# Coûts externes du trafic routier : évaluation en milieu urbain

PASCAL GROSCLAUDE et NILS SOGUEL*

## I. INTRODUCTION

Par l'essor considérable qu'il a connu, le trafic routier atteint un volume qui provoque aujourd'hui nombre d'effets indésirables. Ainsi, outre ses anciennes préoccupations liées à la gestion de l'infrastructure, la politique des transports doit maintenant tenir compte des atteintes à l'environnement. Pour bénéficier des avantages de leur déplacement, les usagers ne prennent en charge que le *coût privé* (e.g., utilisation du véhicule, fatigue, temps de parcours) et les *coûts d'infrastructure* (principalement à travers les droits sur les carburants). Par contre, ils ne supportent pas les conséquences des dommages qu'ils causent à l'environnement. L'absence de prise en compte de ces *coûts externes* les amène à recourir aux transports davantage que ne le requiert l'optimum social et selon une répartition modale inefficace.

Dans le but de fournir aux usagers un signal économique conforme au coût social de leur déplacement, l'idée d'une tarification au coût marginal social fait son chemin. On inciterait ainsi les individus à n'utiliser les transports que si le bénéfice qu'ils en retirent est au moins équivalent au coût social généré. Evidemment, l'application d'une telle mesure repose sur une *estimation monétaire* préalable des effets externes. Si mesurer les nuisances des transports en quantités physiques (e.g., émissions, immissions) est relativement aisé, traduire ces atteintes en termes monétaires s'avère plus délicat : rares sont les échanges marchands de biens environnementaux.

S'appuyant sur une étude réalisée à *Neuchâtel* entre 1990 et 1992[1], cet article esquisse d'abord une comparaison de l'importance relative attribuée par la population aux différentes nuisances du trafic routier. Il donne ensuite un aperçu des approches permettant de valoriser ces coûts externes. Enfin, il présente les évaluations du *bruit* et des *accidents*.

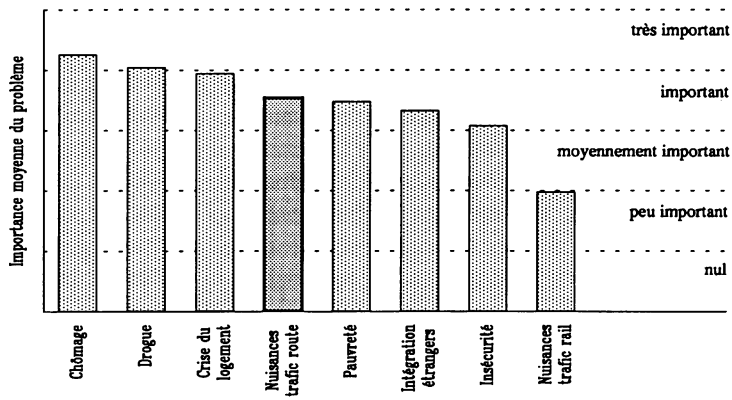
* IRER, Université de Neuchâtel, Pierre-à-Mazel 7, CH-2000 Neuchâtel.
Nous remercions le Prof. CLAUDE JEANRENAUD de ses commentaires.

1. Etude mandatée par le Fonds national suisse de la recherche scientifique.

## II. PERCEPTION DES ATTEINTES À L'ENVIRONNEMENT URBAIN

Une enquête auprès de la population de la Ville de Neuchâtel[2] montre que les nuisances du trafic routier se situent, parmi les préoccupations des personnes interrogées, derrière le chômage, la drogue et la crise du logement (fig. 1).

**Figure 1**
**Importance relative de quelques problèmes urbains**



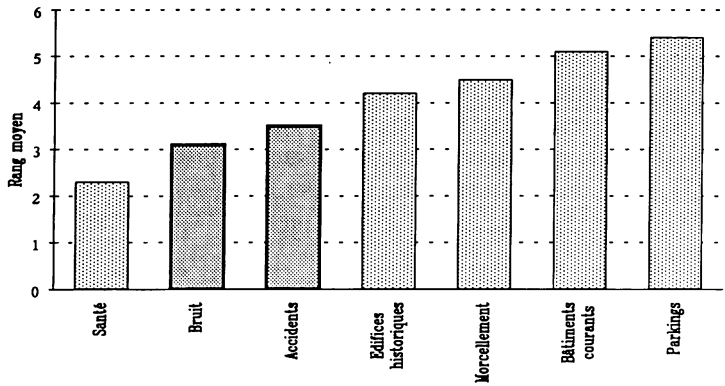

En ce qui concerne les seules nuisances du trafic automobile, les atteintes à la santé dues à la pollution de l'air, le bruit et les accidents sont perçus comme étant les principaux problèmes, devant les dégâts aux bâtiments historiques et courants, le morcellement de l'espace urbain et les dommages esthétiques causés par les grandes places de parc en surface (fig. 2).

## III. APPROCHES ET METHODES D'EVALUATION

Différentes méthodes permettent d'attribuer une valeur monétaire aux dommages à l'environnement. Toutes ne relèvent cependant pas des mêmes fondements théoriques. Basées sur l'économie du bien-être, un certain nombre d'entre-elles partent du principe que seules les *préférences individuelles* fournissent des informations pertinentes. Interroger les individus pour qu'ils manifestent *explicitement* leurs préférences constitue un moyen direct de parvenir à une estimation : à travers une enquête spécifique on peut

2. Enquête de l'IRER auprès d'un échantillon représentatif de 200 personnes (27 février - 13 mars 1992).

**Figure 2**
**Classement des principales nuisances du trafic urbain**




obtenir leur *disposition à payer* pour éviter de subir un dommage. Ici, la méthode utilisée pour évaluer le coût du bruit (loyers hédonistes) cherche à saisir les préférences révélées *implicitement* par les individus à travers leurs comportements et notamment dans le choix de leur lieu de résidence. Toutes choses égales par ailleurs, les appartements bruyants font l'objet d'une demande plus faible que ceux situés dans des rues plus calmes. Les loyers des premiers sont donc inférieurs à ceux des seconds. Une analyse économétrique du marché du logement permet de dégager l'influence du bruit de celle des autres caractéristiques des appartements et de mettre en évidence les préférences des individus pour leur environnement sonore.

