



HAL
open science

Les enjeux du 44 tonnes à 5 essieux

Maurice Bernadet

► **To cite this version:**

Maurice Bernadet. Les enjeux du 44 tonnes à 5 essieux. Transports : économie, politique, société, 1995, 372, pp. 237-245. halshs-00189799

HAL Id: halshs-00189799

<https://shs.hal.science/halshs-00189799>

Submitted on 2 Jul 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LES ENJEUX DU 44 TONNES À 5 ESSIEUX (1)

PAR MAURICE BERNADET

Professeur à l'université Lumière Lyon 2
Directeur du Laboratoire d'Économie des Transports

Quelles seraient les conséquences d'une augmentation éventuelle du PTRA de 40 à 44 tonnes pour les véhicules à 5 essieux: – sur la productivité des entreprises de transport? L'étude montre que si, à moyen terme le gain peut être de l'ordre de 11%, il serait à court terme beaucoup plus faible; – sur les dépenses de maintenance des réseaux routiers? Les calculs montrent que le surcoût engendré par la plus grande agressivité des véhicules est largement supérieur à la baisse des dépenses permises par la diminution de leur nombre, et donc que le passage au 44 tonnes pourrait entraîner un accroissement des dépenses imputables aux «maxi codes» de plus de 10%.

Le problème des poids et dimensions des véhicules utilitaires est une question récurrente dans la mesure où les transporteurs ne considèrent pas que les normes retenues sont satisfaisantes. Elle oppose donc régulièrement les transporteurs et les pouvoirs publics, leurs attitudes étant, au moins en première analyse, opposées. Les transporteurs souhaitent, pour des raisons qui paraissent évidentes, des véhicules de plus grande capacité leur permettant de réaliser des gains de productivité. Les pouvoirs publics cherchent à s'opposer à la tendance au gigantisme, en vertu de considérations plurielles: l'équilibre du marché du transport routier, la sécurité, le coût d'entretien des infrastructures...

Ce débat a connu un regain d'activité au cours des derniers mois. La Commission de l'Union européenne a proposé de modifier les dispositions de la directive 85-3 relatives au PTRA (2) et de porter celui-ci à 44 tonnes pour les véhicules de 6 essieux. Par ailleurs le groupe de travail «contrat de progrès» du Commissariat au Plan (groupe présidé par Georges Dobias) a recomman-

dé dans la fiche n° 33 l'augmentation du PTRA à 44 tonnes, mais pour les ensembles articulés ou trains routiers de 5 essieux et plus. Si dans l'immédiat ces propositions n'ont pas été suivies d'effet, la question reste ouverte.

Rappelons les prises de position des divers acteurs concernés, et d'abord celles des «demandeurs» c'est-à-dire des transporteurs routiers. Pour la FNTR, l'augmentation du PTRA s'inscrit dans une réflexion plus générale concernant l'ensemble des normes relatives aux poids et aux dimensions (3). S'agissant à la fois du train routier et de l'ensemble articulé, elle conteste l'intérêt d'un PTRA de 44 tonnes avec 6 essieux, mais se déclare favorable, pour des raisons à la fois techniques et économiques, au 44 tonnes avec 5 essieux. La justification d'une augmentation du PTRA est appuyée sur les gains de productivité qu'autoriseraient des véhicules de charge utile plus importante, et sur la nécessité d'une harmonisation des conditions de concurrence entre transporteurs de l'Union européenne.

(1) Cet article s'appuie pour partie sur le mémoire réalisé, sous ma direction, dans le cadre de la préparation d'un mémoire de DEA, par M. Joseph DORNBUSCH.

(2) Poids Total Roulant Autorisé.

(3) Cf. la note Poids et dimensions publiée par la FNTR en février 1994.

En effet plusieurs pays étrangers autorisent déjà, en trafic intérieur, des PTRAs supérieurs aux normes européennes et françaises. Accessoirement, la FNTR fait valoir que l'augmentation des poids et dimensions permettrait d'assurer le même trafic avec un nombre plus faible de véhicules, et aurait donc un effet positif sur le niveau de trafic, la sécurité routière, la production de nuisances...

Toutes les organisations professionnelles, et tous les transporteurs adhérents à la FNTR, ne partagent cependant pas l'analyse de cette dernière, et la FNTR cherche à réfuter les arguments des transporteurs qui craignent que, dans un marché déséquilibré, le passage au 44 tonnes ne se traduise par une augmentation de la capacité du parc, une aggravation de ce déséquilibre, et en définitive, par la confiscation par les chargeurs des gains de productivité réalisés, alors que les transporteurs supporteraient la charge du coût de renouvellement du parc...

Les chargeurs sont également favorables, en général, au passage au 44 tonnes, mais ils préfèrent ne s'exprimer à ce sujet qu'avec discrétion.

La SNCF est évidemment concernée par une telle mesure, et estime qu'elle constituerait une menace, à un double titre. Elle craint d'abord que les gains de productivité réalisés soient répercutés dans les prix du transport routier, ce qui aggraverait la concurrence routière et l'obligerait à réduire ses propres tarifs. Elle craint aussi que le transport combiné perde l'un de ses atouts, puisque les véhicules transportant des UTI (unités de transport intermodal) peuvent, par le fait d'une disposition spécifique de la directive 85-3, être chargés à 44 tonnes.

Les constructeurs de véhicules industriels sont partagés: le passage au 44 tonnes pourrait se traduire par une diminution de leurs ventes; ils sont hostiles au 6 essieux lorsque leur gamme ne comporte pas ce type de

véhicule. Mais les 40 tonnes avec 5 essieux qu'ils commercialisent sont généralement conçus de telle sorte qu'ils puissent être immédiatement admis à circuler avec une charge de 44 tonnes si la réglementation évoluait en ce sens.

