

Lyon – 1-3 septembre 2003

Concentration et ségrégation, dynamiques et inscriptions spatiales

**Efficacité spatiale des réseaux de transport dans une perspective de réduction
drastique de l'usage de la voiture –
Applications aux zones denses parisiennes et lyonnaises**

BONNEL Patrick, LET-ENTPE (patrick.bonnel@entpe.fr),

CAUBEL David, LET-ENTPE (david.caubel@entpe.fr),

MASSOT Marie-Hélène, INRETS, Directeur de recherche, (massot@inrets.fr)

Résumé :

Durant les vingt dernières années, les politiques de déplacements urbains ont développé les réseaux de routes – autoroutes - radiales ou périphériques, ainsi que de nouveaux services de transports publics (métro, TER, tramway...). Cette amélioration constante des infrastructures de transport est au cœur des politiques puisqu'elle permet de maintenir et plus fréquemment d'augmenter la vitesse des déplacements. Or, aujourd'hui, il est reconnu que cela a contribué à l'étalement urbain de la population et des activités.

Les conditions de mobilité individuelle (vitesse et coûts des déplacements) ont contribué à une réduction de la densité urbaine. Cela se traduit par des changements dans l'usage des modes de déplacements : réduction des parts de marché des déplacements en vélo ou à pied, relative stabilité de la part de marché des déplacements en transports collectifs, et un usage croissant de l'automobile. La voiture domine maintenant l'ensemble des autres modes de déplacements.

Dans un contexte où l'opinion publique est généralement favorable au développement des transports publics et des prises de position politique qui reflète cette opinion, nous avons voulu quantifier la rigidité de l'usage de la voiture en termes de temps, de vitesses et de la localisation géographique des déplacements, par rapport à une politique de réduction drastique de son usage dans les zones denses urbaines et en faveur d'un développement des modes de déplacements « doux », pouvant être compétitifs avec la voiture. Pour cela, nous analysons la rationalité de l'usage de la voiture par rapport à la vitesse de déplacements des modes alternatifs à celle-ci. Est-ce que les automobilistes d'une zone dense urbaine peuvent réaliser leur programme d'activités quotidiennes sans changer la localisation de leurs activités, avec un autre mode de déplacements que la voiture, sans accroître leur budget-temps de déplacements et sans faire diminuer la vitesse de leurs déplacements ?

Nous proposons de quantifier et de qualifier le volume maximum de réduction de la place de la voiture en ville appelé potentiel transférable, tout en respectant les programmes d'activités des individus dans l'espace géographique urbain et dans le temps. Nous explorons par la suite les effets

d'une croissance forte de l'offre en transports collectifs sur ce volume maximum de réduction de la place de la voiture en ville. Enfin, nous analysons les effets d'une augmentation du budget temps de déplacements journaliers des individus que l'on peut assimiler à une politique généralisée de baisse de la vitesse de la voiture. Les analyses se basent sur les zones denses des agglomérations parisiennes et lyonnaises, à partir des données issues de l'enquête globale transport de la Région Ile-de-France de 1992 et de l'enquête ménages déplacements de l'agglomération lyonnaise de 1995.

La méthode développée pour quantifier et qualifier le « potentiel transférable » est basée sur des itérations répétées d'une procédure de transfert modal des déplacements automobiles vers les modes doux de déplacements (marche à pied, vélo, transports collectifs). Cette procédure de transfert s'appuie sur une série de règles de transfert. Il ne s'agit donc pas d'une approche comportementale, mais d'une approche permettant d'estimer le marché potentiel (maximum) des modes doux sous différents scénarios d'offre de transports collectifs.

La communication présente la méthodologie développée pour déterminer le potentiel de transfert ainsi que les résultats obtenus. Au-delà d'une quantification des transferts, nous développons une analyse spatiale. Cette analyse est effectuée sur l'espace géographique des deux agglomérations parisiennes et lyonnaises autour de l'évolution des déplacements et des véhicules*kilomètres transférés de la voiture sur les modes « doux » à l'issue de la simulation d'un scénario.

1 Une problématique

L'usage privé de l'automobile est aujourd'hui dominant et croissant dans les déplacements des grandes aires métropolitaines et ce malgré une opinion publique généralement favorable au développement des transports publics et des prises de position politiques reflétant cette opinion. En outre, les projections disponibles et l'examen des potentiels de régulation liés aux politiques traditionnellement envisagées (maîtrise du stationnement, développement des transports publics, instruments économiques (péage urbain) ou fiscaux (TIPP)) montrent que l'impact de ces politiques reste limité.

La question à laquelle nous souhaitons répondre dans le cadre de cette étude est la suivante :

Peut-on envisager un fonctionnement satisfaisant d'une grande aire métropolitaine fondé sur un système de transport radicalement différent, reposant principalement sur l'usage d'autres modes que la voiture particulière ?

Par « satisfaisant », nous entendons un système qui offrirait à l'ensemble des usagers des caractéristiques de vitesse et de temps de parcours légèrement inférieures, voire égales ou supérieures au système actuel, un coût global égal ou inférieur pour la collectivité, et bien-sûr une amélioration significative de l'environnement urbain.

Par « radicalement différent », nous entendons un système dans lequel l'usage de la voiture particulière pourrait être réduit de manière non marginale, d'au moins la moitié des véhicules*kilomètres automobiles, pour fixer les idées.

Nous ne cherchons pas à justifier l'orientation vers un système radicalement différent – tout ou presque a déjà été écrit sur les méfaits et les bienfaits de l'automobile en ville (Massot, 1999). Par contre, nous cherchons à simuler et évaluer, du point de vue des usagers et de la collectivité, la faisabilité d'un système de transport qui est basé principalement sur un usage d'autres modes que la voiture particulière dans les zones denses des agglomérations parisiennes et lyonnaises (Carte 1 : Zones d'études).

Tant la construction des différents scénarios de politiques de transport que leur évaluation visent à ouvrir le débat sur les marges potentielles de réduction de l'usage de la voiture dans les zones denses urbaines. En particulier, nous analysons d'un point de vue spatial les zones de pertinence des différents systèmes de transports à l'échelle des bassins de vie des agglomérations.

2 Une méthodologie

La démarche initiée dans ce travail constitue un modèle de simulation permettant de mesurer le marché potentiel de modes de transport alternatifs à la voiture particulière.

La méthode repose sur une succession d'itérations visant au transfert des déplacements automobiles vers des modes alternatifs, suivies d'améliorations progressives de la consistance de l'offre en transport. Les modes de déplacement vers lesquels la demande pourra être orientée sont à la fois des modes individuels (marche à pied ou vélo) et les transports collectifs.

Ces itérations se basent sur :

- des enquêtes ménages déplacements des deux agglomérations (Enquête Globale de Transport d'Ile de France de 1991-1992 (*EGT 91-92*)), et enquête ménages déplacements de 1994-1995 de l'agglomération lyonnaise (*EMLYON 94-95*)). Elles fournissent l'ensemble des déplacements réalisés un jour ouvrable de semaine par l'ensemble des individus résidant au sein des périmètres d'enquête ;

- des modèles qui fournissent les temps de déplacement en transports collectifs pour chacun des déplacements automobiles sur la base d'un algorithme de plus court chemin (modèle IMPACT développé par la RATP dans le cas de la région parisienne et modèle TERESE développé par la SEMALY pour Lyon) ;
- des vitesses de la marche à pied et du vélo qui sont des alternatives potentielles à l'usage de la voiture particulière.

Les déplacements, ou plus précisément, les boucles de déplacement (suite de tous les déplacements effectués entre la sortie et le retour au domicile d'un individu) sont assignés à l'un des modes alternatifs sur la base de règles éliminatoires (pas de transfert vers la marche pour des distances supérieures à 2 kilomètres, pas de transfert vers le vélo pour des distances supérieures à 8 kilomètres, pas de transfert si le motif de déplacement des boucles est « accompagnement »...) et sur la base de contraintes (respect des budgets-temps de déplacement des individus, distance de chaque déplacement et boucle...). Ce système de règles et de contraintes constitue le cœur de la procédure de transfert modal, qui examine les possibilités de transfert dans le contexte d'une offre de transport présente ou future afin d'identifier les marges de manœuvre vis-à-vis des déplacements individuels.

La procédure de transfert modal est appliquée à différents scénarios d'offre. Elle fournit une image de l'univers du possible en matière d'usage des modes alternatifs à la voiture.

Chaque simulation fournit un volume potentiel de transfert des véhicules*kilomètres automobiles vers chacun des autres modes. Même si nous simulons différents scénarios prospectifs de transport, les transferts sont évalués à partir des boucles recensées dans les enquêtes déplacements de Paris et de Lyon. De ce fait, il n'y a pas de modification du schéma d'activités des individus, ni de trafic induit dû à l'amélioration de l'offre de transport.

Dans cette section, nous présentons les principes de base de la procédure de transfert (section 2.1). Nous poursuivons avec la description de la procédure (section 2.2). Ensuite, nous exposons les scénarios de transport (section 2.3) et les données utilisées (section 0). Enfin, nous revenons sur certains points de la méthodologie (section 0).

