

# La révision de la nouvelle méthode de prévision du bruit routier «NMPB-Routes 1996»

## Guillaume Dutilleux

Equipe Ressource Bruit  
ERA «Acoustique» LCPC  
CETE de l'Est  
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées  
de Strasbourg  
11, rue Jean Mentelin  
BP 9  
67035 Strasbourg CEDEX 2  
Tél. : 03 88 77 46 27  
E-mail : guillaume.dutilleux@equipement.gouv.fr

## Résumé

La révision de la NMPB-Routes-1996 est sur le point d'être publiée. Les grands principes de la NMPB-Routes-1996 sont d'abord rappelés. Les différents changements sont ensuite passés en revue. Les calculs s'effectuent désormais en tiers d'octave. Les modifications principales concernant la source sont l'abaissement de sa hauteur, et l'introduction de deux spectres différents. Le changement majeur introduit par la révision est le remplacement de la formule d'effet de sol de l'ISO 9613-2 par l'utilisation de la formule de AsolH de la NMPB-Routes-1996 avec des hauteurs corrigées pour prendre en compte la courbure des rayons et l'effet de la turbulence. La NMPB révisée prévoit un terme supplémentaire pour la prise en compte de la réflexion sur un éventuel talus de déblai. Concernant la diffraction, la formule de  $\Delta dif$  est désormais applicable à de faibles hauteurs d'écran. Le calcul de la différence de marche en conditions favorables considère maintenant des rayons courbes. La transition Adif/Asol s'effectue désormais de tiers d'octave en tiers d'octave. La validation de la méthode par rapport à l'expérience est présentée. Elle s'appuie sur l'instrumentation de 6 sites et montre que la NMPB révisée est significativement plus proche de l'expérience que la méthode dont elle est issue. Les limites d'application de la NMPB sont rappelées.

## Abstract

A new release of the french method for road traffic noise prediction (NMPB-Routes-1996) is about to be published. The main principles of NMPB-Routes-1996 are outlined. The different changes are then reviewed. The computations are now done in 1/3 octave bands. The main modifications regarding the source are the reduction of its height, and the introduction of two different spectra. The main change in the revision is the replacement of the ISO 9613-2 – based ground attenuation formula in favourable conditions by the formula for ground attenuation in homogeneous conditions of NMPB-Routes-1996 with corrected height in order to take the curvature of rays and turbulence into account. The revised NMPB adds an attenuation term for an occasional cutting embankment. Regarding diffraction the  $\Delta dif$  formula is now suitable for low barrier heights. The computation of path length difference in favourable conditions works now on curved rays. The transition Adif/Aground is done gradually from third-octave band to third-octave band. The validation of the revised NMPB with respect to experiment is presented. It is based on measurement campaigns on 6 sites and shows that the revised NMPB is significantly closer to experiment than the original method. The limits of application of NMPB are reminded.



Une nouvelle méthode de prévision du bruit routier (NMPB-Routes) a été mise au point en 1996 [1]. La réglementation en vigueur prescrit son utilisation dans l'évaluation de l'impact acoustique de tout projet routier, «dès que la distance de propagation considérée excède 250 m». Cette méthode, étendue au bruit ferroviaire, a été normalisée en 2001 sous statut expérimental, puis en 2007 sous forme de norme à part entière [2]. La NMPB-Routes-1996 est aussi la méthode «provisoire recommandée» au niveau européen pour la réalisation des cartes de bruit prescrites par la directive européenne 2002/49/CE sur le bruit [3].

La NMPB-Routes-1996 est le fruit de la nécessité de proposer une réponse technique opérationnelle à une réglementation volontariste [4] dont les prescriptions

dépassaient les capacités des méthodes disponibles à l'époque, réponse technique qui a dû être formulée en un délai assez court. La NMPB-Routes-1996 est le fruit de la collaboration des sept services techniques des ex-ministères de l'Équipement et de l'Environnement d'alors. La confrontation des prévisions données par la méthode avec une vaste campagne de mesures acoustiques et météorologiques a confirmé la validité de la méthode. Néanmoins, la comparaison a mis en évidence plusieurs défauts de la NMPB-Routes-1996. En particulier, la méthode tend à surestimer les niveaux sonores en conditions favorables. Ce comportement, bien qu'à l'avantage du riverain, a pour conséquence de surdimensionner les protections et entraîne donc un surcoût pour la collectivité.

À l'instigation du Service d'études techniques des routes et des autoroutes (SETRA), la révision de la NMPB-Routes-1996 a débuté en 2000. Sous la maîtrise d'ouvrage du SETRA, cinq services de l'ex-ministère de l'Équipement y ont travaillé : le LCPC (Laboratoire central des ponts et chaussées), le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment), ainsi que les LRPC (Laboratoires régionaux des ponts et chaussées) de Clermont-Ferrand, de Lille et de Strasbourg. La révision est maintenant achevée.

La présente contribution expose les évolutions apportées à la NMPB-Routes-1996. Elle se décompose en quatre parties. Si une présentation de la NMPB-Routes-1996 serait à la fois redondante et anachronique, un bref rappel de ses principes constitue la première partie, afin que les évolutions présentées dans la deuxième partie soient compréhensibles. Celles-ci sont nombreuses. Elles portent à la fois sur la définition de la source, l'effet de sol et la diffraction. La troisième partie concerne la confrontation de la NMPB révisée aux campagnes de mesures. La quatrième partie revient sur le domaine d'application de la NMPB révisée.

