

**DEPARTEMENT
DU DEVELOPPEMENT**

Stratégie d'entreprise et
Economie des Transports



**LE BRUIT DES TRANSPORTS
EN ILE-DE-FRANCE**

Août 1992

Observatoire Economique
et Statistique des Transports

DOCUMENTATION

Réf. n°

CDAT
5309

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I - LES VEHICULES : une source de bruit

II - LES NORMES

III - LES TECHNIQUES DE REDUCTION DES EMISSIONS SONORES

- 1) Action à la source
- 2) Action sur les bâtiments
- 3) Action sur les infrastructures de circulation et leurs abords

IV - COUTS DES SOLUTIONS TECHNIQUES

- 1) Action à la source
- 2) Enrobé drainant
- 3) Isolation des façades
- 4) Ecran anti-bruit

V - COUT MOYEN GLOBAL

- 1) Voiture particulière
- 2) Transport en commun

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Les enquêtes et les sondages menés dans un grand nombre de pays de l'OCDE, dont la France, ont montré que la nuisance la plus souvent citée est le bruit subi à domicile. Ce résultat coïncide avec l'analyse des plaintes dans le domaine de l'environnement : le bruit fait l'objet du plus grand nombre de doléances. En ce qui concerne l'origine de la nuisance, si l'on se réfère au nombre de personnes gênées, la part prise par le bruit de la circulation est majeure ; elle est suivie par les bruits de voisinage ; le bruit des avions venant loin derrière. Le transport routier apparaît donc comme la principale cause de nuisance (1).

On peut définir le bruit comme tout phénomène acoustique qui, à partir d'un certain niveau, produit une sensation perçue comme désagréable ou gênante par une personne ou par un groupe de personnes.

Le bruit exerce, sur la santé et les comportements des personnes, des effets divers. Le bruit de la circulation ne peut pas porter irrémédiablement atteinte aux mécanismes de l'audition (contrairement aux sources industrielles ou du transport aérien (2)). Cependant, il perturbe les conversations, et plus généralement la communication (radio, TV, téléphone) et le sommeil. L'excès de bruit lorsqu'il est subit 12 heures et plus par jour, conduit à l'irritabilité, à la fatigue, au stress, à la perte d'acuité auditive, à la diminution de l'attention et de la qualité du travail. Enfin il peut amener des problèmes cardio-vasculaires et digestifs.

(1) Source : INRETS - LEN.

(2) Les médecins acousticiens ont mis en évidence, que l'exposition à des bruits supérieurs à 90 dB (A) pendant des périodes supérieures à 8 heures par jours pouvaient provoquer des atteintes graves des capacités auditives pouvant aller jusqu'à la surdité.

Bien des exemples de ces perturbations peuvent être donnés. Par exemple, en phase d'apprentissage, le bruit nuit au développement du langage, à l'apprentissage de la lecture...

Compte-tenu des résultats des nombreuses recherches menées sur les effets du bruit, et plus généralement sur ses répercussions, des normes ont été instaurées. Pour respecter cette réglementation, des actions sont entreprises, visant à réduire les émissions sonores; elles induisent un coût économique et social non négligeable.

Le bruit se mesure en décibels (dB(A)). Dans la vie courante, la population est généralement exposée à des bruits qui fluctuent entre 30 à 40 décibels (appartement ou bureau calme dans un quartier tranquille) et 80 à 90 décibels (radio très puissante, atelier, circulation intense mesurés à un mètre), voire davantage.

Cette étude se propose donc de définir le bruit émis par les véhicules, les normes en vigueur et les techniques de réductions des émissions sonores dans un premier temps pour ensuite déterminer, par l'approche du coût d'évitement, les coûts des solutions techniques et finalement un coût moyen global en Ile-de-France pour chaque zone.

I - LES VEHICULES : UNE SOURCE DE BRUIT

Le bruit d'une route ou d'une autoroute est le produit de la circulation des véhicules sur une chaussée. Chacun des véhicules à moteur (à explosion) constitue une source sonore en mouvement qui émet un bruit qui fluctue de façon importante.

Le bruit produit par chaque véhicule est dû principalement à la propulsion et au roulement des pneumatiques sur la chaussée.

Lorsqu'un véhicule circule à vitesse modérée, par exemple en ville, c'est en général le bruit de propulsion qui domine (bloc-moteur, système d'échappement, système de refroidissement, admission d'air). L'objectif essentiel des procédures d'homologation acoustique des véhicules consiste à mesurer cette caractéristique. Le régime du moteur et la puissance sont les deux variables principales déterminant ce bruit. A puissance et à régime égaux, les moteurs diesel émettent un bruit plus important.

Le niveau du bruit de roulement dépend du revêtement routier, des caractéristiques de la bande de roulement (pneumatiques) et de la vitesse du véhicule. A vitesse élevée, comme lors de la conduite sur autoroute, le bruit de roulement va contribuer largement au bruit total des automobiles et de nombreux véhicules utilitaires.

Dans la contribution des différentes catégories de véhicules au bruit total, les moyennes les plus importantes sont celles produites par les véhicules utilitaires lourds et par certains deux roues motorisés.

Le développement du réseau routier et l'accroissement marqué de la circulation en Ile-de-France ont engendré des nuisances sonores particulièrement importantes dans les zones

urbanisées. D'après les résultats de diverses enquêtes, plus du quart des habitants que compte l'Ile-de-France (soit plus de 2 700 000) sont exposés à des niveaux que l'on considère généralement aujourd'hui comme inacceptables, à savoir de plus de 65 dB(A) (1). La situation est particulièrement grave à l'intérieur de Paris où, selon les estimations, plus de la moitié de la population (soit plus de 1 000 000) est exposée chaque jour à des niveaux sonores de cet ordre, même tard dans la soirée. De plus, dans une grande partie des rues, le niveau atteint 80 dB(A) pendant cinq heures par jour au moins .

Parmi les lieux les plus exposés au bruit de la circulation, certains se trouvent dans les zones résidentielles situées en bordure des autoroutes et des voies rapides urbaines qui relient la périphérie de la zone agglomérée aux confins de la région.

Il y a environ 613 Km d'autoroutes et de voies rapides en Ile-de-France. Bien que ces voies représentent moins de 1% de l'ensemble du réseau, elles supportent plus du tiers de l'ensemble du trafic de la région (2). Ces routes supportent de jour comme de nuit un intense trafic local et de transit. On estime à 400 000 environ le nombre de personnes vivant en bordure des autoroutes et des voies rapides urbaines de la région ; près de la moitié d'entre elles habitent dans des zones critiques, "points noirs dus au bruit", où le bruit atteint ou dépasse 70 dB(A) voir 80 dB(A).

(1) Source : IRT - CERNE.

(2) Situation au 31.12.89 source DREIF.

II - LES NORMES

En 1971 , le ministère de l'environnement à créé une mission interministérielle chargée de veiller à ce que, dans tous les domaines de la vie publique, la qualité sonore soit prise en compte et chargée d'assurer le respect de la réglementation. Celle-ci foisonne de textes concernant les véhicules, les bâtiments publics, les logements, etc.

Retenons principalement qu'un recensement des voies bruyantes, directement intégré au plan d'occupation des sols (POS), est obligatoire depuis 1983 (1) ; que le seuil retenu pour le bruit d'une voie routière mesuré sur les façades des immeubles d'habitation riverains est de 65 dB(A) - au-delà, le constructeur (de la voie ou de l'habitation) doit prendre les mesures nécessaires à la protection des bâtiments atteints par le bruit (selon la règle du principe d'antériorité) (circulaire du 2 mars 1983 relative à la protection contre le bruit aux abords des infrastructures routières, cette action concerne principalement les voies nouvelles ; arrêté du 6 octobre 1978 modifié par l'arrêté du 23 février 1983 relatif à l'isolement acoustique des bâtiments contre les bruits de l'espace extérieur, cette action concerne les logements neufs exposés à plus de 65 dB(A) de jour) - et enfin que le Code de l'urbanisme considère le bruit comme une "nuisance grave".

(1) Circulaire du 30 mars 1983

L'homologation des véhicules à moteur est décidée par la Communauté Européenne depuis une dizaine d'années (1). La dernière directive de la CEE (2) entrée en vigueur en octobre 1988 et octobre 1989 est la suivante :

- voitures particulières
(9 sièges maximum) 77 dB(A)
- véhicules de livraison, petits bus
(< à 2 tonnes) 78 dB(A)
- véhicules de livraison, petits bus
(2 tonnes < poids < 3,5 tonnes) 79 dB(A)
- camions, bus
(> 3,5 tonnes et
< 150 Kw en puissance) 80/83 dB(A)
- camions, bus
(> 3,5 tonnes et
> 150 Kw en puissance) 83/84 dB(A)

Le niveau d'émission maximum autorisé a baissé, par rapport à 1982, de 4 dB(A) pour les véhicules légers et de 7 dB(A) pour les véhicules lourds en moyenne.

L'OCDE a proposé, en 1988, une procédure mondiale et seulement deux normes :

- 75 dB(A) pour motos, automobiles, véhicules de transport (passagers et marchandises) de moins de 150 Kw ;
- 80 dB(A) pour camions et autobus de plus de 150 Kw.

(1) Mesure du bruit d'un véhicule en marche (arrêté du 13 avril 1972 modifié par l'arrêté du 27 janvier 1988) : la mesure des bruits produits par les véhicules automobiles est effectuée au moyen d'un sonomètre. Les mesures sont faites, le véhicule étant à vide, dans une zone dégagée et suffisamment silencieuse (bruit ambiant et bruit du vent inférieurs d'au moins 10 dB(A) au bruit à mesurer). Le microphone est placé à 1,2 mètre au-dessus du sol et à une distance de 7,5 mètres de l'axe de marche. Elles simulent la conduite à faible vitesse en agglomération.

(2) Directive 84/424/CEE.

La lutte contre le bruit a été définie par les pouvoirs publics comme un impératif premier de l'aménagement urbain. Elle constitue depuis 1978 (avec la mise en application de l'arrêté du 6 octobre 1978 relatif à l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation vis-à-vis des bruits de l'espace extérieur) un objectif énoncé de la politique nationale ; les ministères chargés des transports, du logement, et de l'industrie, du plan et de l'environnement ont étendu et diversifié leurs interventions au cours de ces dernières années. C'est le cas en Ile-de-France où les autorités de tous niveaux travaillent ensemble à formuler et à mettre en oeuvre des programmes d'action. L'enjeu des réductions se situe dans une fourchette généralement comprise entre 10 et 15 dB(A).

III - LES TECHNIQUES DE REDUCTION DES EMISSIONS SONORES

Elles peuvent s'effectuer à trois niveaux :

- atténuation de la source elle-même ;
- protection des bâtiments ;
- protection collective le long des infrastructures ou protection des infrastructures elles-mêmes.

1) Action à la source

Pour diminuer à la source le bruit émis par les véhicules, diverses technologies existent (qui, pour certaines, sont déjà utilisées). Cette action peut permettre, dans les hypothèses les plus optimistes, de diminuer de 5 à 7 dB(A) le niveau sonore des véhicules légers et de 8 à 13 dB(A) celui des poids lourds (par rapport à la norme, CEE, en vigueur actuellement), par exemple, par un encapsulage des moteurs, amélioration des silencieux d'échappement. Ces mesures peuvent entraîner un léger accroissement du poids du véhicule mais pas d'augmentation de la consommation (1). C'est une action à long terme : il faudrait environ 10 ans pour renouveler le parc automobile. Elle est limitée dans son efficacité par le bruit de roulement prépondérant à grande vitesse.