Restent les pouvoirs publics, desquels dépend la décision, qui sont confrontés à des pressions et des considérations contradictoires: la pression des transporteurs routiers, celle de la SNCF, l'argument de la compétitivité des transporteurs français, la crainte d'aggraver la surcapacité, le souci de ne pas heurter l'opinion publique...

Il serait très souhaitable de pouvoir analyser ce problème en dehors de toute considération partisane, avec les outils du calcul économique. Mais la question n'est pas simple, et les données qui seraient nécessaires pour pouvoir procéder à une telle étude ne sont pas toutes disponibles. Nous allons cependant tenter d'apporter quelques lumières, quelques éléments de réflexion qui n'ont pas la prétention de constituer une réponse globale, ni même, sur les questions étudiées, une réponse indiscutable. Nous sommes en effet conscients qu'on ne peut conclure sans devoir poser des hypothèses de travail, et que les résultats sont largement dépendants des hypothèses adoptées.

Nous aborderons deux questions qui sont au cœur du débat. La première concerne les gains de productivité que les transporteurs peuvent attendre d'un passage au 44 tonnes avec 5 essieux (4). Ces gains sont-ils aussi importants que les transporteurs l'espèrent? La seconde concerne les effets d'une telle mesure sur la dégradation des chaussées, et donc sur les budgets d'entretien routier.

Les gains de productivité

Le raisonnement selon lequel l'augmentation du PTRA entraîne une augmentation de la charge utile, et donc un gain de pro-

ductivité proportionnel à cette dernière, paraît d'un bon sens élémentaire. La réalité est cependant plus complexe et il faut, pour procéder à une analyse plus fine, étudier la manière dont les coûts du transport évolueraient avec le passage au 44 tonnes.

La démarche utilisée peut être résumée de la manière suivante. Si l'on connaît le coût total annuel moyen d'un véhicule de 40 tonnes, on peut en déduire le coût annuel moyen à la tonne kilomètre en divisant ce chiffre par le nombre de tonnes kilomètres produites dans l'année. Le nombre de tonnes kilomètres résulte lui-même du produit du nombre de kilomètres effectués par le véhicule (parcours moyen annuel), par la proportion de ce parcours effectué en charge (coefficient de parcours en charge), et par la charge moyenne transportée lorsque le véhicule est en charge (coefficient de chargement). On peut alors étudier la manière dont les différents éléments du coût, et le nombre de tonnes kilomètres produites par un véhicule pourraient varier si celui-ci était admis à circuler avec un

(4) Le problème du passage au 44 tonnes à 6 essieux (tracteurs et semi-remorque à 3 essieux chacun) se pose de façon très différente. D'une part le poids du sixième essieu est proche d'une tonne et le gain de charge utile n'est donc que de trois tonnes (il est en fait d'ailleurs plus faible car, pour respecter l'inscription en courbe, la semi-remorque ne doit pas être chargée au maximum); d'autre part un tracteur à trois essieux coûte environ 10% de plus qu'un tracteur à deux essieux, de sorte que le prix de l'ensemble est majoré d'environ 6%. Le gain de productivité pour les transporteurs serait donc nettement plus faible. En revanche l'agressivité du véhicule envers les chaussées n'est pas sensiblement différente de celle d'un véhicule de 40 tonnes de PTRA à cinq essieux. Mais le 44 tonnes n'est actuellement autorisé, en France, que pour le transport combiné, avec 5 ou 6 essieux. Le parc des ensembles à 6 essieux est donc très réduit. Le relèvement général du PTRA à 44 tonnes, sous la contrainte de 6 essieux, obligerait donc les transporteurs français désireux de profiter de cette possibilité à renouveler leur parc de tracteurs.

PTRA de 44 tonnes. Nous formulerons à ce sujet les hypothèses suivantes.

On admettra que sont indépendants du PTRA:

— le coût de rémunération du capital investi dans le matériel, partant du principe que les véhicules admis à circuler à 44 tonnes sont les véhicules actuels limités par la réglementation à 40 tonnes;

— les frais de personnel;

— les coûts non affectables ou coûts de structure.

En revanche, sont susceptibles de varier:

— les assurances: on admettra que le coût de l'assurance du véhicule est proportionnel au PTRA, et que celui de l'assurance des marchandises est proportionnel à la charge utile;

— le coût de renouvellement du matériel: certes le prix d'achat est censé ne pas varier, mais les véhicules plus chargés devront être renouvelés à un rythme plus élevé. Nous admettrons que la durée de vie est réduite dans la proportion de l'augmentation de la masse moyenne du véhicule (5) et qu'elle est inversement proportionnelle au kilométrage réalisé;

— le coût du carburant: nous retiendrons une fonction de consommation aux 100 kilomètres du type $C = 0,33 M + X$ dans laquelle M est la masse moyenne du véhicule exprimée en tonnes, et X un paramètre dont la valeur est déterminée de telle sorte qu'on obtienne bien, pour un véhicule de 40 tonnes, et pour le kilométrage effectué, les dépenses de carburant constatées annuellement dans les études de coût qui nous serviront de référence;

— les coûts des pneumatiques et de l'entretien: nous supposons qu'ils sont proportionnels à la fois au kilométrage réalisé et à la masse moyenne du véhicule;

— les coûts des péages sont proportionnels au kilométrage réalisé.