D'autres méthodes se fondent sur une *approche administrative ou tutélaire* de l'évaluation. En effet, il faut admettre que les individus ne sont pas toujours parfaitement informés ou que les préférences individuelles ne peuvent seules compter. Les nuisances doivent alors être estimées sur la base des décisions des instances étatiques en vertu de leurs fonctions tutélaires. Bien que ces actions revêtent souvent un caractère normatif (fixation de seuils ou d'objectifs), les contraintes qui en découlent font naître différents coûts. Cette approche nous permet d'évaluer les conséquences humaines et matérielles des accidents : ce qu'il en coûte à la collectivité pour rétablir la situation qui prévalait avant l'événement (à travers son système juridique, de santé ou d'assurance) et quelles sont ses pertes de production (mesurées par des indicateurs de comptabilité nationale).

## IV. VALORISATION DU BRUIT*

La *méthode des loyers hédonistes* substitue le marché du logement à un marché spécifique et hypothétique où s'achèterait et se vendrait l'environnement sonore : *ceteris paribus*, plus les logements sont tranquilles, plus leurs loyers sont élevés. Cette "capitalisation" des immissions sonores traduit la disposition à payer (DAP) des individus pour éviter cette nuisance et peut être interprétée comme le *coût du bruit*. Pour valoriser ce coût, on procède en deux étapes : une analyse économétrique isole d'abord l'influence du bruit dans le loyer (prix implicite ou hédoniste) de celle d'autres attributs des appartements; ensuite elle infère la fonction de demande inverse pour la tranquillité (i.e., DAP) sur la base du prix implicite et des caractéristiques socio-économiques des locataires.

### *IV.1. Identification du prix implicite du bruit*

Les attributs de structure, $S_A$ , de localisation, $L_A$ , et de tranquillité, $T_A$ , (i.e., les nuisances sonores) de chaque appartement déterminent le niveau du loyer, $P_A$ . La fonction des loyers hédonistes est spécifiée non linéaire de la façon suivante :

$$P_A = \alpha_0 \cdot S_A^{\alpha_1} \cdot L_A^{\alpha_2} \cdot T_A^{\alpha_3} \cdot \varepsilon_{A_1} \ . \tag{1}$$

Ici, les $\alpha_i$ constituent les paramètres à estimer et $\varepsilon_{A_1}$ le terme d'erreur stochastique. La DAP dépend bien entendu de la façon dont les individus ressentent la gêne occasionnée par le bruit. Cependant, il semble que cette perception ne varie guère d'une personne à l'autre. Comme l'a démontré Nelson (1978, p. 94), la relation entre le niveau de bruit perçu, d'une part, et mesuré, d'autre part, peut s'écrire

$$T_A = \gamma_0 \cdot e^{\gamma_1 \cdot B_A} \cdot \varepsilon_{A_1} \ . \tag{2}$$

$T_A$ représente les nuisances sonores ressenties, $B_A$ le niveau de bruit routier mesuré ou calculé (en $dB(A)$) et $\varepsilon_{A_2}$ le nouveau terme d'erreur stochastique. En substituant (2) dans (1) et en prenant le logarithme népérien de chaque membre, on parvient à l'expression suivante :

$$\ln P_A = \beta_0 + \beta_1 \ln S_A + \beta_2 \ln L_A + \beta_3 B_A + \varepsilon_{A_3} \ . \tag{3}$$

* Cf. SOGUEL (1991).

Cette formulation présente le double avantage d'introduire une mesure objective du bruit dans la relation et de tenir compte de la perception des nuisances qu'ont les individus. Le bruit représentant une gêne, son coefficient $\beta_3$ doit porter un signe négatif.

Un échantillon de 387 appartements réparti sur toute la Ville de Neuchâtel sert de base au calcul de la fonction des loyers hédonistes. On retient le début de l'année 1989 comme période de référence pour le recueil des données. Les effets perturbateurs des hausses successives des taux hypothécaires sur le marché du logement intervenues depuis lors en Suisse sont ainsi évités. Réalisée auprès des gérances ou des propriétaires d'immeubles, cette enquête permet de rassembler les données nécessaires concernant les caractéristiques de structure des immeubles et des appartements. Le cadastre des émissions sonores du trafic routier (calculé sur la base des flux) sert à déterminer le niveau de bruit auquel est soumis chaque appartement. Les valeurs d'émission sont corrigées des facteurs

