L’exploitation des réseaux

La gestion de la demande sur un réseau sous l’angle de l’exploitation est l’activité portée par l’opérateur. Nous traiterons de cette notion sous deux axes. Premièrement, comme dans les paragraphes précédents, nous décrirons les principales phases d’évolution des conditions d’exploitation. Dans un deuxième temps, nous spécifierons le rôle des acteurs de l’exploitation et les besoins induits par la pratique de leur métier dans l’environnement actuel des transports et des télécommunications.

4.1 Une évolution des enjeux de l’exploitation

Ce paragraphe traite des évolutions des dispositions d’exploitation face à une mutation des problématiques. On distingue trois phases : premièrement à la naissance des réseaux, les difficultés de l’exploitation portaient sur des difficultés techniques plus que sur une demande dépassant l’offre ; par la suite, l’engouement a généré des besoins de gestion de la demande croissante par le déploiement de nouvelles infrastructures ; enfin, une fois un réseau dense déployé, les politiques de gestion de la demande ont dû s’adapter à un contexte économique limitant les déploiements d’infrastructures nouvelles.

4.1.1 Un réseau à construire

Les difficultés d’exploitation des premiers réseaux de transports et de télécommunications relevaient principalement de considérations techniques d’opération. Néanmoins, les avancées techniques et l’acceptation d’un mode pouvaient entrainer une congestion d’un réseau. C’est le cas des transports de surfaces de Paris qui sont saturés au début du XXème siècle. Cet état de fait est un des facteurs ayant déterminé la construction du réseau métropolitain. L’excédent de demande par rapport à l’offre du réseau de transport parisien a été absorbé grâce au déploiement d’une nouvelle infrastructure. On observe ce même phénomène d’équipement massif pour répondre à un nombre d’abonnés croissant dans le secteur des télécommunications. En résumé, la construction d’une offre adaptée à la demande était synonyme de construction d’infrastructures et les acteurs de l’exploitation étaient concentrés sur l’évolution de l’offre en terme de vitesse, de capacité et surtout de sécurité.

4.1.2 Les débuts de l’outillage d’aide à l’exploitation

Les années 1960-1970 marquent un tournant dans le déploiement massif des infrastructures de transport. Cependant, la demande ne cesse de croître avec l’étalement des agglomérations des grandes villes. Ainsi, apparait par exemple le Réseau Express Régional à Paris dont le but était de desservir les banlieues, tout en favorisant l’urbanisation des villes nouvelles à l’est et à l’ouest de Paris. Le tracé du RER, le plan d’opération, les

interconnexions avec le réseau en place et la prévision de connexions avec de futures branches du réseau de transport en commun ferré d'Ile de France (Ligne 14 et RERE) sont minutieusement étudiées. Il faut s'assurer que ces réseaux répondront à la demande tout en optimisant les coûts de construction et d'opération à venir. De plus, l'espace urbain se densifiant avec les années, la marge de manœuvre spatiale est à prendre en considération. Les avancées technologiques des matériels roulants ont donné naissance au TGV. Son arrivée en 1980 a signé la fin du déploiement des lignes traditionnelles. Ainsi, pour des trajets sur des longues distances, trois réseaux se concurrencent : le réseau autoroutier, le réseau ferré et ses Lignes Grande Vitesse (LGV) et le réseau aérien. Les avancées technologiques portent également sur des outils d'aide à l'exploitation comme le SACEM pour le RER. Néanmoins, au début du XXIème siècle, le déploiement de nouvelles infrastructures qui avait commencé à s'essouffler à la sortie des Trente Glorieuses est en phase de déclin, voir fini. Il n'est plus spatialement, et surtout financièrement envisageable de répondre à une demande toujours croissante en ne proposant qu'une amélioration de l'offre par la construction de nouvelles infrastructures. Il s'agit d'améliorer l'existant par des progrès technique sur les infrastructures (l'automatisation des lignes de métro, des postes d'aiguillages, …), sur l'organisation des transport (rôles de acteurs, tarification, réglementation,…), mais surtout sur les outils d'exploitations (SACEM, boucles électromagnétiques, feux tricolore commandé, ….), et de planification pour dimensionner le réseaux de transport en fonction des prévisions de demande et des volontés d'aménagement du territoire qui se veulent durables. Nous verrons dans le chapitre 3 l'évolution des méthodologies de modélisation des transports.

