



Projet Predit Mobilletic : Analyse de la mobilité par les données billettiques

Livrable 4 Données billettiques et analyse de l'intermodalité



METHODES

L'intermodalité, un concept souvent étudié mais encore mal mesuré
La pertinence des données billettiques pour l'analyse de l'intermodalité
Comparaison des sources de données et définitions

RESULTATS (dans l'agglomération rennaise)

L'intermodalité bus-métro dans au cours de la semaine
L'intermodalité bus-métro dans la journée
Principales stations intermodales bus-métro
Corrélation entre fréquentation et intermodalité
Rôle intermodal des stations de métro
Aire de chalandise des stations intermodales
L'orientation des correspondances dans les pôles d'échanges
Distribution agrégée des lieux d'intermodalité
La morphologie « d'usage » des pôles d'échanges
Temps de transfert selon les types d'intermodalité

OUVERTURE

METHODES

L'intermodalité, une pratique de mobilité encore mal mesurée

L'intermodalité est un concept qui renvoie à la « possibilité de passer d'un mode de transport à un autre » au cours d'un même déplacement (Margail, 1996). Au-delà de sa connotation technique et peu concrète pour nombre de voyageurs, l'intermodalité est désormais à l'agenda des politiques publiques (Richer, 2007 ; Yeh, 2009). La législation récente (Loi MAPTAM 2014) met en place de nouveaux outils (tel le Schéma Régional d'Intermodalité) pour inciter les autorités organisatrices à renforcer « la complémentarité des services et des réseaux ». Les leviers de l'information multimodale, de l'aménagement de pôles d'échanges ou de la billettique et la tarification intégrée sont souvent évoqués comme des outils clés de l'intermodalité.

La mise en complémentarité des offres de transport permet de mailler les réseaux et de renforcer leur performance comme le démontre de nombreux indicateurs d'accessibilité (par exemple ceux issus de la théorie des graphes : Dupuy, 1985 ; Stathopoulos, 1997 ; Chapelon 2003 ; L'Hostis et Conesa, 2008). Cependant, les « ruptures de charges » ou correspondances induites par ces organisations intermodales augmentent souvent la pénibilité pour le voyageur (Wardman et Hine, 2000 ; Litman, 2008 ; Zhan Guo et Wilson, 2011). C'est le paradoxe de l'intermodalité qui demeure une problématique majeure pour les grands systèmes urbains. En effet, une bonne connaissance de l'intermodalité est nécessaire pour concilier les points de vue de l'organisation des réseaux de transport et des pratiques de mobilité. Pourtant, la quantification et l'évaluation de l'intermodalité demeure difficile en « l'absence de description statistique d'ensemble de ces phénomènes » (Margail, 2002).

Beaucoup de travaux scientifiques attestent du manque de données précises sur les habitudes de déplacement, et les voyages en modes non motorisés, tels que le vélo et la marche ou sur les combinaisons de modes utilisés dans trajets intermodaux (Mark A. Miller, Camille Tsao, 1999 ; Michael Duncan, David Cook 2014 ; Gandit 2007). Les chiffres sur les pratiques intermodales sont beaucoup plus disparates et difficiles à obtenir quel que soit le pays (Gandit 2007). L'utilisation des données de mobilité billettique ouvre ainsi un champ d'analyse important pour améliorer la connaissance des usages intermodaux en complémentarité avec d'autres sources de données.

La pertinence des données billettiques pour l'analyse de l'intermodalité

Si, dans la mobilité quotidienne globale, la part de déplacement intermodaux est assez limitée –ils atteignent 10% dans les grandes métropoles de province–, l'intermodalité est une pratique très courante au sein des réseaux de transport public (Zhan Guo, Wilson, 2011). Les transferts intermodaux sont « endémiques » dans les systèmes de transport public, en particulier dans les grands réseaux multimodaux (Vuchic, 2006). En France, la part modale des transports collectifs est le principal déterminant de la mobilité intermodale tandis que $\frac{3}{4}$ des déplacements intermodaux quotidiens sont issus de transferts au sein même des réseaux de transports collectifs urbains (Richer, Rabaud, Lannoy, 2015). C'est la raison pour laquelle, les systèmes billettiques qui permettent de recueillir quasiment tous les déplacements effectués sur le réseau de transport public, renseignent une part significative de l'intermodalité quotidienne.

Dans l'agglomération Rennaise, les données billettiques renseignent environ 11,5% de la mobilité quotidienne soit 170 000 déplacements/jour réalisés en bus et/ou métro sur 1 482 000 déplacements/jour (selon l'Enquête-Déplacements 2007 standard Certu¹ à l'échelle de Rennes Métropole). Sur 1 482 000 déplacements, 60 000 sont intermodaux, soit légèrement plus que 4%. Si l'on exclue les déplacements réalisés uniquement à pied, l'intermodalité atteint 6% des déplacements mécanisés. Cela correspond à 12% de personnes effectuant au moins un déplacement intermodal dans la journée (soit 88% n'effectuant pas de déplacement intermodal).

Sur les 60 000 déplacements intermodaux, 45 700 concernent au moins une correspondance bus+métro (16 800), métro+bus (17 400) ou bus+bus (15 700) (*double compte sur déplacements avec plusieurs correspondances*).

¹ Les enquêtes locales de déplacements en France s'appuient sur une méthode standardisée au niveau national. Elles sont réalisées sur l'initiative des collectivités locales, approximativement tous les 10 ans, pour mesurer la mobilité quotidienne un jour de semaine. Les Enquêtes-Déplacements portent sur un échantillon représentatif des ménages de l'aire d'étude.

L'intermodalité renseignée par les validations sur le réseau STAR atteint –en théorie– (car en pratique toutes les validations ne sont pas exploitables) plus de 75% de l'intermodalité quotidienne à l'échelle de Rennes Métropole. En complément des Enquêtes-Déplacements, les données Billettiques fournissent ainsi une grande quantité d'informations pour améliorer la connaissance d'une large part des mobilités intermodales à l'échelle locale.

Comparaison des sources de données et définitions

Un déplacement intermodal consiste à enchaîner plusieurs voyages, trajets ou validations (selon l'expression consacrée) entraînant une ou plusieurs correspondances. La définition générale l'intermodalité paraît assez simple mais sa mesure est confrontée à des choix plus complexes. On peut distinguer 3 méthodes principales de mesures de la mobilité intermodale :

- *L'intermodalité selon l'exploitation classique des enquêtes de mobilité²* : l'exploitation des Enquêtes-Déplacements standard Certu s'appuie sur la définition de *déplacement* : il s'agit d'un mouvement dans l'espace pour un motif, c'est à dire une activité. Le déplacement est intermodal s'il est constitué d'au moins 2 trajets (marche exclue par convention). Les trajets doivent être enchaînés pour le même motif (ex. travail). S'il y a un motif intermédiaire (ex. petits achats aux abords de la station de correspondance), cela correspond à plusieurs déplacements. L'intermodalité selon les enquêtes de mobilité ne tiennent pas compte du critère temporel : la correspondance peut être immédiate ou très longue, ce qui compte c'est l'enchaînement de trajets pour une même activité.
- *L'intermodalité selon le recueil des données d'exploitants de transport* : dans ce cas, la mesure s'appuie sur les données des gestionnaires de réseau (source enquêtes Origines-Destinations généralement, parfois billettique) et répertoriées par le Cerema-Gart-UTP dans des annuaires statistiques. L'indicateur retenu ici est celui du taux de correspondance. Il est calculé en divisant le nombre de voyages (équivalent aux trajets dans les enquêtes-déplacements) par le nombre de déplacements. L'intermodalité est ainsi définie ici selon les règles d'usage du réseau : le ticket unité est généralement valable 1 heure à compter de la première validation. L'intermodalité correspond donc à des trajets enchaînés moins d'une heure après la 1^{er} validation sur le même réseau.
- *L'intermodalité selon la méthode d'exploitation des données billettiques du projet Mobilletic* : l'enrichissement des données a été effectué par inférence à base de règles des destinations et des correspondances (hypothèses dans la littérature). La reconstruction des chaînes de déplacement s'est appuyée sur un critère de temps (validation dans les 30 minutes après la destination précédente) et un critère spatial (correspondance dans un périmètre de moins de 500 m).

Les données billettiques exploitées dans le projet *Mobilletic* « captent » autant de déplacements en transport collectif urbain que les données EMD de 2007 (177 000 contre 175 000 déplacements/jour). Le réseau STAR Bus-Métro revendique une pointe à 280 000 voyages/jour sur son réseau bus-métro³ ce qui équivaut à environ 220 000 déplacements/jour aujourd'hui. Les données billettiques enrichies dans le projet *Mobilletic* correspondent à environ 80 % des déplacements quotidiens sur le réseau Star bus-métro. La part de déplacement intermodaux (*intrinsèque au réseau bus-métro*) est très équivalente selon les sources et les méthodes (entre 24 et 27%).

² Notons que les Enquêtes-Déplacements peuvent être exploitées de façon différentes, par exemple en réintégrant la marche dans la chaîne intermodale (Rabaud, Richer, 2015) ou en travaillant sur les enchaînements de motifs.

³ <http://www.star.fr/fr/le-star/qualite-et-accessibilite/transport-et-developpement-durable.html>

Figure 1 : Est-ce que le type de déplacement décrit est considéré comme intermodal ?

Exemples	8h- départ Bus >8h30-arrivée Bus > correspondance 10' >8h40- départ Métro >9h-arrivée Métro	8h- départ Bus >8h30-arrivée Bus > correspondance 20' avec petits achats >8h50- départ Métro >9h30-arrivée Métro	8h- départ Bus >9h-arrivée Bus > correspondance 10' >9h10- départ Métro >9h30-arrivée Métro	8h- départ Bus >8h15-arrivée Bus > correspondance 35' >8h50- départ Métro >9h30-arrivée Métro
Intermodalité Enquêtes- Déplacements	Oui	Non (car activité intermédiaire)	Oui	Oui
Intermodalité- exploitant	Oui	Oui	Non (car la 2 ^e validation +1h après la 1 ^{ère})	Oui
Intermodalité- Mobilletic	Oui	Oui	Oui	Non (car la durée de la correspondance est > à 30 min.)

