

Comportements des usagers **évidences empiriques**

4.1.INTRODUCTION

4.1.1.Contexte

Pour effectuer un déplacement, l'utilisateur routier choisit ses options de déplacement. Car le réseau routier est souvent étendu dans l'espace et les conditions de trafic s'évaluent dans le temps, il doit choisir son itinéraire et son horaire de départ. En plus, il peut éventuellement choisir se déplacer ou non, choisir sa destination pour certain motif de déplacement ainsi que son mode de transport (autres que le mode automobile).

A priori, l'utilisateur choisit ses options en fonction de ce qu'il connaît du réseau et des conditions du trafic. Sa connaissance sur le réseau et les conditions du trafic peut se construire lors de ses déplacements répétitifs. En plus, les services d'information routière, qui sont en développement constant, peut aider et guider l'utilisateur dans son choix de déplacement.

Bien qu'une connaissance sur les comportements de choix des usagers soit un point clé pour la modélisation des déplacements, l'observation des comportements des usagers-automobilistes reste toujours une problématique. L'observation des comportements est difficile puisque la procédure de décision des usagers est invisible et variable de l'un à l'autre. En plus, elle est influencée par nombreux facteurs : expérience, information reçue, contexte de déplacement, préférences personnelles qui sont toutefois difficile à observer.

4.1.2.Objectif

Dans ce chapitre, notre objectif n'est pas de présenter une enquête sur les comportements des usagers d'un endroit donné mais de réviser les travaux existants sur afin d'établir une connaissance synthétique sur les comportements de choix des usagers routiers, en particulier les comportements de choix en absence ou en présence de l'information routière.

Dans le cadre de notre travail, nous nous délimitons à traiter le choix d'horaire et celui d'itinéraire en négligeant le choix modal et le choix de destination.

4.1.3.Contenu

Nous présentons notre synthèse bibliographique en 5 sections : une présentation globale (§4.2), une synthèse des concepts (§4.3), le choix et l'interaction réseau –

information - usager l'impact de l'information selon les caractéristiques individuelles (§4.4), l'impact de l'information selon le réseau et l'offre de l'information (§4.5).

4.2. CHAMPS D'ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Afin d'assurer la validité des résumés, nous avons choisi les références de manière à bien représenter les travaux existants en termes géographique, chronologique et aussi méthodologique.

Les références empiriques concernent un certain nombre des pays : l'Afrique du Nord, l'Allemagne, la Belgique, les Etats-Unis, la France, l'Italie, le Japon, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, le Taiwan. Et elles portent sur diverses thèmes : étude du comportement de déplacement en général, étude spécifique examinant le comportement des automobilistes sous l'impact d'un système de diffusion de l'information routière, étude sur des types de choix différents, étude sur l'accessibilité d'un système d'information précise, etc.

4.2.1. Chronologie des études

Les études empiriques afin de comprendre le comportement général de déplacement et améliorer la pertinence des modèles du trafic ont démarré dans années 1960 (Wachs, 1967). Dès des années 1980, nous avons déjà un nombre important de contributions véritables aux Etats-Unis, aux Pays Bas, etc. Au début, on a considéré la question de choix d'itinéraire. (Tagliacozzo et Kochen, 1970) (Tagliacozzo et Pirzio, 1973) (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Bovy et Bradley, 1985), (Antonisse, Daly *et al.*, 1989) et ensuite la question de choix d'horaire (Mannering, 1989) quand la congestion est devenue de plus en plus importante.

Concernant le comportement général¹ de déplacement, jusqu'à la fin de la décennie 1980, on a obtenu une base de connaissances suffisamment large et systématique. (Bovy et Stern, 1990) ont synthétisé des connaissances du monde de chercheurs sur ce sujet dans une vaste bibliographie.

Dans le temps plus tard, des années 1990s, 2000s nous trouvons aussi des travaux portant ce type d'étude qui étudient encore le comportement général en France et d'autres pays (Augagneur, Boulet *et al.*, 1992), (Cété-de-Lyon, 1999), (Andan et Faivre d'Acier, 2000) en France ou (Bezuidenhout, 2002) en Afrique du Sud.

Dès l'époque de la congestion, avec le développement des services d'information aux usagers de la route, les questions concernant la diffusion et l'usage de l'information devient émergentes :

¹ « Comportement général de déplacement » c'est-à-dire le comportement de déplacement dans la condition d'absence de l'information routière.

- Comportement de choix d'itinéraire des usagers en présence de l'information du trafic: (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996), (Lotan, 1997), (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997), (Al-Deek, Khattak *et al.*, 1998), (Khattak, Yim *et al.*, 1999), (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002), (Khattak, Yim *et al.*, 2003), (Levinson, 2003), (Selten, Chmura *et al.*, 2004), (Jou, Lam *et al.*, 2005), (Avineri et Prashker, 2006).
- Comportement des usagers en faisant face aux dynamiques du réseau et à la diffusion de l'information : (Iida, Akiyama *et al.*, 1992), (Adler, McNally *et al.*, 1993), (Lotan, 1997), (Adler, 2001), (Denant-Boèmont et Petiot, 2003), (Avineri et Prashker, 2006) et aussi
- Comportement de conduite des usagers (Luoma, Rama *et al.*, 2000)

4.2.2.Synthèse des approches

En termes de méthode, une étude compte en général deux parties : la collecte des données et le traitement des données. Parmi les références que nous avons consultées, nous distinguons trois méthodes de collecte des données :

