

Etude de la pertinence du cadencement

Vincent Kaufmann, LaSUR – EPFL

Regina Witter, LaSUR – EPFL

Luigi Stähli, SMA et associés SA

Werner Stohler, SMA et associés SA

Rapport final, version du 13 décembre 2009

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. Cadre de l'étude | 4 |
| 1.1 Contexte | 4 |
| 1.2 Objectifs | 5 |
| 1.3 Plan..... | 5 |
| 2. Etat des lieux de l'évolution de l'offre et de la demande en France et en Europe | 7 |
| 2.1 Analyse contextuelle | 7 |
| 2.1.1 La structure territoriale et démographique des pays | 7 |
| 2.1.2 Importance des segments de marché..... | 7 |
| 2.1.3 L'organisation institutionnelle du secteur des chemins de fer..... | 8 |
| 2.2 Analyse des déplacements | 8 |
| 2.2.1 Evolutions..... | 11 |
| 2.2.2 Facteurs explicatifs..... | 13 |
| 2.2.3 Les tendances pays par pays..... | 14 |
| 2.3 Evolution de l'offre ferroviaire..... | 19 |
| 2.3.1 La quantité d'offre..... | 19 |
| 2.3.2 La qualité de l'offre | 22 |
| 2.3.3 Intégration de l'offre ferroviaire dans le système des transports..... | 23 |
| 2.3.4 Les tendances pays par pays..... | 24 |
| 2.4 Interaction entre la demande et l'offre..... | 40 |
| 2.4.1 Introduction | 40 |
| 2.4.2 Schéma analytique..... | 41 |
| 2.4.3 Quantification des types de motilité..... | 45 |
| 2.4.4 Caractérisation de l'interaction offre - déplacements dans les pays étudiés | 47 |
| 2.4.5 Enseignements pour le report modal | 48 |
| 2.5 Les modèles de prévision de la demande | 50 |
| 2.5.1 Bilan des modèles de prévision de la demande..... | 50 |
| 2.5.2 Extensions et améliorations des modèles..... | 51 |
| 3. Le cadencement..... | 52 |
| 3.1 Identification des facteurs clés | 52 |
| 3.1.1 Bilan | 52 |
| 3.1.2 Variables d'offre agissant sur la motilité..... | 53 |
| 3.1.3 Importance par type de motilité | 53 |
| 3.2 Domaine de pertinence..... | 56 |
| 3.2.1 Définitions..... | 56 |
| 3.2.2 Limites et impacts par variable..... | 56 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3 Applicabilité à la France | 61 |
| 3.3.1 Analyse | 61 |
| 3.3.2 Recommandations | 65 |
| 4. Synthèse et conclusions | 67 |
| 4.1 Synthèse générale | 67 |
| 4.2 Recommandations | 70 |
| 5. Annexe 1 : Bilan des modèles de prévision de la demande..... | 72 |
| 5.1 Introduction..... | 72 |
| 5.2 Théorie et classification des modèles | 72 |
| 5.3 Les acteurs de la modélisation | 73 |
| 5.4 Types de modèles et logiciels..... | 74 |
| 5.5 Structure des modèles : données d'entrée et résultats | 75 |
| 5.6 Calibrage des modèles..... | 76 |
| 5.7 Les tendances pays par pays..... | 76 |
| 5. Annexe 2 : Bibliographie | 87 |

1. Cadre de l'étude

1.1 Contexte

Le cadencement, ou plutôt l'horaire cadencé, a été introduit dans la plupart des réseaux ferroviaires européens à partir d'une certaine densité de trafic pour se généraliser aujourd'hui au niveau européen (Pays-Bas, Allemagne, Belgique, Suisse, Danemark, Autriche à l'échelle nationale, ainsi qu'en Espagne, Italie, Grande-Bretagne à l'échelle locale ou régionale).

La plupart des systèmes cadencés ont été introduits de l'époque des entreprises intégrées. L'objectif était toujours double :

- Réduire les coûts d'exploitation en optimisant les moyens de production à savoir les installations fixes, le matériel et le personnel.
- Induire une demande et donc des recettes supplémentaires, entre autres dues aux effets de continuité de l'offre et de synergie des correspondances optimisées.

Les états ont soutenu cette approche entrepreneuriale, parce qu'elle garantissait au final une excellente disponibilité spatiale et temporelle du système public de mobilité à des coûts d'investissement et d'exploitation maîtrisés. Ces systèmes permettent de créer un véritable système de transports publics qui inclut l'ensemble de ses modes. Les systèmes cadencés n'ont pas été modifiés dans leur principe après la séparation entre gestionnaires d'infrastructure et opérateurs de transport.

Mis à part en Ile-de-France, la France faisait jusqu'à récemment exception à cette règle en conservant une structure d'horaire classique non cadencée, même dans les zones à trafic dense. Cette situation est en passe de changer puisqu'un projet de cadencement des circulations est en marche dont une première étape a été mise en service en décembre 2007 pour les dessertes TGV du Sud-est de la France ainsi que la majorité des dessertes dans la région Rhône-Alpes.

La particularité du projet français est que l'initiative et le pilotage en reviennent au gestionnaire d'infrastructure RFF. Celui-ci poursuit par ce projet les objectifs d'amélioration de l'efficacité de l'exploitation du réseau, de rationalisation des investissements et de réponse au mieux aux demandes de sillons.

Cette particularité fait que RFF en tant que promoteur du projet est mis en situation de devoir définir, expliquer et justifier les impacts et les avantages du concept à ses partenaires, y compris ceux qui en sont également a priori bénéficiaires, à savoir la SNCF dans ses différentes activités, la tutelle et la plupart des autorités organisatrices régionales.

1.2 Objectifs

Dans le contexte décrit ci-dessus, l'objectif de la recherche est triple :

1. Il s'agit tout d'abord de mettre à disposition de RFF un argumentaire scientifique relatif à l'intérêt, au domaine de pertinence et aux limites du cadencement.
2. Il s'agit ensuite de mettre en évidence les moyens de mise en valeur et d'amélioration du système de cadencement appliqué à la France de manière à en maximiser les effets sur la demande. Il s'agira en particulier de mesurer l'intérêt d'étendre à l'ensemble du système de transports publics (autocars TER, autocars départementaux notamment)¹.
3. Il s'agit enfin de développer théoriquement une modélisation de la demande tenant compte de l'ensemble de la chaîne de transport et de la multiplicité des logiques d'action des clients potentiels.

Le présent rapport constitue une première étape de travail, qui comprend les prestations suivantes :

- Mettre à disposition un état des savoirs concernant les effets du cadencement sur la demande de transport, de façon à disposer d'arguments scientifiquement fondés sur les impacts du cadencement en France.
- Identifier les effets non étudiés du cadencement et proposer un dispositif d'enquête empirique pour y remédier dans une seconde étape.

1.3 Plan

Pour mesurer la pertinence du cadencement en réseau et plus généralement les effets sur la fréquentation, nous avons cherché à identifier les interactions entre l'offre de transports publics, et tout spécialement l'offre ferroviaire, et la demande. Ces interactions sont en effet souvent occultées par les modèles qui partent d'une approche linéaire allant de la demande vers l'offre. Dépasser cette conceptualisation nous semble d'autant plus indispensable s'agissant du cadencement qu'une bonne partie de ses bénéfices en termes d'accroissement de la fréquentation résulte *à priori* d'effets de systèmes.

Le rapport se compose de trois parties principales.

La première est consacrée à un état des lieux de l'évolution de l'offre et de la demande en France et en Europe, c'est-à-dire dans un premier temps de la structure territoriale, des déplacements et de l'offre ferroviaire, puis dans un deuxième temps des interactions entre l'offre, la demande potentielle et la fréquentation. Dans un troisième temps, une analyse des modèles de prévision de la demande sera réalisée.

La deuxième partie est consacrée à l'introduction du cadencement en France et à ses effets sur la demande potentielle et la fréquentation.

¹ Dans le présent rapport, nous utiliserons le terme « transports publics » dans son acception large, c'est-à-dire en intégrant l'ensemble de la chaîne de transport, en partant du bus et jusqu'au TGV.

La troisième partie synthétise les principaux résultats de l'analyse et propose un dispositif d'enquête permettant d'identifier et de quantifier précisément les effets non intégrés aux modèles de prévision de trafic du cadencement en réseau.

2. Etat des lieux de l'évolution de l'offre et de la demande en France et en Europe

2.1 Analyse contextuelle

2.1.1 La structure territoriale et démographique des pays

La structure démographique, la taille et la distribution de la population constituent un élément contextuel central pour le développement de l'offre de transport.

Dans ce cadre nous faisons la distinction entre les pays relativement grands (France, Allemagne, Espagne et Grande-Bretagne) et petits (Suisse et Belgique) par rapport au territoire et la population, ainsi qu'entre les pays centralisés (France, Belgique, Espagne et Grande-Bretagne) et décentralisés (Suisse et Allemagne). Par ailleurs, on peut distinguer entre les pays ou régions denses et moins denses, fortement urbanisés et plutôt ruraux, avec une distribution homogène ou hétérogène de la population sur le territoire. L'ensemble de ces facteurs sont centraux dans la définition d'une offre de chemin de fer.

Principales références:

- *Stohler, 1993*
- *Page Web Wikipedia, 2008*
- *Entretiens avec des experts ferroviaires pour les différents pays (SMA)*

2.1.2 Importance des segments de marché

Compte tenu de la structure territoriale et démographique des pays, l'importance des différents segments de marché est assez contrastée.

Il est possible de définir les trois segments de marché suivants :

1. Des relations à Grande Vitesse entre deux centres économiques majeurs qui sont caractérisées par une distance inter-stations de 150 km ou plus, par des temps de parcours moyens entre arrêts de 60 minutes ou plus et une vitesse commerciale de 150km/h ou plus.
2. Des relations interurbaines, type « Intercité », entre deux villes importantes avec des trains rapides dont les distances inter-stations sont de 33-150 km avec des temps de parcours moyens entre arrêts de 20 à 60 minutes et une vitesse commerciale de 100-150 km/h.
3. Des relations régionales (incluant les trains de banlieue) caractérisées par des distances inter-stations inférieures à 33 km, par des temps de parcours moyens entre arrêts, inférieurs à 20 minutes et des vitesses moyennes inférieures à 100 km/h.

Dans le tableau T.1 quelques exemples des différentes relations dans les six pays sont présentés. On voit bien que dû à la taille du pays, la structure territoriale et la politique d'offre il n'y a pas des relations à grande vitesse en Suisse et Belgique. De plus, par rapport à la définition des segments de marché dans ce cadre, les pays Allemagne et Grande-Bretagne disposent de quelques relations à grande vitesse pendant que la plupart des

grandes lignes (par exemple du type ICE en Allemagne et du WCML en Grande-Bretagne) remplissent plutôt les conditions d'une ligne interurbaine rapide conventionnelle. Par contre, l'offre en France et Espagne est caractérisée par une importante accentuation du réseau à grande vitesse.

Notons par ailleurs que l'offre en infrastructures routières et autoroutières est également assez différente suivant les pays. La Belgique se caractérise par une offre très développée, tout comme l'Espagne et la Suisse. L'Allemagne et la France se trouvent dans une situation intermédiaire, tandis qu'en Grande-Bretagne en revanche, les infrastructures routières sont peu développées.

2.1.3 L'organisation institutionnelle du secteur des chemins de fer

Suivant la législation européenne, notamment les Directives 91/440/EC, 95/18/EC et 95/19/EC, l'offre ferroviaire est organisée de la façon suivante :

- La gestion d'infrastructure est séparée de l'exploitation.
- Les collectivités locales ont le pouvoir de mettre en appel d'offre et donc en concurrence les opérateurs.
- L'exploitation ferroviaire est ouverte aux opérateurs entrant selon le principe des risques et périls.

Dans la plupart des pays étudiés, ces réformes restent cependant largement inappliquées.

2.2 Analyse des déplacements

Concernant la demande de déplacements, nous allons successivement aborder les principales évolutions et les facteurs qui les sous-tendent. Nous réaliserons cet exercice pour la mobilité dans son ensemble, sans distinctions *a priori* entre les différentes formes de déplacements (courte et longue distance).

| T.2.1 Critères de type de service (au moins 2 de 3) | Grande vitesse | | Intercity | | Régional | |
|--|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Distance moyenne entre les arrêts | > 150 km | | 33-150 km | | < 33 km | |
| 2. Temps de parcours moyens entre les arrêts | > 60 min. | | 20-60 min. | | < 20 min. | |
| 3. Vitesse commerciale moyenne entre arrêts | > 150 km/h | | 100 - 150 km/h | | < 100 km/h | |
| Exemples dans les différents pays: | Exemple 1 | Exemple 2 | Exemple 1 | Exemple 2 | Exemple 1 | Exemple 2 |
| France | TGV Paris-Lyon / Lyon-Perrache | TGV Paris-Nord / Lille-Flandres | Corail Téo Paris / Clermont Ferrand | Corail Téo Bordeaux-St. Jean / Marseille | TER Paris-Nord / Amiens | TER Lyon-Perrache / Firminy |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | 233 | 220 | 85 | 65 | 14 | 8 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | 65 | 62 | 41 | 37 | 10 | 7 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | 216 | 213 | 123 | 105 | 80 | 58 |
| Suisse | - | - | IC St. Gallen / Genève | EC Zurich / Chiasso | IR Olten-Luzern | RE Zurich-Olten |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | - | - | 33 | 40 | 6 | 13 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | - | - | 22 | 29 | 5 | 10 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | - | - | 89 | 83 | 72 | 76 |
| Allemagne | ICE Sprinter Frankfort-Berlin | ICE Hambourg-Hbf / Berlin-Hbf | ICE Hambourg-Hbf / Munich Hbf | IC Erfurt / Berlin Hbf | IC Stuttgart-Hbf / Emden Hbf | RE Aachen-Hbf / Hamm (Westf.) |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | 183 | 140 | 87 | 39 | 31 | 8 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | 73 | 145 | 37 | 21 | 19 | 7 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | 151 | 176 | 140 | 108 | 96 | 63 |
| Belgique | - | - | Thalys Brussel-Antwerpen | IC Brussel-Midi / liège Gullemin | IC Brussel Midi / Antwerpen-Centraal | R Brussel-Midi / Welkenraedt |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | - | - | 54 | 33 | 14 | 7 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | - | - | 40 | 19 | 11 | 8 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | - | - | 81 | 101 | 77 | 55 |
| Espagne | AVE Barcelone-Sants / Madrid-P. de Atocha | AVE Sevilla-S-J / Madrid-P. de Atocha | ALARIS Madrid-Valence | Talgo Barcelone-Sants / Valence E. de Norte | R Barcelone-Sants / Figueras | R Madrid-Atocha / Segovia |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | 620 | 265 | 118 | 45 | 18 | 4 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | 158 | 75 | 69 | 25 | 13 | 5 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | 235 | 212 | 102 | 106 | 82 | 47 |
| Grande-Bretagne | ECML Londres Kings Cross / Edinburgh | WCML Londres-Euston / Glasgow | VT Londres-Manchester | LM Londres-Euston / Northampton | EMT Liverpool-Lime Str. / Sheffield | FCC Londres-Kings Cross / Cambridge |
| 1. Distance moyenne entre les arrêts (km) | 163 | 131 | 67 | 53 | 16 | 12 |
| 2. Temps de parcours moyens entre arrêts (min.) | 66 | 57 | 26 | 28 | 13 | 8 |
| 3. Vitesse commerciale moyenne (km/h) | 149 | 137 | 153 | 113 | 72 | 93 |

2.2.1 Evolutions

2.2.1.1 Croissance des déplacements

Si le nombre de déplacements par personne et par jour est stable depuis des décennies dans la plupart des pays européens, le nombre de kilomètres parcourus augmente régulièrement, attestant d'un éloignement croissant des activités réalisées du domicile. En chiffres absolus (ou en volumes de flux), ces évolutions se traduisent par des accroissements conséquents, associés à la croissance démographique de chaque pays/région.

2.2.1.2 Transfert modal vers les transports publics/le train et la marche

Jusqu'en 2006, l'utilisation en pourcentage et en volume de l'automobile mesurée en nombre de déplacements a progressé dans les déplacements, de même qu'en termes de kilomètres parcourus. Dès 2007, la part de l'automobile a commencé à décroître dans la plupart des pays européens, essentiellement pour les déplacements à destination des centres urbains, et pour les déplacements interurbains. Dans la périphérie des villes et dans les régions rurales en revanche, l'utilisation de l'automobile a continué à croître. Cette tendance nouvelle s'accompagne d'une baisse de motorisation des ménages. Le déclin de la motorisation et des usages urbains de l'automobile chez les habitants de nombreuses villes-centres s'accompagne d'un regain d'intérêt pour la marche et la flânerie urbaine (CERTU 2008, ARE-OFS 2008).

Cette observation générale dépasse le cadre français pour se retrouver en Belgique, en Allemagne, en Grande-Bretagne et dans des proportions plus faibles en Suisse et en Espagne.

2.2.1.3 La croissance des budgets-temps de déplacements

La plupart des enquêtes récentes mettent en évidence une croissance du temps consacré aux déplacements dans la vie quotidienne (Moktarian et Chen 2004 ; Joly 2006). Le budget-temps consacré en moyenne à se déplacer par personne et par jour n'est plus stable, mais il augmente. Le corollaire de cette situation est un accroissement considérable des prestations de trafic en transport collectif et en automobile (Metz 2008 ; Van Bee et al. 2005).

2.2.1.4 Le découplage vitesse – temps de déplacement

Nous assistons depuis une dizaine d'années à un découplage entre la vitesse de transport et la mobilité. Le mécanisme de compensation de l'accroissement des kilomètres parcourus par les gains de vitesse ne fonctionne plus (Crozet et Joly 2004). Les personnes qui se déplacent le plus vite et le plus loin sont désormais aussi celles qui ont les budgets-temps consacrés aux déplacements les plus importants.

2.2.1.5 La croissance du chaînage des déplacements

Les déplacements sont de moins en moins des aller-retours entre le domicile et une destination autre ; au contraire, ils sont de plus en plus souvent « chaînés » (Yao et Morikawa 2005). Ceci est lié à l'accroissement de la portée spatiale moyenne des déplacements et à la complexification des modes de vie. La vie quotidienne des ménages s'est complexifiée, avec d'une part une croissance de la succession des activités de ses membres, et d'autre part une friction temporelle accrue du fait des distances parcourues en moyenne plus importantes (Kaufmann 2000).

2.2.1.6 Développement des mobilités « hybrides »

De nouvelles formes de déplacements liant mobilité spatiale et virtuelle se développent comme la pendularité de longue distance ou la multirésidentialité. Elles se singularisent par l'utilisation fréquente du train ou de l'avion et se caractérisent à la fois par une portée spatiale importante (Meissonnier 2001).

La multirésidentialité recouvre des situations très différentes. Parmi les couples de bi-actifs, elle est le résultat d'arbitrages familiaux lorsque les activités professionnelles des conjoints ne sont pas localisées dans la même agglomération. On assiste également depuis quelques années au développement de pratiques de double domicile avec les résidences secondaires habitées trois jours par semaine (Kaufmann 2008).

La pendularité de longue distance consiste, lorsque le lieu de travail est situé à plus de 1h30 du domicile, à ne se déplacer sur son lieu de travail que deux ou trois jours par semaine et à travailler le reste du temps à son domicile. Cette pratique s'appuie largement sur les possibilités de travailler à distance procurées par la messagerie électronique.

2.2.1.7 L'attrait renouvelé de l'habitat en ville

Certaines catégories de population opèrent un retour résidentiel vers les centres urbains anciens, petits et grands. Il s'agit en particulier des jeunes couples sans enfants à fort capitaux économique et/ou culturels. Ce mouvement s'accompagne d'une attitude plus critique des habitants des villes à l'égard de l'automobile : le consensus est de plus en plus large pour estimer que son omniprésence dans l'espace public est indésirable. Dans leur mode de vie, ces personnes ont un rapport aux déplacements et à l'environnement à la fois plus sensoriel et plus qualitatif (Rerat et al. 2008).

Le renouveau de l'habitat urbain est particulièrement marqué dans les pays du sud de l'Europe. Dans notre échantillon, on le retrouve en Espagne, en France et un peu en Suisse. En Grande-Bretagne et en Belgique cette tendance n'est en revanche pas véritablement repérable.

2.2.2 Facteurs explicatifs

2.2.2.1 La flexibilité dans le monde du travail

La flexibilité est désormais une exigence du monde du travail qui implique bien souvent la mobilité. Avec la multiplication des contrats à durée déterminée, la flexibilité du temps de travail (voire le retour du travail sur appel dans certaines professions), les séjours à l'étranger et plus généralement les déplacements professionnels, la capacité à être mobile est indispensable. Cette situation est renforcée par les taux de chômage élevés : dans un tel contexte en effet, un employé se satisfait d'un emploi même très éloigné de son domicile. En Europe, la croissance des budgets-temps de déplacements et le développement des mobilités « hybrides » sont en particulier liées à cette évolution du monde du travail (Wenglenski 2006 ; Aguilera 2008).

2.2.2.2 L'élargissement des marchés

Avec la globalisation et l'accroissement des potentiels de vitesse procurés par les systèmes de transport, les marchés se sont spatialement élargis, tout comme les bassins d'emplois, tout particulièrement pour les emplois de cadres et les fonctions dirigeantes (Johansson et Rauhut 2002). Il résulte de ces évolutions une croissance du nombre de déplacements professionnels intervilles et internationaux, et le développement des pratiques comme la multirésidentialité (Crozet et Joly 2004 ; Aguilera 2008).

2.2.2.3 La recherche de « réversibilité » de l'espace

Les personnes jouent de plus en plus avec les potentiels de vitesse procurés par les transports rapides et les systèmes de communication pour « réversibiliser » leur rapport à l'espace (Urry 2007 ; Kaufmann 2008). Ce comportement consiste à renoncer à développer des formes de déplacements « irréversibles » comme déménager, pour combiner les localisations distantes en jouant avec les transports rapides (Urry et al. 2006).

2.2.2.4 Un changement du rapport au temps de déplacement

Le temps de déplacement est de moins en moins interstitiel dans la vie sociale (Kesselring 2005). Il ne s'agit pas d'une parenthèse entre des activités qu'il s'agirait par tous les moyens de limiter, mais cela tend au contraire à devenir un temps social à part entière et ayant ses qualités propres (Bhat et Koppelman 1999). En clair, on ne cherche pas toujours à minimiser les durées de déplacements, mais bien davantage à maximiser leur qualité. Dans ce contexte, l'automobile perd de ses atouts. Elle ne permet pas à son conducteur une appropriation diversifiée du temps, contrairement au train par exemple (Jain et Lyons 2008).

2.2.2.5 Des politiques d'urbanisme mieux amarrées aux transports en commun

Susciter des reports modaux suppose en particulier que l'interface transport-urbanisme se développe autour de nœuds de transports en commun (ESPON 2004). Partant du constat que jusque-là, la croissance urbaine se fait autour des accessibilités automobiles, ce

principe de planification propose de définir les possibilités d'urbanisation en fonction des accessibilités par les transports publics (Kesselring 2005 ; Banister 2005). Dans les pays ou régions où il a été appliqué, la croissance de l'utilisation des transports publics et de la marche est plus soutenue (Banister 2005).

2.2.2.6 *La qualité de vie en ville*

Les nouvelles politiques urbaines, qu'il s'agisse de la modération de la circulation, de l'embellissement de l'espace public ou du logement collectif ou semi-collectif écologique améliorent considérablement la qualité de vie en ville et incite les ménages à s'y installer ou à y rester (Canzler et Knie 1998).

2.2.3 *Les tendances pays par pays*

Si les évolutions qui viennent d'être présentées sont tendanciellement générales, elles ne concernent pas tous les pays de la même manière. D'une part, ces évolutions s'inscrivent dans des situations différentes d'utilisation de l'offre, d'autre part, elles prennent sens par rapport à des cultures, et donc des aspirations et des modes de vie, ayant leurs spécificités. Ainsi, dans chaque pays analysé, la demande de déplacement présente un visage un peu différent.

2.2.3.1 *France*

La France se caractérise par une part moyenne d'utilisation des transports publics, à la fois pour les déplacements internes aux agglomérations et les déplacements interurbains. Tous déplacements de voyageurs confondus (chiffres 2007), la répartition entre modes de transports motorisés est la suivante : automobile conducteur et voyageurs 82,6%, transports publics (bus, tram, métro, tous trains) 15,8%, avion 1,5%.

Concernant la mobilité quotidienne, dans les grandes agglomérations urbaines (hors Ile-de-France), la part modale des transports publics s'établit dans une fourchette comprise entre 8% et 15%, celle de l'automobile entre 46% et 57% (Données enquêtes ménages déplacements). En Ile-de-France, la répartition modale est beaucoup plus favorable aux transports publics, avec une part de 19% sur l'ensemble de la région et de 41% pour l'automobile (données EGT, 2001).

Concernant les déplacements de longue distance, les répartitions modales sont les suivantes [données de l'enquête permanente de la direction du tourisme]. Pour les voyages professionnels avec nuitée (chiffres 2006), les transports publics ont une part modale de 34%, la voiture de 34% et l'avion de 26%. La part modale des transports publics est la plus élevée pour les déplacements de 200 à 600 km (aller et retour), elle s'élève alors à 43%. Pour les voyages professionnels sans nuitée (chiffres 2006), les transports publics ont une part de 26%, la voiture de 68% et l'avion de 6% (chiffres 2006). Là aussi, les différences de répartition modale sont considérables en fonction de la distance parcourue. Concernant le train, notons de sa part est la plus forte pour les déplacements de plus de 300 km (43%) et de 100 à 200 km (22%). Pour les voyages personnels, l'automobile domine largement la répartition modale jusqu'à 1000 km (aller-retour) lorsqu'il y a une ou plusieurs nuitées ;

elle domine les déplacements de loisirs de longue distance réalisés durant une journée quelle que soit la distance.

Dans la mesure où la plus grande partie du pays se caractérise par une armature territoriale faite d'agglomérations dont dépendent autant d'arrière-pays, le tout dominé par l'Ile-de-France, la demande de déplacements est comme en Espagne largement en volume, entre une demande intra-urbaine et une demande inter-agglomération de longue distance. Dans ce contexte, on relèvera en France la croissance rapide de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité, ainsi que de façon concomitante un allongement des budgets-temps de déplacements. Ainsi, 14% de la population active de 25 à 54 ans pratique une forme de grande mobilité « hybride », tant la pendularité que la birésidence (Bonnet, Collet, Dragus, Maurines et Orain, 2008). Notons aussi que comme en Allemagne, la tendance à l'allongement des budgets-temps de déplacements est renforcée par un report modal assez marqué de l'utilisation de l'automobile vers celle des transports publics.

Depuis une dizaine d'années en France, on relèvera un attrait renouvelé pour l'habitat en ville, qui se traduit en particulier par une croissance de la population dans un nombre important de villes-centres depuis la fin des années 1990.

2.2.3.2 Suisse

La Suisse dispose d'une armature territoriale de villes en réseaux assez peu hiérarchisée. Le fédéralisme a pour conséquence un morcellement institutionnel et juridique qui rend sa population résidentiellement sédentaire, d'autant plus que le pays est traversé par plusieurs frontières linguistiques. Dans la mesure où la croissance de l'emploi se fait essentiellement dans les régions de Zurich, Genève et Bâle, cette situation entraîne une croissance particulièrement soutenue de la pendularité de longue distance.

D'une manière générale, la Suisse est un pays dans lequel l'utilisation des transports publics est très développée. Au niveau des transports urbains, la part modale des transports publics (par rapport à l'ensemble des modes de transport) est comprise entre 19 et 32%, ce qui représente un des taux les plus élevés au monde. Pour les déplacements interurbains, l'utilisation des transports publics est également très développée. Par exemple, pour la pendularité de longue distance Zurich - Berne et Genève - Lausanne (les deux OD les plus fréquentes), la part modale du train est respectivement de plus de 70% et de plus de 45% (Schuler et Kaufmann, 2006).

Depuis le milieu des années 2000, un report modal assez important de l'automobile vers les transports publics est constaté pour les déplacements domicile-travail de moyenne à longue distance. Celui-ci a précédé la montée du prix du pétrole, mais a été renforcé dès 2006 par ce phénomène. L'accroissement de la pendularité de longue distance et le report modal vers le train entraînent un allongement très important des budgets-temps moyens de déplacements de la vie quotidienne et un chaînage d'activités en nette progression (Joly, Kaufmann et Littlejohn, 2006).

Au niveau des aspirations de localisation résidentielle, un timide retour en ville est perceptible depuis une décennie, mais surtout, on relèvera une volonté d'habiter dans des lieux offrant une bonne accessibilité par les transports publics.

2.2.3.3 Allemagne

L'Allemagne est un pays se caractérisant par une répartition modale assez favorable aux transports publics, que ce soit pour les déplacements intra-urbains ou interurbains. Pour la mobilité urbaine, la part modale des transports publics s'établit entre 21 et 25% dans les grandes agglomérations, celle de l'automobile entre 38 et 46% (Dörkes et al., 2008). Pour les déplacements de longue distance 81% des déplacements de plus de 100 km se font en automobile (en 2006), les 19% restant en transports publics (essentiellement en train) (Eck et Stark, 2007). Une étude récente dans la région Rhein-Main montre par ailleurs que pour la pendularité de longue distance (50 km et plus), la part modale des transports publics (train, Schnellbus) est de plus de 35% (Manz et Wittowsky, 2007).

D'une manière générale, l'armature territoriale en réseaux de villes peu hiérarchisés, a pour conséquence que la demande interurbaine est forte et en croissance. Ceci se traduit en particulier par la croissance des budgets-temps moyens de déplacement de la population, la forte croissance de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité (Zumkeller et Vallée, 2006) et, par voie de conséquence, du chaînage des activités. Notons par ailleurs que la stagnation du pouvoir d'achat en Allemagne, allié à la montée du prix de l'essence, a contribué à un report modal conséquent de l'automobile vers les transports publics (Hunsicker et Sommer, 2008), plus fort sur les déplacements de moyenne et longue distance que sur les déplacements urbains. On relèvera en particulier à l'échelle nationale une baisse de 1% des kilomètres parcourus en automobile depuis 2007, et parallèlement un accroissement marqué des kilomètres parcourus en train depuis 2004 (Prognos, 2008). Le nombre de personne kilomètre sur le réseau des chemins de fer allemand passe ainsi de 32'394'451'000 en 2004 à 34'195'295'000 en 2007 (+5.5%) (Statistisches Bundesamt, 2008). Ce report modal a contribué à entraîner un allongement des budgets-temps de déplacements.

L'Allemagne est un pays où la conscience écologique est particulièrement développée. Ceci se traduit par la non-motorisation volontaire d'une frange de la population et une aspiration à l'habitat en milieu urbain pour la qualité des aménités qui s'y trouvent.