Figure 2 : Comparatif de la mobilité intermodale selon les sources de données

Rennes métropole (réseau STAR bus-métro)	Sources	Nombre déplacements bus/métro	Intermodalité bus/métro	Part de déplacements intermodaux dans le total des déplacements du réseau bus métro
Enquête mobilité	EMD 2007 (échelle agglo rennaise)	170 400 déplacements /jour (soit 215 700 trajets/ jour)	45 700 déplacements intermodaux / 49 900 correspondances	26,8 %
Données exploitant	Annuaire statistique 2011 (échelle agglo rennaise)	71 M/an	Taux de correspondance 1,240	24,0 %
Données Billetique	Données Mobilletic 2014 (échelle agglo rennaise)	224 000 validations/jour (équivalent trajets, soit environ 177 000 déplacements /jour)	43 000 déplacements intermodaux / 47 000 correspondances	24,3 %

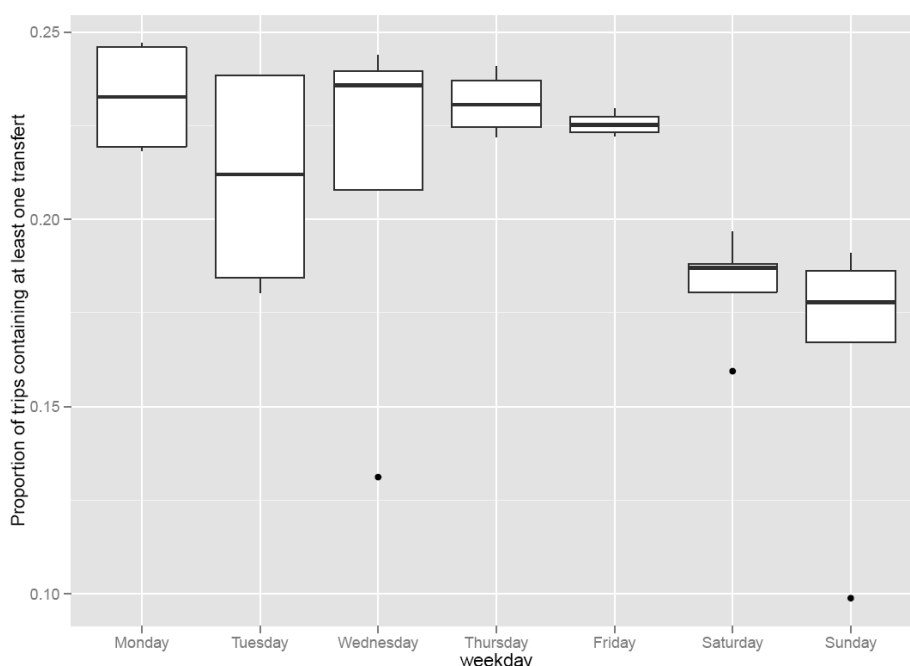
RESULTATS (dans l'agglomération rennaise)

L'intermodalité bus-métro au cours de la semaine

Estimer la mobilité intermodale à travers une seule moyenne peut masquer des contrastes assez importants selon le lieu, le jour de la semaine et l'heure de la journée. Les données billettiques offrent la possibilité de suivre les variations temporelles et spatiales des correspondances de façon très fine.

A l'échelle hebdomadaire, la part de correspondance dans le réseau rennais bus/métro varie légèrement globalement entre 20 et 25% d'une semaine sur l'autre. Une semaine donnée, la médiane de la part d'intermodalité d'un jour de semaine se situe environ à 23% du total des déplacements du réseau. Sur la semaine étudiée (voir figure), le jour du « mardi » est assez atypique puisque la part d'intermodalité journalière varie plus amplemment que les autres jours de semaine. Notons également la robustesse des correspondances le jour du « mercredi » très comparable aux autres jours de la semaine. Le week-end, la part de déplacement intermodaux est moins élevée même si elle est loin d'être négligeable : la médiane se situe environ à 19% le samedi et 17% le dimanche.

Figure 3 : variation de la part de déplacement intermodaux journaliers
(pas de 30 min synthétisé dans le diagramme en boîte)



L'intermodalité bus-métro dans la journée

A l'échelle quotidienne, la variation brute du nombre de déplacements intermodaux semble suivre la même tendance que le rythme des validations. On retrouve les trois pointes quotidiennes à savoir :

- le matin, pic le plus important mais aussi le plus bref : 8000 validations entre 7h et 8h30. Le pic de 7h30 « culmine » à plus de 12 000 validations ;
- alors que les heures creuses comptabilisent environ 4000 validations par ½ heure, le pic du midi atteint 6000 validations entre 12h et 13h30 ; il est moins marqué que les deux autres pics sauf le mercredi où il est plus élevé que le pic du soir ;
- le pic du soir est le plus étalé : 8000 validations entre 16h et 18h avec un pic à 17h à 11 000 validations.

Le samedi et le dimanche présentent des formes différentes, décalées dans le temps avec une forme moins accidentée et plus continue : augmentation progressive du nombre de validation jusqu'à 18h puis diminution. Le pic de validation est à 4000 le samedi, soit l'équivalent des périodes creuses de semaine et 1500 le dimanche.

Figure 4 : Évolution du nombre de validation dans le courant de la journée (pas de 30 min)

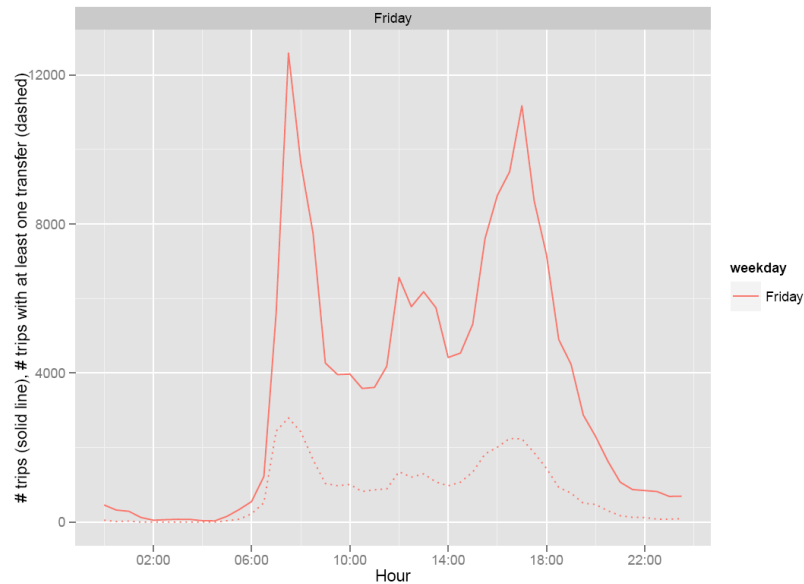
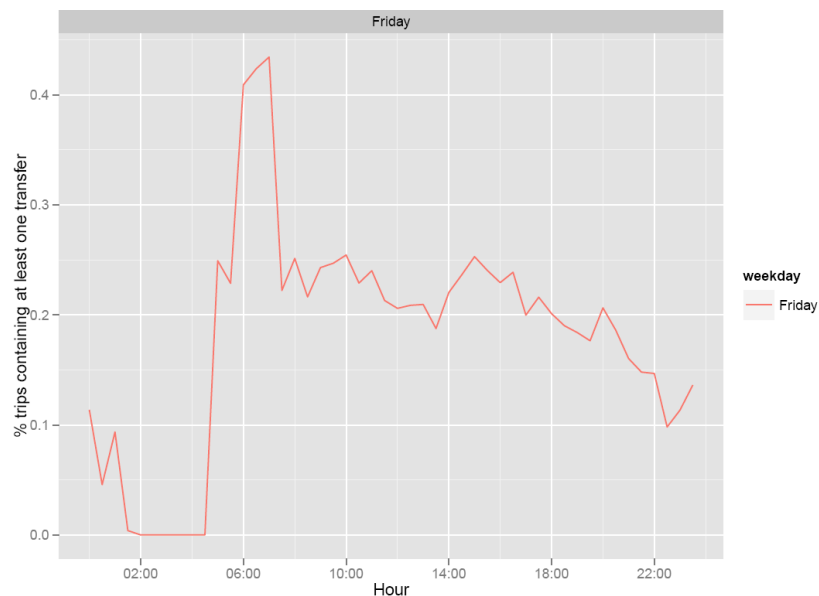


Figure 5 : Évolution de la part de déplacements intermodaux dans le courant de la journée (pas de 30 min)



La part de déplacements intermodaux dans le courant de la journée dessine des tendances différenciées : on observe une proportion d'intermodalité très élevée le matin correspondant à des trajets plus long qui débutent plus tôt (à partir des franges périurbaines). À 7h du matin, les jours de semaine, 40% des déplacements se font avec une correspondance. Le reste de la journée, la courbe est accidentée mais reste dans une fourchette assez stable entre 20 et 25% d'intermodalité. Une autre particularité visible tous les jours de la semaine provient du léger creux le midi en terme de part de déplacements avec correspondance. On retrouve un même décrochage entre 12h et 14h d'environ 5 points. On peut faire l'hypothèse que les usagers qui prennent les transports collectifs durant la pause méridienne sont ceux qui n'ont pas de

correspondances à effectuer : soit ils peuvent rentrer directement chez eux, soit ils recherchent des lieux (de restauration par exemple) accessible sans rupture de charge. Les intermodaux semblent ainsi avoir une mobilité moindre le midi.

Principales stations intermodales bus-métro

Sur le plan spatial, les lieux où s'effectuent les correspondances bus-métro sont concentrés sur quelques points d'intermodalité. Un nombre réduit de stations du réseau métro/bus concentre les pratiques intermodales. Ainsi, 4% des stations concentrent 91% des correspondances effectuées sur le réseau et 46% des validations. À l'heure de pointe du matin en semaine, sur 676 arrêts du réseau bus/métro, 587 ont une valeur inférieure à 1 transfert / heure.