- Observation directe : (Cété-de-Lyon, 1999), cette méthode utilise normalement des boucles comptage pour collecteur des données concernant le volume, et la répartition du trafic dans un endroit précis.
- Enquête questionnaire : (Andan et Faivre d'Acier, 2000), (Augagneur, Boulet *et al.*, 1992) (Bezuidenhout, 2002), (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002), (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996), (Jou, Lam *et al.*, 2005), (Khattak, Yim *et al.*, 1999), (Khattak, Yim *et al.*, 2003), (Luoma, Rama *et al.*, 2000), (Mannering, 1989), (Tagliacozzo et Pirzio, 1973), (Wachs, 1967), (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997). On distingue deux types d'enquête questionnaire, un par interview direct et l'autre par voie postale. Les enquêtes questionnaires nous permettent de comprendre les attitudes des répondants, et de les mettre en relation avec leurs caractéristiques personnelles, leur contexte de déplacement.
- Etude expérimentale en laboratoire utilisant des appareils simulateur : (Bonsall, 1992), (Adler, McNally *et al.*, 1993), (Adler, 2001), (Avineri et Prashker, 2006), (Denant-Boèmont et Petiot, 2003), (Iida, Akiyama *et al.*, 1992), (Levinson, 2002), (Lotan, 1997), (Selten, Chmura *et al.*, 2004). Certains appareils sont capables d'imiter un environnement virtuel sous un scénario de déplacement donné. D'autres, moins raffinés, proposent un jeu de rôle. Les participants sont choisis par hasard, on effectue des choix dans le jeu comme un celui dans le déplacement réel. En regardant directement les comportements des participants pendant expérimentation, on peut savoir : le comportement de choix des voyageurs dans des situations dynamiques¹ ; l'acquisition de l'information et la capitalisation des

¹ « Situation dynamique » signifie la situation où la condition de circulation change dans le temps et dans l'espace, de plus les usagers sont informés plus ou moins sur le changement de la condition de circulation.

connaissances des usages, par exemple : effet « jour à jour »¹; et le mécanisme dynamique dans les réseaux, bien sur ils s'agissent des réseaux virtuels.

Le traitement des données procède généralement en deux étapes : l'une d'analyse qualitative qui permet d'identifier des éléments ou des hypothèses, l'autre d'estimation statistique qui permet de tester des hypothèses, de montrer des conclusions quantitatives. Citons ici quelques méthodes utilisées : régression, modèle de Poisson, technique « Grouping », etc.

4.2.3.Méthode de lecture

Afin de traiter un certain nombre des références concernant des travaux sur le comportement de déplacement des voyageurs, nous retirons tout d'abord des éléments relatifs à notre sujet, en particulier des éléments et après nous synthétisons d'abord un cadre d'interaction entre le réseau, les individus. En suite, analysons l'impact de l'information sur le comportement des automobilistes.

Par une lecture rapide, nous avons une impression que la majorité des travaux contribue à étudier le comportement des usagers face aux systèmes de l'information avancée aux usagers tels que information du trafic diffusée par radio, télévision, téléphone ou PMV, dispositif guidage embarqué. Il y a peu des études qui contribuent à évaluer des impacts des panneaux de signalisation fixes, un dispositif d'information routière conventionnel. Dans notre liste des références, nous n'avons trouvé que celle de (Cété-de-Lyon, 1999).

De plus, les conclusions quantitatives obtenues par des travaux sont moins convergentes mais souvent varié et parfois contradictoires. Donc, dans notre synthèse ci-après, nous ne présentons que les conclusions qualitatives.

4.3.SYNTHESE DES CONCEPTS

Dans cette section, notre objectif est d'identifier un cadre capable de décrire en général le comportement de choix des automobilistes dans le système de transport. Il s'agit des études empiriques des années 1960s, 1970s et 1980s qui ont été mises au niveau conceptuel par (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Bovy et Stern, 1990).

¹ Effet « jour à jour » : le comportement de choix des usagers change selon la capitalisation des expériences et de la familiarité du réseau et du système de l'information.

4.3.1. Vue d'ensemble du système routier

Complexité d'un système de transport

Un système de transport routier est un objet complexe qui consiste majoritairement en un réseau et en des usagers de la route :

- Un réseau routier est souvent complexe car il est combiné par un grand nombre des arcs et leurs intersections, chaque arc ou intersection porte plusieurs attributs (routes, leurs intersections, revêtement des voie, etc.)
- Chaque usager de la route s'agit-il un objet complexe car il porte ses caractéristiques personnelles, son contexte de déplacement, et des préférences diverses.

L'interaction et les événements routiers font le système plus complexe :

- Les voyageurs sont libres de choisir leur option la plus préférée parmi les options disponibles. Leurs choix vont déterminer la répartition et le chargement du trafic sur le réseau, ce qui va modifier la condition de circulation et les attributs des options de choix.
- De plus, les événements routiers prévus ou imprévus qui se produisent sur le réseau vont influencer plus ou moins la condition de circulation.

Donc, l'attractivité des itinéraires concurrents change en fonction du temps. L'itinéraire optimal courant peut plus n'être optimal pour la période de temps suivante

Les facteurs qui influencent le choix individuel

Le comportement de choix de déplacement d'un usager est conditionné par les caractéristiques physiques du réseau, les caractéristiques personnelles du décideur, son contexte de déplacement mais aussi par l'usage de la route des autres voyageurs et des aléas. Dans un effort d'identifier tous les facteurs qui conditionnent le choix d'un usager, (Bovy et Stern, 1990) ont proposé une catégorisation des facteurs qui influencent le choix de voyage tel que :

Voyageur		Âge, sexe, cycle de vie, niveau de revenu, éducation, structure de ménage, course, profession, longueur de résidence, nombre de conducteurs dans la famille, nombre de voitures dans la famille, etc.
Itinéraires	Routes	Temps de parcours, coût de voyage, limites de vitesse, temps d'attente. Type de route, largeur, longueur, nombre de voies, intersections, ponts, pentes, etc.
	Trafic	La densité du trafic, la congestion, le nombre de tours, les signes d'arrêt et les feux, la vitesse de voyage, le stationnement, la probabilité de l'accident, la fiabilité et la variabilité du temps de voyage, etc.
	Environnement	Esthétique, utilisation de terre le long d'itinéraire, paysage, facile ramassage /descente, etc.
Voyage		Le but du déplacement, le budget du temps, la période du voyage, le mode utilisé, le nombre de voyages
Circonstances		Condition météorologique, jour/nuit, accident en cours de route, information des routes et de trafic, etc.