Ces hypothèses sont grossières, discutables, et elles peuvent sans doute être améliorées par des études plus approfondies. Mais on peut montrer qu'un «affinage» ne modifierait pas les ordres de grandeur des résultats qui sont fondés sur elles.

En fait, le résultat du calcul du coût à la tonne kilomètre dépend beaucoup plus fondamentalement d'autres paramètres du modèle, dont la détermination suppose, là encore, le choix entre différentes valeurs. S'agissant de la charge utile des véhicules, on peut sans trop d'hésitation admettre qu'un véhicule articulé à 5 essieux d'un PTRA de 44 tonnes autorise une charge utile de 29 tonnes. Il est plus difficile de savoir comment peut évoluer, avec le passage au 44 tonnes, le kilométrage annuel des véhicules et leur coefficient d'utilisation.

Les facteurs qui déterminent ces valeurs sont en effet nombreux, et leur incidence n'est pas aisément déterminable. Par exemple, on sait que la tendance à la généralisation des flux tendus privilégie la rapidité de la livraison, au détriment du coefficient de parcours en charge et du coefficient de remplissage. La tendance à l'allègement des produits transportés détériore également le coefficient de remplissage lorsque celui-ci est évalué par rapport au tonnage... Par ailleurs, on ignore l'effet du passage éventuel au 44 tonnes sur la fraude par rapport au tonnage autorisé: faut-il faire l'hypothèse que les transporteurs ne profiteront pas de ce passage pour accroître les chargements, et donc que le pourcentage des véhicules en surcharge, et le taux de surcharge se réduira? Ou faut-il penser qu'ils s'autorisent des chargements «dérogoires» aux 44 tonnes dans les mêmes proportions qu'ils s'autorisent aujourd'hui des chargements excédant les 40 tonnes? La réponse à ces dernières questions est probablement comprise entre ces deux extrêmes...

Faute d'être capable de répondre à ces questions, nous avons adopté des hypothèses simples, peut-être simplistes, mais qui ont l'avantage de dessiner des scénarios «rétrospectifs» clairs. «Rétrospectifs», car il ne s'agit pas de prévoir ce qui se passerait demain ou après demain si la réglementation relative au PTRA évoluait, mais de se demander ce qui aurait pu se passer, sur la base des données dont nous disposons, si en l'année à laquelle ces chiffres correspondent, le 44 tonnes avait été autorisé. Sans doute peut-on cependant penser que les résultats de ce modèle peuvent être utilisés pour préfigurer ce qui se passerait demain si... En effet, si les enseignements de ce modèle sont limités par la référence aux conditions économiques dans lesquelles les données ont été recueillies, il est peu vraisemblable que celles-ci varient fortement à court terme.

Dans un premier scénario, on peut postuler que le parc (ou le volume du trafic) s'adapte immédiatement au passage du PTRA de 40 à 44 tonnes, de sorte que le kilométrage annuel des véhicules, et leur coefficient d'utilisation ne varient pas. Le trafic est assuré par des véhicules plus chargés, mais avec un même coefficient de chargement (s'appliquant à 29 tonnes de charge utile, au lieu de 25), un même coefficient de parcours en charge, un même kilométrage annuel.

(5) La masse moyenne est la somme du poids du véhicule vide et du chargement moyen. Ce dernier peut être obtenu en multipliant la charge utile par le coefficient d'utilisation (c'est-à-dire par le produit du coefficient de parcours en charge par le coefficient de chargement).

Dans un second scénario, on peut postuler que faute d'un ajustement du trafic ou du nombre de camions, les transporteurs réduisent le kilométrage annuel de leurs véhicules, et maintiennent le coefficient d'utilisation.

On peut enfin imaginer un troisième scénario dans lequel le kilométrage annuel est maintenu, mais où le coefficient d'utilisation s'adapte (qu'il s'agisse du coefficient de parcours en charge ou du coefficient de chargement), c'est-à-dire diminue.

Nous nous sommes appuyés, pour réaliser cette étude sur deux sources :

— Sur les chiffres fournis par l'enquête DTT (6), et plus précisément sur ceux de la dernière année pour laquelle les résultats de l'enquête ont été publiés, c'est-à-dire 1992. Ces chiffres sont ceux d'un ensemble articulé de 40 tonnes de PTRAs, type «savoyarde», dans l'hypothèse dite H2, c'est-à-dire lorsqu'on se réfère aux prix d'achat des véhicules réellement observés dans les entreprises, et non aux prix catalogue des constructeurs. Le coût annuel du véhicule kilomètre est calculé sur la base d'un kilométrage constaté par véhicule et par an de 115.476 km.

— Sur les chiffres de l'étude réalisée par la FNTR (7) à partir d'un échantillon d'une centaine d'entreprises. Ils concernent également un ensemble de 40 tonnes de type «savoyarde», aux conditions économiques du 30 septembre 1994.

Les résultats des calculs effectués sur la base de ces hypothèses, pour les différents scénarios, sont les suivants sur la base des chiffres de la DTT (voir tableau 1).

Les résultats appuyés sur les chiffres de la FNTR, sont les suivants (voir tableau 2).

Bien que ces tableaux indiquent le coût total annuel, le coût au véhicule kilomètre et le coût à la tonne kilomètre, ces résultats ne sont que des étapes du calcul, et ils n'ont

en eux-mêmes guère d'intérêt. On sait que le coût du transport routier dépend dans de très larges proportions des conditions d'exploitation. Les chiffres de ces tableaux expriment donc des moyennes autour desquelles la variabilité est forte.