Notons aussi que l'Allemagne est un pays marqué par un fort vieillissement de la population, fort vieillissement qui se traduit par un fort accroissement du nombre des retraités et corollairement des déplacements de loisirs. Si à moyen terme, cette situation laisse présager une stagnation démographique et une baisse du nombre des déplacements et des kilomètres parcourus, à court terme en revanche elle produit du trafic : les jeunes retraités sont en effet de gros consommateurs de déplacements en automobile, en train et en avion (Rommerskirchen, Greinus et Ickert, 2008). Il apparaît en outre d'après des projections que les générations actuelles et futures de personnes âgées sont et seront plus motorisées et plus enclines à utiliser l'automobile, leur mode de vie y étant largement adossé (Topp, 2005).

2.2.3.4 Belgique

Notons d'emblée que la répartition modale est globalement défavorable aux transports publics, ce qui s'explique en bonne partie par le fait que les densités urbaines sont faibles et la dispersion des activités est forte et en augmentation (Dobruszkes, 2008), ce qui pousse à l'utilisation de l'automobile. La Belgique se caractérise donc par une utilisation très importante de l'automobile, à la fois pour les déplacements de courte et de longue distance. Sur l'ensemble de la mobilité motorisée à l'échelle nationale, les transports publics

représentent 12% de part modale (CEMT). Pour la mobilité urbaine dans l'agglomération bruxelloise (soit également les parties de région wallonne et flamande qui en font fonctionnellement partie), la part modale de l'automobile (conducteur et voyageur) s'établit à 55%, tandis que celle des transports publics (Stib et SNCB) est de 15%, les deux roues et la marche composant les 30% restant (enquête MOBEL, 1999). Dans la région Bruxelles capitale, la part modale des transports publics s'établit à 28%. Dans la région Wallonie, elle est n'est que de 11%.

L'armature territoriale en réseau de ville organisé autour d'une centralité bruxelloise a pour conséquence une forte croissance de la pendularité de longue distance et un allongement des budgets-temps de déplacements. Celui-ci est d'autant plus important que la Belgique se caractérise par des embarras de circulation importants aux heures de pointe (Vandenbulcke, Steenberghen et Thomas, 2008). Un petit report modal de l'automobile vers les transports publics est identifiable depuis quelques années à la fois sur les réseaux urbains (la STIB en particulier) et sur l'offre régionale de chemin de fer. La croissance de la pendularité s'accompagne d'un chaînage des activités plus marqué.

La population belge se caractérise par une forte sédentarité résidentielle. Cet attachement se construit notamment à partir de la propriété d'une maison. La Belgique ne vit par contre pas un regain d'intérêt pour l'habitat urbain.

2.2.3.5 Espagne

D'une manière générale, relevons que l'Espagne est un pays dont les ménages se sont récemment motorisés et de façon très rapide (Matas, Raymond 2007). Malheureusement, les données de mobilité disponibles pour l'Espagne sont assez lacunaires (absence d'enquêtes nationales en particulier).

C'est un pays où la part modale des transports publics est globalement assez faible, sauf dans les grandes agglomérations. L'armature territoriale faite d'agglomérations urbaines isolées se nourrissant d'un arrière-pays, se traduit par une demande de transports largement dichotomique entre une demande intra-urbaine et une demande de longue distance. Il en résulte que ni la pendularité de longue distance n'est pas en forte croissance, ni le chaînage d'activités, ni la croissance des budgets-temps consacrés quotidiennement à se déplacer.

Ainsi, parmi la population active âgée de 25 à 54 ans, seuls 12% pratique une forme de grande mobilité (pendularité de longue distance, birésidence, etc.). De plus, ces formes hybrides de déplacements ne sont pratiquées que de façon interne à l'Espagne, qui apparaît donc ici véritablement comme une péninsule (Meil, Ayuso, Mahia 2008).

En Espagne, le report modal de l'automobile vers les transports publics reste faible, voire inexistant sur certains segments de la demande, ceci malgré la forte hausse du prix du pétrole en 2007. Notons que la croissance du trafic est forte dans les grandes agglomérations espagnoles, agglomérations qui ont pour la plupart connu une croissance démographique soutenue durant les deux dernières décennies. Dans le cas de Madrid, cette croissance s'est accompagnée d'une très grande dispersion des activités dans les couronnes d'agglomération, ce qui a tout particulièrement favorisé le recours à l'automobile (Gutiérrez, Garcia-Palomares 2007). Malgré cette tendance générale à une utilisation accrue de l'automobile, les services suburbains de chemins de fer desservant les couronnes des grandes agglomérations font exception : sur ce segment très spécifique, on note une hausse

de l'ordre de 30% du nombre de personnes transportées dès le début des années 2000 (Asensio 2000).

L'habitat urbain fait l'objet en Espagne d'un regain d'intérêt.

2.2.3.6 Grande-Bretagne

La Grande-Bretagne est un pays fortement urbanisé, dont l'armature territoriale est organisée en réseaux de villes largement dominés par la métropole londonienne. En Grande Bretagne, l'utilisation des transports publics est globalement assez faible. Pour l'ensemble des déplacements (courte et longue distance pour l'année 2000), la part modale de la voiture est de 60% (automobile conducteur et voyageur), celle des transports publics est de 9%, les deux roues et la marche représentant les 31% restant (Statistiques de l'Union Européenne).

La forte dérégulation de l'emploi a entraîné en Grande-Bretagne une croissance de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité, y compris dans des catégories sociales défavorisées. Ceci se traduit en particulier par des budgets-temps de déplacements en augmentation sensible et un chaînage des activités également en progression. Avec la montée du prix de l'essence, notons que le pays se caractérise par un report modal sensible de l'automobile vers les transports publics, en particulier pour les déplacements de longue distance.

L'attrait renouvelé pour l'habitat urbain en milieu dense n'est pas suffisamment répandu en Grande-Bretagne pour entraîner une tendance statistiquement décelable de retour en ville des habitants, même si on y rencontre des phénomènes de gentrification sociale dans des quartiers londoniens ainsi que dans le centre d'autres grandes villes du pays comme Leeds, Liverpool ou Glasgow. Notons aussi que la Grande-Bretagne n'est pas un pays dans lequel la conscience écologique est très développée dans le domaine des transports, au contraire de l'Allemagne.

2.3 Evolution de l'offre ferroviaire

A partir d'un dépouillement de la littérature, il apparaît que la qualité de l'offre de transports publics doit se mesurer à partir des trois dimensions suivantes : la quantité d'offre (l'étendue des réseaux, la couverture temporelle des services, les temps de parcours et de voyage, la fréquence des services), la qualité de l'offre (le confort et les services, la tarification, la lisibilité de l'offre pour la clientèle, l'articulation de l'offre ferroviaire avec les autres offres de transports publics, la coordination entre opérateurs), l'adéquation entre l'offre et le contexte (la structure territoriale et démographique, les modèles et stratégies d'offre, l'accessibilité aux aménités).

2.3.1 La quantité d'offre

2.3.1.1 La forme des réseaux et l'étendue spatiale de l'offre

Pour la forme du réseau et l'étendue spatiale de l'offre, il faut tout d'abord s'intéresser au développement même du réseau ferroviaire, qui se mesure en km de voies et de lignes dans chaque pays (en valeur absolue et relative, c'est-à-dire en fonction de la population), ainsi qu'à l'utilisation de l'infrastructure, c'est-à-dire le développement de l'offre, mesuré en train-kilomètres en valeur absolue et en fonction des kilomètres de lignes (densité de trafic). La densité de réseau et la densité de trafic ne sont pas nécessairement en corrélation.

Le développement quantitatif de l'offre ferroviaire a été considérablement favorisé par la conscience écologique de la population et ses traductions dans les législations nationales.

De façon générale, on peut faire une distinction entre deux catégories principales:

1. Les pays qui ont un réseau ferroviaire dense et, si l'on regarde l'investissement par habitant, un lobby fort du transport public. Dans les zones à faible demande, les zones rurales par exemple, des alternatives de transport routier sont parfois proposées, comme en Suisse, Belgique et Allemagne.
2. Les pays qui ont un réseau ferroviaire régional moins dense dû à une concentration sur les axes interurbains fiables et rentables. Dans ce cas, certaines agglomérations périphériques et les zones rurales n'ont parfois pas accès ou un accès difficile aux transports publics; c'est le cas en Grande-Bretagne et dans certaines régions de France (hors Ile-de-France) et d'Espagne.

2.3.1.2 L'accessibilité spatiale

L'accessibilité spatiale est liée à la densité de la population et du réseau d'infrastructure, avec un niveau d'accessibilité important dans les grandes agglomérations urbaines et un niveau d'accessibilité plus faible dans les régions rurales (Chapelon 1996 ; ESPON 2004). Il faut généralement distinguer entre les pays où les différences d'accessibilité sont moins accentuées comme en Suisse, Belgique et Allemagne et les pays où l'on peut constater des importantes différences entre les régions centrales et les régions périphériques comme dans quelques parties de France, en Espagne et en Grande-Bretagne (ESPON 2004 ; Spiekermann et Wegener 2007).

2.3.1.3 L'étendue temporelle de l'offre

Concernant l'étendue temporelle de l'offre, on peut faire une nouvelle distinction entre les deux catégories suivantes:

1. Les pays qui ont un service de transport ferroviaire qui fonctionne en soirée et la nuit; le cas échéant, il est souvent remplacé par des alternatives routières. Les exemples types sont les services de transport régionaux en Allemagne, en Belgique, en Suisse et en Grande-Bretagne. Les lignes interurbaines fonctionnent également tard dans la soirée.
2. Les pays qui ont concentré l'offre de service en journée et qui ont une offre faible voire inexistante au-delà d'une certaine heure en soirée, comme c'est le cas en France (hors Ile-de-France) et en Espagne.

2.3.1.4 Temps de parcours et de voyage

Depuis plusieurs décennies, on observe une réduction constante des temps de parcours et de voyage, surtout en transport ferroviaire. Ces réductions de temps sont principalement dues à des améliorations de l'infrastructure, du matériel roulant et des équipements de sécurité (signalisation) (Tzieropoulos 2008). De plus, les temps de voyage ont également été réduits grâce à une meilleure organisation de la grille horaire (cadencée ou non), et à l'agencement des gares d'interface, permettant une meilleure intégration des différents publics et des services publics et privés entre eux (services de "Park and Ride", "Bike and Ride", "Kiss and Ride"). Ceci étant, le degré de réduction des temps de parcours a principalement été influencé par la structure administrative et territoriale de chaque pays (Spiekermann 2008).

Selon le "concept de vitesse" de chaque pays dans le secteur ferroviaire, on peut distinguer trois grandes catégories de pays (voir aussi 2.1.1 « Importance des segments de marché ») (Stohler 2003):

1. Les pays qui possèdent une structure centrale avec des axes radiaux: un seul ou quelques grands centres et des connections radiales pour les longues distances avec les centres régionaux, facilitant ainsi le développement de Lignes à Grande Vitesse (LGV) nationales et internationales. Les investissements vont principalement aux connections interurbaines à grande vitesse sur quelques lignes principales, alors que les connections interurbaines classiques entre différents points sont souvent négligées. Parmi les six pays en question, on peut citer les cas de la France et de l'Espagne.
2. Les pays "multi-centres" où les distances plus courtes entre les différents centres économiques et la topographie rendent le développement d'un réseau LGV difficile et, où il a été décidé de favoriser une relation d'équilibre et d'intégration du développement du transport interurbain et régional. La Suisse et Belgique entrent clairement dans cette catégorie et également l'Allemagne, bien que possédant un réseau LGV bien développé.
3. Les pays avec une formule mixte, c'est-à-dire une structure plutôt centralisée avec de multiples sous-centres régionaux interconnectés, comme un réseau en toile d'araignée. Dans ce cas, le trafic LGV est principalement concentré sur les lignes internationales alors que le transport national se focalise à parts égales sur les lignes

interurbaines et régionales. L'exemple typique parmi les pays étudiés sont la Belgique et Grande-Bretagne.

2.3.1.5 Les fréquences

En lien avec les questions de temps de voyage et d'étendue temporelle de l'offre, se pose la question de la fréquence des trains, qui peut être élevée ou faible, constante ou variable sur la totalité de l'étendue temporelle de l'offre.

Les différents types de services peuvent être classés en quatre catégories principales:

1. Les relations avec une fréquence élevée qui est constante tout au long de la journée (et la nuit si le service existe), tout au long de la semaine, ainsi que le week-end. Les services en Belgique et en Suisse et les dessertes régionales en Allemagne en sont des exemples.
2. Les relations avec une fréquence plutôt faible mais constante sur l'étendue temporelle. Les relations interurbaines conventionnelles en Allemagne en sont un exemple parfait.
3. Les relations avec une fréquence élevée en heures de pointe et faible en heures creuses comme c'est le cas sur les grandes lignes en France, en Espagne et pour la plupart des services en Grande-Bretagne.
4. Les relations avec une fréquence plutôt faible et variable comme c'est le cas pour de nombreuses relations interurbaines en France, en Espagne et en Grande-Bretagne et pour les relations "Sprinter" (relations à grande vitesse sans changement) en Allemagne.

2.3.2 La qualité de l'offre

2.3.2.1 La lisibilité de l'offre

La lisibilité de l'offre par le client dépend principalement de deux éléments. Tout d'abord, de la définition des catégories de trains avec différentes politiques de vitesses et d'arrêts et, deuxièmement de la structure organisationnelle des horaires (horaires cadencés avec fréquences homogènes ou non) (LITEP-EPFL 2008). Une catégorisation cohérente des trains et une organisation pratique des horaires facilitent la clarté de la présentation visuelle de l'offre, par exemple sous la forme d'affiches d'horaires et de schémas du service. Affiché dans les gares ainsi que dans les véhicules ce matériel de diffusion de l'information permet de facilement et rapidement orienter le voyageur.

Sur cette base, deux groupes principaux peuvent être constitués:

1. Les pays qui ont une présentation claire et simple de l'offre, en général les pays avec un horaire cadencé comme la Suisse, la Belgique et l'Allemagne.
2. Les pays avec une offre temporelle variable qui complique la présentation et la lisibilité de l'offre pour le client, généralement les pays avec des horaires non-cadencés comme une grande partie de la France, de l'Espagne et du Royaume-Uni.

2.3.2.2 La tarification

Inspirés par l'explosion du marché des lignes aériennes à bas prix, certains opérateurs ferroviaires proposent de plus en plus d'offres spéciales telles que des tarifs intéressants dans le cas d'une réservation à l'avance (réservation fixe et renoncement à la flexibilité), ou de déplacements fréquents avec un système d'accumulation de points (sous forme de passe à l'année) ou d'achat de dernière minute, surtout pendant l'heure creuse.

Prenant en compte l'existence de différentes offres spéciales pour les différents segments de marché dans tous les pays et régions, il n'est pas possible de déterminer des services exclusivement « chers » ou « bon marché ». Néanmoins, regardant les prix moyens par km, on peut constater que le service en Belgique, France et le service régional en Espagne sont relativement bon marché, pendant que les services en Suisse, Allemagne et surtout le Royaume-Uni sont assez chers (Hietzschold 2008). Ce résultat a été confirmé aussi par un étude de prix sur 17 relations européennes dans les modes ferroviaire, routier et aérien en mars 2007 dans laquelle particulièrement ou surtout les trains en connexion avec Londres affichaient des prix moyens de 0.42 Euro/km, tandis que le prix moyen des autres relations était de seulement 0.24 Euro/km.

2.3.2.3 *Le confort et les services embarqués*

Le confort à bord des trains est fortement associé à l'ancienneté du parc ferroviaire et les investissements annuels consacrés au matériel roulant (Stohler 2003). De plus il existe une grande variété de services qui peuvent contribuer à améliorer le confort et le trajet, tout particulièrement dans le cas de longs trajets: la restauration (service à la place en première classe), les commodités de travail (connexions internet wifi) et de loisirs (radio, location de films, etc.). Enfin, les services dans les gares incluent l'accès aux commerces de base et spécialisés, aux banques, à la restauration, aux salles d'attente.

En tenant compte de tous ces critères, on peut dire que tous les trains rapides et aussi la plupart des autres trains en Suisse, Allemagne et Espagne offrent un service assez confortable, pendant que les trains interurbains et régionaux en France, Belgique et Grande-Bretagne sont parfois moins confortables.

2.3.3 *Intégration de l'offre ferroviaire dans le système des transports*

L'intégration de l'offre se décline à partir des quatre aspects suivants (Blome et al. 2008) :

1. *L'intégration des réseaux* en termes d'organisation des lignes. La manière dont sont conçues et articulées les différentes lignes des réseaux définit assez largement l'intégration de l'offre. Les nœuds de correspondance entre services ferroviaires grandes lignes, ferroviaires et bus régionaux, tram, métro, bus urbains sont particulièrement importants de ce point de vue.
2. *L'intégration des horaires* qui garantit des correspondances entre les différents modes et permet le chaînage des moyens de transports. Dans ce domaine, le cadencement est un outil-clé pour assurer l'intégration des horaires. Ce mode d'exploitation est opérationnel en Suisse, en Allemagne, en Belgique et dans certaines régions françaises.
3. *L'intégration tarifaire* qui permet de voyager porte-à-porte avec un seul titre de transport, ce qui suppose une communauté tarifaire entre les différents opérateurs de transport, ce qui suppose une clé de répartition des revenus entre les opérateurs. Si les communautés tarifaires existent dans la plupart des grandes agglomérations d'Allemagne, à Bruxelles et à Paris, le cas Suisse mérite d'être relevé pour son abonnement général, qui propose une libre circulation annuelle sur l'ensemble des réseaux de transports publics (train, bus, tram, bateau, autocar, bus etc.). Il constitue d'une certaine manière une communauté tarifaire nationale.
4. *L'intégration informationnelle* permet au voyageur de planifier son voyage de porte-à-porte, soit à la station de départ, soit à la maison. Les régions et pays ayant introduit la communauté tarifaire disposent généralement également d'une bonne information « inter-opérateurs », comme Suisse et Allemagne, pendant que par exemple l'information intégrée est assez déficitaire en Espagne et en Grande-Bretagne. Le cas de la France, hors Ile-de-France, est assez atypique concernant l'information intermodale, puisque la SNCF la propose avec des loueurs de voiture et des compagnies aériennes, mais pas avec les opérateurs de transports publics urbains ou départementaux.

2.3.4 Les tendances pays par pays

En suivant Stohler (1993), on peut distinguer deux concept opérationnels d'intégration du train dans une offre de transports publics: le concept « charter » et le concept « mobilité ».

1. Le concept « charter ». L'offre de transport en commun se concentre sur les grands segments de point à point entre des pôles urbains. L'offre varie par rapport à la demande, sur les saisons, les jours de la semaine et les heures du jour. Les horaires sont variables et suivent principalement les contraintes techniques et les besoins du marché.
2. Le concept « mobilité ». L'offre se caractérise par la régularité et vise à couvrir l'ensemble des maillons de la chaîne de transport. L'idée est que les différents moyens de transports publics (bus, tram, train, autocar, etc.) soit un système de transport.

Dans les tableaux suivants T.2-T.7 les tendances d'offre quantitatives et qualitatives sont présentées pays par pays.

| T.2.2 | 2.3.4.1 France |
|---|---|
| Structure et niveau d'offre | L'accent est mis sur les relations à grande vitesse (TGV) avec peu de relations interurbaines conventionnelles. La qualité du trafic régional est variable selon les régions. De façon générale, il faut, en effet, faire une distinction entre les services régionaux en agglomération parisienne qui sont importants, et les services régionaux dans le reste du pays. |
| Organisation territoriale | Il s'agit d'une structure radiale avec Paris comme centre prédominant. La France est l'un des pays les plus grands d'Europe avec une superficie de 547 000 km ² , et une population de 62 millions (densité de 114 hab/km ²). Elle se caractérise par une grande variété de paysages (plaines côtières dans le nord et l'ouest; montagnes de la chaîne des Alpes, du Massif Central dans le centre-sud et des Pyrénées dans le sud-ouest). |
| Logique de définition de l'offre | De par l'organisation radiale de la France, une priorité forte est donnée aux relations à grande vitesse entre les principaux centres. Avec l'application d'horaires non-cadencés dans la plupart des zones, l'offre nationale peut être définie comme une stratégie de type "Charter". Cependant, l'agglomération de Paris représente une exception générale avec ses services denses assurés par la RATP et la SNCF pour lesquelles l'offre est basée sur une stratégie Mobilité. |
| Structure du réseau | Le réseau français se caractérise par une organisation radiale avec rôle prédominant de Paris comme centre principal de liaisons. L'organisation territoriale centralisée correspond aux relations à grande vitesse reliant les principaux centres du pays. Il n'y a que peu de liaisons de relations interurbaines conventionnelles entre les centres secondaires. La qualité et la quantité du trafic régional varient selon les régions, avec une très bonne offre en Ile-de-France, assez bonne en Rhône-Alpes et Nord-pas-de-Calais, et moins bonne ailleurs. Le réseau est plutôt long avec 29 286 km de lignes et 45 000 km de voies dans tout le pays (les ratios se situant entre 0,45 et 0,70 km/1000 habitants). |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Etendue spatiale de l'offre | Avec un total de 518,4 millions de train-km, un ratio de 8,04 train-km par habitant et une densité de trafic de voyageurs de 17 700 train-km par ligne km, l'offre se place en 4ème position parmi les six pays étudiés, après la Suisse, l'Allemagne et la Belgique. |
| Accessibilité | D'après les cartes d'accessibilité élaborées par Spiekermann et Wegener en 2006, en dehors de la région Ile-de-France, la meilleure accessibilité se trouve dans les régions du Nord, et le long de l'axe nord/sud, Lille, Lyon, Marseille (centres économiques importants). Les cartes temps/espace de Lagnois soulignent de plus, la concentration spatiale des distances due aux lignes TGV. Centrée sur la capitale, la cartographie en "anamorphose" de Lagnois illustre la rugosité extrême du territoire français où la mise en oeuvre du TGV a entraîné une réduction significative des temps de parcours entre les villes très distantes les unes des autres. |
| Intermodalité | L'intégration et la coordination des différents modes de transports publics est plutôt pauvre dans la plupart des régions de France, avec toujours l'exception de la région Ile-de-France où l'application de l'horaire cadencé et des niveaux élevés de services et de fréquences facilitent les connexions entre les services interurbains et locaux (coordination d'horaires). En Ile-de-France sont aussi proposés des tarifs et des informations en coordination avec les services de transports locaux et régionaux. L'intermodalité avec des modes de transports privés fonctionne bien dans le cas de services tels que "Park and Ride", ou de location de voitures dans les gares principales. De plus, à Lyon et Paris, l'intégration du vélo, par le biais des concepts VELO'V ou VELIB, est un véritable succès. En outre, le site Internet voyages-SNCF (http://www.voyages-sncf.com/) ne propose aucune relation intermodale transports publics (correspondance avec réseau routier de cars non TER ou urbains) mais offre la possibilité d'acheter des billets SNCF et d'avion, des locations de voiture et hébergement et de comparer avec l'outil « EcoComparateur » les prix et les émissions de CO2 pour des voyages en train, avion ou voiture privée. |
| Lisibilité | La lisibilité et la compréhension de l'offre sont parfois altérées par une définition quelque peu confuse du segment du marché. Alors que le segment des relations à grande vitesse est exclusivement desservies par le TGV et par quelques trains rapides conventionnels comme les Corail TéoZ, les TER offrent une palette de services plus large allant de trains interurbains de longue et moyenne distances à du trafic régional accéléré et périurbain. L'offre étant basée sur des horaires non cadencés, la présentation des horaires dans les gares par voie d'affichage et par le biais des brochures d'horaires est complexe et très peu lisible, ceci étant encore renforcé par le fait que de nombreux trains ne circulent pas tous les jours. De plus, comme l'offre varie en fonction de la demande, les voies de départ des trains dans les gares sont annoncées au dernier moment. Ceci ne facilite pas la compréhension de l'offre par le voyageur. |
| Etendue temporelle de l'offre | Les services de trains régionaux et à grande vitesse s'interrompent après 21h; les relations conventionnelles interurbaines encore plus tôt. Dans les zones et périodes de faible demande, les trains régionaux (TER) sont souvent remplacés par des bus. |
| Fréquence | La France est traditionnellement un pays avec un système d'horaires non-cadencés, mais elle est actuellement en train de développer le concept d'horaire cadencé pour les relations à fréquence suffisamment élevée. Pour l'instant, une partie des relations TGV, ainsi que la plupart des relations régionales Ile-de-France, la majorité de Rhône-Alpes, Bourgogne, Normandie PACA et Sud-Aquitaine fonctionnent sur la base de l'horaire cadencé. Le processus de mise en oeuvre étant en cours, il est trop tôt pour proposer une enquête d'impact et de satisfaction. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Tarification | En France, l'offre ferroviaire, tous segments de marchés confondus, est abordable, sans pourtant être très économique, avec des coûts entre 0,11 et 0,19 €/km dans le cas de réservation et d'achat de tickets de dernière minute. Pour ce qui est des TGV et autres trains interurbains rapides, la réservation est obligatoire et les prix sont fortement dépendants de la demande, avec des tarifs plus élevés en heures de pointe, en saison haute, en cas de réservation de dernière minute et de tickets flexibles ou remboursables. Ainsi, la demande et la flexibilité ont un impact important sur les prix. D'autre part, le niveau de confort et la durée du trajet influencent aussi les prix puisque les billets TGV (rapidité et haut niveau de confort) sont comparativement plus élevés que les billets de trains interurbains ou régionaux, qui sont eux moins rapides (en termes de prix par minute de voyage). Il existe cependant une variété de réductions possibles, particulièrement en cas de réservation à l'avance (PREM'S), mais aussi pour les voyageurs réguliers (50% de réduction) et les navetteurs (abonnements de travail et abonnements sur une ligne spécifique). Il n'y a pas d'unification tarifaire valable dans tout le pays, intégrant des opérateurs nationaux, régionaux et locaux sauf en Ile-de-France où la RATP, la SNCF et d'autres opérateurs sont associés. |
| Niveau de confort et services | Le niveau de confort à bord des trains dépend du secteur du marché avec un niveau plutôt élevé dans les trains TGV et variable pour les trains interurbains et régionaux. Les grandes gares proposent un panel de services en réponse aux besoins du voyageur mais non aux besoins quotidiens de base. Les petites gares offrent peu, voire pas du tout de services. |

| | |
|---|---|
| T.2.3 | 2.3.4.2 Suisse |
| Structure et niveau d'offre | Afin de ne pas privilégier le développement d'une région en particulier au détriment des autres, la Suisse a décidé de mettre en place un type d'offre qui permet d'améliorer les services de transports publics dans la totalité du pays. Ainsi, le concept d'horaire cadencé mis en oeuvre en 1982 a donc été développé sous la forme du projet "Rail 2000" dans le but d'améliorer l'offre de manière équilibrée et coordonnée entre les transports interurbains et régionaux de l'ensemble du pays. Avec comme principe d' "aller non pas aussi vite que possible, mais aussi rapidement que nécessaire", le développement de l'infrastructure s'est fait par un ensemble de projets nécessaire au système global cadence plutôt que par un réseau étendu de lignes à grande vitesse. |
| Organisation territoriale | Structure décentralisée et polycentrique avec un axe est-ouest regroupant les principaux centres économiques (Zurich, Genève, Basel, Lausanne, Berne). La Suisse est le plus petit des 6 pays étudiés avec 7,6 millions d'habitants sur une superficie de 41 285 km ² (densité moyenne de 181,87 hab/km ²). La géographie suisse se caractérise par les régions montagneuses (Alpes, Jura, une partie du Plateau) qui représentent presque 70% de la superficie totale, et par la présence de lacs et de rivières (3,7% du territoire). Cette configuration rend ardu le développement d'un réseau de lignes à grande vitesse. |
| Organisation institutionnelle | Le gestionnaire d'infrastructure principal est CFF Infrastructure aux côtés d'autres réseaux gérant leur infrastructure comme BLS et SOB. La gestion de l'allocation des sillons est centralisée par Sillon.ch qui appartient aux trois plus grands gestionnaires d'infrastructure ferroviaire (CFF, BLS et SOB). L'opérateur voyageurs principal est CFF Voyageurs aux côtés d'autres entreprises ferroviaires comme BLS, TPF ou SOB. Les opérateurs principaux fret sont CFF Cargo et BLS Cargo aux côtés de quelques autres plus petits. Sur le réseau à voie normale, la plupart des opérateurs sortent du réseau de leur gestionnaire d'infrastructure, et la plupart de gestionnaire d'infrastructure accueillent plusieurs opérateurs. Il existe en plus de nombreux réseaux à voie métrique qui fonctionnent en général de manière plus intégrée que ceux à voie normale (qui doivent être en "open access"). |
| Logique de définition de l'offre | La Suisse peut être considérée comme un pays typique de la stratégie "Mobilité" puisqu'elle a développé et mis en oeuvre relativement tôt (depuis 1982) le système d'horaires cadencés. Depuis la mise en service de la première étape du projet "Rail 2000", le service est coordonné et organisé autour de plusieurs noeuds principaux (Bâle, Berne, Bienne, Lausanne, Olten et Zurich) servant de noeuds de correspondances autour des minutes 00/30 15/45. Le service est homogène, constant et fréquent. |
| Structure du réseau | La carte du réseau suisse montre que le réseau est caractérisé par un système maillé avec de nombreuses liaisons entre les multiples centres (primaires et secondaires). Néanmoins, on remarque que l'accent est mis sur un axe est-ouest entre St-Gall et Genève, incluant les centres de Lausanne, Berne, Olten et Zurich. La longueur du réseau de toutes les compagnies est de 5 060 km de lignes et de 5 140 km de voies. Un réseau très étendu proportionnellement au nombre d'habitants (respectivement 0,67 et 0,68 km/1000 habitants). |
| Etendue spatiale de l'offre | Avec un taux de 22,41 train-km par habitant et une densité de trafic de 33 621 train-km/ligne-km, la Suisse possède, de loin, l'offre la plus dense en Europe et occupe clairement la première place parmi les six pays étudiés. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Accessibilité | La carte d'accessibilité établie par ARE en 2001 (basée sur les distances moyennes de 22 services différents) montre une Suisse séparée en deux parties en fonction de la densité de population: le Nord, partie accessible et dense; le Sud, moins accessible et moins dense. Alors que la partie nord comprend l'axe est-ouest avec les centres principaux de St-Gall, Zurich, Berne, Genève et Lausanne, la partie sud inclut principalement les Alpes et les zones rurales avec une densité de population faible. Dans ces dernières, les distances moyennes d'accès aux services peuvent atteindre 300 mètres et plus. |
| Intermodalité | Etant donné la bonne coordination entre les différents gestionnaires d'infra et entre les différents opérateurs ainsi que l'application à l'échelle nationale du système d'horaire cadencé, les différents modes de transports publics sont très bien intégrés en termes de coordination d'horaires, de tarifs et de diffusion d'information. Comme exemple unique, on peut citer l'abonnement général qui permet de voyager gratuitement sur tout le réseau national, régional et local de transport public, incluant même la gratuité ou des tarifs réduits pour le bateau, les téléphériques et les trains de montagnes. L'abonnement demi-tarif comprend presque tous les réseaux non urbains une partie des réseaux urbains. En ce qui concerne l'information, le site internet d'information sur les horaires des CFF comprend tous les opérateurs de transport qu'ils soient nationaux, régionaux ou locaux. Pour ce qui est de l'intégration des transports privés, il est possible de trouver, dans toutes les gares principales, les services suivants: Park and Ride, location de voitures, services de covoiturage et location de vélos. |
| Lisibilité | La séparation entre les catégories de dessertes intercités, interrégionaux, régionaux express et régionaux et RER est claire et caractérisée par des politiques d'arrêts, des vitesses commerciales et des services à bord bien distincts. Grâce à l'application de l'horaire cadencé, la présentation de l'offre est facilement compréhensible par le client. L'affectation fixe des voies à quai facilite l'orientation des voyageurs dans les gares. |
| Etendue temporelle de l'offre | Les relations interurbaines et la plupart des services régionaux commencent à circuler entre 5h et 6h du matin et s'arrêtent tard le soir (autour de minuit), avec certaines relations qui fonctionnent plus tard dans la nuit. Dans les plus grandes agglomérations (spécialement la zone métropolitaine de Zurich), il y a des lignes RER qui fonctionnent jusqu'à 1h du matin en semaine, et plus tard le weekend, et sans interruption pour certaines lignes. De plus, les services de transport de nuit sont parfois remplacés ou complétés par des bus après une heure spécifique. |
| Fréquence | Du fait de l'application à l'échelle nationale de l'horaire cadencé intégré, les fréquences sont constantes sur l'étendue temporelle de l'offre quotidienne. L'étendue de l'intervalle dépend de la ligne et du segment de marché, et varie de 15 à 60 minutes. |
| Tarification | Le service est plutôt cher, avec des coûts autour de 0,25€/km. Les prix standards ne varient ni en fonction du niveau de confort du train, ni de la durée du trajet, ni de la demande (pas de différences entre les heures de pointe et les heures creuses, exceptions faites de quelques offres spéciales de dernière minute ou d'achat à l'avance). La réservation n'est jamais obligatoire. Toutes les catégories de trains sont donc soumises à la même politique de tarification. Quelques exceptions sont faites dans le cas du "ticket de 9h" qui permet de voyager à tarif réduit après l'heure de pointe matinale et d'offres spéciales en cas d'achat à l'avance ou de dernière minute. Les tarifs élevés sont compensés par abonnements annuels demi-tarif et général qui sont utilisés par près d'un tiers de la population. Comme mentionné précédemment, l'abonnement général comprend tous les opérateurs de transport public nationaux, régionaux et locaux, alors que l'abonnement demi-tarif en comprend la plupart. En plus, il existe des communautés tarifaires proposant des abonnements mensuels et annuels (et parfois aussi des billets à l'unité) qui permettent de voyager librement sur tous les réseaux dans les zones choisies à tarifs économiques. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Niveau de confort et services | Le niveau de confort à bord des trains varie peu en fonction des différents segments de marché et des types de trains, avec un niveau généralement plutôt élevé. Tous les trains Intercités proposent une voiture-restaurant avec service, mais peu de trains offrent d'autres services, tels que par exemple un service d'accès Wifi ou des magazines gratuits en première classe. Les grandes gares proposent l'ensemble des services alors que les gares moyennes proposent les services de base comprenant le commerce de proximité avec des horaires d'ouverture étendus. |
|--------------------------------------|--|