La compréhension de ce qui suit nécessite la connaissance qualitative des phénomènes en jeu lors de la propagation du son dans l'environnement (réflexion, diffraction, réfraction).

### Grands principes de la NMPB-Routes-1996

La NMPB-Routes-1996 est une méthode fondée sur la notion de trajet de propagation acoustique. Entre un point source et un point récepteur peuvent exister plusieurs trajets de propagation, en fonction des obstacles présents. Sans nuire à la généralité de ce rappel, dans la suite, on peut se contenter de considérer le chemin direct, qui est inscrit dans un plan vertical. À chaque trajet est associé

très rares, le calcul en conditions homogènes rend surtout compte des conditions de propagation défavorables. Pour chaque condition, on obtient un niveau sonore. Le niveau sonore de long terme est la moyenne de ces deux niveaux sonores, pondérée par les probabilités d'occurrences des deux conditions. La probabilité d'occurrence est dépendante du site et de l'orientation du trajet concerné dans le plan horizontal. D'où l'importance de conduire ce calcul indépendamment pour chaque trajet.

Sur chaque trajet, et chaque condition de propagation, la méthode calcule le niveau sonore par bandes d'octave au récepteur à partir du niveau de puissance en déterminant 4 atténuations : divergence géométrique (Adiv), absorption atmosphérique (Aatm), atténuation due au sol (Asol) et atténuation due à la diffraction (Adif).

Dans la NMPB-Routes-1996, l'atténuation due au sol n'est pas obtenue en recherchant des trajets réfléchis sur le sol, mais en calculant un terme d'effet de sol qui est fondé sur la notion de plan de sol moyen entre 2 points arbitraires du site (Cf. Figure 1). Le plan de sol moyen est la droite de régression de l'altitude du terrain au sens des moindres carrés, en fonction de la distance horizontale de propagation. On détermine des hauteurs équivalentes des points d'intérêt (source, récepteur, arête de diffraction) à partir de ce plan moyen. L'atténuation due au sol est définie dans ce cadre géométrique simplifié. Il en est de même pour l'atténuation due à la diffraction, à ceci près que deux plans de sol moyen sont calculés : un de chaque côté de l'obstacle diffractant.

L'absorption est représentée par la grandeur adimensionnelle  $G$ , qui vaut 0 pour un matériau réfléchissant (chaussée) ou 1 pour un matériau absorbant (sol naturel). On en déduit le facteur de sol  $G_{trajet}$  qui est la fraction de sol absorbant sur le trajet entre source et

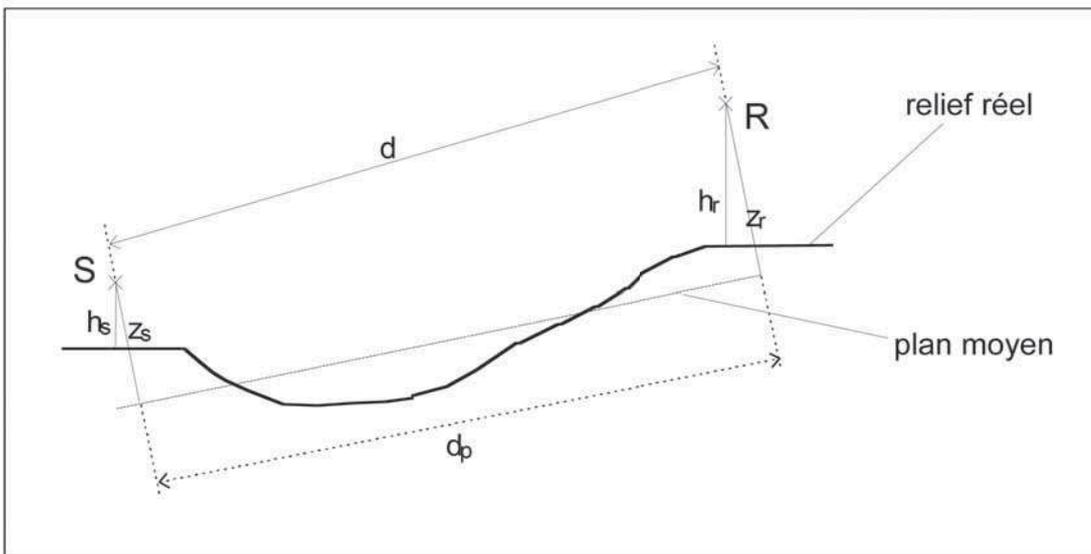


Fig. 1 : notion de plan de sol moyen  
Concept of mean ground plane

un niveau sonore de long terme. Le niveau sonore de long terme est obtenu en conduisant deux calculs sur chaque trajet : un calcul en conditions homogènes et un calcul en conditions favorables. Les conditions homogènes étant

récepteur. Lorsque la source et le récepteur sont proches, on considère que la réflexion s'effectue principalement sur la chaussée. La grandeur  $G_{trajet}$  est donc introduite pour prendre en compte ce comportement :

$$\begin{aligned} G_{\text{trajet}} &= G_{\text{trajet}} & \text{si } 30(zs+zr)/dp < 1 \\ G_{\text{trajet}} &= G_{\text{trajet}}(dp/[30(zs+zr)]) & \text{si } 30(zs+zr)/dp \geq 1 \end{aligned}$$

où  $zs$  (resp.  $zr$ ) est la hauteur de la source (resp. du récepteur) au-dessus du plan moyen. Et  $dp$  la distance entre source et récepteur en projection sur le plan moyen.

