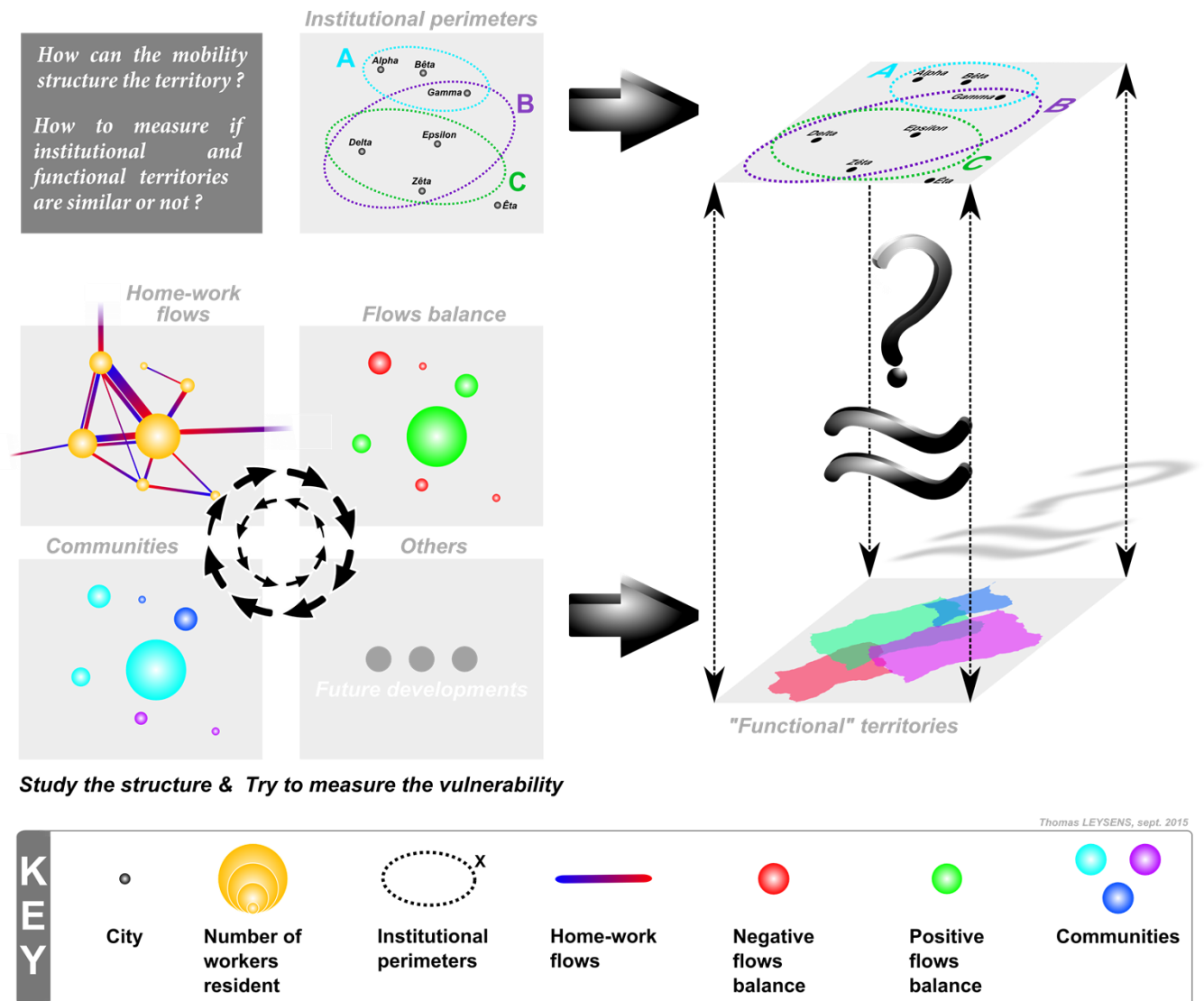
L'amélioration de l'accessibilité au transport, routier notamment, a permis aux ménages et aux entreprises de s'installer dans des espaces de plus en plus distincts et éloignés des villes, profitant d'un marché foncier plus abordable et d'un environnement favorable en termes d'aménités ou d'économies d'agglomération. En favorisant la spécialisation fonctionnelle, cette accessibilité a contribué à l'allongement des distances de mobilité et au renforcement de la dépendance automobile, ce qui a conduit à l'extension de l'aire de fonctionnement des métropoles de plus en plus multipolaires et interdépendantes. La mobilité, qui structure le territoire au-delà des limites administratives (Bonnet et Touahir, 2013), est également sensible aux retournements de tendance en matière de coûts de transport et d'accessibilité, ce qui peut fragiliser les populations et les entreprises les plus dépendantes et accroître leurs vulnérabilités économique et sociale (Bouzouina et al., 2014 ; Nicolas et al., 2012). Dans un contexte de renforcement des contraintes financières, énergétiques et environnementales, un nouveau paradigme émerge et remet en cause ce mode de développement exclusivement tourné vers l'offre de transport et la croissance de la vitesse. Il met les interactions entre mobilité et accessibilité des populations et des activités au centre de l'analyse du territoire.

