



Enquêtes qualitatives et quantitatives visant à évaluer les projets de fiabilisation des radiales ferrées en Ile de France



Rapport de Synthèse – Septembre 2006



SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
I.1 Objectifs de l'étude	4
I.2 Structure de l'étude.....	4
I.3 Structure du Rapport.....	5
II LE PHENOMENE DE L'IRREGULARITE SUR LES RADIALES FERREES EN ILE DE FRANCE	6
II.1 Analyse bibliographique	6
II.2 Analyse statistique des retards de trains	7
II.3 Enquête sur la loi d'arrivée des voyageurs.....	10
II.4 Recherche qualitative sur l'impact d'irrégularité.....	12
II.4.1 Constitution des groupes	12
II.4.2 Enseignements issus des groupes de discussion	13
III ENQUETES DE PREFERENCES DECLAREES SUR LA PERCEPTION DE L'IRREGULARITE	15
III.1 Définition des variables	15
III.2 Phase pilote.....	15
III.3 Terrain.....	16
III.4 Analyse statistique	17
III.5 Signification des résultats.....	18
III.6 Comparaison avec des études semblables	20
IV METHODOLOGIE D'EVALUATION DES GAINS DE REGULARITE	22
IV.1 Principe de la méthode.....	22

INTRODUCTION

Le réseau ferré reliant Paris à sa banlieue comprend 1400 km de lignes ferroviaires et dessert 445 stations au total. Il est exploité par la SNCF (RER et Transilien), et par la RATP (RER A et B). En 2004, la SNCF a produit 57 millions de trains*kilomètres et la RATP 12 millions de trains*kilomètres sur le réseau RER.

Depuis l'an 2000, les relations entre le STIF et la RATP d'une part, le STIF et la SNCF d'autre part, sont encadrées par des contrats, qui ont été renouvelés pour la période 2004-2007. Ces contrats définissent les conditions générales d'exploitation ainsi que les obligations de la RATP et de la SNCF en matière d'offre et de **qualité de service**. Ces contrats permettent d'assurer l'équilibre financier du fonctionnement des transports collectifs en définissant également les obligations du STIF en matière de financement. Un système de bonus/malus basé sur des indicateurs de qualité de service permet d'inciter les exploitants à améliorer leurs performances dans ce domaine.

Les indicateurs de qualité de service spécifiés dans le contrat sont essentiellement la régularité du service et l'accueil des voyageurs en station. Les indicateurs de régularité ne sont pas les mêmes dans les contrats STIF/RATP et STIF/SNCF (services RER A et RER B).

- Pour la RATP, l'indicateur de régularité mesure le nombre de voyageurs (par jour, par mois et par année) dont l'arrivée à la station de destination a été retardée de plus de 5 minutes, et le nombre de voyageurs dont le retard est supérieur à 15 minutes.
- Pour la SNCF, l'indicateur de régularité mesure le nombre de trains aux heures de pointe circulant dans le sens de la pointe avec un retard de plus de 5 minutes à l'arrivée au terminus, sont également mesurés le nombre de trains supprimés et le nombre de trains avec un retard supérieur à 15 minutes.

L'irrégularité, qu'elle soit due à des trains retardés ou à une annulation de mission, a des effets directs sur le voyageur : son temps de parcours est allongé, engendrant ainsi un surcoût. Dans le cas où il manque une correspondance avec un autre train voire avec un bus qui peut avoir une faible fréquence, son temps de parcours est encore plus dégradé.

De plus, l'irrégularité durant les périodes de pointe peut également avoir des effets indirects sur d'autres aspects de qualité de service : les voyageurs s'accumulent sur les quais, la densité pouvant excéder les seuils de confort ou même de sécurité. Les trains sont alors davantage saturés, générant ainsi une dégradation du confort des voyageurs, et une augmentation du temps d'arrêt aux stations.

En situation extrême, des trains sont tellement surchargés que certains voyageurs ne peuvent monter et sont obligés d'attendre le train suivant. Ces dégradations de qualité de service augmentent d'autant plus la perception de l'irrégularité et le surcoût qu'elle engendre.

Ces surcoûts sont supportés non seulement par les usagers des transports collectifs mais plus généralement par l'ensemble de la collectivité (employeurs...) : la somme de tous ces coûts constitue le coût social de l'irrégularité. La valeur de ce coût est actuellement mal connue car l'intérêt porté à cette problématique est relativement récent.

Récemment, en Grande Bretagne et au Pays Bas, des enquêtes de préférence déclarées ont fourni une première idée des fonctions de coût (ou de désutilité) déterminant un indicateur explicite de la dispersion des temps de parcours.

Dans la région Ile-de-France, une étude a déjà analysé ce sujet pour des services de bus fonctionnant à la fréquence, c'est à dire sans horaire de passage porté à la connaissance des voyageurs. Cependant, ces études ne peuvent pas fournir des résultats permettant la construction de fonctions d'utilités applicables au cas des radiales ferrées d'Ile de France qui fonctionnent à l'horaire et plus généralement qui sont un mode de transport non comparable au bus.

Le STIF, en collaboration avec la RATP, la SNCF et RFF, a donc décidé de mener une étude détaillée qui vise à fournir tous les éléments requis pour monétariser les gains de régularité induits par les projets d'amélioration des radiales ferrées.

Cette étude s'est déroulée de septembre 2003 à avril 2005.

I.1 Objectifs de l'étude

Le principal objectif de cette étude est de fournir une méthodologie opérationnelle robuste permettant d'évaluer sur le plan socio-économique les investissements visant à améliorer la régularité des radiales ferrées en Ile de France.

Cette méthodologie est nécessaire pour éclairer le processus de prise de décision entre les projets alternatifs possibles pour améliorer la régularité des lignes. Il s'agit d'évaluer la valeur perçue des bénéfices de la régularité pour les voyageurs.

Le point de départ du processus d'évaluation est la traduction fiable et précise de tous projets (investissements/séries des mesures) destinés à améliorer la régularité en termes de performance d'exploitation. Ces statistiques sont ensuite transformées en perception des usagers et finalement en valeurs de temps de parcours perçus et en coût monétaire.

Afin de trouver une application opérationnelle, cette approche tient compte des statistiques existantes décrivant d'une manière objective la performance des lignes ferroviaires, fournies par la RATP et la SNCF.

I.2 Structure de l'étude

Le peu d'information disponible sur le thème de la régularité des trains et sur la valeur que les voyageurs attachent à son amélioration a conduit à réaliser une étude complète structurée en trois étapes :

⇒ *Etape 1 : améliorer les connaissances sur le thème de la régularité.*

L'objectif principal de cette étape est de documenter les éléments principaux d'irrégularité liés au transport ferroviaire sur les lignes de banlieue. Les produits de cette étape sont :

- Une liste bibliographique de références internationales sur le sujet
- Une analyse des données statistiques disponibles sur les services Franciliens, permettant en particulier un classement des lignes selon leur fréquence et leur régularité
- Les lois d'arrivée des voyageurs en gare et donc leur temps d'attente sur les quais et dans les stations, déterminée à partir d'une enquête auprès des voyageurs

⇒ *Etape 2 : recherche qualitative sur les impacts d'irrégularité de service sur les voyageurs.*

L'objectif de cette étape est de savoir comment les trains retardés affectent les usagers, et qu'en sont les conséquences. Pour cela, trois groupes de voyageurs ont été constitués afin de connaître leur perception qualitative de l'irrégularité. Ces groupes étaient composés d'un panel minutieusement choisi de voyageurs ayant différents motifs de voyages, différents âges, activités professionnelles et fonctions dans le ménage, et utilisant des lignes n'ayant pas toutes les mêmes caractéristique de régularité.

⇒ *Etape 3 : analyse quantitative des impacts de l'irrégularité.*

Cette étape constitue le cœur de l'étude. Le produit final est la quantification de la désutilité liée à l'irrégularité de service telle que perçue par les usagers. Cette quantification a été estimée au moyen d'une enquête de préférences déclarées réalisée sur un panel de 1200 voyageurs.

Chaque personne enquêtée a été invitée à exprimer 19 fois sa préférence entre deux trajets présentant différentes caractéristiques de temps de parcours, de fréquences de retard, de confort dans le train, et d'information sur les retards.

Les résultats ont été analysés afin d'estimer les coefficients de la fonction d'utilité, exprimés en un équivalent en temps de parcours moyen (par exemple, passer de la situation où 3 trains sur 20 sont en retard à 2 trains sur 20 sont en retard équivaut à une diminution de temps de parcours de 5 minutes).