**Tableau 1**
**Estimation de la fonction des loyers hédonistes à Neuchâtel**

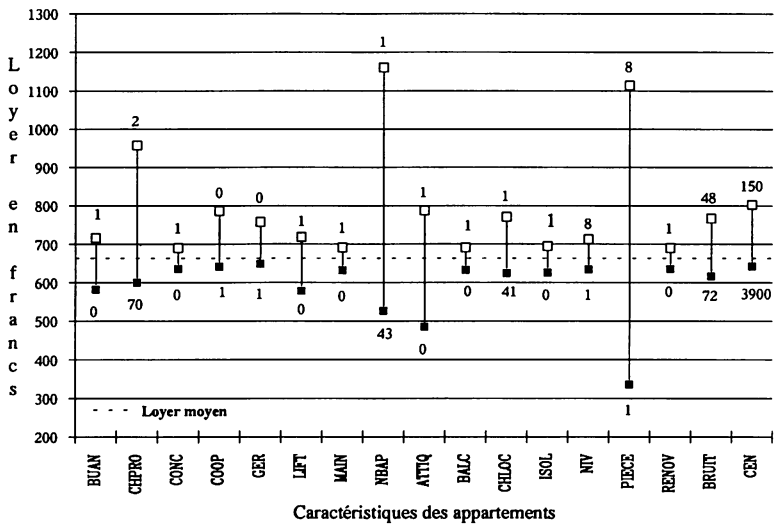
| *Variables indépendantes*[3] | | *Paramètres estimés*[4] | |
|---|---|---|---|
| **Structure de l'immeuble** | | | |
| BUAN | variable binaire: buanderie commune = 1, sinon = 0 | 0,209 * | (2,026) |
| ln CHPRO | nombre d'années depuis le dernier changement de propriétaire | -0,132 ** | (-6,663) |
| CONC | variable binaire: service de conciergerie = 1, sinon = 0 | 0,0824 * | (2,340) |
| COOP | variable binaire: l'immeuble appartient à une coopérative = 1, sinon = 0 | -0,202 ** | (-3,008) |
| GER | variable binaire: immeuble administré par une gérance = 1, sinon = 0 | -0,155 ** | (7,314) |
| LIFT | variable binaire: ascenseur = 1, sinon = 0 | 0,216 ** | (8,291) |
| MAIN | variable binaire: maintenance de l'immeuble au cours des 10 dernières années = 1, sinon = 0 | 0,0919 ** | (3,463) |
| ln NBAP | nombre d'appartements | -0,210 ** | (-8,442) |
| **Structure de l'appartement** | | | |
| ATTIQ | variable binaire: appartement en attique = 1, sinon = 0 | 0,485 ** | (4,316) |
| BALC | variable binaire: balcon ou terrasse = 1, sinon = 0 | 0,0875 * | (2,533) |
| ln CHLOC | nombre d'années depuis le dernier changement de locataire | -0,0568 ** | (-5,241) |
| ISOL | variable binaire: isolation particulière des fenêtres contre le bruit = 1, sinon = 0 | 0,105 * | (2,407) |
| ln NIV | niveau sur lequel se situe l'appartement, rez-de-chaussée = 1 | 0,0555 ** | (3,074) |
| ln PIECE | nombre de pièces, sans cuisine, ni salle de bain ou toilettes | 0,577 ** | (18,986) |
| RENOV | variable binaire: appartement rénové au cours des dix dernières années = 1, sinon = 0 | 0,0836 * | (2,536) |
| **Localisation** | | | |
| BRUIT | niveau de bruit diurne, en *dB(A)* | -0,00914 ** | (-5,183) |
| ln CEN | distance jusqu'au centre-ville, en mètres | -0,0682 ** | (-3,978) |
| **Constante** | | 7,334 ** | (36,796) |
| $R^2$ | | 0,806 | |
| $R^2$ corrigé | | 0,797 | |
| Erreur type | | 0,184 | |
| Valeur de F | | 90,387 | |
| Degrés de liberté | | 369 | |
| BP (d.l. 369) | | 357 | |
| GQ (d.l. 136) | | 1,25 | |

3. La variable dépendante est le logarithme népérien du loyer mensuel net de charges.
4. Les valeurs de $\hat{t}$ figurent entre parenthèses. Les coefficients avec deux astérisques sont significatifs à 99 %; ceux en portant un seul le sont à 95 % (test bilatéral).

d'atténuation usuels (obstacles, réflexion et distance). L'estimation de la relation (3) est réalisée au moyen de la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Le tableau 1 résume les résultats de cette régression.

Le coefficient de corrélation $R^2$ *corrigé* est assez élevé : les variables indépendantes retenues expliquent à 80 % la variation du loyer. Le sens de la relation correspond au signe attendu pour chaque variable explicative et les paramètres estimés se révèlent tous significatifs permettant ainsi de rejeter l'hypothèse nulle à plus de 95 % pour tous les coefficients. L'analyse de la matrice des covariances confirme l'absence de dépendance sensible entre les variables retenues : aucun problème sérieux de multicolinéarité n'hypothèque la fonction des loyers hédonistes estimée. Par ailleurs, les tests de Breusch-Pagan (BP) et de Goldfeld-Quandt (GQ) permettent de rejeter l'hypothèse d'hétéroscédasticité des perturbations au seuil de 5 %. Les coefficients paraissent plausibles, comme le montrent les loyers calculés sur la base des valeurs extrêmes de l'échantillon pour chaque caractéristique en tenant compte pour les autres attributs d'une valeur moyenne (fig. 3).

**Figure 3**
**Variations du loyer en fonction des caractéristiques du logement**



Ainsi, un appartement avec balcon est loué en moyenne 8,8 % plus cher qu'un logement qui n'en bénéficie pas (691 contre 633 francs suisses par mois)[5]. Lorsque le nombre de pièces double, le loyer augmente de quelque 58 % (de 630 pour trois pièces à 990 francs pour six pièces)[6]. Le coefficient attaché au bruit, multiplié par cent, indique le changement relatif du loyer résultant d'une modification des immissions sonores. Ainsi, toute hausse du bruit de 1 $dB(A)$ conduit à une réduction du coût de location de 0,91 %.

*IV.2. Détermination de la fonction de demande inverse*

Le prix marginal implicite du bruit est dérivé de la fonction hédoniste (3) :

$$\frac{\delta P_A}{\delta T_A} = \beta_3 \cdot e^{(\beta_0 + \beta_1 \ln S_A + \beta_2 \ln L_A + \beta_3 B_A + \varepsilon_{A3})} \quad . \tag{4}$$

Les valeurs ainsi obtenues représentent les dispositions à payer des ménages à l'équilibre sur lesquelles sont régressés des facteurs explicatifs de la demande (ici, revenu mensuel des ménages et intensité d'utilisation de l'appartement) pour obtenir la fonction de demande inverse. Les résultats de l'estimation MCO (spécification doublement logarithmique) présentés au tableau 2 sont acceptables. Bien que le coefficient de corrélation ne se situe que légèrement au-dessus de 20 %, tous les paramètres estimés se révèlent significatifs à plus de 99 %. En outre, tous présentent le signe attendu : plus revenu et intensité d'utilisation sont élevés, plus la DAP pour réduire le bruit s'avère importante. Compte tenu de la spécification doublement logarithmique retenue, la DAP marginale, $w_i$, est indépendante du niveau sonore :

$$w_i = e^{(\alpha_0 + \alpha_1 \ln REVENU_i + \alpha_2 \ln INTENSITE_i + \varepsilon_i)} \quad . \tag{5}$$

5. Le coefficient attaché aux variables muettes représente la variation du loyer, exprimée en pourcentage, enregistrée lorsque ces caractéristiques changent d'état.

