
Elaboration d'un outil d'aide à la décision en vue de l'évolution de la tarification des transports publics en Ile-de-France

Vincent Mousseau⁽¹⁾, Bernard Roy⁽¹⁾, Isabelle Sommerlatt^(1,2)

(1) LAMSADE, Université Paris-Dauphine
Place du Maréchal De Lattre de Tassigny
75775 Paris Cedex 16, France
e-mail :{sommerlatt, mousseau, roy}@lamsade.dauphine.fr

(2) Syndicat des Transports Parisiens
11, Avenue de Villars
75007 Paris, France

ABSTRACT. Observation of social and economic trends has led the Syndicat des Transports Parisiens (STP, the Paris transport authority) to re-examine the ticket price system as it is today. Reform of this system will involve many stakeholders in the transport sector, whose interests are not necessarily the same. They must participate in this project so that a future ticket pricing structure can be accepted by all. Therefore all actors involved must be able to take part in the study which will precede the decisions. With this in mind, the STP has called for a methodological study in order to evaluate the impact of ticket price changes based on zoning. The main lines of research concern three phases: (1) definition and evaluation of zoning choices in the Ile-de-France area, (2) quality analysis of potential offer and demand in the areas selected, and (3) evaluation and comparison of the various ticket pricing hypotheses. This methodology is based on a software which will be the basis for analysis and dialogue between the stakeholders involved in ticket price changes. This software must allow, firstly, input, evaluation, modification and comparison of zoning choices, and secondly, it must allow to analyse the transport offer and the potential demand for each zoning choice in order to design and evaluate the impact of a ticket pricing scenario applied to the zoning choice on the basis of hypothetical traffic flow evolution.

RÉSUMÉ. Des constats socio-économiques ont amené le Syndicat des Transports Parisiens (STP) à repenser le système de tarification des transports publics en vigueur actuellement. Une telle réforme tarifaire implique un grand nombre d'acteurs du monde du transport dont les intérêts peuvent diverger ; ceux-ci doivent participer à ce projet en vue de concevoir une future structure tarifaire acceptable par tous. Ceci nécessite que l'ensemble des acteurs concernés puisse prendre part aux réflexions qui précèdent les décisions. C'est dans ce cadre que le STP a sollicité un travail méthodologique visant à permettre d'évaluer l'impact d'une évolution tarifaire reposant sur le découpage d'un territoire en zones. Les grandes lignes de la recherche s'organisent principalement autour de trois phases qui sont : (1) la définition et l'évaluation de zonages partitionnant l'Ile-de-France en zones, (2) l'analyse du niveau

qualitatif de l'offre et de demande potentielle dans les zonages préalablement définis, et (3) l'évaluation et la comparaison de différentes hypothèses de tarification. Cette méthodologie se concrétise par le développement d'un logiciel qui va servir de base de réflexion et de communication entre acteurs impliqués dans un processus d'évolution tarifaire. Ce logiciel doit permettre d'une part de saisir, d'évaluer, de modifier et de comparer des zonages puis, d'autre part, d'analyser l'offre de transport et la demande potentielle des zones d'un zonage défini en vue de concevoir et d'évaluer l'impact d'un scénario de tarification appliqué à ce zonage sur la base d'hypothèses d'évolution de trafic.

1. Introduction

Le système tarifaire actuellement en vigueur pour les transports en Ile-de-France semble pénaliser leur attractivité car la gamme des titres répond mal à l'attente des franciliens. En effet, la tarification est constituée actuellement d'un ensemble de titres assez hétérogènes, structuré au niveau des prix uniquement par la notion de distance. De plus, le découpage de la carte orange ne correspond plus aux types de déplacements des voyageurs. Des enquêtes récentes ont révélé que les clients sont demandeurs de plus de personnalisation et de souplesse dans le choix de leurs déplacements. Ces phénomènes sont d'autant plus marqués que l'on s'éloigne de la capitale. Du point de vue du financement des transports publics, la part supportée par les clients est loin de couvrir les coûts de fonctionnement des transports en commun.

Ces constats sur la situation actuelle ont amené le Syndicat des Transports Parisiens (STP) à engager une réflexion sur la tarification des transports publics en Ile-de-France. Cette réforme tarifaire fait intervenir divers acteurs-décideurs (entreprises de transport, pouvoir de tutelle, autorité organisatrice,...). En effet quatre-vingts entreprises privées assurent, avec la RATP et la SNCF, le transport routier des voyageurs en Ile-de-France. L'environnement dans lequel évoluerait cette réforme est multi-institutionnel car elle concerne aussi bien des entreprises publiques de transport (la RATP et la SNCF) que des entreprises privées, cela sous contrôle du STP, tutelle de l'état. Cette multiplicité d'acteurs impose de penser cette réforme tarifaire d'une manière concertée. Une telle concertation devrait permettre de concevoir une nouvelle tarification :

- atténuant les inconvénients mentionnés ci-dessus de la tarification actuelle,
- prenant en compte, de manière plus forte dans la tarification, le service effectivement offert aux clients.

Les grandes lignes de la réflexion entreprise sur cette réforme tarifaire s'organisent principalement autour des trois phases suivantes (cf. figure 1) :

- La définition et l'évaluation de zonages partitionnant l'Ile-de-France en zones. Dans cette première phase, des zonages sont conçus indépendamment des bases tarifaires dont ils seront le support. L'objectif est de parvenir, en accord avec les

différents acteurs, à un (éventuellement plusieurs) zonage reflétant la perception que les clients ont de leurs déplacements et qui soit appropriée pour servir de support à la tarification.

– La seconde phase consiste à analyser le niveau qualitatif de l'offre et de la demande potentielle dans les zonages préalablement définis.

– La troisième phase doit permettre, à partir des résultats des deux premières et compte tenu d'une analyse de l'offre et de la demande potentielle, d'évaluer et de comparer différentes tarifications.

La première phase consiste à concevoir l'architecture d'un logiciel permettant d'examiner chaque zone d'un zonage proposé par un acteur de la réforme tarifaire. Ce premier type d'examen vise d'une part à prendre en compte les différents aspects pour juger des qualités ou des défauts de chaque zone prise indépendamment. Des indicateurs sont proposés dans ce but compte tenu des aspects jugés pertinents pour ce type d'analyse mais aussi des contraintes qu'impose l'accessibilité aux données. Ils visent, d'autre part, à fournir une évaluation globale d'un zonage quel qu'il soit à partir des performances de chacune des zones le composant. Cette évaluation globale s'effectue selon divers points de vue, chacun étant formalisé par un critère de comparaison de zonage.

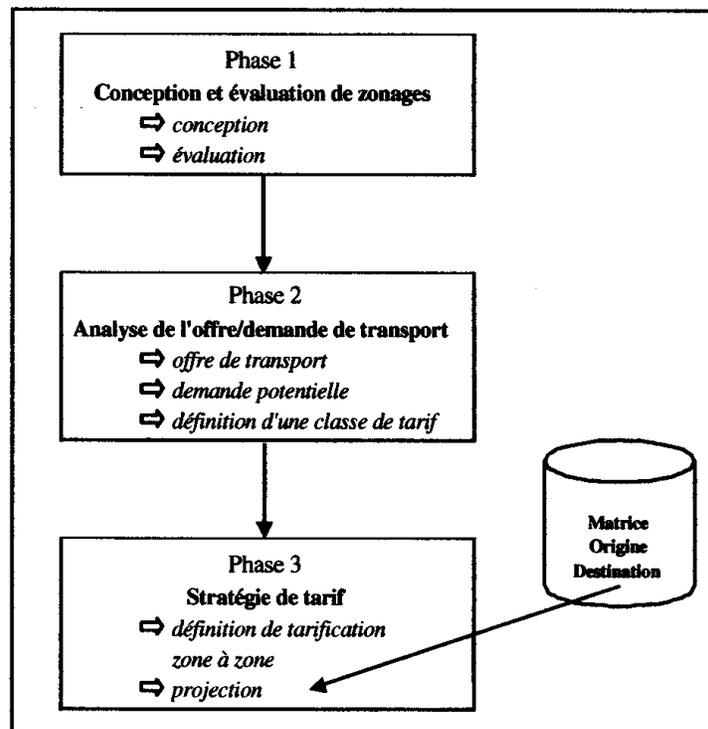


Figure 1. Structure de la méthodologie proposée

La seconde phase permet d'analyser l'offre de transport et la demande potentielle de transport de chaque zone afin de mettre en évidence leurs plus ou moins bonnes cohérences. Elle comporte plusieurs étapes :

- la première étape consiste en l'élaboration d'une méthode d'affectation d'une zone à un niveau qualitatif d'offre de transport. Cette méthode s'appuie sur une famille de critères formalisant les caractéristiques de l'offre de transport dans la zone,

- la seconde étape consiste en l'élaboration d'une méthode d'affectation d'une zone à un niveau qualitatif de la demande potentielle. Ici, la méthode s'appuie sur une famille de critères formalisant les générateurs de déplacements dans la zone.