I.3 Structure du Rapport

La structure de ce rapport est la suivante :

Le chapitre 1 présente la recherche bibliographique, l'analyse statistique des données sur la régularité et l'enquête voyageurs concernant l'arrivée en gare.

Le chapitre 2 décrit les résultats de la recherche qualitative issus des trois focus groupes et des enquêtes de préférences déclarées.

Le chapitre 3 décrit comment les résultats de cette étude permettent d'estimer les bénéfices liés à l'amélioration de la régularité et présente l'outil utilisé pour le calcul.

II LE PHENOMENE DE L'IRREGULARITE SUR LES RADIALES FERREES EN ILE DE FRANCE

II.1 Analyse bibliographique

La recherche bibliographique a permis de référencer plus de 100 articles et rapports traitant le sujet de l'irrégularité. Parmi eux, 21 articles ont été sélectionnés pour leur intérêt, et ont été résumés de façon à répondre à 7 questions primordiales de la recherche bibliographique.

1. Quelles sont les conséquences de l'irrégularité du service pour les utilisateurs des transports collectifs, et du chemin de fer en particulier ? Comment l'irrégularité d'un service peut-elle être définie en relation avec la manière dont elle est perçue par les voyageurs ?
2. Que peuvent faire les voyageurs pour éviter les inconvénients de l'irrégularité des trains ? Comment peuvent-ils minimiser l'impact négatif de cette irrégularité sur leurs activités ?
3. Comment les univers de choix liés à cette irrégularité peuvent-ils être le mieux décrits à l'intention des voyageurs dans une expérience de préférences déclarées ? Quel contexte de choix devrait être choisi ? Quelles variables devraient être utilisées ? Quels niveaux devraient être retenus ?
4. Comment le concept d'irrégularité peut-il être le mieux présenté aux voyageurs dans une expérience de préférences déclarées ? Comment pouvons-nous nous assurer que les voyageurs comprennent clairement les situations que nous cherchons à décrire ?
5. Comment les expériences de préférences déclarées doivent-elles être analysées ? Quelles formes de la fonction d'utilité sont préférables ?
6. Comment les valorisations en résultant peuvent-elles être appliquées ? Comment les statistiques d'exploitation qui peuvent être fournies par la RATP et la SNCF doivent-elles être converties en unités de mesure de l'irrégularité selon le point de vue des voyageurs ?
7. Comment les bénéfices de mesures destinées à améliorer la régularité peuvent-ils être évalués ?

Les résultats principaux sont résumés ci-dessous :

- La conséquence principale de l'irrégularité pour les voyageurs est qu'ils arrivent en retard à leur destination. Les éléments principaux sont la fréquence d'occurrence des retards et la durée des retards.
- La réaction prédominante des voyageurs est l'acceptation du retard, ou l'ajout d'une « marge de sécurité » pour minimiser les risques et les effets des retards. Il n'y a pas beaucoup de données sur les voyageurs qui changent de mode de trajet voire même de mode de transport pour éviter le problème d'irrégularité.
- La distribution des temps d'arrivée des trains à leur destination est asymétrique, avec plus de trains en retards que de trains en avance, et avec en moyenne un petit retard.
- Les distributions statistiques appropriées pour décrire la distribution aléatoire des arrivées des trains seraient une distribution log-normale, une distribution gamma ou une distribution Weibull.
- La méthode moyenne-variance a surtout été utilisée pour construire des fonctions d'utilité pour le transport collectif, avec des coefficients différents pour le temps de parcours moyen, et pour la variabilité du temps de parcours.

- Les voyageurs semblent comprendre la logique de la variable irrégularité quand elle leur est présentée sous la forme d'un « échantillon » de temps de parcours pour différents trajets.
- Les enquêtes de préférences déclarées impliquant l'irrégularité contiennent typiquement 2,3 ou 4 variables. Ces variables sont outre la variable retard, le temps de parcours, le prix du ticket, et/ou le confort.
- Dans les expériences d'enquêtes de préférences déclarées ayant 4 variables, l'irrégularité a été décrite par un pourcentage de trains retardé de plus que 5 minutes et non par un « échantillon » constitué de différents temps de parcours.

II.2 Analyse statistique des retards de trains

⇒ *Sur quelles lignes les trains sont-ils retardés ?*

Au début des années 90, le pourcentage moyen des trains SNCF en retard (comme défini dans l'introduction), était de 4 à 5%. Depuis, l'irrégularité s'est aggravée et, en 2001, la moyenne atteignait le seuil des 10%. Le pourcentage moyen des valeurs statistiques de régularité obtenues de la SNCF pour l'année 2002 était de 8,3%.

Concernant la RATP, l'indicateur d'irrégularité se situait dans le même niveau de valeurs.

Les résultats détaillés par ligne présentent des écarts sensibles par rapport à la moyenne : des lignes à « bonne régularité » ont un pourcentage de trains en retard proche de 4%, alors que des lignes ayant une « mauvaise régularité » ont un pourcentage de trains en retard qui peut atteindre 18%. La fréquence des retards ne semble pas dépendre de la fréquence du service : le tableau 1 montre que les fréquences de retards (basse/élevée) ont lieu d'une façon identique avec presque toutes les fréquences du service (basse/élevée).

		Bonnes fréquences (+ de 4 trains par heure à la pointe)		Faibles fréquences (- de 4 trains par heure à la pointe)		
		T/h	Irrég	T/h	Irrég	
Forte occurrence des retards (>9%)	Valmondois (Paris Nord)	7	18%	Brétigny (RER C)	3	18%
	Longueville (Paris-Est)	5	17%	Coulommiers (Paris Est)	2	17%
	Orry (RER D)	11	13%	Pontoise (Paris Nord)	4	13%
	Combs (RER D)	5	12%	Dourdan (RER C)	3	13%
	Paris-Mantes via Poissy (St-Lazare Groupe V)	6	11%	La Ferté-Milon (Paris Est)	1	13%
	Château-Thierry (Paris Est)	6	10%	Versailles Chantiers (RER C)	4	12%
	Argenteuil (RER C)	6	10%	Etampes (RER C)	4	12%
	Corbeil (RER D)	12	9.9%	Massy (RER C)	4	11%
	Persan Beaumont (Paris Nord)	7	9.7%	Paris-Mantes (Montparnasse)	4	11%
	Paris-Mantes via Conflans (St-Lazare Groupe VI)	8	9.1%	Crépy (Paris Nord)	2	11%
				Dreux (Montparnasse)	2	10%
			Montereau (Paris Sud-Est)	2	9.7%	
Faible occurrence des retards (<=9%)	RER B Nord	19	8.5%	Coulommiers – La Ferté Gaucher (Paris Est)	1	8.2%
	Cergy (St-Lazare Groupe III)	11	8%	Montargis (Paris Sud-Est)	2	8.1%
	Bondy-Aulnay (Paris Est)	4	7.6%	St Quentin (RER C)	3	8.1%
	Versailles (RER C)	5	7.4%	Saint Quentin – La Défense (St Lazare)	3	6.8%
	Cormeilles (St-Lazare Groupe IV)	7	6%	Rambouillet (Montparnasse)	4	6.3%
	RER A	11	5.8%	Villiers (RER E)	4	5.4%
	Versailles – St Nom (St-Lazare Groupe II)	12	5%	Sèvres (Montparnasse)	3	4%
	Chelles (RER E)	6	4.2%	Navettes RER E	1	3.7%
				Esbly – Crécy (Paris Est)	2	3.5%

Tableau 1 : Répartition des lignes en fonction de la fréquence HPM et de l'occurrence des retards

⇒ Quand les trains sont-ils retardés ?

Il y a une variation substantielle dans la fréquence des retards selon la période :

- Saisonnalité :

Les statistiques des trains de la SNCF montrent qu'en août 2002, la fréquence des retards de trains était de moins de 4%, alors qu'en novembre et décembre 2002, plus de

11% des trains étaient en retard. Pour la RATP, des résultats similaires sont observés, mais avec une ampleur moins forte (4% en août, et 9% en décembre).

- Jour de la semaine :

Il y a une nette différence entre les jours ouvrés et le week-end : pour les lignes RATP, durant le week-end près de 4% des trains sont retardés, alors que plus 8% des trains sont retardés durant les jours ouvrables (2002).