### La NMPB révisée

Pour les paramètres qui dépendent de la fréquence, les calculs s'effectuent désormais en tiers d'octave. En revanche, le domaine de fréquences couvert par la méthode reste le même, puisqu'il s'étend du tiers inférieur de l'octave de fréquence médiane 125 Hz (100 Hz) au tiers supérieur de l'octave de fréquence médiane 4 000 Hz (5 000 Hz). Ceci est rendu possible par la nouvelle formule d'effet de sol en conditions favorables (Cf. plus loin).

### Géométrie d'une source routière

Une voie routière est représentée par une distribution de sources ponctuelles sur une courbe à hauteur constante au-dessus de la chaussée. La tendance de la NMPB-Routes-1996 à surestimer les niveaux sonores venait en partie de ce que la hauteur choisie, 50 cm était trop élevée. La révision abaisse la hauteur de source à 5 cm. Cette hauteur est fondée sur des travaux expérimentaux conduits au LCPC, à l'INRETS et au LRPC de Strasbourg. L'interprétation d'une hauteur de source basse est le caractère dominant du bruit de contact pneumatique/chaussée aux vitesses interurbaines et le fait que la source de bruit moteur soit une source non ponctuelle.

La NMPB-Routes-1996 est assez floue concernant la longueur de ligne-source à prendre en compte dans une simulation. Désormais pour une ligne-source et un récepteur donnés, le rapport de distance entre le trajet le plus long et le trajet direct le plus court doit être de 10. Ceci équivaut à un demi-angle de vue de 85°. Les rayons de plus de 2 000 m en ligne droite ne sont pas pris en compte. La longueur du rayon le plus long en ligne droite ne peut être inférieure à 200 m.

Les règles concernant le pas de discrétisation de la ligne-source devraient aussi être précisées, mais ce point n'est pas encore tout à fait arrêté.

### Spectre d'émission

Le spectre d'émission est désormais exprimé par tiers d'octave. À niveau de puissance constant, la forme du spectre a des conséquences importantes sur les niveaux sonores calculés à distance, en particulier en conditions homogènes. Aussi, afin de mieux prendre en compte la diversité des revêtements utilisés sur le territoire français, deux spectres sont désormais possibles. L'un est adapté aux revêtements drainants (BBD<sub>r</sub> ou bétons bitumineux drainants seuls), l'autre aux non-drainants. Les BBTM (bétons bitumineux très minces) sont rangés dans cette deuxième catégorie. Cette classification est issue du groupe de travail piloté par le SETRA sur l'émission sonore des véhicules [5].

### Effet de sol en conditions favorables

La NMPB-Routes-1996 reprend la norme ISO 9613-2. Les formules proposées par cette norme ont été établies pour des sources industrielles situées à des hauteurs de voisines de 1.5 m. Elles ne sont pas adaptées à des sources plus proches du sol. Elles constituent la deuxième raison de la surestimation des niveaux sonores.

Ici, la NMPB révisée présente une meilleure cohérence, car l'effet de sol en conditions favorables est désormais calculé avec la formule d'effet de sol en conditions homogènes, en se basant sur les travaux du CSTB qui montrent que la courbure des rayons sonores en conditions favorables est équivalente à une augmentation de la hauteur de la source et du récepteur en conditions homogènes [6]. Les hauteurs de source  $zs$  et de récepteur  $zr$  sont donc remplacées respectivement par  $(zs + \delta z_s)$  et  $(zr + \delta z_r)$  où :

$$\begin{aligned} \delta z_s &= a_0 \cdot [zs / (zs + zr)]^2 \cdot dp^2 / 2 ; \\ \delta z_r &= a_0 \cdot [zr / (zs + zr)]^2 \cdot dp^2 / 2 ; \\ a_0 &= 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \text{ est l'inverse du rayon de courbure ;} \\ \delta z_T &= 6 \cdot 10^{-3} \cdot dp / (zs + zr). \end{aligned}$$

$\delta z_s$  et  $\delta z_r$  traduisent l'effet de la courbure des rayons sonores.  
 $\delta z_T$  rend compte de l'effet de la turbulence.

En outre, le minorant de la formule de  $AsolH$  est remplacé par :

$$\begin{aligned} (1 - G_{\text{trajet}}) \cdot [-3 - 6(1 - 30(zs+zr)/dp)] & \text{ si } 30(zs+zr)/dp < 1 \\ -3(1 - G_{\text{trajet}}) & \text{ si } 30(zs+zr)/dp \geq 1 \end{aligned}$$

dans la nouvelle formule de  $AsolF$ .