2.1 Principes de la procédure de transfert

Cette section présente les grands principes et règles de l'algorithme de transfert des boucles de déplacements « voiture » vers la marche, la bicyclette et les transports collectifs, développés par l'INRETS dans cette recherche (Gallez, Polacchini, 1996 ; Massot, 1999). Nous déclinons ensuite les principales règles associées à chacun de ces principes.

2.1.1 Boucles de déplacements

La procédure de transfert modal est construite sur des règles de transfert appliquées à l'échelle des boucles de déplacements ou sorties du domicile. Une boucle de déplacements est définie comme la succession de tous les déplacements entre un départ du domicile et le retour à ce dernier. Un individu peut réaliser une ou plusieurs boucles au cours de la journée.

Ce principe rompt avec des évaluations de report modal développées à l'échelle de chaque déplacement (Mackett, Robertson, 2000). Il est fondé sur l'hypothèse largement démontrée (Jones, 1990 ; Boulahbal, 1995) que le choix modal d'un individu dépend des activités qu'il désire réaliser au cours de chacune de ses sorties du domicile voire au cours de la journée. La procédure définie dans ce travail prend en compte l'étroite interaction existant entre la possibilité pour un individu d'utiliser tel ou tel mode de transport et l'organisation, la géographie de ses déplacements au cours de sa sortie.

Quatre règles ont été définies à partir de ce principe :

- Règle 1 toute boucle de déplacements dont le premier déplacement est réalisé en mode voiture conducteur est soumise à la procédure transfert. Dans la très grande majorité des cas, dès lors que la voiture est choisie pour le premier déplacement d'une boucle, elle est aussi utilisée pour les autres déplacements de la boucle (dans notre échantillon, 93% des déplacements franciliens inclus dans des boucles dont le premier déplacement est effectué en voiture conducteur, sont réalisés en voiture conducteur. Ce pourcentage est de 95% sur l'agglomération lyonnaise) ;
- Règle 2 si l'un au moins des déplacements d'une boucle est jugé non transférable, cette décision s'étend à tous les déplacements de la boucle ;
- Règle 3 tous les déplacements d'une boucle sont transférés sur un mode et un seul ;
- Règle 4 seules les boucles incluses dans le périmètre enquêté et dont une partie au moins est incluse dans la zone dense (Cf. Carte 1) sont prises en compte. Avec cette règle, nous souhaitons appréhender l'ensemble des boucles automobiles générant une circulation automobile au sein de la zone dense de l'agglomération.

2.1.2 Respect du schéma d'activités des individus

Le second principe repose sur le respect du schéma d'activités des individus. Tout comme nous ne prenons pas en compte l'induction ni les modifications des caractéristiques des déplacements (autre que le choix du mode) qui résulteraient de la modification de l'offre de transport des différents scénarios, nous ne voulons pas modifier les caractéristiques des activités réalisées par les individus. De ce fait, nous excluons de la procédure de transfert toutes les boucles comprenant des activités pour lesquelles la voiture apparaît comme le mode le plus adapté voire incontournable. L'analyse de la mobilité des populations étudiées, nous conduit à considérer deux motifs dans ce cas. Enfin, les boucles comportant des déplacements effectués la nuit sont exclus de la procédure tant pour des raisons de sécurité des individus que pour l'absence d'offre de transports collectifs :

- Règle 5 les boucles comportant un ou plusieurs déplacements pour motif « achats exceptionnels et hebdomadaires » sont exclues de la procédure ;
- Règle 6 la voiture est également considérée comme incontournable pour toute boucle comportant plus d'un déplacement ayant pour motif l'accompagnement. Si un et un seul déplacement de la boucle est motivé par l'accompagnement, celle-ci est soumise à la procédure de transfert lorsque la personne accompagnée n'est pas trop jeune ou à l'inverse trop âgée. Si la boucle s'avère in fine transférable, le déplacement de la (ou des) personne(s) accompagnée(s) est transférée sur le même mode que le conducteur, sans tenir compte pour elle (s) d'une évolution de ses conditions de déplacement dans la mesure où dans la plupart des cas l'enquête ne nous renseigne pas sur l'ensemble de la mobilité des personnes accompagnées ;
- Règle 7 les boucles comportant des déplacements effectués la nuit (24h00 – 5h00) ne sont pas transférables.

2.1.3 Respect du budget temps de transport journalier

Le troisième principe édicte comme condition première au transfert le respect plus ou moins absolu du budget-temps de transport journalier de l'individu. Ce principe permet de contrôler l'éventuelle augmentation de la durée de déplacement consécutive au transfert de la voiture vers un mode réputé plus lent et de conserver la cohérence observée sur la journée pour chaque individu entre le temps associé aux activités et celui associé à leurs déplacements (Wiel, 1999 ; Schafer, 2000). L'augmentation potentielle du budget-temps de transport journalier est donc contrôlée. Ce contrôle s'exprime à travers la définition d'une marge de croissance du budget-temps de transport des individus concernés par la procédure. Cette marge dont le maximum est fixé a priori, dépend du

budget temps initial de l'individu et du budget-temps moyen de sa catégorie (Massot et alii, 2000 ; Bonnell, 2000) :

- Règle 8 un individu dont le budget-temps de transport initial est strictement supérieur à 300 minutes est exclu de la procédure de transfert ainsi bien évidemment que l'ensemble de ses déplacements ;
- Règle 9 lorsque le budget-temps de transport initial est deux fois supérieur au budget-temps moyen de la catégorie auquel appartient l'individu, le transfert ne peut se faire qu'à budget-temps constant voire inférieur. On considère dans ce cas que la contrainte de budget-temps de transport est saturée et donc que le budget-temps de transport individuel ne peut augmenter ;
- Règle 10 la marge de croissance du budget-temps de transport d'un individu ne peut excéder, dans le cas francilien, 25 % du budget-temps moyen caractéristique de sa catégorie (dans le cas lyonnais, les budgets-temps de transport journaliers étant plus faibles, nous avons retenu une marge de 30% qui traduit, en valeur absolue, une marge de croissance très proche de celle observée sur l'agglomération parisienne) ;
- Règle 11 quels que soient l'individu et son budget-temps de transport avant transfert, la croissance de ce dernier ne peut excéder 30 minutes.

2.1.4 Segmentation modale du marché des boucles

La procédure mise en œuvre repose sur un quatrième principe de segmentation du marché des déplacements en sous-marchés – celui de la marche à pied, du vélo et des transports publics – permettant de prendre en compte leur compétitivité potentielle en termes de distance et de temps. Le transfert des boucles en voiture particulière sur un autre mode dépend en premier lieu des distances totales des boucles. Plusieurs classes de distances ont été identifiées sur la base d'une analyse de l'ensemble des boucles ayant pour mode principal la marche à pied ou le vélo (Massot et al., 2000 ; Bonnell, 2000).

Règle 12 Transfert sur la marche à pied. Sur la base des valeurs de distance et de durée déclarées lors de l'enquête pour la marche, nous avons retenu les valeurs de la borne supérieure du troisième quartile de distance pour établir le seuil de distance et la vitesse de déplacement associés au mode « marche », qui conduit à la règle suivante : toute boucle de longueur inférieure ou égale à 2 kilomètres peut être transférée vers la marche (sur l'agglomération lyonnaise, le seuil varie de 1,96 à 2,31 km selon l'âge de l'individu) ; la vitesse associée aux déplacements d'une boucle transférée sur la marche est de 3,5 km/h (de 3,24 à 4,5 km/heure selon l'âge pour l'agglomération lyonnaise).

Règle 13 Transfert sur le vélo. Les déplacements réalisés à vélo n'ont pas la même homogénéité que les précédents. Malgré les petits effectifs dont nous disposons, l'analyse des enquêtes a conduit à deux segmentations différentes selon le site de l'analyse. Dans le cas francilien, nous avons considéré 3 classes de distances différenciant l'usage du vélo selon le motif de la boucle. Dans le cas lyonnais, l'âge est de nouveau apparu comme la variable la plus discriminante. Les valeurs des classes de distance retenues correspondent comme pour la marche aux valeurs de la borne supérieure du 3^e quartile de la distribution observée (Tableau 1).

Règle 14 Transfert sur les transports publics. Le transfert vers les modes collectifs (autobus, métro, RER, train SNCF) est évidemment contraint par l'offre. Le temps de déplacement en transports collectifs pour tous les déplacements inclus dans les boucles automobiles est calculé à partir d'un modèle d'affectation du trafic. Ce calcul est effectué sur le réseau de référence, puis sur les différents réseaux correspondant à chacun des scénarios d'amélioration de l'offre de transports collectifs. Il s'agit donc de temps théoriques à la différence des temps déclarés issus des enquêtes.

Pour l'agglomération francilienne, les temps sont calculés à l'aide du module d'affectation du modèle IMPACT de la RATP (Rousseau, Saut, 1997). Ce module réalise une affectation au plus court chemin en temps. Le modèle comprend une description très détaillée de l'offre de transports collectifs avec une identification spatiale de tous les arrêts de transports collectifs. Par ailleurs, le découpage de l'Enquête Globale Transport est constitué d'un carroyage de 300 mètres de côté permettant un repérage fin de l'origine et de la destination des déplacements. Une mesure relativement fine des temps d'accès aux transports collectifs est donc possible. Elle servira de support à certains scénarios d'offre de transports collectifs pour lesquels un pré-acheminement en deux-roues ou en automobile sera testé pour des distances d'accès supérieures à certains seuils. L'offre est définie tant en heure creuse qu'en heure de pointe permettant de calculer des temps de parcours pour ces deux périodes de la journée (Massot et alii, 2000).