Ce qui nous paraît significatif, et ce qui nous intéresse ici, c'est le sens et l'ampleur des variations du coût à la tonne kilomètre selon les scénarios envisagés. Et il faut remarquer que ces variations sont quasiment identiques dans les deux tableaux, alors que les données sur lesquelles s'appuient les calculs sont nettement différentes, notamment parce qu'elles n'accordent pas les mêmes poids aux composantes du coût total. Aussi pouvons-nous commenter ces deux tableaux simultanément.

Le scénario 1 implique soit une diminution du parc, soit un accroissement du trafic d'environ 16%. Si ces conditions sont remplies, le passage au 44 tonnes permet une baisse sensible du coût à la tonne kilomètre, et le gain de productivité, par rapport à la situation de référence est de 11,3

ou 11,5%. Le scénario 2, qui suppose une diminution du parcours annuel moyen des véhicules de 13,8%, se traduit par un gain de productivité réduit à 3,6% ou 3,8%. Le scénario 3, qui implique une baisse de 13,8% du coefficient d'utilisation des véhicules, soit du fait d'une diminution du coefficient de parcours en charge, soit du fait de celle du coefficient de chargement, se traduit par une augmentation du coût à la tonne kilomètre de 0,4%.

(6) Spécial transport routier: vingt ans d'enquête sur les prix de revient, Note d'information de la Direction des Transports Terrestres, n° 135, septembre 1994, 80 p. Les données utilisées sont présentées en annexe 1.

(7) FNTR, Étude de coût de revient - Transport de Marchandises Diverses à Grande Distance, 1994 18 p. Les données utilisées sont présentées en annexe 2.

TABLEAU 1

	Situation en 1992	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
PTRA	40 tonnes	44 tonnes	44 tonnes	44 tonnes
parcours annuel moyen	115.476	115.476	99.548	115.476
Coefficient d'utilisation	0,714	0,714	0,714	0,616
Coût total annuel	695.150	714.084	669.954	967.662
Coût au véhicule kilomètre	6,0199	6,1838	6,7300	6,0416
Coût à la tonne kilomètre	0,3372	0,2986	0,3250	0,3385
En indice 100 (40 t en 1992)	100,0	88,55	96,38	100,36

TABLEAU 2

	Situation en 1994	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
PTRA	40 tonnes	44 tonnes	44 tonnes	44 tonnes
parcours annuel moyen	116.400	116.400	100.345	116.400
Coefficient d'utilisation	0,706	0,706	0,706	0,608
Coût total annuel	704.450	724.616	677.495	707.055
Coût au véhicule kilomètre	6,0520	6,2252	6,7517	6,0744
Coût à la tonne kilomètre	0,3431	0,3042	0,3300	0,3443
En indice 100 (40 t en 1994)	100,0	88,67	96,17	100,37

Aucun de ces trois scénarios n'est probablement réaliste. Si le PTRA des «maxi codes» était porté à 44 tonnes dans le futur, le plus vraisemblable est que la situation qui en résulterait, serait une combinaison des trois scénarios.

Dans un premier temps, l'utilisation des véhicules actuels admis à circuler à 44 tonnes de PTRAs induirait une augmentation brutale de la capacité sur le marché relativement étroit des trafics où la contrainte du PTRA joue un rôle significatif, et où, par conséquent le passage au 44 tonnes constituerait un desserrement non négligeable de la capacité. À trafic constant, il s'ensuivrait une détérioration du coefficient d'utilisation ou une réduction du parcours annuel moyen, ou une combinaison des deux, selon les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les transporteurs. Le gain de productivité serait donc très faible, pour ne pas dire quasi nul. Toutefois l'adaptation ne se limiterait pas au parc des 40 tonnes pouvant être utilisé à 44. En fait les propriétaires de véhicules pouvant charger à 44 tonnes en retireraient probablement un bénéfice qui resterait modeste, au détriment des transporteurs dont le parc ne permet pas de tirer profit de l'augmentation du PTRA. Mais on peut aussi craindre que les transporteurs ne pouvant charger à 44 tonnes soient tentés de se doter d'un matériel permettant de tirer parti de la nouvelle norme, et que ce comportement réduise, voire annule le bénéfice des autres, et retarde l'ajustement de la capacité au trafic...

Ce n'est qu'à moyen terme, après ajustement du parc au trafic (ou du trafic au parc dans une conjoncture favorable) que les transporteurs utilisant des 44 tonnes pourraient bénéficier des gains de productivité révélés dans le scénario 1, c'est-à-dire de l'ordre de 11 à 12%.

Malgré les limites du modèle utilisé pour simuler les conséquences du passage au 44

tonnes, les conclusions de cette simulation sont, nous semble-t-il, très intéressantes. Elles conduisent à tempérer fortement les espérances de ceux qui préconisent l'augmentation du PTRA à nombre d'essieux constant, et à montrer qu'en toute hypothèse il existerait une phase de transition pendant laquelle le bénéfice, pour la profession, serait très limité. En revanche, à terme, après ajustement du parc, qui serait d'autant plus rapide que la mesure interviendrait dans une période de croissance du trafic, le gain de productivité pourrait être légèrement supérieur à 10%.

L'impact sur les coûts de gestion des infrastructures

La question de savoir quel serait l'impact sur les coûts d'infrastructure d'une autorisation de charger à 44 tonnes des ensembles à 5 essieux est fort complexe, et ne peut être traitée sans accepter l'introduction d'hypothèses simplificatrices. La démarche générale est en revanche simple: il faut tout d'abord déterminer l'incidence, sur la dégradation d'une chaussée, du passage d'un véhicule de 44 tonnes de PTRAs, par comparaison avec celui d'un véhicule de 40 tonnes; il faut ensuite, connaissant les dépenses de maintenance des chaussées imputables aux 40 tonnes à 5 essieux, estimer leurs variations en appliquant la relation établie au point précédent.