### Réflexion sur un talus de déblai

Dans certains cas, la représentation du sol par un plan moyen n'est pas suffisante. Pour des géométries particulières en déblai, il est nécessaire de prendre en compte la réflexion sur le talus. Le CSTB a proposé une solution fondée sur les zones de Fresnel qui donne de bons résultats par rapport aux mesures disponibles pour des sites en déblai.

Atalus ne s'applique pas systématiquement à une configuration en déblai. Son intervention dépend notamment de la pente du talus, la distance du talus à la route, de la position du récepteur. La place manque pour exposer complètement le domaine d'emploi de cette formule.

Pour une source  $S$  et un récepteur en vue directe  $R$ , on ajoute une atténuation  $Atalus$  à  $Adiv$ ,  $Aatm$  et  $Asol$ . Cette nouvelle atténuation est négative.  $Atalus$  est calculé comme suit :

- 1) recherche de la source image de  $S$  par rapport à la pente du talus ;
- 2) recherche du point d'intersection du rayon réfléchi avec la pente du talus, ou son prolongement ;
- 3) calcul de  $e$  = demi-longueur de l'intersection de l'ellipsoïde de Fresnel avec la pente du talus ;

- 4) calcul de  $\varepsilon$  = la proportion de l'intersection de l'ellipsoïde qui coïncide matériellement avec le talus  
 5)  $\text{Atalus} = -\varepsilon K (2 - \text{Gtalus})$   
 où  $K$  est une constante, et  $\text{Gtalus}$  le facteur de sol associé au talus.

En présence d'une diffraction  $O$ , le terme  $\Delta\text{AtalusSO}$  est ajouté à l'expression générale de  $\Delta\text{dif}$ , avec :

$\Delta\text{AtalusSO} = -20 \cdot \log[1 + (10^{\text{AtalusSO}/20} - 1) \cdot 10^{-(\text{DdifS} \cdot R - \text{DdifSR})}]$ .  
 La forme de cette expression est identique à celle des termes de  $\text{Dsol}$  présents dans  $\Delta\text{dif}$ .

### Transition entre $\Delta\text{dif}$ et $\text{Asol}$

Dans la NMPB-Routes-1996, lorsqu'un rayon sonore passe au-dessus d'une arête de diffraction potentielle, un test sur la différence de marche  $d$  est effectué pour déterminer si une diffraction intervient. Le test est effectué à 500 Hz, et son résultat s'applique à tout le spectre.

Désormais, le test est effectué indépendamment pour chaque tiers d'octave. Pour chaque bande de tiers d'octave de longueur d'onde médiane  $\lambda$  :

- si  $d < -\lambda/20$  : pas de diffraction,  $\Delta\text{dif} = 0$ , on calcule  $\text{Asol}$  ;
- si  $d \geq -\lambda/20$  : diffraction,  $\text{Asol} = 0$ , on calcule  $\Delta\text{dif}$ .

Cette procédure est plus proche de la physique et permet de lisser la transition entre les deux jeux de formules de  $\Delta\text{dif}$  et de  $\text{Asol}$ .

### Prise en compte des écrans de faible hauteur

La formule de diffraction de la NMPB-Routes-1996 n'est pas adaptée aux écrans de hauteur inférieure à 2 m. En particulier, elle ne permet pas de simuler correctement la perte par insertion apportée par une glissière en béton placée en bord de voie, alors que ce moyen de protection est régulièrement proposé.

Dans le cadre de la révision de la méthode, le CSTB a proposé un correctif simple dont le comportement est à la fois satisfaisant aux faibles hauteurs, et neutre pour les hauteurs plus importantes.

La formule de  $\Delta\text{dif}$  originale est de la forme  $\Delta\text{dif} = 10 \cdot \log H(\delta/\lambda)$  est modifiée comme suit :

$$\Delta\text{dif} = 10 \cdot C_h \cdot \log H(\delta/\lambda)$$

où  $C_h = f_m \cdot h_0 / f_{m0}$ , plafonné à 1,

$f_m$  est la fréquence médiane nominale de la bande de tiers d'octave,

$f_{m0}$  est la fréquence de référence de  $C_h$ ,

$h_0$  est la plus grande des deux hauteurs de l'arête de diffraction par rapport à chacun des deux plans de sol moyen côté source et côté récepteur.

$H$  est une fonction qu'il n'est pas utile de détailler ici [1].

### Plafonnement de $\Delta\text{dif}$

Dans la NMPB révisée, le plafonnement de  $\Delta\text{dif}$  à 25 dB pour une diffraction sur une arête horizontale n'intervient plus que dans le calcul de  $\Delta\text{dif}$ . Ce plafonnement dans

$\Delta\text{sol}$  ou  $\Delta\text{Atalus}$  peut conduire à des anomalies, car c'est une soustraction de deux  $\Delta\text{dif}$  qui apparaît dans ces termes.

### Calcul de la différence de marche en conditions favorables

La NMPB-Routes-1996 prend en compte la courbure des rayons par le calcul d'un réhaussement du rayon direct au niveau de chaque arête de diffraction. Le rayon direct est ainsi remplacé par une courbe affinée par morceaux dont on calcule la longueur. Cette longueur est comparée à celle du trajet diffracté. L'application de cette démarche est ambiguë lorsque l'obstacle n'est pas vertical. C'est le cas par exemple d'un bord de viaduc, d'un modelé de terrain.

