

**Innovation et spécification : un couple moteur
l'exemple des revêtements peu bruyants et d'une méthode
de mesure de bruit de roulement à Paris**

**C. FRETET
Ville de Paris – FRANCE
christian.fretet@mairie-paris.fr**

RÉSUMÉ:

Identifier un besoin, définir l'objectif, tel est le rôle d'un maître d'ouvrage qui sollicite alors les partenaires industriels susceptibles d'apporter une réponse innovante qui va devoir être codifiée par des spécifications. Le couple moteur « innovation-spécification » est né, source de progrès.

L'innovation en matière de chaussée engendre généralement des spécifications qui définissent d'une part le nouveau produit, d'autre part, les essais pour son identification et son contrôle.

Par ailleurs, le nouveau produit ou gamme de produits peut aussi nécessiter en retour une innovation en terme de mesure d'efficacité du nouveau produit créant à son tour des besoins de spécification pour la méthode de mesure.

Il en a été ainsi pour l'innovation concernant les revêtements peu bruyants. La Ville de Paris ne pouvant se satisfaire de la réponse apportée par les bétons bitumineux drainants, elle a sollicité les entreprises pour innover dans des solutions mieux adaptées à la voirie urbaine. Les nouvelles formulations ont fait naître le besoin de spécifications des produits.

Il a ensuite fallu innover de nouveau pour définir une méthode de mesure de bruit de roulement adaptée au milieu urbain.

La Ville de Paris s'est tournée vers le LREP pour créer une méthode en associant la profession à chaque étape de validation. Aujourd'hui, on s'oriente vers la normalisation d'une méthode de mesure en champ proche.

Cette dernière étape permet d'introduire des spécifications acoustiques dans le CCTP des marchés qui définissent les performances attendues de ces matériaux.

Par cet exemple, on montre qu'innovation et spécification sont liées et se renvoient l'une à l'autre pour faire toujours progresser la technique au service des exigences des riverains, dans le cas présent.

Le partenariat entre la Ville de Paris, les entreprises, le réseau technique de l'Etat a favorisé l'émergence de produits innovants, et de la méthode d'évaluation de leurs performances ainsi que les spécifications définissant produits et méthodes.

MOTS CLES : CHAUSSEE / BRUIT

1. LE CONTEXTE URBAIN DU BRUIT

Le bruit, quel qu'en soit l'origine, est devenu une préoccupation très importante dans la vie de tous les jours. En ville, les causes sont multiples : voisinage, activités diverses, circulations. Il est un peu la rançon des sociétés développées et est aujourd'hui considéré comme un phénomène social. Il contribue au mal-être physique et psychique, il perturbe les activités, même le sommeil. Ses méfaits ont un coût pour la société.

Parmi les causes de bruit précitées, le bruit des transports est prépondérant dans la gêne ressentie. Le bruit de la circulation automobile constitue un bruit de fond quasi permanent, tandis que le bruit ferroviaire ou aérien est plus ponctuel mais plus intense.

2. LA POLITIQUE DE REDUCTION DU BRUIT

2.1 La politique nationale

Le premier texte relatif à la lutte contre le bruit remonte à plus de dix ans ; c'est la loi du 31 décembre 1992.

Dans le domaine des infrastructures routières, d'autres textes sont venus compléter et préciser les termes de la loi, dite loi BRUIT.

Il s'agit du décret du 9 janvier 1995, de l'arrêté du 5 mai 1995 et de la circulaire du 12 décembre 1997 qui indique les modalités d'application. Une autre circulaire du 12 juin 2001 crée les « observatoires du bruit des transports terrestres ».

Enfin, une directive européenne impose la réalisation de cartes de bruit dans un délai de 5 ans pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans un délai de 10 ans pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. A partir de ces cartographies, des plans d'action devront être élaborés dans un délai de 6 ans.

2.2 La politique de la ville de Paris

La lutte contre le bruit s'inscrit dans une politique plus vaste d'aménagement et d'utilisation de l'espace public.