- la troisième étape consiste à analyser le niveau qualitatif de l'offre et de la demande de transport aux moyens de ces deux méthodes et cela pour chacune des zones de n'importe quels zonages retenus dans le cadre de la première phase. Cette double analyse permet d'apprécier l'adéquation entre demande potentielle et offre de transport. Cette plus ou moins bonne adéquation sert enfin à affecter les diverses zones d'un zonage à des classes de tarifs.

La troisième phase fournit le moyen d'évaluer et de comparer diverses stratégies de tarification relative à un zonage quelconque. Des matrices de déplacements permettent de simuler l'impact de ces stratégies de tarification. Cette dernière phase se déroule en deux étapes :

- la première étape consiste à définir des matrices de prix de zone à zone,

- la seconde étape consiste à faire des projections financières en appliquant une matrice de prix sur une Matrice Origine Destination (MOD) et ainsi obtenir une recette estimée, permettant principalement des comparaisons inter-stratégie.

Notre contribution a pour objet de bâtir un cadre conceptuel et méthodologique à la réflexion sur la réforme tarifaire des transports en commun en Ile-de-France et à définir les spécifications fonctionnelles d'un logiciel devant servir de base à une concertation entre acteurs impliqués dans la réforme tarifaire pour identifier un zonage satisfaisant. Cet outil doit être un moyen d'échange entre les différents acteurs pour susciter des débats. Ce n'est pas un instrument de résolution automatique mais un outil qui permet d'aider les acteurs à sélectionner un " meilleur zonage " selon leur point de vue dans la réflexion engagée sur la réforme tarifaire.

2. Un processus de décision multi-acteurs

Dans ce qui suit, nous appellerons acteur du processus de décision cf. [Roy, Bouyssou 93], un individu ou un groupe d'individus qui, par son système de valeurs, influence directement ou indirectement la décision, que ce soit au premier degré du fait de ses interventions ou au second degré par la manière dont il fait intervenir d'autres individus. On distinguera parmi les acteurs les parties prenantes qui

conditionnent directement la décision par leurs propres enjeux, les agis qui, de façon passive, subissent les conditions de la décision, laquelle est censée tenir compte de leurs préférences, et les acteurs latents qui interviennent indirectement comme les agis bien qu'ils ne soient pas directement concernés par les conséquences de la décision.

Une des caractéristiques du problème de tarification des transports publics en Ile-de-France tient au fait qu'une réforme tarifaire doit se faire en concertation avec un certain nombre d'acteurs. Différentes catégories d'acteurs peuvent être identifiées :

- Le STP, autorité organisatrice chargée de l'exploitation des réseaux et des lignes de transport en commun, qui doit fixer les relations à desservir, leur mode d'exploitation, désigner l'exploitant dans les conditions prévues par son texte fondateur, décider également des tarifs et de la structure tarifaire, approuver les grands investissements et mener, en étroite collaboration avec la Région, une active politique de qualité de service, réaliser des études nécessaires à la connaissance de l'évolution des déplacements et des besoins des franciliens afin d'imaginer le réseau de demain;

- Les collectivités locales (commune, regroupement de communes, département,...) qui peuvent conventionner des lignes de bus ou un réseau ;

- Le conseil régional qui ne subventionne pas directement les transporteurs mais les collectivités locales, participe à l'investissement des matériels bus sous certaines conditions, à l'équipement ainsi qu'à l'exploitation des lignes qui desservent les quartiers difficiles dans le cadre de la politique de la ville ;

- Les entreprises publiques de transport (SNCF, RATP) qui assurent le transport routier des voyageurs en Ile-de-France ; la RATP est chargée de l'exploitation des réseaux et des lignes de transport en commun de voyageurs ; elle peut également exploiter d'autres réseaux ou d'autres lignes ou assurer la construction et l'aménagement de lignes nouvelles ;

- Les entreprises privées de transport (80 entreprises) qui exploitent les lignes ou réseaux soit pour leur propre compte, soit pour le compte de sous-traitants, réparties en deux catégories, celles appartenant à des groupes et celles pouvant être considérées comme indépendantes.

- L'APTR et l'ADATRIF qui sont des associations professionnelles d'entreprises privées de transport dont le point commun est l'exploitation de lignes régulières de transport public et qui font partie de l'ensemble du système transport d'Ile-de-France ;

- Les clients qui utilisent les réseaux et les lignes de transport en commun en Ile-de-France.

- Les partenaires sociaux.

Dans le cadre de notre travail, il convient de séparer clairement deux types d'acteurs : d'une part les parties prenantes qui sont représentées par le STP, la

RATP, la SNCF, l'APTR, l'ADATRIF (qui représentent les entreprises privées), les collectivités locales, les élus locaux départementaux et régionaux et, d'autre part, les agis que sont les clients et partenaires sociaux. Notons que c'est à la demande du STP que la présente étude a été entreprise. Ceci lui confère un rôle spécifique de demandeur d'une méthodologie de concertation pour une réforme tarifaire, ceci étant conforme à son rôle d'autorité organisatrice des transports publics.

Notre approche dans cette étude vise à inclure dès le début de l'étude les différents acteurs et de permettre une concertation afin d'aboutir à des solutions collectivement acceptées. Ceci implique en particulier :

- une meilleure prise en compte du contexte socio-politique dans lequel la décision est prise,
- une formulation plus large du problème, tous les acteurs étant pris en compte dès le début du processus,
- une décision finale plus proche du consensus, plus solide et mieux acceptée.

Cette approche permet au STP de trouver un terrain d'entente avec les différents acteurs de cette réforme et ainsi d'obtenir un consensus. C'est pour ces raisons que l'outil servant de base à la mise en œuvre de la méthodologie doit être un moyen de concertation entre les différents acteurs et ainsi susciter des débats. Il ne s'agit pas d'un instrument d'optimisation mais d'un outil qui permet d'aider les acteurs à sélectionner un " meilleur zonage " selon leur point de vue dans la réflexion engagée sur la réforme tarifaire. Il ne s'agit pas ici d'élaborer un outil automatique, c'est-à-dire qui imposerait sa solution sur la base d'une procédure de calcul, mais de construire un outil de communication permettant aux acteurs de la réforme tarifaire de débattre sur des scénarios envisageables. Cet outil n'est pas destiné à générer automatiquement des zonages puisque chaque acteur pourra soumettre une ou plusieurs propositions de découpage de l'Ile-de-France et/ou de stratégie tarifaire.

3. Phase 1 : Conception et évaluation de zonages partitionnant l'Ile-de-France

3.1. Cadre méthodologique

Cette première phase vise à permettre aux acteurs du processus de décision de concevoir des zonages partitionnant l'Ile-de-France et de comparer ces zonages entre eux. Il importe de noter qu'à cette première phase les zonages sont conçus indépendamment des bases tarifaires dont ils seront le support. Le cadre méthodologique que nous proposons comprend un certain nombre de concepts que nous introduirons progressivement.