On observe le même phénomène dans les réseaux télécommunications filaires. En effet, une fois chaque bâtiment connecté au réseau, il s'agit d'améliorer les techniques de diffusion des informations, l'organisation du réseau et ses équipements sans pour autant modifier les canaux physiques de propagation.

En résumé, l'effort d'exploitation de cette phase était conjointement porté par un effort de construction d'infrastructures de réseau en essoufflement mais surtout un nouvel effort d'optimisation des réseaux et leur gestion.

4.1.3 La fin des investissements massifs en infrastructure : quelles options pour l'exploitant face à une demande croissante ?

Cette dernière phase est centrée sur les leviers de construction d'une offre de transport adaptée à une demande qui ne cesse de croître, dans un contexte où l'investissement dans de nouvelles infrastructures se raréfie. Tous d'abord, nous verrons au travers d'un exemple urbain les cas où les efforts de génie civil sont encore priorisés. Nous traiterons ensuite des exemples d'actions menées et d'outils utilisés par les opérateurs pour optimiser l'exploitation. Enfin, nous verrons quelles sont les tendances globales de réaction face à un territoire équipé en infrastructures sur lequel la demande ne cesse de croître.

Premièrement, illustrons le phénomène d'essoufflement des investissements massifs en infrastructure à l'échelle urbaine car c'est un espace contraint. En effet, l'espace urbain constructible ou aménageable est précieux et rare, et donc impacte fortement les coûts de génie civil pour le développement de nouvelles infrastructures. Néanmoins, dans certaines zones périurbaines où le bâti est moins dense, il est plus aisé de réaliser des infrastructures qui, pour la plupart, sont des réhabilitations d'anciens tronçons et le prolongement de ceux-ci. A titre d'exemple, nous citerons l'exemple de la ligne 2 du tramway d'Ile de France (T2) dont l'exploitant est la RATP. La majeure partie de son parcours emprunte les infrastructures de la ligne de Puteaux à Issy-Plaine ouverte en 1889. Cette ancienne ligne, aussi nommée Ligne des Moulineaux, souffrait d'un manque d'investissement qui en faisait une des lignes les plus vétustes de la banlieue de Paris, entrainant des performances médiocres, malgré un tracé opportun car situé à proximité de la Défense. Cette ligne ferme en 1993 pour sa réhabilitation en ligne T2 mise en service en 1997. Elle sera prolongée en 2012 jusqu'à la Défense pour assurer les connexions avec le réseau de transport en commun ferré (G., 2003). La modernisation de la ligne avec son prolongement au nord à La Défense est inscrite au contrat de plan État-Région. Le schéma de principe est pris en considération par le Syndicat des transports parisiens le 23 octobre 1991. La concertation préalable à la déclaration d'utilité publique est prononcée en mars 1993 pour une mise en service prévue en 1996. Les travaux sont engagés en septembre 1993, mais en 1994, le maire de Puteaux entame un recours contre la déclaration d'utilité publique, exigeant des aménagements pour sa commune en raison des nuisances qu'apporterait, selon lui, la nouvelle ligne de tramway. En 1995, les travaux de rénovation sont en cours de réalisation entre Puteaux et Issy, mais restent bloqués au nord par l'intransigeance du maire, en pleine campagne électorale des municipales de mars. Après plusieurs mois de procédure, le tribunal administratif rejette le recours, considérant les demandes du maire infondées en raison du caractère peu bruyant du tramway. Cette opposition provoque néanmoins un retard de dix-huit mois, préjudiciable aux exploitants comme aux usagers (LE PARISIEN, 4 avril 2014). Le coût du chantier se monte à 94,52 millions d'euros, auxquels il faut ajouter 41,47 millions d'euros pour les seize rames de tramway. La modernisation de la ligne, l'accès direct à La Défense et la desserte selon une fréquence d'un tramway toutes les quatre à douze minutes rencontre un grand succès, avec un trajet entre Issy et La Défense effectué en 22 minutes, et fait rapidement croître le trafic bien au-delà des prévisions initiales de 27 000 voyageurs par jour. Le succès de la ligne entraîne sa rapide saturation. L'extension des quais et le remplacement du matériel roulant sont envisagés peu de temps après son ouverture. En 2003, de nouvelles rames, plus longues et pouvant être accouplées sont mises en service. Grâce à eux, l'intervalle théorique aux heures de pointe est passé de 4 minutes 15 à 3 minutes 45 et la capacité de transport global a augmenté de 35 %, chaque rame pouvant transporter davantage de voyageurs. À partir de juillet 2003, les travaux d'infrastructure, actés par le STIF, débutent afin de permettre à terme la future exploitation de la ligne en rames doubles aux heures de pointe. En 2005, le trafic de la ligne s'élève au double des prévisions initiales, avec 60 000 voyageurs par jour. Des rames doubles de soixante-cinq mètres sont alors mises en service en septembre 2005 augmentant la capacité