La région Ile-de-France s'est dotée, fin 2000, d'un Plan de Déplacements Urbains, rendu obligatoire par la loi sur l'air de 1996. La ville de Paris a décliné ce plan en un Plan de Déplacement Parisien. Il stipule que l'espace réservé à la circulation doit être retraité afin de diminuer les nuisances sonores et améliorer la sécurité. Un nouveau partage de l'espace public et sa requalification implique de mener parallèlement des actions visant à limiter le bruit généré par la circulation.

Outre ces mesures organisationnelles visant à diminuer la circulation automobile, le choix de la couche de roulement tient une place importante dans le panel d'actions à la disposition des collectivités locales.

En effet, si en rase campagne, le revêtement routier n'est considéré que comme un moyen complémentaire de réduction du bruit par rapport aux autres actions possibles (tracé, protections phoniques), en ville, c'est le seul moyen technique à disposition avec les protections de façades.

3. NECESSITE D'INNOVER

3.1 Les revêtements

Bien avant l'apparition des Plans de Déplacements Urbains, la ville de Paris s'est engagée dans la recherche de revêtements moins bruyants.

Dans les années 90, les revêtements drainant ont fait naître un grand espoir, car outre leur fonction drainante, intéressante sur le plan sécuritaire car limitant l'aquaplaning, il est apparu que la porosité du revêtement permettait aussi une absorption des ondes et donc une diminution du bruit de roulement généré par le contact pneumatique-chaussée.

Malheureusement, il s'est avéré qu'en milieu urbain, la drainabilité diminuait fortement et rapidement par le colmatage des vides du revêtement drainant, lui enlevant simultanément

ses qualités acoustiques. Le décolmatage, plus ou moins efficace, par l'action de l'eau sous très haute pression, a été peu durable et onéreux, grevant ainsi les coûts d'entretien. Pour s'orienter vers de nouvelles techniques, la ville de Paris fit appel aux capacités d'innovation des professionnels.

Les recherches mirent en évidence qu'il fallait jouer sur deux tableaux : la granularité et la porosité.

Plus le « D » diminuait –granulat le plus gros- plus le bruit diminuait. Alors qu'on utilisait classiquement une formulation 0/14 ou 0/10, les formules 0/10 se sont généralisées et les formules 0/6 sont apparues, voir 0/4 à titre expérimental.

La porosité augmentait par l'abaissement de la teneur en sable et / ou l'emploi de granulats eux-mêmes poreux.

Dès 1996, la ville de Paris a largement utilisé ces nouveaux matériaux pour les couches de renouvellement des voies parisiennes ; le choix de la granulométrie se faisant en fonction de la classe de trafic.

Au fil du temps, les formules ont évoluées pour de meilleures performances. L'emploi de liants modifiés aux polymères a permis de réduire l'épaisseur de la couche de revêtement, d'obtenir un mastic avec moins de sable d'où une meilleure macrorugosité favorable à l'adhérence. Des ajouts, par exemple la poudre de caoutchouc, ont encore améliorés les caractéristiques.

Comme toujours, la formulation est une recherche de compromis entre plusieurs éléments ; compromis d'autant plus difficile qu'aux exigences anciennes de résistance, adhérence, on en ajoute une nouvelle, l'acoustique.

3.2 Les mesures de bruit

La norme française S31.119 intitulée « caractérisation in situ des qualités acoustiques des revêtements de chaussées – mesurage acoustique au passage » porte sur deux procédures de mesures in situ, l'une dite VM : véhicule maîtrisé, l'autre dite VI : véhicule isolé.

Les prescriptions de mesure –méthode VM- nécessitent une voie non ouverte à la circulation et un positionnement du microphone à 7,5 m du bord de la chaussée sans obstacle intermédiaire, ou des véhicules acoustiquement isolés : méthode VI.

Ces conditions sont évidemment irréalisables en ville et il n'a pas été possible d'adapter ces méthodes au milieu urbain.

Il fallait donc, dans ce domaine aussi, innover et définir une méthode « réaliste » adaptée aux conditions de circulation urbaine.