| | |
|---|--|
| T.2.4 | 2.3.4.3 Allemagne |
| Structure et niveau d'offre | En ce qui concerne les grandes lignes, l'offre ICE et IC est très développée. L'organisation territoriale décentralisée ainsi que les nombreux centres urbains font que la plupart de ces relations ICE ne sont pas stricto sensu de véritables relations à grande vitesse. Il y a cependant des exceptions dont les Sprinter. En ce qui concerne les transports interurbains et régionaux, l'offre sur ces secteurs de marché est très développée partout. |
| Organisation territoriale | L'Allemagne se caractérise par une structure clairement décentralisée avec des pôles principaux à Berlin, Munich, Hambourg, Francfort, Cologne, Stuttgart, Dresde, Leipzig, la région Rhein-Ruhr, Hannover, Brême et Nuremberg. Avec une population de 82,2 millions d'habitants, répartis sur une superficie de 357 000 km ² (densité de population: 230 hab/km ²), l'Allemagne est le pays le plus peuplé d'Europe. Au niveau géographique, l'altitude varie de la chaîne des Alpes au Sud, aux côtes de la Mer du Nord au nord-ouest et à la Mer Baltique au nord-est. Entre les deux se trouvent les forêts des hautes terres du centre et les basses terres du nord du pays traversées par quelques uns des principaux fleuves d'Europe tels que le Rhin, le Danube et l'Elbe. De par sa situation centrale, l'Allemagne partage ses frontières avec plus de pays européens que n'importe quel autre pays du continent. |
| Organisation institutionnelle | Le processus de libéralisation du marché ferroviaire allemand comprend deux groupes de réformes. Les premières étant les réformes de 1993 et 1999 qui abolirent la structure publique d'entreprise intégrée de la DB pour la remplacer par une SA, la DB AG. Aujourd'hui la DB AG est une holding qui comprend cinq entités indépendantes : le gestionnaire de l'infrastructure DB Netz AG, le gestionnaire de gares et de services DB, les opérateurs de trafic longues distances DB Fernverkehr AG, ainsi que DB Regio AG pour le trafic régional et l'opérateur de fret Railion/DB-Schenker. Le matériel roulant est réparti entre les différents opérateurs. Alors que 25% de la part d'exploitation est prévue pour être placée en bourse, la gestion de l'infrastructure reste la propriété d'actionnaires publics. En plus des opérateurs DB, il existe une large gamme opérateurs privés, par exemple Eurobahn (qui appartient à Keolis, filiale de la SNCF), VEOLIA et GVG pour les services de longues distances et BeNEX et ARIVA pour les services régionaux. Au total, il y a environ 300 opérateurs (en incluant le transport de fret). Le deuxième groupe de réformes du processus de libéralisation fut la loi de régionalisation de 1996. Cette loi stipule que l'exploitation des relations longue distance doit relever de la libre entreprise alors que pour le transport régional (en dessous de 50kms ou de moins d'une heure de trajet), les Länder reçoivent des aides financières du gouvernement central pour commander les prestations aux opérateurs. Le transport régional est même légalement défini comme un droit public. Les Länder et les associations de développement régional sont les seuls responsables de l'attribution des mandats d'exploitation pour des périodes de 5 ans minimum. |
| Logique de définition de l'offre | Il faut faire une différence entre l'offre nationale et l'offre régionale. Au niveau national (longue distance), on observe une concentration des services sur les axes principaux où la demande est importante, avec continuité de l'offre et noeuds de correspondance. Avec l'application de l'horaire cadencé coordonné sur tout le réseau, on peut dire que l'offre relève d'une stratégie Mobilité, sauf les relations qui relèvent d'une stratégie de type Charter. Pour le transport régional, on peut parler de stratégie Mobilité, étant donné la forte densité de réseau et de services même sur les lignes à faible demande en périphérie et zone rurale, et l'application de schémas d'horaires cadencés dans toutes les régions. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Structure du réseau | La carte du réseau allemand montre clairement une structure multipolaire et maillée avec de multiples liaisons entre les nombreux centres (en plus de Berlin, Hambourg, Hannover, Cologne, Francfort, Munich, Mannheim, Nuremberg et Würzburg pour le trafic interurbain et quelques autres centres régionaux). Avec un total de 38 000 ligne-km et 52 000 voie-km (ratios de 0,46 et 0,63 km/1000 habitants), l'étendue spatiale du réseau est relativement grande et place l'Allemagne au second rang parmi les 6 pays étudiés, après la Suisse et à quasi égalité avec la France. |
| Etendue spatiale de l'offre | Avec 11 tr*km par habitant et une densité de trafic annuelle de 23'670 trkm/km de ligne, l'offre ferroviaire allemande est dense et se situe à la 2e place derrière la Suisse. L'étendue spatiale de l'offre est plutôt élevée sur l'ensemble des segments de marché compte tenu des particularités des relations ICE mentionnées. |
| Accessibilité | D'après les cartes d'accessibilité établies par Spiekermann et Wegener en 2006, l'accessibilité au train dans les régions est plutôt élevée, en comparaison avec les niveaux d'accessibilité des autres pays étudiés. De façon générale, on observe une déclinaison est-ouest, avec une meilleure accessibilité dans la partie ouest du pays (ex RFA). L'accessibilité est généralement améliorée par la coordination intermodale. |
| Intermodalité | La coordination entre les offres de transports publics est bonne. L'application générale de l'horaire cadencé garantit une coordination des horaires entre les services de transport public interurbains, régionaux et locaux. De plus, il existe des accords tarifaires importants pour les services régionaux et locaux sous la forme de communautés tarifaires qui incluent également une politique d'information commune. Cependant, les cartes de réduction DB (appelés Bahncard, voir aussi ci-dessous: Tarification) concernent exclusivement les voyages en train. Pour ce qui est de l'intégration avec les modes privés, on trouve les services Park and Ride, Bike and Ride, et Kiss and Ride ainsi que la location de voitures dans la plupart des gares. |
| Lisibilité | Il y a une séparation claire entre les relations à grande vitesse (ICE), les relations intervilles conventionnelles (IC) et le transport régional. Grâce à l'application de l'horaire cadencé et sa coordination au niveau national, l'offre de service est plutôt facile à comprendre pour le voyageur. Cela permet aussi une présentation des horaires et une affectation fixe des voies à quai qui facilitent l'orientation du voyageur. Néanmoins, certains trains régionaux sont supprimés en heures creuses ce qui fait perdre de la lisibilité à la présentation de l'offre. Outre l'information reçue dans les gares, le service offert par le site internet de DB AG intègre les services de trains à travers toute l'Europe et propose pour l'Allemagne une information en temps réel pour les départs de train et les retards. D'autre part, la compagnie propose des brochures qui renseignent les clients sur les durées de trajet et sur les principales correspondances au départ des différentes gares sur chaque relation importante. |
| Etendue temporelle de l'offre | L'étendue temporelle de l'offre varie selon les différents segments de marché. Les relations interurbaines ICE et IC fonctionnent de façon régulière entre 5-6h du matin et jusqu'à 23-24h. Pour le trafic régional, il faut différencier les services d'agglomération du reste du réseau. Dans les agglomérations, les trains circulent souvent, (spécialement le weekend pendant toute la nuit et sont parfois remplacés par des bus aux heures tardives. Dans les régions avec une demande moins importante, les services de transport s'arrêtent généralement autour de minuit. Dans les zones de très faible demande les bus remplacent parfois les trains en soirée. |
| Fréquence | Grâce à l'application du concept de l'horaire cadencé (sauf dans le cas des relations Sprinter), les fréquences sont constantes sur la journée. La durée de l'intervalle varie |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | <p>selon la relation et le secteur de marché. Alors que les relations ICE fonctionnent à une fréquence d'une heure (avec quelques variations sur certaines fins de parcours) les relations conventionnelles IC ont des intervalles d'une à deux heures en fonction de la demande. Pour les trains régionaux, on peut distinguer d'une part, l'Express régional qui circule à une fréquence d'une à deux heures et qui marque seulement les arrêts principaux, d'autre part, le régional qui s'arrête dans toutes les gares, également à une fréquence d'une à deux heures, et pour finir le RER ("S-Bahn", seulement dans les grandes agglomérations) qui dessert également toutes les gares, mais avec une fréquence élevée (toutes les 10, 20 ou 30 minutes).</p> |
| Tarifification | <p>Les prix sont assez élevés et varient en fonction du segment de marché et de la demande. Les relations rapides nécessitent un supplément par rapport au tarif interurbain général (un pourcentage de tarif conventionnel et un supplément de 11 à 16 € (2ème et 1ère classes pour les trains Sprinter), rendant plus onéreux les niveaux de confort et de vitesse plus élevés. Cependant, les services interurbains font de plus en plus l'objet d'offres à tarifs bas en fonction de la demande et de la date de réservation. Les services de trains régionaux sont souvent intégrés dans une communauté tarifaire au niveau régional dans laquelle les tarifs réduits et les abonnements mensuels sont disponibles. DB offre pour ses voyages en train des pass annuels avec des réductions de 25, 50 et 100% ("BahnCard"). Comme dans la plupart des pays, la concurrence d'autobus interurbains n'est pas autorisée, à une exception près: pour des raisons historiques (qui remontent à l'avant réunification de l'Allemagne de L'Est et de l'Allemagne de l'Ouest), un seul opérateur de cars est autorisé à proposer un service de transport entre Berlin et 25 villes importantes. Comme les tarifs sont très bas, ces cars représentent un concurrent sérieux pour les transports ferroviaires.</p> |
| Niveau de confort et services | <p>De façon générale, le niveau de confort est élevé sur les services ICE et interurbains conventionnels. Il est d'un niveau moyen à élevé sur les trains régionaux. Les gares offrent généralement une gamme importante de services et commerces, y compris les magasins de première nécessité avec des horaires d'ouverture étendus.</p> |

| | |
|---|--|
| <i>T.2.5</i> | <i>2.3.4.4 Belgique</i> |
| Structure et niveau d'offre | Etant donné sa petite taille et les courtes distances, le pays ne possède pas d'offre interne à grande vitesse, mais est desservi par des relations à grande vitesse internationales (TGV, Thalys, Eurostar, et bientôt Albatros de et vers Amsterdam, etc.). Les catégories de dessertes existantes IC, IR, R (régionaux) ainsi que les L (trains locaux) couvrent l'ensemble segments de marché et sont proches les uns des autres. Dans le futur (environ 2016), la mise en oeuvre d'un RER dans la région bruxelloise est prévue. |
| Organisation territoriale | La Belgique est un pays fortement centralisé au plan de l'urbanisation, avec Bruxelles comme centre géographique, économique et administratif. Néanmoins, étant divisé en trois régions, le pays se compose de plusieurs centres secondaires, dessinant de ce fait une forme d'organisation mixte radio-concentrique. La Belgique est à cheval entre la culture germanique et la culture latine. Avec une population de 10,5 millions d'habitants sur une superficie de 34 000 km ² (dont plus de 6% en zones inondables), la densité de population (344,3hab/km ²) est la plus élevée d'Europe. Le pays a trois régions géographiques principales: la plaine côtière du nord-ouest, le plateau central, et les hautes terres des Ardennes dans le sud-est. |
| Organisation institutionnelle | Le gestionnaire de l'infrastructure Infrabel et l'opérateur historique SNCB, sont associés à l'opérateur de fret B-Cargo dans le cadre de B-Holding. Au total, seuls quatre opérateurs de transport interne de voyageurs sont présents dans toute la Belgique: la SNCB, de Lijn dans la partie flamande, TEC dans la partie Wallonne et la STIB dans la région métropolitaine de Bruxelles. |
| Logique de définition de l'offre | La Belgique a développé et mis en oeuvre relativement tôt (en 1984) à l'échelle nationale, le concept d'horaires cadencés coordonnés. Avec un réseau et des services ferroviaires denses (par rapport au nombre d'habitant) et une offre de trafic régional et interurbain équilibrée, on peut dire que ce pays a une stratégie d'offre de type Mobilité. |
| Structure du réseau | Le graphique montre que le réseau est fortement radial, et centré sur la capitale Bruxelles. Les deux centres secondaires principaux sont Anvers et Liège. Le réseau, avec 3 544km de lignes et 6000 km de voies, est comparativement étendu en relation au nombre d'habitants (respectivement 0,33 et 0,57 km / 1000 habitants). |
| Etendue spatiale de l'offre | Avec un taux de 9,48 train-km par habitant et une densité de trafic de 28 313 train-km/ligne-km, la Belgique possède un service plutôt dense, se plaçant ainsi au 3ème rang parmi les six pays étudiés, derrière la Suisse et l'Allemagne. |
| Accessibilité | D'après les cartes Spiekermann et Wegener en 2006, toute la Belgique a une très bonne accessibilité, un peu moins dans les régions du sud. En outre, les cartes de l'étude de Vandenbulcke et al. (2008) décrivent l'accessibilité des gares ferroviaires et des centres villes aux heures de pointe et aux heures creuses dans 2616 zones différentes (sur une superficie de 12km ²) et indiquent le temps moyen d'accès à la gare de trains la plus proche (accès à la gare en voiture et temps d'attente à la gare): en heures de pointe, plusieurs zones nécessitent plus de 25 minutes pour atteindre la gare la plus proche à cause des embouteillages (surtout dans la partie nord du pays). |
| Intermodalité | Grâce à l'existence de seulement quatre opérateurs au niveau national, régional et local (SNCB, de Lijn, TEC et STIB), les différents modes de transports publics sont |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | généralement bien intégrés en termes de tarifs et d'information. De plus, l'application de l'horaire cadencé garantit une coordination des horaires, au moins dans et entre les services de transports interurbains et régionaux. Concernant l'intégration avec les transports privés, dans les gares principales on trouve les services de Park and Ride, de location de voitures ainsi que de Bike and Ride. |
| Lisibilité | La distinction entre les services interurbains et régionaux est claire, et se caractérise par une politique de vitesse et d'arrêts spécifique. Grâce à l'application de l'horaire cadencé, l'offre est facile à comprendre pour le client. L'affectation fixe des voies à quai facilite l'orientation du voyageur dans les gares. |
| Etendue temporelle de l'offre | Le pays se caractérise par une grande étendue de l'offre temporelle, avec des trains qui circulent de 5h30 à environ minuit. Sur certaines lignes régionales, les trains en soirée sont parfois remplacés par des bus, qui complètent aussi parfois le service après minuit. |
| Fréquence | Les fréquences de trains sont constantes sur toute l'étendue temporelle de l'offre quotidienne et en général plutôt élevées. Parallèlement à cela, il y a les trains supplémentaires hors système dénommés L (pour Local), augmentant l'offre aux heures de pointe, en complément à la trame de base de l'horaire cadencé. |
| Tarification | Le service est bon marché, avec les coûts moyens au km les plus faibles (0,14€/km) parmi les six pays étudiés. Les prix sont proportionnellement plus bas pour les distances les plus longues. La demande, le niveau de confort ou les durées de trajet plus courtes (par exemple, dans un train interurbain) n'influencent pas le prix des billets. Une gamme large d'offres pour les navetteurs et les voyageurs réguliers existe, permettant sur une section spécifique ou sur tout le réseau d'obtenir des réductions sur une durée d'une semaine, de 1, 3 ou 12 mois. De plus, il existe des offres touristiques pour le weekend. Grâce à la coordination entre les différents opérateurs, des accords tarifaires permettent des prix avantageux pour les voyageurs. |
| Niveau de confort et services | Le niveau de confort à bord des trains est assez faible, surtout dans les trains régionaux, avec un matériel roulant relativement ancien et peu de services à bord proposés. Les gares sont souvent vétustes, peu confortables et offrent uniquement les services de base. De plus, même si la gestion est effectuée par un seul opérateur dans le cadre de B-Holding, il n'y a pas d'identification commune et généralisée entre les gares. |

| T.2.6 | 2.3.4.5 Espagne |
|---|--|
| Structure et niveau d'offre | En Espagne, en matière d'offre ferroviaire, l'accent est mis sur les relations à grande vitesse (AVE), alors que la densité du réseau ferroviaire interurbain est de qualité moyenne à médiocre. Les services régionaux sont comparativement bien à très bien développés avec quelques disparités d'une région à l'autre (voir aussi Etendue spatiale de l'offre). |
| Organisation territoriale | L'Espagne se caractérise par une structure radiale avec la prédominance des centres urbains de Madrid et Barcelone, suivis par Valence, Séville, Bilbao et Malaga. Avec une population de 45,2 millions sur une superficie de 504 000 km ² , la densité de population moyenne est plutôt faible (90 habitants/km ²). Cependant, ces dernières années, l'immigration a contribué à une augmentation conséquente de ces chiffres. Au niveau géographique, l'Espagne est dominée par de hauts plateaux et des chaînes de montagnes, telles que la Sierra Nevada et les Pyrénées. |
| Organisation institutionnelle | En Espagne, la gestion de l'infrastructure par ADIF est clairement distincte de l'opérateur RENFE. Celui-ci en tant qu'exploitant principal et historique forme une holding de plusieurs entités : les Grandes Lignes (Grandes Lineas) pour les services longue distance (les services à grande vitesse appelés AVE et d'autres tels que Alaris, Euromed et Estrella), le trafic de proximité (Cercanias) pour les distances intermédiaires et le transport régional, ainsi que le fret (Cargas). Il existe également des réseaux à voie étroite avec des services distincts dans les régions autonomes de Catalogne, du Pays Basque, de Valence, gérés et exploités respectivement par FGC, Euskotren et FGV ainsi que FEVE, qui est principalement présent dans le Nord du pays, entre la Galicie et le Pays Basque. |
| Logique de définition de l'offre | En raison de sa structure radiale, le pays se caractérise par un développement rapide du réseau à grande vitesse (AVE) autour de la capitale Madrid. Etant donné la faible densité du réseau et l'offre variable (spatialement et temporellement), les services de moyenne et longue distances peuvent être considérés comme relevant d'une stratégie d'offre Charter. Néanmoins, le transport régional et de distance intermédiaire géré par "Cercanias" est un service dense et interconnecté avec des fréquences régulières et constantes, et relève d'une stratégie Mobilité. |
| Structure du réseau | Le réseau interurbain est fortement radial et centré sur Madrid en tant que capitale. Les autres noeuds importants sont les principaux centres économiques et les capitales régionales le long des radiales, telles que Barcelone, Saragosse, Bilbao, Valence, Séville, Malaga, Cordoue et Valladolid. Avec un total de 14 452 ligne-km et 17 000 voie-km (ratios entre 0,32 et 0,38 km/1000 habitants), l'étendue spatiale du réseau est comparativement faible et place l'Espagne au dernier rang parmi les six pays étudiés. |
| Etendue spatiale de l'offre | Avec 4,44 train-km par habitant et une densité de trafic de 13 887 train-km par ligne-km, le service est relativement pauvre. Cependant, le développement de l'AVE ces dernières années s'est accéléré et Madrid est désormais reliée à toutes les autres grandes villes du pays. Entre Madrid et Barcelone, une fréquence élevée et des temps de trajet courts permettent même à des flux importants de voyageurs de circuler entre les deux centres économiques principaux malgré la concurrence de l'aérien. L'offre ferroviaire interurbaine et régionale varie en fonction des régions, avec, de façon générale, un meilleur niveau dans les régions autonomes de Catalogne, de Valence et du Pays basque. |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Accessibilité | D'après les cartes d'accessibilité établies par Spiekermann et Wegener en 2006, l'accessibilité ferroviaire aux différentes régions espagnoles est faible en comparaison avec les niveaux d'accessibilité des autres pays à l'étude. Il existe une meilleure accessibilité dans les zones centrales autour de Madrid, Barcelone, Bilbao et Seville/Malaga. |
| Intermodalité | L'intégration et la coordination des différents modes de transports publics est très pauvre en Espagne, particulièrement en termes d'intégration de tarifs et d'information. Les services de longue, moyenne et courte distances appartenant à des entités distinctes bien qu'au sein de RENFE, il n'y a pas de service de vente de billet commun. Par exemple, sur le site officiel de RENFE, l'achat en ligne de billets est limité aux voyages de longue distance, alors que pour le segment "Cercanias", l'information concerne exclusivement les horaires et les types de billets des relations régionales. La coordination des horaires est limitée aux zones et segments appliquant les horaires cadencés, principalement le transport régional dans les grandes agglomérations nationales. L'intermodalité avec des modes privés est limitée à l'offre Park and Ride, à la location de voitures et aux services émergents Bike and Ride et Rental Bike dans les grandes gares (principalement à Madrid et Barcelone). |
| Lisibilité | Les différences entre AVE et d'autres trains rapides de longue distance tels que ALARIS, AVIA, Euromed et Estrella portent quelque peu à confusion. Le trafic régional ("Cercanias") existe dans les régions autonomes en plus des services proposés par les entreprises régionales telles que FGC, FGV et Euskotren (en Catalogne, les services proposés par Cercanias et FGC fonctionnent dans certains cas sur les mêmes couloirs, mais sur des réseaux séparés). L'orientation du voyageur est parfois difficile, spécialement sur les relations non-cadencées (ce qui est le cas de la majorité de l'offre longue distance). En raison de la variabilité temporelle de l'offre, l'affectation non fixe des voies quai dans les gares forme un obstacle supplémentaire à l'orientation du voyageur. |
| Etendue temporelle de l'offre | Les services de trains régionaux et à grande vitesse s'interrompent généralement après 21h : les relations conventionnelles de trains interurbains cessent leur exploitation encore plus tôt. Dans certaines zones métropolitaines (par exemple les trains régionaux FGC en Catalogne) les services de nuit sont parfois assurés par des bus. |
| Fréquence | Sur la plupart des relations longue distance, en raison de la forme classique d'horaires non-cadencés, la fréquence varie pendant la journée et en fonction de la demande (heures de pointe et heures creuses). Certaines lignes principales AVE (par exemple Madrid-Barcelone) connaissent un horaire cadencé à l'heure, avec une densification du service (cadence 30 minutes) le matin et le soir en heures de pointe. Dans les régions, par exemple en Catalogne, à Valence, dans la région métropolitaine de Madrid et sur quelques lignes en Andalousie où l'horaire cadencé est appliqué, la fréquence de trains régionaux est plutôt élevée (au moins toutes les 30 minutes). |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Tarifification | En Espagne, les prix varient fortement en fonction de la durée et du niveau de confort du voyage, puisque les prix au km et à la minute, pour les trains AVE, sont plus du double des prix de trains conventionnels interurbains et plus de 4 fois plus chers que les trains régionaux. Pour le segment des relations longue distance, le concept des "trains de séjour" entraîne une perte de flexibilité dans l'achat et l'échange de billets. En conséquence, il y a des réductions dans le cas de réservation à l'avance (dépendance de la demande) et 20% de réduction sur les tarifs aller-retour. Néanmoins, les "pass" ou les tarifs économiques n'existent que pour les trains régionaux et seulement dans certaines régions, alors qu'il n'y a aucune offre spéciale pour les voyageurs réguliers sur les longue et moyenne distances. Il est important de noter également la forte concurrence exercée par les services nationaux de cars aux tarifs plus économiques et qui relient toutes les villes principales de façon directe et fréquente. Contrairement aux autres pays étudiés, les services de cars ne sont pas limités aux liaisons internationales. |
| Niveau de confort et services | Le niveau de confort à bord des trains dépend des segments de marché. Il est plutôt élevé dans les trains AVE et dans les trains régionaux de Catalogne, Valence et du Pays basque mais relativement bas sur les distances intermédiaires et dans quelques trains régionaux. Les plus grandes gares offrent une gamme de services en lien avec les besoins du voyageur mais pas de commerce de proximité. Les gares plus petites proposent uniquement des services de restauration de base. |