L'observation et l'analyse de ces interactions à l'échelle des régions urbaines permettent de comprendre et gérer la complexité des dynamiques et des formes de la croissance métropolitaine pour anticiper des futurs possibles dans une perspective de planification et de développement urbain durable. Plusieurs sources de données de flux (données domicile-travail issues du recensement et de la base de Déclaration Annuelle de Données Sociales de l'INSEE) et de pratiques de mobilité (données d'enquête ménages déplacements au niveau de l'agglomération et au niveau de la région, données de trafic) existent en France, mais elles sont déconnectées les unes des autres et sont rarement mobilisées ensemble pour analyser les interactions avec le territoire. Un des enjeux majeurs est de combiner ces grandes masses de données pour la production de la connaissance et l'aide à la décision.

En se focalisant sur l'aire métropolitaine de Lyon, l'objectif du projet MobAccess « ajusté » est de faire un état des lieux (collaboration LET-LIRIS-INSEE-CEREMA) des différentes sources de données des flux et des pratiques de mobilité disponibles (1) et de mettre en place un protocole permettant de les articuler et de les enrichir avec des données localisées des emplois/ établissements et des populations (2). Proposé dans un contexte d'ouverture à la donnée publique et privée, ce travail exploratoire permet de poser les bases d'un observatoire des interactions entre mobilité et territoire et de tester la faisabilité de la plateforme en ciblant les données de mobilité domicile-travail sur une longue période (1975, 1982, 1990, 1999, 2006, 2011). Etant donnée la durée du projet retenu (1 an de Post-doc) par rapport à la proposition initiale, le projet MobAccess s'est focalisé sur la seule combinaison des données de la mobilité domicile-travail du recensement et celles issues de l'enquête déplacements régionale. Le but de ce travail méthodologique (collaboration LET-LIRIS) est de réaliser une première analyse de la mobilité comme facteur structurant du territoire de la quotidienneté par rapport aux territoires institutionnels (Figure 1),

mais aussi comme révélateur de fragilité et de vulnérabilité des territoires par rapport à l'accessibilité à l'emploi (3). Il s'agit également de proposer des pistes d'analyse de l'impact de l'accessibilité et des conditions de mobilité sur la situation des salariés vis-à-vis de l'emploi, d'une part, et sur la performance des entreprises, d'autre part (collaboration LET-GATE).

Figure 1 : Mobilité, territoires de la quotidienneté et territoires institutionnels



2. Avancées scientifiques

Huit mois après son démarrage (1^{er} février 2015), le projet MobAccess enregistre déjà plusieurs avancées par rapport aux objectifs initiaux, tant sur la collecte/gestion/visualisation que sur l'analyse de données et dans une perspective d'aide à la décision.

En ce qui concerne l'analyse d'une structuration des territoires par les mobilités, l'analyse des flux de mobilité domicile-travail (fichiers MobPro INSEE) sur plusieurs années a permis de mettre en avant la nécessité de visualiser ces données dans l'espace et le temps avant de forer plus en avant les

données, notamment par le biais de la construction de graphes et de leur analyse.