La ville de Paris s'est alors rapprochée du Laboratoire Régionale de l'Est Parisien (LREP) qui avait déjà conduit des travaux en ce sens depuis 1990 et donc acquis une expérience.

Un partenariat s'est établi entre la profession routière, le LREP et la ville de Paris pour la mise au point d'un outil fonctionnel, garantissant une reconnaissance partagée des résultats.

Cette opération a abouti à l'élaboration et la mise en œuvre d'une méthode de mesure dite « en champ proche », qui a l'avantage de caractériser l'ensemble d'un tronçon de voie et non plus un point particulier, puisque la mesure s'effectue en continu et teste donc aussi l'homogénéité d'un revêtement.

4. NECESSITE DE SPECIFICATIONS

4.1 Les mesures de bruit

Bien que non normalisée aujourd'hui, cette méthode est cependant bien documentée. Principe et appareillage : un microphone de mesure omnidirectionnel est placé à l'arrière du véhicule, à 60 cm de l'axe de la roue et à 15 cm du sol. Le véhicule est également équipé d'un tachymètre et d'un magnétophone. Ainsi, pression acoustique et vitesse sont mesurées simultanément et en continu (photo 1).

Conditions météorologiques de mesurage : la température de l'air, sur site, à l'abri, mesurée à 1,20 m du sol doit être comprise entre +5°C et +30°C. Par ailleurs, la chaussée doit être sèche en surface et dans le revêtement s'il est poreux.

Conditions de site : les mesures s'effectuent sur voie horizontale ou dans le sens descendant pour rendre le bruit moteur non prépondérant. La trajectoire du véhicule doit être telle qu'il n'y ait pas d'obstacle à moins d'un mètre du microphone.

Le véhicule : sa suspension doit permettre de maintenir la distance du microphone à 15 cm du sol à vitesse stabilisée. Le pneumatique de la roue d'essai est à structure radiale et gonflé à 2,5 bars. La roue est équipée d'un enjoliveur plein (photo n°2).



PHOTO 1

Le matériel d'enregistrement : un simple magnétophone relié au microphone extérieur.
Recording equipment: a simple tape recorder connected to the external microphone.



Photo n° 2

Mode opératoire : le véhicule roule si possible à vitesse stabilisée proche de 50 km/h mais elle peut être adaptée aux conditions de circulation.

4.2 Les revêtements

Fort de la capacité de mesurer le bruit de roulement selon une méthode étayée de ses spécifications, il devient alors envisageable d'établir des spécifications performantielles des revêtements.

Ainsi depuis 1996, s'écoule une longue période d'acquisition de données sur tous les types de revêtements urbains afin d'établir une classification acoustique de ceux-ci (voir chapitre 5 – résultats).

Après analyse des mesures et évaluations des moyennes performantielles des matériaux, il est apparu possible de déterminer des valeurs acoustiques maximales exigibles sur un revêtement neuf de type enrobé bitumineux peu bruyant.

Les valeurs retenues pour un revêtement neuf, mesuré à 6 mois, sont :

83 dB(A) pour le BBM 0/6

85dB(A) pour le BBM 0/10

La direction de la voirie et des déplacements de la mairie de Paris a donc inclus ces spécifications performantielles acoustiques dans le marché sur appel d'offres qu'elle a lancé pour la fourniture et la mise en œuvre d'enrobés en béton bitumineux mince sur la période 2001 à 2003.

5. RESULTATS

5.1 Analyse d'un enregistrement

Les signaux sont débarrassés de tous parasites (passage sur un tampon de regards, sur une bande de signalisation au sol...) et découpés en échantillon de courte durée (environ 2 secondes). Les résultats sont exploités et exprimés suivant la méthodologie décrite dans l'annexe B de la norme NF 31.119. La valeur de référence est fixée à 50 km/h pour le milieu urbain.

La dispersion des points autour de la droite de régression donne une information sur l'homogénéité acoustique du revêtement .

