

Guide pour l'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement

À DESTINATION DES COLLECTIVITÉS LOCALES



CONNAÎTRE POUR AGIR

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable
et de l'Aménagement
du territoire

Guide pour l'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement

À DESTINATION DES COLLECTIVITÉS LOCALES

Préface

Les nuisances sonores sont de nos jours l'une des principales nuisances pour nos concitoyens qui vivent en milieu urbain ou au voisinage des grandes infrastructures de transport. Pourtant, cette pollution n'est pas suffisamment prise en compte et traitée.

Ce constat a conduit la Commission européenne à doter les États membres d'un cadre harmonisé : la directive du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement qui prévoit l'élaboration de cartes de bruit et de Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

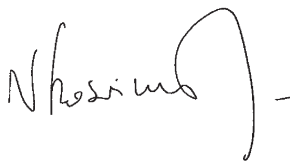
Suite à la transposition de cette directive en droit français, les premiers guides méthodologiques publiés ont d'abord permis d'éclairer les collectivités pour l'élaboration des cartes de bruit.

Au terme des diagnostics ainsi réalisés pour améliorer l'information des citoyens, il convient désormais de définir les actions locales, en associant les administrés aux décisions qui les concernent. Tel est l'enjeu des Plans de prévention.

Les collectivités territoriales sont placées au cœur de ce dispositif dans les principales agglomérations.

Afin d'aider les collectivités compétentes à élaborer ces plans, le ministère chargé de l'Écologie et du Développement durable a demandé à l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) d'assurer le pilotage de ce guide.

Nous souhaitons qu'il apporte un appui méthodologique aux collectivités concernées qui y trouveront un rappel des informations utiles à l'élaboration d'un Plan de prévention du bruit dans l'environnement et pourront s'inspirer des actions qu'il présente en matière de prévention ou de réduction du bruit.



Nathalie KOSCIUSKO- MORIZET
Secrétaire d'État chargée de l'Écologie



Chantal JOUANNO
Présidente de l'Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Remerciements

Le groupe de travail chargé de rédiger ce guide a été piloté par Emmanuel THIBIER de l'ADEME, en coordination avec Didier CATTENOZ et Jérôme LARIVE de la Mission Bruit du ministère en charge de l'Écologie et du Développement durable.

Ils remercient particulièrement les personnes suivantes pour leur contribution à la rédaction de cet ouvrage et la fourniture des illustrations :

M. Pascal BELINGARD • SNCF

Mme Cora CREMEZI • SNCF

Mme Sonia DOISY • CETE Est

M. Raphaël DUEE • RATP

M. Richard DURANG • LREP

M. Marc ESMENJAUD • DDASS

M. Benoît FACQ • DGITM / MEEDDAT

M. Joël GARREAU • C. U. Nantes

M. Eric GAUCHER • Acoustique & Conseil

M. Piotr GAUDIBERT • ODES

Mme Anne GUERRERO • RFF

Mme Nathalie GOURLOT • Université Paris XII (Créteil)

Mme Catherine LAMOUROUX-KHUN. • CETE Est

M. Pierre LECLERC • DGAC / DAST / MEEDDAT

M. Frédéric LERAY • DGR / MEEDDAT

M. Bernard MIEGE • CETE Lyon

Mme Fanny MIETLICKY • Bruitparif

Mme Eléonore ROUSSEAU • CETE Blois

M. Jérôme SAURAT • CERTU

M. Bruno VINCENT • ACOUCITE

Sommaire

Préface	5
Remerciements	6
Introduction	8

1 Chapitre 1 : Contexte et cadre réglementaire

1.1) La directive 2002/49/CE du 25 juin 2002	10
1.2) Exigences réglementaires	10

2 Chapitre 2 : Démarche d'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE)

2.1) Identification des acteurs et de leurs champs de compétences	14
2.2) Interaction et articulation avec les démarches existantes	16
2.3) Les grandes étapes de l'élaboration du PPBE	21
2.4) Gestion et suivi des PPBE	28
- 2.4.1 Le suivi des Plans de prévention du bruit dans l'environnement; une démarche d'observation	28
- 2.4.2 Généralités	29
- 2.4.3 Les différents types de suivi	30
- 2.4.4 Les méthodes d'évaluation	30
- 2.4.5 Quelques principes contribuant au suivi acoustique d'actions	31
- 2.4.6 La réalisation d'un bilan	31

