

Projet MOBILLETIC (2013-2016)

Données billettiques et analyse des mobilités urbaines : le cas rennais

Etienne Côme (IFSTTAR/GRETTIA), Nicolas Coulombel (LVMT), Latifa Oukhellou¹ (IFSTTAR-GRETTIA), Cyprien Richer (CEREMA/ NP)

etienne.come@ifsttar.fr, nicolas.coulombel@enpc.fr,
latifa.oukhellou@ifsttar.fr, cyprien.richer@cerema.fr

1. Le projet MOBILLETIC : valoriser les nouvelles sources de données par une approche pluridisciplinaire

L'analyse des mobilités s'appuie traditionnellement sur les enquêtes de mobilité (Enquête Ménages Déplacements (EMD), enquêtes origine-destination et enquêtes cordon). De telles enquêtes présentent plusieurs avantages : elles couvrent tous les modes de transport, renseignent les motifs des différents déplacements, et contiennent également des informations sur les individus interrogés (genre, catégorie socio-professionnelle). En revanche, elles sont coûteuses et de ce fait ne sont réalisées qu'avec une longue périodicité (typiquement sept à dix ans entre deux enquêtes). Cette faible fréquence ne permet pas un suivi rapproché des évolutions de la mobilité et des politiques publiques visant à les infléchir.

L'analyse des mobilités peut également s'appuyer sur les traces numériques générées lors de nos déplacements. Nous disposons en effet aujourd'hui d'informations de plus en plus fines et de plus en plus nombreuses sur nos déplacements : les données billettiques, les traces GSM, Wi-Fi ou Bluetooth. Ces dispositifs qui n'ont pas été initialement conçus pour l'analyse des mobilités trouvent ici une utilité évidente. Les traces numériques qu'ils produisent peuvent servir à la mise en place d'approches de modélisation renouvelées des réseaux en contexte multimodal et/ou intermodal. Encore relativement peu d'études en transport les utilisent aujourd'hui, en partie à cause de la relative nouveauté de ces sources d'informations par nature hétérogènes, du manque de méthodes consolidées permettant de les exploiter conjointement, et du faible nombre de retours d'expérience de la part des chercheurs en sciences sociales sur les traitements possibles à partir de ces nouvelles données.

Sur l'exemple des données billettiques, la fenêtre temporelle d'observation des déplacements est importante, la fréquence d'acquisition quasi continue et les informations recueillies sont réparties le long des linéaires du réseau. Ces données, même si elles ne représentent qu'environ 10 % de la mobilité quotidienne (dans le cas rennais), possèdent des avantages intrinsèques intéressants comme une grande finesse spatiale et temporelle et un biais de réponse très faible comparé à celui rencontré dans les données d'enquête. Les données billettiques sont complémentaires aux données d'enquêtes : ces dernières, certes collectées sur un échantillon plus faible, contiennent tous les déplacements et sont riches en métadonnées tandis que les données billettiques contiennent un grand nombre d'observations (sur une petite part de la mobilité quotidienne) et nécessitent des étapes d'enrichissement notamment en métadonnées. L'exploitation de ces données soulève néanmoins plusieurs difficultés (données manquantes et volumineuses, aucune donnée socio-économique sur les usagers) qui nécessitent la mise en place de procédures d'enrichissement et de traitements avancées.

¹ *Coordinatrice du projet*

Le projet MOBILLETIC visait à valoriser les données billettiques par une approche multidisciplinaire revisitant les liens qu'entretiennent les sciences humaines et sociales et les *data sciences*. La question de la valorisation de données massives pour la prise de décision est en effet centrale. Notre ambition a été de proposer des outils d'analyse et de visualisation des traces massives de déplacements collectées sur l'ensemble du réseau de transport collectif en vue :