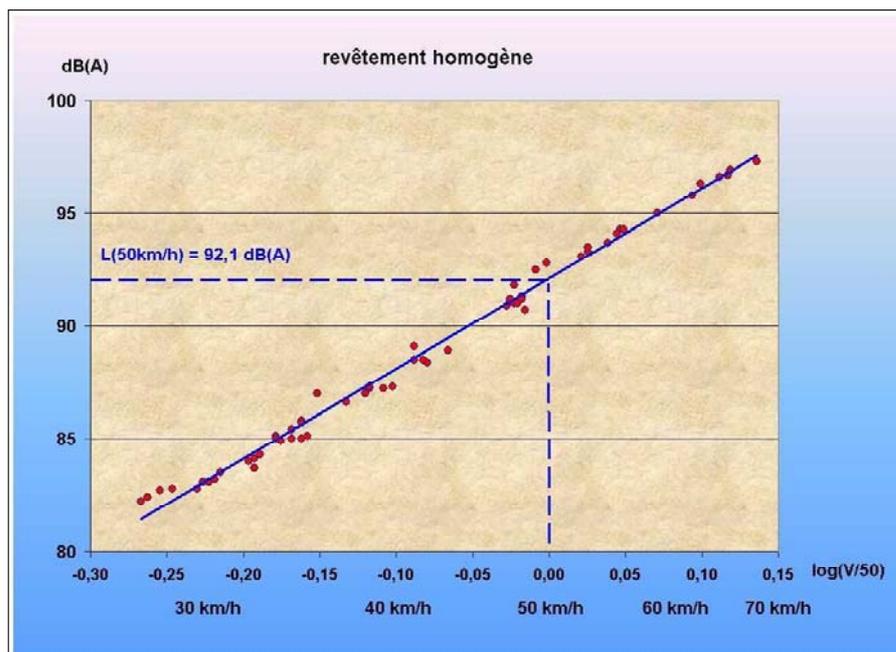


Figure n° 1

5.2 La banque de données

Le résultat acoustique de chaque revêtement testé est répertorié dans une base de données. La visualisation reprend la présentation de la base de données VM établie à l'échelon national. La figure ci-dessous (figure n° 2) représente les résultats obtenus à 50 km/h sur les différents types de revêtements urbains.

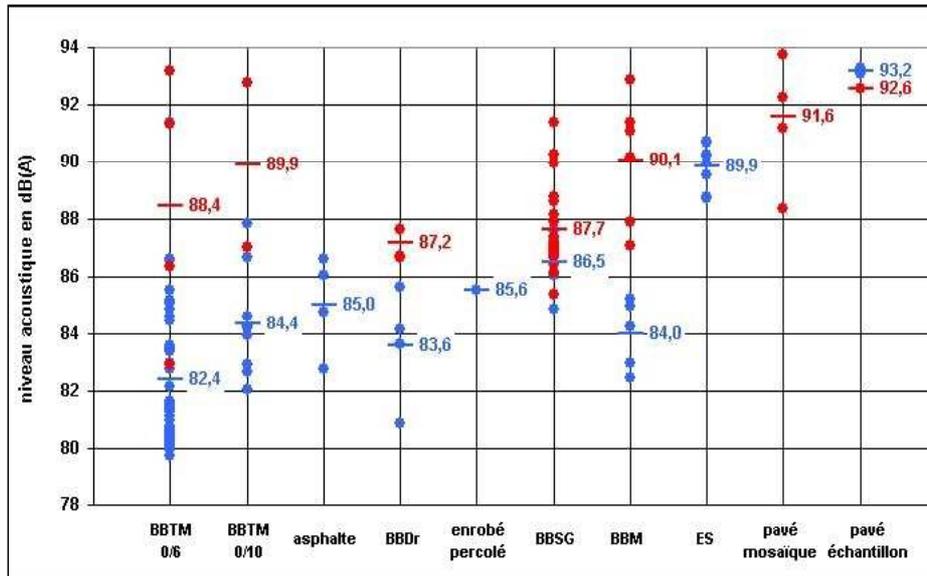


Figure n°2

Les points bleus représentent des revêtements neufs (6 mois) et les points rouges des revêtements anciens (plus de 3 ans).