de la ligne de 33 %. Depuis, le T2 connaît une progression constante de son trafic, dépassant les 65 000 voyageurs par jour, et entamait en 2007 son prolongement tant au nord qu'au sud (TRICOIRE, 2007). Ces travaux ont été financés à hauteur de 14,48 millions d'euros par la région Île-de-France (6,36 M€), l'État (3,82 M€), la Ville de Paris (1,75 M€) et la RATP (2,55 M€ sur prêt bonifié de la région) (RATP, 5 septembre 2005). Cet exemple en périmètre urbain illustre deux aspects. Premièrement, les investissements en infrastructure se raréfiant, ils sont priorisés pour permettre le rabattement vers des réseaux en place, mais aussi pour désengorger des tronçons saturés. En effet, en prenant l'exemple trajet de la Défense-Mairie d'Issy, le T2 offre un itinéraire compétitif en temps, 39 minutes contre 45 minutes en métro, et en nombre de correspondances, aucune contre 2 en métro[7]. Deuxièmement, l'étape de mise en place d'une nouvelle infrastructure est accompagnée d'optimisation de la ligne en augmentant la fréquence, en ajustant la capacité des matériels roulants et en facilitant les connexions au reste du réseau de transport. Dans le domaine des télécommunications, il est d'usage de procéder à des incrémentations techniques pour s'affranchir du déploiement de nouvelles technologies et donc de nouveaux équipements. C'est le cas des évolutions au sein d'une même norme. Par exemple, en 3G, les évolutions Rel99, HSDPA et HSDPA-DC ont permis d'utiliser les mêmes canaux afin de faire circuler plus d'informations (BINUCCI, et al., 2004).

Afin d'adapter leur offre à la demande, les opérateurs disposent de plusieurs méthodes. Certaines méthodes sont transparentes pour les usagers, comme les outils d'aide à l'exploitation, et d'autres sont basées sur des encouragements des usagers à observer un certain comportement, modulant ainsi directement la demande. Tout d'abord, présentons un exemple d'outils d'aide à l'exploitation, le SACEM (Système d'Aide à la Conduite à l'Exploitation et à la Maintenance). Cet outil a été mis en place dans le contexte de l'ouverture du tronçon Auber-Nation de la ligne A du RER en 1977. La charge maximale théorique par heure pour ce tronçon était de 44 500 voyageurs par heure avec un intervalle minimal de 2 minutes et 30 secondes (avec un arrêt de 50 secondes en gare). A partir de la mise en service, le trafic ne cesse d'augmenter. Cette charge limite a vite été dépassée. Avant même que les opérateurs du tronçon (RATP et SCNF) ne trouvent une solution la charge atteignait déjà 50 000 voyageurs par heure, posant ainsi des problèmes de sécurité sur la ligne (PARKINSON, et al., 1996). Les solutions envisagées par les autorités de transport pour parer à cette surcharge étaient soit de prolonger les trains et donc les quais, soit de construire une ligne parallèle, soit d'appliquer un système de contrôle des trains[8]. Etant donné les coûts financiers et temporels des deux premières solutions, ils ont favorisé le choix de l'option du SACEM développé par MATRA Transport. Cette solution d'aide à la conduite a permis de