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>T.2.7</i> | <i>2.3.4.6 Grande-Bretagne</i> |
| Structure et niveau d'offre | Il n'existe que quelques relations nationales pouvant entrer dans la catégorie grande vitesse en Grande-Bretagne. Elles sont principalement situées sur l'axe nord-sud, reliant la zone métropolitaine de Londres à la région de Midlands et à l'Ecosse (ECML et WCML: "East and West Coast Main Lines"). Il y a également les relations internationales "Eurostar" vers la France et la Belgique. De façon générale, on remarque une grande disparité entre les services autour et vers l'agglomération de Londres qui sont performants, et les autres services interurbains et régionaux qui le sont beaucoup moins. L'envergure des différents opérateurs entraîne des types de services très disparates sur les mêmes lignes et de fait des chevauchements entre segments de marché (voir aussi "Organisation institutionnel"). |
| Organisation territoriale | La Grande-Bretagne se caractérise par une structure centralisée avec une forte priorité sur la capitale (Londres). L'étendue nord-sud du pays (plus de 10 degrés de latitude) entraîne de longues distances vers les centres économiques du Nord de l'Angleterre et de l'Ecosse depuis Londres. Il existe donc d'autres noeuds reliés entre eux par de nombreuses liaisons. On parlera donc plutôt d'un système "centro-nodal". Avec une superficie totale de 209 000 km ² et une population d'environ 58 millions, la densité moyenne de 277 hab/km ² est plutôt élevée (en comparaison avec les moyennes européennes). Géographiquement, la Grande-Bretagne est marquée par un paysage plat ou vallonné dans l'Est et le Sud, alors que les collines et montagnes sont prédominantes dans les régions de l'Ouest (Pays de Galles) et du Nord (Ecosse, Penine Range). |

| | |
|---|--|
| Organisation institutionnelle | La gestion de l'infrastructure est clairement séparée de l'exploitation: en 2002, Network Rail est redevenue une entreprise publique responsable du développement et de la gestion de l'infrastructure ferroviaire. De nombreux opérateurs sont rassemblés dans l'association ATOC (Association of Train Operators). Créée par les opérateurs ferroviaires dans le cadre de la loi de 1993 (National Railways Act), ATOC est propriété de ses membres et représente les opérateurs en termes de communication et dans les processus de négociation avec le régulateur public ORR (Office of Railway Regulator). ORR gère également les centres de vente de billets et de revenus de billets (ORCATS). En plus de cela, les opérateurs sont eux-mêmes responsables du processus de négociation avec Network Rail pour ce qui concerne les horaires et les questions d'évolution de l'infrastructure. Il faut impérativement tenir compte du fait qu'il existe deux types d'opérateurs: d'une part les titulaires de concessions pour les différents services subventionnés par le régulateur d'après le contrat de concession, d'un autre côté ce qu'on appelle les opérateurs "à libre accès" qui sont autorisés à exploiter les services dans le cadre des créneaux de marché rentables, payant simplement une redevance forfaitaire pour l'utilisation de l'infrastructure sans aucune aide du régulateur. Néanmoins, le nombre d'opérateurs a diminué ces dernières années avec aujourd'hui environ 32 compagnies dans le transport de voyageurs. |
| Logique de définition de l'offre | Compte tenu du haut niveau de dérégulation (par lequel seuls des services minimums sont définis entre les entreprises privées et le régulateur), de la médiocrité de l'état de l'infrastructure, de la densité du trafic et - dans de nombreuses zones - de l'application d'horaires non-cadencés avec une offre variable dans le temps, on peut dire que l'offre est basée sur une stratégie de type "Charter". Cependant, le niveau élevé de privatisation fait du marché ferroviaire britannique un cas unique que l'on doit considérer en tenant compte de la fréquence, des niveaux de qualité et de la structure de tarification. D'après Haywood (2007), une stratégie Mobilité caractérisée par la régularité, la fiabilité, une performance et une qualité élevées des services ferroviaires entre les centres urbains et leurs banlieues serait plus adaptée à la Grande-Bretagne que le développement d'un réseau différencié à très grande vitesse sur le principe "charter". |
| Structure du réseau | Du fait de l'étendue du territoire sur un axe nord-sud, le réseau ferroviaire est plutôt radial que concentrique, avec une importance particulière sur l'agglomération de Londres pour tous les types de services. Avec un total de 170 000km de lignes et 30 000 km de voies (ratios entre 0,34 et 0,52 km/1000 hab), l'étendue spatiale du réseau est plutôt médiocre et place la Grande-Bretagne au 5ème rang des pays étudiés, devant l'Espagne. |
| Etendue spatiale de l'offre | Avec 8 km/train par habitant et une densité de trafic de 23 322 km/train par km/ligne, le service est également de niveau moyen à faible. D'après Haywood (2007), les priorités du réseau sont celles qui touchent les longs trajets et les services aux navetteurs de Londres, alors que les services interrégionaux et spécialement les services locaux dans les régions de provinces urbanisées présentent des lacunes de planification du réseau intégré (surtout dans la région de Trans-Pennine). Les services lacunaires en milieu rural ont nécessité de plus en plus d'intervention du secteur public ces dernières années. |
| Accessibilité | D'après la cartographie relative à l'accessibilité établie par Spiekermann et Wegener en 2006, l'accessibilité du réseau en régions est de niveau moyen, en comparaison avec les autres pays à l'étude. Haywood (2007) critique le manque d'approche coordonnée des politiques d'aménagement du territoire et de transport, par exemple, aux environs des gares dans les 115 villes et capitales régionales desservies par WCML qui entraîne une moins bonne accessibilité aux gares et des temps de trajet plus longs en général. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Intermodalité | Le grand nombre d'opérateurs entraîne un manque de coordination entre les différents services concernant les horaires, les tarifs et l'information. Néanmoins, il y a une page centrale sur le site web, géré par ATOC ("National Rail enquiries") qui propose renseignements et billets pour l'ensemble des services ferroviaires du pays, y compris les ferries (voir aussi lisibilité). Il y a peu d'accords tarifaires avec les opérateurs de services de transports locaux. La coordination des horaires est principalement limitée aux services et aux zones qui bénéficient de l'horaire cadencé, par exemple des services de trains de banlieue dans l'agglomération londonienne. La coordination intermodale avec des modes de transport privés est limitée aux offres de "Park & Ride" et à la location de voiture. |
| Lisibilité | Le grand nombre d'opérateurs concurrents et la diversité d'offre qui en résulte ne permet pas au voyageur de reconnaître rapidement les différentes catégories de trains. De plus, dans les zones et pour les services à horaires non-cadencés, le voyageur a plus de mal à s'orienter. Néanmoins, ATOC propose une information neutre de tous les services sur la page "renseignements trains nationaux" (http://www.nationalrail.co.uk/times_fares/). |
| Etendue temporelle de l'offre | L'étendue temporelle de l'offre varie grandement selon les lignes, les opérateurs, et les segments de marché, en fonction de la demande. Sur certaines lignes principales et interurbaines, le service s'interrompt en fin d'après-midi, sur d'autres vers 21 ou 22h. Pour ce qui est du transport régional, il faut impérativement distinguer l'agglomération de Londres d'une part et le reste du service provincial d'autre part. Ainsi, l'agglomération de Londres se caractérise par des services de nuit réguliers alors que dans d'autres régions où le trafic est également dense les services de trains de banlieues s'arrêtent aux environs de minuit, et encore plus tôt dans certaines provinces où la densité de population est plus faible. |
| Fréquence | Sur les lignes principales et sur la majorité des lignes régionales, c'est le concept de l'horaire non-cadencé qui est appliqué (avec des fréquences variant de 10 à 60min, voire plus). Dans l'agglomération de Londres, certaines lignes correspondent à un horaire cadencé, avec des fréquences allant jusqu'à 30 à 60 minutes. Dans le cas des services non-cadencés, les fréquences peuvent toutefois être aussi élevées pendant les heures de pointes, avec des trains toutes les 7 à 8 minutes. |
| Tarifcation | Les prix sont généralement très élevés, avec une moyenne entre 0,35 - 0,50 €/km dans le cas de réservation de dernière minute (tardive). Néanmoins, la réservation très à l'avance et le voyage en dehors des heures de pointe entraînent de considérables réductions de prix. Ainsi, les prix sont principalement fonction de la demande, alors que la durée du trajet et les différences de niveaux de confort n'ont qu'un impact léger sur les tarifs. Pour les navetteurs et quelques groupes défavorisés (3ème âge, personnes handicapées, etc), il existe des formules de réduction pour lesquelles les différents opérateurs se sont alignés par le biais de ORCATS. Certains prix sont régulés (principalement ceux en lien avec les services de banlieue des principales agglomérations), avec des prix "plafonds" fixés par ORR. Un aspect important à prendre en compte dans le contexte de la tarification est la forte compétition exercée par les services d'autocars interurbains à l'intérieur du pays qui offrent, à des prix notablement inférieurs, et des fréquences plus élevées, ainsi qu'à des amplitudes d'horaires plus grandes, un service de transport approprié malgré de plus longs temps de trajet. Un exemple est celui du service interurbain d'autocar entre Londres et Oxford qui propose un départ toutes les 10 minutes en journée et moins fréquemment la nuit, alors que le service ferroviaire concurrent s'arrête vers minuit. |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Niveau de confort et services | Le niveau de confort à bord des trains dépend des segments de marché, avec, de façon générale, un niveau moyen à faible et une gamme de services se limitant à la restauration et aux besoins du voyageur. En raison de l'accord sur les services minimums entre les concessionnaires et le Régulateur, ainsi que des courtes périodes de contrats (7 à 20 ans au maximum), le matériel roulant est, pour la plupart, relativement ancien et loué à des compagnies spécifiques. |
|--------------------------------------|---|

2.4 Interaction entre la demande et l'offre

2.4.1. Introduction

Le tour d'horizon relatif à la demande de déplacements et à l'offre de transports publics dans 6 pays européens met en évidence plusieurs différences notables entre les contextes étudiés dans les interactions entretenues entre l'offre et la demande, notamment en ce qui concerne les possibilités offertes par un contexte de se déplacer aussi bien que sa traduction en flux de déplacements :

1. L'importance quantitative des segments de marché varie en fonction des pays, ce qui conduit à l'adoption de concepts d'offre contrastés qui agissent en retour sur les types de déplacements. Plus particulièrement, le segment des déplacements intervilles proches (50-150 km de centre à centre), quantitativement importants en Allemagne, en Belgique et en Suisse a conduit au développement d'offres ferroviaires Intercité performantes sur ce segment. L'existence de ces offres qualitativement et quantitativement performantes a conduit à un développement marqué de la pendularité de longue distance (interville) dans ces trois pays.
2. La densité humaine (nombre d'habitants + d'emplois à l'hectare) des agglomérations urbaines, leur distribution spatiale dans l'espace national, les distances intervilles et les tailles respectives des villes ont un impact structurel fort sur les volumes de flux et par ce biais sur l'offre de transport et les concepts d'exploitation retenus au niveau des transports publics. Ainsi, la pertinence d'un concept d'offre dépend du contexte, ce qui signifie aussi que tous les concepts d'offre ne sont pas pertinents dans tous les contextes.
3. L'amarrage des urbanisations aux accessibilités est un facteur décisif dans l'attractivité d'une offre de transports publics, indépendamment du niveau de service offert sur une relation. Celui-ci est largement pensé en fonction de l'automobile en Belgique, en Espagne, en Grande-Bretagne et en France. Il est en revanche fortement axé sur le système de transports publics en Allemagne et en Suisse. Ce facteur est décisif dans la formation des habitudes modales en général.
4. Les associations entre la qualité et la quantité d'offre de transports publics et leur part modale sont différentes suivant les pays. Les paramètres principaux d'évaluation de l'offre du point de vue du client étant la fréquence, les temps de parcours porte-à-porte, la lisibilité et simplicité d'utilisation, l'étendue spatiale et temporelle, le prix, etc... Le cas de la Belgique, qui dispose d'un système de transports publics performant mais n'ayant qu'une part modale faible, indique que l'utilisation des transports publics dépend non seulement de l'offre dans ce domaine, mais aussi notamment des conditions d'accessibilité routière et de facteurs contextuels.

5. Le confort offert par les transports publics, dans les véhicules (places assises y compris aux heures de pointe, voitures climatisées, services à bord...) et dans les interfaces (aménagement, ergonomie, état, services en gare,...) agit sur l'utilisation des temps de déplacement pour déployer des activités. Ainsi, il accroît l'acceptabilité des temps de déplacements longs pour les déplacements liés au travail et donc de la bi-résidence ou de la pendularité de longue distance. Le confort limité, la vétusté des véhicules et des interfaces ainsi que l'image négative des transports publics qu'ils génèrent sont aussi des facteurs d'explication des parts modales faibles constatées en Belgique malgré l'offre TC quantitativement et structurellement bonne.

2.4.2 Schéma analytique

Les associations mises en évidence ne relèvent pas de causalité simple, et il n'est souvent pas possible d'en déterminer un facteur déclencheur unique. Plus que de relations de causes à effets, il s'agit de *congruences* (au sens de Offner, 1990), c'est-à-dire d'un ensemble de facteurs relatifs à l'offre, au contexte, à la demande potentielle et aux déplacements, dont les modalités « s'emboîtent » les unes aux autres. Ces emboîtements constituent ensemble un système ayant sa propre logique, et dans la mesure où il apparaît que chaque pays a des spécificités assez marquées dans le domaine que nous étudions, on peut considérer que chacun des six pays a un système propre se caractérisant par une pondération spécifique des éléments à l'origine des pratiques modales.

Identifier le système propre à chaque pays et sa logique implique de se centrer sur les acteurs (en l'occurrence les personnes qui se déplacent) car ce sont eux qui sont porteur de la logique du système à travers leur capacité à se mouvoir ou *motilité* (Kaufmann, 2008). Les personnes intériorisent en effet le contexte, se situent par rapport à l'offre (en termes d'accès, de compétences et de projets) et ont de multiples expériences en matière de déplacements et c'est à partir de ces ingrédients qu'ils fondent leurs choix modaux.

Cette approche conduit à considérer qu'entre l'offre et la demande se situe la personne, qui capte les possibilités proposées par l'offre et les transforme en demande de déplacement selon une logique propre à chaque contexte. Concrètement, nous avons alors un schéma analytique se construisant autour des trois ingrédients suivants :

Les possibilités proposées par l'offre de transport. En matière de déplacements, chaque contexte offre un champ d'opportunités spécifiques : les réseaux de TC disponibles, leur développement, leurs performances respectives et leurs conditions d'accès ; les réseaux routiers, autoroutiers, ferroviaires, aéroports, l'équipement du territoire en télécommunications, la configuration géographique du contexte en termes de structure de peuplement et de densités.

Les aptitudes à se mouvoir. Chaque personne ou groupe se caractérise par des propensions plus ou moins prononcées à se mouvoir dans l'espace géographique, économique et social. L'ensemble de ces aptitudes a été appelée «la motilité», en référence à l'acceptation de ce terme en biologie, on pourrait aussi parler de demande potentielle. La motilité se définit comme l'ensemble des facteurs qui permettent de se déplacer, c'est-à-dire les capacités physiques, le revenu, les aspirations à la sédentarité ou à la mobilité, les conditions sociales d'accès aux systèmes techniques de transport et de télécommunication existants, les connaissances acquises, comme la formation, le permis de conduire, l'anglais international pour voyager, etc. La motilité se réfère donc aux conditions sociales d'accès (les conditions

auxquelles il est possible d'utiliser l'offre au sens large), aux compétences (que nécessite l'usage de cette offre) et aux projets personnels de mobilité (l'utilisation effective de l'offre permet de les concrétiser). La motilité, c'est en fin de compte la manière dont une personne ou un groupe fait siennes les possibilités de déplacements proposées par l'offre de transport.

Les déplacements. Ils renvoient aux flux. Les déplacements peuvent être orientés et se déroulent alors entre une origine et une destination, ils peuvent aussi s'enchaîner.

Tout l'intérêt de ce modèle, c'est qu'il permet de cerner les relations entretenues entre les possibilités offertes par l'offre, la motilité et la demande. Ces relations sont d'autant plus importantes que les possibilités de déplacements se sont considérablement élargies depuis une cinquantaine d'années et qu'en conséquence, il n'y a plus de relation mécaniste entre une offre et une demande, mais un univers dans lequel chaque personne va effectuer des choix.

Plusieurs enquêtes récentes ont permis de mesurer la motilité (Kaufmann, Viry, Widmer 2009, Canzler et al. 2008, Kesselring 2005). Si elles restent exploratoires dans la mesure où elles n'ont pas encore débouché sur l'adoption d'une méthodologie validée standard de mesure, elles mettent en évidence plusieurs types d'aptitudes à se mouvoir, types qui sont différenciés à la fois en termes sociaux et spatiaux et qui font écho aux analyses des § 2.2 et 2.3.

L'enquête européenne « Job Mobilities and Family Lives in Europe » portant sur l'Allemagne, l'Espagne, la France et la Suisse² permet une mesure de la motilité pour ces quatre pays. L'échantillon, de 1'100 personnes à 1'600 personnes suivant les pays, est représentatif de la population résidente âgée de 25 à 54 ans. Sur la base d'une quinzaine d'indicateurs, une typologie de la motilité a été construite.

Cette typologie est basée sur les conditions sociales d'accès, les compétences et les projets personnels de mobilité. Les possibilités proposées par l'offre, relevant du contexte, y ont été ajoutées. Si cette dernière dimension ne relève pas des aptitudes à se mouvoir stricto sensu, elle est apparue importante pour saisir les champs du possible contrastés dans lesquels se trouvent les personnes interrogées, selon qu'elles habitent dans un centre urbain ou dans une région périphérique, dans un pays très bien équipé en infrastructures de transport (avec le service correspondant) ou au contraire peu équipé. La motilité a été opérationnalisée par indicateurs présentés par le tableau 2.8.

T 2.8 *Distribution des indicateurs intégrés à la typologie de la motilité (pour l'ensemble des pays)*

| Possibilités offertes par l'offre (en minutes à pied depuis le domicile) | | | Accès personnels | | |
|--|--------------|------|----------------------|--------------|------|
| Autoroute (20 minutes) | <i>Non</i> | 24.1 | TIM | <i>Non</i> | 18.8 |
| | <i>Oui</i> | 75.9 | | <i>Oui</i> | 81.2 |
| | <i>Total</i> | 100 | | <i>Total</i> | 100 |
| Gare TER (20 minutes) | <i>Non</i> | 15.4 | Ordinateur portable | <i>Non</i> | 66.7 |
| | <i>Oui</i> | 84.6 | | <i>Oui</i> | 33.3 |
| | <i>Total</i> | 100 | | <i>Total</i> | 100 |
| Gare TGV (20 minutes) | <i>Non</i> | 44.4 | Internet à la maison | <i>Non</i> | 24.6 |
| | <i>Oui</i> | 55.6 | | <i>Oui</i> | 75.4 |

² L'enquête a également été menée en Belgique, mais malheureusement, les questions de propensions à la mobilité ont été mal posées, et il n'est en conséquence pas possible de construire la typologie de la motilité pour ce pays.

| | Total | 100 | | Total | 100 | | |
|--|--------------------------------------|------|----------------------------|---|------------------------------|------------------------|------|
| Aéroport (45 minutes) | <i>Non</i> | 43.6 | Projets de mobilité | Déménager dans une autre région | <i>Non</i> | 50.1 | |
| | <i>Oui</i> | 56.4 | | | <i>DCC^A</i> | 30.3 | |
| | <i>Total</i> | 100 | | | <i>Oui</i> | 19.7 | |
| | | | | | <i>Total</i> | 100 | |
| Compétences | | | | | | | |
| Nombre de langues parlées | 1 | 34.7 | | | Déménager dans un autre pays | <i>Non</i> | 61.6 |
| | 2 | 31.9 | | | | <i>DCC^A</i> | 23.1 |
| | 3 | 21.4 | | | | <i>Oui</i> | 15.4 |
| | <i>Plus de 3</i> | 12.0 | | | | <i>Total</i> | 100 |
| | <i>Total</i> | 100 | | | | | |
| Maîtrise de l'anglais | <i>Non</i> | 50.0 | | Etre un pendulaire qui effectue deux heures de transport par jour | <i>Non</i> | 46.4 | |
| | <i>Oui</i> | 50.0 | | | <i>CCC^A</i> | 26.2 | |
| | <i>Total</i> | 100 | | | <i>Oui</i> | 27.4 | |
| | | | | | <i>Total</i> | 100 | |
| Bonnes compétences d'orientation et de lecture de carte et d'horaires | <i>Pas du tout</i> | 6.6 | | Etre un birésidentiel | <i>Non</i> | 71.4 | |
| | <i>Pas tellement</i> | 11.5 | | | <i>DCC^A</i> | 17.1 | |
| | <i>Plutôt</i> | 34.4 | | | <i>Oui</i> | 11.5 | |
| | <i>Tout à fait</i> | 47.5 | | | <i>Total</i> | 100 | |
| | <i>Total</i> | 100 | | | | | |
| Perception d'un déménagement dans une autre région : opportunité ou sacrifice? | <i>Un sacrifice</i> | 37.3 | | Voyager régulièrement pour le travail sans rentrer le soir à son domicile | <i>Non</i> | 53.3 | |
| | <i>Une opportunité</i> | 44.7 | | | <i>DCC^A</i> | 24.0 | |
| | <i>Les deux de façon équivalente</i> | 18.0 | | | <i>Oui</i> | 22.7 | |
| | <i>Total</i> | 100 | | | <i>Total</i> | 100 | |

^A Dans certains cas.

Pour construire sur cette base des types de motilité, une analyse en composante principale a été réalisée, suivie d'une analyse de cluster hiérarchique (méthode Ward sur les scores des facteurs). Pour avoir un poids équivalent dans l'analyse factorielle, les variables constitutives ont été standardisées de façon à ce que leurs valeurs soient comprises entre 0 et 1. Le nombre de types a été fixé à 6 sur la base d'une comparaison des dendrogrammes : le profil des six groupes est présenté dans le tableau 2.9.

T 2.9 Profils des types de motilité (moyenne) pour l'ensemble des pays

| | Faible motilité I | Motilité limitée par les accès II | Motilité limitée par les compétences III | Motilité marquée par l'ancrage résidentiel IV | Motilité limitée par la prégnance des routines V | Motilité maximum VI | Tot | Anova |
|---|----------------------|--------------------------------------|---|--|---|------------------------|------|---------|
| Taille du type (%) | 13 | 14 | 30 | 17 | 14 | 12 | 100 | |
| N | 456 | 458 | 998 | 586 | 468 | 400 | 3366 | |
| Possibilités offertes par l'offre | | | | | | | | |
| Autoroute | .60 | .44 | .86 | .91 | .96 | .94 | .80 | 160.4** |
| Gare TER | .85 | .48 | .92 | .93 | .99 | .99 | .87 | 194.9** |
| Gare TGV | .64 | .06 | .61 | .64 | .77 | .75 | .58 | 158.6** |
| Aéroport | .52 | .22 | .63 | .66 | .75 | .80 | .60 | 92.9** |
| Accès personnels | | | | | | | | |
| TIM | .27 | .95 | .97 | .98 | 1.00 | .91 | .87 | 692.0** |
| Ordinateur portable | .15 | .35 | .27 | .47 | .55 | .56 | .37 | 64.5** |
| Internet à la maison | .39 | .79 | .78 | .94 | .98 | .93 | .80 | 174.2** |
| Compétences | | | | | | | | |
| Nb de langues parlées | .51 | .50 | .33 | .71 | .70 | .70 | .54 | 427.5** |
| Maîtrise de l'anglais | .43 | .46 | .04 | .89 | .95 | .95 | .53 | 877.8** |
| Bonnes compétences orientation spatio-temporelles | .67 | .77 | .73 | .75 | .84 | .85 | .76 | 27.2** |
| Déménagement vu comme opportunité | .63 | .57 | .64 | .21 | .95 | .93 | .63 | 214.0** |

| Projets de mobilité | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Déménager dans une autre région | .29 | .32 | .37 | .11 | .42 | .73 | .36 | 154.6** |
| Déménager dans un autre pays | .24 | .27 | .24 | .07 | .35 | .67 | .28 | 161.4** |
| Pendulaire de longue distance | .36 | .38 | .44 | .42 | .13 | .68 | .40 | 86.4** |
| Birésidentiel | .15 | .14 | .25 | .13 | .02 | .52 | .20 | 131.3** |
| Grand voyageur pour motif business | .24 | .29 | .35 | .31 | .28 | .79 | .36 | 117.2** |

* $p < .05$ ** $p < .01$

Ces six types peuvent être décrits de la manière suivante :

La faible motilité. Les traits caractéristiques sont : un faible revenu, un accès limité à l'automobile, des compétences d'usager peu développées, peu de projets de mobilité. **Logique dominante : une utilisation « par défaut » des transports publics et des moyens de transports de proximité.**

Motilité limitée par les accès. Les traits caractéristiques sont : la localisation résidentielle a faible accessibilité automobile et transports publics, la disposition personnelle complète d'une voiture. **La logique dominante est la recherche de minimisation des temps de déplacements et des coûts pour vaincre l'éloignement géographique, et la volonté d'enchaînement des activités.**

Motilité limitée par les compétences. Traits caractéristiques : Un rapport très fonctionnel aux déplacements que l'on cherche à rendre les plus simples possibles. Budgets-temps de déplacements quotidiens bas, compétences en matière de mobilité assez limitées pour tout ce qui ne relève pas du routinier. **La logique dominante est de considérer les déplacements comme des interstices de la vie quotidienne dont il faut minimiser le budget-temps.**

Motilité limitée par la prégnance des routines. Traits caractéristiques : l'ancrage dans un univers familier à proximité du domicile, la recherche assez systématique de l'évitement de l'inconnu, d'où une utilisation assez intensive de l'automobile dès que l'on sort du cadre de la vie quotidienne. Projet de vie visant la sédentarité et l'ancrage, personnes n'aimant pas se déplacer. **La logique dominante est d'éviter d'être confronté à des espaces et des situations inconnus dans le cadre de la mobilité.**

Motilité marquée par l'ancrage résidentiel. Traits caractéristiques : localisation résidentielle a forte accessibilité automobile et transports publics. Ancrage résidentiel très fort, pour des raisons très diversifiées (attachement à un lieu, à une maison, réseaux sociaux, double activité professionnelle au sein du ménage, etc.), et qui se traduit par une forte propension à la pendularité de longue distance et la birésidence. Compétences très développées en matière d'utilisation des temps de déplacements et d'enchaînements d'activités, budgets-temps quotidiens de déplacements importants. **La logique dominante est de préserver une sédentarité résidentielle quitte à se déplacer beaucoup.**

La motilité maximum. Traits caractéristiques : localisation résidentielle ayant une très bonne accessibilité en transports publics et en voiture, valorisation de la mobilité au titre des découvertes et enrichissements qu'elle procure, gros budgets-temps de déplacements, compétences très développées en matière de motilité. **La logique est de maximiser son potentiel de mobilité pour disposer à tout moment d'une palette de choix la plus étendue possible en matière de déplacements.**

Les six types montrent que certaines personnes sont fortement dotés en motilité, tandis que d'autres ont une faible motilité, mais surtout, que de nombreuses personnes sont dotées de motilités différentes sans qu'il soit possible de dire qui en a plus et qui en a moins.

Si plusieurs types de motilités se côtoient dans toutes les localisations, le poids respectif de chaque type diffère assez nettement en fonction du contexte et de la position sociale :

- La *faible motilité* est typique des ménages de faible revenu, des personnes des milieux ruraux.
- La *motilité limitée par les accès* est typique de l'ensemble des urbanisations éloignées d'un centre et très diffuses. On le rencontre en particulier en Espagne et en France.
- La *motilité limitée par les compétences* est caractéristique de l'utilisation très intensive de l'automobile. On la rencontre donc davantage dans les pays ayant des accessibilités routières très développées (dans notre corpus : l'Espagne, la France).
- La *motilité limitée par la prégnance des routines* est surreprésentée dans le monde rural.
- La *motilité marquée par l'ancrage résidentiel* est fortement présente dans les pays dont l'armature territoriale est composée de villes en réseau « maillé » (peu hiérarchique) comme la Suisse ou l'Allemagne..
- La *motilité maximum* est sur-représentée dans les villes-centres de grandes agglomérations, tout particulièrement parmi les hauts revenus.

2.4.3 Quantification des types de motilité

L'enquête JobMob and FamLives met en évidence les différences de motilité entre les quatre pays analysés et l'utilisation par pays des moyens de transports au sein de ces différents types (tableau 2.10).

Ainsi, la *faible motilité* est plus présente en Espagne que dans les autres pays étudiés, attestant d'un fort ancrage local des populations.

La *motilité limitée par les accès* est plus présente en France, un pays se caractérisant par la centralisation, les longues distances et de larges parts de territoire peu denses et peu accessibles.

Le type *motilité limitée par les compétences* est nettement plus présent en France et en Espagne, ce qui traduit le fait que dans ces pays, les horaires de transports publics (notamment ferroviaires) sont souvent non systématiques et complexes et demandent donc en conséquence des compétences plus pointues pour se les approprier que dans les deux autres pays où l'offre de transports publics est cadencée et intégrée..

Le type *motilité limitée par la prégnance des routines* est plus fort en Allemagne et en Suisse, ce qui s'explique par un partage des rôles plus marqué (entre hommes et femmes notamment).

La *motilité marquée par l'ancrage résidentiel* est plus présente en Allemagne et en Suisse, ce qui s'explique à la fois par l'organisation institutionnelle décentralisée et par les potentiels de vitesse très « maillés » procurés par les réseaux de transport dans ces deux pays.

La *motilité maximum* est plus présente en Allemagne. Il faut sans doute y voir le résultat de l'interaction entre effet de taille du pays et l'excellence et la multiplicité des réseaux qui le desservent.

T 2.10 Typologie de motilité

| Type de motilité | Allemagne | France | Espagne | Suisse |
|--|------------|------------|------------|------------|
| La faible motilité | 7% | 9% | 14% | 10% |
| Motilité limitée par les accès | 11% | 15% | 12% | 9% |
| Motilité limitée par les compétences | 20% | 36% | 40% | 23% |
| Motilité limitée par la prégnance des routines | 19% | 13% | 7% | 24% |
| Motilité marquée par l'ancrage résidentiel | 23% | 16% | 18% | 22% |
| La motilité maximum | 20% | 11% | 9% | 12% |

L'enquête permet également de mesurer à l'intérieur de chaque type, la manière dont la motilité se traduit en pratiques modales (tableaux 2.11 et 2.12).

Le type *faible motilité* se caractérise par une utilisation forte des transports publics dans tous les contextes analysés. Notons également que l'utilisation de la voiture y est le plus élevé en France, ce qui traduit l'existence d'une forte dépendance automobile, en particulier dans le périurbain et le rural. Notons qu'en France, l'utilisation de l'automobile est particulièrement fréquente dans ce type, ce qui atteste d'une dépendance automobile assez forte.

Le type *motilité limitée par les accès* se caractérise par une utilisation très intensive de l'automobile dans tous les contextes. A nouveau, la France se distingue par un taux d'utilisation fréquent de l'automobile très élevé dans ce type, toujours à cause de la dépendance automobile.

Le type *motilité limitée par les compétences* se caractérise par une utilisation occasionnelle des transports publics, lorsque ceux-ci sont simples à utiliser, donc généralement sur des liaisons de point à point. En France, notons que l'utilisation des transports publics dans ce type est faible en comparaison, ce qui s'explique par le caractère souvent peu lisible et systématique du système de transports publics.

Le type *motilité limitée par la prégnance des routines* se caractérise par une utilisation dominante de l'automobile et des transports publics de proximité dans les pays où ils sont très développés et systématiques, c'est-à-dire la Suisse et l'Allemagne.

Le type *motilité marquée par l'ancrage résidentiel* se caractérise par une forte utilisation des transports publics en Suisse et dans une mesure moindre en France, ceci en particulier sur les relations pendulaires de longue distance ou chez des bi-résidents.

Le type *motilité maximum* se caractérise par des fréquences d'utilisation des transports publics plus élevées que la moyenne. Notons qu'en Suisse, elles sont particulièrement élevées, attestant de la performance globale des réseaux de transports publics : les personnes ayant les plus grandes aptitudes en matière de mobilité les utilisent beaucoup.

T 2.11 Part d'utilisation de l'automobile tous les jours ou presque par type de motilité

| Type de motilité | Allemagne | France | Espagne | Suisse |
|--|------------|------------|---------|------------|
| La faible motilité | 27% | 43% | 22% | 10% |
| Motilité limitée par les accès | 81% | 90% | 66% | 60% |
| Motilité limitée par les compétences | 79% | 86% | 72% | 78% |
| Motilité limitée par la prégnance des routines | 86% | 83% | 69% | 77% |
| Motilité marquée par l'ancrage résidentiel | 87% | 88% | 79% | 67% |
| La motilité maximum | 76% | 65% | 75% | 51% |

T 2.12 Part d'utilisation des TC tous les jours ou presque par type de motilité

| Type de motilité | Allemagne | France | Espagne | Suisse |
|--|-----------|------------|---------|------------|
| La faible motilité | 44% | 32% | 39% | 38% |
| Motilité limitée par les accès | 9% | 7% | 9% | 9% |
| Motilité limitée par les compétences | 12% | 7% | 12% | 10% |
| Motilité limitée par la prégnance des routines | 16% | 12% | 18% | 17% |
| Motilité marquée par l'ancrage résidentiel | 9% | 14% | 9% | 28% |
| La motilité maximum | 20% | 22% | 16% | 37% |

2.4.4 Caractérisation de l'interaction offre - déplacements dans les pays étudiés

En guise de synthèse, les pays que nous comparons se caractérisent par la prégnance des traits suivants en matière de traduction de l'offre en demande potentielle et en fréquentation:

France : Intériorisation d'une accessibilité avant tout routière, sauf dans les grandes agglomérations et sur les liaisons intervilles TGV notamment, à cause d'un système de transports publics éclaté et incomplet (absence de coordination entre les réseaux régionaux, départementaux et urbains en particulier) mais très performant en Ile-de-France. Modes de vie tournés vers l'utilisation de l'automobile, sauf en Ile-de-France et dans les grandes agglomérations où les transports publics ont leur importance. Aptitude à la bi-résidence assez développée à cause de la forte présence de couples biactifs à plein-temps.