Le bruit émis dépend aussi du nombre de sources sonores, et donc du débit des véhicules sur la voie. On constate que pour toute multiplication par deux d'un débit d'une catégorie de véhicules donnés, le niveau sonore augmente de 3 dB(A). Inversement des études ont montré que la gestion des flux de circulation ne permet pas de réduire suffisamment les débits pour parvenir à une réelle baisse des niveaux

(1) Source : PSA

sonores sur l'ensemble d'une agglomération (par un système de régulation des feux par exemple).

2) Action sur les bâtiments

La protection du bâti peut, aussi, être réalisée au niveau du récepteur par le renforcement de l'isolement acoustique des façades des bâtiments. L'efficacité est très bonne; une homogénéisation de la situation acoustique de chaque bâtiment est possible. Les points faibles d'une façade sont généralement les fenêtres. L'utilisation de vitrages isolants, ayant reçu le label confort "acotherm", permet d'obtenir des isolements acoustiques d'environ 40 dB(A) en moyenne, soit un surcoût d'isolement de 15 à 20 dB(A) par rapport à une fenêtre courante. Un très bon isolement implique de rendre la façade aussi étanche que possible, c'est-à-dire supprimer ou traiter les prises d'air (doublage des fenêtres, aménagement des ouvertures, ventilation). Mais, la situation extérieure reste identique et les riverains doivent apprendre à vivre avec les fenêtres fermées.

3) Action sur les infrastructures de circulation et leurs abords

Afin de limiter les nuisances et de les maintenir systématiquement en dessous du seuil tolérable, tous les projets actuels de construction de routes ou d'autoroutes en Ile-de-France sont réalisés en tenant compte dès émissions phoniques, ceci se traduisant par des actions dès la conception du projet. En revanche, pour les réalisations plus anciennes qui n'ont pas bénéficié au départ de protections sur les lieux, le rattrapage est très lent. Le constat fait par le conseil régional est simple : il y a le passé qu'il faut corriger, il y a l'avenir qu'il faut accompagner.

Les protections phoniques de rattrapage concernent les immeubles qui répondent simultanément à deux conditions :

- niveau de bruit en façade supérieur à 70 dB(A);
- immeubles construits avant la voie (règles d'antériorité).

Plusieurs solutions sont envisageables qui, prises isolément, sont rarement pleinement satisfaisantes ; cependant, certaines peuvent cumuler leurs effets.

a) Les écrans acoustiques ou "murs anti-bruit" constituent le moyen le plus connu et le plus utilisé. Ils conduisent à une réduction de 8 à 15 dB(A), 10 dB(A) en moyenne. Ce sont, par définition, tous les obstacles qui modifient la propagation du bruit et créent une zone "protégée".

Ils sont, avant tout, la traduction d'études acoustiques avec des contraintes propres de dimensions (hauteur, longueur), de formes (inclinaison, etc.) et de caractéristiques de matériaux (réfléchissant ou absorbant). L'ouvrage est fortement lié à son environnement, qu'il s'agisse des usagers de la route ou des riverains. L'écran anti-bruit est globalement conçu comme un ouvrage d'art au niveau des études de génie civil. Très concrètement, c'est un ouvrage routier à réaliser sous contraintes techniques fortes (emprise, circulation, ouvrages et équipements connexes, phasage des travaux) avec une espérance de vie réduite en raison du caractère agressif de son environnement (les accidents, la pollution urbaine).

Les matériaux utilisés sont : béton, bois, palplanches métalliques, verre, polycarbonate, mousse d'argile, métal.

Mais une contrainte d'environnement est également l'intrusion visuelle parfois gênante dans le paysage que

constitue un mur anti-bruit. Il nécessite une certaine place et il doit résister au vent.

Cependant, en plus de la modification du paysage, l'efficacité des écrans vis-à-vis des immcubles riverains décroît selon la hauteur de ces derniers. Elle devient nul pour les étages supérieurs des grands bâtiments.

b) La couverture complète des routes, la création d'un tunnel constitue le système idéal, mais est très coûteux.

Ces actions permettent une protection générale d'une zone, espaces extérieurs simultanément, et une amélioration de l'ensemble du bâti (sans modifier les habitudes des riverains).

Toute couverture de la voirie de plus de 300 mètres oblige à intégrer des données complexes et onéreuses comme l'éclairage, la ventilation et l'évacuation des gaz d'échappement. La couverture n'est donc que très rarement réalisée.

c) L'action sur le revêtement de chaussée est l'un des remèdes (avec l'isolement des façades efficace sous réserve de maintenir les fenêtres fermées) pour protéger les riverains du bruit du trafic routier en milieu urbain dense. En espace péri-urbain, un tel revêtement peut permettre d'éviter la construction de murs anti-bruit.

Les études relatives au bruit de roulement (bruit de contact pneumatique-chaussée) ont montré que le revêtement de la voie peut constituer un paramètre important. Il existe donc un enjeu de réduction du bruit par une conception judicieuse des chaussées. On sait depuis longtemps que les revêtements très inégaux (comme les pavés par exemple) font monter le niveau sonore et devraient être remplacés par des revêtements asphaltés.

Sur un revêtement fermé du type béton bitumeux dense ou béton de ciment, les vibrations proviennent des contraintes appliquées aux pneumatiques et de l'impact sur la chaussée. La résonance de l'air, pour sa part, est produite par le phénomène de compression/détente de l'air emprisonné entre le pneumatique et la chaussée (air pumping). A cause de leur porosité, les revêtements poreux se comportent différemment et absorbent ce phénomène.

Les enrobés poreux, également appelés enrobés drainants (4 cm d'épaisseur, 15 à 20 % de vide) représentent une technique d'avenir, dont l'emploi se développe. Ils procurent une atténuation d'au-moins 5 dB(A), en moyenne, par rapport aux revêtements classiques et aux enduits superficiels. Le gain peut atteindre 9 dB(A) sur les chaussées super épaisses en structure poreuse, c'est-à-dire que les riverains ont la sensation que le trafic automobile a été réduit de moitié (l'échelle des décibels est logarithmique et non pas linéaire ; une diminution de 3 dB(A) équivaut à un trafic divisé par deux). Ils apportent une atténuation supplémentaire du bruit de roulement et absorbent les autres bruits, d'origine mécanique. Leurs principales qualités sont les suivantes :

- réduction de l'émission sonore à l'extérieur du véhicule, particulièrement intéressante en milieu urbain ;

- réduction des bruits à l'intérieur des véhicules ;

- réduction des vibrations à l'intérieur du véhicule ;

- stockage temporaire des eaux pluviales ayant notamment pour effet la réduction des projections d'eau, qui est un facteur de sécurité, et l'amélioration des qualités d'adhérence à grande vitesse sur chaussées humides (diminution du risque d'aquaplaning) ;

Le choix d'une couche de roulement silencieuse commence à être considéré comme une alternative ou un complément intéressant aux autres méthodes constituant les moyens actuels pour la protection sonore des riverains des voies nouvelles.

IV - COUTS DES SOLUTIONS TECHNIQUES

La réduction du bruit par les techniques citées précédemment génère des coûts, qui font l'objet de l'évaluation suivante.

L'évaluation du coût social du bruit se fonde sur les dépenses à engager pour l'atténuer, c'est-à-dire le coût d'évitement. Ce choix s'oppose à la solution de l'évaluation du coût des dommages, évaluation très difficile à réaliser en raison d'une part de la difficulté de cerner les effets du bruit, de les mesurer et d'apprécier le cummul de ces effets sur de longues périodes.

Les dépenses comprennent :

- des coûts d'investissement ;
- des coûts d'exploitation (lorsque ceux-ci sont induits par les nouveaux aménagements).

Il s'agit d'estimer un coût économique pour la collectivité en considérant que l'évitement des nuisances nécessite des coûts d'investissement qui, du fait qu'il ne sont pas effectués dans le secteur productif, sont facteurs de dévalorisation de capital productif.

L'évaluation résulte d'un calcul d'actualisation, c'est-à-dire qu'il est estimé un cash flow annuel nécessaire pour équilibrer le coût d'évitement et les coûts d'entretien sur la base du taux d'actualisation préconisé par le Commissariat Général du Plan (8 %).

Ces sommes seront ramenées à un coût exprimé en véhicule/Km sur la base :

- du débit moyen journalier par Km de la voie considérée.

- d'un coefficient de passage du débit journalier au débit annuel égal à 300 ;

Les montants sont exprimés en francs 1990.

1) Action à la source (cf annexe 1)

. Elle permet un gain de 5 dB(A) environ des émissions du véhicule.

. Le coût d'investissement s'élève à environ 5 % du coût moyen d'un véhicule soit 69 070 francs (1) hors TVA (2) ou 3 453,48 francs.

La durée de vie moyenne d'un véhicule, en Ile-de-France, est de 7 ans (3).

. Le coût obtenu est ainsi de 0,05 franc par véhicule/Km, pour un parcours annuel moyen de l'ordre de 12 000 Km).

2) Enrobé drainant (cf annexe 2)

. Le choix de ce revêtement permet un gain de 5 dB(A).

. Le coût d'investissement, varie en fonction du nombre de voies. Il est de 1 500 000 francs hors TVA pour 1 Km de voirie à 2 voies (soit 7 mètres de large) (4).

(1) Source : Comité des Constructeurs Français d'Automobiles.

(2) TVA (moyenne sur l'année 90) : 24,25 %

(3) Source : Compte Transport de Voyageurs pour la Région d'Ile-de-France.

(4) Source : CETUR

La durée de vie retenue est de 50 ans.

. Le coût par véhicule/Km varie de 0,01 à 0,02 franc selon le nombre de voies et le débit considéré.

3) Isolation des façades (cf annexe 3)

. Cette amélioration des constructions procure un surcroît d'isolation de 15 dB(A).

. Le coût d'investissement est fonction du nombre moyen de logements par km de voie. En retenant par convention que les logements (1) se répartissent uniformément le long des voies (autoroutes, routes nationales, voies départementales et voies communales) (2) à l'intérieur des trois zones retenues : Paris, petite et grande couronne ; on aura :

- 1 098 logements/km à Paris ;
- 395 logements/km en petite couronne ;
- 93 logements/km en grande couronne.

La dépense moyenne par logement est de 15 000 francs (pour environ 12 m² d'ouvertures) (3).

La durée de vie est fixée à 25 ans.

. Le coût par véhicule/km varie fortement, pour des débits journaliers de 20 000 à 195 000 véhicules :

- 0,02 à 0,24 franc à Paris ;
- 0,01 à 0,09 franc en petite couronne ;
- 0,00 à 0,02 franc en grande couronne.

(1) Source : INSEE.

(2) Source : Ministère de l'Intérieur DGCL et SETRA.

(3) Source : CETUR.

4) Ecran anti-bruit (cf annexe 4)

. La construction de ces ouvrages permet un gain de 10 dB(A) en moyenne.