Les stations les plus intermodales recensées ci-dessous sont celles qui comptabilisent plus de 10 corresp./heure (chiffre à l'heure de pointe du matin en semaine). On en compte 25 sur 676 stations que nous avons trié selon la part de correspondance (= le taux d'intermodalité). Ce ne sont pas nécessairement les stations les plus fréquentées qui présentent le taux d'intermodalité le plus élevé : la station La Poterie considérée comme la plus intermodale compte 103 validations/heure, d'autres également bien placés comme République-Jaurès atteignent difficilement 50 validations/heure.

Figure 6 : *principales stations d'intermodalité sur le réseau bus/métro*
(heure pointe du matin en semaine, parmi les stations comptabilisant plus de 10 corresp./heure)

	Nom des stations <i>en grisé, métro</i>	Taux d'intermodalité (*)	Nombre de corresp./heure
1	La Poterie	69%	71
2	République Nemours	68%	228
3	République	68%	536
4	Henri Fréville	66%	88
5	Sainte Anne	66%	111
6	République Jaurès	65%	29
7	Villejean-Université	63%	97
8	République Pré Botté	62%	79
9	Métro République	56%	390
10	Les Halles	56%	36
11	Jacques Cartier	55%	10
12	Anatole France	47%	27
13	Charles de Gaulle	47%	24
14	Métro Villejean-Université	42%	222
15	Hôtel Dieu	41%	15
16	Plélo Colombier	34%	12
17	Métro Sainte-Anne	33%	131
18	Métro Henri Fréville	32%	141
19	Gares	31%	63
20	Métro La Poterie	28%	109
21	Métro Triangle	21%	52
22	Place de Bretagne	21%	14
23	Métro Gares	11%	56
24	Métro Anatole France	9%	20
25	Métro Jacques Cartier	8%	12

(*) note de lecture : le « taux d'intermodalité » est obtenu en divisant le nombre de correspondances/heure de la station par le nombre de validations/heure. Par exemple, 11% pour la station métro Gares signifie que 11% des validations à la station de métro ont été précédées d'un trajet en bus ; à l'inverse, ce taux exprime que 89% des usagers ont pris le métro à la station « Gares » sans prendre préalablement le bus ; donc qu'ils proviennent du quartier (accès à pied) ou qu'ils ont pris un autre mode auparavant (Vélo, Voiture, Car, Train ...) non recensé dans les données billettique bus-métro.

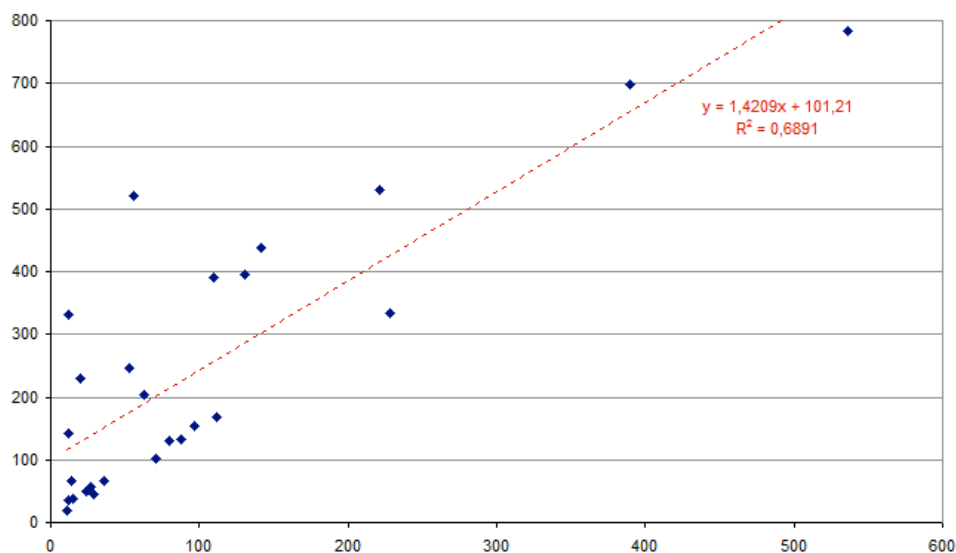
Les principales stations intermodales sont des arrêts de bus connectés au métro. Sur 15 stations de métro, 9 sont présentes dans le classement des principaux pôles d'intermodalité. Reste des arrêts de métro qui présentent soit un caractère de desserte locale (Charles de Gaulle, Clemenceau, Italie, Le Blosne) soit un potentiel intermodal mais avec d'autres modes non comptabilisés dans les données billettiques disponibles (P+R à JF Kennedy ; TER à Pontchaillou). Notons que la station « gare » à Rennes présente un rôle intermodal très limité du fait de la non prise en compte de l'intermodalité avec les autres réseaux qui s'y connectent : cars d'Ille-et-Vilaine, TER et TGV principalement. Le fonctionnement de l'intermodalité rennaise s'appuie donc sur deux grands types de pôles d'échanges :

- des pôles d'échanges de rabattement en entrée de ville et aux extrémités du métro (au Nord-Ouest : Villejean-Université et au Sud, Sud-Est : Henri Fréville et La Poterie essentiellement) qui combinent efficacement métro et bus associé généralement à un parking-relais.
- Un quartier d'échange central, principalement autour du métro République, qui capte à lui seul la moitié des correspondances du réseau bus-métro de l'agglomération rennaise (République, Nemours, Jaurès, Pré Botté ; Les Halles ; Place de Bretagne). Aux périodes les plus fréquentées, on compte près d'une correspondance bus-métro toutes les 2 secondes dans le pôle d'échanges République. Ce quartier d'échanges peut être étendu à Sainte-Anne qui offre un fonctionnement intermodal assez éclaté (Sainte-Anne, Hôtel Dieu, Hoche).

Corrélation entre fréquentation et intermodalité

On trouve une assez bonne corrélation entre la fréquentation (validation/heure) de la station et le nombre de correspondances effectuées (correspondance/heure). La pente de la courbe de tendance est positive mais assez faible, ce qui signifie que le taux de correspondance augmente à mesure que la fréquentation s'élève.

Figure 7 : *Corrélation entre la fréquentation des stations et taux de correspondance*
 $x = \text{transfers per hour} / y = \text{validations per hour}$



A l'heure pointe du matin en semaine, une station fréquentée par 100 usagers/heure compte un taux d'intermodalité théorique d'environ 50% contre 43% le soir. Pour les stations les plus importantes (+ de 800 usagers/heure), la tendance indique une part de correspondance de 55% le matin et 46% le soir. Certaines stations sont décalées de la droite de tendance :

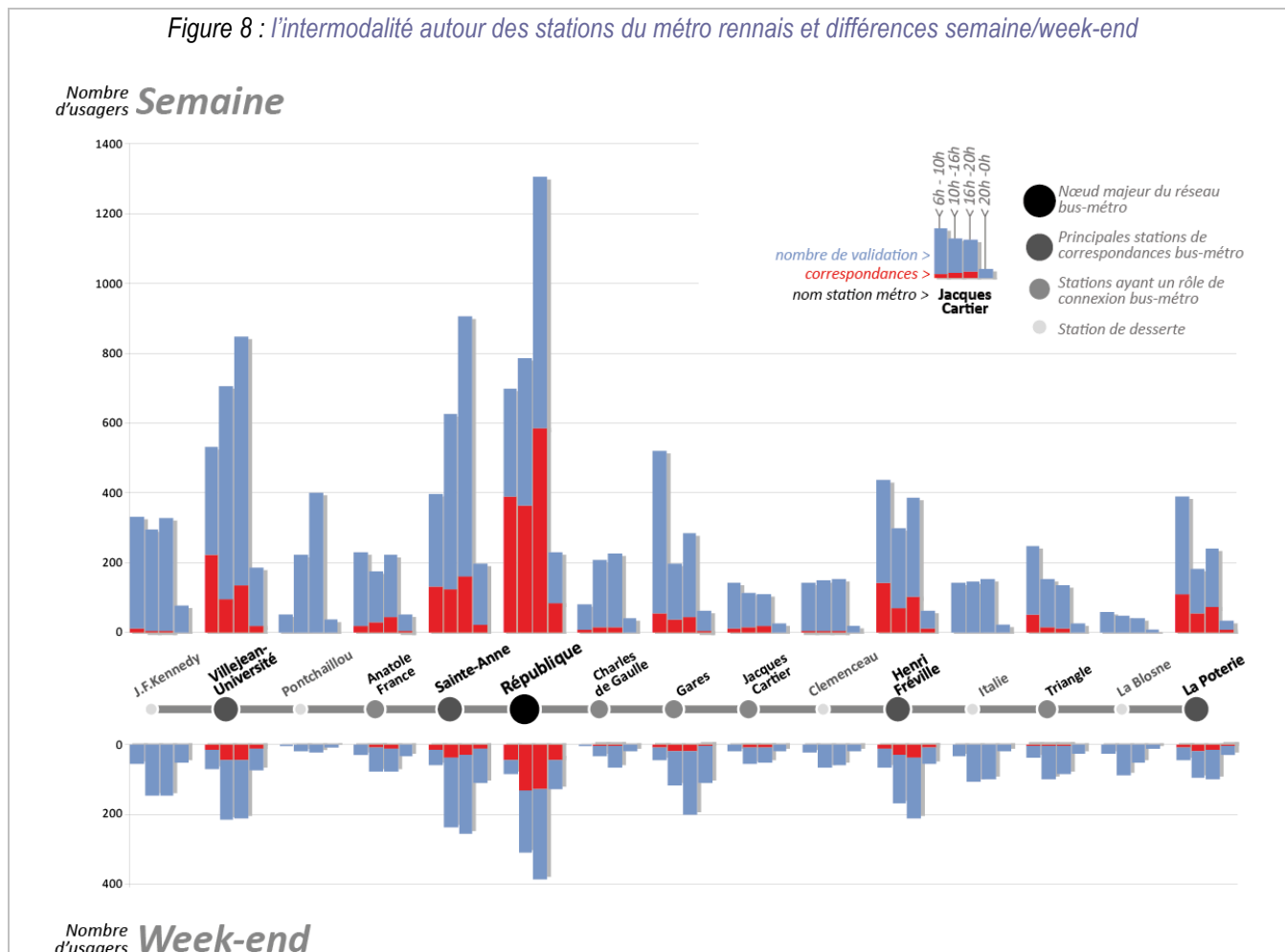
- Des stations ont un nombre de correspondances plus importantes que la fréquentation ne l'indique (décalées à droite de la courbe de tendance) : c'est le cas principalement de la station de bus République qui joue un rôle intermodal majeur

- Des stations ont un nombre de correspondances moins importantes que la fréquentation ne l'indique (décalées à gauche de la courbe de tendance) : c'est le cas de la station « métro-Gares » le matin. Les correspondances en provenance des autres modes n'étant pas comptabilisées, c'est une station qui est atypique puisque assez fréquentée mais peu intermodale avec le bus seul. On retrouve dans cette position les stations de métro Ste-Anne et Villejean-Université à l'heure de pointe du soir : elles accueillent plus d'usagers mais peu de correspondances pour une raison différente de la station « métro Gares ». C'est davantage l'importance de l'accès local (centre urbain à Ste-Anne et Sortie d'université à Villejean) qui explique ce décalage.