Il est en effet apparu nécessaire de pouvoir comparer les flux sur plusieurs années pour étudier leur évolution et pouvoir la mettre en perspective avec l'évolution des périmètres institutionnels. Cette volonté d'analyse s'est traduite par le développement de l'application LetItFlow (LET, Interactive Transposition of Flow), une application de cartographie dynamique qui sera détaillée dans la partie 4.1.1 de ce document. Cette application sera enrichie par des projets d'applications web permettant des calculs d'accessibilité basés sur des données libres (notamment celles d'OpenStreetMap), ainsi qu'une plateforme web regroupant ces outils et les bases de données développées (qui pourront être interrogées et complétées par les acteurs locaux de l'aménagement). L'objectif est de développer des bases de données de contexte (à la fois politique, urbain et historique) avec l'aide des acteurs locaux de l'aménagement dans le but d'améliorer les analyses futures (en se basant notamment sur le potentiel des algorithmes intelligents et apprenants).

L'analyse d'une structuration des territoires par les mobilités se traduit également par une recherche conjointe LET/LIRIS dans le cadre de l'utilisation de la théorie des graphes – et notamment de la recherche de communautés par l'intermédiaire d'algorithmes spécifiques et adaptés – pour la mise en lumière de territoires fonctionnels à comparer avec les territoires institutionnels existants (Riedy et al. 2013, Lemmouchi et al. 2013, Tahraoui et al. 2013). Cette recherche est en cours à l'heure actuelle et devrait donner ses premiers résultats dans les mois qui viennent.

L'autre avancée concerne les résultats d'analyse de l'impact de l'accessibilité et du lieu de résidence sur la mobilité des actifs de l'aire métropolitaine de Lyon issus la collaboration LET/GATE. Ce travail vient enrichir la littérature scientifique sur les effets de quartier en apportant un éclairage sur la question de la mobilité et l'accès à l'emploi. Il débouche sur un *working paper* intitulé « Mobilité quotidienne des actifs résidant en zones urbaines sensibles et accès à l'emploi : Une analyse économétrique à partir de l'Enquête Ménages Déplacements de Lyon », qui est en cours de publication dans un numéro spécial de la Revue économique consacré aux quartiers de la politique de la ville.

Ces recherches et avancées ont été notamment facilitées par la complémentarité entre les différentes équipes et l'interdisciplinarité du projet MobAccess.

3. Interactions entre les disciplines impliquées et la valeur ajoutée par cette pluridisciplinarité

Les recherches réalisées au sein du projet MobAccess se font dans le cadre d'un partenariat avec plusieurs acteurs de la production des données de mobilité et du territoire (CEREMA, INSEE), des acteurs de l'aménagement (Grand Lyon, Agence d'urbanisme, RUL) et des chercheurs de l'aire métropolitaine lyonnaise (LET, LIRIS, GATE) regroupant ainsi plusieurs compétences et disciplines de l'économie du travail, de l'économie des transports, de l'aménagement, de la géomatique et de l'informatique.

La rencontre de l'économie des transports, de l'aménagement (LET) et de l'informatique (LIRIS) a participé au développement d'approches et d'outils novateurs. L'innovation ne réside pas dans les approches adoptées (analyse des flux, recours à la théorie des graphes, ...) mais bien dans la combinaison de celles-ci au travers d'une coopération transdisciplinaire permettant l'émergence de nouvelles problématiques aboutissant à de nouvelles solutions sur les plans théorique et technique. Le LET a pu trouver dans les compétences du LIRIS de nouvelles manières d'exploiter les données liées à la mobilité et le LIRIS a vu l'opportunité de développer ses théories et techniques dans de nouveaux champs d'étude se prêtant particulièrement bien à l'analyse par les graphes.

Le croisement des deux compétences du LET (économie des transports et aménagement) et celles du GATE (économie du travail, économétrie) au sein du projet MobAccess a permis de faire émerger plusieurs problématiques concernant la relation entre accessibilité, mobilité et accès à l'emploi.

De cette coopération sont nés des outils, des communications et des publications (en cours).