[7] www.ratp.fr

[8] http://www.swe.siemens.com/FRANCE/WEB/FR/STS/REALISATIONS/EUROPE/FRANCE/Pages/iledefrance_rer.aspx

résoudre la situation sans changements radicaux des infrastructures. De plus, cet outil permet d'assurer la sécurité et la maintenance grâce à un ordinateur de bord qui remontent toutes les informations nécessaires (vitesse, distance au train précédent, état des freins, détection de pannes matérielles ….)[9]. La mise en service du SACEM sur le tronçon central du RER A entre Nanterre-Université, Val de Fontenay et Fontenay sous-Bois a permis de réduire l'intervalle minimal de 2 minutes et 30 secondes à 2 minutes. Il est théoriquement possible de le réduire encore à 90 secondes pour les trains courts. Le SACEM fait partie de la famille des outils d'opération automatique des trains et de contrôle automatique des trains (ATO/ATC). L'étape suivante à la conduite assistée était de passer d'une ligne opérée par un conducteur à une ligne complètement automatique. En 1998, la ligne 14 du métro de Paris est inaugurée. La fiabilité de la ligne est de 99% avec un coût de l'opération de la ligne estimé à deux fois moins que les autres lignes, les intervalles entre les rames sont de 85s contre 105s en moyenne sur les autres lignes, et la vitesse commerciale est de 40km/h en moyenne contre 20-27km/h pour les lignes non-automatiques. Les évolutions en matière d'automatisation de la gestion et de l'opération des matériels roulants a permis d'enrichir l'offre proposée, en terme- de performance mais aussi en terme de ponctualité, confort et facilité d'accès, tout en améliorant la sécurité et la détection d'incident[10]. La Figure 4 montre les différentes évolutions en matière d'automatisation des lignes de métro et de RER depuis 1952.