Rôle intermodal des stations de métro

En semaine, une validation sur deux à la station métro République est en correspondance avec le bus. Le poids du « métro République » dans le réseau rennais est majeur, tant en terme de fréquentation que par son rôle intermodal. Les autres stations de métro qui atteignent au moins 20% de correspondances bus au cours de la journée sont bien réparties sur le réseau : Villejean au nord-ouest, Sainte-Anne au centre (à proximité de République), Henri Fréville au sud et La Poterie au Sud-Est. A l'inverse, cinq arrêts de métro avec moins de 2% de correspondances n'apparaissent pas comme des lieux d'intermodalité avec le bus.

Figure 8 : l'intermodalité autour des stations du métro rennais et différences semaine/week-end



Une typologie de l'intermodalité autour des stations métro se dessine autour de 4 groupes :

- Nœud majeur du réseau bus-métro = République (1)

- Principales stations de correspondances bus-métro = Villejean-Université, Sainte-Anne, Henri Fréville et La Poterie (4)
- Stations ayant un rôle secondaire de connexion bus-métro = Anatole France, De Gaulle, Gares, Jacques Cartier, Triangle (5)
- Station de desserte (pas de fonctions intermodales bus-métro) = Kennedy, Pontchaillou, Clémenceau, Italie, La Blosne (5)

Le week-end, la fréquentation du métro est 3 fois moins importante et le nombre de correspondances 4,2 x fois moindre. Ainsi toutes les stations ont une part d'intermodalité qui diminue mais de façon contrastée. La baisse est modérée sur le versant nord-ouest (-2 pts pour Villejean), assez importante pour les stations centrales à partir d'une proportion élevée (-9 pts pour République -7 pour Ste-Anne) et très importante sur le versant sud-est : -11 pts pour H.Fréville, -9 pts pour Triangle, -13 pts pour La Poterie. Ce sont des stations de rabattement bus de semaine qui n'ont qu'un rôle de connexion bus-métro très modeste le week-end. L'explication peut provenir des fréquences de bus plus faibles et d'usages plus dépendants d'une clientèle de navetteurs périurbains.

Figure 9 : Intermodalité semaine / week-end des stations de métro

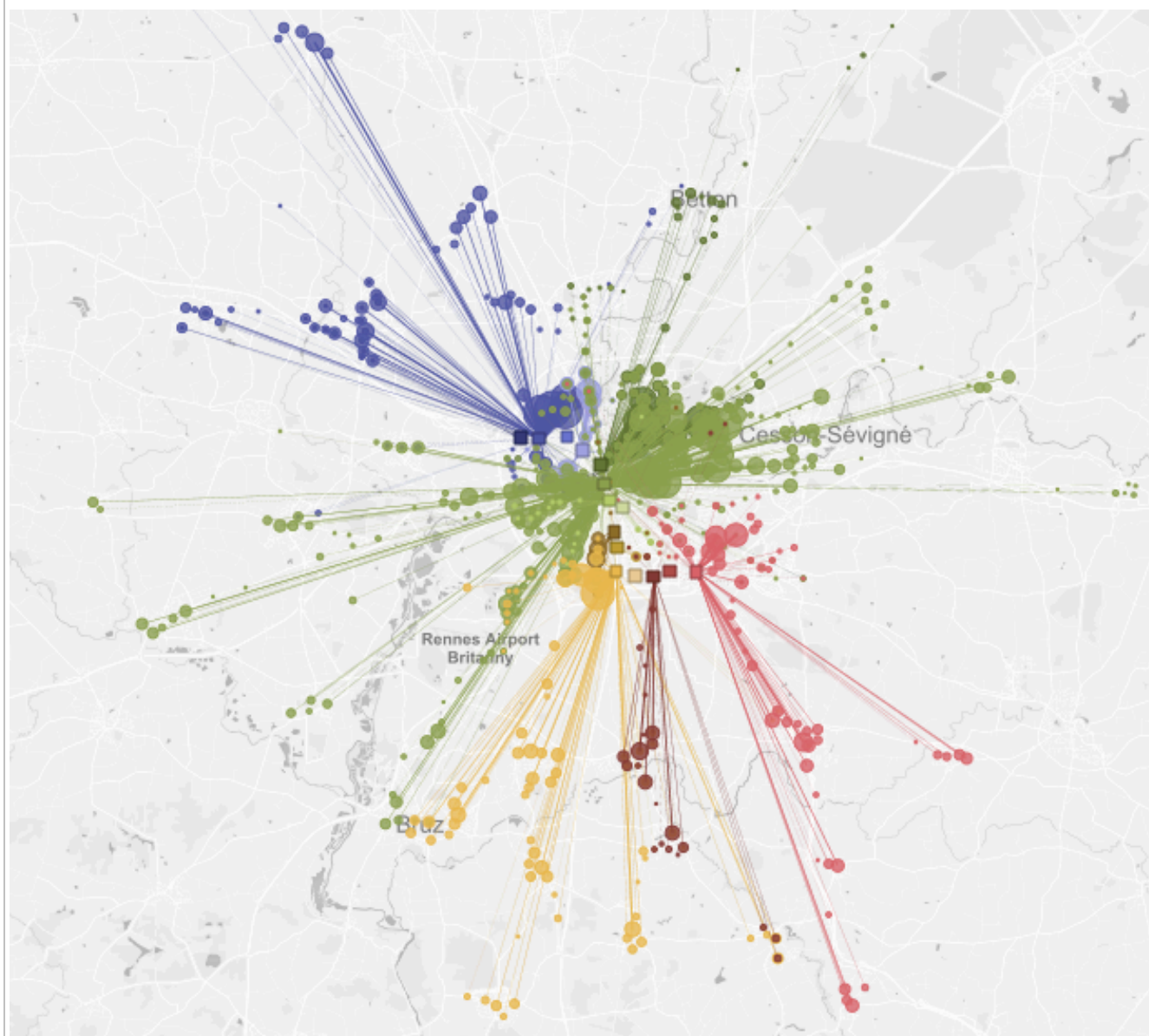
	Nom des stations de métro	Part de correspondance un jour de semaine	Part de correspondance le week-end	Différence semaine/week-end (en points)
	JF Kennedy	2 %	1 %	-1
2	Villejean-Université	21 %	19 %	-2
3	Pontchaillou	0 %	0 %	0
4	Anatole-France	14 %	10 %	-4
5	Sainte Anne	21 %	14 %	-7
6	République	47 %	38 %	-9
7	Charles de Gaulle	7 %	6 %	-1
8	Gares	14 %	10 %	-4
9	Jacques Cartier	12 %	11 %	-1
10	Clémenceau	2 %	1 %	-1
11	Henri Fréville	27 %	16 %	-11
12	Italie	0 %	0 %	0
13	Triangle	14 %	5 %	-9
14	La Blosne	1 %	1 %	0
15	La Poterie	29 %	16 %	-13

Aire de chalandise des stations intermodales

Les stations les plus intermodales sont généralement celles qui ont l'aire de chalandise qui couvre la surface la plus grande. De part sa position centrale et son offre bus très importante, la station de métro République attire les usagers du bus d'une large partie de l'agglomération : à l'Est (et Nord-Est) jusqu'à Acigné et Thorigné et à l'Ouest (et sud-ouest) de Bruz à Cintré. D'Est en Ouest, l'origine de ceux qui effectuent une correspondance à la station de métro République va jusqu'au bordure du périmètre de la métropole rennaise.

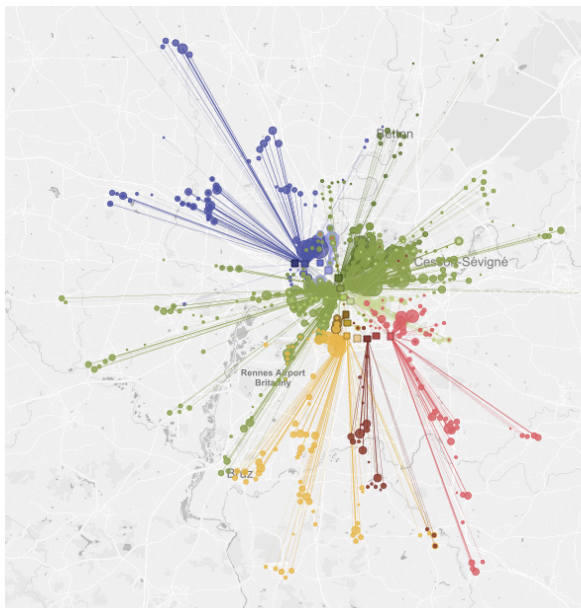
Les principales stations de correspondances bus-métro ont chacune une large aire de chalandise jusqu'en bordure du périmètre des transports : Villejean-Université attire tout le secteur Nord-Ouest (au-delà même de Gévezé) ; Henri Fréville le secteur Sud de Bruz à Bourgarré ; La Poterie le secteur Sud-Est de Corps-Nuds à Nouvoitou. L'exception est la station de métro Sainte-Anne qui dispose d'une aire de chalandise plus étroite et (mise à part Betton) qui s'étend principalement à l'intérieur de la ville de Rennes (quartiers Ballangerais, Maurepas, Longs-Champs). Sur ce secteur également en rabattement à la station République, la réalisation de la seconde ligne de Métro devrait profondément transformer les aires de chalandise des stations métro République et Sainte-Anne.