4. Résultats obtenus, publications, valorisation et exploitation des résultats

Le projet MobAccess a permis d'obtenir des résultats en termes de développements d'outils d'aide à la décision, de publications scientifiques et de valorisation

4.1. Développement d'applications/outils d'aide à la décision

4.1.1. L'application LetItFlow

L'application de visualisation des flux (voir figure ci-après) est un des développements majeurs de ce projet. Elle permet déjà l'analyse des flux par leur visualisation au sein d'une interface interactive et dynamique utilisant des technologies de webmapping ainsi que les langages de programmation efficaces et adaptés (Python pour la lecture, le calcul et le formatage des données, JavaScript pour leur visualisation).

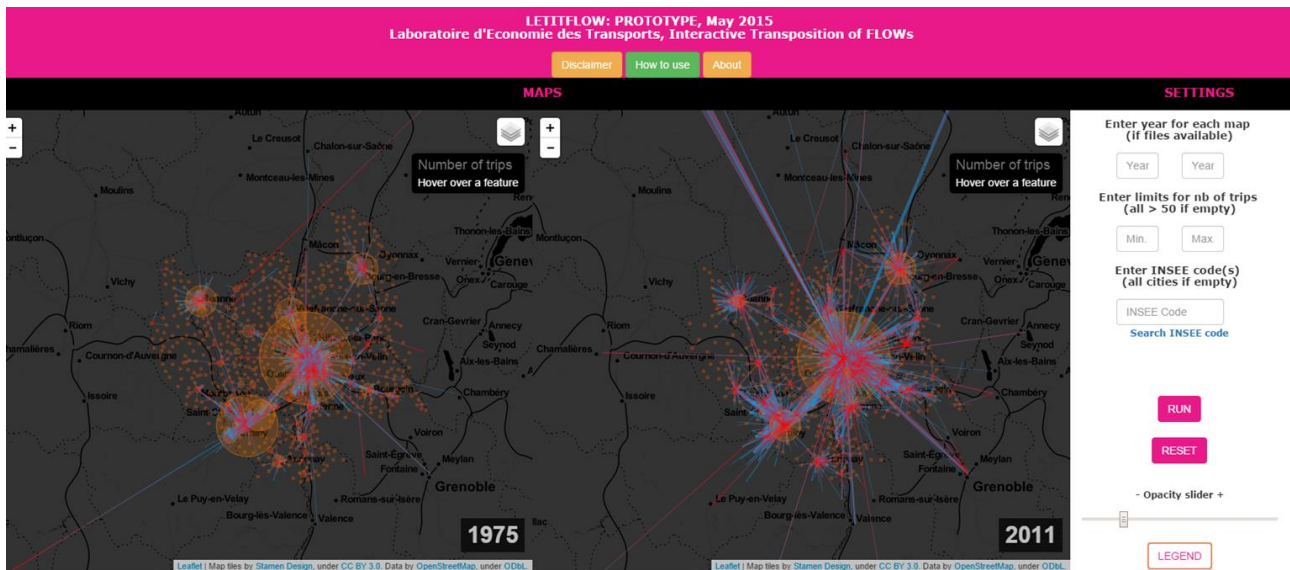


Illustration 2: Impression d'écran de l'application LetItFlow

Cette interface permet de visualiser le nombre de flux entre chaque ville de l'aire métropolitaine, le solde des flux entre deux villes et le solde total pour chaque ville. A terme, elle devrait permettre également de visualiser les communautés (après implémentation des algorithmes de communautés adaptés dans le programme existant en Python) ainsi que les périmètres institutionnels.

Elle comporte une dimension spatio-temporelle puisqu'elle donne la possibilité d'observer le territoire en fonction d'années différentes (par exemple 1975 et 2011) mettant ainsi en évidence l'évolution des flux et les éventuels changements d'échelles dans les mobilités. Elle facilite ainsi l'analyse, d'autant plus qu'elle se veut simple d'utilisation.