Suisse : Intériorisation d'accessibilités multimodale, d'urbanisations généralement amarrées aux transports publics, d'un système de transports publics complet couvrant le territoire. Les modes de vie sont tournés vers l'utilisation fréquente des transports publics et de l'automobile. La sensibilité environnementale se traduit dans les comportements. Forte sédentarité résidentielle en lien avec la forte décentralisation politique et la recherche d'un rapport réversible à l'espace et acceptation de budgets-temps de déplacements élevés.

Allemagne : Intériorisation d'une accessibilité multimodale, d'une urbanisation bien amarrée aux transports publics, d'un système de transports publics complet couvrant le territoire, modes de vie tournés vers l'utilisation fréquente des transports publics et de l'automobile.

La sensibilité environnementale se traduit dans les comportements. Aptitude à la pendularité de longue distance, recherche de réversibilité de l'espace qui s'explique notamment par la décentralisation politique.

Belgique : Intériorisation d'une offre de transports publics abondante, mais d'urbanisations peu amarrées aux transports publics, d'un système de transports publics assez performant mais de confort limité pour l'interurbain et peu performant pour l'urbain, notamment dans la région de Bruxelles qui concerne une part prépondérante des déplacements belges. Les modes de vie sont fortement tournés vers l'utilisation de l'automobile grâce à un système de transports individuels très maillé. Forte sédentarité résidentielle et recherche d'un rapport réversible à l'espace et acceptation de budgets-temps de déplacements élevés.

Espagne : Intériorisation d'une accessibilité avant tout routière, d'urbanisations mal amarrées aux transports publics, d'un système de transports publics éclaté et incomplet (absence de coordination entre les réseaux nationaux et régionaux en particulier). Modes de vie tournés vers l'utilisation de l'automobile, sauf dans les grandes agglomérations où les transports publics ont leur importance. Population ayant un ancrage local fort, aptitude faible aux déplacements complexes.

Grande-Bretagne : Intériorisation d'accessibilités multimodales, d'une urbanisation mal amarrée aux transports publics et d'un système de transports publics assez complet. Les modes de vie sont tournés vers l'utilisation fréquente de l'automobile et des transports en commun. Aptitude au déplacement de longue distance, grande sensibilité aux tarifs.

2.4.5 Enseignements pour le report modal

Par rapport au report modal, l'analyse des interactions entre la demande et l'offre de transport montre que les aptitudes à se mouvoir d'une personne, et donc ses choix en matière de modes de transport, ne dépendent pas uniquement de l'offre de transport public. Indépendamment de l'offre, toute une série de facteurs agissent de façon décisive sur l'utilisation des moyens de transport : les accessibilités routières, la taille du pays considéré et son degré de centralisation, la distribution spatiale du peuplement et sa densité, le niveau de vie de la population, le travail féminin (à temps partiel, à plein temps) et des facteurs culturels relatifs au rapport à l'espace public et aux représentations sociales des moyens de transport. Il en résulte qu'une offre identique implémentée dans deux pays ne produit pas les mêmes effets sur la demande de transport.

La variation d'utilisation de l'automobile et des transports publics au sein d'un même type de motilité dans les différents pays suggère que les « gisements » de reports modaux liés à l'offre sont les suivants :

- **L'amélioration de la lisibilité de l'offre, sa simplicité et sa standardisation permet de favoriser l'acquisition de compétences d'usage en matière de transports publics : elle permet d'optimiser l'appropriabilité de l'offre.** Or celle-ci apparaît actuellement comme faible en Espagne et en France, soit deux pays de notre corpus dans lesquels le système de transport public est peu lisible, complexe à décrypter et non standardisé, offrant des correspondances complexes et pas nécessairement optimales (le type *motilité limitée par les compétences* représente respectivement 36% et 40% de la population de 25 à 54 ans en France et en Espagne, contre seulement 20% et 23% en Allemagne et en Suisse, principalement grâce à la lisibilité de l'offre et l'intégration de la chaîne des transports publics).

- **L'amélioration de la disponibilité temporelle est de nature à favoriser les pratiques routinières des transports en commun.** C'est en particulier le cas pour les personnes ayant une *motilité limitée par la prégnance des routines*, qui utilisent peu les transports publics en France par comparaison avec les pays comparés (12% d'utilisation fréquente des transports publics dans ce type, contre respectivement 16%, 18% et 17% en Allemagne, Espagne et Suisse). Le même raisonnement est valable pour les répondants ayant une *motilité marquée par l'ancrage résidentiel*. Dans ce cas cependant, la France ressort avec une utilisation assez fréquente des transports publics, grâce à fait que ce type est grand consommateur de TGV.
- **L'amélioration de la disponibilité spatiale est de nature à favoriser les pratiques routinières des transports en commun**, plus généralement, elle touche tous les types de motilité dans la mesure où elle détermine la possibilité ou non de se déplacer en transports publics.
- **L'amélioration du confort, et en particulier l'assurance d'avoir une place assise (places réservées ou disponibilités suffisantes) et de pouvoir ainsi utiliser son temps de déplacement, est de nature à favoriser l'utilisation des transports publics** parmi les répondants se caractérisant par une *motilité limitée par l'ancrage résidentiel*. Dans ce domaine, la Suisse a l'avantage par rapport aux trois autres pays (elle se caractérise par 28% d'utilisation fréquente des transports publics dans ce type, contre 14% par exemple pour la France).
- **L'amélioration du temps de déplacement global est aussi de nature à favoriser l'utilisation des transports publics** parmi les répondants des types *motilité marquée par l'ancrage résidentiel* et *motilité maximum*. Notons cependant que malgré la grande vitesse, la France ne ressort pas particulièrement performante en la matière (l'utilisation fréquente des transports publics n'y est pas la plus forte dans ce deux types). Ceci montre que la coordination des offres, perfectible en France, est un complément indispensable à la grande vitesse pour gagner des parts modales par l'amélioration des temps de déplacements.
- **Le niveau de prix est un facteur transversal aux six types de motilité.** Notons cependant que son importance apparaît comme décisive pour trois types, pour des raisons différentes : la *faible motilité* (revenu limité), *motilité limitée par les accès* (dépendance automobile, donc forte sensibilité au coût de l'automobile) et *motilité maximum* (personnes qui sont dans un univers d'hyperchoix et qui comparent les prix).

2.5 Les modèles de prévision de la demande

Pour compléter cette étude des interactions entre la demande et l'offre, une analyse des modèles de prévision de la demande utilisée dans les six pays étudiés a été réalisée (voir annexe 1). Son objectif est de mettre en évidence jusqu'à quel point les modèles de prévision de la demande intègrent les variables d'offre identifiées comme importantes dans le choix modal.

2.5.1 Bilan des modèles de prévision de la demande

Les modèles partent généralement de l'hypothèse selon laquelle les voyageurs organisent leurs déplacements de façon tout à fait rationnelle en étant parfaitement informés, et en minimisant la durée totale de trajet (coût généralisé minimal) comme déterminant principal du choix modal (Crozet, 2003). Des critères comme le confort, les services à bord, la fiabilité, la ponctualité, l'information ne sont guère considérés dans les modèles. De plus,

dans la mesure où les modèles n'intègrent généralement que le temps de trajet total, la structure concrète des horaires et les critères qui y sont liés comme la lisibilité et la simplicité de l'utilisation sont largement négligés.

Les modèles utilisés par la SNCF et RFF, RENFE et ATOC ne considèrent pas le *chaînage des activités*, malgré son importance grandissante évoquée au § 2.2. Signalons aussi que les trois pays étudiés appliquant des horaires cadencés à l'échelle nationale (la Suisse, l'Allemagne et la Belgique) utilisent les modèles VISEM/VISUM/PTV Vision et Cube/Voyager, qui estiment la génération des déplacements en se basant sur le chaînage des activités et non pas sur les motifs de déplacement principaux. Notons aussi que les modèles de choix discret de la SNCF et de RFF (via une approche MNL) considèrent les différentes alternatives comme totalement substituables et également accessibles par toute la population (Hess et al., 2005), ce qui est irréaliste car cela néglige les habitudes et leur ancrage dans les modes de vie.

D'autres critiques peuvent être formulées quant à l'*application et au calibrage des modèles*. L'un des défauts courants dans ce domaine consiste à utiliser, pour des raisons de coûts, des données dépassées et trop générales pour véritablement tester les apports spécifiques d'un projet d'offre. Pour les *modèles 4 étapes*, ajoutons que la génération des déplacements et l'attraction sont statiques. Ils sont principalement estimés sur la base de taux de mobilité fixes par groupe de population agrégé qui, par conséquent, ne prennent pas en compte des changements de demande et les rétroactions. Ainsi ces modèles ne reflètent pas certaines tendances actuelles comme l'augmentation de la pendularité de longue distance (Axhausen, 2008). De plus, les modèles de prévision de la demande les plus courants se concentrent sur les motifs travail ou études tandis que les déplacements de loisirs sont souvent sous-estimés, voire ignorés.

Concernant spécifiquement la France, les modèles de choix discret appliqués par la SNCF tiennent compte des relations nationales et interurbaines à un niveau d'agrégation élevé, tandis que des différences socio-économiques plus subtiles liées par exemple à l'âge ou au revenu ne sont prises en compte au niveau régional (voir MROD pour la SNCF et DAVISUM pour les régions).

2.5.2 Extensions et améliorations des modèles

Selon les recommandations de Bonnafous, un *compromis* général doit être trouvé entre la complexité et l'"opérationnabilité" des modèles de demande. Dans ce sens, la recherche a aujourd'hui déjà considérablement fait progresser les outils disponibles. Cependant, les innovations de modèles sont encore rarement mises en pratique.

- Pour ce qui est des *modèles 4 étapes*, la modélisation intégrée de la distribution et du choix de mode, l'incorporation d'éléments désagrégés et le chaînage des activités, grâce aux logiciels VISEM/VISUM/PTV Vision et Cube/Voyager, représentent un potentiel d'amélioration important.
- Pour les *modèles de choix discret* (et les composants désagrégés des modèles 4 étapes), les hypothèses sous-jacentes restrictives des modèles logit multinomiaux peuvent être surmontées grâce à des modèles plus récents : les modèles généralisés de valeur extrême (GEV), qui incluent des modèles Nested Logit et Cross-nested Logit (NL et CNL) ou les modèles mixtes, principalement les modèles Multinomial

Probit (MNP) et Mixed Multinomial Logit (MMNL) offrent plus de flexibilité et de précision. Notons en particulier que les modèles du type NL et CNL se détachent de l'hypothèse centrale d'alternatives non corrélées dans l'ensemble de choix disponibles, ces modèles mixtes sont même capables de prendre en compte des hétérogénéités inobservables dans les goûts ainsi que des comportements irrationnels parmi la population (Hess et al., 2005).

Hess, Bierlaire et Polak (2005) suggèrent qu'une avancée importante en matière de modélisation serait la prise en considération du "*temps de trajet utile*" dans des trains longue distance confortables. En se basant sur le concept d'"utilité marginale" du temps de trajet de Cirillo et Axhausen (2004), les trois auteurs proposent un modèle MMNL (Mixed Multinomial Logit), dont la fonction de distribution des termes d'erreur est illimitée et permet même des comportements irrationnels de la part de usagers, et par conséquent des utilités positives des temps de trajet. Pour parler de façon opérationnelle, la différence ne se fait plus entre les temps de trajets longs et courts, mais entre les temps de trajets utiles ou inutiles.³ Il reste cependant à régler la question de la définition et de la mesure de temps de trajet "utile" de façon agrégée pour différents types de voyageurs.

³ L'idée de temps de trajet utile est liée à la théorie d'allocation de temps macroéconomique selon laquelle les particuliers sont censés organiser leurs activités et leur consommation suivant des contraintes de temps et de coût. Par conséquent, les réductions de temps de trajet permettent de consacrer du temps à d'autres activités que le voyage, par exemple au travail ou aux loisirs, mais elles changent également l'utilité de l'expérience de voyage elle-même. Néanmoins, les deux phénomènes peuvent aussi être obtenus sans la réduction du temps de trajet, par exemple sous forme de voyage confortable et de disponibilité d'infrastructures de travail ou de loisirs à bord.

3. Le cadencement

3.1 Identification des facteurs clés

3.1.1 Bilan

Maintenant que nous avons repéré les interactions entre l'offre de transports, la motilité et les déplacements, il s'agit d'évaluer dans quelle mesure les stratégies d'exploitation pratiquées dans les 6 pays sont congruentes avec ces interactions et dans quelle mesure elles pourraient être optimisées. C'est en particulier par ce biais que nous serons en mesure de diagnostiquer les domaines de pertinence du cadencement et de son application au cas français.

Que savons-nous ? Trois acquis de nos analyses doivent être rappelés :

- L'analyse des interactions entre la demande et l'offre a montré que les aptitudes à se mouvoir d'une personne, et donc ses choix en matière de modes de transport, ne dépendent pas que de l'offre de transport public. Une série d'autres facteurs agissent aussi de façon décisive : les accessibilités routières, la taille du pays considéré et son degré de centralisation, la distribution spatiale du peuplement et sa densité, le niveau de vie de la population, le travail féminin (à temps partiel, à plein temps) et des facteurs culturels relatifs au rapport à l'espace public et aux représentations sociales des moyens de transport. En conséquence, **tout changement de l'offre de transport public ne se traduit pas mécaniquement dans les déplacements.**
- Nos analyses ont aussi montré qu'une modification de l'offre de transports ne va pas entraîner les mêmes comportements dans tous les contextes. Les changements de comportements entraînés vont en particulier dépendre de la manière dont la modification d'offre va entrer en résonance avec la motilité de la population, et donc de l'ensemble des autres facteurs agissant sur les aptitudes à se mouvoir (accessibilités routières, niveau de vie, culture, etc.). Ainsi, par exemple, une forte amélioration de la couverture temporelle d'une région urbaine par l'offre de transports publics aura un impact différent sur la demande suivant le poids des différents types de motilité dans la population. En conséquence, **l'impact d'un changement d'offre doit se mesurer en fonction des aptitudes de la population à se mouvoir.**
- L'analyse des modèles de prévision de la demande utilisés indique que ceux-ci **intègrent imparfaitement un certain nombre de facteurs-clé de la motilité de la population**, et qu'ils considèrent le temps de déplacement comme pivot du choix modal. Concernant les modèles, notons cependant que leur développement conceptuel date généralement des années 1960, une période où ils collaient à la réalité de la demande beaucoup mieux que maintenant où nombre de critères qualitatifs viennent bousculer la rationalité en fonction du temps de déplacement et du prix du transport...

En partant de ce bilan, nous allons maintenant nous concentrer sur l'étude des variables d'offre identifiées comme décisives dans la motilité.

3.1.2 Variables d'offre agissant sur la motilité

L'analyse des interactions entre la demande et l'offre de transport a permis d'identifier six variables d'offre susceptible d'agir sur la motilité des personnes. Ces six variables, identifiées dans la section 2.4.5, sont les suivantes :

1. Le temps de déplacement global (porte à porte, mono- ou intermodal)
2. La disponibilité temporelle, c'est-à-dire fréquence et étendue temporelle de l'offre
3. Le confort (en gare y compris les services ainsi qu'à bord y compris l'assurance de la place assise, les services, le plus du train)
4. La disponibilité spatiale (couverture du territoire par l'offre)
5. L'appropriabilité de l'offre, y compris lisibilité, fiabilité (ponctualité), simplicité, standardisation de l'offre et des services
6. Le niveau de prix (pour abonnés, billets isolés, etc...)

Nous allons maintenant étudier l'importance respective de chacune de ces variables, ceci dans chacun des pays pour lesquels nous disposons de données.

3.1.3 Importance par type de motilité

La typologie de la motilité permet une approximation sommaire de l'importance des six variables d'offre agissant sur la motilité dans la population des quatre pays sur lesquels porte l'enquête JobMob and FamLives (qui rappelons-le ne porte que sur la population âgée de 25 à 54 ans).

Le tableau 3.1 présente l'importance dans chaque type de motilité des six variables par rapport au choix modal. Il est basé sur une étude de la réactivité des six types de motilité aux six facteurs d'offre identifiés. Cette étude est fondée d'une part sur l'examen des valeurs des indicateurs intégrés à la typologie de la motilité qui permettent de caractériser les ingrédients composant l'utilité de chaque type (tableau 2.9), et d'autre part sur l'examen de la fréquence d'utilisation des transports publics dans chaque type et chaque pays (tableaux 2.11 et 2.12, sous chapitre 2.4.4).

Concrètement, nous avons admis que compte tenu de la sensibilité à l'offre à chaque type de motilité, la fréquence d'utilisation de l'automobile, respectivement des transports publics, constitue un bon indicateur de l'adéquation entre les possibilités procurées par l'offre et les attentes de la population de chaque type.

Le tableau 3.1 montre deux choses importantes : premièrement que les répondants des différents types de motilité ne réagissent pas aux mêmes variables d'offre. La variable disponibilité spatiale apparaît assez logiquement comme la condition sine qua non de l'utilisation des transports publics car elle définit la possibilité même d'utiliser ce moyen de transport (s'il n'y a pas de desserte, il ne peut pas y avoir d'utilisation !). Secondement, il montre que les répondants de certains types sont plus exigeants que d'autres à l'égard de l'offre de transports publics. C'est ainsi par exemple, que les répondants de type *motilité maximum* sont fortement réactifs aux six variables d'offre, et sont donc en conséquence très exigeant vis-à-vis de l'offre.

T 3.1 *Importance par type de motilité des variables d'offre identifiées comme décisives dans le choix modal*

| | Faible motilité | Motilité limitée par les accès | Motilité limitée par les compétences | Motilité limitée par l'ancrage résidentiel | Motilité limitée par la prégnance des routines | Motilité maximum |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| Temps de parcours | | x | x | x | | x |
| Disponibilité temporelle | | | | x | x | x |
| Confort | | | | x | | x |
| Disponibilité spatiale | x | x | x | x | x | x |
| Appropriabilité | | | | x | x | x |
| Niveau de prix | x | x | | | | x |

Compte tenu du poids de chaque type de motilité au sein de la population de chaque pays, il est possible, sur la base du tableau 3.1, de mettre en évidence dans chaque pays, la part de la population réactive à chacune des 6 variables d'offre décisives dans les pratiques modales. Ainsi, le tableau 3.2 présente la part de la population réactive aux variables d'offre identifiées pour les quatre pays comparés dans l'enquête JobMob and FamLives. Il met à jour plusieurs aspects importants :

a. Il indique tout d'abord que les variables qui touchent globalement la part la plus importante de la population en général sont, par ordre décroissant :

- (1) la disponibilité spatiale,
- (2) le temps de parcours,
- (3) la disponibilité temporelle,
- (4) l'appropriabilité,
- (5) le confort,
- (6) le niveau de prix.

b. Ce même tableau permet aussi d'observer des différences entre les pays. Si l'on se réfère à l'analyse de l'offre qui a été réalisée au point 2.3, **lorsqu'une variable d'offre est de bonne qualité dans un pays donné, la population a tendance à y être particulièrement réactive dans ses choix modaux.** C'est par exemple le cas pour la disponibilité temporelle et l'appropriabilité, à la fois meilleure et plus importante en Allemagne et en Suisse. Ce résultat démontre qu'une offre est non seulement de nature à entraîner des comportements de déplacements, mais aussi de nature à modifier la pré-éminence des différents types de motilité de la population. L'offre a donc un effet rétroactif sur la demande. En d'autres termes, les répondants allemands, qui disposent d'une offre efficace en porte-à-porte, facilement appropriable et offrant une bonne disponibilité temporelle sont marqués dans leurs modes de vie par ces caractéristiques, et ont des comportements de déplacements qui se construisent à partir de ces caractéristiques d'offre (ils s'approprient beaucoup les temps de déplacements, sont facilement birésidentiels ou pendulaires de longue distance, etc.).

En France, pour des raisons du même ordre, la population est d'une manière générale moins réactive à l'offre de transports publics qu'en Allemagne ou en Suisse (sauf en Ile-de-France et dans quelques grandes agglomérations). Ceci s'explique d'une part, par le fait que les modes de vie s'adosent beaucoup aux accessibilités routières et à l'utilisation de l'automobile grâce à une offre routière de qualité, et d'autre part, par le fait que **l'offre de transports publics est généralement perfectible sur un certain nombre de variables clé, comme la disponibilité spatiale de l'offre, la disponibilité temporelle et l'appropriabilité, ce qui rend plus difficile de se construire un mode de vie dans lequel les transports publics sont un ingrédient important.**

T 3.2 *Part de la population très réactive aux variables d'offre identifiées dans leurs choix modaux (échantillon représentatif de la population de 25-54 ans)*

| Type de motilité | Allemagne | France | Espagne | Suisse |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Disponibilité spatiale | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Temps de parcours | 74% | 78% | 81% | 67% |
| Disponibilité temporelle | 62% | 40% | 34% | 58% |
| Appropriabilité | 62% | 40% | 34% | 58% |
| Confort | 43% | 27% | 27% | 34% |
| Niveau de prix | 38% | 35% | 35% | 31% |

c. L'association entre le poids des types de motilité dans la population et la qualité de l'offre selon les six variables d'offre décisives dans le choix modal est un résultat très important, car il introduit la dimension culturelle dans l'analyse. **Si l'on admet que les modes de vie renvoient à la culture au sens large, alors on peut considérer que l'offre de transports publics est de nature à agir sur un certain nombre de pratiques culturelles relevant en particulier du rapport au temps et à l'espace.** Réciproquement, un mode de vie, une culture dominante dans un contexte, formate la qualité de l'offre de transport dans la mesure où la réactivité de la population à des améliorations d'offre dépend à court termes de facteurs culturels aussi.

L'histoire du cadencement en Suisse est certainement un bon exemple de ce genre de mécanisme. A la fin des années 1970, lorsqu'il a été planifié, le terreau y était favorable dans la mesure où la métrique temporelle de l'horloge et la ponctualité sont des éléments importants de la culture suisse⁴. Lorsqu'il a été introduit en 1982, il a donc eu rapidement un impact important sur la demande de transport : il apparaissait d'emblée comme acceptable et normal de se soumettre à des horaires de train régulier. Mais l'histoire ne s'arrête pas là, car le cadencement a progressivement transformé les modes de vie de nombre de Suisses, leur permettant de développer des compétences d'usagers des transports publics, leur permettant aussi d'être facilement pendulaires de longue distance, etc. En bref, le cadencement a marqué leur motilité et a renforcé la pré-éminence de certains

⁴ Ceci renvoie notamment à l'industrie horlogère qui a favorisé la diffusion culturelle et la naturalisation précoce des métriques temporelles de la montre.

types de motilité. D'une certaine manière, nombre de Suisses sont devenus dépendants du système d'offre cadencé comme on peut aussi être dépendant de l'automobile.

Si l'on revient à partir de ces résultats sur l'introduction du cadencement en France, à l'instar de tout changement d'offre important sur les six variables d'offre identifiées, on peut affirmer qu'il est **de nature à progressivement transformer les modes de vie des Français et, par ce biais, leur rapport au temps et à l'espace**. En France, le mécanisme serait identique à celui que nous venons de décrire à propos de la Suisse, mais d'une manière nécessairement différentes en termes de processus, ne serait-ce que parce que le rapport au temps, aussi bien que la pré-éminence des différents types de motilité, sont différents de la situation suisse de départ.

A partir de ces considérations, nous allons maintenant explorer le domaine de pertinence du cadencement en France.

3.2 Domaine de pertinence

3.2.1 Définitions

Avant d'entrer dans les analyses, il est important de bien définir la notion de cadencement, car elle est polysémique. Le terme cadencement est employé pour des concepts différents selon les pays. Ceci est une source de confusion et demande de préciser les définitions. Nous distinguons deux acceptions du terme cadencement :

1. le *cadencement au départ* : seules les minutes de départ sont cadencées, les missions ne sont pas cadencées.

On trouve cette situation typiquement sur certaines relations TGV au départ de Paris, mais aussi au départ de Londres sur certains axes grandes lignes.

2. le *cadencement en réseau* (ou horaire cadencé coordonné ou horaire cadencé intégral) : les missions systématisées dans les 2 sens, répétées à intervalles réguliers (la cadence), en continuité sur la journée (avec régimes variables possibles en heures creuses et de pointe), la symétrie est le moyen de coordonner le réseau.

En Europe, le cadencement en réseau à large échelle est pratiqué notamment en Allemagne, Pays-bas, Belgique, Suisse, Autriche, Danemark, ainsi que dans les zones denses d'Espagne, Portugal, Suède et Norvège.

Dans l'analyse du domaine de pertinence du cadencement, nous comparerons le cadencement au départ au cadencement en réseau.

3.2.2 Limites et impacts par variable

Pour aborder l'impact du cadencement sur la demande, les six variables d'offre identifiées comme centrales dans la formation des choix modaux ont été analysées en fonction des deux types de cadencement. Pour ce faire, il a été procédé en trois temps : le premier (tableau 3.3) a consisté à identifier les limites de la pertinence du cadencement, en prolongeant aux six variables l'analyse développée par Stohler (1993) ; le deuxième a consisté à étudier l'impact par variable de l'introduction du cadencement (tableau 3.4). Le

troisième a analysé les effets de ces améliorations de l'offre sur la motilité et les déplacements.

Nous allons tout d'abord aborder les limites de pertinence du cadencement.

En matière de temps de parcours, les limites du cadencement en réseau peuvent apparaître avec une certaine uniformisation des temps de parcours autour du temps de parcours moyen, rendant délicat le tracé des trains dits drapeaux qui visent à offrir le meilleur temps de parcours possible car ces trains sont traités de manière non prioritaire par rapport au système cadencé.

En ce qui concerne la disponibilité temporelle, il faut distinguer la fréquence et l'étendue temporelle :

- Dans un horaire cadencé en réseau, la fréquence minimale comme seuil de pertinence du modèle peut être estimée à 2 voire 3 heures. En effet, en dessous de cette valeur, le système répétitif et continu perd son sens et il devient plus efficace d'appliquer une logique de réponse à la demande qui se concrétise par un horaire classique non-cadencé. La fréquence maximale peut être estimée à 10 minutes, car au-delà de cette valeur, la coordination des horaires perd sa pertinence et seule la fréquence pure compte, on entre alors dans une offre dense de type urbain.
- Dans un horaire cadencé au départ, ces limites sont modifiées. La fréquence minimale peut aller jusqu'à 4 heures environ car la non-coordination en réseau et la variabilité des missions peuvent rendre le cadencement au départ pertinent même avec des fréquences aussi faibles. La fréquence maximale peut être estimée à 60 voire 30 minutes pour le cadencement au départ car au-delà de cette valeur, l'offre devient en général dense et nécessite pour des raisons d'exploitation et de gestion du graphique une systématisation qui conduit le plus souvent au cadencement en réseau.
- L'étendue temporelle de l'offre est conditionnée dans une offre cadencée en réseau car le concept suppose la continuité de l'offre afin de valoriser l'intégration en réseau et offrir la disponibilité spatiale et temporelle. Il est important de préciser que des régimes variables sont toutefois possibles, avec par exemple une offre allégée - mais continue - en heures creuses, ainsi que des renforts en heures de pointe en surplus du régime cadencé de pointe.

En matière de confort, qu'il s'agisse du confort à bord ou du confort en gare, les limites se résument à la capacité des gares et des nœuds de correspondance pour le cadencement en réseau. Dans la mesure où de nombreux trains et bus se trouvent à quai en même temps, les flux de passagers sont importants à ces moments et les espaces devant les accueillir doivent être dimensionnés en conséquence. Concrètement, cela signifie que certains nœuds de correspondances, comme Lyon Part-Dieu devraient être adaptés pour permettre le cadencement en réseau de manière aboutie.

En matière de disponibilité spatiale, le cadencement au départ est limité par le fait qu'il n'est techniquement possible d'assurer qu'une correspondance de qualité, ce qui empêche de développer des chaînes de correspondances systématiques dans l'espace. Le cadencement en réseau n'offre en revanche aucune limitation dans ce domaine, puisqu'il se construit notamment à partir d'une systématique des correspondances.

En matière d'appropriabilité, l'impact du cadencement au départ est limité à la relation concernée. Concernant le cadencement en réseau, les principales limites en matière d'appropriabilité sont les exceptions d'horaires, qui limitent la mémorisation des horaires et des questions relatives à la billettique. Pour tous les trains à réservation obligatoire des places, le cadencement en réseau perd beaucoup de son intérêt si l'échange minute n'est pas proposé à quai et de façon très simple. Les délais de correspondance allongés liés à la réservation obligatoire des places peuvent provoquer un étalement des nœuds réduisant les apports de cadencement en réseau.

En matière de prix, si le cadencement au départ est sans limitation, le cadencement en réseau implique d'avoir des possibilités d'échanges minute (offrant une souplesse malgré la réservation obligatoire) afin de ne pas obérer la disponibilité de l'offre de transports publics.

T 3.3 *Limites par variable des types d'horaire*

| <i>Variables</i> | <i>Horaire classique</i> | <i>Cadencement au départ</i> | <i>Cadencement en réseau</i> |
|--|--|--|--|
| 1. Temps de parcours | Aucune | Aucune | Train drapeau pas toujours faisable Allongement dans les nœuds pour les relations secondaires |
| 2. Disponibilité temporelle - fréquence - étendue temporelle | - aucune - aucune | - max 60 ou 30 mn, min 4h - aucune | - max 10 mn (offre urbaine), min 3h - continuité de l'offre (régimes variables possibles) |
| 3. Confort - à bord - en gare | - aucune - aucune | - aucune - aucune | - aucune - capacité des gare - nœuds de correspondance |
| 4. Disponibilité spatiale | Etendue limitée par le chaînage (max 1 corresp,) | Etendue limitée par le chaînage (max 1 corresp,) | Aucune |
| 5. Appropriabilité | Faible (non lisibilité, fiabilité limitée par correspondances rares) | Limitée à la relation concernée | Exceptions Echange-minute si réservation obligatoire Nœuds étalés si réservation obligatoire |
| 6. Niveau de prix | Aucune | Aucune | Echange-minute si prix variable |

L'impact par variable de l'introduction du cadencement met en évidence les résultats suivants (tableau 3.4).

L'introduction du cadencement au départ n'a pratiquement pas d'impact sur les six variables offre identifiées comme décisives dans le choix modal. Le seul impact sur la qualité de l'offre est une amélioration de la lisibilité de l'offre au départ, et donc de sa mémorisation.