3 Chapitre 3 : Les actions de prévention et de réparation

3.1) Mieux vaut prévenir que guérir	32
3.2) Urbanisme déplacement et construction	32
- 3.2.1 ScoT et PLU	33
- 3.2.2 Cas particulier du transport aérien	36
- 3.2.3 PDU	38
- 3.2.4 Actions sur les bâtiments	38
3.3) Les actions sur le bruit routier	42
- 3.3.1 Les matériels routiers	43
- 3.3.2 Les revêtements routiers	46
- 3.3.3 Les aménagements de la voirie routière	48
- 3.3.4 Les actions sur la maîtrise des trafics	52
- 3.3.5 Conclusion	61

3.4) Les actions sur le bruit ferroviaire	62
- 3.4.1 Introduction	62
- 3.4.2 Notions sur le bruit ferroviaire	62
- 3.4.3 Actions sur l'infrastructure	63
- 3.4.4 Actions sur l'exploitation	64
- 3.4.5 Actions sur le matériel roulant	64
- 3.4.6 Cas particulier du transport ferré en zone urbanisée : métro, tramways	66
- 3.4.7 Actions combinées sur l'infrastructure et le matériel	68
3.5) Les actions sur le bruit aérien	69
- 3.5.1 Intervention sur l'infrastructure aérienne	69
- 3.5.2 Les matériels	69
- 3.5.3 Trafic aérien	70
3.6) Les infrastructures industrielles	71
- 3.6.1 Introduction	71
- 3.6.2 Actions de prévention	72
- 3.6.3 Actions d'amélioration	72
- 3.6.4 Solutions techniques	73
3.7) Les écrans antibruit	76
- 3.7.1 Quel type d'écran mettre en place ?	77
- 3.7.2 Comment fonctionne un écran acoustique ?	77
- 3.7.3 Composition d'un écran acoustique	78
- 3.7.4 Quelques règles constructives	79
- 3.7.5 Coût	81
3.8) Combinaisons d'actions	81
- 3.8.1 Un PPBE, des actions combinées	81
- 3.8.2 Le cas particulier des situations de multi exposition	81

4 Chapitre 4 : Pour aller plus loin

4.1) Analyse de quelques expériences et proposition d'un plan de rédaction	83
4.2) Enrichissement des PPBE	84

Annexe 1 - Principaux textes de référence relatifs aux bruits du transport aérien	86
--	----

Annexe 2 - Textes spécifiques relatifs à l'aéroport de Paris - Charles de Gaulle	87 et 88
---	----------

Annexe 3 - Bibliographie	89
--------------------------------	----

Liste des abréviations	90
------------------------------	----

Introduction

OFFRIR LE CALME ET LUTTER CONTRE LES BRUITS TROP IMPORTANTS

De nombreuses enquêtes auprès du public font ressortir que le bruit est un problème d'environnement très préoccupant, qu'il constitue une des atteintes majeures à l'environnement et à la qualité de vie des français.

Ainsi, les moyens de transports, indispensables à la vie économique et à la vie quotidienne, sont considérés comme la première source de nuisances sonores, surtout dans les grandes villes.

Face à ce constat, les pouvoirs publics français réagissent, mettent en œuvre et améliorent depuis plus de 30 ans les politiques de lutte contre le bruit.

Visant à concilier trois sphères qui se sont longtemps ignorées : l'économie, l'écologie et le social, le développement et l'aménagement durables imprègnent peu à peu l'ensemble des politiques publiques pour satisfaire les « besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

ACTION AU NIVEAU EUROPÉEN

La compétence de la Commission européenne en matière de protection de l'environnement a été affirmée lors de la signature du traité de Maastricht en 1992.

Le traité prévoit en effet que « la politique de la Communauté dans le domaine de l'environnement vise un niveau de protection élevé, en tenant compte de la diversité des situations dans les différentes régions de la Communauté. Elle est fondée sur le principe de précaution et d'action préventive, sur les principes de la correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement et sur les principes du pollueur-payeur ».

Dans son **livre vert** sur la politique future de lutte contre le bruit du 4 novembre 1996, la Commission européenne désigne le bruit comme l'un des principaux problèmes d'environnement qui se posent en Europe.

Outre un état de l'exposition des citoyens européens aux nuisances sonores des infrastructures de transport et un état des lieux des réglementations en vigueur dans les différents Etats membres, le livre vert contient également la proposition d'introduire une approche globale dans la détermination de la politique européenne de lutte contre le bruit, sur la base des principes suivants :

- instaurer un véritable partage de responsabilités ;
- définir des objectifs à atteindre ;
- renforcer la cohérence des actions ;
- mettre en place un suivi des progrès accomplis ;
- développer des méthodes de contrôle des nuisances sonores.