Précisons que l'on entend ici par zonage un découpage de l'Ile-de-France en zones. De façon plus précise, il s'agit d'une partition du territoire en parties appelées zones. Chaque zone est constituée d'un regroupement de communes, voire, dans certains cas, de " fragments de communes ". Les seuls fragments de communes

pouvant être pris en considération sont ceux qui apparaissent actuellement dans le découpage de la carte orange. Ces fragments de communes de même que les communes non divisibles sont appelés atomes. Une zone est par conséquent complètement définie par la liste des atomes qui la constitue.

La méthodologie de cette première phase s'articule autour des deux niveaux d'analyse suivants :

- le premier vise à aider les acteurs à la conception de zonages, l'analyse porte sur chaque zone d'un zonage proposé. Elle fournit les résultats nécessaires à un premier type d'examen prenant appui sur les différents aspects pertinents pour juger des qualités ou des défauts de chaque zone indépendamment. Des indicateurs ont été conçus dans ce but compte tenu des aspects jugés pertinents par les acteurs pour ce niveau d'analyse mais aussi des contraintes qu'impose l'accessibilité aux données.

- le deuxième niveau a pour but de fournir des éléments pour comparer des zonages préalablement conçus ; il s'appuie sur l'évaluation de chaque zone d'un zonage pour évaluer globalement ce zonage sur différents points de vue. Pour chacun d'eux, un critère est conçu pour permettre un second type d'examen portant cette fois sur un zonage considéré dans sa globalité.

Ces deux niveaux d'analyse sont mis en œuvre de la manière suivante.

Premier niveau d'analyse : aide à la conception de zonages.

Il est question ici d'analyser une par une les zones d'un zonage proposé pour détecter ses défauts et ses qualités en vue de suggérer d'éventuels remodelages. Les indicateurs introduits ont donc pour objet de mettre en évidence ces défauts et ces qualités (éléments intrinsèques à la zone) tels que perçus par les parties-prenantes ; leurs valeurs rendent compte de l'acceptabilité d'une zone dans un zonage relativement au point de vue considéré par ces indicateurs. Ces indicateurs doivent permettre notamment de définir des zones constituant des entités territoriales aussi indépendantes que possible du point de vue des transports en commun (bassin de vie). Ils permettent également de s'assurer que les zones définies sont aussi homogènes que possibles en ce qui concerne l'offre de transport. Il est à noter qu'une tarification unique sera appliquée à l'intérieur de chaque zone ainsi construite. Les indicateurs ont été construits au regard des travaux de Stathopoulos [Stathopoulos 86 et 97], leur définition précise est donnée en Annexe 1. Le paragraphe 3.2 ci-après donne un bref aperçu sur ces indicateurs.

Chaque indicateur permet de distinguer, selon le point de vue qui lui est associé :

- les zones possédant des défauts importants pour lesquelles un remodelage est jugé nécessaire,
- les zones sans défauts majeurs mais pour lesquelles un remodelage n'est pas indispensable,
- les zones sans défauts ne nécessitant aucun remodelage.

On entend ici par remodelage une reconfiguration à la marge de la zone atténuant les défauts de cette zone. Il convient de remarquer qu'un remodelage conduisant à l'amélioration de la zone considérée sur un indicateur peut avoir pour conséquence la détérioration de la zone sur d'autres indicateurs. L'utilisation de ces indicateurs permet à un concepteur de zonage, par retouche et remodelage successifs, de parvenir à des zonages " efficaces ", c'est-à-dire ne pouvant plus être améliorés sans dégradation par ailleurs.

Deuxième niveau d'analyse : comparaison de zonages conçus préalablement.

L'objectif de ce deuxième niveau d'analyse est d'apporter les éléments nécessaires à une comparaison de deux zonages quelconques selon divers points de vue. L'instrument de comparaison est le critère. Chaque critère traduit un point de vue jugé pertinent par les acteurs (pour une définition de ces indicateurs, voir Annexe 2).

Un critère sert donc à appréhender de façon synthétique un zonage dans sa globalité de façon à le placer plus ou moins haut sur une échelle associée au point de vue considéré [Roy 85]. L'échelle peut être selon les cas :

- définie à partir d'une quantité concrète reposant sur une origine et une unité physique : nombre de kilomètres, nombre d'inter-stations,
- construite à partir d'une unité conventionnelle telle que le nombre de points de pénalités attribués à chacun des types de défaut, que le point de vue considéré conduit à prendre en considération,
- conçue à partir d'une notation abstraite.

Les éléments constituant l'échelle sont appelés échelons ; le critère associe par conséquent à chaque zonage un unique échelon de l'échelle correspondant au point de vue pris en compte. L'échelon ainsi associé constitue ce que l'on appelle la performance du zonage selon le critère étudié. La comparaison de deux zonages selon un point de vue est ainsi ramenée à celle des deux échelons qui traduisent la performance de ces zonages selon le critère correspondant. Il est donc essentiel que l'ordre selon lequel les échelons sont rangés le long de l'échelle reflète clairement un sens de préférence croissant ou décroissant. Bien que chaque échelon soit caractérisé par un nombre qui facilite les comparaisons, il importe de ne pas perdre de vue que ce nombre n'a, la plupart du temps, qu'une signification ordinale et ne peut être utilisé de façon significative dans des calculs arithmétiques d'addition et de produit.

La détermination de la performance d'un zonage sur un critère reposera sur la valeur de certains indicateurs pour les zones constituant le zonage (cf. Annexe 2). Ces indicateurs constituent alors le support du critère. La manière de combiner les différentes valeurs des indicateurs pour chaque zone d'un zonage, de façon à définir la performance de ce zonage, doit alors être spécifiée.

L'agrégation qui est ici en question peut, dans certains cas, relever d'une simple addition ; dans d'autre cas, la nature compensatoire de cette façon de faire peut s'avérer mal adaptée. De façon tout à fait extrême, on pourrait imaginer un point de

vue tel qu'un zonage vaut ce qu'il vaut sur la zone où il est le plus mauvais selon ce point de vue. La procédure d'agrégation dite de Moyenne Ordonnée Pondérée (Ordered Weighted Average) [Yager 88] offre une gamme de formules d'agrégation intermédiaires qui peuvent s'adapter au point de vue mis en avant par les acteurs.

3.2. Indicateurs identifiant les qualités et les défauts d'une zone

Ces indicateurs ont été définis pour rendre compte de l'acceptabilité d'une zone d'un zonage et validés par les acteurs du processus de la réforme tarifaire. Ces indicateurs sont regroupés en fonction des types de préoccupations auxquels ils font référence :

- Indicateurs relevant du positionnement de la zone par rapport au réseau

- Nombre de gares du réseau lourd
- Nombre de passages de bus
- Densité de l'offre interne
- Densité de l'offre externe de réseau lourd
- Densité de l'offre externe de bus
- Positionnement des gares de réseau lourd

- Indicateurs relevant de la structure de la mobilité dans une zone

- Respect de l'accès au réseau lourd
- Déplacements domicile-travail
- Présence des services collectifs

- Indicateurs relevant de l'intégration de la zone dans les structures administratives

- Respect des limites départementales
- Respect des communautés de villes

- Indicateurs relevant du positionnement des pôles d'attraction dans la zone

- Positionnement des centres commerciaux
- Positionnement des centres de soins

3.3. Critères de comparaison de zonages

La nécessité de construire des critères de comparaison de zonages provient notamment du fait que plusieurs zonages peuvent être conçus par divers acteurs. Il importe que les acteurs puissent comparer leurs zonages sur la base de critères

acceptés collégalement comme base de comparaison. Les critères présentés ci-dessous ont fait l'objet d'une concertation et ont été jugés pertinents pour jouer ce rôle de comparaison.