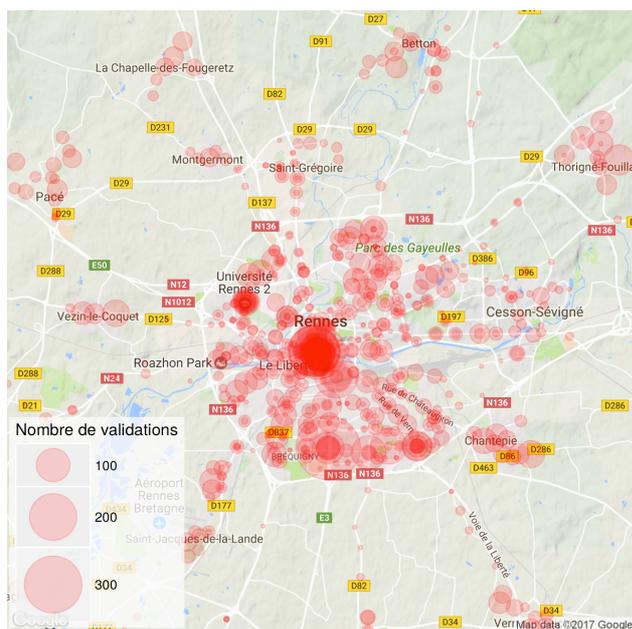
- de mieux connaître les usagers des transports publics et leurs habitudes (notamment temporelles concernant l'utilisation du réseau) ;
- d'étudier comment les données massives peuvent contribuer à l'évaluation des politiques publiques, à travers la mesure phare du décalage des horaires de l'université de Rennes 2 ;
- d'améliorer la connaissance des pratiques d'intermodalité. La mobilité intermodale étant très liée à l'usage des réseaux de transport collectif urbain, l'objectif était de montrer le potentiel des données billettiques du réseau bus-métro de Rennes Métropole à renseigner une part significative de l'intermodalité quotidienne.

2. Identification automatique des routines temporelles par fouille de données

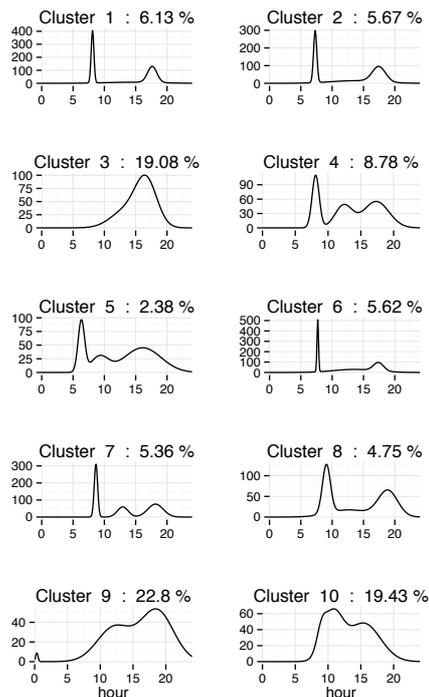
L'analyse des pratiques de mobilité des individus sur un réseau de transport était un des objectifs du projet MOBILLETIC. Les données billettiques peuvent en effet fournir une meilleure connaissance des habitudes des usagers grâce à l'application de méthodes d'analyse de données spécifiques. Des modèles statistiques (modèles génératifs) dédiés ont été développés dans le cadre du projet afin d'identifier, à partir des données billettiques brutes anonymisées, des groupes d'usagers ayant des habitudes similaires concernant l'utilisation des transports en commun. Ceci nous a permis de regrouper les usagers réguliers (environ 10 000) en 10 groupes en fonction de leurs heures de fréquentation des transports en commun.