En conséquence et conformément au traité, le Conseil et le Parlement européens ont adopté le 25 juin 2002 la directive

2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Il y est considéré que les autorités compétentes devraient établir, en concertation avec le public, des plans d'action portant sur les mesures à prendre en priorité dans des zones d'intérêt particulier : les principales agglomérations et les grandes infrastructures de transport.

CONTEXTE EN FRANCE

Parallèlement, la charte de l'environnement, adossée le 1^{er} mars 2005 à la Constitution du 4 octobre 1958, prévoit en son article 6 que « les politiques publiques doivent promouvoir un développement durable. À cet effet, elles concilient la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social ».

Or, la problématique du bruit s'inscrit dans la plupart des politiques publiques liées à l'espace public, voire à l'espace privé.

De même, la loi SRU du 13 décembre 2000 est l'aboutissement d'un débat national qui a fait ressortir la nécessité d'assurer une plus grande cohérence entre les politiques d'urbanisme et les politiques de déplacements dans une perspective de développement durable.

Mais, force est de constater que malgré les progrès manifestes en matière de lutte contre le bruit, les autres politiques publiques sont rarement élaborées en vue de réduire les nuisances sonores, même à titre secondaire. Il en est ainsi, par exemple, des plans locaux d'urbanisme ou des plans de déplacements urbains.

On note toutefois que les effets sur l'environnement des plans et programmes doivent être évalués et maîtrisés.

La transposition de la directive n°2002-49-CE en droit français donne le cadre et l'occasion d'une prise en compte du bruit par toutes les politiques publiques.

Elle prévoit l'élaboration de deux outils : **les cartes de bruit** et les **Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE)**. Les cartes de bruit constituent un diagnostic. Les PPBE définissent les mesures prévues par les autorités compétentes pour traiter les situations identifiées, notamment grâce à ces cartes.

L'objectif des PPBE consiste à prévenir les effets du bruit, à réduire, si nécessaire, les niveaux de bruit, ainsi qu'à protéger les zones calmes. Il s'agit à la fois de recenser les actions déjà prises ou en cours, et définir celles dorénavant prévues pour les prochaines années.

Jusqu'à présent, les politiques de lutte contre le bruit visent à limiter les niveaux de bruit en fixant des prescriptions propres à

chaque source prise isolément. Les PPBE doivent permettre de **remédier à cette segmentation** de la lutte contre le bruit. Le dispositif législatif et réglementaire mis en place offre l'occasion d'aborder le problème du bruit de manière globale et concertée avec l'ensemble des parties prenantes de chaque échelon territorial notamment les décideurs publics, les maîtres d'ouvrages, les exploitants d'infrastructures et les riverains.

Un PPBE est un document élaboré en vue du traitement du bruit dans l'environnement, en prenant en compte notamment le bruit des routes, des voies ferrées, des aéroports et des industries. A minima la substance d'un PPBE est constituée de mesures qui visent à traiter ces quatre types de sources de bruit.

Ainsi, la directive précise que les mesures qui relèvent d'un PPBE sont plutôt à prendre parmi l'aménagement du territoire, l'ingénierie des systèmes de gestion du trafic, la planification de la circulation, la réduction du bruit par des mesures d'isolation acoustique et la lutte contre le bruit à la source.

Des impératifs locaux peuvent conduire à intégrer des mesures qui visent à traiter d'autres sources (terrasses de café, enceintes sportives, marché, ...) mais celles-ci ne devront pas se substituer aux mesures essentielles et ne devront être considérées que comme des compléments.

Les PPBE ont vocation à combiner au mieux, tant sur le plan technique, que stratégique et économique, les mesures et outils qui peuvent être mis en œuvre. Toutes les actions devront interagir dans le même but. Il convient de les élaborer et de les réviser en gardant à l'esprit la réduction des niveaux de bruit. Les PPBE sont finalement des documents d'orientation. Ils constituent en quelque sorte les « volets bruit » de Projets d'aménagement et de développement durable (PADD) des Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT).

LE GUIDE

Le présent guide est un document d'aide à l'élaboration des PPBE à destination des collectivités locales

Il concerne principalement les autorités compétentes pour l'élaboration de ces plans dans les agglomérations : communes et Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) compétents en matière de lutte contre les nuisances sonores.