Chaque critère permet d'apprécier un zonage dans sa globalité selon un point de vue donné. Le critère est un instrument de comparaison des zonages, toutes choses égales par ailleurs. Chaque critère ne doit pas être regardé isolément mais comme un élément constitutif de la famille de critères. Les critères sont construits de telle sorte qu'un zonage est d'autant meilleur que sa performance est plus élevée toutes choses égales par ailleurs (c'est-à-dire égalité des performances sur les autres critères).

Pour la plupart des critères, la performance des zonages s'appuie sur la valeur des zones de ce zonage sur certains indicateurs. Certains de ces critères ont pour objet, sur la base des indicateurs constituant leur support, de prendre en compte la présence d'un certain type de défauts dans certaines zones du zonage. La performance d'un zonage sur un critère repose donc sur plusieurs valeurs et il est de ce fait nécessaire de disposer d'un opérateur d'agrégation synthétisant la valeur des zones sur les indicateurs au travers de la performance du zonage sur les critères. Pour les raisons indiquées plus haut (3.1), c'est l'opérateur de moyenne ordonnée pondérée (MOP) qui a été retenu pour asseoir cette agrégation.

Ces critères ont été conçus de telle manière qu'ils soient applicables à des zonages dont le nombre de zones diffère. Enfin, il importe de bien percevoir que la capacité de discrimination des critères ainsi construits n'est pas absolue du fait du manque d'exactitude des données sur lesquels ils reposent [Roy 89]. Afin de ne pas faire dire aux données plus qu'elles ne signifient, des seuils de discriminations seront introduits plus loin.

La famille de critères se compose des 7 critères suivants :

- accessibilité externe,
- offre en desserte locale,
- autonomie des zones en migrations alternantes,
- localisation des pôles attractifs,
- richesse en services collectifs dans la zone,
- adéquation aux limites administratives,
- adéquation avec le découpage "carte scolaire".

4. Phase 2 : Analyse de l'offre et de la demande potentielle en Ile-de-France en vue de concevoir des nouveaux systèmes tarifaires

L'offre de transport et la demande potentielle dans une zone donnée constituent deux éléments fondamentaux pour fixer un système de tarification des transports relativement à cette zone. Il convient donc d'analyser finement ces deux éléments pour chaque zone d'un zonage dans le but d'asseoir une stratégie tarifaire. Une telle

analyse peut être appliquée pour chaque zone retenue à l'étape précédente. Cette phase s'articule autour des 3 étapes suivantes :

Analyse de l'offre : Détermination du niveau de l'offre de transport de chacune des zones. Il s'agit d'affecter chacune des zones à un niveau qualitatif d'offre qui repose sur un ensemble de critères jugés pertinents et validés par les différents acteurs de la réforme (cf. Annexe 3).

Analyse de la demande : Détermination de la demande potentielle de chacune des zones. Il s'agit d'affecter chacune des zones à un niveau qualitatif de la demande potentielle qui repose sur les principaux générateurs de déplacements présents dans la zone. Ces générateurs de déplacements sont des mesures indirectes de la demande potentielle et ont été validés par les différents acteurs de cette réforme (cf. Annexe 3).

Détermination d'une classe de tarification pour chaque zone d'un zonage : Une classe de tarification correspond à l'ensemble des zones ayant les mêmes caractéristiques d'offre de transport et de demande potentielle. Toutes les zones appartenant à une même classe de tarification seront traitées de façon similaire dans la conception de stratégie tarifaire. En outre, cette troisième étape permet de juger de l'adéquation entre le niveau d'offre de transport et de demande potentielle de chaque zone.

4.1. Analyse de l'offre

Cette première étape consiste à effectuer une affectation des zones à des catégories correspondant à un niveau qualitatif de l'offre. Il s'agit donc de construire un modèle qui détermine le niveau qualitatif de l'offre de transport de chaque zone en fonction des caractéristiques de l'offre de transport de cette zone.

Définition de l'échelle qualitative pour évaluer l'offre de transport dans une zone :

Cette échelle est constituée de catégories ordonnées décrivant graduellement les différents niveaux de l'offre de transport ; chaque catégorie représente donc un niveau qualitatif de l'offre. La conception des catégories repose sur le fait que les zones affectées à une même catégorie d'offre sont l'objet de traitements similaires quant à la tarification. Les catégories sont conçues de façon à correspondre :

- à une offre très forte catégorie : **O₄**
- à une offre assez forte catégorie : **O₃**
- à une offre assez faible catégorie : **O₂**
- à une offre très faible catégorie : **O₁**

Pour préciser le contenu sémantique d'une offre très forte, assez forte, assez faible et très faible, des critères ont été définis par le STP en concertation avec les

différents acteurs de la réforme tarifaire. Les critères retenus sont les suivants (la mise en œuvre opérationnelle de ces critères est décrite en Annexe 3) :

- densité du réseau lourd,
- densité estimée du réseau de bus,
- quantité de l'offre interne de réseau lourd,
- quantité de l'offre externe,
- accessibilité directe [0-500m] au réseau TC,
- accessibilité motorisée au réseau lourd [0km-5km],
- variété de l'offre,
- fréquence intra zone du réseau lourd,
- fréquence intra zone du réseau de bus,
- fréquence inter zone du réseau lourd,
- fréquence inter zone du réseau de bus.

Affectation des zones par la méthode ELECTRE TRI

Les critères ci-dessus ont pour objet d'asseoir un modèle permettant d'évaluer l'offre de transport dans une zone sur l'échelle qualitative introduite plus haut. Ceci est effectué à l'aide de l'utilisation de la méthode d'affectation multicritère ELECTRE TRI. Nous formulons donc le problème en termes de tri afin d'affecter chaque zone à une catégorie appropriée en examinant sa valeur sur les critères ci-dessus.

Dans la méthode ELECTRE TRI, les catégories sont caractérisées par des profils (notés b_h) identifiant la frontière entre 2 catégories successives. L'affectation d'une zone à une catégorie repose sur la comparaison de cette zone aux profils b_h (frontière des catégories). La comparaison des zones aux profils s'appuie sur les performances de la zone et des profils sur les différents critères et des informations complémentaires concernant l'importance de chaque critère, sa capacité de discrimination. L'utilisation de la méthode ELECTRE TRI requiert donc de déterminer :

- les limites des catégories définies par des profils limites b_h ,
- l'importance relative des différents critères spécifiée par des coefficients d'importance k_j et des seuils de veto v_j ,
- la capacité de discrimination de chacun des critères définis par les seuils d'indifférence q_j et de préférence p_j [Roy, Vincke 84].

Toutefois, les décideurs n'ont pas toujours une idée claire quant à la valeur à attribuer à ces paramètres ; il leur est en effet difficile d'analyser précisément le rôle de chacun d'eux dans l'affectation. C'est pourquoi il est irréaliste de vouloir calibrer un tel modèle en interrogeant les décideurs directement sur la valeur des paramètres. De plus, l'outil proposé vise à faciliter la concertation entre les différents acteurs de

la réforme tarifaire et il semble illusoire de vouloir organiser une communication sur la base des valeurs de ces paramètres.

Pour calibrer le modèle et fixer des valeurs aux paramètres du modèle, nous proposons de faire référence à un ensemble de zones typiques de chacun des niveaux d'offre. Ces exemples de zones servent d'étalons dans la définition de règles d'affectation aux catégories et permettent donc de fixer les valeurs des paramètres du modèle ELECTRE TRI.