6. Dans ce cas, compte tenu de la spécification logarithmique et puisque qu'il s'agit d'une variable numérique, le coefficient correspond à l'élasticité du loyer par rapport à la variable indépendante en question.

**Tableau 2**
**Estimation de la fonction de demande inverse pour une réduction du bruit**

| *Variables indépendantes*[7] | | *Paramètres estimés*[8] |
|---|---|---|
| ln REVENU | (revenu imposable net, en francs suisses) | 0,277 ** (9,805) |
| ln INTENSITE | (intensité d'utilisation : nombre de pièces par personne) | 0,166 ** (4,868) |
| Constante | | -0,657 ** (-2,784) |
| $R^2$ | | 0,215 |
| $R^2$ corrigé | | 0,211 |
| Erreur type | | 0,326 |
| Valeur de F | | 52,662 |
| Degrés de liberté | | 384 |

## *IV.3. Calcul du coût du bruit en Ville de Neuchâtel et ventilation selon les catégories de véhicules*

Dans le cadastre des émissions sonores du trafic routier, les immeubles exposés à des niveaux sonores de plus de 60 *dB(A)* se répartissent en trois catégories : 60 à 65 *dB(A)*, 65 à 70 *dB(A)*, plus de 70 *dB(A)*. La DAP marginale est obtenue par l'équation (5) en tenant compte de l'intensité d'utilisation et du revenu mensuel moyens de l'échantillon (respectivement deux pièces par personne et 4552 francs par ménage en 1990). Pour chaque plage de bruit, elle permet de calculer le montant annuel qu'un ménage consent à payer afin de ramener le niveau sonore auquel il est soumis à 55 *dB(A)*[9] (tab. 3).

**Tableau 3**
**Coût du bruit en Ville de Neuchâtel en 1990**

| Plage de bruit[10] | DAP mensuelle pour abaisser le bruit de 1 *dB(A)* | DAP annuelle pour ramener le bruit à 55 *dB(A)* | Logements exposés | Coût annuel du bruit |
|---|---|---|---|---|
| en *dB(A)* | en francs par mois | en francs par année | | en 1000 francs |
| 60 à 65 | 5,83 | 524,80 | 2689 | 1411 |
| 65 à 70 | 5,83 | 874,70 | 3214 | 2811 |
| plus de 70 | 5,83 | 1224,55 | 430 | 527 |
| Total | - | - | 6333 | 4749 |

7. La variable dépendante est le logarithme népérien du prix marginal implicite mensuel du bruit obtenu sur la base de l'équation hédoniste (4).

8. Les valeurs de $\hat{t}$ figurent entre parenthèses. Un double astérisque indique que le coefficient est significatif à 99 % (test bilatéral).

9. Le niveau de 55 dB(A) correspond à la valeur de planification diurne fixée par l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit pour les zones d'habitation.

10. Les immeubles sont supposés répartis normalement à l'intérieur des différentes plages de bruit. L'intensité sonore de référence correspond donc à la médiane (respectivement 62,5 , 67,5 et 72,5 dB(A)).

Sur la base du nombre d'appartements exposés à des niveaux acoustiques dépassant 60 *dB(A)* et des DAP annuelles, on peut estimer le coût externe du bruit routier en Ville de Neuchâtel à plus de 4,7 millions de francs par année. La Ville comptant près de 32 000 habitants en 1990, le coût supporté par chaque Neuchâtelois cette année-là s'élève en moyenne à 150 francs. Pour les personnes exposées, ce coût varie entre quelque 265 et 615 francs selon qu'elles sont faiblement ou fortement soumises aux immissions sonores.

Dans la répartition, on tient compte du fait que les voitures (de tourisme ou de livraison), les trolleybus et les cyclomoteurs émettent individuellement 10 *dB(A)* de moins que les camions, les autocars, les autobus, les motocyclettes et les tracteurs et ce quelles que soient la déclivité de la chaussée ou la vitesse du véhicule (OFEFP 1988). Le tableau 4 indique pour chaque catégorie figurant dans le *compte routier* le coût externe engendré en 1990.

**Tableau 4**
**Coût du bruit par catégorie de véhicules à Neuchâtel en 1990**

| Catégories de véhicules | Distance parcourue | | Coût externe du bruit | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | en 1000 km/an | en % | en 1000 francs/an | en % | en cts/km |
| **Transport de personnes** | 141901 | 89,0 | 4052 | 85,3 | 2,9 |
| Cyclomoteurs | 8216 | 5,2 | 229 | 4,8 | 2,8 |
| Motocyclettes | 3597 | 2,3 | 180 | 3,8 | 5,0 |
| Voitures de tourisme | 128277 | 80,4 | 3576 | 75,3 | 2,8 |
| Autocars | 312 | 0,2 | 16 | 0,3 | 5,0 |
| Autobus | 399 | 0,2 | 20 | 0,4 | 5,0 |
| Trolleybus | 1100 | 0,7 | 31 | 0,7 | 2,8 |
| **Transport de marchandises** | 17616 | 11,0 | 697 | 14,7 | 4,0 |
| Voitures de livraison | 8365 | 5,2 | 233 | 4,9 | 2,8 |
| Camions et tracteurs | 9251 | 5,8 | 464 | 9,8 | 5,0 |
| **Total** | 159517 | 100,0 | 4749 | 100,0 | 3,0 |