L'introduction du cadencement en réseau a par contre un impact fort sur 4 des six variables identifiées.

- En matière de temps de parcours, il entraîne une uniformisation des temps de parcours, ceci pas forcément autour d'un temps de parcours unique (plusieurs missions possibles). Les temps de parcours de porte-à-porte sont globalement améliorés grâce à l'optimisation des correspondances. Le tracé de certaines relations « drapeau » peut être péjoré ou reporté en flanc de journée.
- En matière de disponibilité temporelle, il permet d'assurer la continuité de l'offre à la journée sans pourtant imposer une fréquence uniforme sur toute la journée (les fréquences peuvent par exemple être détendues de 1h à 2h des heures de pointe aux heures creuses).
- En matière de disponibilité spatiale, il permet l'intégration des différentes offres de transports publics (ferroviaire, car départementaux, transports publics urbains). Par ce biais, il favorise l'intermodalité et la continuité de la chaîne de transport.
- En matière d'appropriabilité, le cadencement en réseau permet de rendre l'offre de transport lisible car systématique.

Tableau 3.4 Impacts par variable des types d'horaire sur la qualité de l'offre vue du client (par rapport à un horaire classique)

| <i>Variables</i> | <i>Cadencement au départ</i> | <i>Cadencement en réseau</i> |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1. Temps de parcours | Aucun | Uniformisation au temps de parcours moyen, réduction pour les relations porte-à-porte en correspondance, suppression ou décalage des relations « drapeau ». |
| 2. Disponibilité temporelle | Aucun | Continuité de l'offre |
| 3. Confort | Aucun | Aucun |
| 4. Disponibilité spatiale | Aucun | Intégration de l'offre, intermodalité |
| 5. Appropriabilité | Lisibilité au départ | Simplicité, lisibilité |
| 6. Niveau de prix | Aucun | Aucun |

L'ensemble de ces analyses débouche sur deux constats importants :

- le cadencement au départ peut être associé au non-cadencement sur la plupart des variables. En d'autres termes, son apport est très limité en termes d'impacts sur la motilité, et donc de propension à utiliser davantage les transports publics.
- le cadencement en réseau impacte les variables temps de parcours, disponibilité temporelle, disponibilité spatiale et appropriabilité, soit les quatre variables d'offre ayant le plus grand impact sur la motilité de la population. Pour ces quatre variables, l'introduction du cadencement en réseau est positive, sauf en ce qui concerne la possibilité d'avoir des trains drapeaux en cours de journée.

Nous pouvons déduire de ces analyses que l'introduction du cadencement en réseau est de nature à transformer la motilité de deux manières.

1. En **rendant les transports publics plus attrayants pour plusieurs types**, dont en particulier les répondants à « Motilité limitée pas l'ancrage résidentiel », « Motilité limitée par la prégnance des routines », et « Motilité maximum », qui sont chacun à leur manière très réactifs à la continuité de l'offre et à sa simplicité d'appropriation.

2. En **modifiant la pré-éminence des différents types de motilité au sein de la population** au profit des trois susmentionnés, car comme nous l'avons déjà relevé, la population est influencée dans sa motilité par la qualité des variables d'offre. Ainsi, une très bonne continuité de l'offre et une simplicité d'appropriation sont de nature à favoriser l'adoption par la population d'aptitudes à se mouvoir dans lesquelles ces aspects occupent une place centrale. Symétriquement, la même remarque est valable pour les répondants du type « Motilité limitée par les compétences », appelé à décroître avec l'introduction du cadencement en réseau, du fait que les compétences organisationnelles et de repérage dans le temps et l'espace mobilisées pour l'utilisation des transports publics sont nettement plus simples à acquérir (du fait de la systématique et de la lisibilité de l'offre).

3.3 Applicabilité à la France

3.3.1 Analyse

Pour étudier l'applicabilité à la France et mettre en évidence les gains du cadencement en réseau, les six variables d'offre identifiées comme décisives dans la motilité et les choix modaux ont été analysées dans le cas de l'offre actuelle en France puis dans celui d'une offre cadencée en réseau (l'offre cadencée au départ n'a pas été étudiées spécifiquement suite au constat de sa similitude avec l'offre non cadencée (offre actuelle)) (tableau 3.5).

En ce qui concerne les temps de parcours aujourd'hui en France, ils sont en général très bons pour les relations directes de gare à gare par TGV, et le plus souvent bons ou corrects pour les autres relations directes de gare à gare. Lorsque les relations nécessitent une correspondance, les temps de parcours sont moins bons car les temps de correspondance, conçus pour les voyages occasionnels, sont souvent trop longs pour un usage régulier. Si l'on s'intéresse maintenant aux relations de porte-à-porte, mis à par en Ile-de-France et dans les grands centres urbains, les temps de parcours en transports publics sont en général mauvais à très mauvais en raison de la faiblesse de l'offre de rabattement ou de l'absence de continuité de la chaîne de transport.

Dans une offre cadencée en réseau, la coordination des horaires permet de réduire les temps de parcours de porte-à-porte pour la plupart des relations, même en dehors du cœur des villes, ceci grâce à l'optimisation des correspondances tout au long de la chaîne de transports publics. Les performances liées à la grande vitesse ne sont en principe pas modifiées par le cadencement, sauf pour les trains drapeaux qui sont traités en dehors du système et donc ne bénéficient pas ou peu de l'offre intégrée. En raison de l'organisation de nœuds de correspondances, il peut apparaître des pertes de temps parcours pour certaines relations diamétralisées et non principales, car seules les relations principales (par exemple à grande vitesse) traversent le nœud de correspondances avec un stationnement court.

Mis à part en Ile-de-France, dans les centres urbains et sur certaines relations TGV et intervalles, la disponibilité temporelle est aujourd'hui en France en général passable ou mauvaise en raison des « trous » dans l'horaire en heure creuse sur les lignes TER et en général médiocre sur les réseaux routiers départementaux en raison de l'offre inexistante en dehors des heures de pointe. En effet, en l'absence de logique de mobilité liée au cadencement, l'offre est calquée sur les flux d'heure de pointe pour motif travail et étude, et ne répond pas aux flux plus diffus d'heures creuses. Ces lacunes dans l'horaire, combinées à la faible intégration des réseaux, conduit à une disponibilité temporelle globalement faible pour la plupart des relations hors celles citées ci-avant. On peut noter que ceci est également vrai pour les secteurs sur lesquels a été mis en service récemment ce que l'on a appelé cadencement en Rhône-Alpes (Tzieropoulos, 2009), Bourgogne, PACA, Normandie, ... Cela indique que ces projets dits de cadencement ne correspondent pas à la définition de cadencement en réseau pratiquée ailleurs en Europe.

Dans une offre cadencée en réseau, le principe de la continuité de l'offre sur l'ensemble de la journée ainsi qu'en soirée (qui n'exclut pas des renforts de pointe) associée à la coordination en réseau permet de garantir la disponibilité temporelle et ainsi d'offrir au voyageur une liberté de mobilité dans le réseau. Cette continuité de l'offre n'est pas forcément synonyme de baisse du taux de couverture : un régime allégé peut être prévu en heure creuse permettant de valoriser les outils de production (matériel roulant installations fixes) et de générer du trafic, comme le montrent de nombreux exemples européens (Allemagne, Suisse, Pays-bas, ...)

Le confort, qui se mesure d'abord par la possibilité d'être assis, est aujourd'hui en général bon en France, sauf pour certains services urbains ou TER et pour la plupart des relations intervalles. En effet, ce créneau ne trouve aujourd'hui pas vraiment sa place en termes de produit entre le TGV et le TER, ce qui fait que les relations intervalles sont souvent assurées soit par un matériel de type TGV plutôt adapté aux voyages de plus longue durée, soit par du matériel TER adapté aux déplacements quotidiens courts.

La variable du confort n'est pas liée au cadencement en réseau : on peut cadencer les horaires en réseau avec du matériel confortable ou non.

La disponibilité spatiale est aujourd'hui en France, en dehors de l'Ile de France et des agglomérations principales, en général faible. Cela est dû d'une part à la faible densité de gares bien desservies, à leur localisation parfois décentrée (en raison de l'urbanisation ayant été développée autour des axes routiers et non des gares), à la faiblesse de l'offre routière départementale et régionale et d'autre part à la faible intégration de ces réseaux (grandes lignes, régional, départemental, urbain) en termes de structure de réseaux, d'organisation des interfaces, de coordination des horaires, de tarification et d'information. Tout ceci concourt au fait qu'il est aujourd'hui quasiment impossible de se déplacer uniquement en transports publics dans le territoire français, mis à part encore une fois en Ile-de-France et

entre les centres urbains. Ces déplacements se font donc exclusivement en voiture particulière. La médiocre disponibilité spatiale est d'ailleurs reconnue implicitement puisque la SNCF propose à ses clients en compensation des offres de location de voiture.

La disponibilité spatiale est en principe bonne à très bonne dans une offre cadencée en réseau car la coordination des horaires entre les différentes lignes et sous-réseaux permet de garantir la continuité de la chaîne de transport et ainsi la couverture maximale du territoire pouvant raisonnablement est desservi par les transports publics.

L'appropriabilité de l'offre aujourd'hui en France est en général mauvaise. Ceci est dû non seulement à l'absence d'horaires cadencés qui rendent les horaires peu lisibles et peu mémorisables par les clients, mais aussi par la complication de l'offre en termes de tarifs et de source d'information, et enfin par la non-intégration des réseaux qui accentue ces défauts du point de vue du client désirant se rendre d'un point A à un point B par forcément situés sur le même réseau. La faible appropriabilité de l'offre tarifaire est à relever dans le sens où non seulement elle est faible parce que non intégrée et non coordonnée pour les réseaux grandes lignes, régionaux, départementaux et urbains, mais surtout parce que cette appropriabilité est en baisse constante ces dernières années. Ceci est dû d'une part à la lente déconnexion des offres tarifaires TER et Grandes lignes de la SNCF et d'autre part à l'explosion de nombre d'offre complètement disparates selon les régions et les départements, en raison de la prise de compétence des autorités organisatrices de transport.

L'offre cadencée en réseau permet d'améliorer fortement la lisibilité des horaires qui deviennent aisément mémorisables grâce à la répétitivité et la simplicité du système, mais permet aussi de fournir les bases d'une intermodalité poussée par l'intégration des réseaux à tous les niveaux de l'offre : réseau, horaires, interfaces, tarification, information. Ceci conduit à une simplification et à une standardisation qui rend l'offre facilement accessible au client. Cette lisibilité est aussi un atout pour attirer de nouveaux clients, automobilistes notamment.

Les prix sont en général attractifs (bien qu'issus d'une tarification compliquée péjorant l'appropriabilité) aujourd'hui en France.

La variable du prix n'est pas liée au cadencement en réseau : on peut cadencer les horaires en réseau avec des prix avantageux ou élevés

Comment l'offre cadencée en réseau telle que nous venons de la décrire impactera la motilité des Français ? Sur la base des analyses présentées, deux effets sont prévisibles.

Tout d'abord, à court terme, **un accroissement de l'attractivité des transports ferroviaires** pour les déplacements de la vie quotidienne (y compris la pendularité de longue distance ou la birésidence), tout particulièrement pour les répondants des types « Motilité limitée pas l'ancrage résidentiel », « Motilité limitée par la prégnance des routines », et « Motilité maximum », qui sont particulièrement sensibles à l'amélioration de la disponibilité temporelle de l'offre et de son appropriabilité. D'après nos enquêtes, **ces trois types représentent 40% de la population active âgée de 25 à 45 ans.**

Ensuite, à moyen terme, **une modification de la pré-éminence des différents types au profit des répondants ayant une « Motilité limitée pas l'ancrage résidentiel », une « Motilité limitée par la prégnance des routines », et une « Motilité maximum ».** L'amélioration marquée de l'offre de transports publics sur les aspects lisibilité et disponibilité temporelle va en effet avoir pour effet prévisible d'inciter une partie de la

population à adopter des modes de vie dans lesquels ces éléments d'offre sont importants. Il est dès lors très probable que la part de 40% des personnes fortement impactées dans leurs déplacements par le cadencement en réseau **augmente progressivement pour atteindre un taux de 60% (environ) de la population active, âgée de 25 à 45 ans, comme en Allemagne** par exemple, où l'offre présente déjà ces caractéristiques.

T 3.5 Comparaison par variable de la situation actuelle en France et d'une offre cadencée en réseau

| <i>Variables</i> | <i>Offre actuelle en France</i> | <i>Offre cadencée en réseau</i> |
|-----------------------------|--|---|
| 1. Temps de parcours | Bons (TGV, gare à gare) Moyens/mauvais (porte-à-porte) | Bons (relations principales) Corrects (autres) |
| 2. Disponibilité temporelle | Mauvaise (offre non continue en journée, pas d'offre en soirée) | Bonne offre continue en journée, et en soirée) |
| 3. Confort | Bon (grandes lignes) Moyen, mauvais (intervilles, TER) | Bon ou mauvais (variable non liée) |
| 4. Disponibilité spatiale | Mauvaise (non-intégration de l'offre, intermodalité faible sauf IdF) | Bonne (intégration de l'offre, intermodalité) |
| 5. Appropriabilité | Faible (horaires peu lisibles, offre compliquée) | Bonne (horaires lisibles, offre simple, standard) |
| 6. Niveau de prix | Bons | Bons ou mauvais (variable non liée) |

L'étude des six variables d'offre en fonction de l'offre actuelle de transports publics en France et le cadencement en réseau est riche en enseignements.

Elle indique tout d'abord que **les variables sur lesquelles l'offre de transport est aujourd'hui performante en France sont soit non concernées par le cadencement en réseau**, à l'instar du confort et du prix, soit faiblement modifiées par le cadencement en réseau. Dans ce second cas de figure, on trouve en particulier les temps de parcours TGV, qui ne sont modifiés par le cadencement en réseau que pour les trains drapeaux uniques, de même que les temps de parcours des autres relations, qui se trouvent améliorés par le jeu des correspondances.

Cette analyse montre aussi que **les variables d'offre qui sont aujourd'hui perfectibles en France sont précisément celles qui sont améliorées par le cadencement en réseau**. Il s'agit en particulier de la disponibilité temporelle grâce à la continuité de l'offre, de la disponibilité spatiale grâce à l'intégration et à l'intermodalité, et de l'appropriabilité grâce à la lisibilité, simplicité et standardisation.

En revenant sur l'analyse que nous avons pu faire des modèles de prévision, nous observons aussi que **les variables d'offre qui sont bonnes aujourd'hui en France et qui sont pas ou peu impactées par le cadencement en réseau sont celles qui sont prises en compte par les modèles** utilisés aujourd'hui. A contrario, **les variables d'offre qui sont aujourd'hui perfectibles en France et améliorées par le cadencement en réseau sont celles qui ne sont que peu prises en compte par les modèles** utilisés aujourd'hui comme instruments de prévision.

A travers ces résultats, nous sommes à présent en mesure de comprendre pourquoi les modèles actuellement utilisés en France comme outils de prévision de trafic ne valorisent pas le cadencement en réseau, et par voie de corollaire, nous sommes aussi en mesure de comprendre pourquoi les acteurs qui utilisent ces outils ne valorisent pas le cadencement en réseau.

3.3.2 *Recommandations*

Sur la base de l'ensemble des investigations menées, et compte tenu de l'offre de transport actuelle en France, de la motilité de la population de ce pays et des modèles de prévision actuellement utilisés, nous recommandons les mesures suivantes :

1. **Mettre l'accent sur l'amélioration des variables d'offre qui sont aujourd'hui perfectibles**, soit concrètement :

- améliorer les temps de parcours des relations secondaires (directes et en correspondance),
- améliorer la disponibilité temporelle par la continuité de l'offre en journée et en soirée (avec un régime d'heure creuse allégé par rapport à l'heure de pointe),
- améliorer la disponibilité spatiale en intégrant les niveaux d'offre ferroviaire (TGV, Corail, TER) et l'intermodalité (pas seulement avec les réseaux urbains mais aussi et surtout avec les réseaux départementaux, et ceci aux niveaux réseau, horaire, interfaces, tarifs, information),
- améliorer l'appropriabilité de l'offre par la lisibilité, la simplicité et la standardisation.

2. **Se doter d'outils de prévision véritablement en prise avec la motilité des personnes**, soit concrètement :

- développer des enquêtes précises, permettant de calibrer finement l'ensemble des variables d'offre importantes, soit en particulier les six identifiées comme centrales dans la motilité : le temps de parcours, la disponibilité temporelle, le confort, la disponibilité spatiale, l'appropriabilité et le prix.
- utiliser des modèles de prévision capables d'intégrer les six variables d'offre identifiées comme importantes dans le choix modal. Dans cette optique, il serait vivement souhaitable d'intégrer les avancées de la recherche récente dans le domaine des modèles de prévision (comme le temps de trajet utile, la chaîne de transport complète, la simplicité, etc.).

L'ensemble des observations réalisées dans la présente étude constitue une base de départ pour cette démarche, mais elle reste exploratoire. D'une part, il s'agit d'une analyse secondaire d'une base de données conçue à d'autres fins, la taille de l'échantillon ne permet

pas de réaliser des analyses par région ou par agglomération. D'autre part, les liens entre la motilité et les caractéristiques de l'offre de transport, mis en évidence à un niveau très général, demandent à être précisés par des investigations très précises.

Par ailleurs, notre étude ne permet pas de mesurer précisément la traduction du cadencement en réseau en termes de motilité, puis en termes de générateurs de trafic. Elle ne permet pas non plus de quantifier les effets multiplicateurs du cadencement en réseau issus d'améliorations plus ou moins marquées de la couverture temporelle et spatiale du territoire par l'offre de transports publics.

Pour répondre à ces limitations, nous proposons la réalisation d'une enquête longitudinale sur les effets du cadencement en réseau sur la motilité et la génération de trafic.

L'enquête serait menée en deux vagues auprès d'un échantillon représentatif des habitants âgés de 18 à 60 ans, résidant dans trois régions qui vont connaître l'introduction du cadencement en 2012 (décembre 2011).

- Une région urbaine unipolaire [p. ex. Bordeaux, Nice ou Toulouse]
- Une région urbaine multipolaire [p. ex. Lille ou Marseille]
- Un réseau de villes moyennes [p. ex. Pays Basque ; une partie de Rhône-Alpes ; une partie de la région Centre]

La première vague d'enquête aurait lieu avant l'introduction de l'offre cadencée, la seconde un an après (pour que les habitudes aient pu se prendre).

L'objectif de l'étude serait :

- D'affiner et de valider la typologie de la motilité et de la mettre en lien avec l'utilisation des transports publics et du train en particulier ;
- De mesurer les effets du cadencement sur la prééminence des différents types de motilité ;
- D'analyser finement les liens entre le contexte d'offre, la motilité et les déplacements en transport public ;
- De mesurer comment des répondants aux motilités différentes réagissent au cadencement en réseau dans les trois contextes étudiés ;
- De décomposer l'effet cadencement entre l'accroissement de l'appropriabilité de l'offre, l'amélioration de la disponibilité spatiale, l'amélioration de la disponibilité temporelle et l'amélioration des temps de parcours de porte-à-porte.

Une telle analyse permettrait d'affiner et de consolider les résultats de la présente étude et ainsi d'établir de manière complète la pertinence du cadencement dans les modes de vie des Français.

4. Synthèse et conclusions

4.1 Synthèse générale

L'objectif de la présente étude était de mettre à disposition un état des savoirs concernant les effets du cadencement sur la demande de transport, de façon à disposer d'arguments scientifiquement fondés sur les impacts du cadencement en France.

Ce cadre nous a amené dans ce rapport à explorer les interactions entre l'offre de transports publics, et tout spécialement l'offre ferroviaire, la demande potentielle et la fréquentation.

Ces interactions sont en effet souvent occultées par les modèles qui partent d'une approche linéaire allant de la demande vers l'offre. Dépasser cette conceptualisation nous semblait d'autant plus indispensable s'agissant du cadencement qu'une bonne partie de ses bénéfices en termes d'accroissement d'utilisation des transports publics résulte d'effets de systèmes entre l'offre et la demande.

Nous avons réalisé un état des lieux de l'évolution de l'offre et de la demande en France et en Europe, c'est-à-dire de la structure territoriale, des déplacements et de l'offre ferroviaire, puis de la traduction de l'offre en demande potentielle et en déplacements : Une analyse des modèles de prévision de la demande a également été effectuée (voir annexe 1). Sur la base de cet état des lieux, il a ensuite été possible de mettre en relief les effets prévisibles de l'introduction du cadencement en France.

L'ensemble de ce travail débouche sur la conclusion générale suivante :

Ce qui est progressivement mis en place en France sous le label *cadencement* ne correspond pas à la définition du cadencement en réseau. Les effets de cette introduction ne seront donc pas complets ni immédiats.

Développer un véritable cadencement en réseau susceptible d'agir effectivement sur la demande potentielle et la fréquentation implique d'améliorer la continuité temporelle de l'offre au cours de la journée et d'intégrer la chaîne de transports publics complète à l'offre cadencée.

Les six résultats suivants, réalisés dans le cadre de l'étude, nous permettent d'avancer cette conclusion générale

Le premier résultat est qu'**un changement d'offre comme le cadencement ne produit pas un effet mécanique sur la fréquentation**. En plus du changement de l'offre de transports publics, l'examen de la littérature indique que la fréquentation dépend de toute une série de facteurs qui agissent de façon décisive : les accessibilités routières, la taille du pays considéré et son degré de centralisation, la distribution spatiale du peuplement et sa densité, le niveau de vie de la population, le travail féminin (à temps partiel, à plein temps) et des facteurs culturels relatifs au rapport à l'espace public et aux représentations sociales des moyens de transport.

Une modification de l'offre de transports ne va pas entraîner les mêmes comportements dans tous les contextes, puisque les autres facteurs agissant sur les déplacements y sont différents dans leur qualité aussi bien que dans leur configuration. Les changements de comportements vont en particulier dépendre de la manière dont la modification d'offre va

entrer en résonance avec la capacité à se mouvoir (ou motilité) de la population, et donc de l'ensemble des autres facteurs agissant sur cette motilité. (accessibilités routières, niveau de vie, culture, projets de mobilité, etc.). En conséquence, l'impact d'un changement d'offre doit se mesurer en fonction des aptitudes de la population concernée à se mouvoir.

Le deuxième résultat important par rapport aux effets du cadencement est que **la capacité à se mouvoir de la population, sa motilité, est assez différente suivant le pays considéré**. Les six types de motilité identifiés indiquent non seulement que certaines personnes ont de fortes capacités à se mouvoir, tandis que d'autres ont une faible motilité, mais aussi que de nombreuses personnes sont dotées de motilités différentes sans qu'il soit possible de dire qui en a plus et qui en a moins.

La pré-éminence des différents types de motilité au sein de la population est assez contrastée suivant les pays. La France se caractérise par la forte présence de la « motilité limitée par les compétences », car l'offre y est non systématique et non cadencée, et demande des compétences d'usagers plus élevées pour être utilisée que dans des pays disposant d'une offre intégrée et systématique (au plan des heures et des jours de circulation en particulier).

Troisième résultat important à relever : six variables d'offre de transport ont été identifiées comme décisives pour le choix modal des transports publics, soit par ordre d'importance décroissant : **la disponibilité spatiale de l'offre, le temps de parcours, la disponibilité temporelle, l'appropriabilité de l'offre, le confort et le niveau de prix**. Toutes ne touchent pas l'ensemble de la population et ont des impacts différents sur la demande suivant les pays et les régions.

La qualité de ces six variables d'offre impacte leur importance dans la formation des choix modaux. Lorsqu'une de ces variables est bonne elle prend de l'importance dans les choix modaux, ce qui montre que l'offre se sédimente progressivement dans les modes de vie. **Si l'on admet que les modes de vie renvoient à la culture, alors l'offre de transports publics est de nature à agir sur la culture**. A l'inverse, un mode de vie (ou une culture) dominant dans un contexte formate l'offre dans la mesure où la réactivité de la population à des améliorations d'offre dépend de la culture. Ainsi, **une offre est non seulement de nature à entraîner des comportements de déplacements, mais aussi de nature à modifier la composition de la motilité de la population**.

C'est par exemple le cas pour la disponibilité temporelle et l'appropriabilité, à la fois meilleure et plus importante en Allemagne et en Suisse. Ce résultat démontre qu'**une offre est non seulement de nature à entraîner des comportements de déplacements, mais aussi de nature à modifier la pré-éminence des différents types de motilité de la population**. L'offre a donc un effet rétroactif sur la demande. En d'autres termes, les répondants allemands, qui disposent d'une offre efficace en porte-à-porte, facilement appropriable et offrant une bonne disponibilité temporelle sont marqués dans leurs modes de vie par ces caractéristiques, et ont des comportements de déplacements qui se construisent à partir de ces caractéristiques d'offre (ils s'approprient beaucoup les temps de déplacements, sont facilement birésidentiels ou pendulaires de longue distance, etc.).

En France, pour des raisons du même ordre, la population est d'une manière générale moins réactive à l'offre de transports publics qu'en Allemagne ou en Suisse (sauf en Ile-de-France et dans quelques grandes agglomérations). Ceci s'explique d'une part, par le fait que les modes de vie s'adosent beaucoup aux accessibilités routières et à l'utilisation de l'automobile grâce à une offre routière de qualité, et d'autre part, par le fait que, sauf en Ile-de-France, **l'offre de transports publics est généralement perfectible sur un certain**

nombre de variables clé, comme la continuité spatiale de l'offre, la disponibilité temporelle et l'appropriabilité, ce qui rend plus difficile de se construire un mode de vie dans lequel les transports publics sont un ingrédient important.

Quatrième résultat sur lequel débouche ce travail : **les variables sur lesquelles l'offre de transport est aujourd'hui performante en France sont soit non concernées par le cadencement en réseau, à l'instar du confort et du prix, soit faiblement modifiées par le cadencement en réseau.** Dans ce second cas de figure, on trouve en particulier les temps de parcours TGV, qui ne sont pas modifiés par le cadencement en réseau sauf le cas échéant pour les trains drapeaux uniques, de même que les temps de parcours des autres relations porte-à-porte, qui se trouvent améliorées par le jeu des correspondances. **A contrario, les variables d'offre qui sont aujourd'hui perfectibles en France sont précisément celles qui sont améliorées par le cadencement en réseau.** Il s'agit en particulier de la disponibilité temporelle grâce à la continuité de l'offre, de la disponibilité spatiale grâce à l'intégration et à l'intermodalité, et de l'appropriabilité grâce à la lisibilité, simplicité et standardisation.

Comment l'offre cadencée impactera la motilité des Français ? Sur la base des analyses présentées, deux effets sont prévisibles :

- Tout d'abord, à court terme, **un accroissement de l'attractivité des transports publics et en particulier ferroviaires** pour les déplacements de la vie quotidienne (y compris la pendularité de longue distance ou la birésidence), tout particulièrement pour les répondants des types « Motilité limitée par l'ancrage résidentiel », « Motilité limitée par la prégnance des routines », et « Motilité maximum », qui sont particulièrement sensibles à l'amélioration de la disponibilité temporelle de l'offre et de sa lisibilité. D'après nos enquêtes, **ces trois types représentent 40% de la population active âgée de 25 à 45 ans.**
- Ensuite, à moyen terme, **une modification de la pré-éminence des différents types au profit des répondants ayant une « Motilité limitée par l'ancrage résidentiel », une « Motilité limitée par la prégnance des routines », et une « Motilité maximum ».** L'amélioration marquée de l'offre de transports publics sur les aspects appropriabilité et disponibilité temporelle va en effet avoir pour effet prévisible d'inciter une partie de la population à adopter des modes de vie dans lesquels ces éléments d'offre sont importants. Il est dès lors très probable que la part de 40% des personnes fortement impactées dans leurs déplacements par le cadencement en réseau **augmente progressivement pour atteindre un taux de 60% environ de la population active, âgée de 25 à 45 ans, comme en Allemagne** par exemple, où l'offre présente déjà ces caractéristiques.

Cinquième point important par rapport au cadencement en France : les modèles de prévision de la demande utilisés en France n'intègrent qu'imparfaitement un certain nombre de facteurs-clé de la motilité de la population. En conséquence, **les modèles de prévision de la demande actuellement utilisés en France notamment dans les entreprises de transport sont largement inappropriés pour décrire finement les effets de l'offre sur la demande.**

Les variables d'offre qui sont bonnes aujourd'hui en France (prix, confort, ...) sont d'une part pas ou peu impactées par le cadencement en réseau, d'autre part prises en compte par les modèles utilisés aujourd'hui. A contrario, **les variables d'offre qui sont mauvaises aujourd'hui en France, et améliorées par le cadencement en réseau (temps de**

parcours porte-à-porte, disponibilité spatiale et temporelle, appropriabilité de l'offre), sont celles qui ne sont pas prises en compte par les modèles utilisés aujourd'hui comme instruments de prévision.

Les modèles actuellement utilisés en France comme outils de prévision de trafic ne valorisent pas le cadencement en réseau, ce qui explique pourquoi les acteurs qui utilisent ces outils ne valorisent pas le cadencement en réseau.

Sixième conclusion : **optimiser l'offre de transports publics en France implique de s'atteler à améliorer les variables disponibilité temporelle (continuité) et spatiale (intégration et intermodalité) ainsi que l'appropriabilité du système (simplicité, standardisation).** Cela veut dire que développer l'offre passe d'abord par sa meilleure organisation. Pour ces trois variables, les effets positifs du cadencement en réseau sont avérés.

Optimiser l'offre de transports publics en France en agissant sur les trois variables perfectibles identifiées en introduisant le cadencement en réseau à l'échelle nationale est de **nature à progressivement transformer les modes de vie des Français, et par ce biais leur culture en le rendant plus « écomobile »** (à l'instar de l'Allemagne ou de la Suisse). Tout changement d'offre important sur les six variables d'offre identifiées est **de nature à progressivement transformer les modes de vie des Français et, par ce biais, leur rapport au temps et à l'espace.** En France, le mécanisme serait identique à celui qu'a connu l'Allemagne ou la Suisse à l'introduction du cadencement ferroviaire, mais d'une manière nécessairement différentes en termes de processus, ne serait-ce que parce que le rapport au temps, aussi bien que la pré-éminence des différents types de motilité, sont différents de la situation suisse ou allemande de départ.

4.2 Recommandations

Compte tenu de cet ensemble de résultats, nous recommandons de **mettre l'accent sur l'amélioration des variables d'offre qui sont aujourd'hui perfectibles**, afin de développer un véritable cadencement en réseau.