Figure 10 : Aire de chalandise intermodale des stations de métro



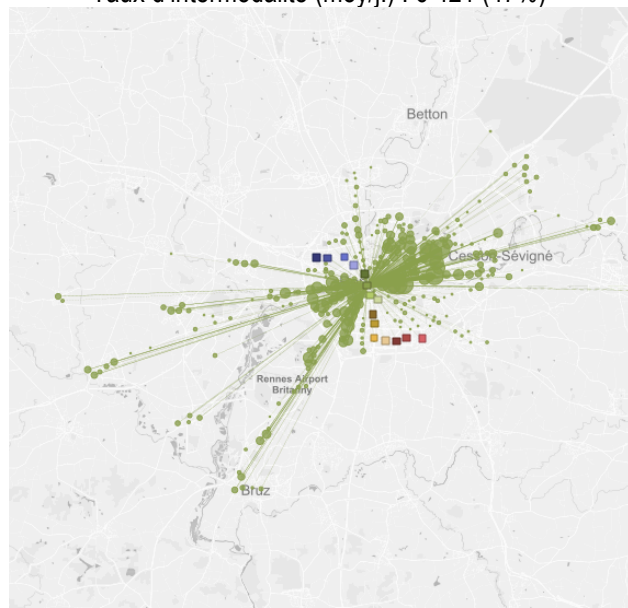
Notons que l'on observe des coupures strictes en bassin de rabattement et d'autres séparations plus floues : par exemple, une partie de la commune de Bruz se rabat à République, l'autre partie à Henri-Fréville. Enfin, on peut également noter des aires de chalandise qui se superpose : l'attractivité de la station métro Kennedy couvre une partie des communes en rabattement sur Villejean. Idem pour l'aire de chalandise de la station de métro Triangle qui double celle de Henri-Fréville, beaucoup plus large.

Rabatement à toutes les stations de métro



Métro République

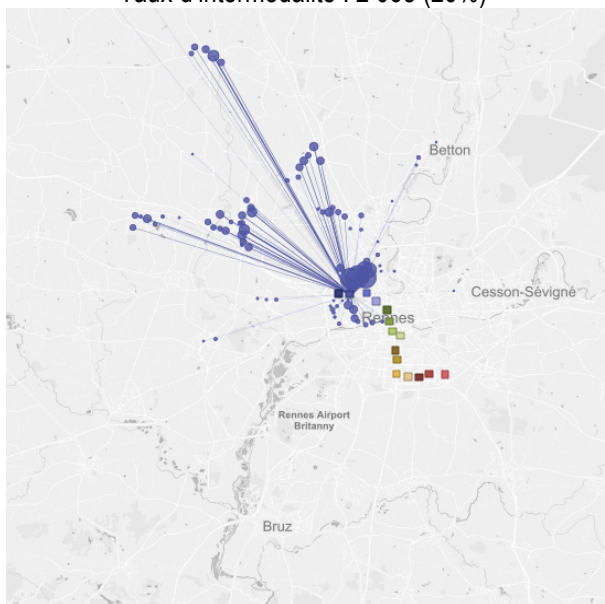
Fréquentation (moy/j.) : 13 635
Taux d'intermodalité (moy/j.) : 6 421 (47%)



Aire de chalandise diamétrale : principale station de rabattement sur un axe bus est-ouest avec un usage court et longue distance

Métro Villejean-Université

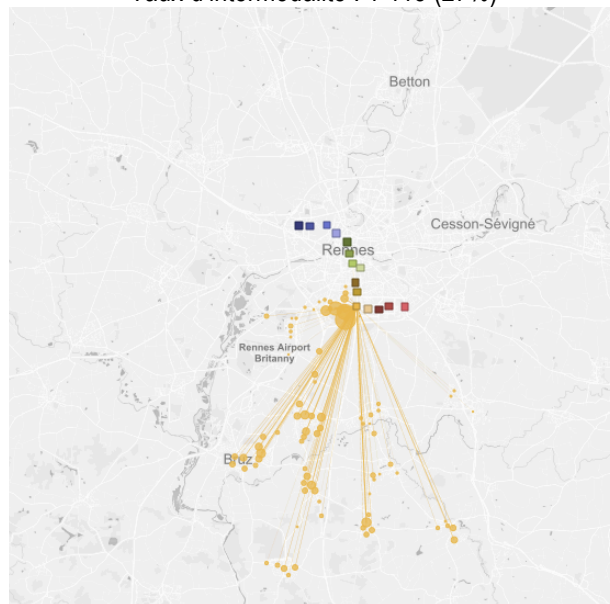
Fréquentation : 10 486
Taux d'intermodalité : 2 065 (20%)



Aire de chalandise mixte : rabattement privilégié du ¼ Nord-Ouest de l'agglomération (souvent longue distance) et intermodalité de proximité du quartier Bauregard.

Métro Henri Fréville

Fréquentation : 5 317
Taux d'intermodalité : 1 415 (27%)

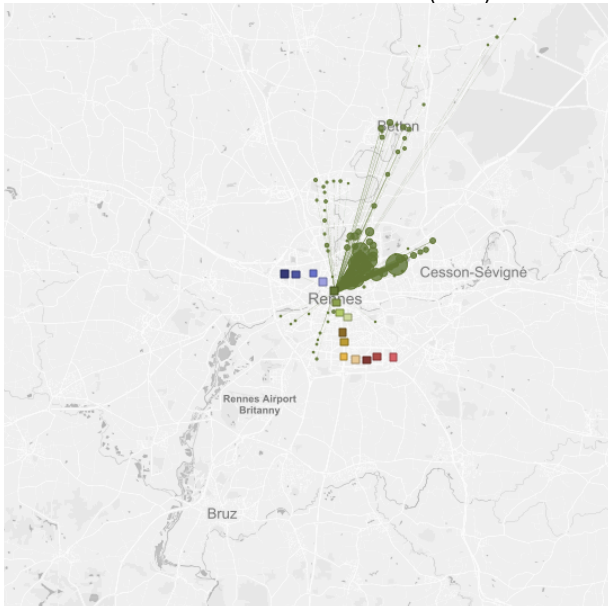


Aire de chalandise mixte : rabattement longue distance du secteur sud (Bruz ...) et fonction de proximité quartier ouest (Bréquigny)

Métro Sainte-Anne

Fréquentation : 9 749

Taux d'intermodalité : 2 006 (21%)

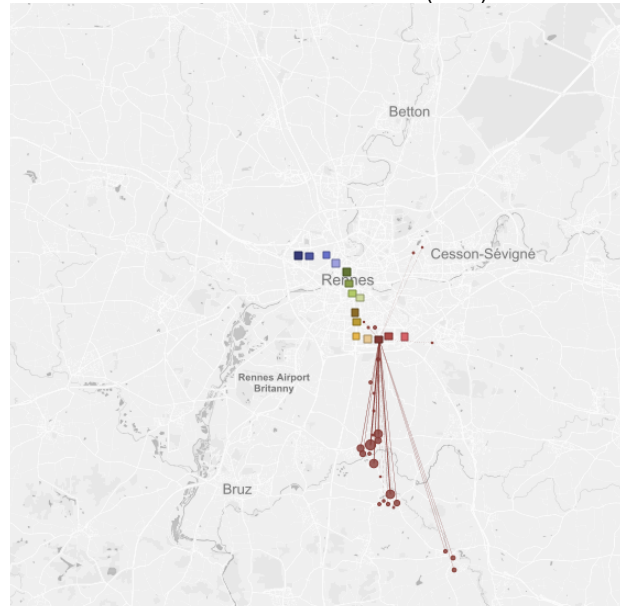


Aire de chalandise de proximité : doublonne la station République sur l'important rabattement du ¼ nord-est de la ville (axe du métro ligne B en construction) ; et station de rabattement de l'axe Nord (Betton)

Métro Triangle

Fréquentation : 2 531

Taux d'intermodalité : 348 (14%)

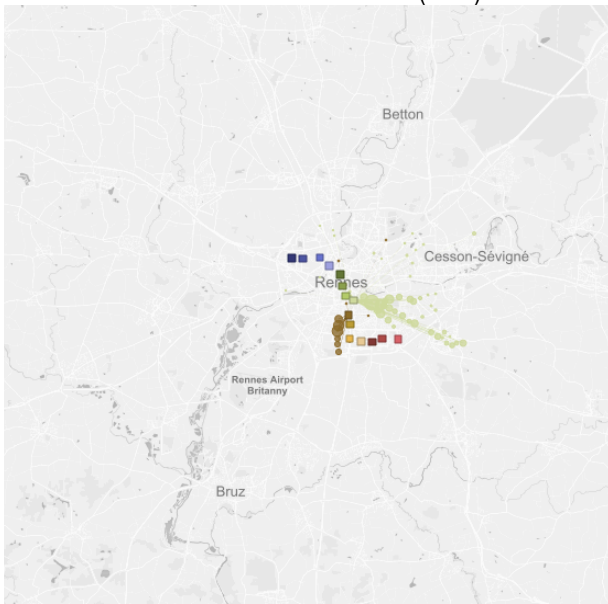


Aire de chalandise longue distance : rabattement hors ville de Rennes du secteur sud de l'agglomération (Noyal ...)

