



« EFFET DE BARRIÈRE SUISSE » : UNE AUTRE MÉTHODE D'ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DE LA RÉGLEMENTATION ROUTIÈRE SUISSE

Arnaud BANOS*, Joseph DORNBUSCH

Comme l'a montré une récente étude du SES, la réglementation suisse en matière de transport routier est à l'origine de détournements de véhicules de transport routier de marchandises vers les vallées alpines françaises et autrichiennes¹. Une autre évaluation des conséquences de la réglementation routière suisse menée à l'université Fourier de Grenoble, qui utilise les mêmes données de trafic transalpin mais basée sur un modèle utilisant la théorie de l'information, fournit d'autres résultats des reports de trafic : en 1994, 600 000 véhicules auraient été déviés vers les tunnels français du Fréjus (+150 000 véhicules) et du Mont-Blanc (+450 000 véhicules) et 320 000 vers le col autrichien du Brenner. Cette modélisation vient donc confirmer les résultats du modèle du SES en ce qui concerne les véhicules supplémentaires en Autriche (l'évaluation diverge de moins de 5%) mais le nouveau total de véhicules déviés vers les tunnels alpins français est majoré de 30%.

L'échec de la modélisation gravitaire...

La première évaluation menée à l'Institut de géographie alpine de Grenoble repose sur un modèle gravitaire. Rappelons qu'un modèle gravitaire part de l'idée que le trafic « orienté » entre deux zones, T_{ij} , peut s'écrire sous la forme :

$$T_{ij} = \alpha O_i D_j f(c_{ij})$$

où O_i représente l'émissivité de la zone i , D_j la réceptivité de la zone j , et $f(c_{ij})$ est une fonction (« deterrence function », fonction de dissuasion) d'un coût de déplacement entre les zones i et j , généralement du type :

$$f(c_{ij}) = c_{ij}^{-n} \exp(-\beta c_{ij})$$

Pour évaluer les déviations de trafic vers la France et vers l'Autriche, on suppose que le modèle créé reproduit fidèlement les données observées (résidus faibles ou nuls) lorsque le trajet « normal » entre deux zones i et j ne traverse pas la Suisse et on cale le modèle sur l'ensemble des régions pour lesquelles le trajet le plus court ne passe pas par la Suisse. Tous les trafics sont évalués en nombre de poids lourds, les coûts c_{ij} sont les temps de trajet entre les centres (définis comme « ville la plus importante et la plus centrale ») des unités spatiales du découpage retenu et le modèle définitif retenu est un modèle gravitaire à double contrainte, avec $n=0$, c'est-à-dire que l'on pose :

$$T_{ij} = \alpha O_i D_j \exp(-\beta c_{ij})$$

La calibration du modèle permet une reproduction des flux routiers transalpins avec une fiabilité acceptable (critères d'homoscédasticité, de linéarité et de normalité des résidus respectés). Néanmoins, l'examen attentif des résidus montre que la méthode échoue puisque les flux transalpins en Suisse calculés par le modèle sont supérieurs aux mêmes flux observés : la Suisse ne constitue-