Pour l'agglomération lyonnaise, les temps sont calculés à l'aide du module d'affectation du modèle TERESE de la SEMALY (SEMALY, 2000). Ce module réalise une affectation au plus court chemin en temps. La description de l'offre n'est pas aussi détaillée que dans l'agglomération francilienne. Elle s'appuie sur un zonage de l'agglomération lyonnaise en 196 zones ne permettant pas une identification aussi précise des temps d'accès. La base de données développée par la SEMALY ne comprend que l'offre d'heure de pointe du soir. De ce fait, les transferts ont été estimés sur la base des temps de parcours en transports collectifs d'heure de pointe du soir.

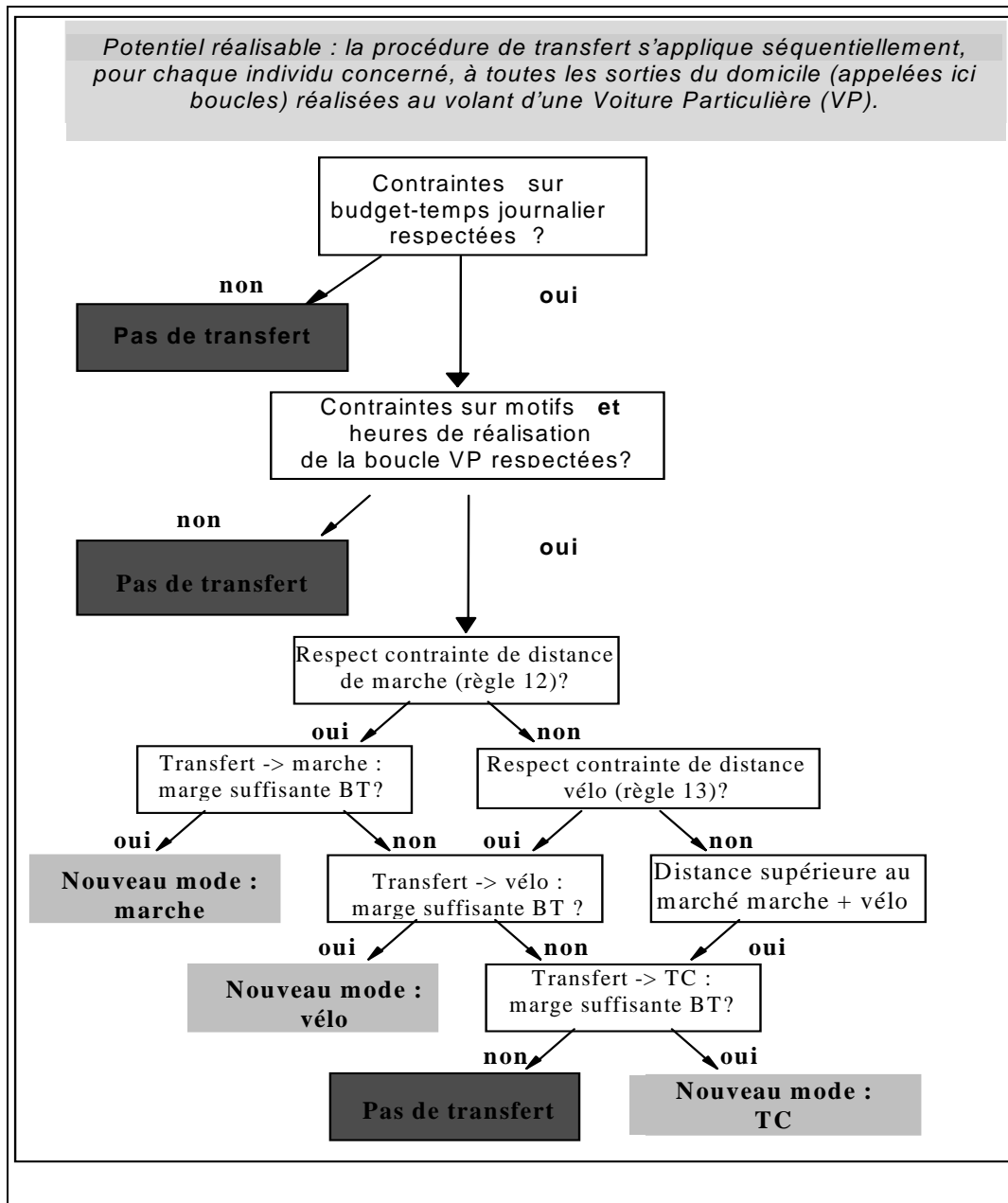
Tableau 1 : Classes de distance pour le transfert des boucles sur le vélo et vitesse des boucles transférées

Agglomération parisienne				
Motifs de déplacement	Travail	Achats	Autres	
Seuil de distance maximale pour les boucles	11 km	8 km	3 km	
Vitesses des boucles transférées	11 km/h	5km/h	8km/h	
Agglomération lyonnaise				
Classes d'âge	5-17 ans	18-29 ans	30-60 ans	61 ans et plus
Seuil de distance maximale pour les boucles	2,78 km	6,38 km	6,36 km	2,93 km
Vitesses des boucles transférées	9,21 km/h	10,11 km/h	8,11 km/h	5,24 km/h

Sources : INRETS, d'après – EGT (DREIF) 91-92
LET d'après EMLYON 1994-1995

2.2 Déroulement de la procédure

Sur la base de l'ensemble de ces règles, la procédure de transfert est engagée de manière séquentielle sur l'ensemble des boucles automobiles de chacun des individus. Les contraintes sur le budget-temps de transport individuel étant premières, le transfert de la ou des boucles de déplacements d'un individu n'est examiné que si elles sont remplies (figure 1).

Figure 1 : Procédure simplifiée de transfert des boucles de déplacements

Source: INRETS

2.3 Construction des scénarios de transports collectifs

La procédure de transfert a tout d'abord été mise en œuvre sur l'offre de transports collectifs disponible à la date de chacune des enquêtes sur les agglomérations parisienne et lyonnaise. L'analyse des caractéristiques des boucles transférées et des boucles non transférées nous a conduit à proposer plusieurs scénarios de développement de l'offre de transports collectifs. Ces scénarios ont été construits selon une procédure d'amélioration successive de l'offre (Massot et al., 2000 ; Bonnell et al., 2002). Dans cet article, nous nous limitons aux scénarios les plus contrastés :

- pour l'agglomération parisienne :

- HP-HC 90 qui correspond au réseau disponible en 1990 peu avant le déroulement de l'enquête Globale Transport dans la zone francilienne. Il s'agit donc du réseau de référence ;
- HP99 + Mobilien qui correspond au réseau disponible en 1999, avec une généralisation des fréquences d'heure de pointe aux périodes creuses et la mise en place du plan Mobilien (création de 60 axes protégés dans Paris et la proche banlieue, RATP, 2000) ;
- HP2010 Mobilien + 15,20,25 qui correspond au réseau précédent avec un renforcement de l'offre en plus grande banlieue avec la création de rocade et un développement de l'offre ferrée selon le schéma prévu dans le cadre des 12^e et 13^e contrats de plan (RATP, 2000). Il s'accompagne également d'une restructuration du réseau de bus en correspondance avec l'offre ferrée. Enfin, ce réseau s'appuie sur une protection totale du réseau de bus conduisant à une généralisation des vitesses à 15km/h dans le centre, 20km/h en proche banlieue et 25km/h en grande banlieue ;
- HP2010 Mobilien + 15,20,25 + stratégies d'accompagnement qui correspond au réseau précédent avec la généralisation d'une politique de parcs-relais aux abords de l'ensemble des axes radiaux de transports collectifs de l'agglomération parisienne accompagnée d'une politique de rabattement en vélo ou en voiture particulière et d'une stratégie d'information sur les horaires des transports collectifs permettant de réduire les temps d'attente en station ;
- pour l'agglomération lyonnaise :
 - HP95 qui correspond au réseau disponible en 1995 à la date de l'enquête ménages déplacements dans l'agglomération lyonnaise. Il s'agit donc du réseau de référence. Toutefois, le réseau n'étant codé qu'en heure de pointe, ce scénario comporte implicitement une généralisation des fréquences d'heure de pointe aux périodes creuses. Il constitue donc déjà une amélioration notable par rapport à la situation prévalant effectivement en 1995 ;
 - HP2010 PDU qui correspond au scénario décrit dans le Plan de Déplacements Urbains pour l'agglomération à l'échéance de 2010 (SYTRAL, 1997). Ce plan prévoit notamment la création de dix lignes fortes en complément des 4 lignes de métro existantes ;
 - HP2010+ fer +15-20-25. Il s'agit du scénario précédent complété par le développement généralisé du réseau ferré (existant mais très faiblement exploité en 1995). Nous incluons également comme dans l'agglomération parisienne la généralisation de la protection des bus conduisant à une vitesse de 15km/h dans le centre, 20km/h en proche banlieue et 25km/h en grande banlieue.