Tab. 4-1 : Les facteurs qui influencent le choix de déplacement

Dans cette classification, une décision de déplacement est influencée par les caractéristiques personnelles du décideur, puis par les attributs des options de choix, par le contexte du voyage et enfin par les circonstances rencontrées. Nous critiquons cette catégorisation sur deux points :

- Indépendance entre les catégories : le temps de parcours n'est pas une valeur fixe, il est conditionné par la condition du trafic. De plus la condition du trafic est conditionnée par des circonstances ou des événements routiers.
- Aspect dynamique dans la décision de voyage : la condition de circulation varie dans le temps et dans l'espace car les événements routiers (prévus ou imprévus) se produisent sur la route. La connaissance des voyageurs est améliorée progressivement grâce à l'information reçue et à l'expérience de déplacement. Ces phénomènes ne sont pas abordés dans le tableau ci-dessus.

(Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984) et (Antonisse, Daly *et al.*, 1989) ont proposé une autre catégorisation. Les facteurs qui influencent le choix sont divisés en 3 groupes: (1) Connaissance des voyageurs sur les options disponibles, (2) Processus de décision, (3) Attributs des itinéraires ; préférences de choix. Cette catégorisation considère plus ou moins le rôle de l'information et de la connaissance dans le choix. Mais on ne trouve pas le rôle des caractéristiques individuelles dans les catégories.

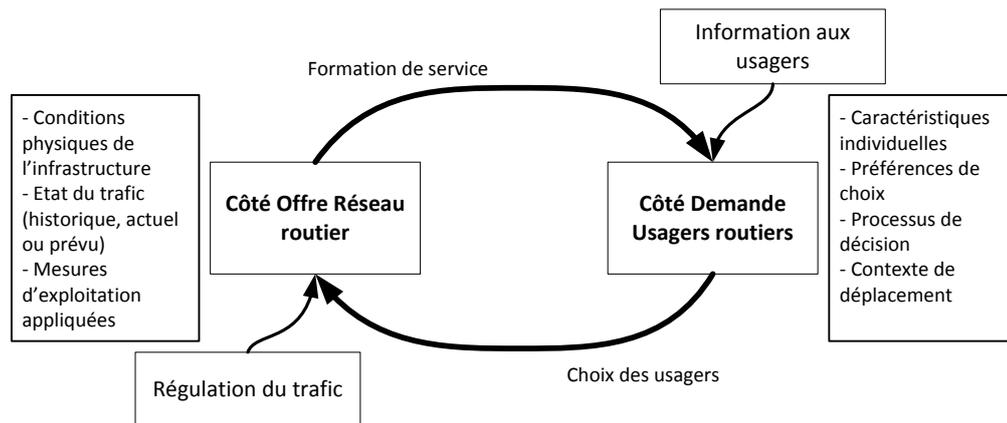


Fig. 4-1 : Rapport des sous-systèmes et le rôle de l'information dans le comportement de choix

Nous n'avons pas l'ambition de synthétiser tous les facteurs qui peuvent influencer le choix individuel comme les travaux de (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984) ou (Bovy et Stern, 1990). Mais nous analyserons le comportement de choix dans un système à travers la place des sous-systèmes et leurs interactions. Donc, nous proposons un cadre qui explique le choix de déplacement d'un individu conditionné par lui-même, par le réseau mais aussi par l'interaction entre les usagers et le réseau.

4.3.2. Le sous-système réseau

On peut citer les caractéristiques d'un réseau routier tels que : distance, intersection, feux de signalisation, coût de péage, type routier, limite de vitesse (issu du code de la route), nombre de voies, ponts, pentes, paysage, utilisation de terre le long de l'itinéraire.

L'ensemble des caractéristiques du réseau, avec les conditions de circulation va formuler des attributs statiques des options de choix. Mais, la perception de la présence des options ainsi que leurs attributs sont en pratique déterminés par l'expérience et l'information disponible pour l'utilisateur.

4.3.3. Le sous-système usager

Pour un usager, nous citons des facteurs qui influencent probablement le choix de déplacement :

- (i) Caractéristiques personnelles d'un voyageur: âge, sexe, niveau de revenu, éducation, structure du ménage, course, profession, longueur de résidence, nombre de conducteurs dans sa famille, nombre de voitures dans sa famille, etc.
- (ii) Contexte de déplacement: but du déplacement, budget-temps disponible ; période du voyage ; fréquence de déplacement ; équipement disponible, etc.

(iii) Processus de décision : (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Antonisse, Daly *et al.*, 1989), (Bovy et Stern, 1990) ont synthétisé trois types de décision :

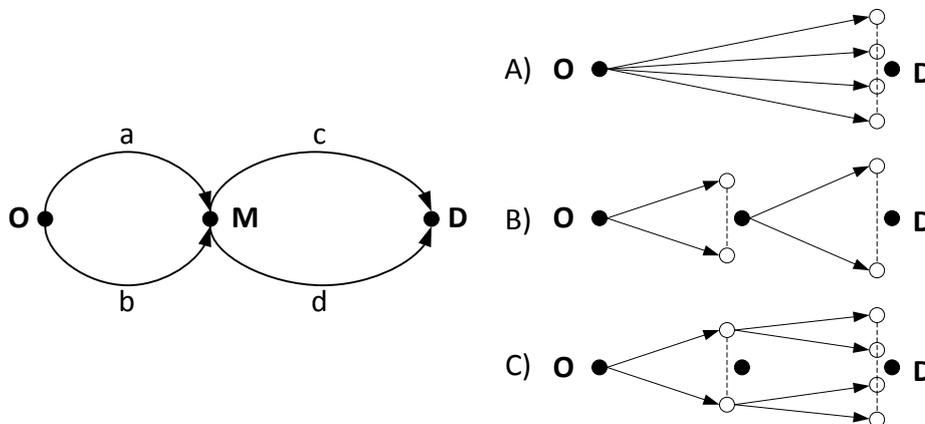


Fig. 4-2 : Trois structures de décision. Source : (Bovy et Stern, 1990)

La Fig. 4-2 illustre les trois structures de décision typiques pour le cas où l'utilisateur prend de décision sur un réseau maillé :

- (A) Pré – planification (Choix simultané): on prend la décision avant le départ et n'en change pas pendant son voyage.
- (B) Processus Markov (choix séquentiel): sur le long du trajet, on ré-choisit parmi les routes disponibles vers sa cible provisoire.
- (C) Processus intermédiaire (choix hiérarchique): le choix est actualisé à chaque nœud et il dépend aussi des choix précédents.