Métro Gare

Fréquentation : 4 634

Taux d'intermodalité : 650 (14%)



Aire de chalandise locale : rabattement du secteur sud-est (Zone industrielle Sud-Est Rennes) de proximité et de faible intensité

Métro La Poterie

Fréquentation : 3 757

Taux d'intermodalité : 1 077 (29%)



Aire de chalandise mixte : rabattement du ¼ sud-est avec une fonction périurbaine (Vern...) et une fonction locale (Chantepie, ZI ...)

L'orientation des correspondances dans les pôles d'échanges

Les données billettiques fournissent la possibilité de changer le niveau de zoom pour une analyse « à la loupe » de phénomènes plus localisés. C'est le cas par exemple du fonctionnement des pôles d'échanges qui ne peuvent pas être décrit de façon détaillée dans une Enquête-Déplacement, faute de représentativité statistique. Nous pouvons ainsi observer plus finement les caractéristiques et l'orientation des transferts bus-métro dans les principales stations de correspondances.

Une première caractéristique concerne le différentiel de taux de correspondance entre bus et métro : la station de bus a toujours un taux de correspondance supérieur de plus de 20 points par rapport à la station de métro du même nom. Quel que soit le couple de station et l'heure, le nombre de validation dans le bus est toujours plus dépendant d'usagers en correspondance. Par exemple à la station Henri Fréville, selon la tranche horaire de la journée, 55 à 65% des validations dans la station de bus sont en correspondance contre 23 à 32% pour la station de métro.

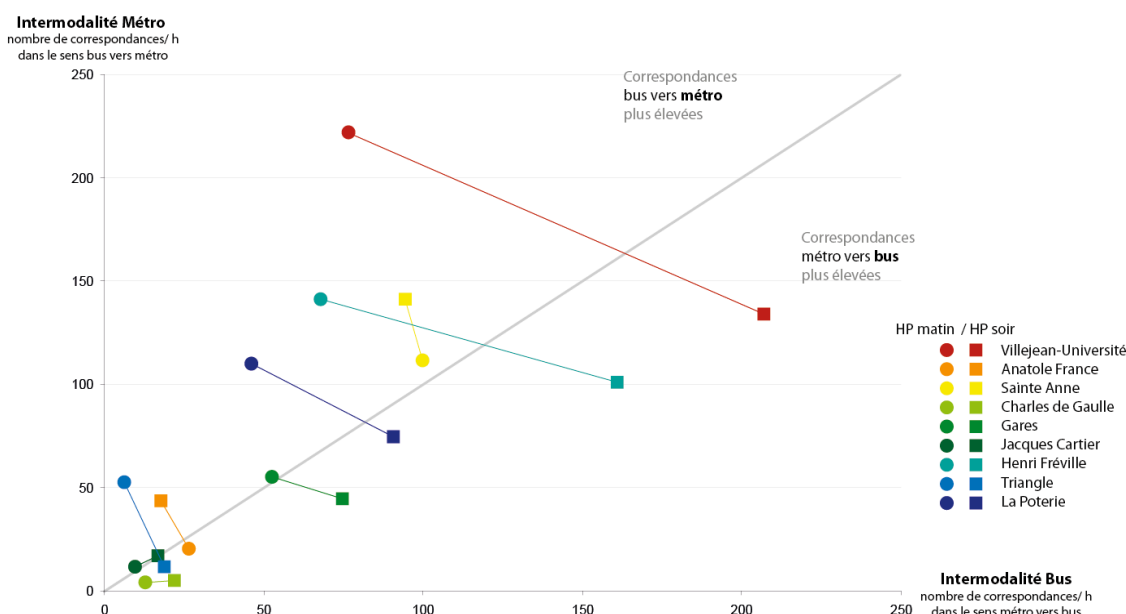
Ces taux d'intermodalité dissimulent cependant d'autres réalités comme nous pouvons l'observer au niveau du pôle d'échanges bus-métro Villejean-Université : si en valeur relative, la fréquentation du bus est plus dépendant de l'intermodalité métro (que la fréquentation du métro de l'intermodalité bus) ; en valeur absolue, à l'heure de pointe du matin, le bus fournit 3 fois plus d'usagers au métro (221 usagers du métro proviennent de la station bus Villejean-Université) que l'inverse (77 usagers du bus proviennent de la station métro Villejean-Université). La situation est inversée à l'heure de pointe du soir mais selon des proportions différentes.

*Figure 11 : Orientation des correspondances selon la période de la journée
au pôle d'échanges métro-bus Villejean-Université*

À l'heure de pointe du matin (de 6h à 10h)	Station bus Villejean-Université	Station métro Villejean-Université
Validation/heure	153	530
Correspondance/heure	96	221
Part de correspondances	63 %	42 %
Provenance des correspondances	77 proviennent de la station métro et 19 de la station bus	221 proviennent de la station bus

À l'heure de pointe du matin (de 6h à 10h)	Station bus Villejean-Université	Station métro Villejean-Université
Validation/heure	407	846
Correspondance/heure	226	134
Part de correspondances	55 %	16 %
Provenance des correspondances	207 proviennent de la station métro et 19 de la station bus	134 proviennent de la station bus

Figure 12 : Sens des correspondances aux pôles d'échanges bus-métro



Note de lecture : exemple du pôle d'échanges Villejean-Université à l'heure de pointe du matin : 222 correspondances/h dans le sens bus vers métro et 77 dans le sens inverse ; à l'heure de pointe du soir : 134 transferts/h dans le sens bus vers métro et 207 dans le sens inverse.

Distribution agrégée des lieux d'intermodalité

Les lieux d'échanges identifiés par l'exploitant portent généralement le même nom sur le plan de réseau. Cependant la caractérisation fonctionnelle des pôles d'échanges n'est pas toujours similaire aux caractéristiques d'usage. L'utilisation des données billettique permettent de décrire les solidarités d'usages entre les différents arrêts d'un pôle d'échanges. Il est ainsi possible de définir les pôles d'échanges selon l'usage intermodal mesuré.

En partant des principaux transferts entre stations (plus de 10 transferts par heure soit 181 variables en, moyenne par jour), nous avons relevé les liens intermodaux les plus robustes. Ces relations privilégiées permettent de former un groupe où les arrêts interagissent beaucoup entre eux. Sans surprise, le pôle d'échanges le plus complexe est celui de République avec 6 stations solidarisées par les transferts intermodaux. Ce pôle pèse à lui-seul 47% de l'intermodalité de tout le réseau. On peut y associer le pôle de Saint-Anne éclaté sur 3 points de desserte qui pourrait pratiquement fusionner avec celui de République.

On retrouve ensuite 8 « binômes » métro-bus qui assurent 1/3 de l'intermodalité du réseau rennais. Et enfin des pôles bus connectant différentes lignes en un même lieu. Ces pôles bus jouent un rôle de maillage du réseau pour un volume modeste d'intermodalité ; en cumulé, 2,5% des correspondances du réseau, ce qui illustre un fonctionnement intermodal extrêmement concentré sur un pôle central.

Figure 13 : Description de pôles d'échanges par regroupement d'arrêts ayant un volume d'interaction significatif

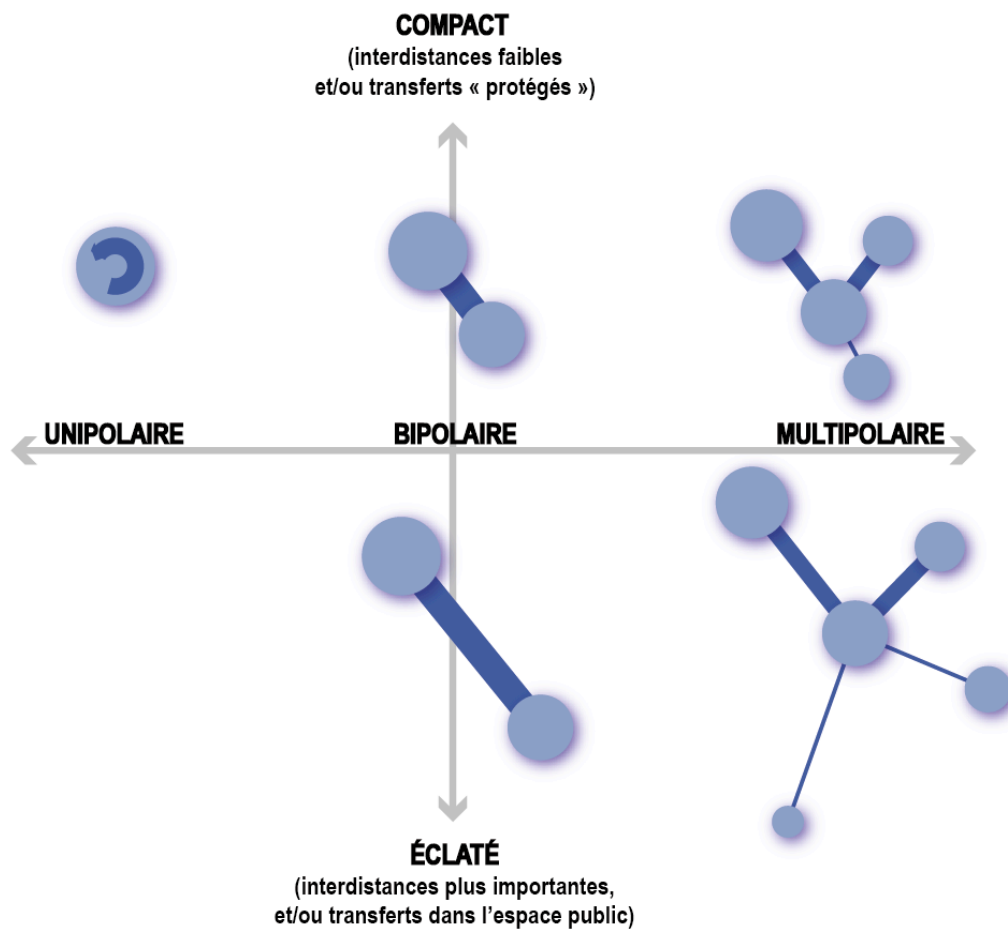
Nom du pôle d'échanges	Arrêts solidarisés par des transferts significatifs > 10 correspondances/heure		Volume et part des correspondances/h
République	6 arrêts = 1 Métro + 5 Bus	Métro République Bus République Bus République Nemours Bus République Pré Botté Bus République Jaurès Bus Les Halles	1 042 correspondances/h – soit 17 corresp. par minute – et 47% du total des correspondances du réseau STAR
Sainte Anne	3 arrêts = 1 Métro + 2 Bus	Métro Sainte Anne Bus Sainte Anne Bus Hoche	208 (9 %)
		<i>Sous-total « centre d'échanges »</i>	1250 (56%)
Villejean-Université	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Villejean-Université Bus Villejean-Université	228 (10 %)
Henri Fréville	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Henri Fréville Bus Henri Fréville	167 (7 %)
La Poterie	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro La Poterie Bus La Poterie	122 (5 %)
Gares	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Gares Bus Gares	94 (4 %)
Charles-de-Gaulle	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Charles de Gaulle Bus Charles de Gaulle	44 (2 %)
Anatole France	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Anatole France Bus Anatole France	42 (2 %)
Triangle	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Triangle Bus Triangle	29 (1 %)
Jacques Cartier	2 arrêts = 1 Métro + 1 Bus	Métro Jacques Cartier Bus Jacques Cartier	25 (1 %)
		<i>Sous-total « pôles métro »</i>	751 (33,5 %)
Hôtel Dieu	1 arrêt de Bus	Bus Hôtel Dieu	13 (- de 1%)
Place de Bretagne	1 arrêt de Bus	Bus Place de Bretagne	13 (- de 1%)
Cité Judiciaire	1 arrêt de Bus	Bus Cité Judiciaire	10 (- de 1%)
Tournebride	1 arrêt de Bus	Bus Tournebride	8 (- de 1%)
CARSAT	1 arrêt de Bus	Bus Carsat	8 (- de 1%)
La Plesse	1 arrêt de Bus	Bus La Plesse	6 (- de 1%)
		<i>Sous-total « pôles bus »</i>	58 (2,5 %)
		<i>Sous-total « reste du réseau »</i>	181 (8 %)
			2 240 correspondances /heure sur le réseau en moyenne un jour de semaine