Tableau 2 : Indicateurs d'offre pour les scénarios de transports collectifs

	Agglomération parisienne			Agglomération lyonnaise		
	HP-HC 90	HP99 + Mobilien	HP2010 Mobilien + 15,20,25	HP95	HP2010 PDU	HP2010+ fer + 15-20-25
Nombre de Places*kilomètres Offertes par an (PKO en milliards)	106,7	143,4	154,2	7,3	12,6	13,9
Population de la zone d'enquête (en milliers)	10 464 (Ile de France en 1990)			1 195 (en 1995)		
Offre par habitant et par an (en PKO)	10 023	13 704	14 736	6 109	10 544	11 632

Sources: INRETS, d'après le modèle IMPACT (RATP) ;
LET, d'après le modèle TERESE (SEMALY)

Le tableau 2 illustre l'importance de l'accroissement de l'offre de transports collectifs : par rapport à la référence, les scénarios les plus nourris simulent respectivement une croissance de 44% des places kilomètres offertes dans le cadre parisien, et de 111% dans le cadre de l'agglomération lyonnaise. Les évolutions de l'offre des transports publics n'ont donc rien de marginal, même si avec le réseau le plus achevé sur Lyon, l'offre mesurée en places*kilomètres offertes par habitant se situe au niveau de la situation parisienne de 1990.

2.4 Description des données

Carte 1 : Zones d'études

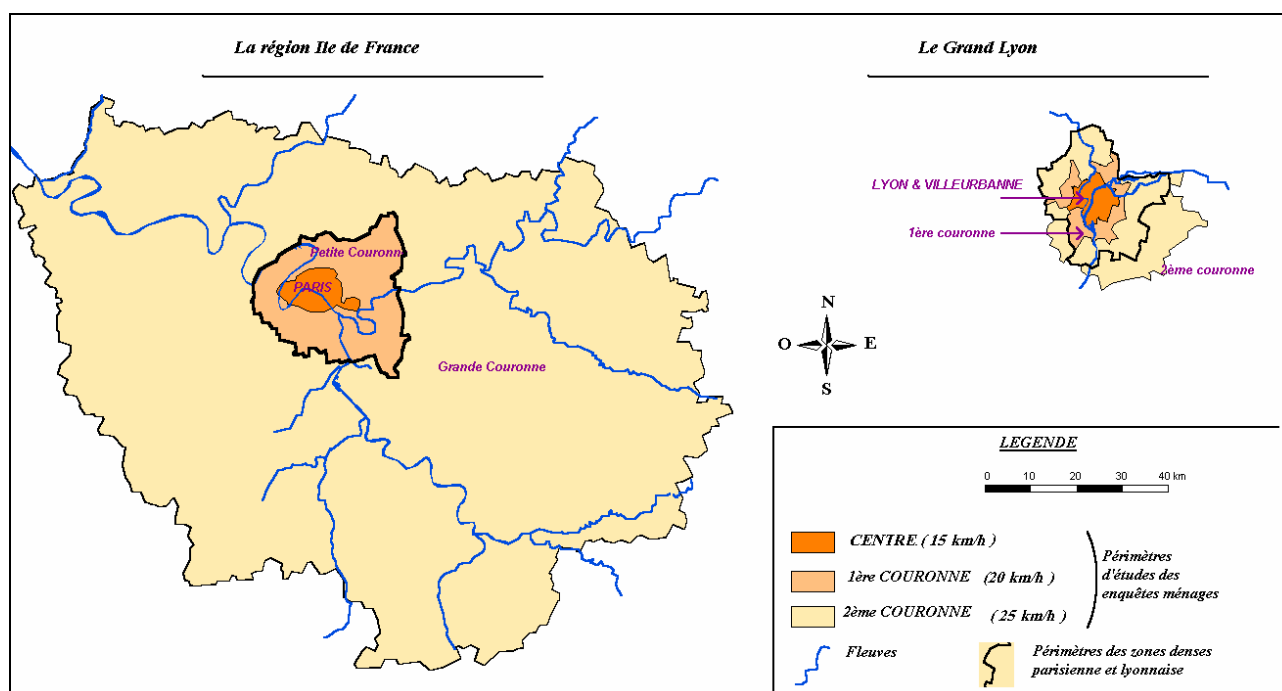


Tableau 3 : Echantillon des enquêtes ménages déplacements

	Nombre de ménages enquêtés	Nombre d'individus enquêtés	Nombre de déplacements enquêtés	Nombre de boucles enquêtés
Agglomération parisienne				
effectifs bruts	11 291	26 009	91 243	35 435
effectifs redressés	4 293 508	9 643 887	33 653 597	12 983 000
Agglomération lyonnaise				
effectifs bruts	6 001	13 997	53 213	20 781
effectifs redressés	536 317	1 195 189	4 659 777	1 802 120

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92

LET, d'après EMLYON 94-95

La procédure de transfert est appliquée sur les deux dernières enquêtes ménages déplacements des deux agglomérations considérées. Il s'agit de l'Enquête Globale Transport 1991-1992 pilotée par la DREIF pour l'agglomération parisienne (DREIF, 1995) et de l'enquête ménages déplacements

1994-1995 pilotée par le SYTRAL pour l'agglomération lyonnaise (CETE de Lyon et al., 1995). Ces deux enquêtes suivent une méthodologie similaire (CERTU, 1998). Elles permettent de recueillir, en face à face, les déplacements de la veille de l'ensemble des personnes de 5 ans et plus des ménages enquêtés, ainsi que des caractéristiques socio-économiques sur le ménage et les individus qui le compose. La taille des échantillons enquêtés est fournie dans le tableau 3 et le périmètre des enquêtes dans la Carte 1.

2.5 Mise en perspective méthodologique

L'originalité de la méthode et son caractère innovant tiennent à la procédure de transfert développée dans cette recherche.

Premièrement, la procédure de transfert modal considère l'ensemble des déplacements inclus dans les boucles chaque fois que l'individu quitte son domicile et rompt avec les procédures de transfert « simplistes » qui considèrent séparément chaque déplacement. Le second principe repose sur la séquentialité de la procédure : elle s'applique successivement à toutes les sorties du domicile de l'individu réalisées en voiture tout au long de la journée. Le troisième principe fixe comme condition première au transfert un respect plus ou moins absolu du budget-temps de déplacement journalier de l'individu. Cette contrainte imposée sur les budgets-temps journalier de l'individu intervient comme un indicateur de vitesse généralisée quotidienne de déplacement sur laquelle on peut agir lors de la procédure de transfert pour accroître ou non les possibilités de transfert : accepter ou non une croissance du budget-temps et de combien, font partie intégrante du programme de simulation. Cette règle place au cœur de la méthodologie le temps consacré aux déplacements, et fait de la vitesse un élément clé du dispositif. Elle permet de mesurer son rôle dans l'efficacité des scénarios et son effet sur les individus dans les stratégies de réduction de l'usage de la voiture.

L'ensemble de la méthodologie repose sur un certain nombre d'hypothèses que nous précisons. Hormis les scénarios d'offre ainsi que leurs implications sur l'usage des modes des individus concernés par les transferts, nous raisonnons toutes choses égales par ailleurs. Nous considérons ainsi comme invariants : la population et les activités des zones d'étude, dans leurs effectifs et leurs localisations ; les schémas d'activités des individus dans leurs grandes composantes ; les techniques de transports au sens fort du terme (propulsion des moteurs, gamme de véhicules...) ; les coûts unitaires d'usage des modes qu'ils soient individuels ou collectifs. Nous ne considérons pas plus les trafics induits que pourraient générer l'augmentation des vitesses des réseaux de transport et leur régularité.

Certains verront dans ces hypothèses une limite quant à l'intérêt de la démarche qui se veut quelque peu prospective. Cependant, la considération de l'ensemble de ces critiques, bien que recevables, nous conduirait sur d'autres terrains que celui que nous avons choisi de travailler : celui d'une prospective du présent permettant d'ouvrir le débat en dimensionnant les enjeux et les potentiels de réduction de la place de la voiture sur la base des comportements observés et de politiques de transport souvent évoquées mais pas toujours évaluées à l'aune de ces objectifs à l'aide d'une procédure cohérente, maîtrisée et compréhensible par le plus grand nombre.

3 Evaluation du potentiel transférable

La première étape consiste à définir le potentiel transférable, c'est-à-dire l'ensemble des boucles respectant les règles 1 à 4 (section 3.1). Nous quantifions ensuite le potentiel de transfert de boucles automobiles vers les modes plus respectueux de l'environnement en considérant la situation actuelle : offre de transport et budget-temps de transport à la date de l'enquête (section 3.2). Ce potentiel correspond à la part des usagers de l'automobile qui choisisse ce mode bien qu'il ne soit pas le plus rapide. Dans un second temps (section 3.3), nous autorisons la croissance du budget-

temps de transport selon les règles définies section 2.1.3 (règles 9 à 11). Nous pouvons ainsi quantifier la croissance du potentiel de transfert lorsque la contrainte sur le budget-temps de transport est assouplie. La phase suivante consiste à introduire successivement les différents scénarios d'amélioration de l'offre de transports collectifs (section 3.4). Nous quantifions ainsi l'apport de l'accroissement de la performance du système de transports collectifs.