On constate que la classification des revêtements obtenue « en champ proche » recoupe celle trouvée par la méthode « au passage » ce qui conforte ses fondements.

6. PERSPECTIVES

6.1 Sur les performances des matériaux

Nul doute que les professionnels vont poursuivre, sous l'aiguillon des maîtres d'ouvrage, leurs recherches et expérimentations, sur les qualités acoustiques des matériaux neufs, en améliorant les produits ou en inventant de nouveaux. La voie de l'innovation reste ouverte sur le sujet.

On peut d'ailleurs noter que, si la ville de Paris s'est plutôt orientée vers le développement des enrobés bitumineux, il est permis de penser que des progrès significatifs sont aussi réalisables avec les bétons hydrauliques en jouant sur la granulométrie et le traitement de surface. Certains pays sont en pointe à cet égard.

Le deuxième axe de recherche et de progrès reste la pérennité des qualités acoustiques.

Un programme de mesures est en cours afin de tester après trois ans, un nombre significatif de planches mesurées à l'état neuf.

On pourrait alors s'orienter vers des spécifications performantielles maintenues dans le temps.

6.2 Sur la méthode de mesure

Après la mise au point de la méthode « en champ proche » par le LREP, la ville de Paris et leurs partenaires, le Laboratoire des Equipements de la Rue (LER) de la ville de Paris s'est doté d'un véhicule et d'un personnel aptes à réaliser ce type de mesures. Cela a permis d'augmenter les capacités de mesures, d'enrichir plus vite la base de données, mais aussi de tester la répétabilité et la reproductibilité de ces mesures.

Aujourd'hui, de nombreux acteurs (laboratoires, entreprises) s'intéressent à ces mesures en continu et développent divers matériels et méthodes. Cette diversité stimulante a incité le LREP à déposer un projet de norme qui va permettre la confrontation de tous les interlocuteurs et aboutira à la définition d'une méthode avec des spécifications partagées par tous.

6.3 Mesures en façades d'immeubles

La finalité des revêtements peu bruyants est d'améliorer le confort du riverain en abaissant le niveau de bruit en façade.

Des mesures de bruit en façade, avant et après l'application d'un nouveau revêtement, sont donc nécessaires pour apprécier la baisse relative du niveau sonore et le niveau de bruit dans l'absolu qui détermine si le bâtiment se situe en dessus ou en dessous du seuil fixé par la loi et conclure à la nécessité de mesures complémentaires éventuelles (traitement acoustique des fenêtres, par exemple).

La corrélation de ces mesures de bruit en façade, avec des mesures de bruit de roulement avant – après, sont très intéressantes.

Les quelques premières mesures effectuées mettent en évidence la prépondérance du bruit routier ; la baisse du niveau sonore de la chaussée est largement répercutée sur le niveau de bruit en façade et ce, d'autant plus, que le trafic, surtout nocturne, est important.

7. CONCLUSION

A l'issue de ces quelques années de recherche pour développer des revêtements peu bruyants, il apparaît clairement que la définition d'un nouveau besoin par la maîtrise d'ouvrage a fait naître l'innovation ; que celle-ci a pu voir le jour rapidement par un partenariat qui a su partager les risques mesurés inhérents à toute innovation.

L'innovation en matière de revêtements routiers a elle-même suscité un nouveau besoin en matière d'évaluation des performances. De là est apparue la possibilité de définir des spécifications quantifiant la qualité des matériaux.

Ceci n'est qu'un exemple qui montre que l'innovation et la spécification sont intimement liées, qu'elles s'entraînent l'une l'autre et que l'ensemble forme un couple-moteur, source de progrès.

Références:

FRETET, CHRISTORY, SIRIEYS (1998) - RGRA n° 768 décembre 1998

FRETET, LEROY, RAUCH, CHRISTORY, CHARGROS, DURANG (2001) - RGRA n° 801 décembre 2001