- Période de la journée :

Les statistiques fournies par la SNCF montrent clairement une fréquence des retards plus importante à l'heure de pointe du soir qu'à l'heure de pointe du matin. Ceci pourrait s'expliquer par une plus grande probabilité d'avoir un système de transport déjà perturbé en milieu de journée qu'en tout début de matinée.

Cette explication est confirmée par des données détaillées par train obtenues de la RATP pour la période s'étendant du 17 février au 22 mars 2003, période considérée comme représentative.

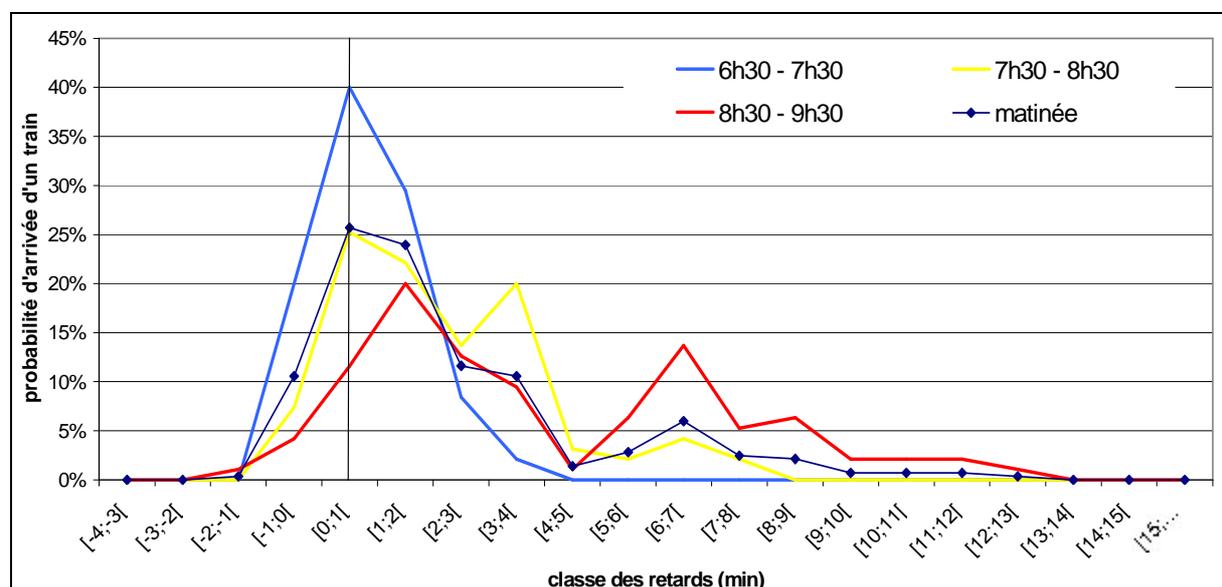


Figure 1 : Evolution de la distribution des retards durant la pointe du matin – partie RATP du RER A

La Figure 1 présente les résultats obtenus pour le RER A, les résultats pour le RER B étant similaires. L'axe des ordonnées indique la probabilité d'avoir un train avec un retard égal à la valeur correspondant à l'axe des abscisses.

Ces graphes montrent que durant la première heure de la pointe du matin (6h30-7h30), tous les trains arrivent à temps ou avec un petit retard. La probabilité d'un retard de plus de 5 minutes est réduite. Durant la deuxième heure de pointe (7h30-8h30), la plupart des trains sont à l'heure, mais une deuxième pointe dans la distribution des retards s'accumule avec une valeur correspondant à 3-4 minutes de retard, et une troisième plus petite à 6-7 minutes de retard. Pour la troisième heure de pointe (8h30-9h30), la plupart des trains arrivent avec 0 à 2 minutes de retard, et la deuxième pointe de l'heure semble être déplacée à droite et plus étalée. La probabilité de retard de plus de 5 minutes est alors non négligeable.

En conclusion : la probabilité d'avoir un train arrivant à l'heure diminue avec le temps : entre 6h30 et 7h30, 60% des trains arrivent à temps alors qu'entre 8h30 et 9h30 seulement 17% des trains arrivent à l'heure.

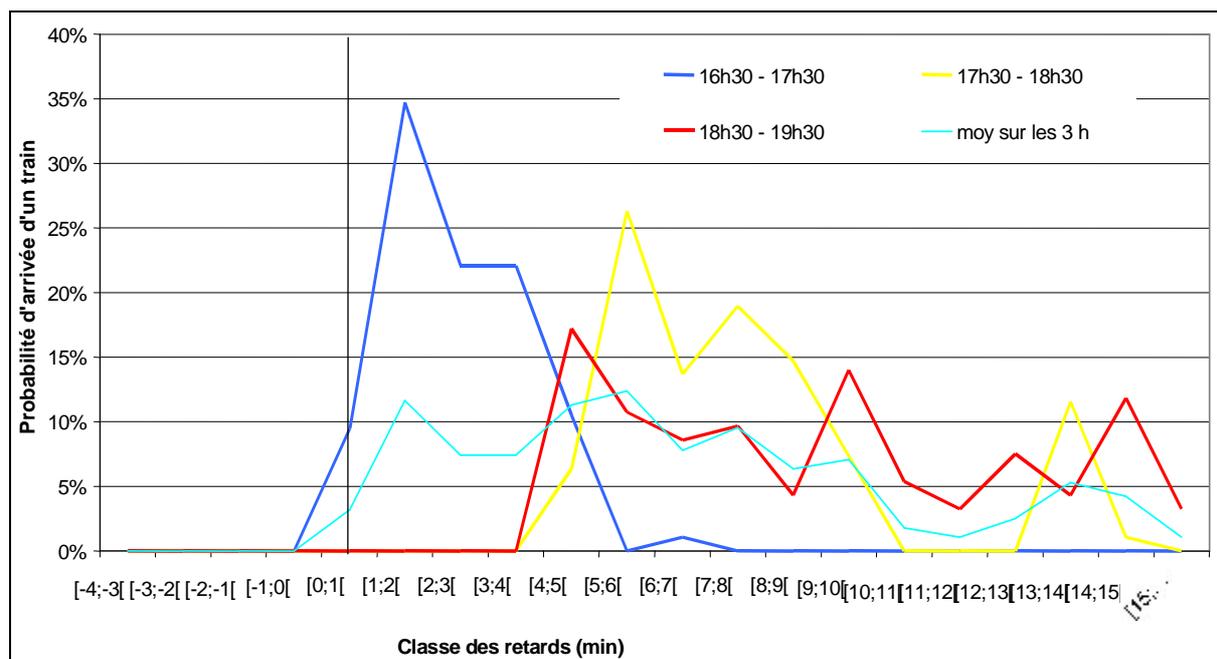


Figure 2: Evolution de la distribution des retards durant la pointe du matin – partie RATP du RER A