3.1 Définition du potentiel transférable

Dans l'agglomération parisienne, seule une boucle sur six correspond à la définition du potentiel transférable (règles 1 à 4). En revanche, cette part est deux fois plus importante dans l'agglomération lyonnaise du fait d'une part de marché beaucoup plus forte de la voiture comme conducteur (Tableau 4). Ces boucles comportent en moyenne un peu moins de trois déplacements. Comme pour les boucles, un peu plus d'un individu sur 6 est concerné sur l'agglomération parisienne, alors que ce taux est deux fois plus important sur l'agglomération lyonnaise. Enfin, la distance moyenne de ces boucles est de plus de 30 km sur l'agglomération parisienne et d'un peu plus de 10 km sur l'agglomération lyonnaise. L'effet de taille de l'agglomération apparaît de manière particulièrement forte. L'analyse des résultats dans les sections suivantes montrera que cette distance beaucoup plus longue n'est pas sans effet sur le volume des transferts et les modes sur lesquels ils s'effectuent.

Tableau 4 : Potentiel transférable

Nombre de boucles	Nombre de boucles automobiles soumises au transfert (respect des règles 1 à 4)	Nombre de déplacements inclus dans les boucles soumises au transfert	Nombre de personnes effectuant des boucles soumises au transfert	Nombre de véhicules kilomètres des déplacements automobiles en tant que conducteur inclus dans les boucles soumises au transfert
Agglomération parisienne				
12 983 000	2 173 000	6 402 000	1 701 000	65 896 000 km
Agglomération lyonnaise				
1 802 120	672 896	1 866 476	436 000	7 160 000 km

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92
LET, d'après EMLYON 94-95

3.2 Potentiel de transfert dans la situation actuelle

Les marges de manœuvre disponibles pour les individus sont loin d'être inexistantes. A l'issue de la première itération, sur la base des données d'usage de l'automobile de 1991 et d'une offre constante en transports collectifs (celle de 1990), il apparaît que 8% (Tableau 5) des automobilistes de la zone dense parisienne auraient pu réaliser leur schéma d'activités en utilisant d'autres modes que la voiture particulière, tout en ayant un budget-temps identique ou inférieur. 8% des automobilistes choisissent la voiture particulière pour d'autres raisons que la vitesse de déplacement. La majorité d'entre eux ne choisissent pas la voiture particulière pour des raisons économiques : plus de 80% d'entre eux auraient économisé une part importante de leur budget-monnaire de déplacements, s'ils avaient utilisé un autre mode. Dans la situation de référence, ces automobilistes représentent un potentiel de réduction des trafics automobiles (en termes de véhicules*kilomètres) de 4%. Ainsi, la réduction à grande échelle de l'utilisation de la voiture ne peut être obtenue que marginalement par le report sur d'autres modes des déplacements pour lesquels l'usage de la voiture est « irrationnel » en termes de temps, si l'on souhaite respecter le budget temps de déplacement des individus. Il

apparaît donc que 92% des conducteurs n'aurait pas pu exécuter leur schéma d'activités quotidien autrement qu'en voiture particulière.

Tableau 5 : Potentiel de transfert dans les scénarios de référence

Budget-temps de déplacement constant et offre en transports collectifs inchangée		
Taux de transfert	Agglomération parisienne HP-HC 90	Agglomération lyonnaise HP95
Boucles	7,2%	14,2%
Déplacements	6,5%	12,5%
Véhicules*kilomètres	4%	6,1%
Personnes	8%	18,1%

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92
LET, d'après EMLYON 94-95

Dans le cas de Lyon, le pourcentage de conducteurs qui ne peuvent pas réaliser leur schéma d'activités quotidien autrement qu'en voiture sans altérer leur budget-temps de déplacement est moins élevé que dans la zone dense de la région parisienne (82%). Il est ainsi évident que plus les contraintes contre l'usage de la voiture (congestion, irrégularités des temps de parcours, problèmes de stationnement...) sont importantes, plus les comportements « irrationnels », en termes de temps de parcours, d'utilisation de la voiture particulière sont faibles.

L'autre résultat important de cette première itération concerne la répartition modale des déplacements transférés au sein de l'agglomération parisienne : avec une offre en transports collectifs inchangée et des budgets-temps de déplacement individuels constants, les transports collectifs attirent 66% des boucles transférées et 95% des véhicules*kilomètres correspondant à ces boucles. La marche à pied, dont le marché correspond aux boucles de moins de 2 kilomètres, ne concerne que 8% des déplacements transférés. Le vélo, dont le marché correspond aux boucles de moins de 8 kilomètres, ne concerne que 26% des transferts. Ces deux modes individuels ne sont responsables que de 5% de la réduction des trafics automobiles (en termes de véhicules*kilomètres). Apparemment, dans la région dense parisienne, bien que l'on recommande fréquemment le transfert des déplacements courts sur la marche ou le vélo, l'impact sur la réduction des trafics automobiles est marginale.

Dans l'agglomération lyonnaise, le marché des déplacements transférés est structuré de manière différente. Le vélo est le mode alternatif le plus important, qui récupère 66% des boucles transférées et 41% des véhicules*kilomètres. Les transports collectifs représentent une alternative pour seulement 28% des boucles transférées, mais 57% des véhicules*kilomètres. Même si les transports collectifs sont le premier mode alternatif à la voiture particulière en termes de véhicules*kilomètres, ces résultats montrent que, dans le cas de l'agglomération lyonnaise, la question des transferts et des trafics automobiles impliquent des stratégies qui sont situées sur une échelle géographique différente de celle de la région densément peuplée de l'agglomération parisienne.

Après ce premier diagnostic, nous explorons les pistes permettant de réduire fortement l'usage de la voiture à travers une remise en cause de la constance des budgets temps de déplacement et une amélioration progressive du système de transports collectifs.

3.3 Potentiel de transfert et croissance du budget-temps de transport

Avec une offre en transports collectifs inchangée, si une croissance des budgets-temps des individus est admise (règles 9 à 11), le volume des transferts double (Tableau 6). Dans ces circonstances, 16% des boucles automobiles sont transférées, et la réduction des véhicules*kilomètres est de l'ordre de 9% dans le cas de l'agglomération parisienne (26% et 13% dans le cas de Lyon). 20% des conducteurs de la région parisienne seraient concernés (32% dans le cas de Lyon). Légèrement plus

de la moitié d'entre eux verraient une augmentation de 12% des temps de déplacement après transfert. Par contre, 43% d'entre eux gagneraient du temps. En termes de répartition modale des transferts, les transports collectifs restent dominants dans le cas de la région parisienne. Sur l'agglomération lyonnaise, la part de marché du vélo diminue au profit des transports collectifs, qui regroupe les deux tiers des véhicules*kilomètres transférés, du fait de la croissance du budget-temps de déplacement qui autorise le transfert de boucles de plus longue distances.

Dans le contexte parisien, avec un doublement des budgets-temps de déplacement, on observe une croissance de 38% des transferts des boucles par rapport à la situation de référence (croissance de 20% en termes de véhicules*kilomètres). La différence entre les hypothèses raisonnables (règles 9 à 11) et un doublement des budgets-temps, moins réaliste, se traduit donc par une croissance limitée du volume des transferts. Imposer des contraintes sur la vitesse de déplacement dans la situation initiale a donc un impact non négligeable sur la simulation des transferts modaux. Cependant, le niveau de contrainte qui serait exigible pour atteindre une réduction potentielle de 30% à 50% des véhicules*kilomètres automobiles initiaux est tel qu'il est indispensable d'accompagner l'effort sur les vitesses automobiles par une politique puissante pour améliorer l'offre en transports collectifs.

Tableau 6 : Potentiel de transfert avec une offre inchangée en transports collectifs mais une croissance du budget-temps de déplacement

Croissance du budget-temps de déplacement tolérée (règles 9 à 11) et offre inchangée en transports collectifs		
Taux de transfert	Agglomération parisienne HP-HC 90	Agglomération lyonnaise HP95
Boucles	16,2%	25,5%
Déplacements	13,1%	21,9%
Véhicules*kilomètres	9%	13,4%
Personnes	19,2%	32,1%

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92
LET, d'après EMLYON 94-95

3.4 Potentiel de transfert avec une croissance du budget-temps de transport et une amélioration du système de transports collectifs

Les simulations mises en œuvre sur la base d'une croissance forte de l'offre en transports collectifs et sur l'hypothèse d'une marge de croissance du budget-temps de déplacement (règles 9 à 11) donnent, sur l'agglomération parisienne, des résultats qui diffèrent fortement en fonction de la configuration de l'offre. La restructuration de l'offre qui fournit la croissance du taux de transfert la plus élevée dans la zone d'étude suppose des fréquences des bus de 4 minutes sur l'ensemble de la journée et une croissance des vitesses commerciales de 30% sur 60 lignes principales du réseau de bus de Paris et de la Petite Couronne. Cette restructuration est décrite dans la configuration du scénario « Mobilien » (section 2.3). Le taux de transfert des boucles automobiles est de 20% et la réduction des véhicules*kilomètres automobiles est de 12,5% (Tableau 7). Le scénario d'offre le plus ambitieux avec une croissance de 44% des places * kilomètres offerts (scénario HP2010 + Mobilien + 15,20,25) place le réseau ferroviaire au centre du système de transport. Il permet seulement une très légère croissance des déplacements transférés par rapport au scénario « Mobilien » (environ 21% des boucles du potentiel transférable). Mais quand il est combiné avec des stratégies d'accompagnement (scénario HP2010 Mobilien + 15,20,25 + stratégie d'accompagnement, section 2.3), la croissance des boucles transférées est plus importante (croissance de +5,6%). La croissance en termes de véhicules*kilomètres transférés est du même ordre de grandeur. Il semble donc que les effets potentiels d'un système de transports publics « lourds » soient plus importants quand des mesures d'accompagnement comme des parcs relais ou

un système d'information aux usagers sont mises en œuvre en parallèle. Cela confirme amplement l'hypothèse qui est largement partagé dans les milieux professionnels, de la nécessité de développer une politique globale qui articule de manière cohérente une panoplie de mesures complémentaires.