Concrètement, il faut aller plus loin que les réalisations mises en service jusqu'à présent sous le label cadencement en appliquant l'ensemble des principes du cadencement en réseau, en particulier la continuité de l'offre permettant la disponibilité temporelle et l'intermodalité complète permettant la disponibilité spatiale. Il s'agit :

- D'améliorer les temps de parcours des relations secondaires (directes et en correspondance),
- D'améliorer la disponibilité temporelle par la continuité de l'offre en journée et en soirée (avec un régime d'heure creuse allégé par rapport à l'heure de pointe),
- D'améliorer la disponibilité spatiale en intégrant les niveaux d'offre ferroviaire (TGV, Corail, TER) et l'intermodalité (pas seulement avec les réseaux urbains mais aussi et surtout avec les réseaux départementaux, et ceci aux niveaux réseau, horaire, interfaces, tarifs, information),
- D'améliorer l'appropriabilité de l'offre par la lisibilité, la simplicité et la standardisation.

L'enjeu est de **créer progressivement la disponibilité temporelle et spatiale du système de transports publics permettant de maximiser les effets de l'introduction du cadencement sur la fréquentation.**

Les expériences étrangères montrent que répondre à cet enjeu nécessite la création d'**un organisme national chargé de définir, puis de garantir, la coordination de tous les modes composant le système de transports publics intégré.**

5. Annexe 1 : Bilan des modèles de prévision de la demande

5.1 Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter les principaux modèles utilisés par les opérateurs ferroviaires des six pays étudiés⁵ pour estimer la demande voyageurs actuelle et future. Après un bref aperçu des différents types de modèles de la demande, nous aborderons l'observation de la structure et des principaux paramètres d'entrée et de sortie. En outre, nous nous intéressons à l'interaction entre l'offre et la demande, à la structure horaire (cadencée ou non), ainsi qu'aux développements de la mobilité présentés dans le chapitre 2.2. De plus, nous identifierons le calibrage et la limitation des modèles liés à l'application au monde réel. Enfin, nous présenterons quelques idées provenant d'études récentes en montrant comment les défauts actuels pourraient être surmontés.

5.2 Théorie et classification des modèles

Selon Bonnel, les modèles de la demande de transport peuvent être classifiés selon les 4 différenciations suivantes (Bonnel, 2004; Ortuzar et al., 1994):

- *Modèle monomodal versus modèle multimodal*: Pour le premier type de modèles, on ne considère qu'un mode de transport, tandis que pour le second type de modèles, les modes concurrents et la chaîne de déplacements sont inclus.
- *Modèles séquentiels (principalement à 4 étapes) versus modèles de demande directe* : Les quatre étapes classiques - au départ consécutives - sont la génération et l'attraction des déplacements, la distribution du trafic, le choix modal (répartition) et le choix de l'itinéraire (affectation). Le fait de savoir si le choix du mode détermine essentiellement la destination (ou si c'est plutôt l'inverse) a entraîné un changement du modèle 4 étapes séquentiel vers une estimation intégrée de flux de trafic (étapes 1-3). Alors que la modélisation à 4 étapes est encore une pratique courante au niveau urbain, au niveau interurbain ce sont les modèles de demande directe qui sont de plus en plus répandus. Ces derniers soit estiment l'évolution des volumes du trafic total dans une région ou un pays, soit font référence à des projets d'offre spécifiques en considérant exclusivement la génération des déplacements et le choix modal ("modélisation marginale"; consulter également Birn et al., 2008). Ils se basent sur le PIB et les caractéristiques de l'offre (comme le temps de trajet, la fréquence, le prix), les modes considérés et concurrents, ainsi que sur l'élasticité de la demande relative. De plus, ils incluent souvent des fonctions de correction pour un retard des réactions de la demande à un changement d'offre (Cabanne, 2005).
- *Modèles désagrégés versus modèles agrégés* : Au cours des dernières années, la tendance s'est orientée progressivement vers les modèles désagrégés, en particulier pour le choix de modes de transport et le choix d'itinéraire (affectation)⁶. Tandis que les modèles agrégés considèrent les volumes absolus de trafic sur une relation Origine-Destination (OD), les modèles désagrégés sont basés sur des processus de décisions individuelles. La population est divisée en groupes (plutôt que considérée comme homogène), basée sur des critères socio-économiques (comme l'âge, le genre, l'activité économique et le revenu) ou des critères liés au déplacement. Pour les différents groupes, on définit des

⁵Nous nous intéresserons également dans certains cas aux gestionnaires d'infrastructures (par exemple en France) ou aux organismes de contrôle publics (comme en Grande-Bretagne).

⁶Dans le cas de modélisation à quatre étapes, la génération des déplacements et la distribution du trafic se basent souvent sur une approche assez simple, en considérant la distribution des activités (modèle gravitaire).

taux de déplacement par jour et par motif, ainsi que des valeurs du temps spécifiques (VDT). L'idée essentielle est que les particuliers s'efforcent de maximiser l'utilité de leur déplacement et d'établir leurs schémas de transport sur la base de comportements rationnels, principalement liés à la minimalisation des coûts généralisés de déplacement (temps et coût du transport). Le modèle mathématique suggère un ensemble d'alternatives disponibles où la probabilité qu'une alternative spécifique soit choisie est calculée grâce à une approche stochastique (principalement les modèles Probit ou Logit). Incorporant des termes supplémentaires d'erreur aléatoire, ces modèles visent à prendre en compte également la part inobservable des décisions humaines.

- *Les modèles basés sur des données instantanées versus des données chronologiques ou des données de panel*, déterminant les aptitudes prévisionnelles à court, moyen et long terme. D'après Cabanne (2005), pour des raisons macroéconomiques, la modélisation de la demande interurbaine devrait mieux intégrer les évolutions à long terme, grâce aux analyses de séries de temps et au développement de l'élasticité dynamique.

Bonnafous fait remarquer qu'en général un modèle doit rester opérationnel (Bonnafous, 1989), ce qui implique :

- *Etre pertinent* : Ce modèle doit être conforme à la réalité supposée ;
- *Etre cohérent* : Le modèle ne doit comporter aucune contradiction (liée à la structure ou objective)
- *Etre mesurable* : Les variables incluses doivent être adaptées aux situations réelles sur la base de travaux empiriques qui peuvent être mis en œuvre, garantissant une fiabilité et une significativité statistiques suffisantes. Ceci soulève la question du niveau d'agrégation, de la finesse du zonage et de la complexité du modèle. Les données de calibrage sont habituellement collectées via des enquêtes régulières ou spécifiques à un projet, basées sur des approches de préférence révélées (réellement observées) ou déclarées (situations hypothétiques), le comptage des voyageurs dans les gares de correspondance, dans les trains et via les systèmes de billetterie.

5.3 Les acteurs de la modélisation

En s'intéressant aux *six pays étudiés*, on s'aperçoit que les opérateurs (comme la SNCF, la DB, les CFF et la SNCB) possèdent l'*expertise* principale dans la modélisation et la prévision, secondées par des consultants externes. En Espagne, la RENFE semble avoir transféré une grande partie des missions de modélisation à des consultants externes. Les organismes de contrôles et les gestionnaires d'infrastructure conservent souvent des départements modélisation plus restreints. Selon la structure administrative et le cadre institutionnel dans les différents pays, les régions établissent également des modélisations, notamment en France ou en Espagne.

Les *objectifs de la modélisation de la demande* sont multiples et liées aux stratégies et intérêts principaux des acteurs qui en sont parties prenantes. L'idée centrale est d'estimer les impacts de la demande en cas de changements liés à l'offre ou de changements externes, par exemple macroéconomiques. Les opérateurs ont pour principal intérêt de connaître les parts de marché potentielles du train, en concurrence avec des modes alternatifs (avion et voiture), afin d'optimiser leurs services et de maximiser leurs profits (ratio coût / bénéfice). Pour ce faire, les opérateurs appliquant une stratégie charter comme la SNCF ou les opérateurs britanniques cherchent à répondre à la demande "observée" en mettant davantage l'accent sur les segments de marchés où des profits plus élevés peuvent être envisagés, comme les relations TGV en France. A l'inverse, les opérateurs appliquant une

stratégie de mobilité comme les CFF ou la SNCB ne cherchent pas forcément à maximiser leurs profits sur des segments spécifiques, mais à atteindre un équilibre économique global. Dans ce dernier cas, la modélisation se concentre sur une heure représentative de l'horaire cadencé en vigueur sur l'ensemble de la journée (voir § 3.4). En outre, les gestionnaires d'infrastructures comme RFF en France et Network Rail et les autorités de régulation comme l'ORR en Grande-Bretagne, agissent dans l'intérêt commun, s'efforçant de dimensionner correctement les infrastructures et les services pour l'ensemble des opérateurs.

Dans ce cadre, la modélisation de la demande forme la base pour le *processus de négociation entre les différents acteurs*, par exemple pour les services commandés par les autorités organisatrices aux opérateurs et les sillons achetés par ceux-ci aux gestionnaires d'infrastructure. Cependant, les informations sur l'application concrète du modèle et les données d'entrée et de sortie sont généralement tenues secrètes⁷ et aucune information n'est échangée. La coopération entre les différentes entités, (public versus privé ou institutions nationales versus institutions régionales) est donc limitée à la comparaison des résultats de modélisation et à l'accord final concernant les services à fournir. La Grande-Bretagne, avec sa structure comportant de nombreux opérateurs, est une exception puisque l'association d'opérateurs ferroviaires (ATOC) y publie régulièrement l'ouvrage intitulé "Passenger Demand Forecasting Handbook (PDFH)", aidé en cela pour les données et le savoir-faire par le Dft (Department of Transport, institution responsable de la planification).

5.4 Types de modèles et logiciels

La plupart des grands opérateurs se basent sur un modèle 4-étapes mais de façon intégrée. Le logiciel utilisé principalement en Suisse et en Allemagne est *VISEM/VISUM/PTV Vision*, en Belgique et parfois en France (principalement par les régions) *TRIPS/Cube Voyager* et en Espagne et parfois en France (par RFF et par certains consultants externes) *TransCAD*. Chacun de ces logiciels offre une modélisation 4 étapes intégrée, incluant des approches agrégées et désagrégées. Ces trois logiciels possèdent normalement une interface avec les outils de modélisation de l'offre, qui permet d'estimer directement les impacts sur la demande d'un changement de l'offre.

VISEM/VISUM/PTV Vision et *TRIPS/Cube Voyager* offrent également la possibilité de prendre en compte le *chaînage des activités* pour le processus d'estimation de la demande. *TransCAD* est le seul logiciel de modélisation de la demande basé sur une plate-forme SIG (Système d'Information Géographique) et qui ne nécessite pas d'autre interface entre l'analyse géographique et la modélisation de la demande de transport. Pour se concentrer concrètement sur les processus d'affectation, on utilise principalement des composants adaptés de ces deux modèles, comme *PTV DAVISUM* (version adaptée de *VISUM*) ou également *EMME 2*. Néanmoins, ces deux logiciels sont plutôt utilisés dans un contexte régional, *DAVISUM-metropolis* est par exemple utilisé par le STIF (Syndicat de Transport en Ile-de-France).

En France, la SNCF utilise surtout ses propres modèles (économétriques) de demande directe, nommés *Piano*, *MROD* (« Modèle Régional et Outil de Diagnostic ») et un modèle récent "*Intercité*" pour les différents segments de marché. *Piano* est basé sur une approche désagrégée prix-temps qui se concentre sur les parts de marché du train et de l'avion, en concurrence sur les relations de trafic LGV. Les deux autres modèles pour les relations régionales et interurbaines sont des modèles de choix discret (désagrégés) basés sur une approche multimodale utilité-fonction, l'accent étant mis sur la concurrence entre le train et

⁷ C'est ce qui a compliqué l'élaboration du présent chapitre et a mené finalement à une étude plus poussée du cas français. Dans ce contexte, nous remercions par avance le lecteur pour sa compréhension.

la voiture.

Les techniques d'estimation de la demande du PDFH britannique sont également basées sur des modèles économétriques et des modèles de régression, nommés *PLANET*, *MOIRA/PLATO* et *RIFF*. Ces modèles s'intéressent plutôt aux impacts estimés sur la demande des changements de l'offre, par exemple d'un réseau, d'un horaire ou de changements généraux socioéconomiques et géographiques. En outre, les consultants externes travaillent souvent sur des questions spécifiques, secondés par des modèles de choix discret basés sur une approche Logit Multi-Nominale (MNL).

5.5 Structure des modèles : données d'entrée et résultats

Les données d'entrée et les résultats pour les trois premières étapes intégrées des modèles 4 étapes (utilisés par les CFF, la DB, la SNCB et parfois RFF, RFF et par les régions en France) sont normalement basées sur des matrices OD (totales ainsi que sur des matrices OD spécifiques au mode de transport). Les niveaux d'agrégation diffèrent selon les pays et le logiciel utilisé : par exemple, DB en Allemagne, qui utilise VISEM/VISUM, identifie huit groupes d'utilisateurs différents, basés sur des activités socioéconomiques et des motifs de voyage, tandis que ADIF en Espagne suit une approche plus agrégée, en distinguant simplement les motifs de voyage. Si l'on s'intéresse plus particulièrement à la France, les régions utilisent DAVISUM de façon plutôt désagrégée, différenciant les usagers classés assez précisément, sur la base d'un ensemble de variables socio-économiques.

L'affectation, dernier composant d'une modélisation 4 étapes, est normalement entreprise avec l'application de différents algorithmes - principalement stochastiques - basés sur le concept de minimalisation des coûts généralisés (en Suisse par exemple Box-Cox pour les gains de temps absolus et relatifs, Lohse pour le choix du plus court chemin, ...). Dans ce contexte, l'offre est mesurée par le temps de trajet total (fréquence, nombre de transbordements, pénalité additionnelle pour l'accès à la gare et au lieu de destination et temps de battement). Tandis que dans les régions sans horaire cadencé les modèles doivent distinguer l'estimation de la demande pendant les heures de pointe et les heures creuses, en Suisse, dans la plupart des régions en Allemagne et en Belgique, les modèles sont basés sur une heure quotidienne moyenne qui permet d'établir les flux de la journée entière, multiples de l'heure quotidienne moyenne.

Les modèles de choix discret (*demande directe*) utilisés par la SNCF mesurent également l'offre par le temps de trajet total et négligeant donc aussi les critères qualitatifs comme le confort, l'information, la lisibilité ou les facilités d'orientation. Dans le cas du modèle TGV et interurbain, la définition de différents groupes d'usagers est limitée aux différences régionales macroéconomiques et aux principaux motifs de voyage, mais n'est pas liée aux différents âges, revenus ou à d'autres classifications socioéconomiques. Cependant, pour le modèle régional MROD, une distinction supplémentaire est faite entre les motifs de voyage domicile-travail et travail-études; elle se rapproche donc d'une distinction basée sur l'âge. De plus, il est important de garder à l'esprit que les modèles de choix discret sont normalement basés sur un Modèle Logit Multinomial (approche multinomial logit), faciles à mettre en place et à estimer, mais à portée limitée à cause d'un ensemble d'hypothèses rigoureuses et négligeant l'hétérogénéité dans les goûts chez les voyageurs (Hess et al, 2005; voir aussi 3.7 et 3.8).

5.6 Calibrage des modèles

Les matrices OD doivent être calibrées avec des données issues du monde réel. Les éléments de choix discret des modèles 4 étapes ainsi que les modèles économétriques utilisés par la SNCF en France et ATOC en Grande-Bretagne nécessitent de plus des données réelles liées à des valeurs de temps spécifiques par groupe de population et d'élasticité de la demande.

Les *grands opérateurs en particulier*, comme la SNCF, les CFF, la DB et la SNCB ont l'habitude d'observer le développement voyageur et d'enregistrer les achats de billets, ce qui permet de maintenir et d'actualiser régulièrement des bases de données complètes sur la demande voyageurs. Les bases de données permettent l'établissement de matrices OD pour le nombre de voyageurs et les kilomètres-voyageur par type de train. On sait de plus que la SNCF maintient depuis 1996 cinq séries-temps différentes, en différenciant les volumes de trafic dans le TGV, les trains interurbains et régionaux ainsi que dans les trains nationaux, les trains en relations avec l'Ile de France et les trains provinciaux (Cabanne, 2005).

Comme nous l'avons mentionné auparavant, en Grande-Bretagne l'association des opérateurs ATOC collecte et stocke toutes les données disponibles, aidée par l'organisme de contrôle et Network Rail, et fournit les résultats via le PDFH à tous les opérateurs enregistrés. A l'exception du cas britannique, le flux d'informations entre les opérateurs et les gestionnaires d'infrastructure est généralement pauvre.

Les *bases de données* compilées par les *gestionnaires d'infrastructures* se situent donc principalement à un niveau plus agrégé. Si l'on se penche à nouveau sur le cas de la France, on note les publications annuelles par la SNCF ("Mémento SNCF") liées au nombre de voyageurs et au kilomètres-voyageur pour les flux hors d'Ile de France, quelques distinctions étant faites par type de train (TGV, interurbain, périurbain, ...) ainsi que pour quelques axes principaux LGV. De plus, la SNCF fournit à RFF ses données annuelles de matrice OD au niveau régional. Cela permet au gestionnaire d'infrastructures d'établir un modèle de la demande relativement général pour les flux nationaux à l'échelle des départements et d'utiliser les données adaptées pour ses modèles de choix discret.

Pour l'estimation de la demande de *projets spécifiques*, tous les acteurs (opérateurs, gestionnaires d'infrastructures et autorités organisatrices) mènent leurs propres études, en utilisant principalement des approches fondées sur la préférence déclarée, ou mettent en place le comptage des voyageurs dans les stations de correspondance et dans les trains⁸. Pour les besoins de prévisions, les opérateurs travaillent avec différents scénarios, et surtout des scénarios basés sur la tendance actuelle.

5.7 Les tendances pays par pays

Dans les tableaux (T.11 - T.16), on trouvera les informations détaillées concernant chaque pays. En général, cinq questions principales sont traitées :

- *Qui* conduit la modélisation de la demande, pour quelles raisons et comment les différentes parties prenantes (opérateurs, organismes de contrôle et gestionnaires d'infrastructures) coopèrent et coordonnent leurs activités ?

⁸RFF, qui a mené en 2008 une étude complète de Préférence Déclarée dans la région Midi-Pyrénées, en fournit un exemple intéressant, en interrogeant les usagers sur leur réaction potentielle si un horaire cadencé était mis en place. Suggérant un nombre de trains identique par heure mais des intervalles homogènes, l'étude a révélé une réaction très positive et une augmentation de la demande d'environ 3 % pour les motifs travail et études.

- *Quels types de modèles et de logiciels* sont utilisés : modèles séquentiels versus demande directe, modèles agrégés versus modèles désagrégés ?
- Quels facteurs représentent les *entrées et sorties* des modèles ? En particulier, comment est prise en compte l'offre actuelle, notamment la *structure horaire* ?
- Sur la base de quelles données les modèles sont-ils *calibrés* et appliqués au monde réel ?
- Quelles sont les *limites* des modèles par rapport à la présentation du monde réel ?

| | |
|--------------------------------------|--|
| T.5.1 | France |
| Qui? | <p>1. RFF</p> <p>2. SNCF (avec ENTPE-LET)</p> <p>3. Autorités organisatrices (Régions et STIF)</p> |
| Logiciel et type de modèles | <p>1. Propre modèle national de demande interurbaine à un niveau agrégé (département); modèles de choix discrets pour des projets spécifiques; ponctuellement VISEM/VISUM, Cube/Voyager et TransCAD.</p> <p>2. Pour les relations à grande vitesse PIANO: Modèle de demande directe, basé sur le prix-temps (au départ très agrégé mais par la suite a évolué vers un outil plus et plus désagrégé), basé sur les coûts généralisés dans différents modes, principalement le train et l'avion (associé à une approche de modèle de gravité afin d'estimer les volumes de flux entre régions). Pour le trafic régional, MROD ("Modèle Régional et Outil de Diagnostic") comme modèle de choix discret prenant en compte les différents modes alternatifs, principalement le train et la voiture. Récemment, également le nouveau Modèle "Intercité" comme modèle de choix discret pour les liaisons interurbaines, surtout concernant les segments de marché concurrentiels du train et de la voiture.</p> <p>3. DAVISUM correspondant à la fusion de VISEM/VISUM et DAVIS ("Distribution, Assignment and Visualization", développé par INRETS), se focalisant sur les interactions entre l'évolution de l'offre et de la demande dans les secteurs de transport public et privé: modèle de type 4 étapes semi-agrégé dans lequel les trois premières étapes sont effectuées dans VISEM et l'affectation dans DAVISUM; versions adaptées dans plusieurs régions, par exemple: DAVISUM-Metropolis en Ile-de-France.</p> |
| Données et structure générale | <p>1. Pour le modèle national interurbain, matrice Tij avec relations OD au niveau régional; pour les modèles de choix discrets, caractéristiques de demande quantitatives telles que le temps total de voyage incluant les temps de pénalité, le nombre de transferts, les fréquences, le prix et les élasticités de demande relatives, dépendant des tarifs journaliers de voyage, les motifs de voyage et les horaires de voyage (heures de pointe versus heures creuses).</p> <p>2. Modèle PIANO: Au départ, population et distribution des revenus (pouvoir d'achat et consommation), valeur du temps et du temps de trajet, coûts (tarifs); aujourd'hui plus désagrégé au niveau du temps total de trajet (y compris les temps de pénalité), les transbordements, les fréquences et les élasticités de la demande pour les différents motifs de voyages et les différentes régions (en fonction de la situation macroéconomique locale). Pour les modèles Intercité et MROD, données similaires; en ce qui concerne MROD distinction supplémentaire entre les motifs de voyage: travail ou études (similaire à une distinction concernant les catégories d'âges).</p> <p>3. Matrice Tij avec liaisons OD au niveau de la commune (dans le cas de grandes villes sous-divisées), basée sur le chaînage des activités quotidiennes par groupe de population, désagrégé concernant l'activité économique, l'âge et les motifs de voyage ainsi que sur le modèle de gravité pour la distribution des voyages. Le partage modal est estimé sur la base d'un modèle logit (MNL). L'affectation est basée sur le temps total de trajet (temps de voyage). Distinction entre les heures de pointe et les heures creuses.</p> |
| Calibrage | <p>1. Pour le modèle interurbain national basé sur la matrice Tij qui est annuellement fournie par la SNCF et qui fait apparaître les liaisons OD au niveau régional (agrégé par nombre de voyageurs et de Pass-Km, très rarement désagrégés pour des types de trains différents). Pour les modèles de choix discrets, on utilise la même matrice Tij (problèmes d'agrégation pour les volumes de trafic au niveau local), mais aussi des enquêtes spécifiques propres (principalement basées sur l'approche de la Préférence Déclarée), analysant les réactions de la demande dans le cas de modifications importantes de l'offre de transport en interrogeant les usagers dans les gares, les aéroports, et sur les autoroutes.</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>2. Pour tous les modèles, d'un côté, demande observée ("préférences révélées") basée sur le système de billetterie, puisque la SNCF maintient depuis 1996 cinq séries d'horaires, qui différencient les volumes de trafic dans le TGV, l'interurbain et les trains régionaux, l'international ainsi que les trains nationaux, les trains en liaison avec l'Île-de-France et ceux en liaison avec les Provinces. En plus, parfois, résultats d'enquêtes ponctuelles de type Préférence Déclarée et de décomptes de voyageurs dans les gares et les trains. D'après M. Chargui (RFF), la SNCF bénéficie d'une longue expérience en expertise et de bonnes données de base qui font que leurs modèles sont assez fiables.</p> <p>3. Données similaires à celles de RFF qui sont fournies par la SNCF (Memento annuel) ainsi que des données propres de Préférence Révélée et des données ponctuelles de type Préférence Déclarée.</p> |
| Résultats | <p>1. Modèle national: Matrice Tij avec des volumes et des parts de marché de modes de transports divers et des relations OD au niveau départemental. Pour les modèles de choix discrets, plus de données désagrégées concernant le choix de mode et les parts de marchés des différents modes.</p> <p>2. Pour tous les modes: Volumes et parts de marchés des différents modes de voyage, selon le niveau de modèle à une échelle géographique différente (agglomérations, villes et régions).</p> <p>3. Matrice Tij pour des modes de transports différents avec des volumes sur un niveau géographique et socioéconomique plutôt désagrégé (voir "données et structure"). Il est également possible d'estimer les implications pour les opérateurs de transports (grilles de tarifs), les impacts environnementaux etc.</p> |
| Structure d'horaire considérée (cadencé ou non)? | <p>1. Pas pour le modèle national (flux uniquement sur la base d'une demande journalière). Pour les modèles plus concrets (choix discret), tout dépend du type de projet: De façon générale, l'horaire est considéré seulement en termes de temps de trajet total et des fréquences. Néanmoins, pour la région Midi-Pyrénées, une propre enquête de Préférence révélée a été effectuée, pour s'intéresser aux impacts de la demande dans le cas d'une implémentation de l'horaire cadencé en maintenant le même nombre de trains à l'heure mais à des fréquences homogènes. Pour l'instant, n'ayant analysé que les voyages qui concernent les transports travail-domicile, les résultats montrent déjà une augmentation de la demande déclarée de 3% dans le cas d'un horaire cadencé.</p> <p>2. Non, uniquement les temps de trajet (totaux). Différenciation entre les heures de pointes et les heures creuses. Selon P. Bonnel (SNCF), "l'un des problèmes des modèles classiques est de prendre ne compte l'horaire cadencé".</p> <p>3. Non, uniquement les temps de trajets. Différenciation entre heure de pointe et heures creuses.</p> |
| Critiques et limites | <p>1. Données d'entrées limitées étant donné que la matrice Tij fournie par la SNCF est très agrégée et conduit à une mauvaise interprétation, spécialement aux frontières régionales. Pour les modèles de choix discrets, la qualité dépend des données d'entrées (basées sur des enquêtes ponctuelles ou des données générales?) ainsi que de l'application spécifique. En général, les aspects qualitatifs et la structure horaire sont peu pris en compte et le niveau d'agrégation est plutôt élevé. Si l'on compare les résultats des modèles de SNCF et RFF, les modèles de RFF s'avèrent moins concrets. Néanmoins, de façon générale, ils présentent les mêmes tendances que les modèles SNCF.</p> |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <p>2. Pour tous les modèles de choix discrets, on peut dire que le niveau d'agrégation est haut puisque la valeur du temps est uniquement désagrégée en fonction des motifs de voyage. Les critères socio-économiques sont pris en compte uniquement en rapport avec la situation macroéconomique des régions (un peu meilleure dans le cas des régions/MROD). Les caractéristiques de la structure horaire et de l'offre qualitative sont négligées. Néanmoins, l'entretien d'une base de données régulière permet de constituer des séries d'horaires et d'évaluer les variations temporelles au niveau de l'élasticité de la demande. De plus, l'estimation basée sur un simple logit (type MNL) sous-entend l'hypothèse (peut-être fausse) que tous les modes sont disponibles de façon égalitaire pour tous les types d'utilisateurs et que les différentes alternatives sont indépendantes.</p> <p>3. L'approche du modèle en 4 étapes dont la procédure d'affectation est unimodale et plutôt basique (temps de pénalité probablement non pris en compte). L'affectation sous l'application du modèle MNL implique le retrait de l'hypothèse de départ (voir ci-dessus). Le problème général de la modélisation séquentielle fait référence au transfert des erreurs d'estimation d'une étape à l'autre.</p> |
| Références et contacts | <p>1 et 2. Entretien avec M. Chargui, Mondher (Department of Strategical Planning) le 15 janvier 2009; courriels de Mondher.chargui@rff.fr: 8 décembre 2008 et 28 janvier 2009.</p> <p>Seulement 2: courriel de Patrick.BONNEL@entpe.fr le 20 janvier 2009; courriel de jean-pierre.pradayrol@sncf.fr le 23 janvier 2009; voir aussi Cabanne, I. (2005). Cabanne, I. (2005). Modélisation à long terme de l'évolution des trafics voyageurs à longue distance en France. Thèse pour le doctorat de Sciences Economiques, option Economie des Transports. Paris. and Ni, J., Pradayrol, J.P., Arduin, J.P. (1994). "Evaluation économique d'un projet de ligne à grande vitesse". In: Revue générale des chemins de fer - Juin-Juillet 1994. 157-165. Gauthier-Villars.</p> <p>3. ISIS (1997). Davisum 6.0: Description technique. CEDEX</p> |

| | |
|---|--|
| T.5.2 | Suisse |
| Qui? | SBB/CFF/FFS |
| Logiciel et type de modèles | Surtout VISUM, le composant affectation du logiciel VISEM/VISUM/PTV Vision (4ème étape de la modélisation classique en 4 étapes): Affectation stochastique basée sur une structure d'horaire d'une heure/jour (horaire cadencée). Les algorithmes utilisés pour l'affectation sont basés sur le temps de voyage, considérant pour les relations régionales le "chemin plus court" (méthode Lohse) et pour les relations interurbaines les avantages absolus et relatifs (méthode Box-Cox). |
| Données et structure générale | Matrice Tij, à partir de différentes enquêtes sur la demande (vente de billets "Micronic", comptage sur certaines lignes spécifiques, enregistrement des voyageurs réguliers (KEP)). Calibrage de la matrice sur la base de valeurs moyennes. L'interface avec le programme d'offre VIRIATO permet d'estimer les impacts des variations de l'offre sur l'évolution de la demande. |
| Résultats | Matrice Tij, que l'on peut utiliser pour faire des prévisions: extrapolation de données démographiques, économiques et structurelles par région (ARE) afin d'estimer une matrice Tij pour le futur; les prévisions sont basées sur des scénarios fixes et sur des variantes. |
| Structure d'horaire considérée (cadencé ou non)? | Oui: puisque les trains fonctionnent sur la base de l'horaire cadencé, le modèle est établi pour une heure en moyenne sur une base moyenne quotidienne (hypothèse d'une demande constante). Pour l'affectation, sont pris en compte le nombre de transferts, le temps total de trajet (temps de voyage), ainsi que les temps de transferts. |
| Critiques et limites | En fonction des données basées sur la demande observée, la matrice Tij devrait être proche de la réalité. Cependant, les changements futurs ne peuvent être détectés que s'ils ont été observés dans les tendances actuelles. De plus, tous les processus d'affectation sont basés sur le temps de trajet, sans faire cas des critères d'offre tels que le prix, le niveau de confort et d'information. |
| Références et contacts | <i>Courriels de Tubandt N. (Strategic Supply Planning Department of SBB/CFF/FFS) . Le 16 décembre 2008. (nadine.tubandt@sbb.ch)</i> |
| Comment. | ARE**: "Amt für Raumentwicklung": National Office of Spatial Development |