Les profils temporels types obtenus sont reportés sur la Figure 1. On constate qu'ils diffèrent de par le nombre et la localisation temporelle de leurs pics ainsi que leur forme plus ou moins diffuse. Une première catégorie de groupes d'usagers peut ainsi être identifiée (groupes 1, 2, 6 et 8). Ces classes présentent des profils d'activité à deux pics avec des spécificités propres à chacune d'entre elles : la classe 8 correspond à une activité plus importante dans l'après-midi, le pic du matin de la classe 2 a lieu plus tôt, tandis que la classe 6 possède une plus grande variance. Un deuxième sous-ensemble de groupes, dont le profil temporel présente trois pics, peut aussi être identifié (classes 4, 5 et 7). En plus des usages du matin et de fin d'après-midi, les passagers appartenant à ces classes utilisent les transports collectifs pour la pause déjeuner. Là encore, des différences dans l'heure et la forme des pics peuvent être notées. Enfin, la dernière catégorie de classes, qui regroupe une grande partie des usagers (environ 60%), englobe des profils correspondant à des usages diffus. Les classes 9 et 10 ont des profils diffus symétriques, tandis que le profil de la classe 3 présente un seul pic l'après midi. Ces résultats mettent en exergue la diversité de la demande dans les transports en commun qui se caractérise par des profils d'activités à la fois diffus (60% des usagers) et plus « concentrés » temporellement (pic du matin, parfois pic du midi et le pic du soir).

Une des originalités de l'approche retenue dans le cadre du projet MOBILLETIC est de permettre d'obtenir une description en temps continu de l'activité des usagers. Les routines temporelles ainsi identifiées permettent de mieux caractériser la demande, et peuvent servir d'entrées aux modèles de simulation ; elles peuvent également être utilisées par les gestionnaires urbains et les opérateurs de transport pour des opérations de planification.



(a)



(b)

Figure 1 : (a) Nombre de validations enregistrées sur le réseau rennais le lundi 2 juin 2014 entre 7h et 8h. (b) Les profils temporels du mardi pour l'ensemble des 10 groupes d'utilisateurs identifiés (seul le mardi est présenté sur cette figure mais l'identification est effectuée pour tous les jours de la semaine). Les utilisateurs sont affectés à un groupe au sens de leurs habitudes temporelles d'usage des transports en commun.

3. Évaluation du décalage des horaires de l'université

Dans le cadre du projet MOBILLETIC, une autre thématique de recherche a consisté à étudier dans quelle mesure les données massives peuvent contribuer à l'évaluation de projets ou de politiques de transport, en considérant le cas du décalage des horaires de l'université de Rennes 2.

Face à la congestion croissante de la ligne de métro, en 2010 la ville de Rennes et le transporteur Keolis Rennes constatent que la surcharge des rames (200% de taux de remplissage à certaines stations) lors de l'hyperpointe matinale est en partie générée par la mobilité des étudiants de l'université Rennes 2. Tous les étudiants commençant leur cours à 8h15, cet afflux important et localisé dans le temps provoque une saturation du système aux alentours de 8h du matin. Pour éviter d'investir dans de nouvelles rames, le Bureau des Temps de Rennes propose d'étaler les horaires de début de cours, en faisant commencer une moitié des étudiants à 8h30 au lieu de 8h15. Initiée en 2012, l'expérience est prolongée depuis face au succès rencontré auprès de tous les usagers.

L'évaluation ex-post du décalage des horaires à l'université de Rennes 2 à l'aide des données billettiques a confirmé les effets attendus de mesures d'étalement des horaires. Sans réduire la congestion globale (puisque une telle mesure n'aboutit qu'à reporter certains déplacements plus tôt ou plus tard), le décalage permet de mieux répartir la demande de transport dans le temps et de lisser la charge des véhicules (Figure 2). Cette mesure contribue ainsi à la fois à un meilleur emploi des ressources (i.e. des rames de métro) et à une meilleure qualité de service, au bénéfice final de l'opérateur comme des usagers. L'analyse a néanmoins révélé une forte variabilité journalière des effets du décalage. Toute évaluation doit prendre cette variabilité en compte, sous peine d'être

entachée d'un biais important si les effets ne sont mesurés que sur une seule journée (ou sur quelques jours), comme cela est souvent le cas avec des enquêtes traditionnelles.