. Le coût d'investissement s'élève à 12 millions de francs par Km de voirie pour un écran de 3 à 4 mètres de haut, implanté de chaque côté de la voirie (soit 6 000 francs par mètre linéaire (1)) soit environ 2 à 3 % du coût de réalisation de 1 km de voirie (2 x 3 voies au sol).

La durée de vie retenue est de 50 ans.

. Le coût d'exploitation, correspondant à un entretien (nettoisement, réparation de dommages) est de 3 millions de francs par an et par Km de voirie (2).

. Le coût total par véhicule/Km fluctue, pour un débit journalier de 80 000 à 195 000 véhicules (3), entre 0,07 et 0,16 franc.

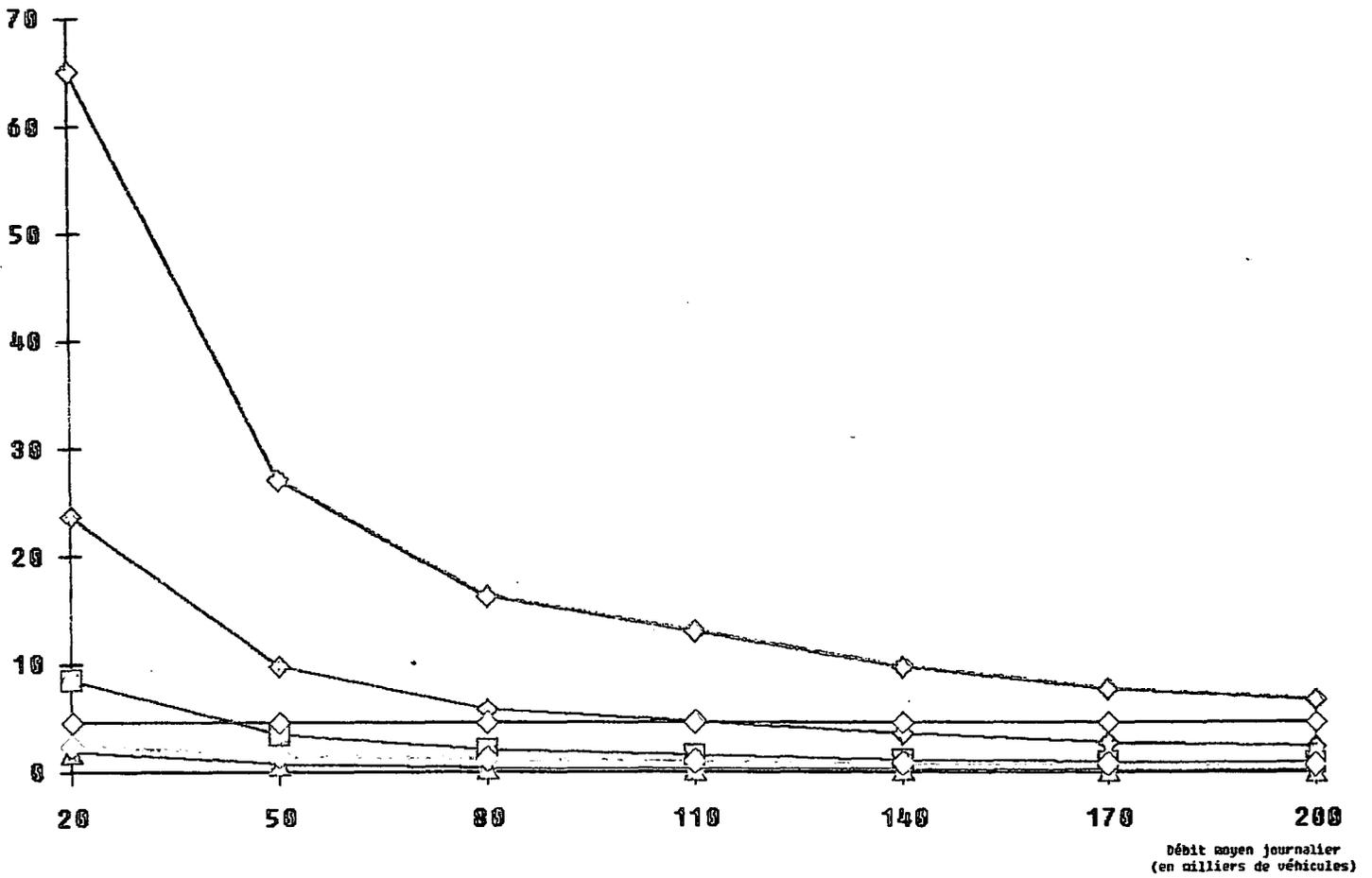
(1) Source : CETUR.

(2) Source : Ville de Paris.

(3) En deça, il ne paraît pas justifié de réaliser des écrans anti-bruit car les autres techniques s'avèrent suffisantes et d'un coût inférieur.

COÛT d'ÉVITEMENT par TECHNIQUE

coût
(en centimes par véhicule / km)



- | | | |
|-------------------------------------|---|---|
| ◇ Façade - Gain 15dB (A) - Paris | □ Façade - Gain 15dB (A) - Pte Couronne | △ Façade - Gain 15dB (A) - Gde Couronne |
| ◇ Action à la source - Gain 5dB (A) | ◇ Enrobé drainant - Gain 5dB (A) | ◇ Ecran anti-bruit - Gain 10 dB (A) |

V - COUT MOYEN GLOBAL

1) Voiture particulière

Pour atteindre la fourchette de 60 à 65 dB(A) en référence aux normes en vigueur, il est nécessaire de combiner les différentes technologies. La réalisation d'une simulation des différentes combinaisons, pour chaque type de voie compte tenu de leur différence de débit, permet ainsi de dégager celles s'approchant le plus du but recherché à un moindre coût.

On différenciera les résultats obtenus à l'intérieur et à l'extérieur des habitations.

Les voies à grandes circulation (6 à 8 voies) : autoroutes (150 000 véhicules/km/jour en moyenne) et voies rapides dont le périphérique parisien (195 000 véhicules/km/jour) produisent un bruit supérieur à 80 voire 85 dB(A).

Les 15 à 20 dB(A) exédentaires pourront être évités grâce à une amélioration du véhicule (0,05 franc), un revêtement routier en enrobé drainant (0,01 franc) et un écran anti-bruit (0,07 à 0,09 franc).

Une dépense de 0,12 à 0,14 franc par véhicule/km est nécessaire pour atteindre 65 dB(A) environ à l'extérieur.

L'isolation des façades pourra être réalisée pour un coût très faible en grande couronne et pouvant aller jusqu'à 0,03 franc dans le centre.

Substituée à l'écran elle permet d'obtenir de meilleurs résultats à l'intérieur mais inférieurs à l'extérieur pour un coût de 0,06 à 0,09 franc (action à la source + enrobé drainant + isolation des façades).

En supplément des autres techniques, l'isolation des façades permet d'augmenter le confort, pour toutes les populations concernées, pour un coût qui varierait de 0,12 à 0,18 franc par véhicule/km (action à la source + enrobé drainant + écran antibruit + isolation des façades) (cf. annexe 5 et 6).

Les autres voies, où le bruit mesuré est plus bas, entre 70 et 80 dB(A) (pour des trafics de 20 000 à 80 000 véhicules/Km/jour), en milieu urbain ou péri-urbain, les écrans anti-bruit ne sont pas indispensables et en tout état de cause leur implantation n'est pas concevable. Une réduction des émissions à la source, et la pose d'enrobés drainants permettront une diminution du bruit de 10 dB(A) environ pour 0,06 à 0,07 franc par véhicule/Km. Dans les cas les plus critiques (80 000 véhicules/km/jour) l'isolation des façades pourra être réalisée pour un supplément de 0,01 à 0,06 franc par véhicule/Km (cf annexes 7 à 10).

Pour tenter d'établir un coût moyen global pour chaque zone, il faut tenir compte de la longueur de chaque type de réseau routier et du pourcentage de la population exposée, de la région Ile-de-France : Paris, petite couronne et grande couronne.

Plus de la moitié de la population de Paris et plus d'un quart de la population du reste de la région d'Ile-de-France est exposée à des niveaux sonores supérieurs à l'objectif de contenir le bruit dans une fourchette comprise entre 60 et 65 dB(A). Les autoroutes et les voies rapides représentent 4% de la longueur du réseau routier de Paris et 3 % de celui de la petite couronne et de la grande couronne (1).

(1) Réseau routier d'Ile-de-France (autoroutes, routes départementales et voies communales) :

- Paris : 1 189 km
- Petite couronne : 4 351 km
- Grande couronne : 18 504 km

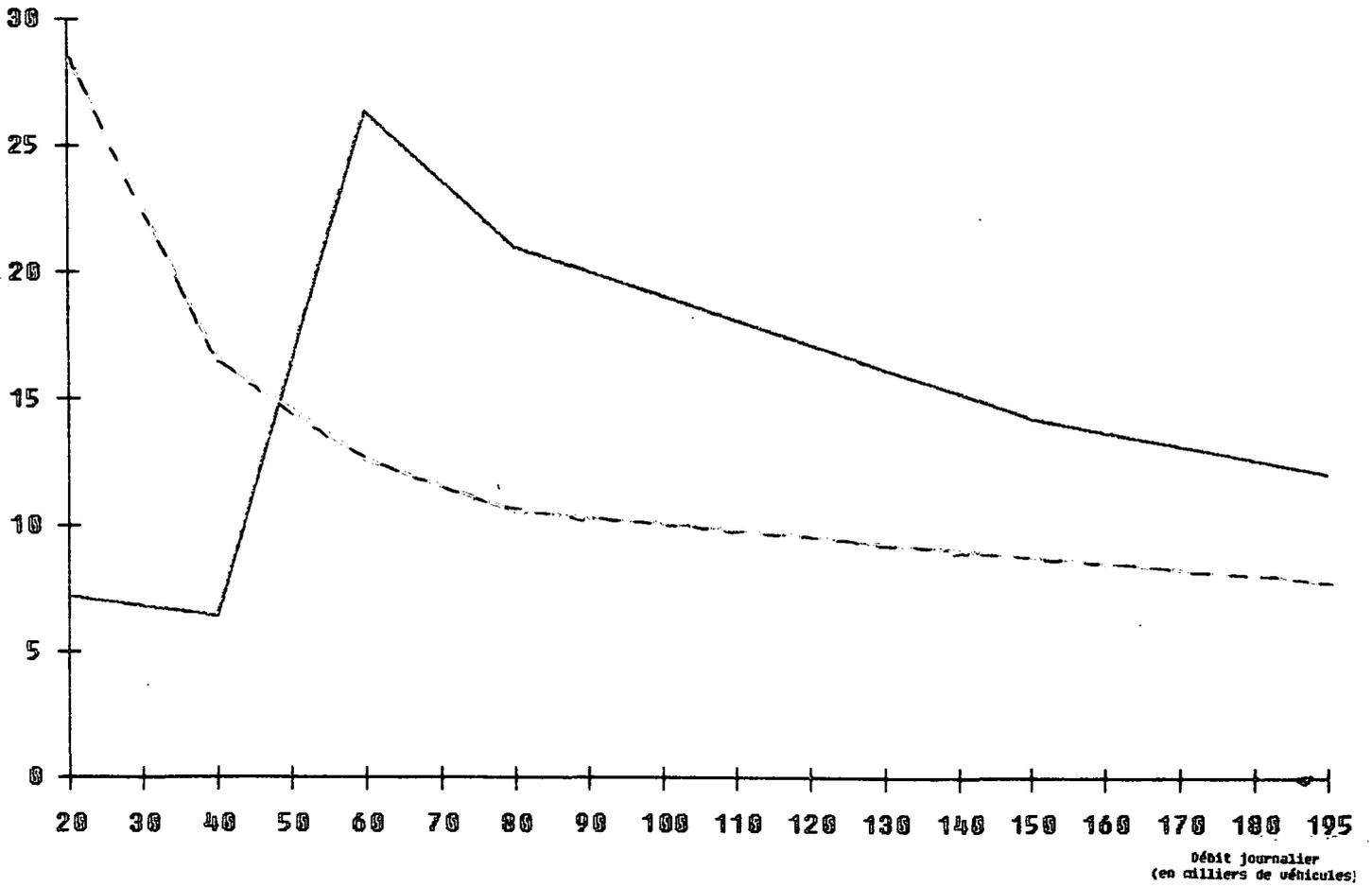
Source : Ministère de l'Intérieur DGCL et SETRA

Sur ces bases on obtient un coût moyen d'évitement du bruit par véhicule/km de 0,06 franc à Paris et en petite couronne et de 0,05 franc en grande couronne pour obtenir un niveau d'environ 65 dB(A).