Par ailleurs, les autorités compétentes pour l'élaboration des PPBE des grandes infrastructures de transport pourront utilement mettre à profit les chapitres qui concernent les infrastructures de transport.

Ce guide a pour but d'orienter l'élaboration des PPBE aux niveaux administratif et technique. Cela étant, il s'adresse à la fois aux élus et aux services de ces différentes autorités.

Les PPBE constituent le deuxième outil dans le dispositif retenu par la Commission. Ce guide fait donc logiquement suite au guide publié par le CERTU « Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération- Mettre en œuvre la directive 2002/49/CE. »

Le guide compte **quatre chapitres**. Le premier chapitre est un rappel détaillé du contexte et du cadre réglementaire.

Le deuxième chapitre aborde l'ensemble des aspects liés à l'élaboration des PPBE notamment l'organisation, les partenariats, la publication, la mise en œuvre et le suivi.

Le troisième chapitre expose le contenu envisageable des PPBE, les avantages et inconvénients des différentes mesures possibles, et donne des éléments de coûts et d'efficacité.

Enfin, le quatrième chapitre est dédié à l'examen d'expériences intéressantes, de plans de lutte contre le bruit municipaux déjà mis en place, des mesures qui vont au-delà de ce qui est attendu dans un PPBE.

1

Chapitre 1 : Contexte et cadre réglementaire

1.1. LA DIRECTIVE 2002/49/CE DU 25 JUIN 2002

Le considérant 11 de la directive énonce que « les autorités compétentes devraient établir, en concertation avec le public, des plans d'action portant sur les mesures à prendre en priorité dans [des] zones d'intérêt particulier. » La directive expose ensuite les différentes définitions et exigences faites aux Etats membres concernant l'élaboration de plans d'action.

Selon l'article 8 de la directive européenne, le champ d'application des plans d'action est le même que celui des cartes de bruit. Les échéances pour leur élaboration sont fixées un an après celles imposées pour les cartes de bruit. Concernant le rythme d'actualisation des plans d'actions, le paragraphe 5 stipule que « les plans d'action sont réexaminés et, le cas échéant, révisés lorsque survient un fait nouveau majeur affectant la situation en matière de bruit, et au moins tous les cinq ans à compter de leur date d'approbation ». Il n'est pas fourni de définition du fait nouveau majeur qui justifierait un réexamen et une révision, si nécessaire, d'un plan d'action.

1.1.1. PLANS D'ACTION - DÉFINITIONS

Le paragraphe 4 de l'article 8 précise que les « plans d'action satisfont aux prescriptions minimales énoncées à l'annexe V ». Le paragraphe 1 de l'annexe V donnent les « prescriptions minimales pour les plans d'action ».

Diagnostic, actions envisagées, informations financières les concernant, stratégie à long terme, prévision des effets, évaluation de l'efficacité des actions, participation du public, tels sont les mots-clés à retenir.

La directive énonce, au paragraphe 2 de l'annexe V, des principes de lutte contre le bruit qu'elle conseille de suivre lors de l'élaboration des plans d'action :

« Parmi les actions que les autorités compétentes peuvent envisager dans leurs domaines de compétence respectifs figurent par exemple :

- la planification du trafic ;
- l'aménagement du territoire ;
- les mesures techniques au niveau des sources de bruit ;
- la sélection de sources plus silencieuses ;
- la réduction de la transmission des sons ;
- les mesures ou incitations réglementaires ou économiques ».

Enfin, le paragraphe 1 de l'article 8 stipule que « les mesures figurant dans les plans sont laissées à la discrétion des autorités compétentes ». Les plans d'action devraient viser à traiter les zones où des valeurs limites sont dépassées mais les Etats membres peuvent fixer tout autre critère (autres indicateurs...) pour guider

l'action publique en la matière (cf. paragraphe 3 de l'article 8). Il a été confié aux Etats membres le soin de fixer les valeurs limites et de les communiquer, avec éléments d'explication, à la Commission européenne. Les valeurs limites sont abordées par la directive en son considérant 8 et définies à l'article 3.

Il convient de noter que la directive fixe seulement des recommandations sur le contenu des plans d'action qui restent à la discrétion des autorités qui les élaborent et à celle des autorités chargées de mettre en œuvre les actions.

1.1.2. INFORMATIONS COLLABORATIONS SUPRANATIONALES ET PARTICIPATION DU PUBLIC

Comme le bruit se soucie peu des frontières géographiques, le paragraphe 6 de l'article 8 demande aux Etats membres voisins d'agir de façon concertée en matière de lutte contre le bruit : « les Etats membres limitrophes coopèrent pour les plans d'action dans les régions frontalières ».