| | |
|---|--|
| T. 5.3 | Allemagne |
| Qui? | DB-AG (Fern et Regio) |
| Logiciel et type de modèles | VISEM/VISUM: Modèle de type "4 étapes", incluant des composants agrégés et désagrégés et prenant en compte le chaînage des activités. |
| Données et structure générale | En 4 étapes, basé sur une enquête de mobilité au niveau national (50.000 foyers tous les 6 ans) et sur le propre décompte des voyageurs: Taux des trajets (et chaînes de trajets) par groupe de population défini selon l'activité économique et les différents motifs de voyages (8 groupes). Distribution basée sur le modèle de gravité; mode de choix et affectation basés sur des choix discrets (processus stochastiques) prenant principalement en compte les coûts généralisés. Aucune information sur les processus concrets d'affectation pour les différents segments de marchés. |
| Résultats | Actuelles et futures matrices T_{ij} ; volumes de trafic par mode et par itinéraire. |
| Structure d'horaire considérée (cadencé ou non)? | Oui: puisque la majorité des trains fonctionnent sur la base d'un horaire cadencé et que les données sont basées sur les chaînes des activités par jour, le modèle peut être établi pour une heure en moyenne sur une base moyenne quotidienne. L'affectation est probablement faite sur la base des temps de trajet total (temps de voyage), les fréquences et le nombre de transferts par liaison. |
| Critiques et limites | Les tarifs fixes par groupe de population ne varient pas en fonction des évolutions observées de la demande (mobilité généralement accrue); tous les processus d'affectation sont probablement basés sur les coûts généralisés, sans prendre en compte d'autres critères de qualité de l'offre tels que le niveau de confort et d'information. |
| Références et contacts | Entretien avec le Professeur Axhausen (ETHZ, Institute for Transport and Traffic). Le 26 novembre 2008. axhausen@ivt.baug.ethz.ch. Zurich. |

| | |
|---|---|
| T.5.4 | Belgique |
| Qui ? | SNCB / B-Rail |
| Logiciel et type de modèles | Cube/Voyager |
| Données et structure générale | En 4 étapes, incluant les composants agrégés (génération avec des chaînes de transport, distribution) et désagrégés (choix du mode et d'affectation), basé sur le décompte de voyageurs et la mobilité nationale. Aucune information concrète sur la génération des voyages et la manière de chaînage des activités, ni sur comment et à quel niveau les groupes de population sont agrégés. Pour le mode de choix et l'évaluation de l'affectation, les horaires effectifs, les temps d'attente et d'accès sont pris en compte en tant que variables externes. Aucune information concrète sur le processus concret d'affectation. |
| Résultats | Actuelle et future matrice Tij; volumes de trafic par mode et par itinéraire. |
| Structure d'horaire considérée (cadencé ou non)? | Oui, dans la mesure où les trains fonctionnent généralement sur la base de l'horaire cadencé, le modèle peut être établi pour une moyenne d'une heure sur une base moyenne quotidienne. Pour les composants discrets de la modélisation (mode de choix et affectation), les temps de trajets totaux sont pris en compte, incluant les temps additionnels de pénalité (accès, sorties, changements et temps d'attente). |
| Critiques et limites | On considère que les tarifs de voyage par groupe agrégé de population sont fixes et ne fluctuent pas en fonction de la demande. Tous les processus d'affectation sont considérés comme étant basés sur les coûts généralisés (temps de voyage), sans prendre en compte d'autres critères de qualité tels que le niveau de confort ou d'information. |
| Références et contacts | <i>Courriel de Geerts Jean-François (SNCB - Directeur de Strategic Long Term Planning Department). 17 décembre 2009. (jeanfrancois.geerts@b-rail.be)</i> |

| | |
|---|---|
| T.5.5 | Espagne |
| Qui ? | 1. RFF; FEVE 2. Autres opérateurs (FGC, Euskotren, CRTM) |
| Logiciel et type de modèles | 1. Estimations et extrapolations à partir des ventes de billets et des comptages aux gares de transfert. Quasi aucune modélisation propre mais intervention de consultants externes. 2. Quasi aucune modélisation propre mais engagements de consultants externes, qui travaillent avec VISUM, EMM2 ou TransCAD: Modélisation de l'affectation du trafic à partir des coûts généralisés (temps - minima). Dans certains cas, modèles de choix discrets (par exemple: NLOGIT ou Biogeme), particulièrement lors de problèmes spécifiques et de besoins prévisionnels. |
| Données et structure générale | 1. Propres ventes de billets, propres enquêtes dans les trains et dans les gares de transfert (surtout dans le cas de projets spécifiques) 2. Pour la modélisation de l'affectation, les données sont issues d'enquêtes et de comptages aux gares de transfert; pour les modèles de choix discret également des données de préférence déclarée issues d'enquêtes. |
| Résultats | 1. Volumes (taux d'occupation) et parts de marché des différentes lignes pour la situation actuelle et future. 2. Volumes de trafic par mode et par itinéraire. |
| Structure d'horaire considérée (cadencé ou non)? | 1. (Très probablement) non. 2. Modèles de l'affectation: probablement non, puisque la modélisation est basée sur des fréquences (principalement irrégulières). Modèles de choix discret: Horaires considérés seulement dans le contexte de données de préférence déclarée en étudiant l'élasticité de la demande dans le cas de changements d'horaires. |
| Critiques et limites | 1. Pas d'approche intermodale, uniquement basée sur des données observées dans les propres services (?). 2. Modélisation de l'affectation: basée uniquement sur les coûts généralisés, négligeant les autres critères d'évaluation de la qualité du service. Modélisation de choix discret: la qualité et la capacité de prévision dépendent principalement des données disponibles (RP/SP) et de la définition des groupes/tranches de population. |
| Références et contacts | 1. et 2. Courriels de Luigi dell'Olio (maître assistant à GIST) les 1er et 2 décembre 2008 (delloliol@unican.es); Courriels de Angel Portilla (Professeur à GIST) le 2 décembre 2008 (ibeasa@unican.es). |

| | |
|--------------------------------------|--|
| T.5.6 | Grande-Bretagne |
| Qui ? | 1. "Department for Transport", contrôlé par l'"Office of Rail Regulation" 2. Opérateurs (ATOC) |
| Logiciel et type de modèles | 1. Recueil de données et évolution des techniques d'évaluation de la demande présentées dans "PDFH" (Passenger Demand Forecasting Handbook), utilisé par les différents ATOC afin d'évaluer la demande (voir ci-dessous). 2. Principalement des modèles économétriques basés sur le PDFH: PLANET (divisés en trois parties: PLANET Sud, PLANET Nord et PLANET Modèles stratégiques) fonctionnant sur une plateforme EMME/2 (outil d'affectation); MOIRA, PLATO; à Londres également RailPlan/LTS, dans les Midlands de l'Ouest, PRISM, et en Ecosse, le "Scottish Executive's Transport Model" |
| Données et structure générale | 1. et 2. PLANET: Estimation et prévision des choix de trajets et de l'impact des revenus, basés sur des propositions de modifications des services et de la structure d'offre (surtout concernant les changements de fréquences). Les données proviennent de la demande observée à partir du comptage de billets vendus et d'enquêtes*. MOIRA: Estimation des choix réels de trains en fonction des modifications d'horaires, comprenant l'élasticité de la demande dans le secteur des transports ferroviaires et les conséquences des changements sur les revenus (outil d'analyse CBA). Données basées sur LENNON* (système national de billetterie, fournissant des informations sur les ventes de billets, les revenus et le nombre de trajets tous flux confondus) et informations sur l'élasticité de la demande provenant du PDFH. PLATO: Logiciel additionnel de MOIRA: Analyse de la redistribution du grand nombre de voyageurs aux heures de pointe sur certains itinéraires. Données obtenues à partir d'une enquête, d'informations sur les billets et des hypothèses PDFH. Données principalement issues d'éléments PDFH, avec certaines élasticités à long terme, révélées dans le cadre de recherche spécifique de marché*. RIFF: Estimation de l'impact des facteurs exogènes (par exemple: économie, croissance démographique, modes concurrentiels, données politiques) sur l'évolution de la demande et les revenus. Données basées sur des chiffres et des données de PDFH. |
| *Calibrage | 1 et 2. Données issues du système national centralisé des ventes de billets (LENNON*/CAPRI, sans indication de numéros de trains) et d'enquêtes régulières (pour l'instant uniquement dans l'agglomération londonienne et la région Sud Est: LATS ("London Area Transport Survey"), alors que la NRTS ("Nationale Rail Travel Survey") est en projet). En outre, des décomptes de voyageurs qui sont implémentés par les opérateurs locaux ou les opérateurs de longs trajets (certains opérateurs tels que Thameslink possèdent même des trains avec des systèmes automatiques de pesage de train ou d'autres façons de compter les voyageurs). Par ailleurs, d'enquêtes de projets spécifiques, soit dans les trains, soit dans les gares. |
| Résultats | 1 et 2. PLANET: Effets de la demande en Km/voyageur, réductions de temps généralisée et nombre nécessaire de transfert (notamment aux heures de pointe) dans les gares principales, au niveau des flux ferroviaires mais pas par unité de train. D'après Network Rail, permet généralement d'estimer la capacité des trains, les changements des modèles de services, l'ajout ou la suppression d'arrêts et l'analyse des effets d'encombrements de voyageurs. MOIRA: Les résultats sont des prévisions des revenus en fonction des flux ferroviaires, parfois aussi désagrégés par les trains. D'après Network Rail, permet généralement de changer les modèles de services et les modifications d'horaires spécifiques. PLATO: Volumes, taux d'occupation et taux d'encombrement par liaison ferroviaire et même parfois par train. STRATEGIC FARES MODEL: Présentation détaillée des tarifs et des billets disponibles. RIFF: Prévisions de la demande et des revenus, présentés par flux de groupes de gares (600 gares par groupes). |
| Structure d'horaire | 1. et 2. PLANET: dans le cadre de la procédure d'affectation seulement de façon générale, incluant le temps de trajet, les transferts et les fréquences. |

| | |
|------------------------------------|---|
| considérée (cadencé ou non)? | MOIRA et PLATO: Oui, étant donné que les modifications d'horaires et les conséquences sur l'encombrement des trains constituent des données centrales pour les modèles. |
| | STRATEGIC FARES MODEL: Probablement pas, puisque l'accent porte sur les tarifs. |
| | RIFF: Probablement pas, puisque l'accent est mis sur des facteurs externes et leurs impacts sur l'équilibre du marché de l'offre et de la demande. |
| Critiques et limites | 1. et 2. PLANET: D'après Network Rail, ne permet pas de modifier le minutage des trains spécifiques et des services locaux (approche intermodale limitée) |
| | MOIRA: D'après Network Rail, ne permet pas de déterminer la capacité des trains (en changeant le nombre de sièges), nouvelles gares et nouvelles lignes. |
| | PLATO: D'après Network Rail, ne permet pas de tester l'encombrement sur les longs trajets. De plus, usage limité pour le développement de bases financières dans les affaires, pour l'amélioration des services et l'allongement des trains (trop spécifique: les changements stratégiques et les impacts économiques devraient d'abord être testés dans PLANET; PLATO peut alors tester la fonctionnalité des options d'horaires spécifiques). |
| | STRATEGIC FARES MODELS: Evolution des tarifs principalement basée sur des élasticités fixes qui sont rarement adaptées aux différents cas et rarement actualisées. Probablement une approche plutôt agrégée qui ne tient pas compte des variantes par rapport aux groupes de population |
| | RIFF: Modèle très général, fonctionnant probablement avec un niveau agrégation plus haut(?); les données proviennent des résultats de PDFH et ne prennent pas en compte des cas particuliers et des variations ponctuelles. |
| Références et contacts | 1. et 2. Voir webpage de British regulator ORR: http://www.rail-reg.gov.uk/server/show/ConWebDoc.8004 ; extraite en décembre 2008; Courriels de Mäusli, D. (SMA Zurich). Le 1er décembre 2008. (D.maesli@sma-partner.ch); Courriels de Daly, Andrew (RAND Europe, Leeds). Le 5 décembre 2008 (daly@rand.org); Voir aussi webpage de ORR: http://www.rail-reg.gov.uk/server/show/ConWebDoc.8004 . Extraite en décembre 2008. |

5 Annexe 2 : Bibliographie

Articles, rapports et livres

Aguilera, A. (2008). « Business travel and mobile workers » In : Transportation Research Part A 42. 1109-1116.

Ascher, F. (1998). La République contre la ville ; La Tour d'Aigues : éditions de l'aube.

Asensio, J. (2000). "The success of Spanish suburban railways: determinants of demand and policy implications. In: Transport Policy (2000). 295-302.

Banister, D. (2005) . Unsustainable Transport. Londres. Spon Press.

Bhar, C.R. et Koppelman, F. (1999). « A retrospective and prospective survey of time-use research » In : Transportation 26. pp 119-139.

Birn and Schäfer (2008) : Verkehrsmärkte - Kapitel 4.1 : Personenverkehr. In : Mayer, J., Mittman, W., Pahl, J., Siegmann, J. Weigand, W. (éditeurs). Handbuch Das System Bahn. Eurail Press. Hamburg. 73-93.

Blome, C. et Sauter-Sevaes, T. (2008). « Verkehrsträgerübergreifende Markttransparenz bei der SNCF - Katalysator für den Wettbewerb im Personenfernverkehr ». In : Internationales Verkehrswesen (60) 11/2008. 441-444. Hamburg.

Bonnafous, A. (1989). Le siècle des ténèbres de l'économie, *Economica*. Paris. . p. 189.

Bonnel, P (2004). Prévoir la demande de transport. Presses de l'ENPC. Paris. P. 432.

Cabanne, I. (2005). Modélisation à long terme de l'évolution des trafics voyageurs à longue distance en France. Thèse pour le doctorat de Sciences Economiques, option Economie des Transports. Paris.

Canzler W., Kaufmann V. et Kesselring S. (eds.) (2008) *Tracing mobilities*; Ashgate, Burlington.

Canzler, W. et Knie, A. (1998). *Möglichkeitenräume - Grundrisse einer modernen Mobilitäts- und Verkehrspolitik*; éditions Böhlau. Vienne.

Cascetta, Ennio (2001) . *Transportation systems engineering : Theory and methods*; chapter 4: Estimation of Travel demand flows; p. 485-563. Florida/USA.

CEMT (1996) . La mobilité quotidienne, peut-on la réduire, peut-on la transférer vers d'autres modes ? Table Ronde 102 de la Conférence Européenne des Ministres de Transport. Paris.

CERTU (2008). *Annuaire statistique - Transport collectifs urbains 2007. Évolution 2001-2006*. Mars 2008. Lyon.

Chapelon, L. (1996) : « Modélisation multi-échelles des réseaux de transport : vers une plus grande précision de l'accessibilité ». In : *Mappe Monde 3/1996*. 28-36. Montpellier.

Cirillo, C. et Axhausen, K. W. (2004). Evidence on the distribution of values of travel time savings from a six-week diary. *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 212, IVT, ETH Zurich*.

Coevering, Paul van de and Schwanen, Tim (2005). "Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America". In: *Transport Policy 13 (2006)* 229-239. Elsevier.

Crozet Y. et Joly I. (2004). Budgets temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du « bien le plus rare » ; *Les Cahiers scientifiques du transport* . No 45 ; pp. 28-48.

- Crozet, Y. (2003). *Le temps et les transports de voyageurs*. Lyon.
- Cubillos, C., Gaete, S. and Crawford, B, F. (2007). Design of a Multiagent Solution for Demand-Responsive Transportation using PASSI. *Nature Inspired Problem-Solving Methods in Knowledge Engineering*. Volume 4528. 531-540.
- Denain, J.-C- et Lagnois, P. (1998): « Cartographie en anamorphose ». In : *Mappe Monde* 49. Vol. 1998.1 . 16-19. Montpellier.
- Dobruszkes, F. (2008). "Un cadre peu propice à l'utilisation des transports collectives" In: *Transports Urbains* N0. 114 (novembre 2008). 3. Saint-Germain en Laye.
- Dörkes, C., Deutz, L., Frehn, M., Sarikaya, M. (2008). "Demografischer Wandel und Mobilität - Verändert sich die Mobilität in Köln durch die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung?" In: *Der Nahverkehr* 10/2008. 8-13.
- EC (1991): EC Directive on the development of the Community's railways Council Directive 91/440/EC. OJ L237. 24.08.1991. Brussels
- EC (1995) a: EC Directive on the licensing of railway undertakings. 95/18/EC. OJ L143. 27.06.1995. Brussels.
- EC (1995) b: EC Directive on the allocation of railway infrastructure capacity and the charging of infrastructure fees. Council Directive 95/19/EC. OJ L143. 27.06.1995. Brussels.
- Eck, F. et Stark, S. (2007). "Mobilität im Alltag. Ergebnisse einer Repräsentativbefragung." In: *Internationales Verkehrswesen* (59) 6/2007. 292-294. Hamburg.
- Enquête Global de Transport (EGT) (2001): Base de données, accès par EPFL-LASUR. Décembre 2008. Lausanne.
- ESPO (2004): Transport services and networks : territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion. ESPON Project 1.2.1 - Project report. 2004. Septembre Brussels.
- European Commission (1996) . Council Directive 96/48/EC: Definition of Trans-European Rail Networks (TREN). Brussels.
- European Commission (2001). White paper: European transport policy for 2010: time to decide. Brussels.
- Gutiérrez, J. et Garcia-Palomares, J.C. (2007). "New spatial patterns of mobility within the metropolitan area of Madrid. Towards more complex and dispersed flow networks". In: *Journal of Transport Geography* 15 (2007). 18-30.
- Handy, S. (1991). How land use patterns affect travel patterns. A bibliography, CPL-Bibliography 1992 (279). Berkley.
- Hess, S, Bierlaire, M., Polak, J.W. (2005). Estimation of value of travel-time savings using Mixed Logit models. In : *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2005, vol. 39, issue 2-3, pages 221-236.
- Hietzschold, S (2008). « Intermodaler Nutzerpreisvergleich auf Personenverkehrsverbindungen ». In : *Internationales Verkehrswesen* (60) 11/2008. 434-440. Hambourg.
- Hunsicker, F, Sommer, C. (2008). "Welche Zukunft darf's denn sein? Mutige Annahmen bei der neuen Ifmo-Prognose Mobilität 2025". In: *Internationales Verkehrswesen* (60) 9/2008. 334-337. Hamburg.
- Jain, J et Lyons, G. (2008). « The gift of travel time. » In : *Transport Geography* 16 (2008). 81-89.
- Johannson, M. et Rauhut, D. (2002). *The Spatial Effects of Demographic Trends and*

Migration. ESPON project 1.1.4. Bruxelles.

Joly, I., Littlejohn, K. et Kaufmann, V. (2007). La croissance des budgets-temps de transport en question : nouvelles approches ; Rapport final, PREDIT Groupe Opérationnel 1. Paris . DRAST-ADEME.

Kaufmann, V. (2000). « Modal Practices: From the rationales behind car and public transport use to coherent transport policies. Dans : World Transport Policy and Practice, vol. 6, num. 3, 2000, 8-17.

Kaufmann, V. (2008). Les paradoxes de la mobilité. Bouger, s'enraciner. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.

Kaufmann, V., Viry, G. et Widmer, E. (2008). « Chapter VIII. Literature on Job Mobility in Switzerland ». Dans : Eric Widmer, E. Schneider, N.F. (eds.). State-of-the-Art of Mobility Research - A Literature Analysis for Eight Countries. Job Mobilities Working Paper No. 2006-01. 154.172. Lausanne.

Kesselring, S. (2005). New mobilities management. Mobility pioneers between first and second modernity. Zeitschrift für Familienforschung, (2). 129-143.

Larsen, J., Urry, J. et Axhausen, K. (2005). Social networks and future mobilities. Final draft : report to the UK Department for Transport, Lancaster University et IVT ETHZ. Lancaster et Zurich.

Leborgne, G. (2004). Six grands bassins industriels - les principaux sites d'industrie ferroviaire en Europe, in : Rail et Transport No 325/2004; 31/03/2004, 28-29. Paris.

LITEP-EPFL (2008). Version révisée "Audit sur la repartition des capacités d'infrastructure - comparaisons internationales" pour RFF et SNCF . 13/07/2007. Lausanne et Paris.

Manz, W. et Wittowsky, D. (2007). "Fernpendeln - mit welchen Verkehrsmitteln? - Fallstudie aus der Region Rhein-Main zu Situation und Reagibilität in der Verkehrsmittelnutzung. In: Internationales Verkehrswesen (59). 9/2007. 400-403. Hamburg.

Matas, A. et Raymond, J-L. (2007). "Changes in the structure of car ownership in Spain". In: Transportation Research Part A 42 (2008). 187-202.

Meil, G., Ayuso, L. A. et Mahia, (?) (2008). "Chapter 7 : Literature on Job Mobility in Spain" In : Widmer, E. et Schneider, N. (eds.). State-of-the-Art of Mobility Research - A Literature Analysis for Eight Countries Job Mobilities Working Paper No. 2006-01. 134-153. Bruxelles.

Meissonnier, J. (2001). Provinciliens : les voyageurs du quotidien, éditions de l'Harmattan. Paris.

Metz, D. (2008). « The Myth of Travel Time Saving ». In : Transport Reviews 28 3. 321-336.

Mokhtarian, P. et Chen, C. (2004). « TTB or not TTB that is the question : a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets ». In: Transportation Research Part A 38. 643-675.

Mokhtarian, P. et Salomon, I. (2000). "How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations". In: Transportation Research Part A 35 (2001). 695-719.

Moulinier, J.-M. (2003). La structure du péage d'infrastructure ferroviaires: Un handicap pour l'avenir du transport ferroviaire et l'aménagement du territoire?; In: Notes du synthèse du SES May/Juin 2003. 37-44. Paris.

Ni, J., Pradayrol, J.P., Arduin, J.P. (1994): "Evaluation économique d'un projet de ligne à

- grande vitesse". In: Revue générale des chemins de fer – Juin-Juillet 1994. 157-165. Gauthier-Villars.
- Offner J.-M. (1993). « Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique ». Dans : L'espace Géographique. no3, 233-242.
- Offner J.-M. (2007). La ville durable : perspectives françaises et Européennes. La Documentation Française. Paris.
- Ortuzar, J, Willumsen, LG (1994). Modelling Transport - 2nd edition. John Wiley & Sons. UK. p.478
- Pas, E. (1996). Activity-Based Travel Forecasting. Conference Proceedings, June 2-5, 1996: Summary, Recommendations and Compendium of Papers - Recent Advances in Activity-Based Travel Demand Modeling. Duke University, U.S. Department of Transportation. Durham.
- Prognos (2008). ProgTrans: Überblick zur Personenverkehrsentwicklung – Verkehrskonjunktur-Report Deutschland 2008/2009. 13-16. Bâle.
- PTV-AG (2007). PTV-Vision – Visum 10.0 Use Manual. Karlsruhe.
- PTV-AG et ISIS (1997). Davisum 6.0 – Description technique. Cedex.
- Pucher J. et Lefèvre C. (1996). The Urban Transport Crisis in Europe and North America.
- Rerat, P. Piguet, E., Besson, R. et Söderström, O. (2008). « Les âges de la ville : mobilité résidentielle, parcours de vie et attractivité des villes suisses ». Dans. Geographica Helvetica. s.p.
- Rihs / SMA (2008). Zuercher S.Bahn: Potenzialabschätzung. 1-5. Zuerich.
- Rommerskirchen, S., Greinus. A et Ickert. L. (2008). "Personenverkehr in Europa und Übersee. – Wachstumsperspektiven bis 2020". In: Internationales Verkehrswesen (60) 1+2 (2008). 10-14. Hamburg.
- Schuler, M. et Kaufmann, V. (2006). Pendularité à longue distance, la vitesse des transports comme facteur structurant de l'urbain. DISP 126, Zürich.
- Spiekermann, K. et Wegener, M. (2007) : Update of Selected Potential Accessibility Indicators. Final Report for ESPONt. 2007. Février. Bruxelles
- Spiekermann, K. (2008). Présentation on the Final Conference on MONITRAF/ALPNAP – Transport Across the Alps: Regional Impacts of the Trans-European Transport networks in the Alpine Arc. Janvier 2008. Innsbruck.
- Stähli, L. (2008). L'exploitation ferroviaire en Europe à l'heure du cadencement. Présentation at EPFL ; Septembre 2. EPFL. Lausanne.
- Stähli, S. (1987). Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz, in: Mitteilungen des Institutes für Geowissenschaften und Verkehrswesen/15, Universität für Bodenkultur. Vienne. 1988.
- Statistisches Bundesamt (2008). Statistisches Jahrbuch 2008. Chapitre 16: Verkehr. 420 - 425. Wiesbaden.
- Stohler, W. (1993). La Planification de la gestion et de l'exploitation ferroviaire, in: Rail International, 10/1993; 64-70. Zuerich.
- Stohler, W. (2003). Why is an integrated clockface-driven railway system more efficient than a divided competition-oriented railway system? SMA und Partner AG, Zürich.
- Topp, H. (2005). "Trends, innovative Weichenstellungen und Hebel für Mobilität und Verkehr – Von 2030 aus gesehen." In: Strassenverkehrstechnik 12.2005. 605-609.

- Tzieropoulos, P. (2008) : Specificities of European railways; Stakes for innovative research. Présentation Transportnet à Gêne, Italie. Avril 2008.
- Tzieropoulos, P. et al. (2009) : Audit sur le retour d'expérience du cadencement Rhône-Alpes, LITEP-EPFL, Lausanne
- Urry, J. (2000). *Sociology beyond societies*, London. Routledge.
- Urry, J. (2007). *Mobilities*, London. Polity Press.
- Urry, J., Larsen, J., Axhausen, K. (2006).
- Jonas Larsen, John Urry, Kay Axhausen - *Mobilities, Networks, Geographies*. Transport and Society. Ashgate. Octobre 2006.
- Van Wee, B., Rietveld, P. et Meurs, H. (2006). « Is average daily time expenditure constant ? In : Search of explanations for an increase in average travel time. *Journal of Transport Geography*; vol. 14. 109-122.
- Vandenbulcke, G., Steenberghen, T. et Thomas, I. (2008). "Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transportation planning?" In: *Journal of Transport Geography* (2008), doi: 10.1016/j.trangeo.2008.04.008.
- Ville et Transport No 403/2006: Spécial grande vitesse, en France et des autres pays ; pp. 35-58. Paris.
- Weglenski, S. (2006). « Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien ». Dans : *Cahiers Scientifiques du Transport*, n°49/2006. 103-127.
- Widmer, J.-P. (2002): High-speed rail: Partner or competitor? Présentation ACI Conference Air links 2002. Mars. Salzburg.
- Yao, E. et Morikawa, T. (2005). « A study of an integrated intercity travel demand model ». In : *Transportation Research Part A* 39. 367-381.
- Zumkeller, F. et Vallée, D. (2006). "Die Zukunft wird unzuverlässiger - Renaissance der Planung angesichts des demografischen Wandels?" In.: *Strassenverkehrstechnik* 11.2006. 657-664.

Pages webs

- Page web ARE-OFS (2008).
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/11/11/enq.html>. Consultée en novembre 2008.
- Page web Citylabs (2008). http://www.citilabs.com/cube_voyager.html. Consultée en Décembre 2008.
- Page Web Deutsche Bahn (2008): <http://www.bahn.de/p/view/index.shtml>; Consultée en Septembre 2008.
- Page web EMME 2 (2008). <http://www.inro.ca/en/products/emme/index.php>. Consultée en novembre et décembre 2008.
- Page Web Enquête Mobel (1999) : www.mobel.be; Consultée en Décembre 2008.
- Page Web National Rail Enquiries (2008): <http://www.nationalrail.co.uk/>. Consultée en Septembre 2008.
- Page web ORR (2008). <http://www.rail-reg.gov.uk/server/show/ConWebDoc.8004>. Consultée en Septembre et Octobre 2008.

Page Web RENFE (2008): <http://www.renfe.es/>. Consultée en Septembre et Octobre 2008.

Page Web SBB/CFF/FFS (2008): <http://www.sbb.ch/fr/>. Consultée en Septembre 2008.

Page Web SNCB (2008): <http://www.b-rail.be/main/F/>. Consultée en Septembre et Octobre 2008.

Page Web SNCF (2008): <http://www.sncf.ch/>. Consultée en Septembre 2008.

Page Web Thalys (2008): <http://www.thalys.com/fr/fr/tarifs-nouvelle-gamme/Paris/Bruxelles/>. Consultée en Octobre 2008.

Page Web Train Travel in Britain (2008):
<http://www.seat61.com/UKtravel.htm#Train%20times%20&%20fares>. Consultée en Septembre 2008.

Page web TransCAD (2009). <http://www.caliper.com/tcovu.htm>. Consultée en janvier 2009.

Page Web TU-Berlin (2008): <http://www.zib.de/Optimization/Projects/Traffic/Matheon-B15/Matheon-B15long2.en.html>. Consultée en Septembre et Pctobre 2008.

Page Web Union Internationale de Chemin de Fer (UIC) (2008) :
http://www.uic.asso.fr/centredoc/spip.php?page=sommaire_en. Consultée en Août et Septembre 2008.

Pages web PTV-AG (2008). <http://www.ptvag.com/traffic/software-system-solutions/visem/> et <http://www.ptvag.com/traffic/software-system-solutions/visum/>. Consultées en novembre et décembre 2008.

Pages web Wikipedia (2008). <http://fr.wikipedia.org/wiki/France>,
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Suisse>, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Allemagne>,
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Belgique>, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Espagne> et
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Grande-Bretagne>. Consultée en Août et Septembre 2008.

Courriels et interviews

Courriel de Patrick Bonnel (ENTPE). Patrick.BONNEL@entpe.fr. 20 janvier 2009.

Courriel de Mondher Chargui (RFF). Mondher.chargui@rff.fr. 8 décembre 2008 et 28 janvier 2009.

Courriel d'Andrew Daly (RAND Europe, Leeds). daly@rand.org. 5 décembre 2008

Courriel de L. dell'Olio, (GIST). delloliol@unican.es. 1er de 2 décembre 2008.

Courriel de Jean-François Geerts (SNCB). jeanfrancois.geerts@b-rail.be. 17 décembre 2008.

Courriel de D. Mäusli. (SMA Zurich). d.mauesli@sma-partner.ch. 1^{er} décembre 2008.

Courriel de A. Portilla. (GIST). ibeasa@unican.es. 2 décembre 2008.

Courriel de Pierre Pradayrol, Pierre (SNCF). Jean-pierre.pradayrol@sncf.fr. 23 janvier 2009.

Courriel de N. Tubandt. (Département de planification stratégique de l'offre de les CFF.)
nadine.tubandt@sbb.ch. 16 décembre 2008.

Interview de K. Axhausen. (ETHZ, Institut pour le transport et le trafic). 26 novembre 2008.
axhausen@ivt.baug.ethz.ch. Zurich.

Interview de Mondher Chargui (RFF, Département de la planification stratégique) le 15 janvier 2009. Paris.