Tableau 7 : Potentiel de transfert selon le scénario de transports collectifs

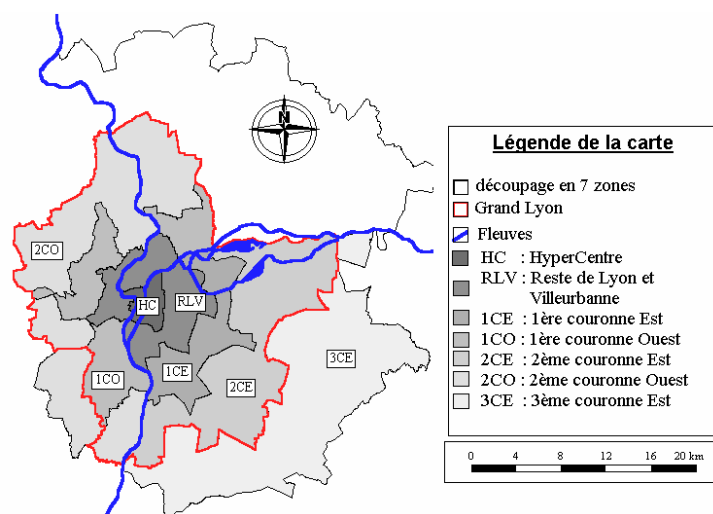
Croissance du budget-temps déplacements tolérée (règles 9 à 11) et croissance de l'offre en transports collectifs					
Taux de transfert	Agglomération parisienne			Agglomération lyonnaise	
	HP 99 + Mobilien	HP 2010, Mobilien +15,20,25	HP2010 Mobilien + 15,20,25 + stratégie d'accompagnement	HP2010 PDU	HP2010 + fer +15,20,25
Boucles	20,3%	21,1%	26,8%	30,1%	32,2%
Déplacements	16,5%	17,2%	27,5%	26,5%	28,4%
Véhicules* kilomètres	12,6%	13,3%	18,5%	18,8%	22,9%
Personnes	23,8%	24,5%		37,6%	40,2%

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92
LET, d'après EMLYON 94-95

Avec le scénario de transports collectifs prévus à l'horizon 2010 dans l'agglomération lyonnaise (scénario HP2010 PDU, Cf. section 2.3), le taux de croissance du nombre de boucles transférables est du même ordre que celui observé sur l'agglomération parisienne (Tableau 7). Il est en de même pour le nombre de déplacements et de personnes concernés. En revanche, ce transfert concernant principalement des boucles assez longues, la croissance des véhicules*kilomètres transférés est plus soutenue. En poussant la logique de développement de l'offre de transports collectifs à son maximum compte tenu des infrastructures ferroviaires existantes sur l'agglomération et en généralisant la protection de l'offre bus de la circulation (scénario HP2010+ fer +15-20-25 avec un doublement des PKO, Cf. section 2.3), la croissance des boucles transférées est très modeste par rapport au scénario précédent, comme dans l'agglomération parisienne. En revanche, on observe toujours une croissance plus soutenue des véhicules*kilomètres confortant le transfert de boucles plus longues que la moyenne, comme dans l'agglomération parisienne.

4 Analyse spatiale des transferts

Carte 2 : Périmètre de l'enquête ménages déplacements et découpage en 7 zones



Source : LET, d'après EM LYON 95

Au-delà des résultats quantitatifs précédents, l'analyse spatiale des transferts permet d'identifier les zones de pertinence de chacun des modes « doux ». Compte tenu des effectifs, nous travaillons sur un découpage en sept zones de l'agglomération lyonnaise qui combine une logique de couronnes avec une distinction entre l'Est et l'Ouest de l'agglomération (coupure du fleuve et différences sociologiques assez importantes, Carte 2).

4.1 Scénario HP95 et croissance du budget-temps de transport

L'analyse du premier scénario HP 95 permet d'identifier les caractéristiques des boucles transférées avec une offre de transports collectifs inchangée par rapport à la situation de 1995 (à l'exception de la généralisation sur la journée de la période de pointe du soir). La distance moyenne des boucles transférées (5,7 km) est relativement faible par rapport à celle des boucles non transférées (15,6 km). La distinction selon le mode sur lequel s'effectue le transfert montre que les boucles transférées sur la marche à pied ou le vélo sont très courtes (respectivement 1,4 km et 3,3 km) contre des distances relativement plus importantes pour les transferts sur les transports collectifs (de l'ordre de 10 km). Même si nous avons introduit un seuil de distance maximale pour le transfert sur la marche à pied et le vélo (règles 12 et 13), il apparaît clairement que la zone de pertinence de ces deux modes est limitée à des boucles et donc a fortiori à des déplacements de courtes distances. Le poids de ces déplacements n'est pas marginal sur l'agglomération lyonnaise parmi les déplacements effectués en voiture, ce qui explique le taux de transfert déjà assez important obtenu sans amélioration de l'offre de transport (16,3% des boucles du potentiel transférable). En revanche, en termes de véhicules*kilomètres et donc d'incidence sur les consommations et l'environnement l'impact est beaucoup plus limité (4,7% des véhicules*kilomètres du potentiel transférable).

D'autre part, les boucles transférées avec un « gain de temps » sont plus courtes que celles transférées avec une « perte de temps » (4,8 km pour celles qui gagnent du temps contre 6,7 km pour celles qui perdent du temps). La répartition modale des boucles transférées suivant les gains ou pertes de temps (Tableau 8) montre que l'usage de la voiture pour les boucles qui gagnent du temps correspond à des boucles de courtes distances majoritairement transférées sur le vélo ou la marche à pied. Les usages « irrationnels » de la voiture en termes de temps de parcours correspondent donc principalement à des déplacements de courtes distances qui relèvent principalement de la marche ou du vélo et non des transports collectifs au regard des temps de parcours.

Tableau 8 : Distances moyennes des boucles transférées selon le mode doux et selon le gain ou la perte de temps, pour le scénario HP 95

Répartition des transferts (en %) et distances moyennes des boucles (en km)					
		Dont boucles avec gain de temps		Dont boucles avec perte de temps	
Boucles transférées sur	Marche à pied	6%	1,3 km	5%	1,5 km
	Transports collectifs	28%	9,7 km	45%	10,6 km
	Vélo	65%	3,0 km	50%	3,7 km
TOTAL		100%	4,8 km	100%	6,7 km

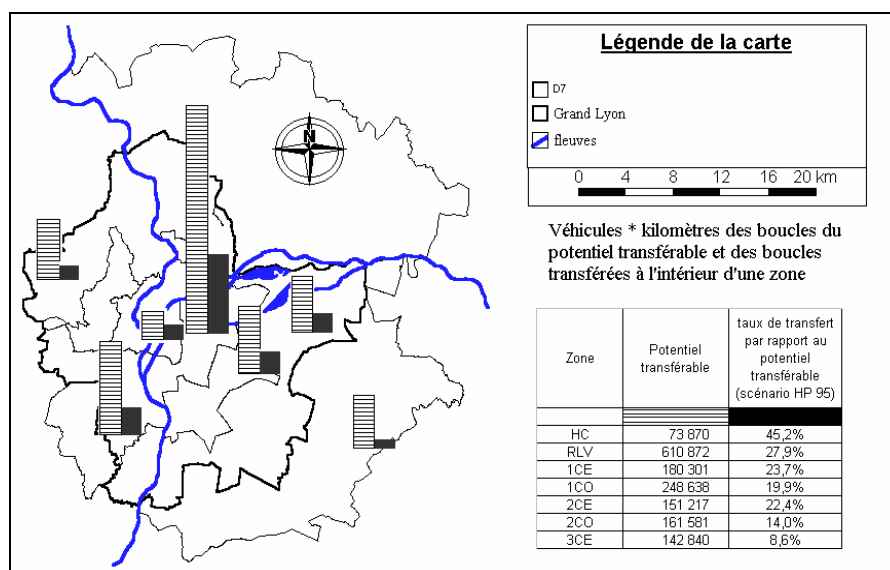
Source : LET, d'après EM LYON 95, logiciel TERESE (SEMALY)

L'analyse spatiale des boucles transférées en termes de véhicules*kilomètres permet de préciser encore le domaine de pertinence de chacun des modes doux. 95% des véhicules*kilomètres transférés lors du scénario HP95 appartiennent à des flux internes à une zone (38% des véhicules*kilomètres transférés) ou à des flux d'échanges radiaux entre le Centre (Lyon et Villeurbanne) et les zones périphériques (57% des véhicules*kilomètres transférés). Ces mêmes types de flux correspondent également aux flux pour lesquels les taux de transfert des véhicules*kilomètres par rapport au potentiel transférable sont les plus importants (Tableau 9).