L'annexe VI concerne les données à transmettre à la Commission conformément à l'article 10 de la directive. Les paragraphes 1.8. et 2.8. de l'annexe demandent qu'un résumé du plan d'action, de dix pages au maximum, reprenant tous les aspects importants visés à l'annexe V soit transmis à la Commission.

Le paragraphe 1 de l'annexe V prévoit que les plans d'actions contiennent un compte-rendu des consultations publiques organisées en application de l'article 8, paragraphe 7 portant sur la participation du public à l'élaboration des plans d'action.

1.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

Les textes français transposant la directive en reprennent les exigences et en précisent certains points.

Ainsi, l'article L. 572-6. du code de l'environnement définit les Plans de prévention du bruit dans l'environnement comme des documents qui « tendent à prévenir les effets du bruit, à réduire, si nécessaire, les niveaux de bruit, ainsi qu'à protéger les zones calmes ».

Les PPBE « comportent une évaluation du nombre de personnes exposées à un niveau de bruit excessif et identifient les sources des bruits dont les niveaux devraient être réduits ». Ils « recensent les mesures prévues par les autorités compétentes pour traiter les situations identifiées par les cartes de bruit et notamment lorsque des valeurs limites » ... « sont dépassées ou risquent de l'être ».

La notion de risque de dépassement des valeurs limites doit être interprétée comme une anticipation par l'autorité compétente du dépassement futur des valeurs limites en fonction de l'évolution de situations prévisibles. On parlera alors plutôt de mesures préventives pour certaines zones où il semble certain que le niveau de bruit à terme sera élevé.

Les PPBE comportent donc une combinaison de mesures destinées à prévenir ou réduire le bruit. La détermination des zones à traiter et des mesures à mettre en œuvre est guidée par le diagnostic fourni par les cartes de bruit. Il s'agit d'ailleurs d'ajouter au rapport du PPBE une partie du diagnostic issu des cartes de bruit.

Un PPBE est un programme présenté aux citoyens pour traiter les zones identifiées par ordre de priorité et en fonction des enjeux et des moyens disponibles.

Les valeurs limites visées à l'article 3 du décret du 24 mars 2006 sont données à l'article 7 de l'arrêté du 4 avril 2006. Les zones où les valeurs limites sont dépassées font l'objet d'une représentation graphique des cartes de bruit.

Valeurs limites, en dB(A)

Indicateurs de bruit	Aérodromes	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Activité industrielle
Lden	55	68	73	71
Ln		62	65	60

miner, si elles le souhaitent, le dispositif de détection.

La notion de modification ou transformation significative d'une infrastructure introduite aux articles 2 et 3 du décret n°95-22 du 9 janvier 1995 peut être exploitée.

Le décret précise en effet :

« Art. 2. - Est considérée comme significative, [...], la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs autres que ceux mentionnés à l'article 3 et telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains [...] serait supérieure de plus de 2 dB (A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou cette transformation.

Art. 3. - Ne constituent pas une modification ou une transformation significative [...]

- 1) Les travaux d'entretien, de réparation, d'électrification ou de renouvellement des infrastructures ferroviaires ;
- 2) Les travaux de renforcement des chaussées, d'entretien ou de réparation des voies routières ;
- 3) Les aménagements ponctuels des voies routières ou des carrefours non dénivelés ».

Finalement, il convient de rappeler que les cartes de bruit et les PPBE sont des documents stratégiques à l'échelon de grands territoires. Ainsi une évolution significative devrait avoir un impact durable et important en terme d'amplitude et de bâtiments sensibles concernés.

1.2.1. CHAMP D'APPLICATION ET ÉCHÉANCES

Selon l'article L. 572-9. du code de l'environnement, les PPBE relatifs aux agglomérations de plus de 250 000 habitants, aux infrastructures routières dont le trafic annuel est supérieur à 6 millions de véhicules et aux infrastructures ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 60 000 passages de trains devraient être publiés le 18 juillet 2008 au plus tard.

Les PPBE relatifs aux agglomérations de plus de 100 000 habitants, aux infrastructures routières dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules et aux infrastructures ferroviaires dont le trafic annuel est supérieur à 30 000 passages de trains devront être publiés le 18 juillet 2013 au plus tard.