Le SETRA a proposé une méthode alternative qui s'appuie sur des rayons sonores courbes. Si on suppose une source en  $S$ , un récepteur en  $R$  et une diffraction simple en  $O$ , trois rayons sont à considérer :  $SO$ ,  $OR$  et  $SR$ . Leur rayon de courbure est identique  $\gamma = 8d$ , où  $d$  est la distance "directe"  $SR$ . On conserve également la condition  $\gamma \geq 1000$  m.

On note  $l_c(MN)$  la longueur d'un rayon sonore courbe  $MN$  ; cette longueur est égale à

$$2\gamma \cdot \arcsin\left(\frac{MN}{2\gamma}\right).$$

On conserve les trois cas usuels [1]. La différence de marche en conditions favorables  $\delta_f$  est calculée par :

- si le rayon sonore courbe ( $SR$ ) est masqué par l'obstacle :

$$\delta_f = l_c(SO) + l_c(OR) - l_c(SR)$$

- si le rayon sonore courbe ( $SR$ ) n'est pas masqué par l'obstacle mais que le rayon sonore rectiligne  $SR$  est masqué :

$$\delta_f = l_c(SO) + l_c(OR) - l_c(SR)$$

- si le rayon sonore rectiligne  $SR$  n'est pas masqué par l'obstacle :

$$\delta_f = 2 \cdot l_c(SA) + 2 \cdot l_c(AR) - l_c(SO) - l_c(OR) - l_c(SR)$$

### Forfaitisation de $\text{AsolSO}$

Ce terme prend en compte l'effet de sol côté source lors d'un calcul de  $\Delta\text{dif}$ . La NMPB-Routes-1996 permet de fixer forfaitairement l'effet de sol à -3 dB «pour les plateformes routières lorsque l'arête de diffraction n'est pas trop éloignée». Le caractère «pas trop éloignée» est difficile à traduire dans un logiciel. Comme il n'est plus question aujourd'hui d'appliquer la méthode «à la main», l'intérêt de cette remarque est caduc. D'autre part, l'approximation n'est pas toujours pertinente, par exemple lorsque l'obstacle diffractant est une butte (sol absorbant). La possibilité est donc supprimée.

### Prise en compte du $L_{den}$

La directive européenne 2002/49/CE impose l'usage du  $L_{den}$  pour la réalisation des cartes de bruit européennes. La méthode sera publiée avec les occurrences de conditions favorables pour les trois périodes.

## Validation de la méthode

### Campagne expérimentale NMPB

En plus des tests élémentaires portant sur les différents termes d'atténuation, la validation de la méthode s'appuie sur une campagne de mesures réalisée par les LRPC de 1996 et 1998 sur 6 sites routiers réels qui présentaient des situations de diffraction :

- route en déblai : sites de Molsheim (67) et de Mulhouse (68) (Cf. Figure 1, page )
- route en viaduc : site de Saint Omer (62) (Cf. Figure 3)
- route à flanc de vallée : site de Massiac (15) (Cf. Figure 2)
- mur anti-bruit : site de Couvron (02) (Cf. Figure 4)
- modelé de terrain : site de Mer (41) (Cf. Figure 5)

Pour chaque site, un levé topographique a été effectué. Les niveaux sonores en 9 points, en parallèle avec des mesures météorologiques, ont été relevés pendant au moins deux semaines. Les relevés météorologiques ont permis de calculer la rose des occurrences des conditions favorables. Les mesures de bruit dépouillées donnent des valeurs d'atténuation par rapport à un microphone de référence pour plusieurs périodes réglementaires Jour (6h-22h) ou Nuit (22h-6h), en LAeq.

Malgré tout le soin qui a été apporté au protocole de mesure, obtenir des mesures valides au-delà de 400 m s'avère difficile, même en présence de forts trafics. Au terme du dépouillement, les récepteurs considérés permettent de définir 49 atténuations par rapport à un récepteur de référence, qui est le récepteur le plus proche de la route. Pour le site de Couvron, c'est toutefois R2 qui sert de microphone de référence, suite à une défaillance du sonomètre affecté à Réf.