Par la suite, en termes de recherche scientifique, elle devrait permettre de visualiser les communautés issues du résultat du calcul d'algorithmes différents et ainsi faciliter leur comparaison et approfondir voire modifier ces algorithmes pour les adapter aux thématiques des transports, de la mobilité et de l'aménagement.

4.1.2. Développement d'un serveur/plateforme OASIS

Un serveur dédié pour les expérimentations liées à MobAccess et au projet de plateforme OASIS (Observer, Analyser, Simuler les mobilités dans les Systèmes métropolitains), piloté par Louafi Bouzouina et financé par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, est en cours de développement (matériel et logiciel).

Il doit permettre de mettre en ligne l'application LetItFlow ainsi que la plateforme OASIS comportant des données sur la mobilité et des outils d'aide à la décision. Parmi ceux-ci est prévu le développement de services pour la construction d'isochrones et de parcours (pour le moment en voiture, à pied ou à vélo) basés sur des données et outils libre et open-source (OpenStreetMap¹ et

¹<http://openstreetmap.fr/>

Open Source Routing Machine²).

4.2. Communications

Le projet MobAccess comprend d'ores et déjà plusieurs formes de communication, à la fois au sein du milieu académique et auprès des acteurs de l'aménagement, lui offrant ainsi une certaine visibilité :

- Leysens T., Bouzouina L., 2015, *MobAccess Project*, communication sur invitation au séminaire de l'unité de recherche Urban Science and Systems (Department of the Built Environment), Technische Universiteit de Eindhoven les 16 et 17 avril 2015.
- Bouzouina L., Leysens T., H. Kheddouci, 2015, *Territorial structuring by mobility: analysis and geovisualisation, case of metropolitan area of Lyon (1975-2011)*, Session « Socio-economic networks, territories and big data: concepts and measures II », 19th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, 3-7 September 2015, Bari (Italy)
- Bouzouina L., Leysens T., 2015, présentation et démonstration de l'application LetItFlow, *Journée scientifique du Pôle de compétitivité LUTB*, 25 juin 2015, Ecole Centrale de Lyon.
- Bouzouina L., Leysens T., 2015, *LetItFlow (LET Interactive transposition of Flows) : application interactive de visualisation des flux*, concours de géovisualisation session « Mobilités et Réseaux », Festival international de géographie, 2-4 octobre 2015, Saint-Dié-des-Vosges.
- Bouzouina L., Leysens T., 2015, *LetItFlow (LET Interactive transposition of Flows) : application interactive de visualisation des flux*, stand de démonstration de 3 jours dans le cadre du Festival international de géographie, 2-4 octobre 2015, Saint-Dié-des-Vosges.

4.2.1. Séminaire

Le LET a été invité à un séminaire de travail au sein du « Department of the Built Environment » et plus précisément de l'unité de recherche « Urban Science and Systems » de la « Technische Universiteit » d'Eindhoven aux Pays-Bas en avril 2015.

Cette invitation, lancée par Peter van der Waerden³, a permis de présenter le projet à d'éventuels futurs partenaires ayant des thématiques similaires à celles abordées au sein du LET et de discuter des enjeux liés aux big data et aux données portant sur les flux de personnes (collecte, gestion, visualisation).

4.2.2. Conférence

L'application LetItFlow et le projet MobAccess ont fait l'objet d'une communication au sein d'un

²<http://project-osrm.org/>

³<https://www.tue.nl/en/university/departments/built-environment/the-department-of-the-built-environment/staff/detail/ep/e/d/ep-uid/19860796/>

colloque international de géographie quantitative en septembre 2015 (ECTG : European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography, Bari, Italie, 3-7 septembre 2015).

Ce colloque a permis d'exposer la problématique et les premiers résultats du projet et de les confronter au regard d'autres chercheurs spécialistes de ces questions. Ces retours (critiques, remarques, questions) donneront la possibilité d'améliorer les réalisations MobAccess et d'éventuellement développer de nouveaux partenariats de recherche dans un avenir proche.