Ils sont réexaminés et, le cas échéant, révisés en cas d'évolution significative des niveaux de bruit identifiés, et en tout état de cause au moins tous les cinq ans (cf. art. L572-8 du code de l'environnement).

Réexaminés ou révisés au même rythme que les cartes de bruit, les PPBE sont attendus un an après. Cependant, une évolution significative des niveaux de bruit peut justifier un réexamen ou une révision avant la date. Lorsqu'une variation des niveaux de bruit est détectée, il appartient aux autorités locales de déterminer s'il s'agit ou non d'une évolution significative des niveaux de bruit. Il leur appartient également de déter-

1.2.2 COMPÉTENCES

1.2.2.1 Elaboration des PPBE

L'article L. 572-7. du code de l'environnement attribue les compétences pour l'élaboration des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

- Les PPBE « relatifs aux **autoroutes et routes d'intérêt national** ou européen faisant partie du domaine public routier national et aux **infrastructures ferroviaires** sont établis par le représentant de l'Etat ». Selon l'article 7 du décret n°2006-361, le préfet de département arrête ces PPBE. Il en va de même pour les PPBE des principaux aéroports définis par arrêté du 3 avril 2006.

- Les PPBE « relatifs aux infrastructures routières autres que celles mentionnées sont établis par les collectivités territoriales dont relèvent ces infrastructures ». L'article 7 du décret n°2006-361 précise que l'organe délibérant de la collectivité territoriale gestionnaire arrête ces PPBE.

- Les PPBE relatifs aux agglomérations de plus de 100 000 habitants sont établis par les communes situées dans le périmètre de ces agglomérations ou, s'il en existe, par les établissements publics de coopération intercommunale compétents en matière de lutte contre les nuisances sonores. Le décret n°2006-361 détaille en son article 7 que les PPBE sont arrêtés par les conseils municipaux.

poux ou par les organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents en matière de lutte contre les nuisances sonores, s'il en existe.

Concernant les grandes infrastructures de transports dont la « trace » acoustique serait située en grandes agglomérations, deux autorités compétentes sont désignées. Une au titre du territoire, l'autre au titre de l'infrastructure. Il convient donc que ces autorités se rapprochent pour convenir des dispositions dans lesquelles les différents PPBE seront élaborés.

1.2.2.2. Mise en œuvre des mesures

L'article L. 572-7 mentionne que lors de l'élaboration des PPBE, il faut s'assurer de recueillir « l'accord des autorités ou organismes compétents pour décider et mettre en œuvre les mesures qu'il [le PPBE] recense ». L'article 5 du décret n° 2006-361 demande d'ailleurs qu'en annexe des PPBE soient explicitement joints ces « accords des autorités ou organismes compétents pour décider et mettre en œuvre les mesures prévues ».

En matière de mise en œuvre des mesures, les textes n'ont pas créé de droit.

Les autorités compétentes pour l'élaboration des PPBE ont compétence directe pour mettre en œuvre une certaine partie des mesures envisageables. La mise en œuvre des autres mesures envisageables fera l'objet de négociation avec les autorités qui en ont la compétence.

1.2.2.3. Le cas des grands aéroports

Tandis que l'article 9 du décret n° 2006-361 contient des dispositions transitoires, l'article 8 du décret n° 2006-361 modifie la partie réglementaire du code de l'urbanisme et crée l'article R 147-5-1.

Ainsi, pour les aérodromes dont le nombre de mouvements annuels est supérieur à 50 000 mouvements par an (à l'exclusion des vols d'entraînement sur avions légers), le rapport de présentation du plan d'exposition au bruit (PEB) établi autour des grands aérodromes comprend les PPBE qui leur sont relatifs.

Ils sont donc établis par l'autorité administrative désignée pour l'élaboration des PEB le 18 juillet 2008 au plus tard.

L'élaboration et la mise à jour d'un PPBE peuvent être effectuée indépendamment de la révision du plan d'exposition au bruit. En tout état de cause, le PPBE est publié par voie électronique.

1.2.2.4. Rôle du préfet de département

Le préfet de département est chargé de recueillir les informations relatives aux PPBE pour les inclure dans le circuit de transmission à la Commission européenne. Ainsi, l'article L.572-10 stipule notamment que les « Plans de prévention du bruit dans l'environnement dont l'établissement incombe à des autorités autres que l'Etat sont transmis au représentant de l'Etat ».

A ce titre, il suit l'état d'avancement des différentes productions, y compris celles relevant des Collectivités locales. Il peut également demander que les informations correspondantes lui soient communiquées sous des formats spécifiques, pour des besoins nationaux et européens d'harmonisation.