Il faut par conséquent pour calibrer le modèle que les acteurs déterminent un certain nombre de zones (imaginaires ou réelles) dont ils indiquent les performances sur les critères et s'accordent pour fixer de façon consensuelle la catégorie d'offre. Une information supplémentaire concernant la valeur de certains paramètres peut aussi être introduite. A partir de ces informations, le calibrage du modèle ELECTRE TRI consiste à déterminer la valeur de tous les paramètres de manière à ce que la méthode affecte les zones exemples aux catégories d'offre conformément à ce que les acteurs ont exprimé (pour des précisions sur la technique d'inférence des paramètres ELECTRE TRI [Yu 92], [Roy, Bouyssou 93], [Mousseau *et al.* 99]).

Les zones servant d'étalon pour calibrer le modèle ELECTRE TRI doivent avoir des profils aussi variés que possible relativement aux critères d'offre et de demande et couvrir l'ensemble des niveaux qualitatifs d'offre et de demande. Elles doivent être évaluées consensuellement de façon à servir de référence commune entre les acteurs. Si différents avis inconciliables émergent, ils seront identifiés par des jeux de zones étalons distincts. Enfin, les zones étalons ne correspondent pas à des zones d'un zonage retenu de sorte que les enjeux de politiques locales liés à la tarification ne perturbent pas l'analyse de l'offre et de la demande.

4.2. Analyse de la demande

La seconde étape consiste à déterminer, pour chaque zone constituant le zonage, un niveau qualitatif de demande potentielle. La demande potentielle associée à une zone se réfère à la demande exprimée sur des trajets ayant leur point de départ et/ou d'arrivée dans la zone considérée. Il ne s'agit là ni de comptabiliser une demande passée ni de prévoir une demande future mais seulement d'asseoir ce niveau qualitatif en prenant appui sur la plus ou moins grande importance des générateurs de transport présents dans la zone.

Bien que les clients des transports publics effectuent leurs choix en tenant compte du prix du transport, ceci n'a pas à être pris en compte dans cette étape. Le niveau de demande potentielle fait ici principalement référence à un volume de déplacement prévisible compte tenu de la structure territoriale de la zone.

Cette seconde étape consiste donc à effectuer une classification des zones à des catégories correspondant à un niveau qualitatif de la demande. Il s'agit de construire

un modèle qui détermine le niveau qualitatif de la demande potentielle de chaque zone en fonction des générateurs de demande présents dans cette zone.

Le schéma général de cette étape est similaire à celui concernant la phase d'analyse de l'offre ; il repose sur l'identification de critères qui prennent en compte la nature et l'importance des générateurs de déplacements. On utilise ensuite la méthode ELECTRE TRI pour affecter, sur la base de ces critères, chaque zone à une catégorie de niveau de demande. Ces critères sont utilisés dans ce modèle ELECTRE TRI qui affecte chaque zone à un niveau qualitatif de demande potentielle.

Définition de l'échelle qualitative pour évaluer la demande potentielle dans une zone

Cette échelle est constituée de catégories ordonnées décrivant graduellement les différents niveaux de la demande potentielle ; chaque catégorie représente donc un niveau qualitatif de demande potentielle. La conception des catégories repose sur le fait que les zones affectées à une même catégorie de demande potentielle sont l'objet de traitements similaires quant à la tarification. Les catégories sont conçues de façon à correspondre :

- à une demande potentielle très forte catégorie : **Dp₄**
- à une demande potentielle assez forte catégorie : **Dp₃**
- à une demande potentielle assez faible catégorie **Dp₂**
- à une demande potentielle très faible catégorie : **Dp₁**

Pour préciser le contenu sémantique d'une demande très forte, assez forte, assez faible et très faible, des critères ont été définis par le STP en concertation avec les différents acteurs de la réforme tarifaire.

La définition des critères de la demande potentielle repose sur les principaux motifs de déplacements issus de *l'Enquête Globale et Transport (EGT, 1990)* qui permettent de qualifier la zone en fonction du niveau de l'attente de la population qui la compose. EGT 90 fournit une description des déplacements des Franciliens (15 980 ménages interrogés à leur domicile) à l'intérieur de l'Ile-de-France un jour moyen de la semaine. Les principaux motifs de déplacements recensés par cette enquête sont :

Motifs de déplacement	% des déplacements
Domicile	39,2 %
Affaires personnelles (santé, visites, administrés,...)	18,1 %
Travail	14,2 %
Achats	9,4 %
Ecole	7,9 %
Loisirs	6,1 %
Affaires professionnelles	5,1 %

La construction de la famille de critères permettant de juger du niveau de la demande potentielle dans une zone repose sur l'idée suivante. A chaque motif de déplacement est associé un "générateur de déplacement" qui est une variable explicative jugée pertinente pour mesurer le volume de la demande pour ce type de déplacement. Par exemple, la mesure indirecte de l'intensité de la demande associée à la zone pour le motif "domicile" repose sur la variable explicative "population de la zone". Nous avons retenu les variables explicatives suivantes :

- population pour le motif domicile,
- emploi pour les générateurs travail et affaires professionnelles,
- surface commerciale pour le motif achat,
- nombre de lycées et de places dans les lycées pour le motif école,
- nombre de médecins et de lits d'hôpitaux pour le motif affaires personnelles,
- nombre de cinémas, de centres sportifs, de salles de spectacles pour le motif loisirs.

Compte tenu de la disponibilité des données concernant les variables explicatives, les critères retenus pour juger de la demande potentielle sont les suivants (leur définition opérationnelle est définie en Annexe 3). Ces critères ont été validés par les différents acteurs de la réforme :

- domicile,
- travail et affaires professionnelles,
- achats,
- école,
- affaires personnelles,
- loisirs.

4.3. Détermination d'une classe de tarification pour chaque zone d'un zonage

La troisième étape de la deuxième phase consiste à croiser les analyses de l'offre et de la demande potentielle réalisées précédemment. Les résultats peuvent être présentés sous la forme d'un tableau dans lequel les niveaux d'offre de transport (O_4, O_3, O_2, O_1) et de la demande potentielle (Dp_4, Dp_3, Dp_2, Dp_1) sont spécifiés en lignes et en colonnes respectivement. L'analyse de l'offre et de la demande potentielle permet donc de situer chaque zone dans l'une des 16 catégories du tableau suivant.

	Dp4	Dp3	Dp2	Dp1
O4				
O3				
O2				
O1				

Les catégories d'offre et de demande potentielle de chaque zone sont un élément constitutif de la stratégie tarifaire. Cette information est prise en compte dans la tarification zone à zone de sorte que deux zones ayant les mêmes niveaux d'offre et de demande se verront appliquer une tarification identique.

Par ailleurs, la donnée de ce tableau permet de juger de l'adéquation offre/demande dans les zones. La diagonale principale représente l'état « normal », c'est-à-dire que la demande potentielle de la zone correspond au niveau de l'offre. Au-dessus de la diagonale principale, le niveau d'offre est supérieur à la demande potentielle, ce qui signifie que l'offre de transport est trop développée pour le peu de personnes ayant besoin d'utiliser les transports. En dessous de la diagonale, la demande potentielle est supérieure au niveau de l'offre, ce qui signifie qu'il y a une demande forte en comparaison de l'offre disponible ; l'offre de transport n'est pas adaptée aux besoins des clients.

5. Phase 3 : Projections tarifaires

5.1. Schéma général

Cette troisième phase vise à s'appuyer sur l'analyse de l'offre et la demande potentielle dans chaque zone des zonages pour aider à concevoir des systèmes de tarification zone à zone et en déduire des projections financières (sur la base des

hypothèses de Matrice Origine Destination, MOD). Plus précisément, cette phase s'articule autour des deux étapes ci-dessous.

- La première consiste à définir, pour un zonage donné, des matrices de prix qui spécifient le prix de déplacement de zone à zone. Ces matrices peuvent être définies par les acteurs participant à l'étude ou construites à partir d'une règle de tarification paramétrable.

- La deuxième étape vise à appliquer ces matrices de prix définies à l'étape précédente à des MOD. La résultante de cette analyse est une projection financière issue de l'application à un zonage donné d'une règle de tarif sur la base d'une MOD.