[9] SACEM Automated Train Control MATRA TRANSPORT

[10] http://www.frost.com/sublib/display-market-insight-top.do?id=243119311

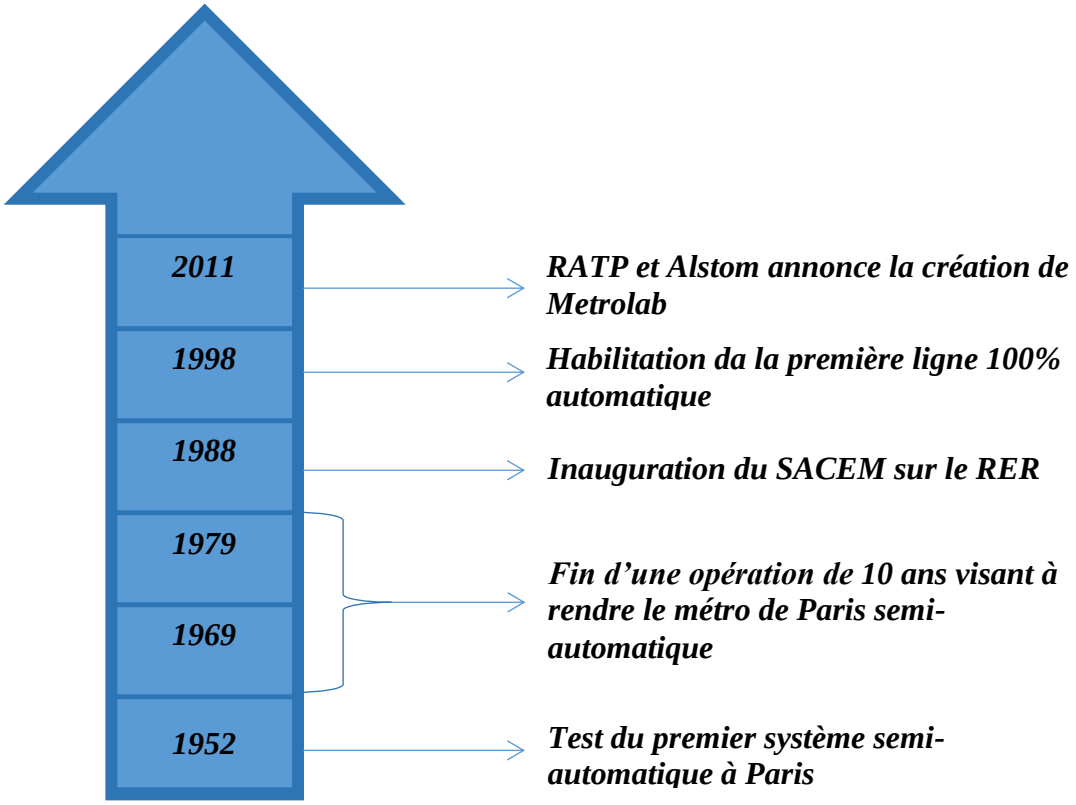

Figure 4 : Les étapes importantes de l'automatisation du Métro parisien

Ensuite, les opérateurs peuvent « favoriser » le désengorgement de certaines lignes, ou faciliter la désaturation localisée dans le temps et dans l'espace au travers d'une communication aux voyageurs. Nous développerons l'information aux voyageurs dans le chapitre suivant qui est consacré à la perception utilisateurs. Ainsi, en différents points du réseau opéré, des propositions d'itinéraires alternatifs proposés par l'opérateur, permettent d'influencer l'affectation de la demande. De la même manière, un opérateur peut proposer des reports modaux en cas d'incidents ou de travaux (système de bus par exemple) mais également pour désengorger certaines lignes en introduisant des offres tarifaires avantageuses. Le report modal est également pratiqué dans les télécommunications. Il s'agit soit de possibilités techniques offertes, que l'usager déclenche (report de consommation de données par le réseau mobile vers des AP wifi) ou des reports déclenchés par le réseau lui-même. A l'heure actuelle, le réseau fibre et le réseau cellulaire de quatrième génération sont en pleine phase de déploiement massif. Ils résultent d'évolutions technologiques nécessaires pour répondre aux besoins capacitaires des lignes de communication et au support des nouveaux services. En cela, les réseaux de télécommunications sont différents des infrastructures de transport car l'espace de fréquences n'est pas saturé et le déploiement de nouvelles infrastructures à l'échelle nationale est encore envisageable. Néanmoins, les services proposés, notamment pour tout ce qui est de type LBS (Location Based Services) et les applications multimédia entrainent des difficultés d'opération pour satisfaire la qualité de service annoncée. On observe des phénomènes de congestion localisée dans l'espace et dans

le temps sur les réseaux de télécommunications. Dans le cas des réseaux mobiles, des solutions de « report modal » vers des hotspots Wi-Fi sont plébiscitées. Une fonctionnalité appelée ANSDF (Access Network Discovery and Selection Function) est actuellement normalisée 3GPP pour permettre un déchargement du réseau mobile vers les réseaux Wi-Fi avoisinant (ORLANDI, et al., 2012).
Le report modal est encouragé par des politiques globales pour faciliter le rôle des exploitants, mais aussi réduire les nuisances (sonores, environnementales), et participer au désenclavement. Par exemple, les villes tendent à limiter les accès au centre-ville en voiture pour implanter des réseaux de transport en commun en site propre. Des réseaux de rabattement depuis les banlieues et des parkings sont mis en place. L'intermodalité est alors encouragée pour connecter des réseaux à différentes échelles et différentes finesses de desserte. D'autres politiques peuvent être proposées par les acteurs de l'offre non-exploitants. On peut citer la circulation alternée, des réductions de vitesses sur certains tronçons, des régulations de vitesses automatiques ou encore des demandes d'aménagements des horaires de travail pour étaler les heures de pointe.

En résumé, pour absorber une demande qui ne cesse de croître, les acteurs de l'offre en charge de l'exploitation disposent de trois leviers. Tout d'abord, la méthode qui fonctionne depuis le début des réseaux, est le développement de nouvelles infrastructures, ou pour la prolongation de l'existant ou encore pour des travaux de restructuration. Nous avons vu que ce type d'action coûteuse n'est plus la solution vers laquelle se tournent les opérateurs en priorité. Ensuite, les outils d'aide à l'exploitation et l'automatisation de l'exploitation doivent être constamment enrichis pour optimiser l'opération des infrastructures. Les efforts des opérateurs continuent activement sur ces sujets. Enfin, le dernier levier qui apparait dans cette phase est la mise en place de politique de régulation locale, par les opérateurs sur leurs réseaux, et globale, par les autres acteurs de l'offre, pour renforcer les efforts menés par les opérateurs. On remarquera que l'ordre de mise en application des méthodes de calibrage de l'offre s'est inversé par rapport aux phases précédentes.