La relation entre la dégradation d'une chaussée et le trafic qu'elle supporte est complexe, car elle fait intervenir de très nombreux paramètres. La dégradation d'une chaussée peut se présenter sous des formes variables (fissuration, orniérage, déformation longitudinale...); elle dépend évidemment de facteurs autres que les caractéristiques du trafic supporté (type de chaussée, souple ou rigide, climat...); enfin les caractéristiques du trafic ayant des inci-

dences sur l'usure des chaussées sont multiples.

Si l'on considère un véhicule déterminé, un poids lourd par exemple, on sait que son agressivité à l'égard des chaussées dépend de sa vitesse, de la qualité de la suspension, du type de pneumatiques et évidemment de la charge par essieu. On peut cependant admettre sans difficulté que ce dernier facteur est de loin le plus important, et de nombreux travaux ont été réalisés pour connaître la relation qui existe entre la dégradation d'une chaussée et la charge à l'essieu. Parmi ces travaux, l'essai AASHO (8) est le plus connu. Mais d'autres travaux ont été réalisés en Italie (essai de Nardo), en Finlande (essai de Virttaa), en France (essai de Nantes)... (9). Tous ces travaux permettent de conclure à l'existence d'une «loi d'équivalence des charges» qui peut être formulée de la manière suivante:

$$N_i/N_j = (P_i/P_j)^\gamma$$

formule dans laquelle N_i est le nombre de charges d'intensité P_i , et N_j le nombre de charges d'intensité P_j , qui provoquent la destruction d'une chaussée, ou plus généralement une dégradation d'un niveau donné. Quant à la valeur de l'exposant γ , les résultats des différents essais conduisent à des chiffres variables selon les types d'essieu, la

(8) American Association of State Highway Officials. Par essai AASHO, on désigne une série d'expérimentations qui ont eu lieu aux États-Unis au cours des années 50 et qui ont consisté à faire circuler, sur des circuits spécialement construits à cet effet, des véhicules de silhouette et de chargement définis. Une analyse de ces expérimentations est présentée dans «L'essai AASHO», ministère de l'Équipement, Bulletin de liaison des laboratoires routiers, numéro spécial, mai 1966.

(9) Sur ces questions, on peut consulter *Véhicules lourds, climat et dégradation de chaussées*, Éditions de l'OCDE, Paris, 1988, 186 p.

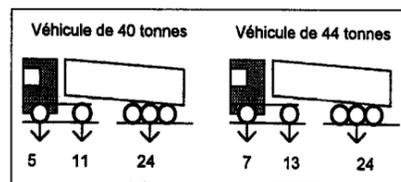
nature de la dégradation, ou encore les caractéristiques des chaussées. On peut cependant admettre en tant qu'approximation convenable deux valeurs de γ : pour les chaussées souples, $\gamma = 4$; pour les chaussées rigides, $\gamma = 12$ (10).

Cette loi signifie que du point de vue de la dégradation subie par une chaussée souple, le passage d'un essieu chargé à 10 tonnes est équivalent au passage de 123 essieux chargés à 3 tonnes, ou de 10.000 essieux chargés à 1 tonne; ou encore qu'un essieu de 13 tonnes entraîne des dégradations équivalentes à celles de 28.561 essieux de 1 tonne.

À partir de cette loi, on peut construire un indice de mesure de l'agressivité d'un véhicule pour les chaussées. Soit P_i le poids d'un essieu de référence (11); l'agressivité d'un essieu de poids P_i est $(P_i/P_r)^\gamma$, et celle d'un véhicule i est la somme de l'agressivité de ses différents essieux. Si l'objectif est de comparer l'agressivité de deux véhicules, la mesure de l'agressivité relative est indépendante du choix du poids de l'essieu de référence, et l'on obtient, pour deux véhicules i et j :

$$\frac{\text{Agressivité } i}{\text{Agressivité } j} = \frac{\sum (P_i)^\gamma}{\sum (P_j)^\gamma}$$

Considérons donc deux véhicules: un ensemble articulé à 5 essieux de 40 tonnes et le même véhicule chargé à 44 tonnes. Pour calculer leur agressivité relative, il faut formuler des hypothèses sur la répartition de la masse selon les essieux. Le «rapport Brossier», suivant la «méthode SETRA», adopte les hypothèses suivantes:



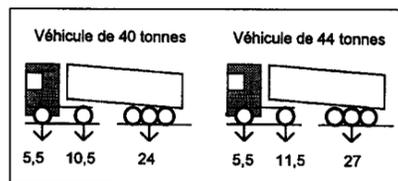
L'agressivité relative de ces deux véhicules est alors, pour une chaussée souple:

$$7^4 = 13^4 = 3^* (24/3)^4 = 43.250 = 1,57$$

$$54 + 11^4 + 3^* (24/3)^4 = 27.554$$

et pour une chaussée rigide de 7,03(12)

Ces hypothèses de répartition des charges paraissent quelque peu curieuses. Les constructeurs de véhicules industriels font porter, pour des raisons techniques de tenue de route et de maniabilité, des charges un peu plus lourdes sur l'essieu avant du tracteur dans le cas du 40 tonnes: par ailleurs, dans le cas d'un passage au 44 tonnes, l'augmentation du poids total ne serait pas intégralement supportée par le tracteur et la charge à l'essieu de la semi-remorque varierait nécessairement. Il nous paraît donc préférable d'opter pour les répartitions suivantes:



L'agressivité relative de ces deux véhicules est alors, pour une chaussée souple de 1,50, et pour une chaussée rigide de 3,10; la meilleure répartition des charges entre les essieux réduit l'agressivité relative du véhicule chargé à 44 tonnes.