Avant de présenter plus en détail les modalités de mise en application de cette phase, il importe de clarifier la nature et la finalité des projections financières envisagées. Tout d'abord, l'objectif central lors de cette phase est d'aboutir à des projections financières estimées associées à chaque zonage et chaque règle de tarification en s'appuyant sur une MOD. Toutefois, il est essentiel de relativiser la valeur absolue des masses financières ainsi calculées. En effet, ces résultats reposent sur des informations contenant une part d'imprécision [Roy 89], en particulier :

- les MOD utilisées ne sont que des hypothèses d'évolution de trafic. Par ailleurs, le découpage de l'Ile-de-France dans ces matrices ne recoupe qu'imparfaitement les zonages pouvant être proposés dans cette étude (en particulier en grande couronne),

- les informations requises pour l'analyse de l'offre de transport et de la demande potentielle s'appuient sur des données passées susceptibles d'évolution.

Les observations ci-dessus illustrent le fait que les volumes financiers calculés doivent être utilisés à des fins comparatives et non en des termes absolus.

5.2. Construction de matrices de prix

La construction de matrices de prix zone à zone a pour but de permettre le calcul de projections financières. Ces matrices peuvent être définies directement par les acteurs en spécifiant les tarifs des n^2 déplacements (s'il y a n zones). Toutefois, un tel procédé est lourd et ne permet pas toujours de dégager les règles qui sous-tendent la tarification. Il est donc pertinent de définir ces règles de tarification qui sont des procédés de construction de matrices de prix issues des mêmes principes et ayant des caractéristiques communes.

5.2.1. Structure des règles tarifaires

L'approche adoptée repose sur l'hypothèse qui consiste à définir une tarification de zone à zone. Cette hypothèse a les conséquences suivantes :

- un déplacement effectué au sein d'une zone se verra appliquer un tarif unique lié au niveau d'offre et de demande dans cette zone,
- le tarif d'un déplacement dépend du niveau de l'offre de transport et de la demande potentielle des zones d'entrée et de sortie du réseau pour ce déplacement,
- les règles tarifaires considérées ne distinguent pas des déplacements issus de (ou arrivant en) deux points d'un réseau appartenant à une même zone,
- deux déplacements issus de points d'entrée appartenant à deux zones ayant les mêmes caractéristiques d'offre et de demande potentielle seront pris en considération de manière similaire quant à leur tarification. Cette remarque s'applique de façon identique aux points de sorties du réseau.

Les caractéristiques de la zone d'entrée et de sortie, en termes d'offre et de demande potentielle, sont des variables pertinentes pour constituer une matrice de prix. Parmi les variables pertinentes, il nous semble intéressant de citer :

- les caractéristiques des zones d'entrée et de sortie,
- la distance (évaluée de barycentre de zone à barycentre de zone),
- le mode de transport utilisé,
- l'horaire du déplacement.

Toutefois, les deux dernières variables ne peuvent être retenues du fait de l'impossibilité de les prendre en compte dans les projections (les MOD ne spécifient ni les horaires, ni les modes utilisés) et de l'ambiguïté de leur prise en compte dans des règles de tarif (en particulier pour le mode). Les règles tarifaires envisagées reposent donc sur la zone d'entrée (e) et de sortie (s) du réseau et la distance (d) de déplacement ($\text{prix} = f(e, s, d)$).

5.2.2. Proposition d'une règle tarifaire

Il semble raisonnable d'imposer à la fonction f les propriétés suivantes :

- $f(e, s, d) = f(s, e, d)$, le tarif de l'aller et du retour doit être identique,
- le tarif croît avec la distance :

$$\frac{\partial f}{\partial d} > 0$$

La règle tarifaire distingue les trajets intra zone (ceux pour lesquels $e = s$) des trajets inter zone (ceux pour lesquels $e \neq s$).

Trajet intra zone :

La règle de tarif pour les trajets intra zone est indépendante de la distance et ne dépend que du niveau d'offre et de la demande potentielle de la zone considérée. La

tarification intra zone est donc définie par un tableau représentant les tarifs intra zone en fonction des niveaux d'offre et de demande potentielle.

Trajet inter zone :

La tarification inter zone peut être structurée de la façon suivante :

$$\text{prix} = \text{taxe}(e) + \text{taxe}(s) + \text{pdp}(d)$$

- $\text{taxe}(e)$ et $\text{taxe}(s)$ représentent deux taxes d'accessibilité à l'entrée et à la sortie du réseau.

Ces taxes sont calculées de façon similaire et reposent sur le niveau de l'offre et de la demande potentielle de la zone considérée. Elles sont définies par la donnée du tableau spécifiant la valeur de la taxe d'accessibilité en fonction du niveau de l'offre et de la demande potentielle de la zone considérée.

- $\text{pdp}(d)$ représente le prix lié à la distance parcourue. Il est défini par un prix kilométrique ($\text{pdp}(d) = pk * d$).

Il est possible de concevoir un autre type de tarification inter zone reposant sur une forme multiplicative. Dans ce second cas, le prix de la distance parcourue pourrait être modulé par deux facteurs multiplicatifs liés au niveau de l'offre et de la demande potentielle de la zone d'entrée et de sortie.

Etant donné un zonage, une matrice origine-destination et une règle tarifaire, le logiciel permet de calculer un « bilan financier » ne prétendant pas être une estimation du résultat attendu mais permettant des comparaisons en faisant varier le zonage, la règle ou la matrice origine-destination.

6. Conclusion

Notre contribution a consisté à proposer au STP un cadre conceptuel et méthodologique pour la réflexion sur la réforme tarifaire des transports publics en Ile de France. Ce cadre doit, pour être rendu opérationnel, donner lieu à l'élaboration d'un logiciel. Un tel outil informatique va permettre de vérifier la pertinence de nouvelles propositions de découpages géographiques tarifaires de la région Ile-de-France, c'est-à-dire de saisir, d'évaluer, de modifier, de comparer des zonages et d'effectuer des projections tarifaires sur la base de l'analyse de l'offre et de la demande. Le cahier des charges spécifiant les fonctionnalités et les données requises pour l'élaboration du logiciel a été rédigé. Ce logiciel, actuellement en phase de développement, concrétisera l'outil d'aide à la décision proposé aux acteurs de la réforme tarifaire pour concevoir de nouvelles stratégies de tarification.

Le rôle de cet outil d'aide à la décision consiste à promouvoir la concertation entre les acteurs plutôt que de proposer des solutions issues d'une résolution automatique. Cet outil vise par conséquent à permettre une conciliation des arguments des différents acteurs pour promouvoir une réforme collectivement

acceptée et construite dans la transparence. Dans cette perspective, il importe de signaler que les différents acteurs ont été intégrés à la définition de la méthodologie (en particulier en ce qui concerne la définition des indicateurs et des critères). L'outil résulte donc d'une co-construction. Cette manière de procéder a favorisé l'acceptation de la méthodologie par les différents utilisateurs et a permis d'argumenter et de débattre des options possibles de conception.

L'utilisation d'un tel outil vise à promouvoir un processus de décision favorisant l'émergence de solutions nouvelles au cours de sa progression. Le type de processus décisionnel souhaitable contraste avec la conception plus classique qui consiste à analyser et comparer un nombre restreint d'options prédéfinies. Il est clair que la nature de ce processus décisionnel est largement conditionnée par la philosophie sous-jacente à la méthode le supportant. Le paradigme adopté dans le présent travail se situe dans une perspective permettant aux acteurs de co-construire de nouvelles solutions au cours d'un processus de décision.