4.2 **Présentation du contexte actuel d'exploitation**

Aujourd'hui, les réseaux de transports recouvrent une portion importante des espaces terrestres et aériens, et les financements d'investissement en infrastructure se font plus rares. Dès lors, l'activité des exploitants de transport et de télécommunications a évolué vers une activité d'optimisation de l'opération, des réseaux existants, c'est-à-dire une activité d'administration des réseaux. Il s'agit d'une administration contrainte par des considérations de fluctuations de charge des réseaux qui se saturent, de gestion des interconnexions entre des réseaux opérés par différents acteurs, de garantie d'une qualité de service maximale dans un environnement concurrentiel tout en réduisant les coûts financiers et environnementaux. Le but de ce paragraphe est de placer ces acteurs de l'offre dans leur écosystème et d'illustrer les contraintes avec lesquelles ils évoluent.

4.2.1 **Le rôle des exploitants**

Parmi les acteurs de l'offre de transport, les opérateurs sont ceux dont le métier est en interaction directe avec les usagers. A ce titre, ils sont garants du bon fonctionnement des réseaux pour assurer les services dans des conditions de sécurité, de confort et de performance. La performance est traitée selon trois aspects. Tout d'abord, la performance est assurée par la maintenance des équipements, leur paramétrage et la manière de les utiliser de manière optimale sur le réseau. Cette optimisation des paramètres du réseau, dont fait partie les équipements, est un enjeu essentiel pour les opérateurs. En effet, dans un milieu concurrentiel la qualité de service est un facteur de choix important pour un usager. Ainsi, les opérateurs doivent mettre en place des mécanismes de gestion des saturations pour garantir une dégradation minimale de la qualité de service. Enfin, les performances sont à assurer également pour les connexions entre réseaux, même s'ils sont opérés par la concurrence. Les opérateurs exploitent des sous-réseaux connectés à d'autres réseaux. Dans les cas de télécommunications, cette transition entre opérateurs doit être transparente pour l'usager, c'est-à-dire que la qualité de service doit être maintenue. Ce maintien des performances en intermodalité ou en interopération sur des réseaux est un exemple de directives des acteurs de l'offre globale. Les opérateurs sont en effet assujettis à des autorités qui fixent certaines contraintes d'exploitation. Comme vu précédemment, ces dernières fixent la tarification, les objectifs de qualité de service minimum, les réglementations de fonctionnement (règle de circulation, limitation des polluants, …) et les directives d'encouragement aux reports modaux et les conditions d'intermodalité et d'interopérabilité.

4.2.2 **L'exploitation : un monde contraint**

Le rôle de l'exploitant s'opère dans un milieu doublement contraint. D'une part, le cadre de l'exploitation est déterminé et fixé par les directives des acteurs de l'offre garants de l'intégration des réseaux de transports dans les écosystèmes territoriaux. D'autre part, les usagers et donc la demande posent les difficultés de l'exploitation. La demande fluctue dans le temps, entrainant des saturations qui dégradent la qualité de service. Afin de gérer les fluctuations de la demande, autant pour des raisons de performance que de sécurité, un opérateur a besoin d'une connaissance fine et dynamique de l'état des lieux sur l'ensemble de son réseau. En effet, une information adaptée lui permet de prédire, de détecter des seuils caractéristiques de demande avant d'éventuels effets de saturations critiques, et donc de déployer des actions adaptées à la gestion des dépassements de capacité. L'observation du réseau doit donc être réalisée dynamiquement et statiquement. En effet, les comportements moyens des usagers peuvent être appris à des échelles temporelles plus grandes, notamment pour l'apprentissage des phénomènes répétitifs des comportements (voir chapitre suivant). Néanmoins, les comportements exceptionnels ne peuvent être observés et appris que dynamiquement. Il est également primordial de connaitre les flux en provenance des autres réseaux. A ce titre les opérateurs de transport deviennent des opérateurs de mobilité.

5 Conclusion

5.1 Vers quelles interactions entre réseaux de transport et réseaux de communications ?

Par construction, les réseaux de télécommunications ont été conçus pour des usagers en mobilité. L'usage des réseaux de transports et de télécommunications semble donc lié. Ainsi, décomposons les deux implications.