## V. COÛT SOCIAL ET COÛT EXTERNE DES ACCIDENTS*

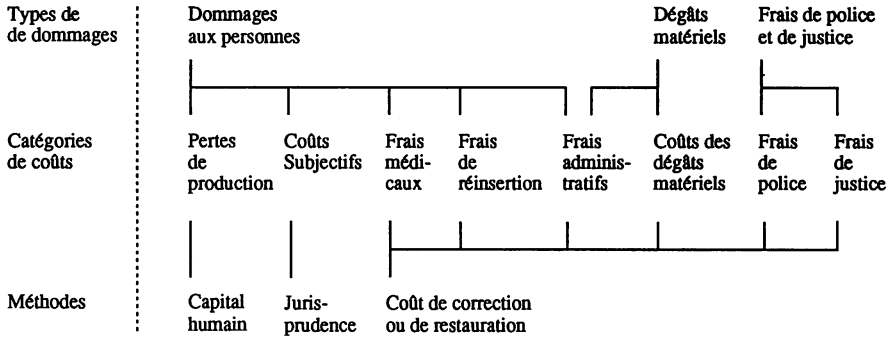
### *V.1. Types de coûts et méthodes d'évaluation*

Les dommages causés par les accidents de la circulation sont multiples. Vouloir les évaluer implique donc, dans un premier temps, d'en dresser une liste exhaustive. Il convient ensuite de les répartir en catégories logiques et cohérentes et, pour terminer, de déterminer la méthode la mieux à même de valoriser le coût social et sa part externe.

Comme le relèvent SCHWAB et SOGUEL (1991), aucune typologie des coûts généralement acceptée n'existe en Europe. Celle retenue s'apparente aux pratiques nationales récentes (e.g., Ecoplan 1991). Elle distingue trois types de dommages et neuf catégories de coûts (fig. 4).

* Cf. GROSCLAUDE (1991).

**Figure 4**
**Types de coûts et méthodes d'évaluation**




Pour évaluer ces coûts, on utilise trois méthodes. La méthode du *capital humain* permet de calculer la diminution ou la *perte de production* des individus. Celles-ci sont estimées sur la base de la somme actualisée des revenus futurs des victimes. Les *coûts subjectifs* sont évalués à partir de la *jurisprudence*. Ils correspondent à la valeur économique de la peine, du chagrin et de la douleur et sont estimés grâce aux indemnités allouées par les tribunaux au titre de préjudice moral. Tous les autres coûts (*frais médicaux, frais de réinsertion, de formation et d'aménagement de la place de travail, frais administratifs des assurances, dégâts matériels, frais de police et frais de justice*) sont calculés à l'aide de la méthode du *coût de correction ou de restauration*. Cette méthode consiste à estimer les ressources utilisées pour corriger les conséquences matérielles et corporelles des accidents.

### *V.2. Inventaire des accidents survenus en Ville de Neuchâtel*

En 1990, la police municipale de la Ville de Neuchâtel a recensé, sur son territoire, 750 accidents, 122 blessés et 9 tués. En tenant compte de la zone grise[11], 4447 accidents se

11. La zone grise correspond aux accidents et aux victimes non recensés par la police. Son importance a été évaluée sur la base des résultats des travaux de Thoma (1990) relatifs à un échantillon de victimes assurées conformément à la Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA). Le nombre d'accidents de la zone grise, quant à lui, a été estimé à partir des cas RC annoncés (accidents avec dégâts matériels) et du degré d'occupation moyen des véhicules impliqués (accidents avec lésions corporelles).

sont effectivement produits, blessant 373 personnes et en tuant 9 (tab. 5). Ces données sont ventilées en fonction de la responsabilité des éléments impliqués. Par ailleurs, on fait la distinction entre blessés légers, graves et invalides[12]. Dans la zone grise, la répartition par degré de gravité des lésions tient compte du fait que les accidents non recensés officiellement sont, en général, moins graves que ceux faisant l'objet d'un rapport de police.

**Tableau 5**
**Accidents survenus en Ville de Neuchâtel en 1990**

| | Eléments responsables | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Voitures de tourisme | Camions | Autocars et autobus | Motocyclettes | Trolleybus | Cyclomoteurs | Bicyclettes | Divers | Total | Total en % |
| **Total** | | | | | | | | | | |
| **Accidents** | 3467 | 184 | 22 | 135 | 16 | 455 | 95 | 75 | 4447 | |
| **Tués** | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 9 | |
| **Blessés** | 223 | 12 | 0 | 34 | 0 | 46 | 27 | 30 | 373 | |
| **Total (en %)** | | | | | | | | | | |
| **Accidents** | 78,0 | 4,1 | 0,5 | 3,0 | 0,4 | 10,2 | 2,1 | 1,7 | 100,0 | |
| **Tués** | 33,3 | 0,0 | 0,0 | 22,2 | 0,0 | 22,2 | 0,0 | 22,2 | 100,0 | |
| **Blessés** | 60,0 | 3,3 | 0,0 | 9,1 | 0,0 | 12,4 | 7,3 | 8,0 | 100,0 | |
| **Victimes responsables** | | | | | | | | | | |
| **Tués** | | | | | | | | | | 77,8 |
| **Hommes** | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 | 66.7 |
| **Femmes** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 11,1 |
| **Blessés** | | | | | | | | | | 47,2 |
| **Hommes légers** | 30 | 0 | 0 | 21 | 0 | 24 | 15 | 18 | 108 | 28,9 |
| **Hommes graves** | 11 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 5 | 4 | 30 | 8,0 |
| **Hommes invalides** | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| **Femmes légers** | 8 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 4 | 6 | 29 | 7,7 |
| **Femmes graves** | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 9 | 2,3 |
| **Femmes invalides** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| **Victimes non responsables** | | | | | | | | | | |
| **Tués** | | | | | | | | | | 22,2 |
| **Hommes** | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 22,2 |
| **Femmes** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| **Blessés** | | | | | | | | | | 52,5 |
| **Hommes légers** | 73 | 5 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 84 | 22,6 |
| **Hommes graves** | 25 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 7,7 |
| **Hommes invalides** | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| **Femmes légers** | 53 | 4 | 0 | 1 | 0 | 5 | 2 | 0 | 64 | 17,3 |
| **Femmes graves** | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 4,6 |
| **Femmes invalides** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |

### *V.3. Evaluation monétaire des coûts et présentation des résultats*

Pour l'évaluation monétaire des coûts, nous avons utilisé, après actualisation, les données de l'étude nationale relative aux accidents de la circulation en Suisse en 1988 (Ecoplan 1991)[13].