7. Références

- Enquête Globale de Transport (1991), "Les déplacements des Franciliens en 1991-1992", Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France.
- MOUSSEAU Vincent, ROY Bernard, SOMMERLATT Isabelle (1996), "Rapport pour le Syndicat des Transports Parisiens : architecture d'un outil d'aide à la décision pour le choix de zonages tarifaires", juillet 1996.
- MOUSSEAU Vincent, ROY Bernard, SOMMERLATT Isabelle (1998), "Rapport pour le Syndicat des Transports Parisiens : élaboration d'un outil d'aide à la décision pour le choix de stratégies tarifaires", LAMSADE Université Paris-Dauphine, avril 1998.
- MOUSSEAU Vincent, SLOWINSKI Roman, ZIELNIEWICZ Piotr (1999), "ELECTRE TRI 2.0a : Methodological guide and user's manual", Documents du LAMSADE n°111, Université Paris-Dauphine, février 1999, à paraître dans *Computers and Operation Research*.
- ROY Bernard (1985), "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", *Economica*.
- ROY Bernard (1989), "Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models", *Mathematical and Computer Modelling*, 12 (10-11).
- ROY Bernard, BOUYSSOU Denis (1993), "Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas", *Economica*.
- ROY Bernard, VINCKE Philippe (1984), "Relational systems of preferences with one or more pseudo-criteria: some new concepts and results", *Management Science* 30 (11), pp. 1245-1254.
- STATHOPOULOS Nicolas (1986), "Indicateurs communaux de niveau de qualité de service offert par les transports en commun : Analyse multicritère", Rapport de stage RATP.
- STATHOPOULOS Nicolas (1997), "La performance territoriale des réseaux de transport", Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

YAGER R.R. (1988), "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making", IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetic, vol. 18, n°1, pp. 183-190.

YU Wei (1992), "Aide multicritère à la décision dans le cadre de la problématique du tri. Concepts, méthodes et applications", Thèse de Doctorat, Université Paris-Dauphine.

Annexe 1. Indicateurs identifiant les qualités et les défauts d'une zone

Ces indicateurs ont été définis pour rendre compte de l'acceptabilité d'une zone d'un zonage et validés par les acteurs du processus de la réforme tarifaire. Ces indicateurs sont regroupés en fonction des types de préoccupations auxquels ils font référence (pour plus de détails sur le mode de calcul de ces indicateurs et critères voir, [Mousseau, Roy et Sommerlatt 96 et 98] :

– Indicateurs relevant du positionnement de la zone par rapport au réseau

a) Nombre de gares du réseau lourd : cet indicateur évalue la qualité de la desserte en réseau lourd et est utilisé pour harmoniser la répartition des gares dans les zones.

b) Nombre de passages de bus : cet indicateur sert à apprécier la qualité de la desserte de bus et est utilisé pour harmoniser la répartition des bus dans les zones.

c) Densité de l'offre interne : cet indicateur sert à évaluer la quantité de dessertes Transport en Commun (TC) locales dans une zone et est utilisé pour évaluer les possibilités de déplacements à l'intérieur d'une zone.

d) Densité de l'offre externe de réseau lourd : cet indicateur sert à prendre en compte la quantité de dessertes en réseau lourd vers l'extérieur de la zone et est utilisé pour évaluer les possibilités de déplacements à l'extérieur d'une zone. L'indicateur est évalué par le nombre de zones accessibles par le réseau lourd, sans correspondance, à partir de la zone.

e) Densité de l'offre externe de bus : cet indicateur évalue la quantité de dessertes en bus vers l'extérieur de la zone et est utilisé pour évaluer les possibilités de déplacements à l'extérieur d'une zone. La performance de l'indicateur concerne le nombre de zones accessibles par le réseau de bus, sans correspondance, à partir de la zone.

f) Positionnement des gares de réseau lourd : cet indicateur sert à apprécier le positionnement des gares situées dans une zone par rapport au bord de la frontière de cette zone et est utilisé pour éviter de créer des effets pervers avec les zones limitrophes. La performance de l'indicateur concerne la distance entre la gare et la frontière de la zone. Lorsque plusieurs gares existent, on retient la distance minimum.

– Indicateurs relevant de la structure de la mobilité dans une zone

g) Respect de l'accès au réseau lourd : cet indicateur évalue si le déplacement de la population vers une gare du réseau lourd s'effectue vers la ou les gares de la zone et est utilisé pour susciter les déplacements à l'intérieur de la zone. Deux indicateurs évaluent le respect de l'accès au réseau lourd : la population située à moins de 500m et à plus de 5 km d'une gare de la zone.

h) Déplacements domicile-travail : cet indicateur permet de connaître les flux de déplacements domicile-travail de chaque zone et est utilisé pour maximiser ce type de déplacements dans la zone.

i) Présence des services collectifs : cet indicateur prend en compte le nombre d'administrations (postes, cimetières, établissements du second degré, équipements sportifs) présentes dans une zone pour éviter à sa population de se rendre dans une autre zone pour accéder à ces administrations. Dans ce but, on cherche à harmoniser le nombre d'administrations dans la zone.

– Indicateurs relevant de l'intégration de la zone dans les structures administratives

j) Respect des limites départementales : cet indicateur vérifie que la zone respecte les limites départementales et est utilisé pour éviter les problèmes d'appartenance territoriale.

k) Respect des communautés de villes : cet indicateur vérifie si les limites des zones sont totalement incluses dans les communautés de villes ou est utilisé pour éviter de créer des problèmes avec des regroupements de communes existants.

– Indicateurs relevant du positionnement des pôles d'attraction dans la zone

l) Positionnement des centres commerciaux : cet indicateur vérifie le positionnement des centres commerciaux (plus de 5000 m²) de la zone par rapport au bord de sa frontière. Le but est d'éviter de créer des effets pervers avec les zones limitrophes.

m) Positionnement des centres de soins : cet indicateur vérifie le positionnement des centres de soins (les hôpitaux, les cliniques) de la zone par rapport au bord de sa frontière. Le but est d'éviter de créer des effets pervers avec les zones limitrophes.

Annexe 2. Critères de comparaison de zonages

La famille de critères se compose des 7 critères suivants :

Critère n°1 : Accessibilité externe

Ce critère évalue les possibilités de déplacements de la population de chaque zone vers l'extérieur de cette zone. Il est évalué au niveau de chaque zone par le nombre de zones accessibles, sans correspondance, à partir de la zone considérée par le réseau TC sur la proportion des zones accessibles. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée par une moyenne ordonnée pondérée (MOP) de l'offre externe du réseau TC de chaque zone du zonage. Dans cette MOP, les plus mauvaises zones du zonage sont surpondérées.

Critère n°2 : Offre en desserte locale

Ce critère sert à apprécier les possibilités de déplacements de la population à l'intérieur de chaque zone. Il est évalué au niveau de la zone par le nombre total de trajets possibles différents (sans correspondance, à l'intérieur de la zone pour toutes lignes ayant au moins deux points d'arrêts dans la zone) divisé par la surface moyenne. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée par une moyenne ordonnée pondérée (MOP) des trajets possibles de toutes les zones. Dans cette MOP, les plus mauvaises zones du zonage sont surpondérées.

Critère n°3 : Autonomie des zones en migrations alternantes

Ce critère intègre la proportion de la population active restant à l'intérieur de chaque zone du zonage pour ces déplacements domicile-travail. Il est évalué au niveau de la zone par le pourcentage de la population active restant dans la zone. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée par la proportion de zones du zonage dont au moins 25 % de la population active reste à l'intérieur de la zone pour ses déplacements domicile-travail.

Critère n°4 : Localisation des pôles attractifs

Ce critère évalue le positionnement des gares, des centres de soins et des centres commerciaux dans chaque zone du zonage. Il prend en compte la situation dans chacune des zones du zonage des pôles attractifs. Il est évalué au niveau de la zone par :

- 10 : s'il n'y a pas de pôles attractifs situés à moins de 1km du bord de la frontière;
- $(10 - X - 1/2Y - 1/2Z)$: s'il y a X gares, Y centres de soins et Z centres commerciaux situés à moins de 1km du bord de la frontière;
- 0 : si $X - 1/2Y - 1/2Z > 10$.