Il en va de même pour l'heure de pointe du soir, illustrée sur la

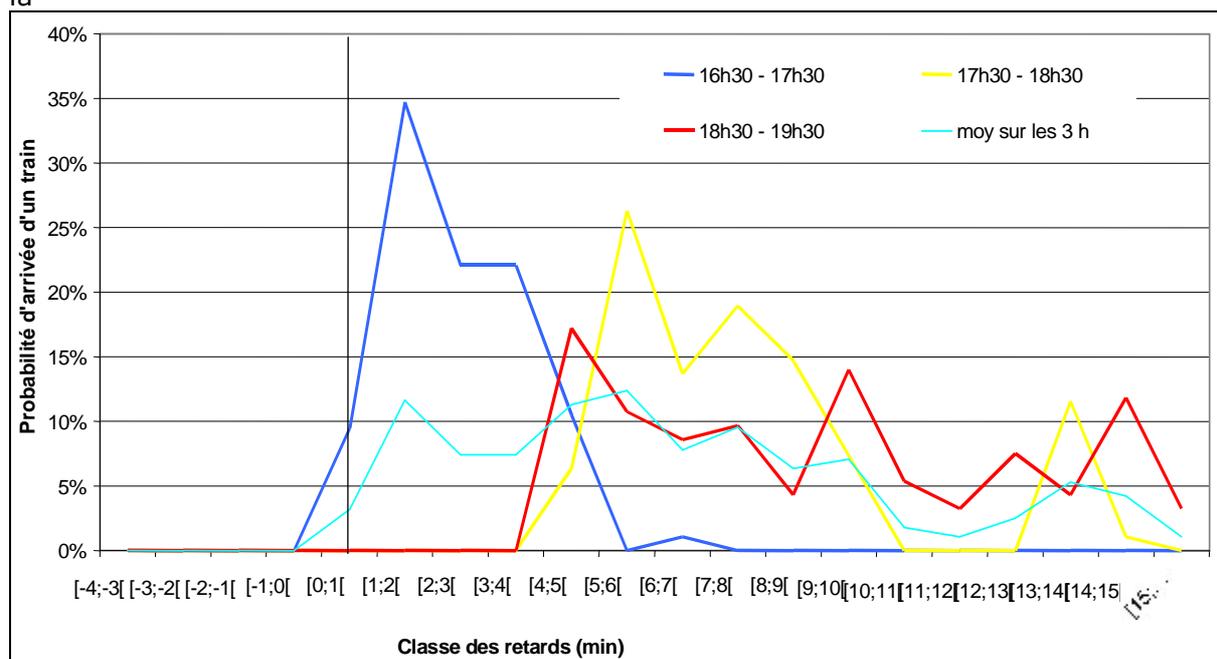


Figure 2, bien que les trains commencent dès le début de la pointe avec des petits retards. La probabilité des retards augmente là aussi avec le temps, avec la plupart des trains retardés entre 18h30 et 19h30. La robustesse de l'exploitation semble donc plus faible le soir que le matin.

II.3 Enquête sur la loi d'arrivée des voyageurs

Afin de comprendre combien de temps les voyageurs passent en gare en attendant les trains, des comptages complétés par des entretiens ont été effectués dans 18 stations présentant différentes fréquences et situées sur des lignes ayant différents niveaux de régularité. Les stations ont été précisément sélectionnées pour représenter l'ensemble des configurations : services à fréquence basse et élevée, régularité de service basse et

élevée. Les enquêtes de terrain ont été effectuées par Catherine Delannoy et Associés, mardi 13 janvier et jeudi 15 janvier 2004, entre 7h00 et 9h30, et entre 16h30 et 19h00.

Les comptages ont été effectués aux points d'accès aux quais, avec un enregistrement des comptages toutes les minutes. Les départs de trains ont été enregistrés à la fermeture des portes des trains en utilisant des ordinateurs portables. Au total, 292 trains ont été recensés, avec un total de 40.298 montants.

Des voyageurs ont été interrogés lors d'un entretien rapide mené aux points d'accès aux quais afin d'établir un lien entre les entretiens et les comptages. Les entretiens comportaient des questions sur l'heure d'arrivée en gare, sur le fait qu'un horaire de départ était ou non visé, sur le mode d'accès et le motif du voyage, ainsi que sur la station de destination.

Le questionnaire qui a été utilisé est présenté dans l'Annexe I. Au total, 1521 voyageurs ont été interviewés.

Les principaux résultats de l'analyse des entretiens et des comptages sont décrits ci-dessous :

- Le pourcentage de voyageurs visant une mission particulière est très lié à la fréquence du service : pour les fréquences de 15 minutes ou plus, près de 80% des voyageurs visent un horaire de passage de train, pour les fréquences de moins de 5 minutes, seulement 20% des voyageurs visent un horaire précis.
- Le temps d'attente des voyageurs dans la gare est égal en moyenne à la moitié des fréquences théoriques plus environ une minute dans le cas d'un service régulier. Pour un service à faible régularité, il faut ajouter en moyenne 4 minutes en plus pour le temps d'attente dans la gare.
- La Figure 3 montre la distribution observée de temps d'attente des voyageurs **dans la gare** pour des fréquences différentes. Ce temps a été estimé au moyen des interviews réalisés sur les quais qui comprenaient une question formulée ainsi : « A quelle heure êtes vous arrivé dans cette gare ? » Il existe une variation importante du temps d'attente en gare, et ce temps excède souvent la fréquence de passage des trains. Ceci peut s'expliquer par le fait que ce temps ne représente pas seulement le temps d'accès au quai et le temps d'attente du train mais le temps total passé en gare, pouvant inclure un temps d'achats ou de restauration.

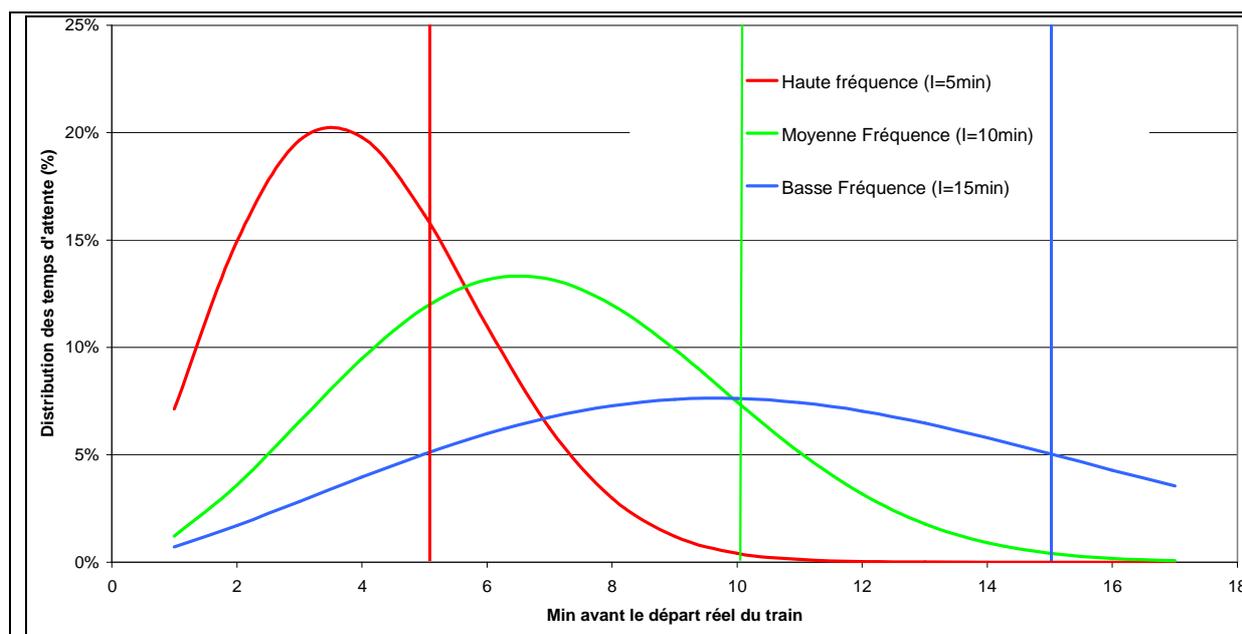


Figure 3 : Loi d'attente **en gare** pour les intervalles de 5, 10 et 15 minutes

- La Figure 4 montre la distribution du temps d'attente des voyageurs **sur les quais**. Cette distribution a été calculée à partir des comptages et des horaires de départ des trains observés, et représente le temps d'attente du train. Les résultats montrent clairement que pour des fréquences de 5 ou de 10 minutes, les voyageurs arrivent aux quais uniformément. Pour des fréquences plus faibles, près de 60% des voyageurs arrivent durant les 5 dernières minutes avant le départ. Le temps moyen d'attente est d'un peu plus de 5 minutes, c'est-à-dire moins que la moitié de la fréquence.