(iv) Préférences de choix : Il est difficile d'indiquer si les préférences sont endogènes ou exogènes. En fait, les préférences de choix sont déterminées majoritairement par des caractéristiques individuelles, mais plusieurs études ont indiqué que d'autres facteurs comme les caractéristiques du réseau, la condition de circulation influencent plus ou moins l'identification de l'ensemble des préférences de choix.

La question de savoir comment un voyageur compare et choisit une option a été largement traitée. (Wachs, 1967) a fourni un des travaux pionniers sur ce sujet. Ensuite, un grand nombre des travaux ont cherché à approfondir la question. Les résultats des études (Tagliacozzo et Pirzio, 1973) (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Antonisse, Daly *et al.*, 1989), (Mannering, 1989), (Bezuidenhout, 2002)) ont montré que le classement des choix varie suivant les caractéristiques personnelles, le contexte de déplacement. Mais le temps de parcours est probablement le critère déterminant (Wachs, 1967), (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Antonisse, Daly *et al.*, 1989), (Bezuidenhout, 2002).

De plus, les voyageurs ne se basent pas sur une préférence unique pour prendre leur décision mais sur un ensemble des critères avec une composition complexe. Dans cette combinaison, la composition et l'importance des préférences dépendent des autres facteurs, tels que : caractéristiques personnelles, caractéristiques du voyage, le réseau, condition du trafic, etc. (Wachs, 1967) , (Ben-Akiva, Bergman *et al.*, 1984), (Antonisse, Daly *et al.*, 1989), (Mannering, 1989), (Augagneur, Boulet *et al.*, 1992), (Andan et Faivre d'Acier, 2000), (Bezuidenhout, 2002).

4.3.4. Interaction usager – réseau

Les deux sous-systèmes usager et réseau conditionnent le choix d'un individu. Réciproquement, le choix de déplacement des usagers du système détermine l'état du trafic. Donc l'interaction usager – réseau se traduit en le comportement de choix des individus et également en l'état du trafic.

L'état du trafic ou la condition de circulation sont mesurés par la densité du trafic à chaque route ou par le régime de circulation.

La connaissance d'un usager sur les attributs des options est déterminée par son expérience d'une part et par l'information reçue d'autre part. Donc, la diffusion de l'information routière aux usagers a un double objectif. En plus de faciliter les déplacements, elle constitue aussi un outil pour intervenir sur le comportement de choix individuel des voyageurs, et améliorer le trafic de l'ensemble du réseau.

4.3.5. Interaction réseau – information – usager

L'interaction réseau – usagers se traduit en le choix individuel des usagers de la route. Dans cette section, nous étudions l'interaction réseau – information – usager en traitant typiquement le comportement de choix des automobilistes sous l'impact de l'information routière. Nous abordons un peu le comportement de conduite en route.

Dans le premier chapitre, on a abordé sept contenus de l'information : réseau, itinéraire exploitant, itinéraire usager, état actuel ou prévisionnel du trafic, information à la conduite. Nous constatons que la production de l'information dynamique, tel que « état prévisionnel du trafic » se base sur l'observation sur l'état actuel et des modèles de prévision du trafic. Donc, le comportement de choix des usagers conditionne l'information routière diffusée

Planification des voyages

Avant un voyage, on élabore toujours un programme : une heure de départ et un itinéraire spécifiques avec différents niveaux de précision. On estime l'heure de départ à partir du temps de parcours prévu et de l'horaire d'arrivée désiré. Pour ce type de décision, une carte routière ou un moteur de calcul d'itinéraire sont

utiles pour tracer un itinéraire. De plus, l'information concernant les conditions de circulation par radio, télévision ou téléphone est nécessaire pour choisir l'heure de départ. Il faut remarquer qu'on n'a pas trouvé d'études concernant le comportement d'utilisation d'une carte routière, un livret routier, etc.

A priori, on utilise des informations concernant la condition du trafic (prévue ou actuelle) pour choisir de faire le déplacement ou non, si oui quelle est l'heure de départ (les dispositifs correspondant sont le livret routier, la carte électronique sur la condition du trafic). Pour décider quel itinéraire on va prendre, on combine l'information dynamique sur l'état du réseau et information statique sur les caractéristiques physiques du réseau (carte papier, moteur calcul d'itinéraire sur Web ou PDA). Il est probable que certains voyageurs ne précisent pas leur itinéraire avant mais aient envie de suivre la signalisation directionnelle en route. (Tagliacozzo et Pirzio, 1973) ont montré que dans certains cas où le voyageur ne dispose pas de suffisamment de connaissances pour tracer un itinéraire particulier, il suivra les routes principales visibles et la signalisation pour approcher la cible.

Il faut considérer que les livrets routiers publiés en France, tel que celui de Bison Futé (Calendrier Bison Futé) influencent probablement le choix de la date de départ d'un certain nombre des voyages de type loisir. Malheureusement, nous n'avons trouvé aucune étude qui évalue ses effets sur la planification des voyages interurbains.