1.2.3. INFORMATION ET CONSULTATION DU PUBLIC

Selon l'article L. 572-8. du code de l'environnement, il est prévu que les projets de Plans de prévention du bruit dans l'environnement fassent l'objet d'une consultation du public. L'autorité en charge de cette consultation est celle compétente pour l'élaboration du PPBE.

L'article 6 du décret n°2006-361 précise la procédure de consultation du public qui s'apparente à une enquête publique allégée : « Le projet de plan comprenant les documents prévus à l'article 5 est mis à la disposition du public pendant deux mois.

Un avis faisant connaître la date à compter de laquelle le dossier est mis à la disposition du public est publié dans un journal diffusé dans le ou les départements intéressés, quinze jours au moins avant le début de la période de mise à disposition. Cet avis mentionne, en outre, les lieux, jours et heures où le public peut prendre connaissance du projet et présenter ses observations sur un registre ouvert à cet effet ».

Tandis que l'article 7 du même décret prévoit que le PPBE et « une note exposant les résultats de la consultation prévue à l'article 6 et la suite qui leur a été donnée » soient « tenus à la disposition du public au siège de l'autorité compétente pour arrêter le plan », l'article 5 demande d'adjoindre au PPBE les motifs ayant présidé au choix des mesures retenues.

Cette disposition permet de faire connaître aux « riverains », et en particuliers à ceux qui ont participé à la consultation, les motivations des différentes mesures.

Les PPBE sont publiés par voie électronique précise la réglementation.

Les textes de transposition fournissent un cadre d'élaboration mais aussi des attendus sur la forme des PPBE.

Les éléments que doivent contenir les PPBE sont détaillés à l'article 5 du décret n°2006-361 et ci-dessous :

- **un rapport de présentation** exposant, d'une part, une synthèse des résultats de la cartographie du bruit faisant apparaître, notamment, une estimation du nombre de personnes vivant dans les bâtiments d'habitation et d'établissements d'enseignement et de santé exposés à un niveau de bruit excessif et, d'autre part, une description des infrastructures et des agglomérations concernées ;

- les indications relatives à la définition et la préservation des **zones calmes** : critères de détermination, localisation et objectifs de préservation les concernant ;

- **les objectifs de réduction du bruit** dans les zones exposées à un bruit dépassant les valeurs limites ;

On peut noter que pour les réseaux ferroviaires et routiers nationaux, l'Etat a fixé ses objectifs de réduction dans les différentes circulaires relatives au rattrapage des Points noirs du bruit (PNB). Ainsi la circulaire du 7 juin 2007 a confirmé que les objectifs fixés par celle du 25 mai 2004 restent applicables dans le cadre des PPBE relatifs à ces infrastructures.

- les mesures visant à prévenir ou réduire le bruit dans l'environnement arrêtées au cours des dix années précédentes et **prévues pour les cinq années à venir** par les autorités compétentes et les gestionnaires des infrastructures ;

- s'ils sont disponibles, les **financements et les échéances** prévus pour la mise en œuvre des mesures recensées ainsi que les textes sur le fondement desquels ces mesures interviennent ;

- les **motifs ayant présidé au choix des mesures** retenues et, si elle a été réalisée par l'autorité compétente, **l'analyse des coûts et avantages** attendus des différentes mesures envisageables ;

- **une estimation de la diminution** du nombre de personnes exposées au bruit à l'issue de la mise en œuvre des mesures prévues ;

- **un résumé non technique du plan**

Les mesures qu'il est prévu de mettre en œuvre constituent l'essence même des PPBE. Le pouvoir réglementaire n'a pas souhaité faire peser des exigences supplémentaires en exigeant les financements, les échéances prévues pour les mesures ainsi que l'analyse des coûts et avantages attendus des différentes mesures envisageables. Ces éléments n'en demeurent pas moins très importants notamment en vue de la publication et en vue de la consultation du public.

1.2.4. LES ZONES PARTICULIÈRES

1.2.4.1. Les zones calmes

L'article L. 572-6. du code de l'environnement définit également les zones calmes. Elles constituent une mesure particulière des PPBE. Il est stipulé que ce sont des « espaces extérieurs remarquables par leur faible exposition au bruit, dans lesquels l'autorité qui établit le plan souhaite maîtriser l'évolution de cette exposition compte tenu des activités humaines pratiquées ou prévues ».