Mais pour améliorer le niveau de confort à l'intérieur des habitations, il convient d'intégrer un coût d'isolation des façades (qui peut dans certains cas se substituer à d'autres techniques). Les coûts, par véhicules/km, sont alors supérieurs : 0,15 franc à Paris ; 0,07 franc en petite couronne ; mais identique en grande couronne : 0,05 franc.

COÛT d'ÉVITEMENT des ÉMISSIONS à PARIS

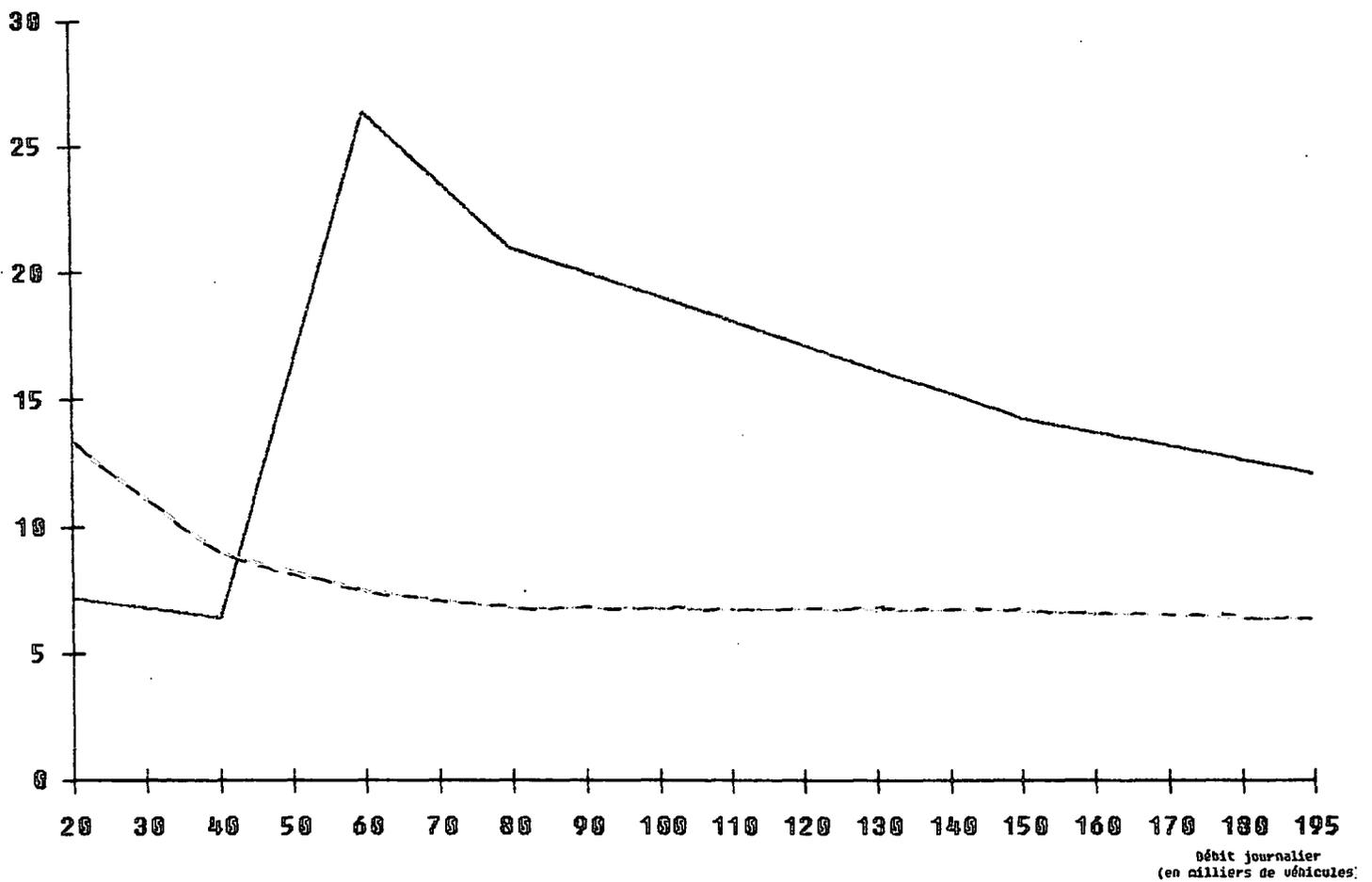
Coût
(en centimes par véhicule / km)



— Bruit mesuré sans isolation des façades < 65 dB (A) -- Bruit mesuré avec isolation des façades < 60 dB (A)

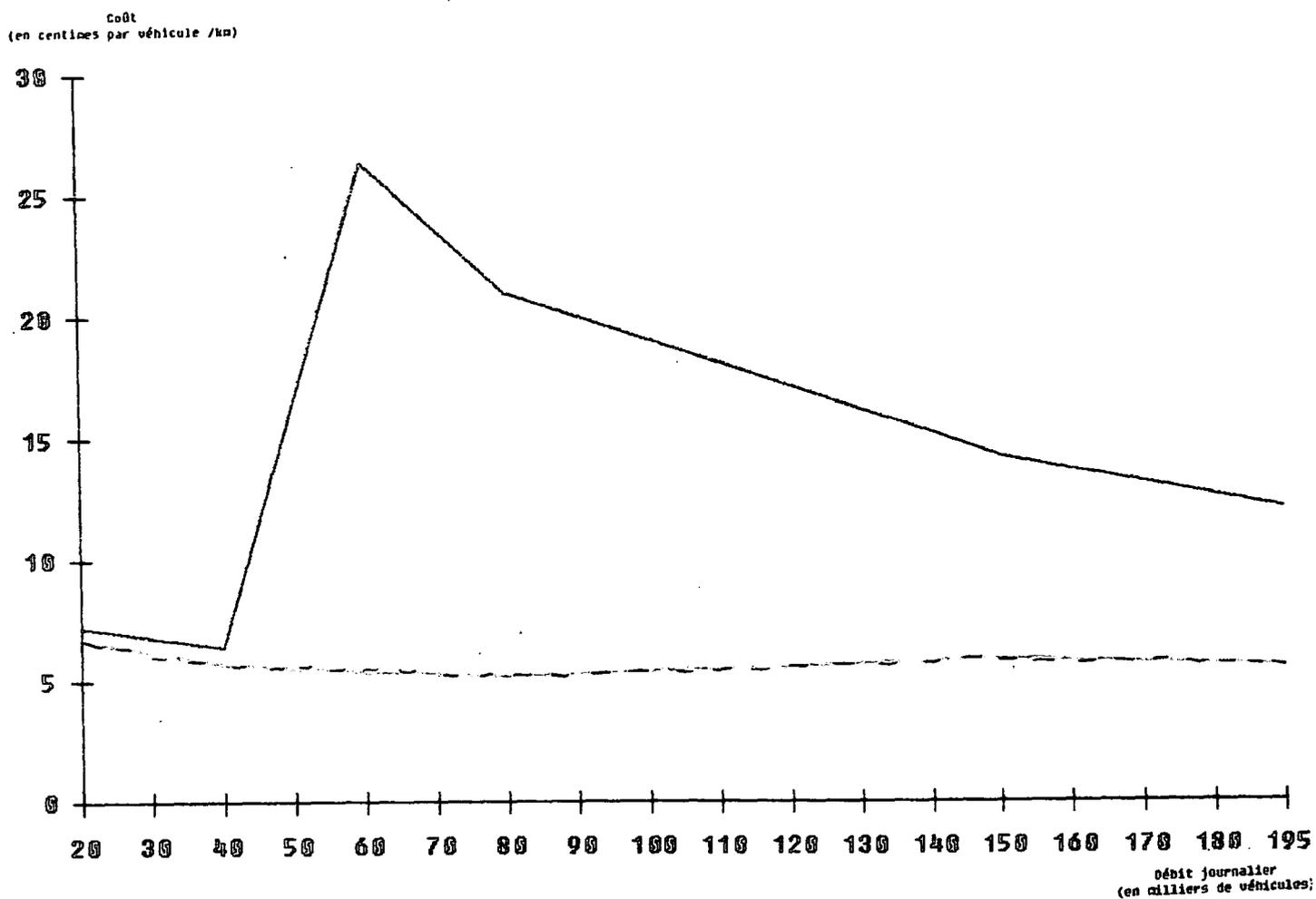
**COUT d'EVITEMENT des EMISSIONS
en PETITE COURONNE**

Coût
(en centimes par véhicule /km)



— Bruit mesuré sans isolation des façades < 65 dB (A) -- Bruit mesuré avec isolation des façades < 60 dB (A)

**COUT d'EVITEMENT des EMISSIONS
en GRANDE COURONNE**



— Bruit mesuré sans isolation des façades < 65 dB (A) -- Bruit mesuré avec isolation des façades < 60 dB (A)

2) Transports en commun

On constate que la part imputable aux transports en commun routiers n'est pas significative. Le bus génère unitairement des émissions plus importantes que la voiture ; cependant le coût social du bruit des bus peut être considéré comme nul car leur trafic représente moins de 0,5 % du trafic total.

Cependant, le bruit émis par les transports en commun ferrés, de la RATP et de la SNCF (métro, RER, train), est à prendre en considération.

Les transmissions de vibrations souterraines ne seront pas ici comptabilisées du fait que les exploitants pallient ces nuisances dans le cadre de modification des installations ou lors d'opération de gros entretien. On considérera donc que seuls les tronçons en aérien provoquent des nuisances. Le réseau représente :

- 223 km à Paris (dont 31 km aérien)
- 326 km en petite couronne (dont 256 km aérien)
- 1 034 km en grand couronne (la totalité en aérien).

Le coût social du bruit des transports ferrés a été calculé par recours à la méthode du coût d'évitement (comme pour le coût des voitures particulières).

L'isolation des façades exposées permettrait de respecter les normes en vigueur.

Le coût d'isolation des façades est identique à celui estimé pour le réseau routier.

Pour les modes ferroviaires le nombre de voyageurs/km, en région Ile-de-France, est de 18 686 millions (dont RATP : RER = 3 810, Métro = 5 883 et SNCF : 8 993).