Les voyageurs changent leur destination de voyage quand ils perçoivent une condition de circulation difficile. Cette hypothèse est probablement valable pour certains types de voyage, par exemple : shopping, tourisme.

Décision dans les situations dynamiques

Est-ce qu'un usager annule ou reporte son voyage s'il perçoit une condition de circulation difficile via des sources d'information diverse ? (Khattak, Yim *et al.*, 1999) a mis en évidence cette question par une enquête questionnaire conduite à San Francisco. On a trouvé que les voyageurs de types de déplacement en dessous de domicile – travail (loisir, shopping, etc.) peuvent décider de reporter leur voyage quand ils perçoivent une condition de circulation défavorable par des sources d'information diverses, en particulier par la radio du trafic. Cette conclusion a été confirmée par (Andan et Faivre d'Acier, 2000). Dans une étude interview conduite en grande agglomération de Lyon, il est indiqué que les voyageurs peuvent annuler ou changer leur horaire de départ si la condition de circulation est difficile (congestion, condition météorologique mauvaise, rupture d'itinéraire).

(Khattak, Yim *et al.*, 1999) a montré que la radio en Californie qui diffuse de l'information sur le trafic fait augmenter la fréquence de changement de la planification de déplacements des usagers. Une enquête à Amsterdam conduite

par (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996) a indiqué que plus de 70% des usagers de la route sont influencés par l'information routière (ce résultat convient à ce que (Yim, Khattak *et al.*, 2004) a présenté. (Jou, Lam *et al.*, 2005) a confirmé cette conclusion : « *la diffusion de l'information sur la condition du trafic fait changer d'itinéraire les voyageurs plus fréquemment et diminue la gravité de la congestion* ».

(Mannering, 1989) a effectué une étude questionnaire sur la décision de changement de déplacement sous l'impact de la radio qui diffuse des informations concernant la condition du trafic. Le résultat a indiqué que 45,3% des répondants changent leur itinéraire avec une fréquence moyenne de 2,3 changements par mois.

<i>Nombre de changement d'horaire de départ par usager par mois</i>	2.32
Pourcentage des usagers qui ne changent jamais leur horaire de départ	54.70%
Nombre de changement d'itinéraire par usager par mois	2.81
Pourcentage des usagers qui ne changent jamais leur itinéraire	51.30%

Tab. 4-2 : Changement d'itinéraire ou/et d'horaire sous l'impact de l'information diffusée via la radio trafic (Mannering, 1989)

<i>Enquête</i>	<i>BAS1</i>	<i>B1S1</i>	<i>Target1</i>	<i>TATS1</i>	<i>TATS2</i>	ISP
Echantillon	860	852	212	173	158	334
Changement	30%	34%	15%	47%	56%	84%
Pas de changement	70%	66%	85%	53%	44%	16%

Tab. 4-3 : Taux des usagers influencés par l'information du trafic dans les zones urbaines californiennes. Source Yim et al. 2004

<i>Enquête</i>	<i>BAS1</i>	<i>B1S1</i>	<i>Target1</i>	<i>TATS1</i>	<i>TATS2</i>	ISP
Horaire	44%	44%	25%	16%	13%	37%
Itinéraire	71%	71%	69%	33%	29%	50%
Mode	10%	10%	13%	1%	11%	1%
Report de voyage	10%	2%	3%	4%	6%	7%

Tab. 4-4 : Types de changement constatés (suite du Tab. 4-3). Source : (Yim, Khattak *et al.*, 2004)

Les enquêtes de (Yim, Khattak *et al.*, 2004) effectuées dans des zones urbaines californiennes ont montré des résultats variés. Et on constate un grand nombre des voyageurs qui ne sont pas influencés par l'information diffusée via des supports électroniques.

Concernant le basculement en route quand le voyageur perçoit plus d'information sur la condition de circulation, (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002), (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996), (Jou, Lam *et al.*, 2005), (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997) ont souligné que l'information diffusée via la radio ou des PMV sur la route influence le comportement de choix d'itinéraire en route des voyageurs.

En analysant les types de changement, on a trouvé que les voyageurs changent typiquement en premier leur itinéraire, puis leur heure de départ. Il n'y a pas beaucoup d'annulation de voyage

4.3.6. Comportement de conduite

Au niveau du comportement de conduite, il faut vérifier que l'information sur les panneaux fixes, sur les panneaux variables, sur les radios ou les dispositifs de guidage puisse aider les usagers. La diffusion du temps de parcours ou les conditions de circulation difficiles peut donner aux usagers plus de confort, de sécurité et moins d'incertitude. Les rappels vigilance sur les radios ou PMV amènent sécurité et confort. Au moins 89% des voyageurs ont déclaré que l'information sur la glissance influence le comportement en route du voyageur et les PMV influencent significativement la vitesse des véhicules, l'espacement entre les véhicules et la vigilance des usagers : la vitesse diminue 1 – 2 km/h à la distance 500 – 1000 m après le PMV (Luoma, Rama *et al.*, 2000).

4.4. CARACTERES ET COMPORTEMENTS INDIVIDUELS

Nous avons analysé précédemment l'impact de l'information routière sur le comportement de choix d'itinéraire, d'horaire et sur le comportement en route des voyageurs. En pratique l'usage de l'information n'est pas identique de l'un à l'autre parmi les automobilistes, il dépend les caractères de chaque usager. Dans cette section, nous aborderons l'usage de l'information routière au niveau individuel : le comportement de l'utilisation de l'information par différents groupes d'usagers, l'accessibilité aux services d'information et en fin l'acquisition de l'information et l'apprentissage.