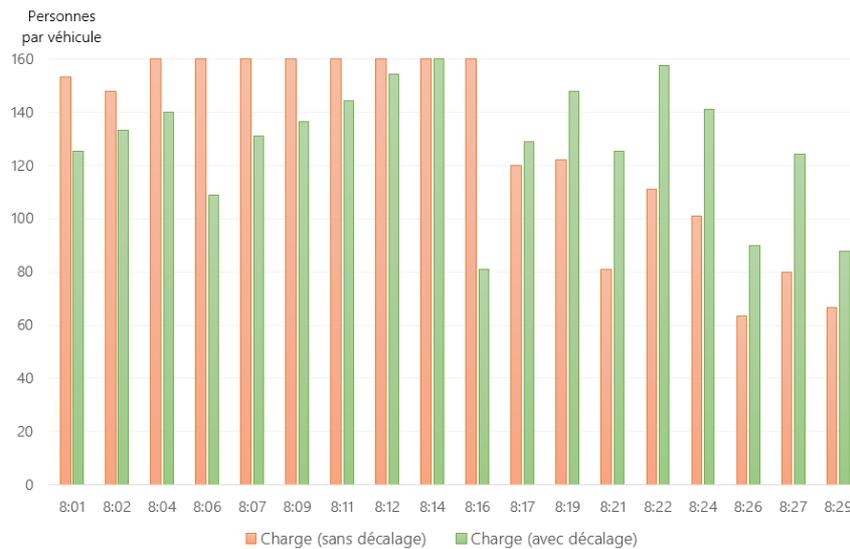


Figure 2 : Effet du décalage sur la charge des rames de métro (mardi 3 mars 2015, tronçon ANF-PON)

D'un point de vue méthodologique, ce travail confirme l'opportunité des données massives pour l'évaluation de politiques publiques. Dans le cas d'espèce, le taux de couverture élevé et la profondeur temporelle des données de billetterie permettent une analyse couvrant la quasi-totalité des usagers, et reproductible pour n'importe quelle journée pour laquelle les données de billetterie sont disponibles. Ces deux propriétés ont permis la mise en exergue d'effets réseau non triviaux et de la forte variabilité journalière des résultats, deux éléments qu'il aurait été très difficile de capturer à travers une enquête. A l'inverse, l'information limitée procurée par les données billetteries nous a contraints à enrichir ces données à l'aide de traitements statistiques, par exemple pour identifier les étudiants de l'université ou pour prédire les destinations des usagers, grevant d'autant la fiabilité des résultats obtenus. A ce stade, les données massives n'apparaissent donc pas comme un substitut mais comme un complément aux enquêtes traditionnelles.

4. Connaissance de l'intermodalité par les données billetteries

Un dernier enjeu du projet MOBILLETIC a été d'améliorer la connaissance des pratiques d'intermodalité. Les données sur les déplacements intermodaux restent disparates et les analyses spatio-temporelles encore rares. La mobilité intermodale étant très liée à l'usage des réseaux de transport collectif urbain, les données billetteries du réseau bus-métro de Rennes Métropole renseignent une part très significative de l'intermodalité quotidienne.

Pour pallier le manque d'information des données billetteries sur les destinations et détecter les correspondances, des hypothèses et des méthodes d'enrichissement communément employées dans la communauté transport ont été utilisées. La reconstruction des chaînes de déplacement selon la méthode d'enrichissement du projet MOBILLETIC s'est donc appuyée sur un critère de temps (validation dans les 30 minutes après la destination précédente) et sur un critère spatial (correspondance dans un périmètre de moins de 500 m). Les recherches menées dans le projet MOBILLETIC ont permis d'approfondir considérablement les dimensions temporelles et spatiales de la mobilité intermodales.

Sur le plan temporel, la part moyenne de déplacements enchaînés entre transports collectifs urbains (23% en semaine mais 19% le samedi et 17% le dimanche) varie considérablement à l'échelle de la journée. En effet, on observe un pic à 40% pour les déplacements qui ont débuté entre 6h et 7h et un

creux pour les déplacements effectués pendant la pause méridienne. Ces résultats attestent d'une intermodalité plutôt subie que choisie, car elle concerne les déplacements les plus longs qui commencent le plus tôt pour des motifs contraints. Inversement lorsqu'un choix se présente à l'utilisateur, le midi en semaine ou le week-end, le recours à l'intermodalité est nettement moins fréquent.