5.1.1 Des outils de planification transport pour l'aide au déploiement des réseaux de télécommunication

Au début des années 2000, des travaux de recherche ont débuté pour répondre à la problématique du réseau UMTS en France. Face à la concurrence, l'optimisation des réseaux de télécommunications a subi une forte pression. Ainsi, des besoins plus fins pour la description de la réalité des milieux de propagation des ondes radioélectriques sont apparus, car l'espace géographique doit être pris en compte dans les modèles de propagation. Traditionnellement, les opérateurs utilisaient des cartes topographiques classiques combinées à des photographies aériennes pour optimiser le déploiement de leurs réseaux. Une mauvaise prévision sur les conditions de propagation entraine des difficultés d'opération pour maintenir la qualité des communications. Or dans un secteur concurrentiel tel que les télécommunications, le mécontentement des abonnés est à exclure. Ainsi, la question de l'influence des données géographiques orientée occupations du sol sur les modèles de propagation a été posée. Grâce à l'Analyse Spatiale et l'intégration de données pertinentes au sein d'un SIG (Système d'Information Géographique), des algorithmes de calculs de couverture ont pu être élaborés afin d'optimiser les réseaux mobiles (TURCK, 2009). De plus, face à la demande croissante, la nécessité de densification du réseau devient inévitable. Ceci complexifie le calcul de couverture par la réduction de la taille des cellules. Alors la pertinence des données géographiques réside dans leur résolution. Ainsi, en 2005, il existait trois domaines en expansion qui lient SIG et télécommunications :

- le dimensionnement du réseau mobile
- la sélection des futurs sites d'implantations
- la visualisation. En effet, la possibilité de visualiser les réseaux radio-mobiles (zone de couverture, zone d'interférence, débits théoriques …) est un apport important pour les ingénieurs et les aménageurs. Elle renforce ainsi l'idée d'une complémentarité entre SIG et télécommunications.

Généralement, seul des calculs de champs émis et de débits théoriques sont produits par les outils de modélisation de propagation. En effet, la charge (nombre d'abonné présents dans une cellule et leur utilisation) est supposée constante. Certains outils permettent de simuler une charge variable. Il existe différents modèles de mobilité utilisés dans les logiciels d'aide au déploiement. Cependant, à la connaissance de l'auteur, il s'agit de modèles synthétiques et non à traces. Les besoins d'outils de mesure de déplacements dynamiques du domaine du transport ne seraient-ils pas aussi un besoin des réseaux de télécommunications à

l'ère des réseaux auto-organisés ? De manière générale, l'industrie des télécommunications utilise des modèles dans lesquels les terminaux mobiles sont statiques. Néanmoins, connaitre les activités des abonnés est un point important pour le dimensionnement des réseaux cellulaires. En effet, les conditions de transmission et de réception du signal radio sont différentes selon la nature mobile ou immobile du terminal. Dans le cadre du déploiement de nouveaux sites, l'hypothèse de stationnarité des mobiles prise, était légitime car le choix de l'emplacement d'une antenne et de ses paramètres sont statiques. Cela ne se vérifie plus pour la mise en place de fonctions dynamiques implémentées au niveau des réseaux de télécommunication. Par exemple, (JOUMAA, et al., 2008) propose d'utiliser un modèle de mobilité MBMM (pour Mask Bases Mobility Model) dans le but d'évaluer les paramètres de la fonction de régulation de puissance des réseaux UMTS. En effet, la variation des puissances des signaux radios-électriques permet d'assurer la qualité de service des communications. Enfin, la nouvelle génération d'antenne est faite d'équipements dont certains paramètres peuvent être pilotés à distance voire automatisés (BRUNNER, et al., Avril 2009). Ainsi, des modèles de propagation enrichis des comportements de déplacements ne seraient-ils pas un plus pour le dimensionnement des réseaux, l'opération, et la mise en place d'autorégulation en fonction de la mobilité des abonnés?