Ces exemples montrent l'incidence forte sur les résultats des hypothèses relatives à la répartition des charges par essieu. Mais elles montrent aussi, dans tous les cas, que des variations relativement modestes de la masse totale (en l'espèce 10%) se traduisent par des augmentations beaucoup plus élevées de leur impact destructeur sur les chaussées.

S'il est donc relativement facile de mesurer l'impact sur une chaussée du passage d'un véhicule chargé à 44 tonnes par rapport à celui du passage d'un véhicule chargé à 40 tonnes, la mesure de l'incidence sur le coût d'entretien des infrastructures pose de nou-

veaux problèmes. En fait les données existantes en matière de coût des infrastructures ne permettent pas une analyse totalement rigoureuse du problème. Toutefois, le «rapport Brossier» fournit des indications utiles et relativement actuelles. Nous nous appuyons largement sur les chiffres qu'il établit, et sur les méthodes qu'il retient.

Les dépenses qui sont susceptibles d'être influencées par l'élévation du PTRA de 40 à 44 tonnes sont les dépenses de maintenance. On admettra en effet que les dépenses d'investissement initial, ou de construction ne seraient pas affectées. En effet les infrastructures, chaussées et ouvrages d'art, sont conçues pour pouvoir supporter des charges nettement supérieures à celles qu'induit la circulation des 40 tonnes, avec une marge de sécurité confortable. Le «rapport Brossier», reprenant sur ce point les travaux du «rapport Josse» classe les dépenses de maintenance en

(10) Ce sont ces valeurs qu'a retenu le «rapport Brossier» (Conseil Général des Ponts et Chaussées, Nouvelle étude de l'imputation des coûts d'infrastructure de transports, 1991).

(11) On adopte généralement en France pour ce type de calcul un essieu de référence de 13 tonnes.

(12) Ces calculs sont fondés sur l'hypothèse d'une utilisation à pleine charge des véhicules. On peut adopter des hypothèses différentes, et par exemple supposer que le coefficient d'utilisation, identique pour les deux véhicules, n'est que de 0,70. Leurs masses moyennes sont alors réduites respectivement à 32,5 (15 + 25*0,7) et 35,3 (15 + 29*0,7) tonnes. On peut admettre que le poids de l'essieu directionnel n'est pas modifié, mais que la charge à l'essieu est réduite sur l'essieu arrière du tracteur et les essieux de la remorque. Les calculs montrent que si l'agressivité de chaque véhicule diminue, l'agressivité relative change peu.

4 catégories selon la manière dont elles sont affectées par le trafic :

— D0 sont des dépenses «fixes» indépendantes du volume et de la structure du trafic concernant, par exemple, le fauchage et l'élagage sur les bas-côtés, l'entretien des clôtures, les dépenses de signalisation verticale, ou encore l'éclairage.

— D1 concerne des dépenses qui sont fonction du volume du trafic (mesuré par le nombre de véhicules kilomètres), mais non de sa structure. Sont rangées dans cette catégorie les dépenses liées à la viabilité hivernale, à la signalisation horizontale, aux glissières de sécurité.

— D2 concerne des dépenses qui sont fonction du volume et de la structure du trafic. Plus précisément ces dépenses varient avec le tonnage kilométrique. Par approximation, le «rapport Brossier» classe les différents types de véhicules en fonction de leur poids et affecte les dépenses de type D2 en proportion du poids maximum de chaque classe et du nombre de véhicules kilomètres. Ces dépenses résultent des travaux concernant la couche de roulement, la pose d'enduits superficiels ou de tapis d'enrobés sur le réseau non renforcé.

— D3 concerne les dépenses visant à répondre aux dégradations en profondeur des chaussées: renouvellement et pose de couches d'enrobés sur le réseau renforcé. Le rapport estime qu'elles peuvent être réparties entre les différentes classes de véhicules «au prorata des essieux équivalents de 13 tonnes pondérés par le kilométrage». C'est donc l'agressivité des véhicules, telle que définie précédemment, qui est ici prise en compte, avec un essieu de référence à 13 tonnes, et une valeur de γ de 4 pour les chaussées souples et de 12 pour les chaussées rigides.

Le «rapport Brossier» souligne les incertitudes qui sont liées au recueil des données nécessaires pour réaliser une affectation des

dépenses, dont les dépenses de maintenance, aux diverses classes de véhicules. Ces incertitudes sont relatives à la connaissance des dépenses, et plus particulièrement celles qui concernent les réseaux départementaux et communaux, et à celle des trafics sur ces mêmes réseaux. En particulier le «rapport Brossier» a dû faire l'hypothèse, reconnue comme contestable, que la structure du trafic lourd était identique sur tous les réseaux.