La morphologie « d'usage » des pôles d'échanges

Les pratiques intermodales décrites avec les données billettique témoignent de solidarités d'usages entre les stations du réseau qu'elles soient ou non regroupées dans un même pôle d'échanges. Les traces des validations en correspondance dessinent une morphologie particulière des différents lieux d'intermodalité des transports collectifs de Rennes Métropole. Ces formes réticulaires se différencient selon deux critères principaux :

- le niveau de compacité des transferts illustré par la longueur des liens : plus les liens sont courts, plus les transferts sont directs donc plus le pôle d'échanges peut-être considéré comme « compact ». Notons cependant que cette estimation reste partielle car la distance physique entre deux arrêts ne permet pas de déterminer intégralement la « pénibilité » de la correspondance qui dépend aussi de la qualité des cheminements, de la signalétique, la présence de dénivelés ou d'escaliers...
- le nombre d'arrêts en interaction qui permet de distinguer des lieux d'intermodalité « unipolaires » comme les pôles-bus, « bipolaires » avec un couple de stations (souvent bus-métro) interdépendants, ou « multipolaires » avec plusieurs arrêts composant la zone intermodale. La part de correspondances au niveau de chaque lien, permet de mesurer précisément la forme du pôle d'échanges. Si un seul lien entre deux arrêts capte plus de 90% des correspondances, ce pôle est jugé bipolaire.

Figure 14 : Schéma de la morphologie des pôles d'échanges Bus-métro

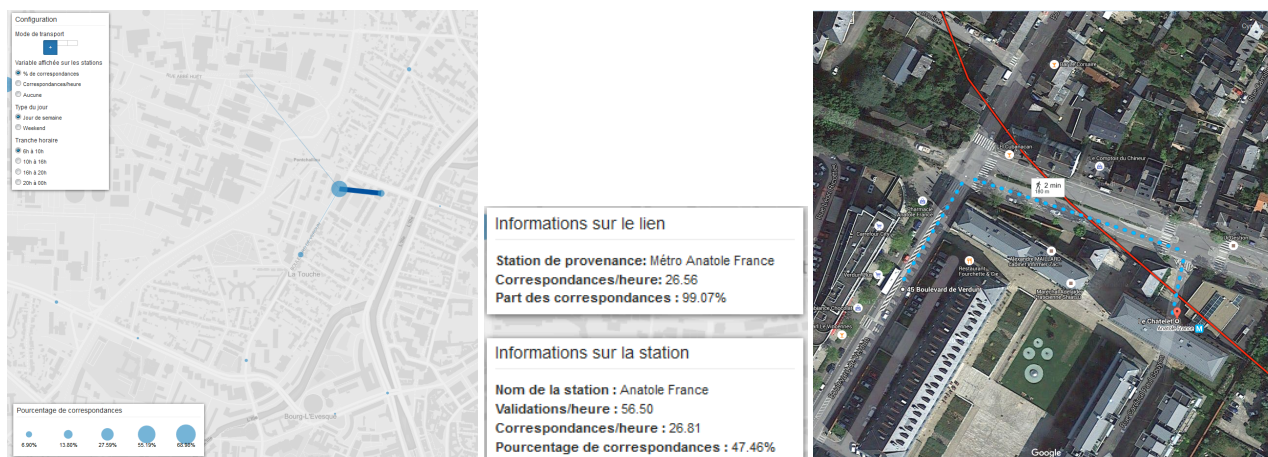


Les pôles d'échanges de l'agglomération rennaise s'organisent principalement autour d'un couple d'arrêts bus-métro très interdépendant. Dans la plupart des situations, plus de 90 % des transferts bus sont issus de la station de métro du même

nom et inversement. Ce sont donc des pôles d'échanges où les arrêts de bus sont regroupés dans un seul nœud à proximité plus ou moins directe de la station de métro. Il peut s'agir d'un simple arrêt ou d'une gare routière avec plusieurs quais (exemple Villejean, Fréville, Poterie) directement connectée, ce qui renvoie au type « bipolaire compact ».

Le type « bipolaire éclaté » caractérise des interdistances plus longues avec des correspondances qui s'effectuent dans l'espace public. Le pôle Anatole France est assez représentatif de l'absence d'immédiateté dans les correspondances bus-métro. Même si la distance n'est pas insurmontable, l'absence d'intervisibilité entre bus et métro peut alourdir la charge cognitive de la correspondance et nécessiter un guidage par une signalétique adaptée.

Figure 15 : Correspondances à la station bus-métro Anatole France

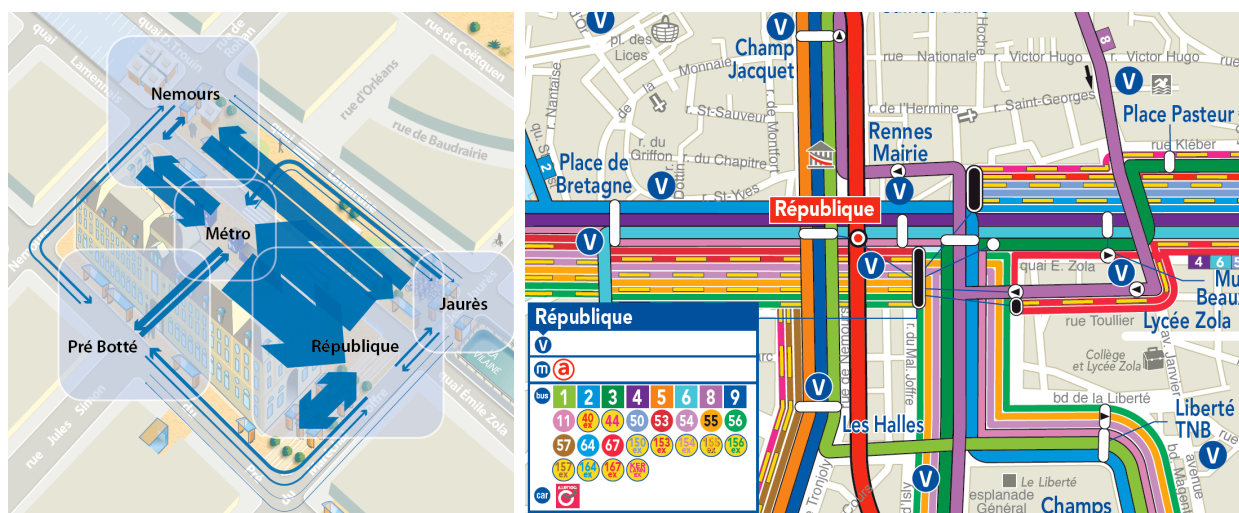


Exemple : Survol de la station bus Anatole France ; les liens représentent les transferts vers celle-ci, issues à 99% de la station de métro du même nom.

Les lieux d'intermodalité de Sainte-Anne ou de Charles-de-Gaulle illustrent des situations plus proche du concept de quartier d'échanges. L'intermodalité est partagée entre plusieurs stations bus de façon assez éclaté. La station de métro Charles-de-Gaulle illustre une situation atypique où les correspondances se font à parts égales depuis les stations bus Charles-de-Gaulle et Plélo-Colombier (environ 35 à 40% de l'origine des correspondances), alors que cette dernière station ne dessert pas physiquement le métro Charles-de-Gaulle. Cette intermodalité évite aux usagers d'aller jusqu'au pôle République pour prendre le métro.