La clé de répartition, par zone, retenue est (1):

- Paris 40 %
- Petite couronne 30 %
- Grande couronne 30 %

Les coûts résultant, en francs 1990, par voyageur/km sont estimés à :

PARIS	PETITE COURONNE	GRANDE COURONNE
0,01	0,02	0,02

(1) Calcul réalisé à partir de données RATP et SNCF

CONCLUSION

L'un des effets négatifs des activités de transport est le bruit dû aux transports routiers.

Dans la CEE, les normes d'émission sont progressivement renforcées. De plus, les pouvoirs publics français ont défini la lutte contre le bruit comme un impératif premier de l'aménagement urbain.

L'évaluation du coût social du bruit a été réalisé ici par recours à la méthode du coût d'évitement, fondée sur l'estimation des dépenses à engager pour réduire la nuisance à un bruit inférieur à 65 dB(A) voire 60 dB(A).

La réduction des nuisances peut être obtenue par différentes techniques :

- une action à la source ;
- un revêtement routier de type enrobé drainant ;
- la construction de murs anti-bruit ;
- une meilleure isolation des façades d'immeubles.

La fourchette de coûts résultants est de :

- 0,06 à 0,16 franc par véhicule/km à Paris ;
- 0,06 à 0,07 franc en petite couronne ;
- 0,05 franc en grande couronne.

Pour que chacun puisse évoluer dans un environnement respectant les normes à l'intérieur des bâtiments comme à l'extérieur le coût social du bruit, en francs 1990 par véhicule/km, est estimé à :

PARIS	PETITE COURONNE	GRANDE COURONNE
0,16 F	0,08 F	0,06 F

Ce coût est totalement imputable aux voitures particulières car la part des transports en commun routiers n'est pas significative.

Le bruit émis par les transports ferrés, valorisé par la même méthode, s'avère très nettement inférieur.

Les coûts, en francs 1990, par voyageur/km sont les suivants :

	Paris	Petite Couronne	Grande Couronne
Voiture Particulière	0,12	0,06	0,05
Transport en commun	0,01	0,02	0,02

Le coût d'évitement du bruit représente, selon la zone considérée de 4 à 10 % du coût économique et financier (supporté par les usagers et les collectivités publiques) de la voiture particulière en Ile-de-France et 1 à 2 % de celui du transport en commun (1).

(1) Source : Compte transport de voyageurs de la région d'Ile-de-France

ANNEXES

ANNEXE 1

ACTION A LA SOURCE

ACTUALISATION

ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00
INVESTISSEMENT	3453,48						
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
REVENUS	614,00	614,00	614,00	614,00	614,00	614,00	614,00
CASH FLOWS	-2839,48	614,00	614,00	614,00	614,00	614,00	614,00
CASH FLOWS ACTUALISES	-2839,48	568,52	526,41	487,41	451,31	417,88	386,92
TAUX ACTUALISATION	0,08						
ANNEE DE REFERENCE	1,00						
BENEFICE ACTUALISE	-1,03						
DUREE DE VIE (en Km)	12000,00						
COUT véhicule/Km	0,05						

ANNEXE 2

ENROBES DRAINANT	2	voies									
ACTUALISATION											
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	50.00
INVESTISSEMENT	1500000.00										
COUT D'EXPLOITATION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REVENUS	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50
CASH FLOWS	-1386468.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50	113531.50
CASH FLOWS ACTUALISES	-1386468.50	105121.76	97334.96	90124.97	83449.04	77267.63	71544.10	66244.54	61337.54	56794.02	2614.28
TAUX ACTUALISATION	0.08										
ANNEE DE REFERENCE	1.00										
BENEFICE ACTUALISE	-3.27										
DEBIT											
(journalier/Km de voie)	20000.00	40000.00									
JOURS (ouvrables)	300.00	300.00									
TX D'OCCUPATION	1.00	1.00									
TRAFIC	6000000.00	12000000.00									
COUT véhicule/Km	0.02	0.01									

ENROBES DRAINANT	3	voies									
ACTUALISATION											
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	50.00
INVESTISSEMENT	2250000,00										
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
REVENUS	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50
CASH FLOWS	-2079702,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50	170297,50
CASH FLOWS ACTUALISES	-2079702,50	157682,87	146002,66	135187,65	125173,75	115901,62	107316,31	99366,96	92006,44	85191,15	3921,43
TAUX ACTUALISATION	0.08										
ANNEE DE REFERENCE	1.00										
BENEFICE ACTUALISE	-1.60										
DEBIT											
(journalier/Km de voie)	20000,00	40000,00									
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00									
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00									
TRAFIC	6000000,00	12000000,00									
COUT véhicule/Km	0,03	0,01									

ENROBES DRAINANT		4 voies										
ACTUALISATION												
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	50.00	
INVESTISSEMENT	3000000,00											
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
REVENUS	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	
CASH FLOWS	-2772936,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	227063,50	
CASH FLOWS ACTUALISES	-2772936,50	210243,98	194670,35	180250,33	166898,45	154535,60	143088,52	132489,37	122675,34	113588,28	5228,57	
TAUX ACTUALISATION	0,08											
ANNEE DE REFERENCE	1,00											
BENEFICE ACTUALISE	0,07											
DEBIT												
(journalier/Km de voie)	40000,00	60000,00	80000,00									
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00	300,00									
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00	1,00									
TRAFIC	12000000,00	18000000,00	24000000,00									
COUT véhicule/Km	0,02	0,01	0,01									

ENROBES DRAINANT	5	voies									
ACTUALISATION											
ANNEE	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	50,00
INVESTISSEMENT	3750000,00										
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
REVENUS	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50
CASH FLOWS	-3466170,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50	283829,50
CASH FLOWS ACTUALISES	-3466170,50	262805,09	243338,05	225313,01	208623,16	193169,59	178860,73	165611,79	153344,25	141985,41	6535,72
TAUX ACTUALISATION	0,08										
ANNEE DE REFERENCE	1,00										
BENEFICE ACTUALISE	1,74										

DEBIT			
(journalier/Km de voie)	40000,00	60000,00	80000,00
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00	300,00
TK D'OCCUPATION	1,00	1,00	1,00
TRAFIC	12000000,00	18000000,00	24000000,00
COUT véhicule/Km	0,02	0,02	0,01

ENROBES DRAINANT		6	voies									
ACTUALISATION												
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	50.00	
INVESTISSEMENT	4500000,00											
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
REVENUS	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	
CASH FLOWS	-4159404,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	340595,50	
CASH FLOWS ACTUALISES	-4159404,50	315366,20	292005,74	270375,69	250347,86	231803,57	214632,94	198734,20	184013,15	170382,55	7842,87	
TAUX ACTUALISATION	0,08											
ANNEE DE REFERENCE	1,00											
BENEFICE ACTUALISE	3,40											
DEBIT												
(journalier/Km de voie)	80000,00	150000,00										
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00										
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00										
TRAFIC	24000000,00	45000000,00										
COUT véhicule/Km	0,01	0,01										

ENROBES DRAINANT	8	voies									
ACTUALISATION											
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	50.00
INVESTISSEMENT	6000000,00										
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
REVENUS	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00
CASH FLOWS	-5545873,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00	454127,00
CASH FLOWS ACTUALISES	-5545873,00	420487,96	389340,71	360500,65	333796,90	309071,21	286177,04	264978,74	245350,69	227176,56	10457,15
TAUX ACTUALISATION	0,08										
ANNEE DE REFERENCE	1,00										
BENEFICE ACTUALISE	0,13										
DEBIT											
(journalier/Km de voie)	150000,00	195000,00									
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00									
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00									
TRAFIC	45000000,00	58500000,00									
COUT véhicule/Km	0,01	0,01									

ANNEXE 3

FACADES

Paris

ACTUALISATION

ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	25.00
INVESTISSEMENT	16470000.00										
COUT D'EXPLOITATION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
REVENUS	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50
CASH FLOWS	-15041398,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50	1428601,50
CASH FLOWS ACTUALISES	-15041398,50	1322779,17	1224795,52	1134069,93	1050064,75	972282,18	900261,27	833575,25	771828,94	714656,42	225289,51
TAUX ACTUALISATION	0.08										
ANNEE DE REFERENCE	1.00										
BENEFICE ACTUALISE	1.38										

DEBIT

(journalier/Km de voie)	20000,00	40000,00	60000,00	80000,00	150000,00	195000,00
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TRAFFIC	6000000,00	12000000,00	18000000,00	24000000,00	45000000,00	58500000,00
COUT véhicule/Km	0,24	0,12	0,08	0,06	0,03	0,02

FACADES	Petite Couronne										
ACTUALISATION											
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	25.00
INVESTISSEMENT	5925000,00										
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
REVENUS	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00
CASH FLOWS	-5411068,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00	513932,00
CASH FLOWS ACTUALISES	-5411068,00	475862,96	440613,85	407975,79	377755,36	349773,48	323864,34	299874,39	277661,47	257093,95	81046,74
TAUX ACTUALISATION	0,08										
ANNEE DE REFERENCE	1,00										
BENEFICE ACTUALISE	-2,20										
DEBIT											
(journalier/Km de voie)	20000,00	40000,00	60000,00	80000,00	150000,00	195000,00					
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00					
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
TRAFIC	6000000,00	12000000,00	18000000,00	24000000,00	45000000,00	58500000,00					
COUT véhicule/Km	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01					

FACADES		Grande Couronne										
ACTUALISATION												
ANNEE	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	25.00	
INVESTISSEMENT	1395000,00											
COUT D'EXPLOITATION	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
REVENUS	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	
CASH FLOWS	-1273998,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	121002,00	
CASH FLOWS ACTUALISES	-1273998,00	112038,89	103739,71	96055,29	88940,08	82351,93	76251,79	70603,50	65373,62	60531,13	19081,94	
TAUX ACTUALISATION	0,08											
ANNEE DE REFERENCE	1,00											
BENEFICE ACTUALISE	2,81											
DEBIT												
(journalier/Km de voie)	20000,00	40000,00	60000,00	80000,00	150000,00	195000,00						
JOURS (ouvrables)	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00						
TX D'OCCUPATION	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						
TRAFIC	6000000,00	12000000,00	18000000,00	24000000,00	45000000,00	58500000,00						
COUT véhicule/Km	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00						

ANNEXE 5

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

195000

Nombre de voies

6 ou 8

Bruit perçu sans action (en dB(A))