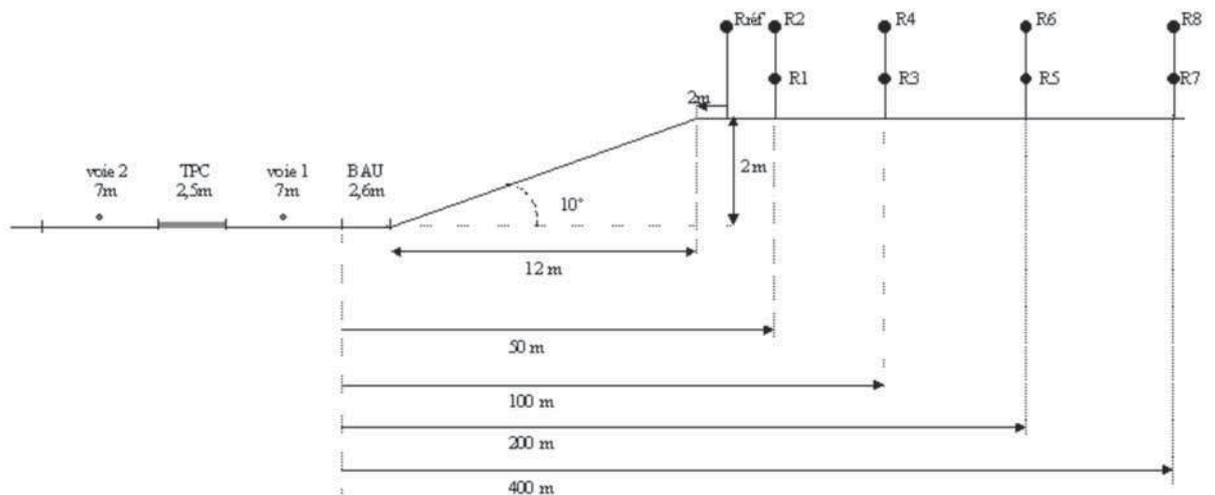


Fig. 2 : Coupe verticale du site de Mulhouse et implantation des récepteurs  
*Vertical cut for the site of Mulhouse and position of the receivers*

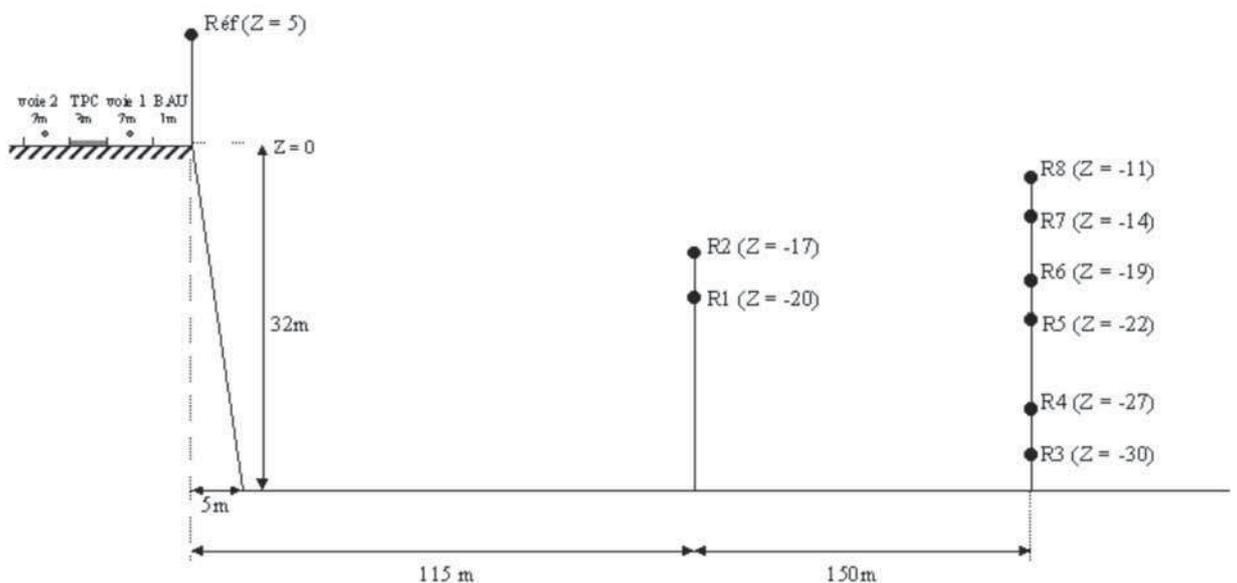


Fig. 3 : Coupe verticale du site de Saint Omer et position des récepteurs (les récepteurs ne sont pas dans un plan vertical)  
*Vertical cut for the site of Saint Omer and position of the receivers (the receivers are not in a vertical plan)*

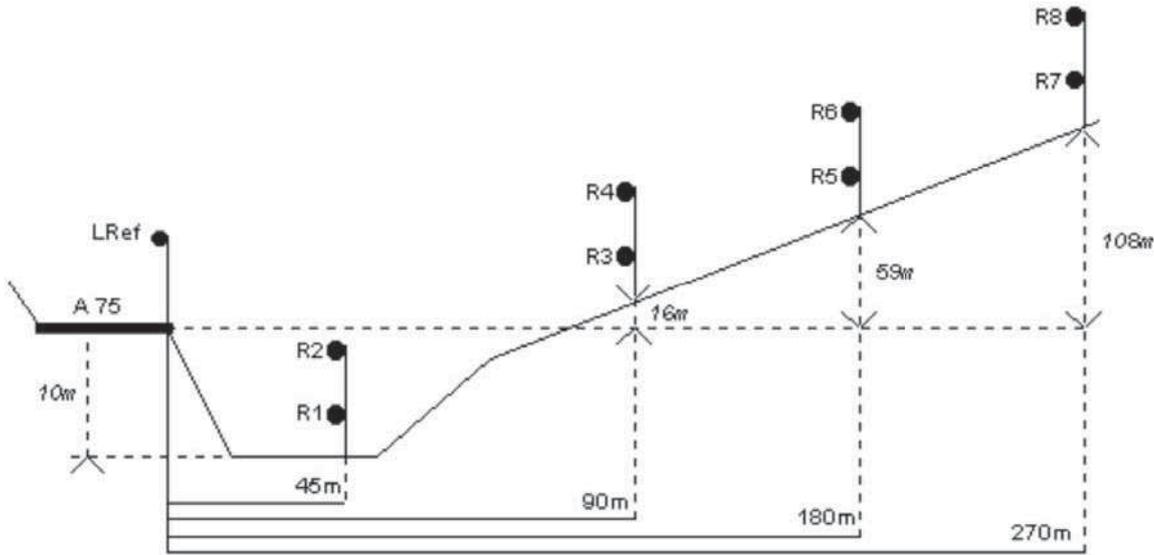


Fig. 4 : Coupe verticale du site de Massiac et position des récepteurs  
Vertical cut for the site of Massiac and position of the receivers