Sur le plan spatial, l'analyse des données billettiques a permis de dessiner des aires de chalandises intermodales pour chaque station de métro. Les zones de rabattement du bus vers le métro identifient six stations remarquables : au Nord (bleu), la station Villejean-Université, au centre les stations Sainte-Anne (vert foncé) et République (vert clair) et au Sud, les stations Henri Fréville (jaune), Triangle (rouge foncé) et La Poterie (rouge clair). Le quartier d'échange central, principalement autour du métro République capte à lui seul la moitié des correspondances de tout le réseau bus-métro de l'agglomération rennaise.

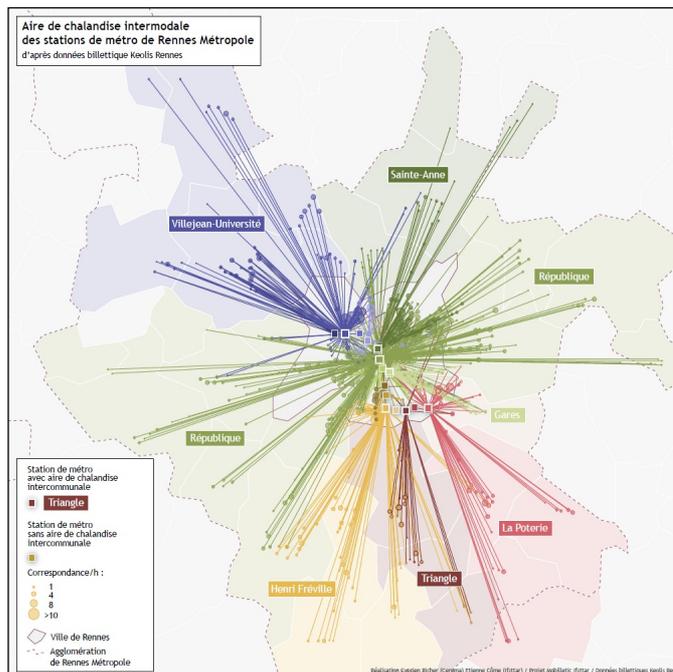


Figure 3 : Aire de chalandise intermodale des stations de métro de Rennes Métropole d'après données billettiques Keolis Rennes

Les correspondances intermodales peuvent aussi être étudiées à une échelle très fine. Puisque l'enrichissement des données identifie les origines-destinations de chaque trajet, on peut connaître précisément le cheminement intermodal de l'utilisateur entre la station de descente et la station de correspondance. Cette cartographie en négatif ouvre des perspectives d'analyse de la morphologie des pôles d'échanges par les pratiques intermodales qui s'y déroulent. Deux critères sont retenus : le niveau de compacité (interdistances plus ou moins longues) et le nombre d'arrêts en interaction (de unipolaire à multipolaire).

Si aucune source de donnée ne permet de répondre à toutes les questions de mobilité, nous pouvons assurer de l'apport conséquent de la billettique pour l'analyse de l'intermodalité. Il faut toutefois tenir compte de deux limites principales : d'une part, le temps de travail, souvent fastidieux, d'enrichissement et de prétraitement sans lequel il ne peut y avoir d'étude de l'intermodalité par les données billettiques ; d'autre part, le périmètre de l'intermodalité restreint « seulement » au bus et métro qui constitue certes les plus gros volumes de correspondances mais qui n'est pas l'intermodalité la plus problématique pour l'utilisateur. Le support commun de la carte bretonne des déplacements « korrigo » pourraient ainsi se doubler de nouvelles perspectives d'analyses communes des données de mobilité (Car interurbain, TER, vélo en libre service en plus des bus et métro).