

# Reflexions sur la situation et les objectifs de la recherche dans le domaine des transports de marchandises

par

W. SCHWANHÄUSSER

Technical University Aachen, Federal Republic of Germany

Les pronostics établis à partir du volume des prestations de transport pour déterminer l'importance des courants de trafic en ce qui concerne les différents modes et systèmes de transport constituent la base de toute planification d'infrastructure des transports. Pour le trafic voyageurs on a, dans une très large mesure, mis au point des modèles de pronostics concernant le volume, les courants et la répartition (modal split) des transports. Pour le trafic marchandises par contre, la mise au point de modèles n'en est encore qu'à ses débuts du fait que, par rapport au trafic voyageurs qui a connu une très grande expansion grâce au rapide développement de l'automobile, le trafic marchandises a d'abord eu une importance tout à fait secondaire pour la mise en place de l'infrastructure et, surtout, la détermination de la coupe transversale des routes. On se contentait jusqu'ici d'intégrer le trafic marchandises dans la planification en ajoutant des volumes plus ou moins forfaitaires à ceux du trafic voyageurs.

Si l'on songe que, dans la seule République fédérale d'Allemagne, le trafic marchandises routier à longue distance a augmenté de 42% entre 1970 et 1975, il devient évident qu'il est nécessaire de développer des méthodes de planification permettant de quantifier au moyen d'algorithmes le trafic marchandises en fonction de son importance.

Le trafic voyageurs peut être décrit à l'aide de modèles relativement simples du fait de l'uniformité du comportement humain, et ceci avec beaucoup d'exactitude. La situation dans le trafic marchandises est au contraire plus complexe car le nombre des facteurs qui entrent en jeu de façon déterminante dans le trafic marchandises est beaucoup plus important. Le grand nombre des sortes de marchandises d'une part, leur nature d'autre part, qui les prédispose plus ou moins pour certains moyens de transport, font que les modèles mis au point pour la description du trafic voyageurs ne peuvent pas être tout simplement appliqués au trafic marchandises. En outre, tandis que, dans le domaine du trafic voyageurs, plus les facteurs dissuasifs sont nombreux, moins l'envie de les surmonter est grande, dans le trafic marchandises au contraire, décider s'il y aura ou non transport dans une certaine relation dépend en premier lieu des coûts de revient de la marchandise à son lieu de destination (possibilité de substitution de la marchandise transportée).

Si une différence de niveau des coûts de fabrication ou de transport a pour raison une variation des coûts de revient, la marchandise la moins coûteuse sera celle qui trouvera la première acquéreur; ce n'est qu'ensuite que naîtra un trafic dans les relations ou peuvent être acheminées les marchandises les mieux placées après du point de vue coûts. Pour qu'il y ait transport, il faut faire entrer en ligne de compte non seulement la demande enregistrée pour ladite marchandise mais encore la somme résultant des coûts de fabrication, de maintenance, de transport auxquels s'ajoutent les charges fiscales

(douanes, impôts, etc).

Notre méthode de travail part d'un modèle fondamental qui sera présenté et discuté sur base d'un exemple. Nous soulignons que ce modèle n'existe qu'en hypothèse et que son fonctionnement n'a pas encore été démontré par des tests.

Comme d'habitude on divise le domaine étudié en cellules. Pour chaque cellule on définit les masses  $M_i$  des marchandises de différents types de produits qui y sont produits ou consommés, masses déduites de données statistiques. Les marchandises peuvent avoir à chaque endroit des prix différents qui reflètent les frais différents ou la saturation des besoins.

Le modèle doit receler trois dimensions: la distance entre les cellules, la masse des marchandises et le prix des marchandises par unité de poids. Par exemple (fig. 1): à l'endroit  $c$  pendant le temps de référence  $T$  (l'année) et la phase de production  $0$  750 t d'un produit premier seront produites et mises en vente sur le marché de la cellule  $c$  à un prix de  $P_{c0}$ . Dans la cellule  $c$  le produit premier peut être transformé à un prix de  $P_{c1}$  en un produit fini ou un produit plus raffiné. A la phase 1, 250 t du produit seront consommées dans la cellule pendant le temps  $T$ .