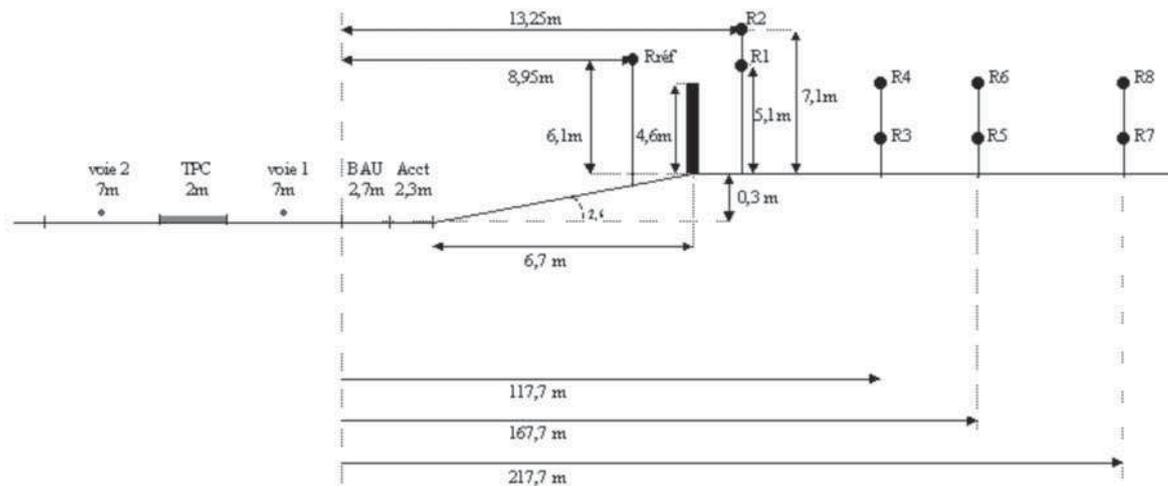


Fig. 5 : Coupe verticale du site de Couvron et position des récepteurs  
Vertical cut for the site of Couvron and position of the receivers

### Code de calcul NMPBLS2

Dans le cadre de la révision de la NMPB-Routes-1996, le LRPC de Strasbourg a développé NMPBLS2, un code de calcul en langage Scilab qui permet de simuler des sites en 3D avec possibilité de diffraction simple sur une arête horizontale. Les sites sont définis à partir d'une coupe 2D du terrain. La coupe est affinée par morceaux. À chaque segment de la coupe est associé un G constant. Un nombre arbitraire de lignes-sources et de récepteurs peuvent être déclarés. Une ligne-source peut être discrétisée de façon équidistante ou équiangulaire. Un seul trajet de propagation est considéré entre une source ponctuelle et un récepteur. Ceci est suffisant pour le domaine d'application concerné. La rose des occurrences est indiquée lorsque le calcul doit aller jusqu'au niveau sonore de long terme. NMPBLS2 permet de réaliser commodément des études paramétriques grâce à un langage souple de définition

de site, de tester successivement pour chaque site plusieurs modèles de prévision différents, dont la NMPB-Routes-1996 et les différentes évolutions envisagées au cours de la révision de la méthode. Le code donne accès aux détails des calculs géométriques et des termes d'atténuation pour un chemin arbitraire.

### Résultats

NMPBLS2 a été appliqué aux six sites évoqués. Pour chaque site, le calcul a été conduit à la fois selon la NMPB-Routes-1996 et selon la NMPB révisée. La comparaison des atténuations calculées aux atténuations mesurées montre une réduction significative des écarts quand on passe de la NMPB-Routes-1996 à la NMPB révisée. La moyenne des écarts passe en effet de -1,7 dB(A) à -0,6 dB(A). La valeur négative signifie que l'atténuation calculée reste inférieure à l'atténuation mesurée, ce qui est favorable au riverain.