4.4.1. Caractères individuels

Un grand nombre des facteurs individuels peuvent influencer l'usage de l'information routière. Nous citons ici quatre facteurs : caractéristiques socio-économiques des usagers, contexte de déplacement des usagers, familiarité avec le réseau et familiarité avec le système d'information routière

Caractéristiques socio-économiques

Un certain nombre de travaux montrent que les comportements face à l'information dépendent de plusieurs caractéristiques personnelles, caractéristiques qui varient selon les études :

- Age : les jeunes (moins de 45 ans) sont moins influencés par des PMV que les personnes âgées (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997). Les voyageurs âgés ne cherchent pas à changer leur itinéraire habituel (Jou, Lam *et al.*, 2005), (Mannering, 1989). Inversement, les jeunes changent plus fréquemment d'heure de départ que les âgées (Mannering, 1989).
- Sexe : les femmes sont moins influencées par le temps de ralentissement et d'autres informations trafic affichées sur des PMV ou indiquées par des radios sur la route (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997), (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996) mais sont plus flexibles en terme de changement d'heure de départ (Mannering, 1989). Concernant les informations comportant des rappels de sécurité, (Luoma, Rama *et al.*, 2000) ont trouvé que les femmes sont plus sensibles que les hommes en terme de diminution de la vitesse mais moins sensibles en terme de contrôle d'espacement entre véhicules.
- Revenu : les voyageurs à haut revenu ont tendance à souvent basculer pour trouver le meilleur itinéraire (Jou, Lam *et al.*, 2005).
- Situation familiale : la fréquence de changement est plus basse pour les gens mariés (Mannering, 1989).
- Les indicateurs marital, sexuel, de nombre de membres de la famille, nombre de voitures de la famille, du revenu et de la flexibilité d'horaire de travail influencent de manière différente la flexibilité de choix d'itinéraire et d'horaire d'un individu (Mannering, 1989).

Contexte de voyages

La réaction des usagers face à l'information perçue dépend aussi du contexte de déplacement :

- Type de déplacement : les voyageurs pendulaires urbains type domicile – travail sont moins influencés par l'information du trafic que les usagers de l'autoroute qui effectuent d'autres types de déplacement (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996).
- Longueur du trajet : la probabilité de basculement diminue selon la longueur du trajet vers le centre de Londres (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002).
- Possibilité d'arriver tard : Les voyageurs qui ont possibilité d'arriver tard ont moins tendance à changer d'itinéraire suite à l'information diffusée par les PMV (Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996), par la radio (Mannering (Mannering, 1989).

- Contrainte de budget temps : les gens ayant une contrainte de budget temps sont moins influencés par l'information du trafic (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997).

Familiarité du réseau

Les gens ayant une forte fréquence de déplacement vers le centre de Manchester sont plus flexibles en termes de basculement (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997).

Sur le réseau routier de Londres, il existe une différence significative entre les comportements des londoniens et des non londoniens due à la familiarité au réseau (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002)

Les voyageurs familiers du réseau sont plus indépendants de l'information perçue (Jou, Lam *et al.*, 2005), (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002), (Cété-de-Lyon, 1999).

Familiarité du système d'information

(Lotan, 1997), (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997) ont montré que la familiarité avec le système d'information influence significativement le comportement d'usage de l'information. Les personnes ayant une bonne expérience de l'utilisation de l'information routière sont capables de reconnaître la pertinence et la fiabilité d'une information reçue. Les personnes peu expérimentées croient aveuglément à l'information diffusée.

4.4.2. Accès à l'information

Nous discutons de l'accessibilité à l'information routière à travers certains indicateurs :

- Pourcentage des voyageurs ayant accès à l'information, à chaque service d'information.
- Pourcentage des usagers qui perçoivent de l'information et suivent les recommandations parmi des usagers ayant accès à l'information.
- Répartition par types de dispositifs ou par types de décision.

A priori, il est évident que les panneaux de signalisation fixes, les PMV, les radios, les chaînes de France télévision sont accessibles à tout le monde. En fait, seule une partie des usagers peut percevoir de l'information. Parmi les lectures disponibles, nous n'avons trouvé ni étude qui observe la perception des messages sur des panneaux fixes, des PMV, et des radios sur la route, ni la part d'usagers qui payent pour l'information routière.

Information perçue avant le départ					
Radio	54%	30%	56%	-	-
Télévision	23%	22%		-	-
Téléphone	19%	18%	-	69%	53%
Internet	1%	4%	-	-	-
Information perçue en route					
Radio	68%	48%	45%	-	-
Téléphone mobile	1%	2%	-	31%	47%

Tab. 4-5 : Répartition de l'usage de l'information par dispositif en Californie. Source : (Yim, Khattak *et al.*, 2004)

Selon une série des enquêtes au niveau urbain en Californie présentée par (Yim, Khattak *et al.*, 2004), parmi les usagers ayant accès à Internet ou à un téléphone portable, il reste encore un grand nombre des voyageurs (environ 30%) qui n'utilisent pas d'information dans leur décision de déplacement. Après segmentation du marché des services d'information, nous avons constaté que l'information diffusée via la radio est la plus perçue pour la décision avant de départ, puis celle donnée par la télévision, par téléphone et enfin par Internet. Pendant le voyage, la plupart des voyageurs obtiennent de l'information via la radio et une petite proportion par téléphone. Les voyageurs qui n'utilisent pas d'information du trafic expliquent la raison : « n'écoutent pas, infos non fiables, pas d'option, information ne concernant pas leur voyage, incompréhensible ».

En analysant des services d'information payants, nous avons trouvé que les usagers n'acceptent de payer que pour les informations bien personnalisées (Denant-Boèmont et Petiot, 2003), (Khattak, Yim *et al.*, 2003). De plus, la disposition à payer dépend significativement de certaines variables, par exemple : revenu, fréquence de déplacement, etc. (Khattak, Yim *et al.*, 2003).