Dans l'exemple on suppose en outre, que les frais de transport de  $c$  aux autres cellules augmentent linéairement avec un angle  $\tau_0$  pour la matière première du produit en question. À l'échelle du trafic mondial les frais de transports ne seraient cependant que par pur hasard identiques pour des distances et des masses égales.

500 t de la matière première nécessaires au produit considéré sont également extraites dans la cellule  $b$ . A cause de l'extraction plus difficile, le prix de cette matière première devrait être dans la cellule  $b$  trois fois et demie plus élevé que celui de la cellule  $c$ . Dans la cellule  $b$  1250 t de la matière première seront transformées en 1250 t du produit considéré. 500 t peuvent être offertes à 16 \$ par tonne et 750 t à 12 \$ par tonne. L'analyse du marché montre que le produit est vendu dans la cellule  $b$  à un prix moyen  $P_{b1}$  de 13,6 \$.

On voudrait bien vendre le produit fini dans les cellules  $a$  et  $c$  (fig. 2). On aura des frais de transport  $\tau_i$  [\$ par km] à considérer. Dans la cellule  $c$  le prix moyen atteint facilement et se trouve même en-dessous du prix du marché, tandis qu'il serait moins cher dans la cellule  $a$  d'obtenir la matière première de  $c$  et de la raffiner à un produit de la phase 1 en  $a$  à un prix de  $P_{a1}$ .

Il se pose la question, si l'on transporte à cause de cette disposition du marché 750 t de la matière première de  $c$  vers  $a$  ou 750 t de la matière première de  $c$  vers  $b$  et 750 t du produit de  $b$  vers  $a$ .

Comme on utilise en général lors de ce genre de transports, d'autres chemins et souvent aussi d'autres moyens de transport, il faut également essayer de reproduire dans le modèle les processus d'une décision. Un reflet ou

une estimation du transport des marchandises se désinera au moment où on reconstruit pour chaque sorte de produit dans chaque cellule la manière d'agir des services d'expédition (pour les entreprises à haute production il faut entreprendre des études particulières) et où l'on superpose ces décisions particulières.

Le producteur dans la cellule b va analyser le marché dans la cellule a et va constater qu'il peut proposer 750 t à un prix tel qu'en ajoutant les frais de transport  $T_{ba}Y$  (fig. 3) de b vers a il reste en dessous du prix qui résulte de la production du produit dans la cellule a. Quand aux 250 t restantes qui sont nécessaires en a, sa position est plus intéressante, parce que c ne peut fournir les matières premières nécessaires. Il faut se demander, à quel prix des producteurs de cellules autres que celles considérées peuvent offrir le produit. Si ce prix est plus élevé que le prix en b résultant de  $P_{bo} + P_{b1}$  et des frais de transport  $T_{ba}Y$  de b vers a, on peut obtenir partout des prix couvrant les frais.

A long terme, le prix du produit en a va s'établir à  $P_{co} + T_{cao} + P_{a1}$ . La détermination de ce prix est une des choses fondamentales dans la collecte des données du modèle.

Si ce prix est trouvé pour le produit en a, on refait un calcul du prix en b en supposant qu'en c le produit sera encore disponible sous le prix  $P_{co} + P_{c1}$ . La partie des frais non couverts en a est inclus dans cette offre.

Cet exemple montre qu'il y a une multitude de décisions possibles pour l'expéditeur. Ces décisions ont des conséquences très différentes pour l'exécution du transport et le choix du moyen de transport.

L'expéditeur prend sa décision aussi suivant les critères: rapidité, fiabilité, disponibilité, accessibilité et facilité. Il leur donne des poids qui dans leur somme peuvent adoucir ou accentuer certaines différences des tarifs. Il faut fixer ces poids pour le modèle et les transcrire en prix. Pour la résolution de ce problème on peut prendre le procédé de la „Nutzwertanalyse", dans laquelle il faut représenter ces poids sans forme de différences de tarif.