84

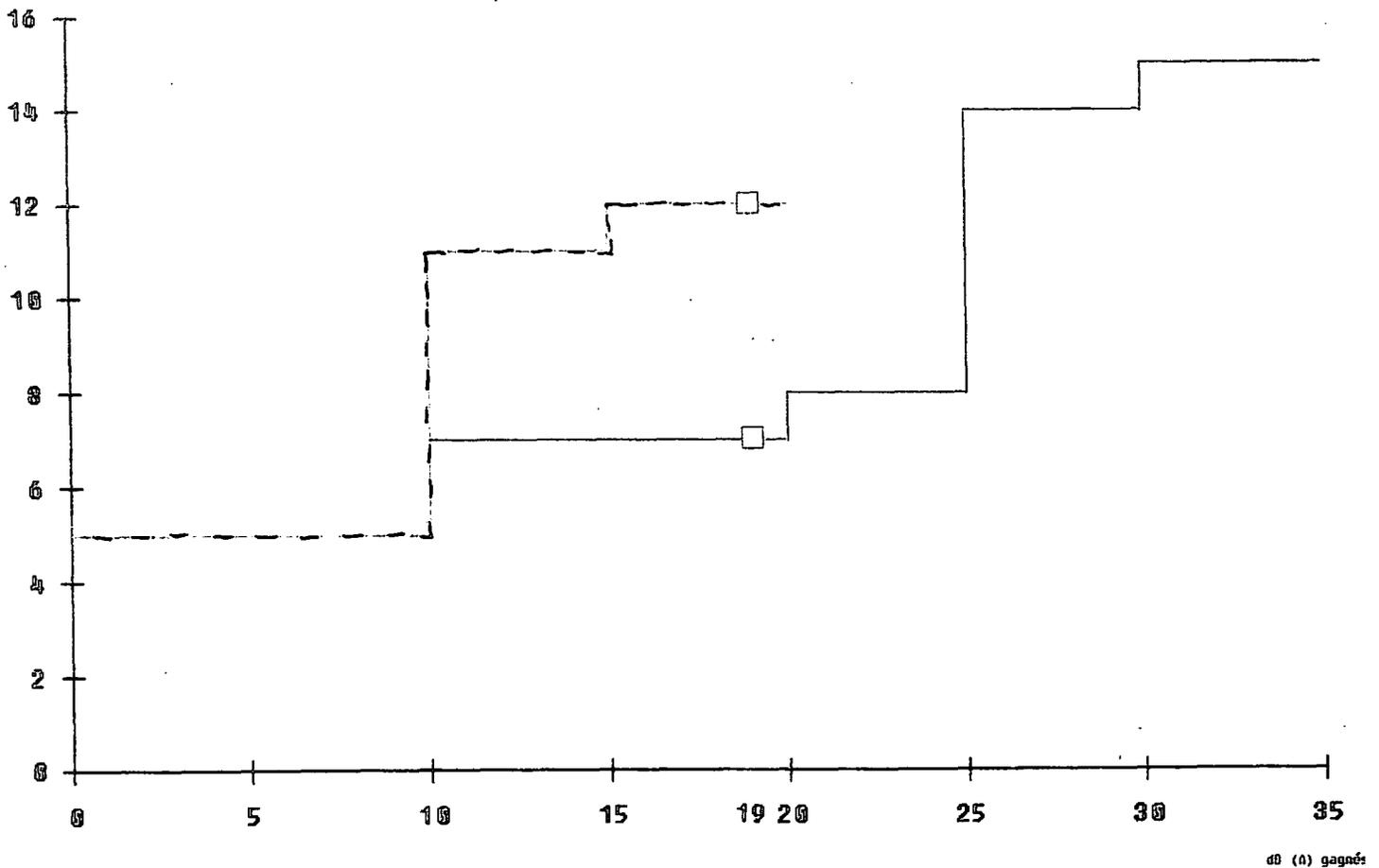
En francs 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total		
			Paris	PC	OC		Paris	PC	OC
Coût	0.047						0.05	0.05	0.05
dB(A) gagnés	5						5	5	5
Coût	0.047	0.007					0.05	0.05	0.05
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10
Coût	0.047		0.024	0.009	0.002		0.07	0.06	0.05
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20
Coût	0.047	0.007	0.024	0.009	0.002		0.08	0.06	0.06
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25
Coût	0.047					0.067	0.11	0.11	0.11
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15
Coût	0.047	0.007				0.067	0.12	0.12	0.12
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20
Coût	0.047		0.024	0.009	0.002	0.067	0.14	0.12	0.12
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30
Coût	0.047	0.007	0.024	0.009	0.002	0.067	0.15	0.13	0.12
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35

Niveau de bruit obtenu	
Intérieur	79
Extérieur	79
Intérieur	74
Extérieur	74
Intérieur	64
Extérieur	79
Intérieur	59
Extérieur	74
Intérieur	69
Extérieur	69
Intérieur	64
Extérieur	64
Intérieur	54
Extérieur	69
Intérieur	49
Extérieur	64

COÛT d'ÉVITEMENT des EMISSIONS
 pour un débit de 195 000 véhicules/jour à 6 ou 8 voies
 Bruit perçu sans action : 84 dB (A)
 Exemple : périphérique parisien

Coût
 (en centimes par véhicule /km)



— Toutes zones sans isolation des façades — Paris avec isolation des façades

□ Norme 65 dB (A)

ANNEXE 6

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

150000

Nombre de voies

6 ou 8

Bruit perçu sans action (en dB(A))

82

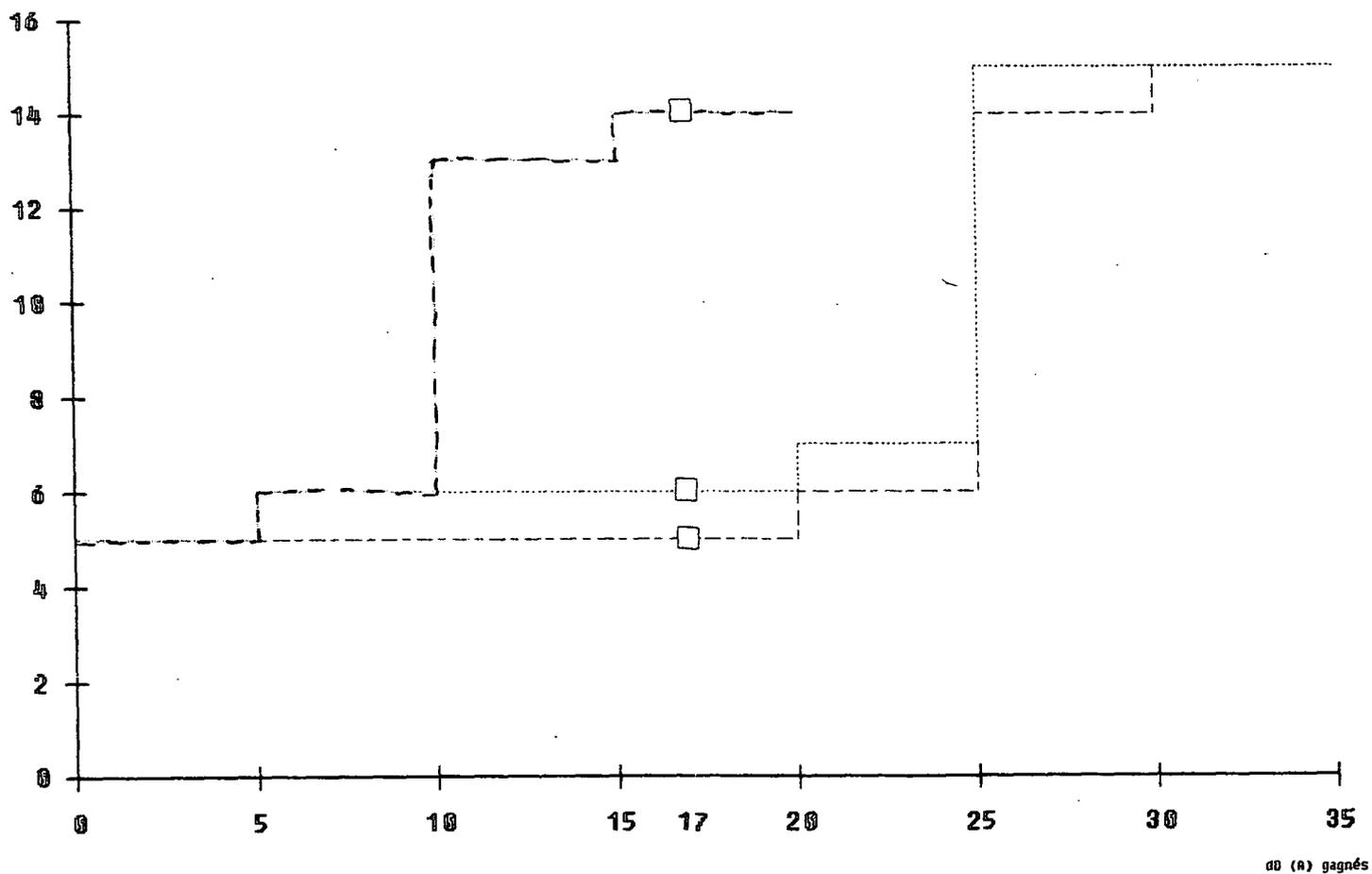
En france 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total		
			Paris	PC	GC		Paris	PC	GC
Coût	0,047						0,05	0,05	0,05
dB(A) gagnés	5						5	5	5
Coût	0,047	0,009					0,06	0,06	0,06
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10
Coût	0,047		0,032	0,011	0,003		0,08	0,06	0,05
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20
Coût	0,047	0,009	0,032	0,011	0,003		0,09	0,07	0,06
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25
Coût	0,047					0,087	0,13	0,13	0,13
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15
Coût	0,047	0,009				0,087	0,14	0,14	0,14
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20
Coût	0,047		0,032	0,011	0,003	0,087	0,17	0,15	0,14
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30
Coût	0,047	0,009	0,032	0,011	0,003	0,087	0,18	0,15	0,15
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35

Niveau de bruit obtenu	
Interieur	77
Extérieur	77
Interieur	72
Extérieur	72
Interieur	62
Extérieur	77
Interieur	57
Extérieur	72
Interieur	67
Extérieur	67
Interieur	62
Extérieur	62
Interieur	52
Extérieur	67
Interieur	47
Extérieur	62

COUT d'EVITEMENT des EMISSIONS
pour un débit de 150 000 véhicules/jour & 6 ou 8 voies
Bruit perçu sans action : 82 dB (A)
Exemple : autoroute A6 (PC et GC)

Coût
(en centimes par véhicule /km)



dB (A) gagnés

- - - Toutes zones sans isolation des façades
- - - Gde Couronne avec isolation des façades
- - - Pte Couronne avec isolation des façades

□ Norme 65 dB (A)

ANNEXE 7

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

80000

Nombre de voies

5 ou 6

Bruit perçu sans action (en dB(A))