	N=145	N=70	N=57	N=178	N=7
Ne pas écouter	17.9%	15.7%	17.5%	16.7%	14.3%
Non pertinence	44.1%	50.0%	47.4%	41.4%	57.1%
Option unique	24.1%	22.9%	22.8%	22.7%	14.3%
Peu fiable	7.6%	4.3%	5.3%	6.1%	0%
Incompréhensible	0.7%	1.4%	1.8%	0.5%	0%
D'autres réponses	5.5%	5.7%	5.3%	7.1%	14.3%

Tab. 4-6 : Répartition des usagers qui n'utilisent pas de l'information dans leur décision. Source (Yim, Khattak *et al.*, 2004)

4.4.3. Acquisition de l'information et apprentissage

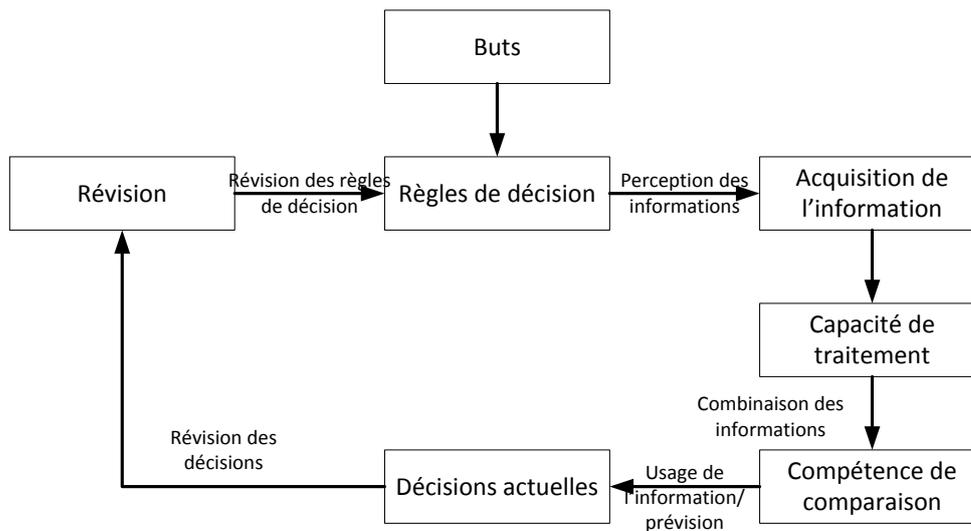


Fig. 4-3 : Aspects dynamiques dans le choix d'itinéraire en présence d'information. Source Ben-Akiva et al. 1991

Un cadre dynamique de processus de décision a été présenté par (Ben-Akiva, De Palma *et al.*, 1991). Dans ce cadre, le but du processus de décision d'un individu est de chercher à voyager entre une origine et une destination pendant une certaine période avec un coût généralisé minimal (i.e. un coût intégrant le coût monétaire, la distance parcourue, le temps de voyage ou d'autres critères). Il acquiert des connaissances sur la performance du réseau via l'observation directe ou l'information trafic. Puis, il traite et interprète l'information selon ses connaissances actuelles et sa capacité de combiner et à traiter les informations concernant l'état de la circulation. Son interprétation se traduit par une distribution statistique du temps de parcours perçu. L'aspect non déterministe du temps de parcours perçu génère donc un risque de retard. Les perceptions, restrictions et les caractéristiques individuelles forment des préférences pour certaines options (itinéraire, et horaire de départ). Les préférences dépendent également de la connaissance acquise précédemment et mémorisée, et les automobilistes changent leur itinéraire si cela leur permet de réduire le coût généralisé de leur voyage.

Le processus d'acquisition de l'information et de capitalisation des connaissances est traité par plusieurs études expérimentales avec un simulateur en laboratoire (Adler, McNally *et al.*, 1993), (Adler, 2001), (Avineri et Prashker, 2006), (Denant-Boèmont et Petiot, 2003), (Iida, Akiyama *et al.*, 1992), (Levinson, 2002), (Lotan, 1997), (Selten, Chmura *et al.*, 2004).

(Lotan, 1997) a souligné que les voyageurs qui ne connaissent pas bien le réseau veulent toujours essayer plusieurs options afin de collecter suffisamment de connaissances statistiques du réseau. Inversement, les voyageurs qui connaissent bien le réseau modifient leur parcours grâce à l'information dynamique sur les conditions de circulation afin d'optimiser leur voyage. Les

voyageurs se familiarisent avec le réseau après un certain nombre de voyages (4 ou 11 trajets, suivant le critère).

Une étude avec simulateur de (Selten, Chmura *et al.*, 2004) a montré que le nombre de changements d'itinéraire diminue avec le temps et l'augmentation de la connaissance du réseau. Le trafic approche plus vite le point équilibre dans le cas où les voyageurs sont bien informés. L'affectation du « trafic » sur 2 itinéraires a tendance à approcher l'équilibre mais la fluctuation persiste jusqu'à la fin pour les 2 traitements. Quand tous les voyageurs connaissent bien le réseau, l'affectation du trafic correspond aux résultats calculés par des modèles actuels (par exemple : ARIANE) (Cété-de-Lyon, 1999).

Concernant la stratégie de décision, (Iida, Akiyama *et al.*, 1992) a indiqué que le voyageur considère le temps parcours récent, et l'écart entre le temps de parcours prévu et le temps de parcours effectif pour décider un changement d'itinéraire. Dans certains cas, le voyageur considère aussi le comportement d'autres participants à sa décision.

Concernant l'incertitude sur l'heure d'arrivée, (Bezuidenhout, 2002) a signalé un écart de 24 minutes entre l'heure d'arrivée effective au lieu de travail et l'horaire prévu par le planning (à Est London), ceci en vue de se prémunir contre le risque de retard. Cela souligne l'existence d'une forte incertitude sur le temps de parcours. En analysant l'écart entre le temps de parcours prévu et le temps de parcours effectif des individus, on a trouvé que celui du groupe informé est moins fort que celui du groupe non informé. (Iida, Akiyama *et al.*, 1992). L'information dynamique réduit donc bien la variance du temps de parcours. Ainsi, les véhicules privés sont rendus plus fiables et l'incertitude des voyageurs est diminuée.