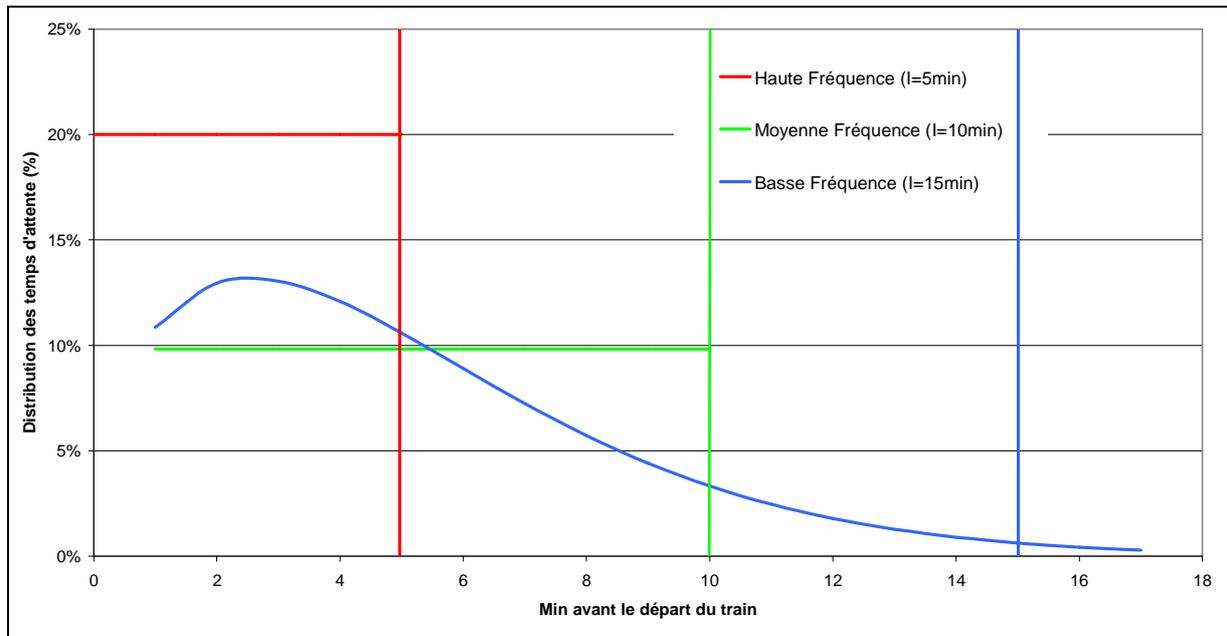


Figure 4 : Loi d'attente **sur les quais** pour les intervalles de 5, 10 et 15 minutes

II.4 Recherche qualitative sur l'impact d'irrégularité

Afin d'évaluer comment la perception des retards trains varie selon les caractéristiques des voyageurs, trois groupes de discussions ont été constitués par Catherine Delannoy et Associés.

II.4.1 Constitution des groupes

Les membres des groupes ont été soigneusement sélectionnés pour constituer un panel de voyageurs dans chaque groupe représentatifs des caractéristiques suivantes :

- Le motif du déplacement (ex : travail / études ou autres)
- Le sexe de la personne : les contraintes horaires homme/femme sont-elles différentes ? La femme a-t-elle plus dépendante des transports en communs (pas de voiture) ?
- Son âge (avec pour seule contrainte la majorité de l'interviewé)
- Sa situation de famille (avec ou sans enfant) : les enfants à aller rechercher sont-ils perçus comme un facteur aggravant à la perception des retards ?
- Son activité professionnelle
- Sa catégorie socioprofessionnelle
- L'utilisation des RER ou des trains de banlieue

- L'appartenance à la grande ou petite couronne (ou plus particulièrement le temps de parcours : certaines banlieues plus éloignées desservies par des directs devenant plus « proches » que des gares de la petite couronne)
- Le nombre de relais (voyage direct ou avec des correspondances) et donc les risques de rater sa correspondance en cas de retard.
- La fréquence des trains sur la ligne utilisée
- L'utilisation occasionnelle ou habituelle du réseau.

Par construction, il n'a pas été possible d'inclure dans les panels des non utilisateurs ou des anciens utilisateurs qui ont modifié leur comportement suite à une éventuelle dégradation du service.

Les trois groupes ont été constitués selon la segmentation suivante

- Un groupe de personnes utilisant les transports pour se rendre à leur travail, effectuant leur trajet sur des lignes ayant une forte irrégularité
- Un groupe de personnes utilisant les transports pour se rendre à leur travail, effectuant leur trajet sur des lignes ayant une bonne régularité
- Un groupe de personnes utilisant les transports pour d'autres motifs, la moitié effectuant leur trajet sur des lignes plutôt irrégulières, l'autre moitié sur des lignes plus régulières

Les participants à ces groupes de discussions ont participé à un débat mené par une psychologue en suivant un guide d'entretien préparé par les équipes de Catherine Delannoy.

II.4.2 Enseignements issus des groupes de discussion

- Le coût du retard n'est pas toujours supporté exclusivement par le voyageur, une partie pouvant être transférée à un tiers (qui peut ou non l'accepter). Le coût d'une arrivée en retard sur le lieu de travail, par exemple, peut être partiellement supporté par l'employeur.
- Le coût des retards des voyages à motifs personnels est ressenti comme plus important que pour un motif dit obligé. Le fait que le voyageur en supporte souvent la totalité peut expliquer ce point.
- Les voyageurs connaissent généralement l'horaire de trois trains : le train parfait qui permet d'arriver un peu en avance, le train normal qui arrive à peu près à l'heure et parfois en retard (qui peut être stressant sur les lignes irrégulières) et le train avec lequel on est certain d'arriver en retard.
- La plupart des voyageurs Franciliens déclarent posséder une voiture, et voyagent en train par choix personnel. Cependant, la disponibilité de leur véhicule pour réaliser ce déplacement n'est pas avérée (utilisation par un autre membre du ménage, disponibilité du stationnement...).
- Les voyageurs qui ont rarement des problèmes de retards de trains, ont tendance à les accepter davantage que ceux qui en souffrent fréquemment (ce résultat n'est pas trivial : les voyageurs utilisant les lignes les plus régulières auraient pu avoir une aversion pour le risque très élevée).
- Les voyageurs ayant des horaires de travail plus flexibles perçoivent l'irrégularité comme moins problématique que ceux ayant des horaires de travail plus rigides. Ces derniers assument dans une plus grande mesure les coûts de leurs retards.
- Les hommes et les femmes ayant des enfants donnent plus d'importance aux retards du soir. Plus les enfants sont jeunes, plus ce retard est pénalisant.

- Le coût du retard pour un voyageur varie avec la fréquence des lignes : le temps total du déplacement est moins affecté dans les cas de services à hautes fréquences que dans les cas de services à basses fréquences.
- Seuls les retards à la destination finale importent pour les voyageurs.
- Un petit retard peut être très pénalisant si l'utilisateur rate sa correspondance avec le train ou le bus, qui plus est si sa fréquence est faible.
- La valeur accordée au retard augmente avec la dégradation de confort dans les trains et sur les quais.

Les voyageurs indiquent que l'information sur les retards réduit considérablement les coûts associés aux retards, dans la mesure où elle leur permet de décider de changer leur mode de transport (quand les retards n'ont pas lieu durant le voyage).

III ENQUETES DE PREFERENCES DECLAREES SUR LA PERCEPTION DE L'IRREGULARITE

Pour pouvoir évaluer a priori les bénéfices monétaires des différentes mesures possibles d'amélioration de la régularité du réseau ferré Francilien, il est impératif d'examiner comment les voyageurs valorisent la qualité du service offert.

Le moyen utilisé pour déterminer cette valorisation est une enquête dite de « préférences déclarées ». Dans cette enquête, on présente à un grand échantillon de voyageurs un choix multiple entre deux (ou plusieurs) voyages hypothétiques mais réalistes ayant différents attributs de qualité de service. Les voyageurs doivent déclarer leur préférence pour l'une ou l'autre des alternatives.

III.1 Définition des variables

L'enquête qualitative sur la perception de l'irrégularité a orienté les choix des variables à retenir pour les enquêtes de préférences déclarées.

La variable du temps d'attente n'a pas été retenue car elle comporte une ambiguïté : s'agit-il du temps d'attente en gare ou sur les quais ? De plus le temps d'attente est la résultante complexe d'une loi d'arrivée des voyageurs et de la distribution des trains en retard pour chacune des gares de leur parcours, donnée insuffisamment connue.

La fréquence de la ligne n'a pas été définie comme une variable explicite, mais est une variable de segmentation qui pourra être réintégrée dans la fonction d'utilité globale.

Aussi, comme la phase qualitative a montré que le principal effet de l'irrégularité sur les voyageurs est le retard à l'arrivée, il a été décidé de retenir les indicateurs de régularité utilisés par la RATP et la SNCF, c'est à dire le nombre de trains (ou de voyageurs) en retard à l'arrivée. Même s'ils sont exprimés en probabilité de retards, la transformation en minutes de retards est rendue possible par une transformation linéaire (voir chapitre résultats).

Afin d'éviter certains biais, l'aspect prix du voyage n'est pas explicitement proposé, il l'est cependant de façon sous jacente en considérant le temps de trajet.

La fréquence de la ligne ne figure pas non plus dans les attributs des trajets proposés. En revanche, l'échantillon d'interviewés a été segmenté selon le niveau de fréquence. La sensibilité par rapport à cette variable a été estimée en comparant la valeur des coefficients d'utilité selon les différents segments.