Le principal nœud d'échanges République est multipolaire mais relativement compact. Plus d'un tiers des correspondances de ce pôle se passent spécifiquement entre l'arrêt de Bus « République » et la station de métro du même nom. Pour autant, le pôle d'échanges République est largement multipolaire : 4 arrêts de bus (Nemours, Jaurès, Pré Botté, et République) auxquels on peut ajouter « Les Halles » composent avec le métro un pôle d'échanges relativement compact. Le plus actif est le pôle bus République qui entretient d'intenses relations avec la station de métro toute proche. Le côté Nemours interagit fortement et à parts égales avec République et le métro. Pré Botté est surtout relié au métro via le passage sous le palais République. Enfin l'arrêt Jaurès est plus isolé.

Figure 16 : Échanges intermodaux au pôle d'échanges République

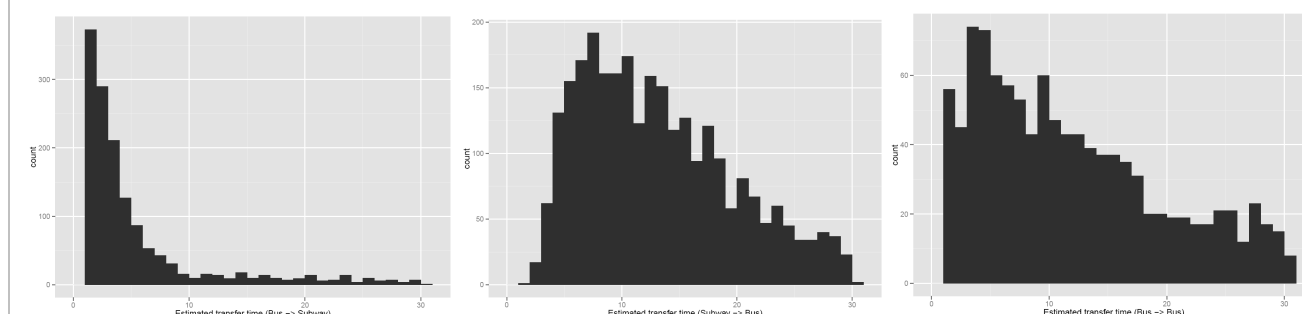


Temps de transfert selon les types d'intermodalité

La distribution des temps de correspondance permet de tester la robustesse de la reconstruction des OD avec les données billettiques. Certains temps de correspondance négatifs indiquent que le trajet de l'utilisateur a été plus rapide que le temps théorique moyen. Par exemple, un bus en avance peut permettre à un usager de prendre la correspondance métro d'avant.

La distribution des temps de transferts intermodaux dessinent des diagrammes très représentatifs de la qualité des correspondances. En moyenne, une correspondance bus vers métro prendra 4 min contre 7 min dans le sens inverse. Du bus vers le métro, la quasi-totalité des correspondances sont réalisées en moins de 5 min avec un pic entre 1 et 2 min à mettre en relation avec la fréquence du métro (1 min 30 en heure de pointe). En d'autres termes, on attend quasiment pas quand on prend le métro. Dans l'autre sens ou entre lignes de bus, l'attente est plus longue puisque les fréquences sont sensiblement moins élevées. Le diagramme est plus irrégulier et la majorité des correspondances s'effectuent en 5 à 10 min. Ce temps de correspondance est un élément majeur de l'acceptabilité de la rupture de charge et de la plus ou moins grande pénibilité ressentie par l'utilisateur. En effet, le temps passé à attendre coûte plus « cher » que le temps passé en mouvement.

Figure 17 : Temps de transfert intermodal dans le réseau bus-métro



OUVERTURE

Ce rapport témoigne de l'apport des données billettiques pour l'analyse des mobilités intermodales. La série d'analyses proposée atteste de l'enrichissement possible à la fois sur le plan spatial et temporel de la connaissance de l'intermodalité. La billettique permet d'élargir les cadres de l'analyse traditionnelle de ce type de mobilité par la précision et la quantité de données offertes.

L'étude de l'intermodalité bus-métro dans l'agglomération rennaise offre un panorama des recherches possibles et ouvre de nombreuses perspectives d'analyses spatio-temporelles. Nous avons démontré la possibilité d'étudier, de façon macro, le fonctionnement global du réseau bus-métro avec les aires de chalandises qui solidarisent des lignes de bus avec une station de métro, et de façon micro, les flux à l'intérieur des pôles d'échanges que les comportements intermodaux dessinent. Avec les données billettiques, ces deux échelles d'analyse spatiale se doublent systématiquement de possibilité d'analyses temporelles que nous avons simplement esquissé. Il est en effet possible de suivre l'évolution des aires de chalandise dans la journée tout comme il est possible d'avoir une observation dynamique des rythmes d'un pôle d'échanges quasiment à la minute !

Il ne faut cependant pas laisser penser que les données billettiques sont suffisantes pour toutes les analyses de l'intermodalité et qu'elles ne présentent pas de contraintes. Rappelons qu'aucune source de donnée ne permet de répondre à toutes les questions. Pour les problématiques centrées sur l'organisation d'un réseau de transport collectif et la régulation de ses lieux d'intermodalités, les données billettiques sont des ressources de grande qualité. Notons toutefois que l'intérêt de ces données dépendra du travail préalable, souvent fastidieux, d'enrichissement et de pré-traitement. L'échantillon d'analyses proposé dans ce rapport n'est pas « clé en main » et il est souvent difficile pour les exploitants de réseau et leurs autorités organisatrices d'aboutir à ces possibilités d'analyses.

En outre, les analyses proposées fournissent un éclairage sur une partie de l'intermodalité. Certes, les correspondances entre modes de transports collectifs urbains dominant dans toutes les analyses de l'intermodalité dans la mobilité quotidienne. C'est le volume le plus important mais ce n'est pas le plus problématique du point de vue de l'utilisateur. Les correspondances entre bus et métro sont facilitées par le simple fait qu'elles sont gérées par un seul exploitant (Kéolis Rennes dans notre cas) : c'est donc la même tarification, la même information et la complémentarité est organisée par une seule autorité (Rennes Métropole en l'occurrence). Le défi de la coordination intermodale est plus aigu dans le cas des relations avec d'autres exploitants : avec le train (TER, TGV), avec le réseau de cars interurbains voire même avec de nouvelles offres de mobilité : autocars privé ou co-voiturage par exemple. Une des perspectives d'analyses via les données billettiques consisterait à intégrer les données des parcs-relais et vélo en libre service (mêmes acteurs que bus et métro) et de compléter avec les offres de transport public départementales et régionales. Le support commun de la carte bretonne des déplacements « korrigo » pourraient ainsi se doubler de perspectives d'analyses communes des données de mobilité.

Bibliographie

- Chapelon L., Evaluation des chaînes intermodales de transport : l'agrégation des mesures dans l'espace et le temps, Actes du colloque Technological innovation for Land transportation, TILT, Lille, 2-4 décembre 2003
- Duncan Michael, David Cook (2014) Is the provision of park-and-ride facilities at light rail stations an effective approach to reducing vehicle kilometers traveled in a US context? *Transportation Research Part A* 66 (2014) 65–74
- Dupuy G., Systèmes, réseaux et territoires. Principe de réseautique territoriale, Presse de l'ENPC, 167 p., 1985
- Gandit Marc 2007, Déterminants psychosociaux du changement de comportement dans le choix du mode de transport. Le cas de l'intermodalité, these de doctorat nouveau regime, Mention : Psychologie Sociale Expérimentale, Université Pierre Mendès France - Grenoble 2, 240 p.
- Litman T., Valuing Transit Service Quality Improvements, *Journal of Public Transportation*, 11, 2 : 43-63, 2008
<http://www.nctr.usf.edu/jpt/pdf/JPT11-2Litman.pdf>
- L'Hostis A., Conesa A., Définir l'accessibilité intermodale, in Banos A., Thévenin Th., Systèmes de Transport Urbain, ed. Hermès-Lavoisier, 240 p., 2008
- Margail F., De la correspondance à l'interopérabilité : les mots de l'interconnexion, *Flux* 25, pp. 28-35, 1996
- Margail F. (dir), Intermodalité et interfaces : Comprendre les usages pour guider les décisions, Contrat DRAST N° 98MT28, février 2002
- Massot M.-H., « La multimodalité automobiles et transports collectifs : complémentarité des pratiques modales dans les grandes agglomérations », *Recherche Transports Sécurité* n°50, 3-16, 1996
- Miller Mark A., Camille Tsao.1999, Assessing Opportunities for Intelligent Transportation Systems in California's Passenger. Intermodal Operations and Services— Review of the Literature, Interim Report for MOU 375 19p
- Rabaud M., Richer C. (2015), « Walking : the missing link of intermodality ? », International conference MUP-UPM "The Intricacy of Walking and the City: Methods and Experiments", Paris-Marne la Vallée, 21-23 January 2015
- Richer C., « Quelles politiques intermodales dans la planification territoriale ? Analyse des pôles d'échanges dans les plans de déplacements urbains », *Flux* n°69, Numéro spécial « Politique de déplacements et planification territoriale », pp. 35-48, 2007
- Richer C., Rabaud M., Lannoy A. (2015), L'intermodalité au quotidien. Un panorama de la mobilité intermodale en France, in Armoogum J., Guilloux T., Richer C. (dir), Mobilité en transitions. De la connaissance à l'aide à la décision, ed. Certu, CEREMA-IFSTTAR, coll. ?, pp. 124-135
- Stathopoulos N., « Effets de réseau et déséquilibres territoriaux dans la structure de l'offre ferroviaire à Paris », *Flux* n°18, pp. 17-32, 1994
- Vuchic, V.R., 2006. Urban Transit Systems and Technology. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Wardman M, Hine J., Costs of Interchange: A Review of the Literature. Leeds, University of Leeds, Institute of Transport Studies, 2000
- Yeh Chao-Fu, 2009, Intermodalité et coûts des déplacements urbains dans les mégapoles - Les cas de Paris, Shanghai et Taipei, thèse urbanisme Université Paris-Est, 506 p.
- Zhan Guo A., Nigel H.M. Wilson, « Assessing the cost of transfer inconvenience in public transport systems: A case study of the London Underground », *Transportation Research Part A* 45, 91–104, 2011