En comparant plusieurs types d'information, (Adler, 2001) ont trouvé que le gain en temps de parcours augmente suivant le niveau d'accès à l'information et que l'information de guidage est moins utile que l'information du trafic en terme de capitalisation des expériences de déplacement.

Concernant la perception de la valeur de l'information routière par l'utilisateur, (Denant-Boèmont et Petiot, 2003) a montré que dans le cas où l'accès à l'information n'est pas gratuit, l'utilisateur compare le coût d'accès avec l'utilité de l'information pour prendre sa décision. Et la propension à payer change selon la capitalisation de la connaissance : au début, le voyageur est plus prêt à payer mais après avoir capitalisé suffisamment de connaissances, il ne veut plus payer.

4.5. RESEAU ROUTIER ET OFFRE DE L'INFORMATION

Il est évidemment que l'influence de l'information sur le comportement de choix est conditionnée par les caractéristiques des services. Mais on a constaté que les caractéristiques du réseau jouent un rôle plus ou moins important. Un même

type de service qui est efficace sur un réseau mais peut être moins efficace sur un autre.

Dans cette section, nous traitons l'impact des caractéristiques du réseau et de l'offre d'information sur le comportement individuel d'utilisation de l'information.

4.5.1. Réseau routier

Les caractéristiques des itinéraires jouent un certain rôle dans le comportement des voyageurs face à l'information. (Levinson, 2002) a souligné que l'information du trafic n'influence les usagers que sur les zones congestionnées.

L'étude du tableau 4 montre qu'une grande partie des voyageurs n'utilisent pas l'information du trafic du fait qu'ils ne disposent pas d'itinéraire alternatif.

De plus, l'étude de (Mannering, 1989) a souligné que la longueur du temps de parcours du trajet et la congestion sur la route habituelle ont un impact positif sur le changement d'itinéraire, mais que le temps additionnel sur l'itinéraire alternatif a un impact négatif.

4.5.2. Offre de l'information

Dispositifs

Alors qu'un grand nombre d'études évalue l'impact de l'information diffusée par des radios, des télévisions, des PMV, des dispositifs de guidage, etc. sur le comportement individuel et le trafic, peu d'études considèrent l'impact des panneaux de signalisation fixes mise à part celle du (Cété-de-Lyon, 1999). Cette étude a montré que les panneaux fixes ont également une influence sur l'affectation du trafic.

(Emmerink, Nijkamp *et al.*, 1996) a montré que l'information diffusée par des dispositifs divers est utilisée par les usagers de la même façon. Cette conclusion a été confirmée par (Jou, Lam *et al.*, 2005). Inversement, ils ont constaté aussi que les usagers reçoivent l'information routière d'abord via la radio (82%), puis grâce aux PMV (12%). L'information diffusée par les PMV est plus acceptée par les usagers que celle diffusée par d'autres dispositifs

Contenus de l'information

Le « contenu » est un élément important dans la diffusion de l'information routière. Le message « manifestation » provoque plus de déviations que le message « congestion » ; la probabilité de déviation augmente selon les contenus de messages affichés : « 30 minutes de ralentissement », « ralentissement long » et « aire d'évitement » (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002).

En étudiant l'effet de 4 types d'information différents : infos qualitatives ; infos quantitatives ; infos qualitatives avec conseils d'itinéraire et infos quantitatives avec conseils d'itinéraire, (Jou, Lam *et al.*, 2005) ont trouvé que l'information quantitative est préférée à l'information qualitative.

Concernant l'affichage du temps de ralentissement, la durée affichée influence fortement la réaction de voyageurs. De plus le message devient plus convaincant lorsqu'il est relié à l'événement source de la perturbation, particulièrement dans le cas d'un accident (Wardman, Bonsall *et al.*, 1997).

Modalité d'exploitation

Bien qu'il n'y ait pas beaucoup de travaux qui étudient l'impact de la modalité d'exploitation sur la sensibilité des usagers face à l'information, nous pouvons citer ici certains facteurs qui influencent peut-être le comportement de déplacement, tels que : la position des dispositifs, densité des dispositifs, dimension, etc.

L'étude de (Chatterjee, Hounsell *et al.*, 2002) à Londres a montré que la modalité d'exploitation du réseau influence plus ou moins le comportement des usagers face à l'information diffusée : la probabilité de basculement diminue avec l'augmentation de la distance entre position du PMV et la position de l'événement apparu.

Les analyses statistiques ont montré que les PMV influencent significativement la vitesse des véhicules, l'espacement entre les véhicules et la vigilance des usagers : la vitesse diminue 1 – 2 km/h à la distance 500 – 1000 m après le PMV (Luoma, Rama *et al.*, 2000).

4.6.CONCLUSION DU CHAPITRE

Dans ce chapitre, nous avons procédé une synthèse des travaux empiriques sur les comportements de choix, notamment le choix d'horaire de départ et d'itinéraire. Nous avons montré que le choix de déplacement s'effectue par une procédure complexe :

- L'utilisateur-automobiliste choisit son déplacement parmi univers des options de choix. Pour chaque option de choix, nombreux attributs sont considérés par l'utilisateur-décideur. Cependant, le temps de parcours est dominant, en particulier pour les déplacements pendulaires.
- La décision de choix de déplacement est conditionnée aussi par le contexte de déplacement de l'utilisateur, ses préférences de déplacement, sa familiarité au réseau, son accès à l'information, etc.
- Le choix de déplacement est également une procédure d'apprentissage. Même si il n'accède pas à l'information, l'utilisateur cherche

toujours à capitaliser et perfectionner ses connaissances sur le réseau et les conditions du trafic.

- Le choix de déplacement de l'utilisateur est fortement influencé par l'information qu'il perçoit. Les usagers informés ont tendance à changer d'itinéraire et d'horaire plus fréquemment que les usagers non-informés.
- L'usage de l'information d'un utilisateur dépend également de nombreux facteurs : la familiarité au système d'information, support de diffusion, contenu de l'information (qualitatif ou quantitatif, etc.)