Les 5 variables finalement retenues pour décrire les voyages sont ainsi :

1. le temps de parcours
2. la fréquence des petits retards (entre 5 et 15 minutes)
3. la fréquence des grands retards (15 minutes et plus)
4. le niveau de confort (assis / debout / debout et serré)
5. le niveau d'information sur les retards (pas d'information / information sur les causes du retard / information sur les causes et sur l'ampleur du retard)

III.2 Phase pilote

Le choix des variables ayant été effectué, il convient de les présenter aux personnes enquêtées de la manière la plus compréhensible possible afin d'éviter tout biais de perception. Pour tester et valider différentes manières possibles de présenter les variables clefs sélectionnées dans la phase 3, une enquête préalable a donc été effectuée. Cette recherche a été effectuée par Catherine Delannoy et Associés.

Trois différents types de questionnaires de préférences déclarées ont été présentés à un groupe de voyageurs :

- **Version 1** avec des fréquences de retards de trains par mois présentées sous formes de pourcentage.
Ex : 5% des trains ont un retard de 5-15 minutes.
- **Version 2** avec des fréquences de retards de trains par mois présentées sous formes de n fois sur 20.
Ex : 1 train sur 20 a un retard de 5-15 minutes.
- **Version 3** avec des fréquences de retards de trains par mois présentées graphiquement :
Ex : +---+---X+---+---+

La deuxième formulation a été la mieux comprise et a semblé la plus claire pour la plupart des voyageurs. Cette formulation a été par conséquent retenue dans l'enquête de préférences déclarées.

Une enquête pilote a été réalisée sur un échantillon de 20 voyageurs pour tester le processus de recueil de données et ajuster le questionnaire avant de l'adresser à l'ensemble des interviewés.

III.3 Terrain

La segmentation des voyageurs est issue des conclusions de l'étude qualitative, sachant que la technique de l'enquête de préférences déclarées nécessite environ 600 observations par variable.

La segmentation des voyageurs a été choisie en fonction des critères suivants :

- le motif du voyage effectué (déplacement / éducation ou autre)
- la fréquence de la ligne (basse ou élevée)
- la régularité de la ligne (bonne ou mauvaise)
- le sens du déplacement (de ou vers Paris)

La structure du questionnaire en termes de combinaisons possibles des cinq variables retenues a conduit à interviewer 1200 voyageurs.

Les recrutements des interviewés ont été réalisés en juin 2004 dans des gares et à des horaires permettant de constituer les échantillons nécessaires. Les recrutements avaient pour but de recueillir les coordonnées des voyageurs ainsi que les valeurs de référence des voyages effectués. Les voyageurs ont été informés qu'un questionnaire personnalisé leur serait envoyé par courrier et qu'ils seraient rappelés au téléphone pour une réponse assistée.

Les rappels téléphoniques ont eu lieu durant la dernière semaine de juin et la première semaine de juillet 2004.

Les questionnaires personnalisés consistaient à faire 19 choix entre deux voyages alternatifs.

Chaque voyage était décrit au moyen des 5 variables retenues pour l'enquête à savoir :

1. le temps de parcours
2. la fréquence des petits retards (entre 5 et 15 minutes)
3. la fréquence des grands retards (15 minutes et plus)
4. le niveau de confort (assis / debout / debout et serré)
5. le niveau d'information sur les retards (pas d'information / information sur les causes du retard / information sur les causes et sur l'ampleur du retard)

Afin de ne pas rendre l'exercice trop difficile, pour chacun des choix proposés les deux voyages ne différaient que pas trois attributs.

Ces attributs variaient entre un niveau bas, un niveau de base et un niveau élevé. Les valeurs de base de temps de parcours et de la fréquence des retards, ont été prises égales à celles perçues aujourd'hui par les voyageurs, grâce aux données collectées lors du recrutement. Les questionnaires proposent par conséquent des choix très parlants pour chacun des interviewés.

Q. 13		Lequel de ces deux services préférez-vous?	
Service A		Service B	
Temps de trajet dans le train 35 mn		Temps de trajet dans le train 45 mn	
Trains avec un retard de 5 à 15 mn. 6 trains sur 20		Trains avec un retard de 5 à 15 mn. 3 trains sur 20	
Trains avec un retard de 15 mn. à 1 h. 1 trains sur 20		Trains avec un retard de 15 mn. à 1 h. 1 trains sur 20	
Vous voyagez assis		Vous voyagez assis	
Information sur les retards annonce de perturbations, de leurs causes et de l'ampleur du retard prévu		Information sur les retards annonce de perturbations	

Figure 5 : Exemple de choix proposé aux personnes enquêtées

III.4 Analyse statistique

Les choix effectués par les voyageurs de l'échantillon ont permis de déterminer les poids relatifs de chacun des facteurs de la qualité de service dans une fonction d'utilité qui dépend a priori de chaque segment.

La méthode a consisté tout d'abord à s'assurer de la validité des données en éliminant les questionnaires pour lesquels les voyageurs ont répondu au hasard (au moins à partir d'une certaine question), ce qui est détectable avec des choix dits dominés.

Après vérification de la bonne représentativité des échantillons pour chacun des segments considérés, différents modèles de fonction d'utilité et de détermination des coefficients ont été testés (six familles et 10 modèles en tout) et validés par des méthodes d'analyse statistique (Jack-Knife, T-ratio, Rho^2 ,...).

Ces analyses ont permis de supprimer un certain nombre de termes jugés non significatifs et d'identifier les facteurs qui étaient communs à plusieurs segments. Dans ce cas, le facteur en question a été ré-estimé en considérant l'ensemble des segments concernés pour avoir une plus grande représentativité de l'échantillon.

Le modèle retenu pour décrire la fonction d'utilité est un modèle de type ? ? ? ? ?

Les calculs détaillés ayant mené à ces résultats sont décrits dans le rapport technique d'analyse des données.

Le résultat de l'analyse statistique est donc une table présentant les paramètres d'une fonction d'utilité pour chacun des segments considérés.

		Trajets domicile - travail / études				Autres trajets			
		depuis Paris		vers Paris		depuis Paris		vers Paris	
		Bonne régularité	Mauvaise régularité	Bonne régularité	Mauvaise régularité	Bonne régularité	Mauvaise régularité	Bonne régularité	Mauvaise régularité
Temps de trajet	Désutilité de chaque minute	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1 train sur 20	4.6	4.6	4.6	4.6	6.2	6.2	6.2	6.2
Petits retards (entre 5 et 15 minutes)	2 trains sur 20	9.2	9.2	9.2	9.2	12.3	12.3	12.3	12.3
	3 trains sur 20	13.8	13.8	13.8	13.8	18.5	18.5	18.5	18.5
	4 trains sur 20	18.0	18.0	18.0	18.0	24.1	24.1	24.1	24.1
	5 trains sur 20	22.2	22.2	22.2	22.2	29.7	29.7	29.7	29.7
	6 trains sur 20	26.4	26.4	26.4	26.4	35.3	35.3	35.3	35.3
	7 trains sur 20	29.0	29.0	29.0	29.0	37.2	37.2	37.2	37.2
	+ pour chaque train sur 20 supplém.	2.6	2.6	2.6	2.6	1.9	1.9	1.9	1.9
	Longs retards (Plus de 15 minutes)								
	1 train sur 20	6.7	6.7	6.7	6.7	8.9	8.9	8.9	8.9
	2 trains sur 20	13.3	13.3	13.3	13.3	17.8	17.8	17.8	17.8
	3 trains sur 20	20.0	20.0	20.0	20.0	26.7	26.7	26.7	26.7
	4 trains sur 20	25.3	25.3	25.3	25.3	33.9	33.9	33.9	33.9
	+ pour chaque train sur 20 supplém.	5.4	5.4	5.4	5.4	7.2	7.2	7.2	7.2
Niveau de Confort	Debout	4.9	14.0	4.9	14.0	6.5	18.7	6.5	18.7
	+ pour chaque minute de trajet	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1
	Debout et serré	27.2	27.2	27.2	27.2	36.3	36.3	36.3	36.3
	+ pour chaque minute de trajet	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Niveau d'information	Annnonce des perturbations et des causes	0.0	0.0	-4.4	-4.4	0.0	0.0	-5.9	-5.9
	+ pour chaque train sur 20 en retard	-0.9	-0.9	0.0	0.0	-1.3	-1.3	0.0	0.0
	Annnonce des pert. des causes et de la durée	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	-13.2	-13.2	-13.2	-13.2

Figure 6 : Paramètres de la fonction d'utilité d'un voyage en fonction du segment considéré

Par exemple, pour un trajet domicile travail vers Paris, bon niveau de régularité, la (dés)utilité d'un voyage exprimée en équivalent temps de parcours s'écrit sous la forme :

$$\begin{aligned} \text{Désutilité du voyage} = & \text{Temps de parcours} + 4,6 * (\text{nb_petits_retards}/20) + 6,7 * \\ & (\text{nb_grands_retards}/20) + \text{'si_debout'} * (4,9 + 0,3*t) + \text{'si_debout_serré'} * (27,2 + 0,2*t) \\ & - \text{'si_information_causes-retards'} * 0,9 * (\text{nb_petits_retards}/20) - \\ & \text{'si_information_causes_durée_retards'} * 9,9 \end{aligned}$$

Avec « t » la durée du trajet et les variables 'si...' sont binaires et valent 0 si faux et 1 si vrai. Le rapport des coefficients de la fonction permettent de comparer entre eux les attributs et de les valoriser en termes de temps de parcours.