Tableau 9 : Répartition spatiale des véhicules*kilomètres des déplacements inclus dans les boucles transférées

	Véhicules*kilomètres des boucles du potentiel transférable	Effectifs redressés et Taux de transfert					
		scénario HP 95		scénario HP2010 PDU		scénario HP2010 + fer + 15,20,25	
Interne à une zone	1 569 319	364 941	23,3%	441 522	28,1%	462 627	29,5%
Echange entre le Centre et les zones périphériques : - entre l'Hypercentre et le Reste de Lyon et Villeurbanne ; - entre Lyon-Villeurbanne et les zones périphériques)	3 899 008	551 197	14,1%	827 542	21,2%	1 024 414	26,3%
Autres types de flux (échanges entre zones périphériques)	1 691 310	43 693	2,6%	78 906	4,7%	150 896	8,9%
Total	7 159 638	959 830	13,4%	1 347 970	18,8%	1 637 936	22,9%

Source : LET, d'après EM LYON 95, logiciel TERESE (SEMALY)

Carte 3 : Véhicules*kilomètres des boucles du potentiel transférable et des boucles transférées à l'intérieur d'une zone

Sources : LET, d'après EM LYON 95, logiciel TERESE (SEMALY), GEOCONCEPT

Si l'on décompose les véhicules*kilomètres transférés selon le mode sur lequel ils sont transférés, on constate que plus de la moitié des véhicules*kilomètres transférés sur le vélo correspondent à des déplacements internes à l'ensemble des deux communes de Lyon-Villeurbanne (zones HC et RLV). Ces deux communes qui correspondent au centre de l'agglomération concentrent donc l'essentiel du domaine de pertinence de la marche à pied et du vélo sur des déplacements de courte distance. Cela ne signifie toutefois pas une absence de pertinence des transports collectifs sur ce territoire. En effet près de 60% des véhicules*kilomètres transférés sur ces deux communes le sont grâce à l'offre de transports collectifs disponibles lors du scénario HP95. Ces déplacements transférés sur les transports collectifs sont toutefois en moyenne inclus dans des boucles de plus longues distances. La conjonction de ces modes doux sur ce territoire conduit à un taux de transfert

plus élevé que sur les autres zones (Carte 3). L'allongement des distances conjugué à une offre de transports collectifs répondant de moins en moins à l'éclatement spatial des flux conduit à des taux de transfert fortement décroissant à mesure que l'on s'éloigne en banlieue.

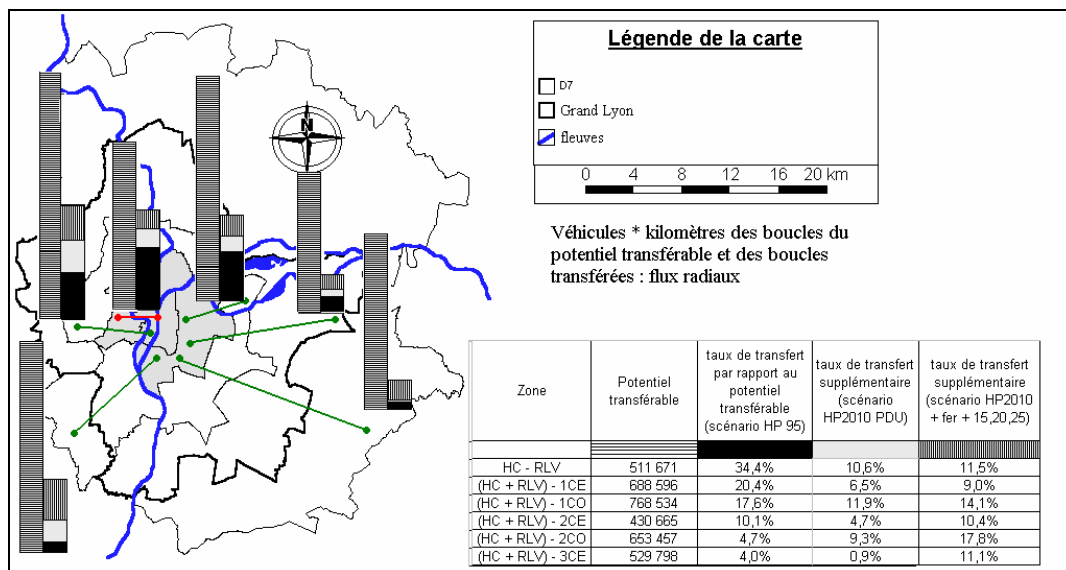
4.2 Croissance de l'offre de transports collectifs et du budget-temps de transport

Le développement de l'offre de transports collectifs à l'aide des scénarios « HP2010 PDU », puis « HP2010 + fer + 15,20,25 », conduit à nuancer le constat sur les transports collectifs. L'augmentation successive de l'offre en transports collectifs permet le transfert de boucles de plus longues distances. La distance des boucles transférées sur les transports collectifs passent de 10 km sur le scénario HP 95 à 12 km sur le scénario HP2010 + fer + 15,20,25.

Si les scénarios HP2010 PDU et HP2010 + fer + 15,20,25 ont un impact limité en termes de croissance des boucles transférées, ce n'est plus le cas en termes de croissance des véhicules*kilomètres transférés (Tableau 7). Ces scénarios permettent le transfert d'un nombre supplémentaire limité de boucles. Mais, l'allongement des distances des boucles transférées conduit à une croissance des véhicules*kilomètres transférés relativement forte sur ces scénarios (croissance d'environ 71% des véhicules*kilomètres transférés entre les scénarios HP 95 et HP2010 + fer + 15,20,25, contre une croissance de 26% des boucles transférées entre les mêmes scénarios).

Sur le plan spatial, l'amélioration de l'offre en transports collectifs accroît davantage le nombre de véhicules*kilomètres transférés sur les flux radiaux, que sur les flux internes à une zone (Tableau 9). Les autres types de flux représentent une part minime des transferts, malgré une croissance très forte de l'offre en transports collectifs (moins de 10% de véhicules*kilomètres transférés dans le scénario le plus achevé). Le développement d'une offre de qualité principalement radiale telle qu'elle est prévu dans le cadre du PDU de l'agglomération lyonnaise, puis à l'aide d'une utilisation abondante des infrastructures ferroviaires existantes n'est donc pas à même de répondre à des flux de déplacements très éclatés existants dans la périphérie des agglomérations françaises. La forte croissance de ces flux au détriment des flux locaux ou radiaux n'est pas favorable à une maîtrise dans le futur des véhicules*kilomètres automobiles.

Carte 4 : Véhicules*kilomètres des boucles transférables et transférées appartenant à des flux radiaux



Sources : LET, d'après EM LYON 95, logiciel TERESE (SEMALY), GEOCONCEPT

En revanche, les taux de transfert augmentent de manière importante pour les flux radiaux. Cette augmentation se reportent en totalité sur les transports collectifs puisque l'offre n'évolue pas pour le vélo ou la marche. La mise en place des 11 axes forts du Plan de Déplacements Urbains (scénario HP2010 PDU) participe à une croissance soutenue des véhicules*kilomètres transférés sur les transports collectifs pour des flux radiaux relativement longs (Carte 4). La contribution est en revanche plus modeste pour les flux internes à une zone et surtout pour les autres flux (Tableau 9).

La mise en œuvre des deux « diamétrales ferroviaires » (scénario HP2010 + fer + 15,20,25) favorise les transferts des déplacements radiaux très longs ou des déplacements diamétraux sur l'agglomération (ce qui explique la forte croissance des véhicules*kilomètres transférés sur les autres types de flux du Tableau 9). La contribution à l'échelle de l'agglomération reste toutefois limitée en raison du poids limité des déplacements correspondants parmi l'ensemble des déplacements réalisés au sein de l'agglomération.

5 Conclusions

Ces différentes simulations successives, permettent de tirer quelques enseignements sur l'incidence de chacune des mesures sur le potentiel de transfert des boucles et sur la pertinence de chacun des modes de transport.

Il apparaît tout d'abord que l'usage actuel de la voiture est du point de vue des temps de déplacement fortement cohérent (seuls 4 % des véhicules kilomètres en tant que conducteur pourraient être transférés sur les autres modes avec un budget temps de transport constant dans le contexte parisien et 6 % dans le contexte lyonnais, Tableau 10). La croissance des budgets temps de transport permet de doubler ce potentiel. Il reste toutefois très modeste. L'accroissement des budgets temps de transport ne peut être une réponse suffisante pour réduire la place de la voiture.