12. Les rapports de la police cantonale ne permettant de distinguer que les blessés légers et graves, les blessés invalides ont été mis en évidence à l'aide d'une clef de répartition.

13. Cette étude présentant les garanties méthodologiques requises, on peut considérer que les résultats utilisés sont fiables.

**Tableau 6**
**Coût social des accidents de la circulation en Ville de Neuchâtel en 1990**
(en 1000 francs)

| | Eléments responsables | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Voitures de tourisme | Camions | Autocars et autobus | Motocyclettes | Trolleybus | Cyclomoteurs | Bicyclettes | Divers | Total | Total en % |
| **Victimes responsables** | | | | | | | | | | |
| **1. Dommages aux personnes** | | | | | | | | | | 33,2 |
| **1.1. F. médicaux** | 197 | 0 | 0 | 77 | 0 | 71 | 50 | 59 | 453 | 1,0 |
| **1.2. F. de réinsertion** | 46 | 0 | 0 | 32 | 0 | 16 | 0 | 0 | 94 | 0,2 |
| **1.3. P. de production** | 4503 | 0 | 0 | 4154 | 0 | 2358 | 39 | 2348 | 13403 | 28,3 |
| **1.4. C. subjectifs** | 544 | 0 | 0 | 364 | 0 | 279 | 32 | 446 | 1664 | 3,5 |
| **1.5. F. administratifs** | 82 | 0 | 0 | 25 | 0 | 7 | 4 | 3 | 122 | 0,3 |
| **2. Dégâts matériels** | | | | | | | | | | 27,3 |
| **2.1. C. dégâts matériels** | 10130 | 988 | 116 | 146 | 40 | 58 | 12 | 0 | 11491 | 24,3 |
| **2.2. F. administratifs** | 1290 | 117 | 14 | 17 | 5 | 8 | 2 | 0 | 1453 | 3,1 |
| **3. Frais de police et de justice** | | | | | | | | | | 3,8 |
| **3.1. F. de police** | 406 | 22 | 3 | 16 | 2 | 15 | 3 | 8 | 475 | 1,0 |
| **3.2. F. de justice** | 1143 | 61 | 7 | 45 | 5 | 43 | 9 | 23 | 1336 | 2,8 |
| **Victimes non responsables** | | | | | | | | | | |
| **1. Dommages aux personnes** | | | | | | | | | | 13,6 |
| **1.1. F. médicaux** | 372 | 21 | 0 | 11 | 0 | 17 | 2 | 0 | 423 | 0,9 |
| **1.2. F. de réinsertion** | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 46 | 0,1 |
| **1.3. P. de production** | 2929 | 15 | 0 | 9 | 0 | 1885 | 2 | 0 | 4840 | 10,2 |
| **1.4. C. subjectifs** | 576 | 12 | 0 | 8 | 0 | 190 | 2 | 0 | 788 | 1,7 |
| **1.5. F. administratifs** | 226 | 7 | 0 | 5 | 0 | 99 | 0 | 0 | 337 | 0,7 |
| **2. Dégâts matériels** | | | | | | | | | | 22,1 |
| **2.1. C. dégâts matériels** | 8217 | 801 | 94 | 118 | 33 | 47 | 10 | 17 | 9338 | 19,7 |
| **2.2. F. administratifs** | 963 | 88 | 10 | 13 | 4 | 6 | 1 | 2 | 1087 | 2,3 |
| **3. Frais de police et de justice** | | | | | | | | | | 0,0 |
| **3.1. F. de police** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| **3.2. F. de justice** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| **Total** | 31656 | 2132 | 244 | 5039 | 89 | 5116 | 169 | 2907 | 47351 | 100,0 |
| **1. D. aux personnes** | 9505 | 55 | 0 | 4685 | 0 | 4938 | 132 | 2857 | 22171 | 46,8 |
| **2. D. matériels** | 20601 | 1995 | 235 | 293 | 82 | 120 | 25 | 19 | 23370 | 49,4 |
| **3. F. de police et de justice** | 1550 | 82 | 10 | 60 | 7 | 58 | 12 | 31 | 1811 | 3,8 |
| **Total (en %)** | 66,9 | 4,5 | 0,5 | 10,6 | 0,2 | 10,8 | 0,4 | 6,1 | 100,0 | |
| **1. D. aux personnes** | 30,0 | 2,6 | 0,0 | 93,0 | 0,0 | 96,5 | 78,0 | 93,3 | 46,8 | |
| **2. D. matériels** | 65,1 | 93,6 | 96,0 | 5,8 | 91,8 | 2,4 | 14,8 | 0,7 | 49,4 | |
| **3. F. de police et de justice** | 4,9 | 3,8 | 4,0 | 1,2 | 8,2 | 1,1 | 7,2 | 1,1 | 3,8 | |

Le coût social des accidents de la circulation est de 47,4 millions de francs, soit environ 1500 francs par habitant ou 10 650 francs par accident. Le 66,9 % de ces coûts est à mettre à la charge des voitures de tourisme (78 % des accidents). Avec seulement 3 % des accidents, les motocyclettes sont responsables de 10,6 % des coûts.