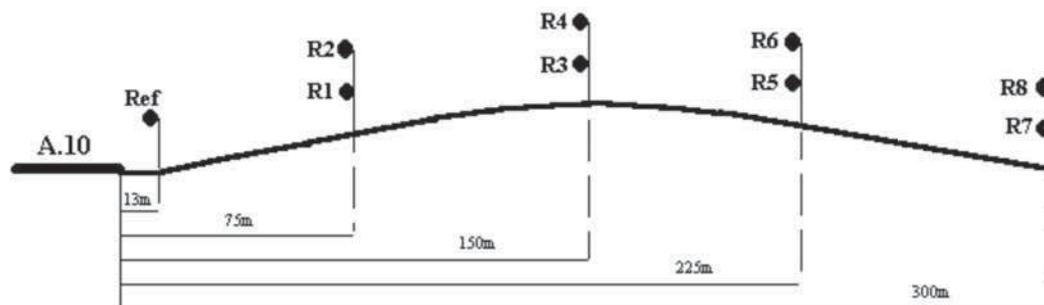


Fig. 6 : Coupe verticale du site de Mer et position des récepteurs  
Vertical cut for the site of Mer and position of the receivers

Sur les 49 couples de récepteurs considérés, 9 présentent un écart mesure – calcul supérieur à 2 dB en valeur absolue.

### Champ d'application de la méthode révisée

En dehors de la possibilité de simuler des écrans de faible hauteur, le champ d'application de la NMPB révisée ne diffère pas de celui de la méthode originale. Concernant la validité des calculs en distance, la limite reste de 800 m au droit de la route pour un récepteur à 2 m de hauteur. Les conditions d'application des occurrences de conditions favorables restent les mêmes :

- site relativement plat et horizontal, avec peu de végétation haute (les arbres isolés sont admis),
- zone de propagation dégagée : pas d'objets de dimensions importantes (surface et hauteur) en regard de la dimension de la zone de propagation, pas de nombreux petits objets (quelques objets éparpillés sont admis),
- absence de grandes masses d'eau (lac, rivières),
- altitude du site inférieure à 500 m.

La NMPB est essentiellement conçue pour évaluer l'impact acoustique des infrastructures interurbaines en milieu ouvert. Il n'est pas exclu que le principe du plan de sol moyen soit pris en défaut sur des topographies complexes. D'autre part, l'atténuation introduite par la végétation n'est pas prise en compte, alors que l'expérience montre que des épaisseurs réalistes de forêt constituent un atténuateur acoustique efficace [7].

Le principe de recherche de trajets de propagation décrit dans la NMPB permet en théorie l'application à la prévision du bruit en milieu urbain. Toutefois, la NMPB ne se prononce pas sur l'ordre de réflexion à prendre en compte. Il faut *a priori* une valeur élevée de ce paramètre pour atteindre la convergence des simulations. En pratique, cette convergence ne semble pas garantie avec les outils du commerce. D'autre part, un ordre de réflexion élevé signifie aussi une augmentation significative des durées de calcul requises. Il faut aussi garder à l'esprit qu'aucune validation en milieu urbain n'a été réalisée par le groupe de travail piloté par le SETRA. Des méthodes spécifiquement destinées au milieu urbain sont en développement au LCPC, dans le cadre de l'opération de recherche 11M061 «prévoir le bruit en milieu urbain».

### Conclusion

La révision de la NMPB-Routes-1996 a porté sur un grand nombre d'aspects. Le plus fondamental est certainement le changement de mode de calcul de Asol qui améliore la cohérence de la méthode. Par rapport à la NMPB-Routes-1996, l'ensemble des modifications introduites dans la NMPB révisée réduit significativement l'écart par rapport aux mesures pour 6 sites qui sont issues de la campagne expérimentale NMPB.

Pour l'éditeur de logiciel, l'implantation de la NMPB révisée ne devrait pas soulever de problème majeur. L'intégration de la réflexion sur un talus de déblai nécessitera cependant une attention particulière.

Pour l'utilisateur final de la méthode intégrée dans un logiciel, rien ne change, si ce n'est la possibilité de spécifier la nature du revêtement de chaussée et de prendre en compte des obstacles de faible hauteur. Le domaine d'application de la méthode reste sensiblement le même. Il incombe à l'utilisateur de connaître les limites des méthodes qu'il emploie, et de toujours aborder avec circonspection les résultats retournés par un logiciel.

La publication officielle de la NMPB révisée devrait intervenir au début de l'année 2008. Dès la publication de la NMPB révisée, la mise en révision anticipée de la norme NF S31-133:2007 est prévue. La NMPB révisée s'efforce d'être un bon compromis entre précision, durée de calcul, effort de collecte des données pour effectuer un calcul. Si elle n'est pas aussi avancée et générale que d'autres méthodes comme Nord2000 ou Harmonoise/Imagine, elle se distingue par un effort de validation par rapport à l'expérience.

### Références bibliographiques

- [1] Bruit des infrastructures routières, méthode de calcul incluant les effets météorologiques, NMPB-Routes-96, CERTU/SETRA/LCPC/CSTB, janvier 1997, 98p.
- [2] NF S31-133, Acoustique, Bruit des infrastructures de transports terrestres, calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques, AFNOR, février 2007.
- [3] Directive n° 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, JOCE du 18 juillet 2002, <http://aida.ineris.fr/textes/directives/text5027.htm>.
- [4] Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, JO du 10 mai 1995, <http://www.legifrance.gouv.fr>
- [5] Méthode de prévision du bruit routier – Emission, SETRA, à paraître.
- [6] J. Defrance, Y. Gabillet, A new analytical method for the calculation of outdoor noise propagation, Applied Acoustics, 57(2), 1999, pp 109-127.
- [7] K. Attenborough, A review of research related to noise reduction by trees, INTERNOISE 2004, 6p.