

Une histoire de la conjecture de Zahavi : constance versus inconstance des budgets-temps de transport

Par Pamela HOURDEZ

Introduction :

Dans le domaine de la mobilité et des transports en général, on utilise depuis une vingtaine d'années la conjecture de Zahavi. Yacov Zahavi publie à partir des années 70 et au début des années 80, dans le cadre de son travail de chercheur de la banque mondiale, une série de travaux dont l'hypothèse principale est que les budgets monétaires et temporels de transports sont constants à l'échelle mondiale. On retient habituellement d'après sa conjecture que la moyenne de budget-temps de transports est d'environ 1 heure et la moyenne du budget monétaire de 5% pour les ménages non-motorisés et 15% pour les ménages motorisés.

A un niveau très agrégé, la conjecture de Zahavi n'en est plus une. En effet, une conjecture est une hypothèse non encore confirmée. Or, Zahavi et ses successeurs ont montré la validité de cette hypothèse. On peut donc plutôt parler de loi dans le sens où la probabilité est forte à l'échelle mondiale de retrouver cette double-constance. Le problème est qu'avec des analyses plus désagrégées, la constance du budget-temps de transport (que nous appellerons BTT) n'est pas vérifiée.

1) Quelle constance du BTT ?

Reprenons ici les analyses agrégées de Zahavi (1980a et 1980b), Schafer (1998) et Schafer et Victor (2000).

Sur la première hypothèse de la constance du budget-temps de transport, voici quelques exemples de données de Zahavi :

Tableau 1 : le BTT moyen de 11 villes étudiées par Zahavi.

Ville	Pays	Temps total de déplacement moyen par voyageur par motif (en heure)			Total recalculé **	Différence entre les deux totaux
		Travail	Autres	Total*		
—	Belgique	0,4	0,5	0,93	0,9	0,03
Kazanlik	Bulgarie	0,68	0,7	1,48	1,38	0,1
Olomouc	Tchécoslovaquie	0,55	0,45	1,03	1	0,03
6 villes	France	0,37	0,52	0,97	0,89	0,08
Osnabrück	RFA	0,27	0,42	0,97	0,69	0,28
Hoyerswerda	RDA	0,53	0,43	1	0,96	0,04
Gyor	Hongrie	0,68	0,5	1,23	1,18	0,05
Lima-Callao	Pérou	0,62	0,87	1,5	1,49	0,01
Torun	Pologne	0,62	0,63	1,3	1,25	0,05
44 villes	Etats-Unis	0,42	0,83	1,3	1,25	0,05
Pskov	URSS	0,55	0,92	1,47	1,47	0
Kragujevac	Yougoslavie	0,45	0,8	1,28	1,25	0,03
Moyenne				1,205	1,1425	

* Correspond au total dans l'étude de Zahavi.

** Total recalculé par l'auteur. On ne sait pas pourquoi il existe une telle différence.

Source : Zahavi et Ryan, 1980a, p. 14. La taille démographique des villes n'est pas précisée dans l'article pour cet échantillon.

On peut déjà remarquer que son analyse porte uniquement sur des villes. C'est donc sur ces espaces que nous raisonnerons dans ce papier. Par ailleurs, on constate que le BTT varie de 0.93 heure à 1.5 heure. Le panel présenté ici a une moyenne de 1.205 heure. Cela dit, il ne s'agit que de quelques exemples. Cela semble confirmer le fait que le BTT est d'environ 1 heure.

Il est intéressant de la confronter à des classes ascendantes de revenu :

Tableau 2 : le BTT selon les classes de revenus à Bogota (Colombie).

Classes de revenus en pesos du ménage	Nombre de voyageurs	Temps moyen de déplacement sur une journée (en heure)*	Coefficient de variation
jusqu'à 500	73	1,78	0,6
500 à 1000	594	1,69	0,57
1000 à 1500	662	1,56	0,58
1500 à 2000	685	1,6	0,59
2000 à 2500	676	1,58	0,55
3000 à 5000	812	1,56	0,55
5000 à 15000	896	1,48	0,56
15000 à 30000	123	1,36	0,47
30000 et plus	11	1,05	0,51
Total	4532		
Moyenne		1,567129303	0,57

* On exclut les voyageurs qui se sont déplacés plus de 4 heures par jour.

Source : Zahavi et Ryan, 1980a, p. 15.

Le BTT apparaît beaucoup moins constant. Dans le cas de Bogota (Colombie), une ville d'un pays en développement, le BTT décroît avec l'augmentation des revenus. Sans doute les classes aisées sont-elles moins dépendantes des transports en commun et de la marche à pied.