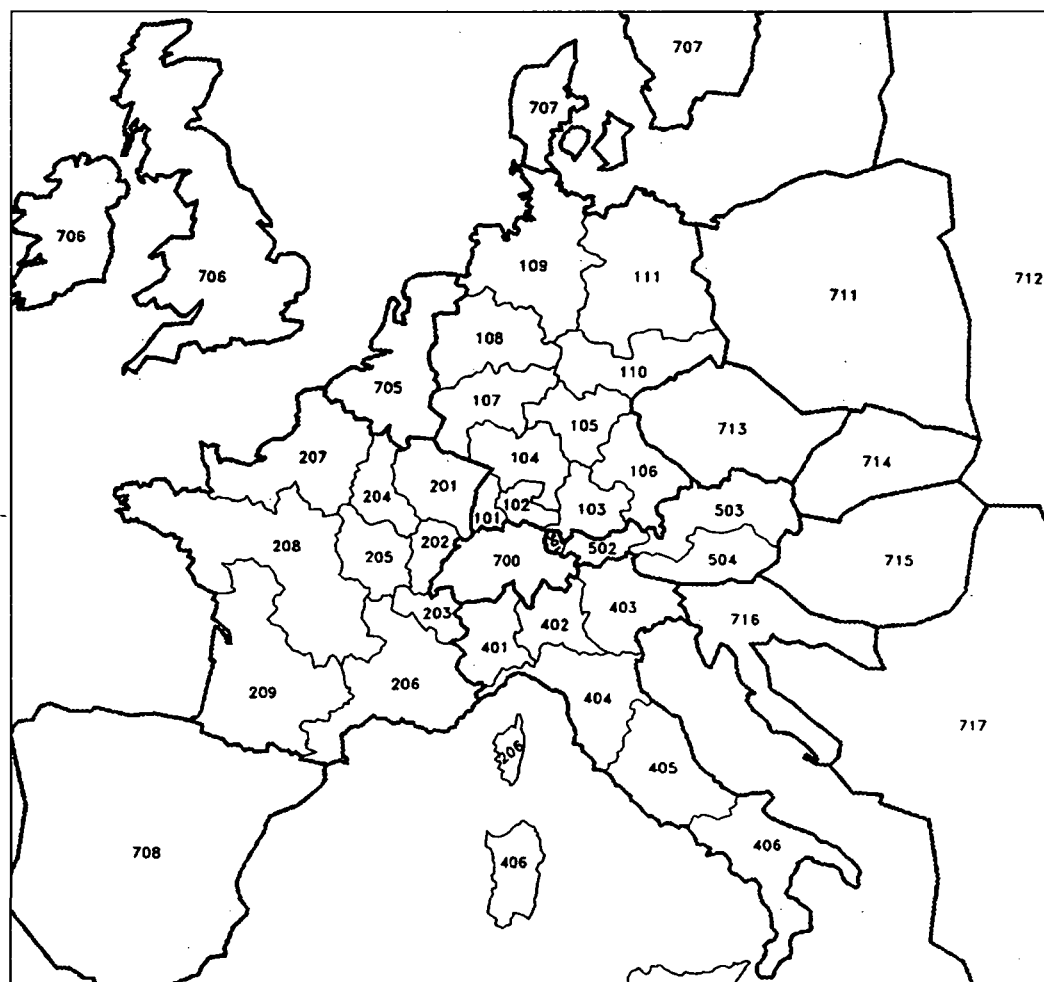
* Institut de géographie alpine-Université Joseph Fourier Grenoble.

¹ Voir *Conséquences de la réglementation du transport routier en Suisse, les études du SES, juin 1997* et la note de synthèse relative (décembre 1996).

MODÉLISATION

rait pas une barrière aux flux transalpins mais, au contraire, attirerait un trafic supérieur à celui que justifie l'optimisation des coûts ! Diverses explications peuvent être proposées : la forme retenue du coût généralisé de transport entre zones du découpage géographique est simpliste, les calculs sont uniquement menés sur des nombres de véhicules, c'est-à-dire que tous les poids lourds sont considérés comme identiques, alors que la réglementation suisse a pour axe majeur la mesure « 28 tonnes » qui limite le chargement massique maximum des véhicules maxicodes européens à approximativement la moitié de ce qu'il est ailleurs dans l'Union européenne. Cette mesure peut d'ailleurs, paradoxalement, avoir pour conséquence une augmentation du nombre de véhicules entre deux zones, à quantité transportée égale. Par ailleurs, le découpage géographique retenu a une structure très particulière, non aléatoire : plus on s'éloigne de la Suisse et plus les régions du découpage sont grandes. Or, si l'on soupçonne depuis longtemps le découpage spatial d'exercer une influence sur les résultats de toute étude statistique (OPENSHAW, 1981), on a pu montrer, plus récemment, que le modèle gravitaire est effectivement affecté par ce phénomène. Il semblerait ainsi que, d'une manière générale, le découpage spatial retenu soit susceptible de modifier significativement la qualité de l'ajustement de tout modèle gravitaire (LAURENT et THOMAS, 1997). De plus, il a également été suggéré que les valeurs prises par l'exposant β (POULAIN, 1991) et par les facteurs de proportionnalité (« balancing factors ») A_i et B_j (BANOS, 1997) dépendent étroitement de la taille du territoire concerné et du nombre de zones considérées.

Figure 1 - Le découpage spatial retenu



MODÉLISATION

**... et modélisation
à partir
de la théorie
de l'information**

Dans cette seconde méthode de modélisation, on comparera les passages alpins théoriques -c'est-à-dire ceux qui correspondent au chemin le moins coûteux- aux passages alpins observés entre chaque couple de régions. Tout le problème réside alors dans le choix d'une méthode comparative adaptée : à un passage théorique correspondent en effet plusieurs passages réels, les flux entre deux unités spatiales empruntant plusieurs cheminements. La comparaison sera établie sur les bases de la théorie de l'information et notamment par l'entropie conditionnelle (YAGLOM, 1969), qui reflète fidèlement la dépendance réciproque de deux expériences données (passages théoriques et observés).