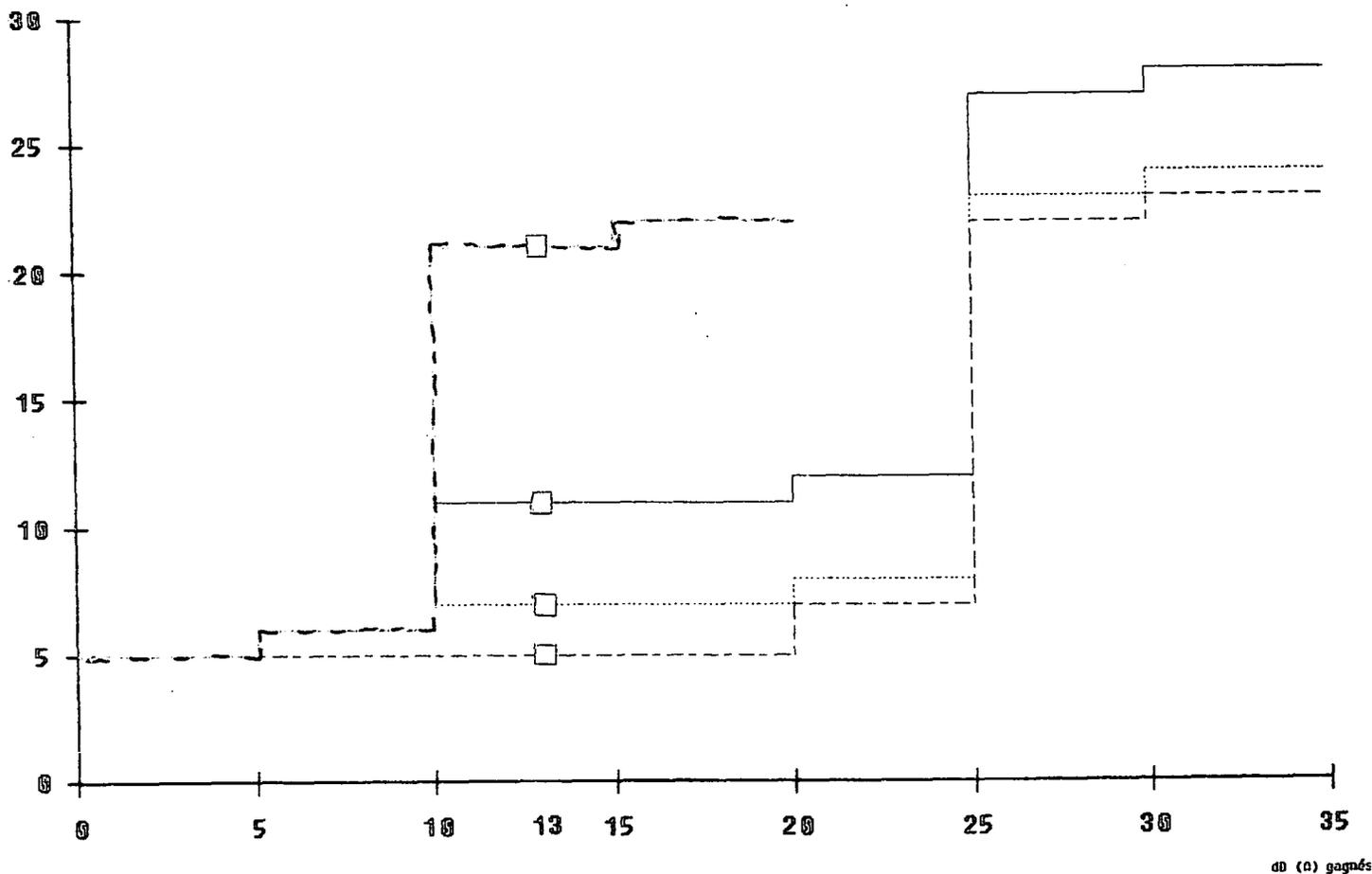
78

En france 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total			Niveau de bruit obtenu
			Paris	PC	OC		Paris	PC	OC	
Coût	0.047						0.05	0.05	0.05	Interieur 73
dB(A) gagnés	5						5	5	5	Extérieur 73
Coût	0.047	0.013					0.06	0.06	0.06	Interieur 68
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10	Extérieur 68
Coût	0.047		0.059	0.021	0.005		0.11	0.07	0.05	Interieur 58
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20	Extérieur 73
Coût	0.047	0.013	0.059	0.021	0.005		0.12	0.08	0.07	Interieur 53
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25	Extérieur 68
Coût	0.047					0.163	0.21	0.21	0.21	Interieur 63
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15	Extérieur 63
Coût	0.047	0.013				0.163	0.22	0.22	0.22	Interieur 58
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20	Extérieur 58
Coût	0.047		0.059	0.021	0.005	0.163	0.27	0.23	0.22	Interieur 48
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30	Extérieur 63
Coût	0.047	0.013	0.059	0.021	0.005	0.163	0.28	0.24	0.23	Interieur 43
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35	Extérieur 58

COÛT d'ÉVITEMENT des EMISSIONS
 pour un débit de 80 000 véhicules/jour & 5 ou 6 voies
 Bruit perçu sans action : 78 dB (A)
 Exemple : Quai de Seine - Paris

Coût
 (en centimes par véhicule / km)



— Toutes zones sans isolation des façades — Paris avec isolation des façades Pte Couronne avec isolation des façades - - - Gde Couronne avec isolation des façades

□ Norme 65 dB (A)

ANNEXE 8

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

60000

Nombre de voies

4 ou 5

Bruit perçu sans action (en dB(A))

77

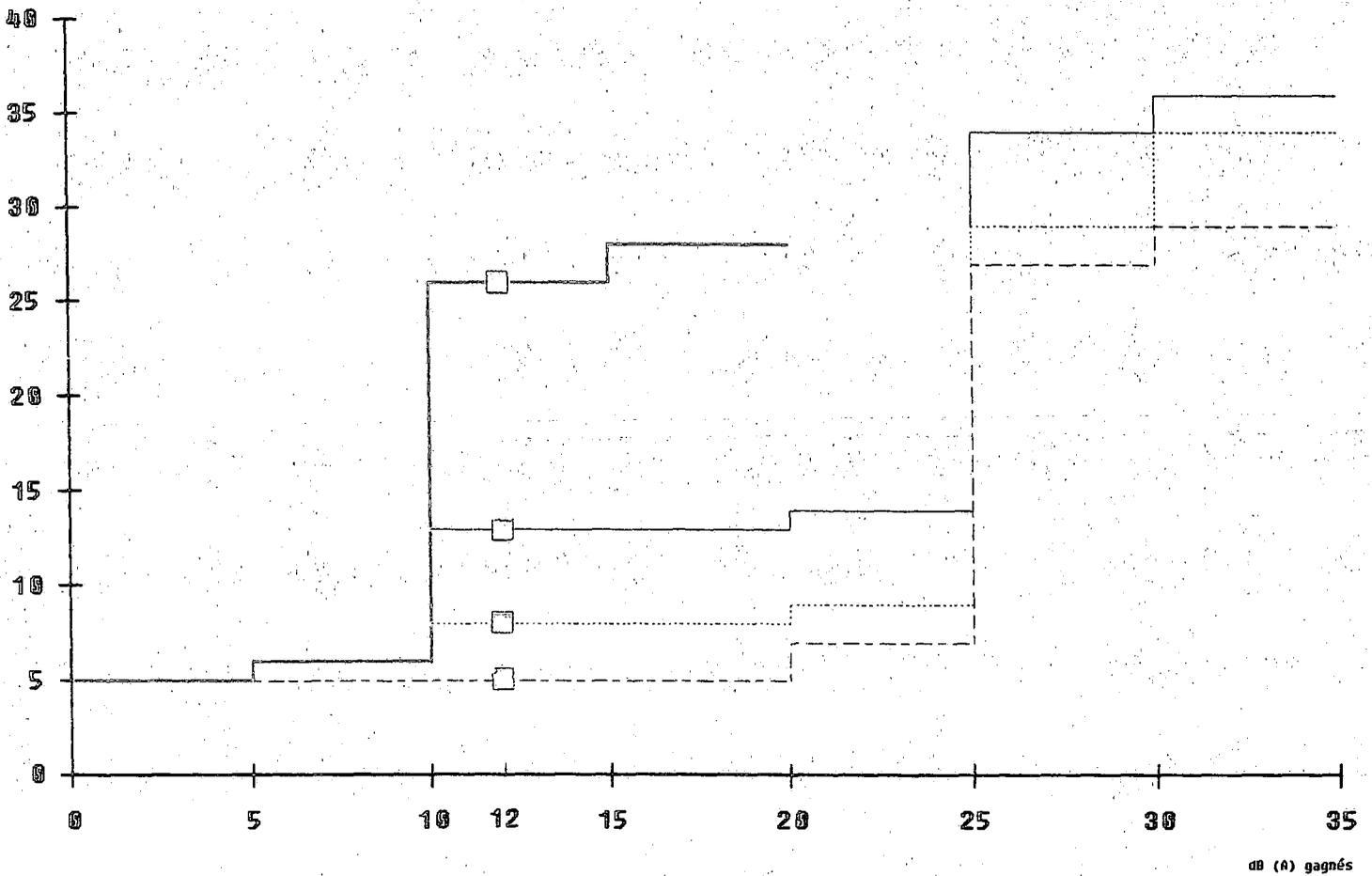
En france 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total		
			Paris	PC	OC		Paris	PC	OC
Coût	0,047						0,05	0,05	0,05
dB(A) gagnés	5						5	5	5
Coût	0,047	0,014					0,06	0,06	0,06
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10
Coût	0,047		0,079	0,028	0,007		0,13	0,08	0,05
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20
Coût	0,047	0,014	0,079	0,028	0,007		0,14	0,09	0,07
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25
Coût	0,047					0,217	0,26	0,26	0,26
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15
Coût	0,047	0,014				0,217	0,28	0,28	0,28
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20
Coût	0,047		0,079	0,028	0,007	0,217	0,34	0,29	0,27
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30
Coût	0,047	0,014	0,079	0,028	0,007	0,217	0,36	0,31	0,29
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35

Niveau de bruit obtenu	
Intérieur	72
Extérieur	72
Intérieur	67
Extérieur	67
Intérieur	57
Extérieur	72
Intérieur	52
Extérieur	67
Intérieur	62
Extérieur	62
Intérieur	57
Extérieur	57
Intérieur	47
Extérieur	62
Intérieur	42
Extérieur	57

COÛT d'ÉVITEMENT des ÉMISSIONS
 pour un débit de 60 000 véhicules/jour & 4 ou 5 voies
 Bruit perçu sans action : 77 dB (A)
 Exemple : Avenue d'Italie - Paris

Coût
 (en centimes par véhicule./km)



— Toutes zones sans isolation des façades — Paris avec isolation des façades --- Pte Couronne avec isolation des façades -- Gde Couronne avec isolation des façades

□ Norme 65 dB (A)

ANNEXE 9

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

40000

Nombre de voies

3 ou 4

Bruit perçu sans action (en dB(A))