La seconde hypothèse de Zahavi est que si le BTT est stable, l'augmentation de la vitesse (par exemple +23.3% à Washington entre 1955 et 1968 d'après Zahavi et Ryan, 1980a, p. 15) permet d'aller plus loin grâce aux autoroutes.

Le but de Zahavi était de donner des outils pour les politiques urbaines même s'il admet certaines fragilités de son étude.

Après Zahavi, de nombreuses études ont confirmé cette constance du BTT. Récemment, Schafer (Schafer, 1998 et Schafer et Victor, 2000) a repris la loi de Zahavi. Il explique qu'à certaines conditions, une constance du budget monétaire de transport permet d'établir une relation directe entre le développement économique et la mobilité motorisée. Le volume de trafic augmente avec les revenus. Si le BTT est limité (disons comme Zahavi autour d'une heure), l'augmentation du trafic nécessite d'être comblée par des moyens de transports plus flexibles et plus rapides. Si Schafer et Victor reprennent le même niveau d'agrégation que Zahavi (échelle mondiale), ils notent cependant la variété des données en citant par exemple le fait que les Londoniens ont un BTT 30% supérieur à celui des Ecossais (Schafer et Victor, 2000, p. 174). A partir de la loi de Zahavi, ils construisent une projection de la mobilité en tenant compte de la variation de la population et du développement économique.

On ne peut donc pas remettre en cause la loi de Zahavi à des niveaux très agrégés.

2) Quelles critiques possibles de la conjecture de Zahavi ?

Dès le début des années 1980, Zahavi a été critiqué. Ainsi, Supernak (Supernak, 1982, p. 15) lui a reproché cette trop forte agrégation. L'idée est que si la loi vaut pour une moyenne, elle ne vaut pas de façon égale pour tous les individus, toutes les classes d'âge, toutes les villes ou tous les profils socio-économiques. Zahavi reconnaît lui-même la validité de cette critique (Zahavi et Ryan, Zahavi et Talvitie, 1980a et b, Zahavi 1982). Cependant, d'autres critiques s'ajoutent sur l'échantillonnage et l'interprétation des résultats (Supernak, 1982, p. 19 et p. 24). En fait, le reproche tient surtout au fait que Zahavi utilise peu de variables dans son modèle et qu'il établit des relations considérées comme trop simples.

Aujourd'hui, on peut relever deux limites principales à la conjecture de Zahavi.

La première est soutenue par I. Joly, doctorant au LET. Il ne rejette pas la loi de Zahavi puisqu'il la vérifie à partir du BTT motorisé. Cependant, il remarque une grande diversité des situations qu'il explique par une trop grande diversité des situations socio-économiques ou de transports des villes étudiées ainsi qu'aux difficultés de comparaison de données à l'échelle mondiale (Joly, 2003, p. 4).

Joly travaille à partir de la base de données de l'UITP sur l'économie et la mobilité dans les grandes villes mondiales. Son idée est que la variation du BTT s'explique surtout par des caractéristiques géographiques : il oppose les villes denses (du type européen) aux villes étalées (du type nord-américain). Ces dernières sembleraient nécessiter plus de transport et plus de distance pour un même niveau d'activité. Elles seraient donc plus consommatrices de BTT que les villes denses. Joly utilise d'ailleurs un terme intéressant : les villes denses seraient moins « *chronophages* » (Joly, 2003, p. 17). Cela dit, Joly explique que le coût marginal temporel de la distance semble plus faible pour les villes étalées. Cela tient au fait qu'on gagne en vitesse (Joly, 2003, p. 17). Il remet donc en cause la simplicité des phénomènes décrits par Zahavi.

La seconde limite est soutenue par C. GERONDEAU, président de la fédération française des automobiles-clubs et des usagers de la route. Lui aussi ne remet pas en cause la globalité de la loi de Zahavi et propose pour la France le chiffre de 60.5 minutes d'après l'étude Sésame du CERTU et du CETE Nord-Picardie de 1999. Par contre, il s'intéresse au BTT par mode de transport et remarque la quasi-invariance de celui-ci entre 1982 et 1994. La répartition s'établit comme suit :

Tableau 3 : budget-temps de transport moyen en France, par mode.

<i>Mode</i>	<i>Budget-temps moyen (en minutes)</i>
Marche à pied	13
Deux-roues	14
Voiture particulière	16
Transports en commun	36

Source : d'après l'étude Sésame, CERTU-CETE Nord-Picardie, 1999 citée par Gerondeau, p. 88.