Le modèle d'imputation reposant sur ces données et sur ces hypothèses de calcul conduit, pour la classe des véhicules des ensembles articulés de 5 essieux (semi-remorques à 3 essieux de PTAC compris entre 38 et 40 tonnes) (13), et pour l'année 1990, en millions de francs TTC, aux tableaux 3 et 4 (14):

Pour mesurer l'incidence d'une augmentation du PTRA autorisé, il faudrait connaître la part des véhicules de cette classe qui seraient concernés par une telle mesure. Quelle est la proportion des véhi-

cules articulés à 5 essieux qui pourraient charger à 44 tonnes? Quelle serait leur kilométrage sur les différents réseaux? Les données disponibles ne permettent pas de répondre à cette question, et nous obligent à formuler une nouvelle hypothèse. Celle que nous avons retenue, et qui se fonde sur une analyse de la nature des marchandises transportées par les «maxi codes» actuels (15), est que 50% des véhicules chargés à 40 tonnes (ou plus...) seraient chargés à 44

(13) Pour la commodité de l'expression, nous désignerons cette catégorie de véhicules par l'appellation «classe 40».

(14) Les dépenses de type D0 n'étant pas affectées par le passage de 40 à 44 des ensembles à 5 essieux n'ont pas été reprises dans ces tableaux.

(15) Les limites de chargement que subissent les transporteurs expriment, selon la nature des produits, soit la contrainte de la charge utile, soit celle du volume disponible. La contrainte de la charge utile concerne essentiellement les pro-

TABLEAU 3 : Part des ensembles articulés de la «classe 40» dans les dépenses de maintenance. (en pourcentage)

	Autoroutes concédées	Routes nationales	Routes départementales	Routes communales
D ₁	2,62	2,02	0,94	0,16
D ₂	18,84	19,44	13,87	3,18
D ₃	24,47	28,58	28,10	18,63

TABLEAU 4 : Dépenses de maintenance imputables aux ensembles articulés de la «classe 40» (en milliers de F 1990)

	Autoroutes concédées	Routes nationales	Routes départementales	Routes communales	Total
D ₁	3.855	16.163	28.657	5.05	53.727
D ₂	74.023	118.515	318.060	76.151	586.750
D ₃	128.218	275.187	1.024.844	710.382	2.138.631
Total	206.097	409.865	1.371.561	791.585	2.779.108

tonnes (ou plus...) (16). Ce qui revient à supposer que pour la moitié de leur montant les dépenses que l'on peut imputer aux véhicules de la « classe 40 » ne changent pas. Mais l'autre moitié varie.

S'agissant des dépenses de type D1, elles sont proportionnelles au kilométrage. Or l'augmentation de la capacité de chargement des véhicules permet, à trafic (tonnage kilométrique) constant de diminuer le nombre de véhicules kilomètres de 14%. Ces dépenses vont donc être réduites. Le nouveau niveau de ces dépenses est $D'1 = 0,5 D1 + 0,5 D1 * 0,86$.

S'agissant des dépenses de type D2, elles sont proportionnelles au tonnage kilométrique. Elles ne varient donc pas si l'on suppose le trafic constant. Si toutefois on adopte la manière de calculer du « rapport Brossier » qui affecte ces dépenses en multipliant le kilométrage par le poids total des véhicules, on obtient $D'2 = 0,5 D2 + 0,5 D2 * 0,86 * 44/40$.

S'agissant des dépenses de type D3, elles sont proportionnelles au kilométrage et à l'agressivité des véhicules. L'agressivité relative du 44 tonnes par rapport au 40 tonnes dépend du type de chaussée. Selon le « rapport Brossier », se référant à la BDR (banque de données routières), les réseaux des autoroutes et des routes nationales sont constitués à 54,6% de chaussées souples, et à 45,4% de chaussées rigides; le coefficient d'agressivité relative à appliquer à ces réseaux est donc la moyenne, pondérée par ces proportions, des coefficients obtenus avec $\gamma = 4$ et $\gamma = 12$. En revanche, pour les réseaux des routes départementales et communales, les chaussées sont de type souple. Le coefficient d'agressivité relative est donc, dans les hypothèses de répartition des charges par essieu retenues par le « rapport Brossier », de 2,17 pour les réseaux d'autoroutes et de routes nationales, et de 1,57 pour les réseaux de routes départementales

et communales. On peut donc calculer les « nouvelles » dépenses, D'3, de la façon suivante:

$$D'3 = 0,5 D3 + 0,5 D3 * 0,86 * 2,17 \text{ (ou } 1,57 \text{ selon les réseaux considérés)}$$

Les variations des dépenses sont dès lors les suivantes (voir tableau 5 ci-dessous).

Le « surcoût » engendré par la circulation de véhicules chargés à 44 tonnes est donc d'environ 459 millions de francs. Il serait de 475 millions si, s'écartant de la méthode adoptée par le « rapport Brossier », on considère qu'il n'est pas légitime de prévoir une diminution des dépenses de type D2, puisque le tonnage kilométrique ne varie pas.

Ces résultats s'inscrivent dans la ligne des données et des hypothèses de travail adoptées par le « rapport Brossier ». Si l'on modifie l'hypothèse relative à la répartition des charges par essieu en adoptant les modèles: 5,5, 10,5, 24 tonnes pour un véhicule de la « classe 40 », et 5,5, 11,5, 27 pour le même véhicule chargé à 44 tonnes, le rapport d'agressivité diminuant très sensiblement, les dépenses de type D3 augmentent plus faiblement. On obtient alors un « surcoût » de 311 millions seulement dans cette hypothèse plus réaliste (327 millions si l'on ne tient pas compte de la réduction de D2).

Rapporté aux dépenses totales de maintenance des réseaux, l'impact du passage du 40 tonnes au 44 tonnes 5 essieux est de 1,4% ou de 0,9% selon l'hypothèse de

répartition des charges par essieu adoptée; ces pourcentages passent respectivement à 16,5 et 11,2 lorsqu'on rapporte le « surcoût » aux seules dépenses imputables aux véhicules de la « classe 40 ».