Sur un marché avec un rapport fixe entre tarifs pour le transport de marchandises par route et par chemin de fer, la division du trafic entre les deux moyens de transport concurrentiels va jouer en faveur de l'un ou l'autre des deux. Ceci joue surtout, si ce rapport a été fixé à un moment où ces poids avaient une importance moins grave à cause d'une réglementation des temps de travail très large p.ex, ou d'exigences moins poussées des clients quant à la fraîcheur des produits ou l'importance du stockage par rapport aux différences des tarifs.

Comme ces aspects, qui sont résumés ici sous le terme de qualité de transport, doivent être considérés en tout cas pour le modèle, on peut les utiliser pour les prévisions comme paramètre de la même manière que les différences de tarif. Il sera alors possible d'estimer combien du trafic passera d'un moyen de transport à l'autre si la fiabilité ou la disponibilité de l'un baisse d'une certaine quantité. La qualité de transport peut être rendue objective au moment où l'on sait mesurer les différents aspects de cette qualité.

Ainsi la rapidité peut être mesurée par le temps nécessaire entre la fin de la production et le lieu de l'activité suivante (vente, début de la production). La fiabilité peut être exprimée par la probabilité avec laquelle les contrats de transport ont été remplis dans les temps prévus.

Même la sécurité peut être exprimé par la probabilité avec laquelle le bien arrive intact à son destinataire. Il sera plus difficile de mesurer la bienveillance dans le règlement des dommages et la facilité du déroulement du transport pour l'expéditeur.

Les acheteurs d'une cellule vont donc choisir dans le cas d'un marché suffisamment transparent parmi des

produits équivalent d'un même type la marchandise offerte au prix le plus bas. Connaissant ce phénomène l'offreur va tenir compte dans son offre des prix qui sont pratiqués et il va considérer comme bénéfice la différence entre les prix du marché et le prix minimum auquel il pourrait faire son offre. En tout cas le transport intervient dans cette relation. Le plus intéressant est donc de choisir comme critère de distribution le rapport entre prix de marché dans la cellule j et prix de marché dans la cellule i inclus les frais de transport pondérés et ceci pour chaque type de produits et chaque cellule. Le transport des quantités demandées interviendra d'abord dans la relation là où ce rapport sera le plus grand.

Par l'introduction de ce rapport comme grandeur scalaire les qualifications par unité de monnaie déviennent à la fin superflues dans le modèle. Même les écartements entre les cellules i et j, qui sont représentés dans la présentation graphique des relations fondamentales comme une distance, sont également superflus dans le modèle, parce qu'on les représente comme prix pondéré du transport.

On entend ici par prix de transport la somme de tous les frais qui interviennent entre expéditeur et destinataire et qui seront multipliés par un facteur de pondération déduit de la qualité du transport.

Pour les transports des marchandises à l'intérieur des cellules, les frais de transport ont une importance moins importante par rapport aux autres critères. Il est donc possible de décrire d'une façon suffisamment précise le transport de marchandise à courte distance par les modèles connus.

Les modèles complétant le modèle de base doivent en outre tenir compte des transformations éventuelles de structure du trafic marchandises consécutives à des modifications dans le processus de production, dans les rapports commerciaux sur le plan national et international, et dans les techniques de transport.

La structure des modèles doit être telle que ceux-ci permettent de concrétiser des objectifs relevant de la politique des transports sous la forme de mesures de planification concernant les différents systèmes de transport. Sans prétendre les nommer tous, ces objectifs peuvent être les suivants:

- emploi plus parcimonieux des ressources de l'économie nationale (travail, sol, capital, énergie) grâce au progrès technique,
- suppression de goulots d'étranglement et meilleure exploitation des capacités inutilisées,
- augmentation des capacités de l'infrastructure des transports déjà existante,
- diminution des moyens financiers accordés par les budgets des pouvoirs publics,
- augmentation de la productivité de l'économie nationale au moyen de décisions d'investissements prises sur la base de critères coûts-bénéfices,
- diminution des effets négatifs du trafic sur l'environnement (bruit, pollution de l'air),
- encouragement du potentiel de développement des régions faibles sur le plan de l'économie et des structures entre autres.