Plus de 90 % des coûts sont internes[14]. Le coût externe ne représente donc que 4,5

14. L'importance de cette part est fonction, dans une large mesure, de la manière dont est fixée la frontière entre les groupes en présence : groupe générateur d'externalités négatives et groupe victime.

| Coût supporté par: / Point de vue | Usager | | Catégorie de transport | | Mode de transport | | Système de transport | | Collectivité |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Resp. | Vict. | Resp. | Vict. | Resp. | Vict. | Resp. | Vict. | |
| Collectivité | | | | | | | | | |
| Système de transport | | | | | | | | | |
| Mode de transport | | | | | | | | | |
| Catégorie de transport | | | | | | | | | |
| Usager | | | | | | | | | |

Coût interne — Coût externe

**Tableau 7**
**Coût externe des accidents de la circulation en Ville de Neuchâtel en 1990**
(en 1000 francs)

| | Eléments responsables | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Voitures de tourisme | Camions | Autocars et autobus | Motocyclettes | Trolleybus | Cyclomoteurs | Bicyclettes | Divers | Total | Total en % |
| **Victimes responsables** | | | | | | | | | | |
| 1. Dommages aux personnes | | | | | | | | | | 47,5 |
| 1.1. F. médicaux | 197 | 0 | 0 | 77 | 0 | 71 | 50 | 59 | 453 | 10,0 |
| 1.2. F. de réinsertion | 46 | 0 | 0 | 32 | 0 | 16 | 0 | 0 | 94 | 2,1 |
| 1.3. P. de production | 672 | 0 | 0 | 188 | 0 | 22 | 10 | 0 | 891 | 19,7 |
| 1.4. C. subjectifs | 135 | 0 | 0 | 116 | 0 | 135 | 0 | 200 | 585 | 13,0 |
| 1.5. F. administratifs | 82 | 0 | 0 | 25 | 0 | 7 | 4 | 3 | 122 | 2,7 |
| 2. Dégâts matériels | | | | | | | | | | 0,0 |
| 2.1. C. dégâts matériels | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 2.2. F. administratifs | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 3. Frais de police et de justice | | | | | | | | | | 36,1 |
| 3.1. F. de police | 366 | 19 | 2 | 14 | 2 | 14 | 3 | 7 | 427 | 9,5 |
| 3.2. F. de justice | 1029 | 54 | 6 | 40 | 5 | 38 | 8 | 21 | 1202 | 26,6 |
| **Victimes non responsables** | | | | | | | | | | |
| 1. Dommages aux personnes | | | | | | | | | | 16,4 |
| 1.1. F. médicaux | 25 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 29 | 0,6 |
| 1.2. F. de réinsertion | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 38 | 0,8 |
| 1.3. P. de production | 40 | 1 | 0 | 1 | 0 | 26 | 0 | 0 | 67 | 1,5 |
| 1.4. C. subjectifs | 309 | 12 | 0 | 0 | 0 | 185 | 2 | 0 | 508 | 11,3 |
| 1.5. F. administratifs | 69 | 2 | 0 | 2 | 0 | 28 | 0 | 0 | 101 | 2,2 |
| 2. Dégâts matériels | | | | | | | | | | 0,0 |
| 2.1. C. dégâts matériels | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 2.2. F. administratifs | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 3. Frais de police et de justice | | | | | | | | | | 0,0 |
| 3.1. F. de police | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 3.2. F. de justice | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| **Total** | 2992 | 90 | 9 | 495 | 7 | 558 | 77 | 291 | 4518 | 100,0 |
| 1. D. aux personnes | 1597 | 17 | 0 | 440 | 0 | 506 | 66 | 262 | 2888 | 63,9 |
| 2. D. matériels | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 3. F. de police et de justice | 1395 | 74 | 9 | 54 | 7 | 52 | 11 | 28 | 1629 | 36,1 |
| **Total (en %)** | 66,2 | 2,0 | 0,2 | 10,9 | 0,1 | 12,4 | 1,7 | 6,4 | 100,0 | |
| 1. D. aux personnes | 53,4 | 18,3 | 0,0 | 89,0 | 0,0 | 90,7 | 85,8 | 90,3 | 63,9 | |
| 2. D. matériels | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| 3. F. de police et de justice | 46,6 | 81,7 | 100,0 | 11,0 | 100,0 | 9,3 | 14,2 | 9,7 | 36,1 | |

millions de francs[15]. Rapporté à la population résidante de la Ville, il s'élève à 143 francs par habitant. Par accident, il est de 1016 francs.

On retient ici le point de vue de la catégorie de transport dans la mesure où il présente l'avantage de respecter la logique du compte routier. On considère donc que seuls les coûts supportés par une personne appartenant à une autre catégorie que le responsable sont externes.

15. Pour les dommages aux personnes, la part des coûts supportés par l'assurance responsabilité civile (RC) de l'usager responsable est interne. Concernant les pertes de production, seule la part des transferts (indemnités journalières, rentes AVS et AI) ne faisant pas l'objet d'un retournement auprès de la RC du responsable est externe. Les coûts subjectifs supportés par la victime responsable, de même que par la victime non responsable appartenant à la même catégorie de véhicules, sont internes; pour les survivants (parents, conjoints ou enfants), seul le montant des compensations financières allouées est interne. Les frais administratifs des assurances sont externes, à l'exception de ceux relatifs aux assurances RC. La totalité des dégâts matériels (23,4 millions de francs, soit 48,7 % du coût social) est interne. Pour terminer, seul le 10 % des frais de police et de justice est interne.

Exprimés en centimes par kilomètre parcouru, ces résultats mettent en évidence le coût externe élevé imputable aux motocyclettes et aux cyclomoteurs durant l'année 1990 (tab. 8). On peut cependant rappeler qu' "(...) environ 70 % des accidents et 40 % des décès surviennent à l'intérieur des localités, qui n'enregistrent pourtant que 36 % des kilomètres parcourus" (Office fédéral de la statistique 1989, p. 30). L'importance de ce coût s'explique aussi par le fait que, durant l'année de référence, le nombre de tués en Ville de Neuchâtel est de 50 % supérieur à la moyenne de ces quinze dernières années; cette aggravation des conséquences des accidents est à l'origine d'une augmentation de la part relative du nombre de blessés graves par rapport au total des blessés et ce, principalement parmi les usagers et non-usagers les moins protégés (piétons, cyclistes et cyclomotoristes). Enfin, on notera que 49 % des victimes sont responsables de leur accident alors que cette part est de 77 % à l'échelle nationale. Cette différence influence largement la structure des coûts et en particulier celles des coûts externes.