4.2.3. Journée et festival scientifiques

Le projet MobAccess et en particulier l'application LetItFlow ont fait l'objet d'une présentation/démonstration aux Journées Scientifiques du Pôle de compétitivité LUTB en juin 2015. Cette présentation a permis de faire connaître le projet auprès des acteurs publics et privés présents qui se sont montrés intéressés par le potentiel (présent et futur) de l'application LetItFlow comme outil de visualisation pour l'aide à la décision.

Cette application fait également l'objet d'une présentation au Festival international de Géographie de Saint-Dié-des-Vosges⁴ (octobre 2015), qui bénéficie d'une certaine réputation dans le milieu de la géographie et de la cartographie/géomatique. L'application a d'ailleurs été sélectionnée pour la participation au concours de géovisualisation⁵.

4.2.4. Article

Rédaction d'un article publié dans les Working papers du GATE en collaboration avec Nathalie Havet du GATE et de Pascal Pochet du LET. Cet article en cours de finalisation sera publié en 2016 dans la Revue Economique.

- Louafi Bouzouina, Nathalie Havet, Pascal Pochet, 2015, « Mobilité quotidienne des actifs résidant en zones urbaines sensibles et accès à l'emploi : Une analyse économétrique à partir de l'Enquête Ménages Déplacements de Lyon ». *Working paper GATE 2015-11*. <halshs-01143900>
- Louafi Bouzouina, Nathalie Havet, Pascal Pochet, à paraître en 2016, Résider en ZUS influe-t-il sur la mobilité quotidienne des actifs ? Une analyse économétrique à partir de l'Enquête ménages déplacements de Lyon 2006, *Revue Economique*.

5. Perspectives

Les perspectives scientifiques de ce projet résident dans l'approfondissement de la recherche concernant les possibilités offertes par les big data et l'analyse par les graphes (qui peuvent venir améliorer le potentiel de l'application LetItFlow), en collaboration LET-LIRIS, et de l'analyse économétrique de données de mobilité croisant caractéristiques individuelles et caractéristiques du lieu de résidence ou lieu de travail (collaboration LET-GATE). En effet, nous souhaitons poursuivre

⁴<http://www.fig.saint-die-des-vosges.fr/le-festival/fig-2015>

⁵<http://concours-geovisualisation.imag.fr/>

les études menées actuellement pour mettre en place une véritable plateforme collaborative et participative (contenant données et outils d'aide à la décision) qui viendrait enrichir la base venant alimenter les graphes et les algorithmes intelligents et apprenants que nous souhaitons développer.

Il s'agit, à terme, de proposer des outils et des analyses portant sur les évolutions possibles des territoires en fonction de la conjonction des effets des différentes politiques publiques prévues ou discutées. Il est donc question d'essayer de simuler – en s'appuyant sur l'expertise du LET en matière d'aménagement et sur celle du LIRIS en matière d'informatique (et plus précisément des graphes) – les effets de la conjonction de décisions publiques sur des territoires en utilisant pour cela les données existantes sur plusieurs années et le potentiel des algorithmes apprenants.

Une soumission à l'appel à projet ANR est en cours de préparation pour le 13 octobre.

6. Références

Bonnet M., Touahir M., 2013, « Lyon, au cœur du système métropolitain rhônalpin », *La Lettre Analyses* ; Insee Rhône-Alpes, N° 205 – septembre.

Bouzouina L., Cabrera-Delgado J., Emmerich G, 2014, « Inégalités d'accessibilité à l'emploi en transport collectif : deux décennies d'évolutions en banlieue lyonnaise », *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°1, p.33-61.

Riedy E. J, Bader D A.: Massive streaming data analytics: a graph-based approach. *ACM Crossroads* 19(3): 37-43 (2013)

Lemmouchi S., Haddad M., Kheddouci H., Robustness Study of Emerged Communities from Exchanges in Peer-to-peer Networks. *Computer Communications*. 36(10-11): 1145-1158 (2013).

Nicolas J-P., Vanco F., Verry D, 2012, “Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages”, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, n°1, p.19-44.

Tahraoui M.A., Pinel-Sauvagnat K., Laitang C., Boughanem M., Kheddouci H., Ning L.. A survey on tree matching and XML retrieval. *Computer Science Review*. Volume 8, May 2013, Pages 1–23.