75

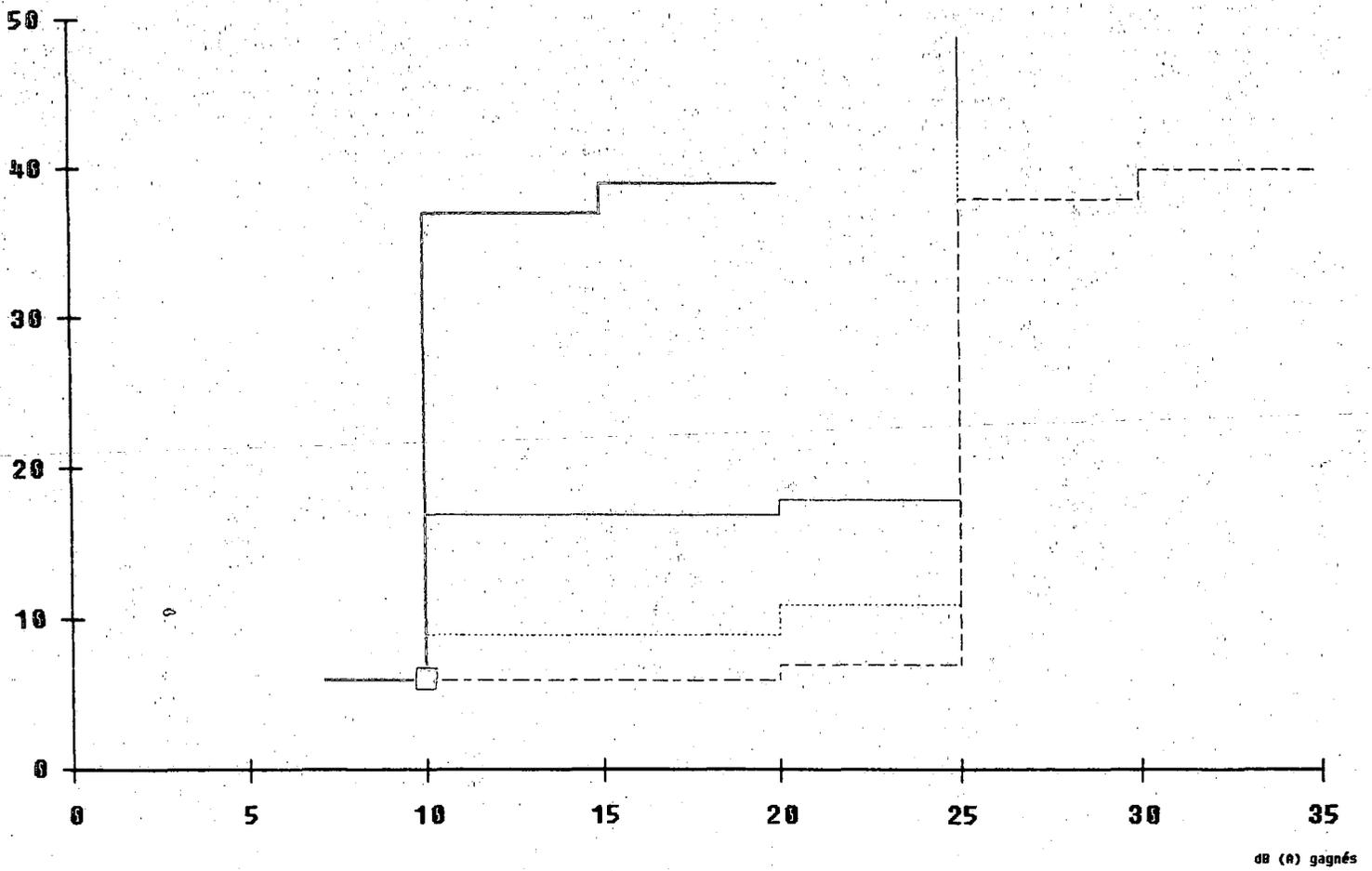
En francs 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total		
			Paris	PC	OC		Paris	PC	OC
Coût	0,047						0,05	0,05	0,05
dB(A) gagnés	5						5	5	5
Coût	0,047	0,017					0,06	0,06	0,06
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10
Coût	0,047		0,119	0,043	0,010		0,17	0,09	0,06
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20
Coût	0,047	0,017	0,119	0,043	0,010		0,18	0,11	0,07
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25
Coût	0,047					0,326	0,37	0,37	0,37
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15
Coût	0,047	0,017				0,326	0,39	0,39	0,39
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20
Coût	0,047		0,119	0,043	0,010	0,326	0,49	0,42	0,38
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30
Coût	0,047	0,017	0,119	0,043	0,010	0,326	0,51	0,43	0,40
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35

Niveau de bruit obtenu	
Intérieur	70
Extérieur	70
Intérieur	65
Extérieur	65
Intérieur	55
Extérieur	70
Intérieur	50
Extérieur	65
Intérieur	60
Extérieur	60
Intérieur	55
Extérieur	55
Intérieur	45
Extérieur	60
Intérieur	40
Extérieur	55

COUT d'EVITEMENT des EMISSIONS
pour un débit de 40 000 véhicules/jour & 3 ou 4 voies
Bruit perçu sans action : 75 dB (A)
Exemple : rue de Rivoli ou Bld Malsherbes - Paris

Coût
(en centimes par véhicule / km)



Toutes zones sans
isolation des
façades

— Paris avec
isolation des
façades

--- Pte Couronne avec
isolation des
façades

- - - Gde Couronne avec
isolation des
façades

□ Norme 65 dB (A)

ANNEXE 10

TYPE DE VOIE :

Trafic (véhicule/Km/jour)

20000

Nombre de voies

2 ou 3

Bruit perçu sans action (en dB(A))

73

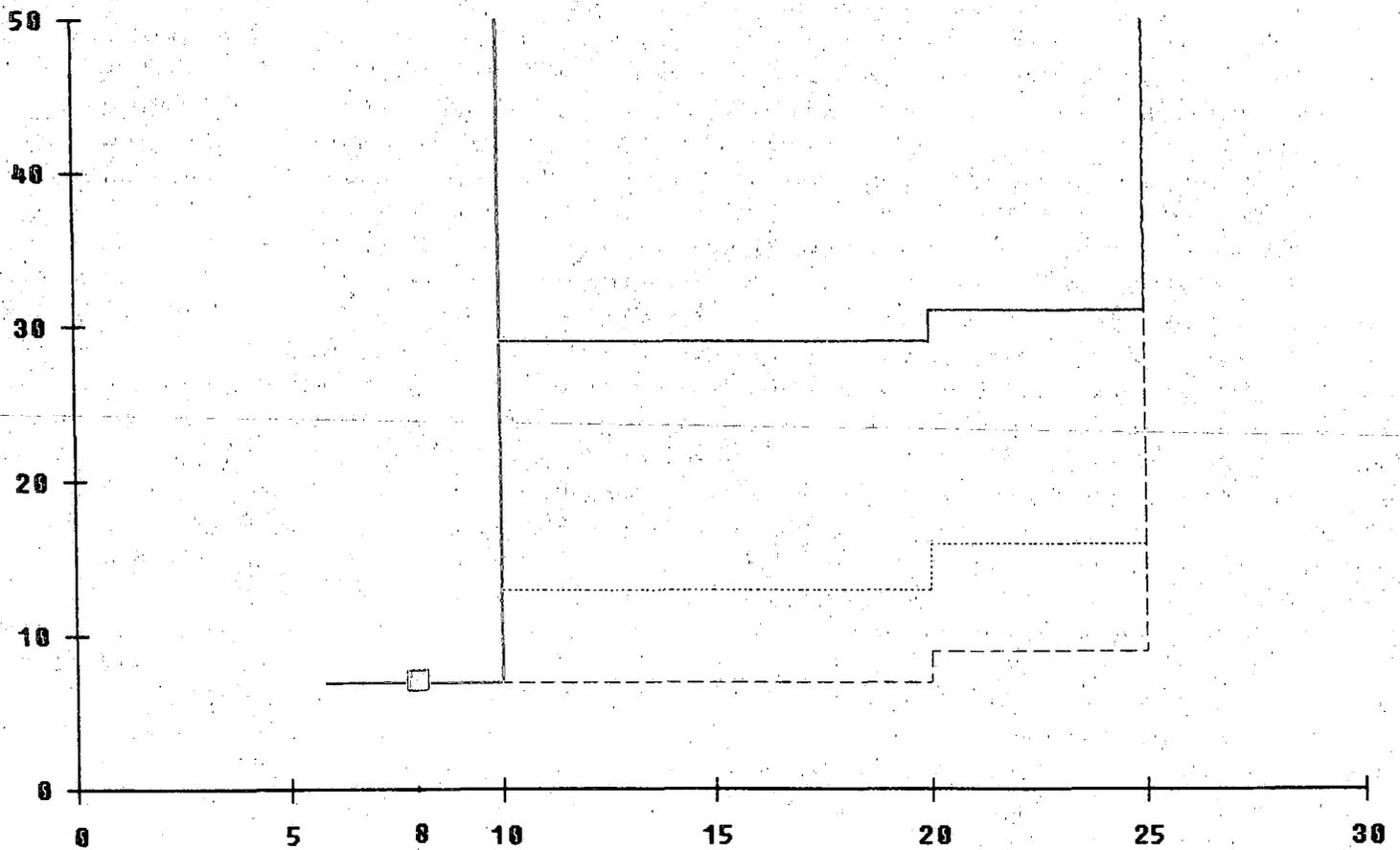
En france 1990

	A la source	Enrobé drainant	Façade			Ecran antibruit	Total		
			Paris	PC	GC		Paris	PC	GC
Coût	0,047						0,05	0,05	0,05
dB(A) gagnés	5						5	5	5
Coût	0,047	0,025					0,07	0,07	0,07
dB(A) gagnés	5	5					10	10	10
Coût	0,047		0,238	0,086	0,020		0,29	0,13	0,07
dB(A) gagnés	5		15	15	15		20	20	20
Coût	0,047	0,025	0,238	0,086	0,020		0,31	0,16	0,09
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15		25	25	25
Coût	0,047					0,651	0,70	0,70	0,70
dB(A) gagnés	5					10	15	15	15
Coût	0,047	0,025				0,651	0,72	0,72	0,72
dB(A) gagnés	5	5				10	20	20	20
Coût	0,047		0,238	0,086	0,020	0,651	0,94	0,78	0,72
dB(A) gagnés	5		15	15	15	10	30	30	30
Coût	0,047	0,025	0,238	0,086	0,020	0,651	0,96	0,81	0,74
dB(A) gagnés	5	5	15	15	15	10	35	35	35

Niveau de bruit obtenu	
Intérieur	68
Extérieur	68
Intérieur	63
Extérieur	63
Intérieur	53
Extérieur	68
Intérieur	48
Extérieur	63
Intérieur	58
Extérieur	58
Intérieur	53
Extérieur	53
Intérieur	43
Extérieur	58
Intérieur	38
Extérieur	53

COUT d'EVITEMENT des EMISSIONS
pour un débit de 20 000 véhicules/jour & 2 ou 3 voies
Bruit sans action : 73 dB (A)
Exemple : rue Lafayette - Paris

Coût
(en centimes par véhicule /km)



dB (A) gagnés

Toutes zones sans
isolation des
façades

Paris avec
isolation des
façades

Pte Couronne avec
isolation des
façades

Gde Couronne avec
isolation des
façades

Norme 65 dB (A)

BIBLIOGRAPHIE

- Bruit des transports terrestres
Ministère des Transports - Ministère de l'Urbanisme
et du Logement - CETUR 1982

- Contre le bruit
OCDE - 1986

- Transports et environnement
OCDE - 1988

- Les villes et leurs transports
OCDE - 1988

- Le coût social des transports terrestres
OCDE - 1989

- La mobilité en zone urbaine : apprendre l'économie
de transport
OCDE - 1991

- La politique des transports et l'environnement
session ministérielle de la CEMT-1990

- Enquête national sur le bruit des transports en
France
Rapport INRETS N° 71-1988

- Fichier d'écrans acoustiques
CETUR - 1987

- Revue générale des routes et des aéroports
Spécial printemps 1990
enrobés drainants

- Article pour la revue générale des routes et
aéroports (avril 1989) :
. Pour une approche rationnelle des écrans acoustiques
P. BAR - CETUR

- Bruit de contact pneumatique/chaussée sur diverses
familles de couche de roulement
Y. DELANNE - LCPC/P. BAR - CETUR 1991

- Chaussées poreuses de forte épaisseur comme moyen
de réduction du bruit
G. PIPIEN - DDE du Rhône/P. BAR - CETUR 1990