**Tableau 8**
**Coût social et coût externe des accidents en Ville de Neuchâtel en 1990**

| Catégories de véhicules | Coût social des accidents | | | Coût externe des accidents | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | en 1000 frs/an | en % | en cts/km | en 1000 frs/an | en % | en cts/km |
| **Transport de personnes** | 40 300 | 90,8 | 28,4 | 3 878 | 93,4 | 2,7 |
| Cyclomoteurs | 5 116 | 11,5 | 62,3 | 558 | 13,4 | 6,8 |
| Motocyclettes | 5 039 | 11,4 | 140,1 | 495 | 11,9 | 13,8 |
| Voitures de tourisme | 29 718 | 67,0 | 23,2 | 2 809 | 67,7 | 2,2 |
| Autocars | 107 | 0,2 | 34,3 | 4 | 0,1 | 1,3 |
| Autobus | 137 | 0,3 | 34,3 | 5 | 0,1 | 1,3 |
| Trolleybus | 183 | 0,4 | 16,6 | 7 | 0,2 | 0,6 |
| **Transport de marchandises** | 4 070 | 9,2 | 23,1 | 273 | 6,6 | 1,5 |
| Voitures de livraison | 1 938 | 4,4 | 23,2 | 183 | 4,4 | 2,2 |
| Camions et tracteurs | 2 132 | 4,8 | 23,0 | 90 | 2,2 | 1,0 |
| **Total** | 44 370 | 100,0 | 27,8 | 4 151 | 100,0 | 3,0 |

## VI. REMARQUES CONCLUSIVES

Le bruit et les accidents sont classés par la population neuchâteloise parmi les nuisances les plus importantes du trafic routier. La valorisation de ces deux seules atteintes ne permet cependant pas de porter une appréciation définitive sur la manière dont chaque catégorie de véhicules couvre les coûts qu'elle génère. Toutefois, il est possible de mettre en lumière deux éléments : tout d'abord, les utilisateurs du système de transport ne supportent pas l'intégralité des coûts qu'ils engendrent; ensuite, on constate des écarts sensibles entre les différentes catégories de véhicules.

La politique des transports se doit de corriger cette source de dysfonctionnement. Le meilleur moyen de garantir une utilisation efficace du système de transport serait de mettre en place une *tarification kilométrique pigovienne*. L'internalisation du coût externe engendré par chaque usager permettrait alors d'aboutir à une équivalence entre le coût social du déplacement et les montants effectivement supportés. Le niveau de cette contribution devrait correspondre à la participation de chaque catégorie aux coûts du trafic

en conformité avec le principe *émetteur-payeur*. Si l'on renonce à une politique des transports basée sur l'internalisation des coûts externes, l'application de mesures d'incitation pourrait se justifier. Il s'agirait alors de promouvoir les moyens de transport qui minimisent les coûts externes par kilomètre et par voyageur. Bien qu'elle rende la structure du trafic plus efficace, une telle mesure présente l'inconvénient majeur, en abaissant le coût du déplacement, d'accroître la demande et le volume de transport.

## REFERENCES

ECOPLAN (1991), *Soziale Kosten von Verkehrsunfällen in der Schweiz*, Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements, Nr 186, Altdorf.

GROSCLAUDE P. (1991), *Evaluation du coût externe des accidents de la route en Ville de Neuchâtel*, IRER, Working Paper n° 9106, Neuchâtel.

NELSON J.P. (1978), *Economic Analysis of Transportation Noise Abatement*, Cambridge.

OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE (1989), Accidents de la circulation routière en Suisse 1988, Berne.

OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORÊTS ET DU PAYSAGE (1988), *Modèle de bruit du trafic routier dans les zones habitées*, Cahiers de l'environnement n° 15, Berne.

SCHWAB N. et SOGUEL N. (1991), *Evaluation des coûts humains générés par les accidents : examen critique des méthodes axé en particulier sur l'évaluation contingente*, IRER, Dossier n° 30, Neuchâtel.

SOGUEL N. (1991), *Evaluation du coût social du bruit généré par le trafic routier en Ville de Neuchâtel*, IRER, Working Paper n° 9105, Neuchâtel.

THOMA J. (1990), *Das gesamte Ausmass der Strassenverkehrsunfälle*, Bureau suisse de prévention des accidents, Berne.

## RÉSUMÉ

Une tarification des transports routiers au coût marginal social doit permettre aux usagers de prendre conscience des dommages causés à l'environnement (coûts externes). Une telle démarche nécessite toutefois une estimation monétaire préalable de ces atteintes. S'appuyant sur une étude réalisée à Neuchâtel, cet article esquisse une comparaison de l'importance relative attribuée par la population aux diverses nuisances du trafic. Après avoir envisagé les approches permettant de valoriser ces coûts, il présente les évaluations du bruit (méthode des loyers hédonistes) et des accidents (méthodes du coût de restauration, du capital humain et de la jurisprudence).



## ZUSAMMENFASSUNG

Die Festsetzung der Transportpreise durch die sozialen Grenzkosten soll den Nutzniessern ermöglichen, sich der Umweltschäden (externe Kosten) bewusst zu werden. Ein solcher Vorstoss verlangt jedoch eine vorhergehende monetarische Bewertung dieser Schäden. Mittels einer Studie aus Neuenburg legt dieser Artikel einen Vergleich dar, in welchem die Bevölkerung die verhältnismässige Wichtigkeit der verschiedenen Verkehrsbelästigungen beurteilt. Nachdem die unterschiedlichen Betrachtungsweisen der externen Kostenbewertung vorgestellt wurden, erläutert der Artikel die Lärm- (hedonistische Mietzinsmethode) und Unfallbewertungen (Wiederherstellungskosten-, Menschenkapital- und Rechtsprechungsmethode).



## SUMMARY

Pricing of road transport at social marginal cost should make users aware of the damage caused to the environment (external costs). Such an approach, however, requires a preliminary financial estimate of this damage. On the basis of a study carried out at Neuchâtel, this article outlines a comparison of the relative importance assigned by the population to the various forms of road traffic nuisance. After having considered the approaches which allow a value to be placed on these costs, the article presents evaluations of noise (hedonic rent method) and of road accidents (methods based on restitution costs, human capital and relevant case-law).