Par exemple, pour une personne voyageant depuis Paris pour motif travail/études sur une ligne avec une bonne régularité, la probabilité de 5% d'avoir un petit retard (soit 1 train sur 20) équivaut à 4,6 minutes de temps de parcours.

Ainsi réduire la fréquence des petits retards de 10% (2 trains sur 20) à 5% (1 train sur 20) est équivalente à une réduction de temps de parcours de 4,6 minutes. Si cette personne voyage pour un autre motif, l'équivalent temps de parcours est porté à 6,2 minutes.

III.5 Signification des résultats

- Non linéarité du ressenti par rapport au retard :

Tant que l'on se situe dans des situations où les niveaux de retards sont inférieurs à 3 trains sur 20 (moins de 15% d'irrégularité), chaque retard additionnel est ressenti avec la même intensité. En revanche au delà des 15% d'irrégularité, cette intensité est moindre.

Il y a donc peu de différence de perception entre les lignes régulières et les lignes moins régulières (la limite entre les deux familles ayant été estimée à environ 9% d'irrégularité).

- Equivalent en temps de parcours des retards :

Pour les motifs obligés, indépendamment du sens dans lequel s'effectue le voyage, chaque réduction du nombre de trains en retard sur 20 équivaut à un **gain de temps de 4,6 minutes**.

- Sur-valorisation des retards lors des déplacements pour motifs privés :

Cette survalorisation de l'irrégularité pour les motifs privés par rapport au motif travail/études (+33%) peut sembler contre intuitive, mais cela corrobore les résultats de l'analyse qualitative : le coût des retards dans le cas des déplacements vers le travail n'est pas intégralement supporté par le voyageur, aussi attribue-t-il une valeur plus faible pour ces retards, par rapport à des déplacements pour motifs privés.

- Valorisation des grands retards par rapport aux petits retards :

Pour les grands retards, les conclusions sont identiques avec une valorisation de 45% supérieure par rapport aux petits retards (6,7 minutes pour les motifs obligés et 8,9 minutes pour les motifs non obligés).

N.B : étant donné la linéarité des résultats dans une relativement large plage, le concept de nombre de trains en retard sur 20 pouvant être difficile à manipuler, il s'avère parfois plus simple de transformer linéairement cette probabilité en nombre de minutes de retard de la manière suivante :

1 train sur 20 en retard de 5-15 minutes = 1 train sur 20 en retard de 10 minutes = 5% des trains en retard de 10 minutes = 30 secondes de retard.

Ainsi le gain de 1 minute de retard est équivalent à un gain de temps de parcours de $4,6 \times 2 = 9,2$ minutes avec une forte précaution à prendre : ce résultat n'est valable que pour des gains liés à une diminution des retards de plus de 5 minutes.

- Valorisation du confort :

Le fait d'être debout induit une désutilité intrinsèque et une désutilité liée au temps passé dans cette situation. Le poids de chacun de ces deux aspects dépend de la régularité de la ligne. Pour les lignes à mauvaise régularité, le fait même d'être debout est ressenti comme 3 fois plus pénalisant que sur une ligne plus régulière : équivalent à 14 minutes de temps de parcours contre 5 minutes (pour les motifs obligés). En revanche l'aspect lié au temps de trajet est plus important pour les lignes régulières. L'équivalence entre les deux types de lignes se trouve pour un trajet de 45 minutes.

Le ressenti lié au fait d'être debout et serré est en revanche indépendant de la régularité de la ligne. Il est très important en valeur absolue : 27 minutes de temps de parcours auxquelles s'ajoutent un ressenti du temps de parcours supérieur de 20% à sa valeur réelle.

- Valorisation de l'information sur les origines des perturbations :

On constate une forte valorisation de l'information sur les origines des perturbations pour les voyages vers Paris, équivalente à un gain de 4,4 minutes de temps de parcours pour les motifs obligés et 33% de plus pour les motifs privés, ceci indépendamment du niveau de régularité de la ligne. En revanche pour les voyages depuis Paris, le niveau d'irrégularité intervient dans la valorisation de l'information mais n'atteint les valeurs des voyages « aller » que pour des niveaux d'irrégularité très élevés (25% d'irrégularité).

- Valorisation de l'information sur la durée des retards :

Cette valorisation est élevée et ne dépend que du motif du voyage considéré. Avoir une information sur la durée probable d'un retard est estimé équivalent à un gain de temps d'environ 10 minutes pour un motif obligé (et 33% de plus pour les motifs privés).

III.6 Comparaison avec des études semblables

Une enquête de préférences déclarées a été menée au Royaume-Uni pour valoriser la ponctualité des trains et le confort à bord. Cette enquête, réalisée par MVA en 2000 portait sur l'ensemble des services ferrés (urbain, suburbain, interurbain,...).

Le principe de réalisation de cette étude était comparable, avec toutefois quelques différences sur les segments considérés et la présentation des variables utilisées.

Ainsi, les jeux concernant l'irrégularité avaient la structure suivante :

- Distribution de retards possibles
- Retard moyen
- Prix du trajet

Service A		Service B	
Average Delay	7 minutes	Average Delay	2 minutes
One Way Fare	£2.00	One Way Fare	£4.00
Definitely A <input type="checkbox"/> Probably A <input type="checkbox"/> No preference <input type="checkbox"/> Probably B <input type="checkbox"/> Definitely B <input type="checkbox"/>			

Figure 7 : Exemple de choix proposé (6L = 6 minutes Late, OT = On Time)

La valorisation du confort a été estimée en utilisant d'autres types de jeux.

Les enquêtes sur l'irrégularité ont été réalisées sur un échantillon de 1070 voyageurs voyageant vers et depuis Londres sur des services Intercity (Virgin West Coast, Midland Mainline), des services interrégionaux (Thameslink et Great Northern) et des services suburbains comparables à la présente étude (Connex South Eastern, Great Eastern).

Les résultats sont pour chaque segment d'une part la valeur d'une minute de retard et d'autre part la valeur d'une minute d'écart type des retards.

Segment	Valeur d'une minute de retard (pence)	d'une de moyen	Valeur d'une minute d'écart type pour le retard (pence)	d'une pour le moyen	Valeur du temps de trajet (pence par minute)	Valeur d'une minute de retard comparée à une minute de temps de trajet
Suburbain	67.9		16.1		7.7	8,8
Interrégional	68.0		10.9		9.9	6,8

On retrouve ainsi les mêmes ordres de grandeur, à savoir d'une minute de retard équivalente à un allongement du temps de trajet de 7 à 9 minutes. Il y a de plus une

valorisation additionnelle de l'irrégularité des retards qui s'ajoute nécessairement à ces chiffres.

IV METHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES GAINS DE REGULARITE

L'objectif de ce chapitre est de s'appuyer sur les résultats de l'enquête de préférences déclarées pour proposer une méthode d'évaluation des projets visant à améliorer la régularité des radiales ferrées.

IV.1 Principe de la méthode

La méthode proposée s'appuie sur une démarche en 7 étapes illustrée en figure 7.