Les problèmes liés à l'élaboration de ces modèles apparaissent clairement quand on confronte les différents objectifs de politique en matière de transports aux situations de départ dans chaque domaine concerné.

Le poids des différents facteurs varie suivant qu'on examine le transport marchandises dans les relations urbaines, nationales, internationales continentales ou intercontinentales. Il faut à ce sujet accorder une attention toute particulière aux blocs économiques (C.E.E., A.E.L.E., Comecon, etc.).

Pour une partie des problèmes mentionnés, des solutions ou des débuts de solutions sont connus ou en cours

d'examen. En ce qui concerne le trafic marchandises routier à courte distance, on dispose de modèles de production qui s'appuient sur ceux du trafic voyageurs. L'analyse du trafic marchandises routier à longue distance en vue de son intégration explicite dans des processus de planification dans le domaine des transports est aussi en cours d'élaboration, cette planification étant basée sur des modèles qui traitent de la naissance de trafics et de leurs courants.

Pour le trafic aérien et maritime à longue distance, des modèles éprouvés existent déjà. Les répercussions de l'augmentation du prix de l'énergie sur les coûts des différents modes de transport ont déjà été analysées. L'utilisation de trains rapides urbains pour le trafic marchandises en vue de décongestionner les transports de surface dans les grandes agglomérations fait l'objet d'un travail de recherche actuellement en cours dans mon institut.

Les efforts entrepris par les administrations ferroviaires dans le domaine de l'automatisation de l'exploitation (cibernetisation des transports) et de la concentration sont de plus en plus couronnés de succès. De nouvelles technologies de manutention (manutention horizontale) font l'objet de recherches dans différents pays. Il faut à ce sujet mentionner aussi le développement de trains à très grande vitesse et à grande capacité. Comme dans les chemins de fer, les progrès techniques sont constants dans le domaine de la navigation fluviale, maritime et aérienne.

Bien qu'on ait entrepris dans certains cas des analyses méticuleuses sur la rentabilité et, par voie de conséquence, la possibilité de commercialisation d'une innovation technique, on n'est cependant pas encore en mesure d'évaluer et de chiffrer ces influences de façon à pouvoir les intégrer dans un ensemble logique. Etant donné le caractère de plus en plus international du trafic marchandises par suite des échanges croissant entre les pays, il faudrait intensifier les recherches en matière de

trafic marchandises sur le plan international. D'après une analyse des résultats obtenus dans ce domaine, il serait nécessaire de mettre sur pied un „plan de recherches pour le trafic marchandises”.