5.1.2 **Faciliter l'opération des transports via les réseaux de télécommunications ?**

Les mutations de la relation à l'espace et au temps ont entrainé une recherche de l'optimisation du temps de transport par chaque usager. L'avènement des technologies de télécommunications, a permis à chaque usager l'accès en temps réel depuis son terminal à un large panel d'informations relatives à son trajet afin d'optimiser son choix d'itinéraire, d'horaires etc. En effet, il est possible d'accéder via l'Internet sur mobile, ou via des applications dédiées, à l'état du trafic, les possibilités de connexions intermodales, les conditions météorologiques, les points d'intérêts à proximité tout au long du trajet, etc. Les mobiles sont devenus de véritables aides pour les acteurs de la demande des transports pour optimiser leurs activités, et notamment leurs déplacements dans un système de mobilité de plus en plus complexe. Une meilleure connaissance de l'état des réseaux de transport permet une plus grande efficacité dans l'organisation même des activités. Ceci peut entrainer de nouveaux déplacements comme nous le verrons dans le chapitre suivant. Mais surtout, on retrouve la relation entre le domaine des transports et le domaine de télécommunication au travers de l'information aux voyageurs. Divers opérateurs, comme la RATP par exemple, mettent en ligne l'heure de départ des prochains trains. Bien que cette information soit disponible à quai, cela permet à un usager d'anticiper son heure d'arrivée à la station, ou même à un voyageur grandes lignes de revoir son interconnexion avec les systèmes de transport urbain via un plan de la gare et des différents horaires proposés dans le cas d'itinéraires compétitifs. De plus, de nombreux réseaux sociaux autour des transports se sont développés dans lesquels des voyageurs échangent leur expérience du réseau. L'implication des opérateurs dans les réseaux sociaux n'est pas avérée. Ainsi, à l'aide des technologies de commutations, la demande est modifiée et « s'auto-adapte » à l'offre. Cependant, chaque

usager aura une réponse individuelle à un problème collectif. On observe bien une évolution des usages des réseaux où une demande en transport va générer une demande en télécommunication. Ne serait-il pas intéressant pour les opérateurs d'utiliser les terminaux mobiles pour transmettre une information voyageur maitrisée voir orientée pour réguler leur réseaux ? De plus, ces terminaux qui accompagnent les usagers dans leur déplacement n'agissent-ils pas comme des capteurs de déplacement ?

5.2 **Un bilan sur les réseaux de transport**

Nous avons observé plusieurs phases historiques, à la fois sous l'angle de la hiérarchie modale, de la gouvernance et de l'exploitation. Elles ont mené au contexte actuel sur les réseaux de transports. Des technologies matures dans leurs performances de portée et de vitesse, qui ont muri avec le temps, nous sommes passés à des besoins techniques qui portent sur plus de services, plus de confort, plus d'information, plus de fiabilité, plus de sécurité, tout en réduisant les nuisances (sonores, environnementales). On peut faire une observation similaire dans le domaine des télécoms, à ceci près que la « course aux vitesses (débits) » est encore d'actualité mais sous un angle de régulation des ressources énergétiques, tout en privilégiant la qualité de service dont le débit est un critère fort. Les matériels roulants peuvent techniquement atteindre des vitesses élevées dans des conditions de sécurité, ainsi, les contraintes de temps de parcours des usagers ne dépendent plus que de l'exploitation des réseaux. Les efforts techniques portent sur l'administration des réseaux dans un contexte intermodal.

Alors, le besoin de connaissance de l'usage des réseaux pour l'investissement, la planification et l'exploitation est devenu central. Cette connaissance porte à la fois sur l'environnement global des réseaux dans leur contexte territorial dans le cadre de l'aménagement, et sur des phénomènes localisés dans le temps et dans l'espace dans le cadre de l'exploitation. Les acteurs du transport ont besoin d'un outillage adapté pour traiter cette connaissance des déplacements. Le chapitre 3 est consacré à ce point particulier. Cependant, au cœur des réseaux se trouve l'usager. Cet usager dont le besoin de se déplacer et de communiquer va l'amener à emprunter les réseaux de transport et de télécommunications. Cet usager a le choix dans sa manière de se déplacer et de communiquer. Il forme l'objet de connaissance nécessaire pour que les exploitants des réseaux puissent remplir leur rôle de fournisseur de service. Le chapitre 2 est consacré à l'usager des réseaux de transport. En effet, il était nécessaire, avant même d'aborder la mesure des déplacements à partir de remontées du réseau de télécommunications, de s'intéresser à l'objet à estimer tel qu'il se définit dans le domaine des transports. Le chapitre suivant pose les définitions et les constats qui serviront de base à notre travail, à savoir celle de la mobilité, celle des déplacements et comment ces derniers sont pratiqués sur un réseau de transport.