Tableau 10 : Synthèse de l'impact des différentes stratégies simulées sur les véhicules*kilomètres transférés

Hypothèses de simulation	Réduction potentielle du trafic VP (véhicules kilomètres)	
	Agglomération parisienne	Agglomération lyonnaise
Budget-temps individuel de transport constant Offre constante	4%	6,1%
Marge de croissance du budget-temps (règles 9-11) Offre constante	9%	13,4%
Marge de croissance du budget-temps (règles 9-11) Offre de transport la plus haute	13,3%	22,9%
Marge de croissance du budget-temps (règles 9-11) Offre de transport la plus haute Stratégies d'accompagnement de l'offre TC	19,6%	

Sources: INRETS, d'après EGT (DREIF) 91-92
LET, d'après EMLYON 94-95

Le développement de l'offre de transports collectifs, aussi conséquent qu'il soit, prévu dans les deux scénarios les plus achevés des deux agglomérations (respectivement + 44% et +111% des PKO) n'est pas non plus à même de réduire de manière drastique la place de la voiture. Son effet est du même ordre que celui de la croissance des budgets temps de transport. En revanche, on peut être surpris par l'importance de l'effet des mesures d'accompagnement (rabattement en vélo ou en

voiture et stratégies performantes d'information permettant de réduire les temps d'attente). Ils sont du même ordre que ceux liés aux investissements sur les systèmes lourds de transports collectifs.

Chacune des mesures simulées isolément a donc un impact limité. Si, a priori, chacune d'entre elles implique des efforts individuels et des coûts pour la collectivité différents, on constate à ce stade que combinées ces mesures conduisent à un potentiel de report modal significatif.

Les taux de transferts, dans le scénario le plus complet, sont de 28% des déplacements automobiles quotidiens et de 19% des véhicules*kilomètres automobiles dans la région parisienne (respectivement 28% et 23% dans le cas de Lyon). Dans l'ensemble de la zone dense, la part de marché des déplacements en voiture passerait ainsi de 36% à 27%. Cela correspond à une baisse de 11 points, ce qui peut être considéré comme significatif (dans l'agglomération lyonnaise, la part de marché de la voiture passerait de 54% à 42%). Les transports collectifs récupèrent près de 80% des transferts, et leur part de marché augmente en passant de 26,3% à 33,4%. Cela représente une croissance d'environ 1,5 millions de déplacements quotidiens en transports publics (sur Lyon, les transports collectifs ne récupèrent que 55% des transferts, leur part de marché passant de 13% à 20%). Du fait de la taille de l'agglomération, la part de marché du vélo sur la région parisienne est extrêmement faible (la part de marché passe de 0,4% à 2,1%). Ce n'est plus le cas sur Lyon (la part de marché du vélo passe de 0,6% à 5,6%).

Compte tenu de la taille de l'agglomération, le segment du marché du vélo apparaît extrêmement réduit dans l'agglomération parisienne. Ce n'est plus le cas de l'agglomération lyonnaise. Ce marché, avec celui plus réduit de la marche, concerne principalement des déplacements de courtes distances, de plus principalement à l'intérieur des deux communes de Lyon et Villeurbanne qui composent le centre de l'agglomération. De ce fait, le vélo apparaît comme relativement complémentaire des transports collectifs dont la pertinence en termes de temps de parcours vis-à-vis de la voiture s'observe sur des distances plus longues. Loin de s'opposer les modes doux peuvent donc être complémentaires, tout au moins dans la zone centrale des agglomérations. Il convient toutefois de rappeler que dans le contexte lyonnais, si le vélo représente une part significative des déplacements, sa place est beaucoup plus modeste en termes de véhicules-kilomètres. Le développement des transports collectifs reste donc incontournable dans la panoplie des mesures à mettre en œuvre pour réduire la place de la voiture en ville.

L'accroissement d'usage des transports collectifs est très élevé pour le scénario le plus achevé des deux agglomérations. Il est toutefois à mettre en parallèle avec une croissance extrêmement forte de l'offre (+44% des PKO dans un contexte parisien où l'offre est déjà de très haut niveau et un doublement dans le contexte lyonnais où l'offre se situe aussi à un niveau élevé pour un réseau de province). L'analyse des scénarios de transports collectifs permet de souligner la zone de pertinence principale de chacune des mesures prises en compte dans ces scénarios. Le développement des sites propres tels qu'ils sont prévus dans les documents de planification des deux agglomérations permet un report de déplacements automobiles concentré principalement sur les déplacements radiaux d'échanges entre le centre élargi et les couronnes périphériques, ainsi que dans une moindre mesure sur les déplacements à l'intérieur de ce centre élargi. L'utilisation des infrastructures ferroviaires existantes dans le contexte lyonnais renforce encore l'effet sur les déplacements radiaux, tout particulièrement pour les plus longs d'entre eux entre les communes de troisième couronne et le centre, ainsi que pour des déplacements diamétraux. Enfin, l'analyse du contexte parisien montre que l'effet de cet investissement massif dans des sites propres lourds, notamment en banlieue est fortement démultiplié lorsqu'il est accompagné par une politique active de rabattement en vélo ou en voiture sur des parc-relais.

Ces résultats confirment amplement l'hypothèse largement partagée par les milieux professionnels, de la nécessité de développer une politique globale qui articule de manière cohérente une panoplie de mesures complémentaires. Ce constat ne doit toutefois pas masquer la non-pertinence en termes

de temps de parcours des modes doux, dans leur forme actuelle, pour les déplacements périphériques. De plus, ces déplacements sont ceux qui connaissent la plus forte croissance ces dernières décennies tant en nombre qu'en distance.

Dépasser l'objectif d'une réduction de 20% des véhicules*kilomètres dans le contexte parisien (25% dans le contexte lyonnais) nécessite des mesures drastiques qui ne font pas partie de la méthodologie que nous avons développée. Des objectifs plus ambitieux sur la réduction de l'usage de la voiture pourraient être atteints en introduisant, par exemple, des droits à circuler. Toutefois une étude récente (DRAST, 2000) indique que ces droits ne trouveraient leur pertinence qu'en cas de crise environnementale majeure. Cependant, ils conduiraient à remettre en cause les schémas d'activités des individus, les systèmes de localisation, les vitesses de déplacements, les acteurs et services de transports, dans la mesure où les alternatives modales actuelles à la voiture montrent, à l'aune de notre procédure, leurs limites quant aux possibilités de transfert des déplacements automobiles.

Bibliographie

- Bonnell P (2000), Lyon 21, Etude de faisabilité d'un système radicalement différent pour l'agglomération lyonnaise, LET/INRETS, Lyon.
- Bonnell P, Caubel D, Mignot D (2002), Etude de faisabilité d'un système de transport radicalement différent pour la zone dense lyonnaise, Laboratoire d'Economie des Transport, Lyon, 130p.
- Boulaïbal M (1995), Le chaînage des déplacements: interface entre activité et mobilité individuelle, - Mémoire de DEA, ENPC - Université de Paris 12, Paris.
- CERTU (1998), L'enquête ménages déplacements « méthode standard », Collections du CERTU, éditions du CERTU, Lyon, 295p.
- CETE de Lyon, INSEE, SYTRAL (1995), Enquête « déplacements auprès des ménages de l'agglomération lyonnaise », document technique, Lyon, 119p.
- DREIF (1995), Les transports de voyageurs en Ile-de-France, Préfecture de l'Ile-de-France, Paris
- DREIF (2000), Le Plan de Déplacements Urbains d'Ile-de-France, La documentation Française, Paris
- Crozet Y, Orfeuil J-P, Massot M-H et le « groupe de Batz » (2001), Mobilité urbaine: cinq scénarios pour un débat, Note du CPSV, N°16, DRAST, Paris La Défense.
- Gallez C, Polacchini A (1996), Budgets énergie environnement des déplacements dans l'arrondissement de Lille, Rapport de Convention ADEME/INRETS N° 690-9306-RB, Arcueil.
- Gallez C, Orfeuil J-P (1997), Politiques locales et maîtrise des déplacements en automobile: analyse des potentiels de régulation, Rapport INRETS, Arcueil.
- Jones P (1990), Developments in Dynamic and Activity-Based Approach to Travel Analysis, Oxford Studies in Transport, Avebury Edition.
- Massot MH, (1999), Pari 21, Etude de faisabilité d'un système de transport radicalement différent pour la zone dense francilienne, Programme de recherche INRETS, Arcueil, 20 p.
- Massot M-H, Armoogum J, Hivert L (2000), Pari 21, Etude de faisabilité d'un système de transport radicalement différent pour la zone dense francilienne, Programme de recherche INRETS, Arcueil, 100 p.

Massot M-H, Armoogum J, Hivert L (2002), Pari 21, Etude de faisabilité d'un système de transport radicalement différent pour la zone dense francilienne, les collections de l'INRETS, Rapport INRETS n° 243, Arcueil, 198 p.

Mackett RL, Robertson SA (2000), Potential for mode transfer of short trips: review of existing data and literature sources, Centre for Transport Studies, University College London, London.

Rousseau J, Saut C (1997), Un outil de simulation de politiques de transport : IMPACT 3, *Revue générale des chemins de fer*, pp. 77-83.

Schafer A (2000), Regularities in travel demand: an international perspective, *Journal of transportation and Statistics*, Vol. 3 N°3, pp. 1-31.

SEMALY (2000), *TERESE, modèle d'affectation de voyageurs dans les études de transport collectif*, document pédagogique, cours analyse et prévision de la demande de transport du DESS Transports Urbains et Régionaux de Personnes, ENTPE, Université Lumière Lyon 2, Lyon.

SYTRAL (1997), Le plan de déplacements urbains de l'agglomération lyonnaise, Sytral, Lyon, 66p.

Wiel M (1999), La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée, MARDAGA, Col. Architecture + Recherches, Sprimont (Belgique), 149p.