Ces résultats sont sans doute à prendre avec beaucoup de précaution, en raison de la fragilité des données et du caractère discutable de certaines hypothèses. On constate par exemple que les composantes les plus importantes du « surcoût » sont « localisées » sur les routes départementales et communales. Or, faute d'informations disponibles, le « rapport Brossier » a dû faire l'hypothèse que la structure du trafic des poids lourds était identique sur tous les réseaux, ce qui

(16) Il serait possible d'adopter une hypothèse moins grossière en s'appuyant sur les informations issues de l'étude réalisée par FOEST et récemment publiée : Le chargement des semi-remorques — Trafic concerné par un éventuel 44 t de PTR, Notes de synthèses de l'OEEST, n° 88, février 1995, 4 p. L'une des conclusions de cette étude est que « une proportion importante du trafic est réalisée avec des véhicules en surcharge ou chargés près du maximum : plus de 80 % des navettes, près de 50 % des circuits et 40 % des autres trajets. Ce sont approximativement des trafics qui seraient concernés par un relèvement du PTR de 40 à 44 t ».

TABLEAU 5

	Autoroutes concédées	Routes nationales	Routes départementales	Routes communales	Total
D ₁	- 270	- 1.131	- 2.006	- 354	- 3.761
D ₂	- 1.999	- 3.200	- 8.588	- 2.056	- 15.842
D ₃	55.531	119.183	179.450	124.388	478.553
Total	53.263	114.852	168.857	121.978	458.950

est probablement faux: les « maxi codes » sont certainement moins présents sur les routes départementales et communales. Dès lors les dépenses sur ces réseaux imputables aux véhicules de la « classe 40 » sont sans doute plus faibles que celles qui leur sont affectées, et le « surcoût » est également plus réduit.

Malgré ses limites évidentes, ce « modèle » permet de montrer que l'autorisation de porter le PTR des véhicules à 5 essieux de 40 à 44 tonnes aurait des incidences non négligeables sur les dépenses d'entretien des réseaux d'infrastructure. Les partisans de cette mesure font valoir la réduction du nombre de véhicules kilomètres qui en résulterait et qui compenserait la plus grande agressivité des poids lourds à l'égard des chaussées. Les calculs montrent, malgré leur grande approximation, que les ordres de grandeur des réductions de coût qui concernent D1 et D2, et des majorations de coût qui concernent D3, ne sont pas comparables.

Cette analyse n'a cependant pas la prétention d'évaluer l'ensemble des impacts d'un éventuel passage au 44 tonnes. Une étude plus large devrait prendre en compte, par exemple, la réduction du parc en circulation et son incidence sur d'autres facteurs que les dépenses de maintenance des infrastructures, ou encore étudier la manière dont les gains de productivité pourraient se répartir entre transporteurs et chargeurs, ou analyser l'effet de la mesure sur la compétitivité des produits français dans le commerce international... Mais notre ambition était plus réduite et ne consistait qu'à éclairer quelques aspects de cette question complexe, mais importante ■

ANNEXE 1 : Données de l'enquête DTT

Postes de coût	Coût annuel au véhicule	Coût annuel au kilomètre	Structure du coût (%)
Rémunération du tracteur	16.608	0,1438	2,39
Rémunération de la semi	10.011	0,0867	1,44
Total rémunération du matériel	26620	0,2305	3,83
Salaires	117.066	1,0138	16,84
Charges sociales	58.133	0,5034	8,36
Frais de route	44.456	0,3850	6,40
Total personnel	219.654	1,9022	31,60
Assurance du véhicule	18.333	0,1588	2,64
Assurance des marchandises	4.243	0,0367	0,61
Total assurances	22.576	0,1955	3,25
Total frais fixes	268.850	2,3282	38,68
Renouvellement du tracteur	59.310	0,5136	8,53
Renouvellement de la semi	19.801	0,1715	2,85
Total renouvellement du matériel	79.111	0,6851	11,38
Carburant	117.892	1,0209	16,96
Pneumatiques	23.244	0,2013	3,34
Entretien	52.099	0,4512	7,49
Péages	31.173	0,2700	4,48
Frais kilométriques	303.519	2,6284	43,66
Total frais fixes et frais kilométriques	572.369	4,9566	82,34
Frais non affectables	122.781	1,0633	17,66
Total général	695.150	6,0199	100,00

ANNEXE 2 : Données de l'enquête FNTR

Postes de coût	Coût annuel au véhicule	Structure du coût (%)
Coût kilométriques directs		
Carburant	133.144	18,9
Pneumatiques	24.847	3,5
Entretien - Réparations	57.036	8,1
Péages	32.592	4,6
Total, y compris péages	247.619	35,1
Coûts annuels du véhicule		
Renouvellement	76.451	10,9
Financement	14.403	2,0
Assurance véhicule	20.500	2,9
Assurance marchandises	3.460	0,5
Taxe sur véhicule (17)	3.500	0,5
Total	118.314	16,8
Coûts de personnel roulant affecté		
Salaires et primes	116.741	16,6
Charges sur salaires	56.386	8,0
Frais de déplacement	42.090	6,0
Total	215.217	30,6
Coûts de structure	123.300	17,5
Coût de revient sur une base annuelle	704.450	100,0

(17) Nous avons intégré, dans le calcul du coût du 44 tonnes, la taxe sur le véhicule dans les coûts de structure, ce qui revient à supposer qu'elle ne varie pas avec ce changement.