L'entropie $H(A)$ d'un événement A possédant K issues possibles est donnée par :

$$H(A) = - \sum_{i=1}^K P(A_i) \cdot \log_{10} P(A_i) \text{ avec } 0 \leq H(A) \leq \log_{10} K$$

avec $P(A_i)$ la probabilité de réalisation de l'issue A_i de l'événement A . On attribue à chaque issue A_i de cet événement A une incertitude égale à $\log P(A_i)$. La valeur de $H(A)$ évolue entre $H=0$ (entropie nulle, incertitude minimale et gain virtuel d'information minimal) et $H=\log(k)$ (entropie maximale, incertitude complète et gain virtuel d'information maximal). On définit par ailleurs l'entropie conditionnelle moyenne de l'expérience A (passages observés) sous condition de la réalisation de l'expérience B (passages théoriques) par :

$$H(A/B) = \sum_{i=1}^k P(B_i) \cdot H(A/B_i) \text{ avec } 0 \leq H(A/B) \leq H(A)$$

(avec k nombre d'issues possibles de l'expérience B .)

La borne inférieure correspond au cas de figure où l'issue de l'expérience A est entièrement déterminée par l'issue de l'expérience B et la borne supérieure à celui où les deux expériences A et B sont indépendantes : dans ce dernier cas, la connaissance de l'issue de l'événement B ne réduit en rien l'incertitude quant à la réalisation de l'expérience A .

Le gain d'information (i.e. la réduction de l'incertitude) apporté par la connaissance de la réalisation de l'événement supplémentaire B peut également être interprété comme une mesure du degré de dépendance entre les deux variables. Dans l'ensemble, on constate une assez bonne adéquation entre les passages théoriques recensés et les passages observés les plus empruntés. Toutefois, des écarts existent, qui semblent bien refléter l'existence d'un « effet de barrière suisse ».

Près de 90% des écarts entre les nombres théoriques et les nombres observés de véhicules concernent des reports de véhicules qui devraient traverser la Suisse mais traversent les Alpes en France ou en Autriche. Plus précisément :

- 25% des véhicules traversant les Alpes en France auraient dû passer par la Suisse : ceci correspond à des accroissements de trafic de 450 000 véhicules pour le tunnel du Mont-Blanc et 150 000 pour le tunnel du Fréjus. Au tunnel du Mont-Blanc, plus de la moitié du trafic lourd serait du trafic détourné de Suisse !
- 11% des véhicules ayant traversé les Alpes en Autriche auraient dû le faire en Suisse, ce qui correspond à 321 000 véhicules au col du Brenner et 12 000 au col du Reschen.
- Au total, la politique suisse aurait détourné du territoire helvétique plus de 900 000 véhicules, soit plus que le trafic qui a effectivement traversé les Alpes en Suisse en 1994. Les mesures suisses réduiraient au moins de moitié le trafic transalpin en Suisse.

La seconde démarche proposée ici repose ainsi sur des hypothèses simples donc maîtrisables mais, en contrepartie, très réductionnistes. Nous avons, de

MODÉLISATION

fait, ignoré les différentiels de tonnage, les types de marchandises transportées..., toutes choses fondamentales pour analyser les déviations de trafic générées par la politique suisse des transports. Les chiffres produits n'ont donc de sens que par rapport aux méthodes de leur production et en tant qu'ordres de grandeurs.

Références bibliographiques

BANOS Arnaud. - Les déviations de trafic routier transalpin de marchandises générées par la politique suisse des transports : essai de modélisation et d'évaluation. - Mémoire de DEA : Géographie, Université Scientifique, Technique et médicale Joseph Fourier, Grenoble, 1997. - 42 p.

DORNBUSCH Joseph. - Conséquences de la réglementation du transport routier en Suisse : combien de poids lourds en plus dans les vallées alpines françaises ?. in : Les études du SES, juin 1997. - 87 p.

FOTHERINGHAM A.S., O'KELLY M.E.. - Spatial interaction models : formulations and applications. - Netherlands : Kluwer Academic Press, 1989. - 224 p.

LAURENT M.-A., THOMAS I.. - Modèle d'interaction spatiale et agrégation des lieux : l'exemple des données criminelles, in : l'Espace géographique, n°3, 1997. -p. 269-279.

OPENSHAW Stan. - Le problème de l'agrégation spatiale en géographie. in : l'Espace géographique, n° 1, 1981. - p. 15 - 24

POULAIN Michel. - Impact du nombre et de la taille des zones lorsqu'on estime un modèle spatial gravitationnel de migration. in : Spatial analysis and population dynamics, 1991. - p. 107 - 117.

YAGLOM A. M., YAGLOM I. M.. - Probabilité et information : théorie et application. - Paris : Dunod, 1969. - 320 p. ■