Et ce en France, comme en Europe et aux Etats-Unis. Par contre, la région Ile-de-France a un BTT global beaucoup plus important (91 minutes). Gerondeau remarque le clivage entre les transports individuels et les transports en commun et cite l'étude Sésame : « *tout se passe comme si l'allongement du temps passé dans les transports en commun conduisait les habitants à réduire le nombre de leurs déplacements avec les autres modes de transports* » (d'après l'étude Sésame citée par Gerondeau, p.88). Cela signifie que contrairement à la conjecture de Zahavi, on ne maximise pas vraiment la distance mais plutôt qu'on subit l'élasticité du temps de transport. En passant plus de temps dans les transports en commun, on passe moins de temps à se déplacer avec d'autres modes.

De plus Gérondeau montre que le BTT est avant tout lié aux politiques de transports urbains plutôt qu'à la taille de la ville. Deux villes de poids démographique proche pourront avoir deux BTT moyens très différents comme le montre le tableau qui suit.

Tableau 4 : BTT, poids démographique et politique de transport urbain.

Ville ou région	BTT moyen (en minutes)	Taille de l'agglomération (en habitants)	Politique de transports urbains	Rapport démographique avec l'IDF (de combien de fois l'Île-de-France est-elle plus grande en nombre d'habitants ?)	Rapport avec le BTT de l'IDF (de combien de fois le BTT de la ville est-il plus petit?)
Île-de-France	91	11000000	peu dissuasive pour les VP	–	–
Nantes	53	566000	peu dissuasive pour les VP	19,43462898	1,716981132
Zurich (Suisse)	88	935000	très dissuasive pour les VP	11,76470588	1,034090909
Berne (Suisse)	91	310000	très dissuasive pour les VP	35,48387097	1

Source: Gérondeau, 2004. Les deux dernières colonnes ont été calculées par l'auteur, la 3ème a été estimée. La source des données chiffrées n'était pas précisée.

Ainsi, cela signifie que les Bernois passent autant de temps à se déplacer que les Parisiens dans une agglomération 35 fois moins peuplée ou encore que les Bernois consacrent 71% de temps en plus à se déplacer que les Nantais dans une agglomération pourtant plus petite. L'utilisation de la voiture a en effet été rendue fortement dissuasive dans les villes suisses avec des mesures comme la suppression de places de stationnement, la réduction de la capacité des artères routières ou la création de culs de sac. Les habitants de ces deux villes suisses ont donc dû davantage emprunter les transports en commun (seulement 30% de déplacements en voiture particulière à Berne) dont la qualité a cependant fortement progressé. Mais ces progrès dans l'offre de transports en commun n'ont pas comblé la forte hausse des BTT observés dans ces deux villes suisses ces dernières années. En somme, on peut dire que le BTT augmente quand la voiture est touchée par de fortes mesures dissuasives.

Conclusion :

Si le BTT à l'échelle mondiale est en moyenne de 1 heure, on a vu que ses facteurs de variation étaient extrêmement nombreux : profil socio-économique, type de ville, taille de la ville, système et politique de transport. Le BTT dans une ville peut même varier du simple au double en quelques années avec la mise en place d'une nouvelle politique de transport. Ainsi, on peut s'interroger sur la validité à long terme de la loi de Zahavi d'autant qu'on ignore la possibilité de nouveaux gains de vitesse dans les systèmes de transports urbains.

BIBLIOGRAPHIE :

- I. JOLY, 2003, « *l'hypothèse de Zahavi revisitée quelle pertinence ?* », conférence au 39^e colloque de l'association de science régionale de langue française des 1^{er}, 2 et 3 septembre 2003, 22p.
 C. GERONDEAU, mars-avril 2004, « la mobilité dans les villes françaises. Les constantes des transports urbains : une nouvelle approche de la problématique des PDU », *Transports*, n°424, pp. 87-92.

- A. SCHAFER, 1998, « The global demand for motorized mobility », *Transportation research*, A n°32, pp.455-477.
- A. SCHAFER, D.G. VICTOR, 2000, « The future mobility of the world population », *Transportation research*, A n°36, pp. 171-205.
- J. SUPERNAK, 1982, « Travel time budget : a critique », *Transportation research record*, n°879, pp. 15-25.
- Y. ZAHAVI, J.M. RYAN, 1980a, « Stability of travel components over time », *Transportation research record*, n°750, pp. 19-26.
- Y. ZAHAVI, A. TALVITIE, 1980b, « Regularities in travel time and money expenditures », *Transportation research record*, n° 750, pp. 13-19.
- Y. ZAHAVI, 1982, « Discussion », *Transportation research record*, n°879, pp. 25-27.