Une gare proche de la frontière est jugée 2 fois plus pénalisante qu'un centre de soins ou un centre commercial. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée

par une moyenne des pôles attractifs des zones situées à moins de 1 km du bord de la frontière de la zone.

Critère n°5 : Richesse en services collectifs dans la zone

Ce critère sert à prendre en compte le nombre de types de services collectifs (l'établissement du second degré, cimetières, postes et équipements sportifs) présents dans chaque zone du zonage. Pour chaque zone, le nombre de type de services collectifs est pris en compte. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée par une moyenne ordonnée pondérée (MOP) du nombre de types de services collectifs présents dans la zone. Dans cette MOP, les plus mauvaises zones du zonage sont surpondérées.

Critère n°6 : Adéquation aux limites administratives

Ce critère sert à évaluer les zones d'un zonage qui ne respectent pas les limites départementales et les communautés de ville. Pour chaque zone, on prend en compte le respect ou non de ces deux types de limites. L'évaluation du zonage sur ce critère est déterminée par une moyenne ordonnée pondérée (MOP) des zones. Dans cette MOP, les meilleures zones du zonage sont surpondérées.

Critère n°7 : Adéquation avec le découpage "carte scolaire"

Ce critère mesure l'adéquation entre un zonage et le découpage de la carte scolaire. Un zonage est d'autant meilleur que les frontières de ses zones intersectent moins les frontières du découpage de la carte scolaire. Ce critère peut-être dupliqué à chaque fois que l'adéquation avec une autre partition de l'Ile-de-France s'avère nécessaire (carte orange, communautés de ville,...).

Annexe 3. Critères de l'offre de transport et de la demande potentielle d'une zone

Analyse de l'offre

Critère d'offre n°1 : Densité du réseau lourd

Ce critère évalue la qualité de l'offre de réseau lourd dans la zone en appréciant les possibilités d'accès au réseau lourd pour la population de la zone. Il est déterminé par le nombre de gares (avec ou sans correspondance) présentes dans la zone rapporté à la surface de la zone.

Critère d'offre n°2 : Densité estimée du réseau de bus

Ce critère sert à apprécier la qualité de l'offre de bus dans la zone en appréciant les possibilités d'accès au réseau de bus pour la population de la zone. Il est

déterminé par le nombre de points d'arrêts de bus présents dans la zone rapporté à la surface de la zone.

Critère d'offre n°3 : Quantité de l'offre interne de réseau lourd

Ce critère sert à prendre en compte la quantité de déplacement de la population à l'intérieur de chaque zone. Il est déterminé par le nombre de trajets possibles différents (sans correspondance, à l'intérieur de la zone pour toutes lignes ayant au moins deux points d'arrêts dans la zone) rapporté à la surface de la zone.

Critère d'offre n°4 : Quantité de l'offre externe

Ce critère évalue les possibilités de déplacements de la population vers l'extérieur de la zone. Il est déterminé par le nombre de points d'arrêts estimés de bus plus le nombre de gares de réseau lourd en dehors de la zone rapporté à la surface de la zones.

Critère d'offre n°5 : Accessibilité directe [0-500m] au réseau TC

Ce critère sert à apprécier l'attractivité des gares de la zone de façon à apprécier la population ayant une accessibilité directe à une gare. Il est déterminé par la proportion de la population située à moins de 500m de la gare rapportée à la population de la zone.

Critère d'offre n°6 : Accessibilité motorisée au réseau lourd [0km-5km]

Ce critère sert à évaluer la possibilité de la population d'une zone d'accéder à une gare du réseau lourd avec éventuellement un rabattement motorisé. Il est déterminé par la proportion de la population située à moins de 5km d'une des gares de la zone rapportée à la population de la zone.

Critère d'offre n°7 : Variété de l'offre

Ce critère évalue la diversité des modes de transports (trains, RER, métro, TRAM et bus) présents dans la zone. Il est déterminé par le nombre de types de modes présents dans la zone.

Critère d'offre n°8 : La fréquence intra zone du réseau lourd

Ce critère sert à prendre en compte la fréquence sur les lignes de réseau lourd traversant la zone et permettant d'effectuer un trajet à l'intérieur de la zone. Il est déterminé par le nombre de courses des lignes permettant un trajet à l'intérieur de la zone pendant l'heure de pointe du matin (7h30-9h30) en horaire d'hiver.

Critère d'offre n°9 : La fréquence intra zone du réseau de bus

Ce critère évalue la fréquence sur les lignes de réseau de bus traversant la zone et permettant d'effectuer un trajet à l'intérieur de la zone. Il est déterminé par le

nombre de courses des lignes permettant un trajet à l'intérieur de la zone pendant l'heure de pointe du matin (7h30-9h30) en horaire d'hiver.

Critère d'offre n°10 : La fréquence inter zone du réseau lourd

Ce critère sert à apprécier la fréquence sur les lignes de réseau lourd traversant la zone et permettant d'effectuer un trajet à l'extérieur de la zone. Il est déterminé par le nombre de courses des lignes permettant un trajet à l'extérieur de la zone pendant l'heure de pointe du matin (7h30-9h30) en horaire d'hiver.

Critère d'offre n°11 : La fréquence inter zone du réseau de bus

Ce critère évalue la fréquence sur les lignes de réseau de bus traversant la zone et permettant d'effectuer un trajet à l'extérieur de la zone. Il est déterminé par le nombre de courses des lignes permettant un trajet à l'extérieur de la zone pendant l'heure de pointe du matin (7h30-9h30) en horaire d'hiver.

Analyse de la demande potentielle

Critère de la demande n°1 : générateur " domicile "

Ce critère sert à prendre en compte la densité de la population de la zone pour mettre en évidence la population étant susceptible d'y vivre. La variable explicative qui permet de renseigner le générateur " domicile " est la population. Il est déterminé par la population de la zone rapportée à la surface de la zone.

Critère de la demande n°2 : générateurs " travail et affaires professionnelles "

Ce critère sert à évaluer les possibilités d'emplois de la zone pour mettre en évidence son attractivité en matière d'emplois. La variable explicative qui permet de renseigner les générateurs " travail et affaires professionnelles " est l'emploi. Il est déterminé par le nombre d'emplois de la zone rapporté à la surface de la zone.

Critère de la demande n°3 : générateur " achats "

Ce critère sert à apprécier la proportion de surfaces commerciales présentes dans la zone pour mettre en évidence son attractivité en matière d'achats. La variable explicative qui permet de renseigner le générateur " achats " est la surface commerciale (>5000m²). Il est déterminé par la proportion de la surface commerciale qu'il y a dans la zone rapportée à la surface de la zone.

Critère de la demande n°4 : générateur " école "

Ce critère évalue l'attractivité de la zone en matière d'école. Les variables explicatives qui permettent de renseigner le générateur " école " sont le nombre de lycées et le nombre de places dans les lycées. Il est déterminé par le nombre de places dans les collèges et lycées dans la zone rapporté à la surface de la zone.

Critère de la demande n°5 : générateur “ affaires personnelles ”

Ce critère sert à prendre en compte l'attractivité de la zone en ce qui concerne les affaires personnelles. La variable explicative qui permet de renseigner le générateur “ affaires personnelles ” est le nombre de lits d'hôpitaux. Il est déterminé par le nombre de lits d'hôpitaux dans la zone rapporté à la surface de la zone.

Critère de la demande n°6 : générateur “ loisirs ”

Ce critère sert à évaluer l'attractivité de la zone pour les loisirs. Les variables explicatives qui permettent de renseigner le générateur “ loisirs ” sont le nombre de cinémas, le nombre de centres sportifs et le nombre de salles de spectacles. Il est déterminé par le nombre de cinémas, de centres sportifs et de salles de spectacles dans la zone rapporté à la surface de la zone.