1. Définition de la consistance du projet d'amélioration
2. Impact du projet sur le système de transport (temps de parcours, niveaux de régularité prévisibles)
3. Impact du projet sur la perception des voyageurs (niveaux de régularité perçus, confort et information)
4. Comparaison de la situation actuelle et de la situation projet en terme d'équivalent minutes de temps de parcours, résultant de la variation de situation pour l'ensemble des voyageurs (réalisant des trajets différents en terme d'origine-destination, de motifs, et donc de niveau de confort et de segments)
5. Conversion en unité monétaire en utilisant la valeur du temps
6. Prise en compte des avantages liés à l'éventuel trafic induit par l'amélioration de la régularité
7. Monétarisation de l'ensemble de avantages liés au projet

La présente étude s'est concentrée sur les 4 dernières étapes en construisant un outil ad-hoc, utilisable avec le logiciel Excel dont la principale fonction est de réaliser les calculs (à l'étape 4) de comparaison entre la situation actuelle et la situation projet (la suite des étapes étant intégrée à l'outil pour montrer un résultat monétarisé global).

L'outil d'application comporte 3 onglets comprenant respectivement :

- Les données d'entrée : situation actuelle et situation projet
- Les coefficients permettant de traduire les impacts du projet sur les voyageurs
- Les résultats de la simulation

L'outil est constitué pour ne traiter qu'une ligne à la fois, mais on peut être amené à l'utiliser plusieurs fois pour reconstituer les résultats d'une ligne. On peut par exemple tenir compte des variations des conditions d'exploitation au cours de la journée ainsi que de la répartition des motifs des déplacements au cours de la journée.

IV.2 Exemple d'application : le projet RER B Nord +

Le RER B traverse Paris de part en part et qui dessert les banlieues nord et sud de Paris. La RATP exploite la partie située au sud de la station Gare du Nord, la SNCF exploite l'autre partie appelée « RER B Nord » sur une infrastructure appartenant à RFF.

Côté nord, la ligne se sépare en deux branches au nord de la gare d'Aulnay-sous-Bois: une branche a son terminus à l'aéroport Charles de Gaulle, l'autre à Mitry-Claye.

Le service actuel sur le RER B Nord est composé de plusieurs types de services : certains sont directs entre Aulnay-sous-Bois et Gare du Nord, certains sont omnibus et d'autres desservent seulement les stations intermédiaires principales.

La fréquence actuelle à l'heure de pointe est de vingt trains par heure dans le sens de la pointe. En 2004, 245 000 passagers par jour empruntent le RER B Nord et la croissance de fréquentation est très importante pour certaines gares comme la Plaine-Stade de France par exemple.

L'irrégularité de la ligne est préoccupante : en 2003, la proportion de trains retardés de plus de 5 minutes à leur destination s'est élevée à 10,8%. Ce chiffre est plus élevé que les statistiques 2002 et 2001 (respectivement 7,9% et 8,5%) et est également plus élevé que la moyenne pour toutes les lignes SNCF en Ile-de-France pour l'année 2003 (9,8%).

Les causes de l'irrégularité sont nombreuses : avarie du matériel, disponibilité du personnel, voyageurs malades, incidents, actes de vandalisme, etc. De plus, les caractéristiques techniques de la ligne (retournements et dépassements impossibles par endroits etc.) ont un effet aggravant sur l'irrégularité.

Afin d'améliorer cette situation, la SNCF et la RATP ont à la demande du STIF élaboré le projet "RER B Nord +", son schéma de principe a été approuvé par le conseil d'administration du STIF en février 2005.

Différentes solutions techniques vont contribuer à améliorer la régularité :

- Les rames circuleront sur deux voies dédiées (une pour chaque direction) : ceci supprimera tous les conflits de croisement et utilisation mixte de l'infrastructure
- Des installations spécifiques seront établies sur la branche de Charles de Gaulle, permettant le dépassement d'un train arrêté
- Des installations seront également établies pour permettre le retournement des trains quand la ligne est coupée au delà d'un certain point

La conséquence de l'affectation de voies dédiées est un nécessaire changement de la grille l'horaire : il sera en effet impossible d'avoir des trains directs et omnibus circulant sur les mêmes voies. Il a été décidé de passer à un service par trains omnibus avec un nombre de trains par heure équivalent à la situation actuelle (20 par heure). La fréquence à certaines gares sera ainsi beaucoup plus élevée qu'aujourd'hui

Naturellement, le temps de trajet pour des voyageurs allant des stations terminales à Paris sera plus long qu'aujourd'hui, mais les pertes de temps seront globalement compensées par les gains de temps d'attente, liés à l'amélioration des fréquences.

Les coûts d'investissements du projet s'élèvent à 324 millions d'euros (tous les montants sont exprimés en euros de 2004).

Une première analyse coûts-avantages a été réalisée pour le schéma de principe en prenant en compte uniquement les avantages dus aux gains de temps de parcours (attente + trajet) et aux reports depuis la voiture particulière. Les gains de temps annuels ont été estimés à 31 millions d'euros en 2010 et le report modal à 11 millions d'euros.

Le bilan de ce projet pour la collectivité est donc positif, même sans tenir compte des gains de régularité (la méthodologie présentée ici n'était pas disponible à l'époque). Cependant, la réduction attendue de l'irrégularité renforce d'autant plus l'intérêt du projet.

L'évaluation des gains liés à l'irrégularité peut être appréhendée avec les hypothèses suivantes :

- La ligne présente un niveau actuel de 10,8% d'irrégularité pour les retards de 5 à 15 minutes et les déplacements à l'heure de pointe sont constitués à 84% par des motifs domicile-travail/études. On suppose que le projet permettrait de retrouver le niveau d'irrégularité atteint en 2002, soit 7,9% (il s'agit là d'une hypothèse de travail pour la présente étude qui ne préjuge en rien des performances effectives de l'opération RER B Nord +).
- 20 000 passagers par heure utilisent la ligne à l'heure de pointe dans le sens le plus chargé

Avec ces hypothèses, l'amélioration de la régularité conduirait à l'équivalent d'un gain de temps de 2 minutes 50 secondes par voyage.

Les résultats pour une heure de pointe doivent être extrapolés à un jour entier et à une année entière : en considérant que l'heure de pointe du matin représente 2/3 de la période de pointe du matin et en utilisant les mêmes chiffres pour la pointe du soir. Ce sont donc 60.000 voyageurs par jour qui bénéficient de cette amélioration de régularité.

En considérant 217 jours par an avec un profil semblable d'heures de pointes (à l'exclusion des vacances et des week-ends), on aboutit à une valorisation des gains de régularité pour les passagers "actuels" de 9,9 million d'euros par an (avec une valeur du temps de 16,19 €/heure en 2010, exprimée en euros 2004). Cela correspond à 32% des avantages déjà acquis par le gain de temps et les reports modaux.

V CONCLUSION

La présente étude a montré l'importance du phénomène d'irrégularité pour le voyageur tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Il s'agit bien d'un élément perçu très négativement.

Ainsi, une amélioration de la régularité de 5 points pour la proportion des trains retardés de 5 à 15 minutes est valorisé au même niveau qu'une amélioration de temps de parcours de 4,6 minutes pour un trajet domicile-travail/école.

L'étude a mis en évidence et quantifié le confort en soulignant une très forte aversion des voyageurs au fait de voyager debout dans des trains bondés, qui est équivalent à un allongement du temps de parcours de 27 minutes.

L'information est également fortement valorisée, surtout dans le cas où des éléments sur la durée prévisible des retards est portée à la connaissance des voyageurs.

Les résultats des enquêtes de préférences déclarées menées lors de ce projet de recherche pourraient être intégrés aux méthodes d'évaluation socio-économique en Ile de France, qui feront l'objet d'un guide méthodologique à paraître en 2006.

D'autres items de qualité de service pourraient faire l'objet d'une approche similaire, le confort par exemple dans un avenir proche.

BIBLIOGRAPHIE

- RAND Europe (2004) Value of reliability of travellers on the Paris suburban railway network
- Technical report on the data analysis, Rand Europe (2004)
- STRATEC and RAND Europe (2003) - Syndicat des Transports d'Île de France: *Enquêtes qualitatives et quantitatives visant à évaluer les projets de fiabilisation des radiales ferrées en Île-de-France, Phase 1, Recherche bibliographique.*
- STRATEC et RAND Europe (2004) - Syndicat des Transports d'Île de France: *Enquêtes qualitatives et quantitatives visant à évaluer les projets de fiabilisation des radiales ferrées en Île-de-France, Phase 1, Qualification de l'irrégularité*
- STRATEC et RAND Europe (2004) - Syndicat des Transports d'Île de France: *Enquêtes qualitatives et quantitatives visant à évaluer les projets de fiabilisation des radiales ferrées en Île-de-France, Phase 2.*