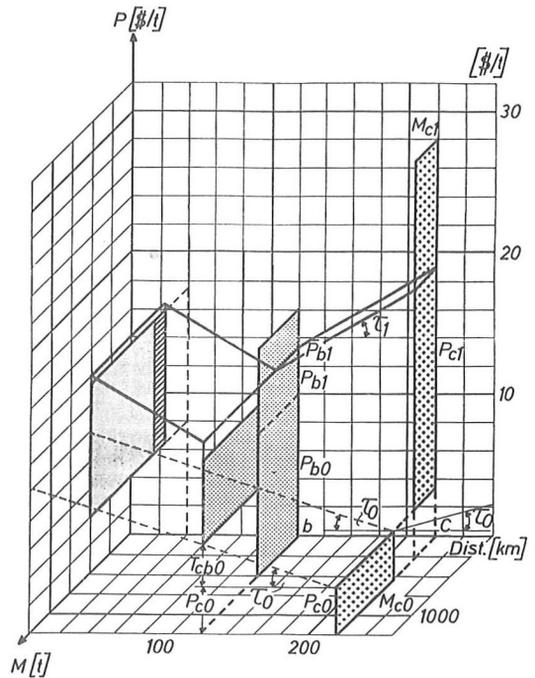


Figure 2

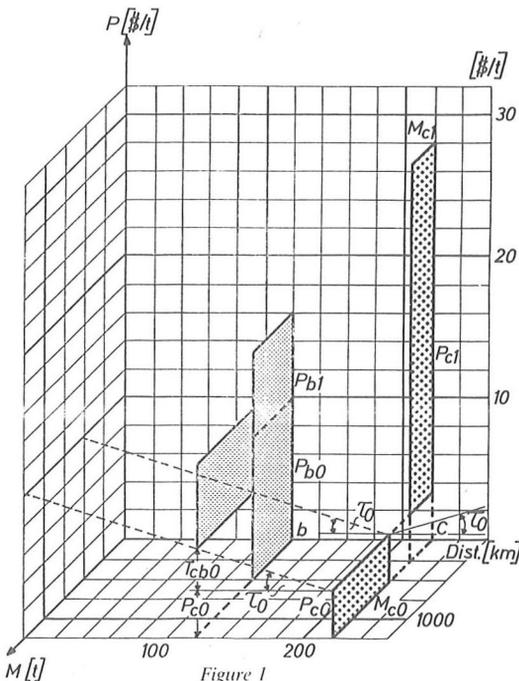


Figure 1

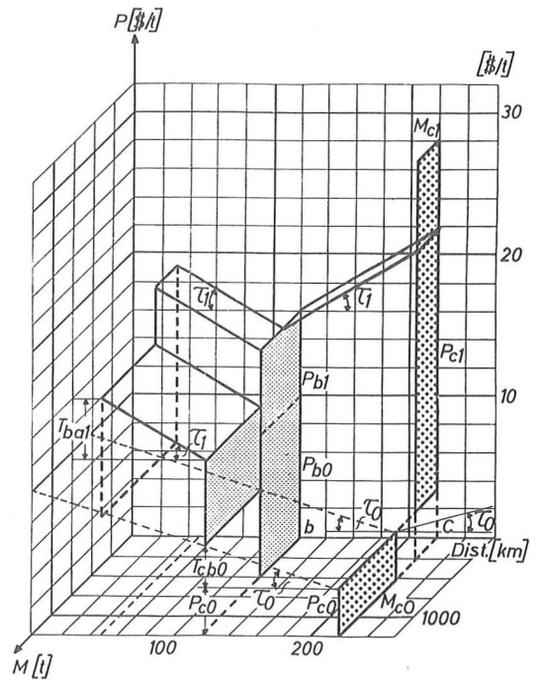


Figure 3

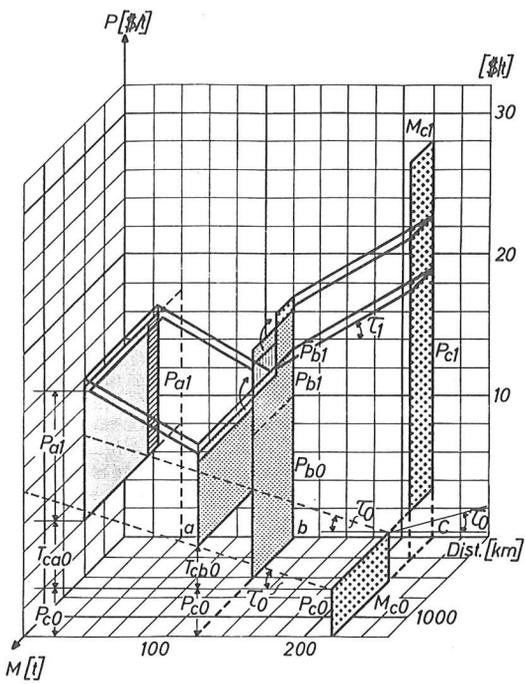


Figure 4