L'article 5 du décret n°2006-316 prévoit que le PPBE contienne « s'il y a lieu, les **critères** de détermination et la localisation des **zones calmes** » et « les objectifs de préservation les concernant ». Il doit également contenir les mesures prévues pour les préserver.

La proposition de créer des zones calmes à préserver, à la discrétion des autorités locales, résulte notamment du constat de l'expansion de l'urbanisation et de celles des activités bruyantes, des surfaces qu'elles occupent, au détriment de zones initialement calmes.

Pour la première fois, la notion de zone calme, introduite dans la loi, encourage le traitement du problème du bruit selon un angle d'attaque nouveau, **le maintien d'une faible exposition au bruit**, et non plus seulement le traitement des zones les plus exposées au bruit.

Cependant, il ne s'agit pas de désigner, comme zones calmes à préserver, uniquement tous les endroits où le niveau de bruit est inférieur à un seuil. L'approche systématique proposée par les cartes de bruit ne convient donc pas aux zones calmes. En effet, la création d'une zone calme est une mesure en soi plus qu'un diagnostic, qu'une donnée spatio-acoustique.

1.2.4.2. Traitement des zones soumises au bruit de plusieurs sources

Les articles 3 et 5 de l'arrêté du 4 avril 2006 qui concernent les cartes de bruit donnent des éléments relatifs à l'évaluation des situations de multi exposition :

« Dans les agglomérations visées au 3o de l'article 2 du décret du 24 mars 2006 susvisé, le document visé au a du II (1o) de l'article 3 du même décret peut [...], représenter l'exposition sonore globale due à l'ensemble des différentes sources de bruit »

« Dans les agglomérations [...] l'estimation de la diminution du nombre de personnes exposées au bruit visée [...] peut, le cas échéant, tenir compte de l'exposition sonore globale due à l'ensemble des différentes sources de bruit ».

En d'autres termes, il est suggéré aux autorités compétentes en agglomération de faire des représentations cartographiques et des estimations des expositions supplémentaires visant à évaluer globalement le bruit dans l'environnement.

A ce propos, le guide « Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération – Mettre en œuvre la directive 2002/49/CE » du CERTU indique :

« La carte de superposition des sources sonores en différents points aide à avoir une vision globale et comparative des impacts des sources de bruit (utile pour les PPBE). Elle pourra se traduire par une sommation énergétique notamment sur les secteurs multiexposés. L'utilisation de ces cartes devra rester prudente ».

La lutte contre le bruit est segmentée en exigences qui reposent séparément sur chaque maître d'ouvrage des infrastructures ou équipements bruyants. Si bien que, dans certaines zones soumises à plusieurs sources de bruit, le fait que chaque maître d'ouvrage respecte les exigences qui lui incombent ne garantit pas de ne pas créer des situations acoustiques inadmissibles pour les riverains.

Pour que le PPBE soit utile pour les riverains situés dans ces zones, il convient de prévoir un traitement de ces cas lors de l'élaboration des PPBE (Voir § 3.8.).

Chapitre 2 :

Démarche d'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement

2.1. IDENTIFICATION DES ACTEURS ET DE LEURS CHAMPS DE COMPÉTENCES

La construction d'un PPBE représente une réelle opportunité pour les communes et EPCI de développer une véritable politique de lutte contre le bruit, constituée à la fois de mesures préventives qui s'inscrivent dans la ligne directe de leurs compétences réglementaires en terme d'aménagement du territoire et d'urbanisme, mais aussi par l'intermédiaire de leur participation aux actions de rattrapage et de résorption des situations prioritaires identifiées à l'aide notamment des cartes stratégiques de bruit.

Néanmoins, avant d'établir un PPBE sur un territoire donné, il est nécessaire et incontournable que la collectivité dispose, au préalable, d'une bonne connaissance des différents acteurs de la lutte contre le bruit susceptibles d'être impliqués et de bien identifier l'articulation de leurs compétences, de leurs responsabilités et de leurs actions.

Le succès d'un PPBE, comme de toute politique environnementale, dépendra en grande partie de la mobilisation de tous les partenaires concernés et de la coordination de leurs actions afin de développer des synergies et d'éviter des actions contradictoires ou antagonistes.

Devant la très grande variété des sources de bruit rencontrées dans l'environnement extérieur (bruit routier, bruit ferroviaire, bruit aéronautique, bruit de voisinage, des activités industrielles et commerciales etc), une gestion efficace des problématiques de bruit sur un territoire implique l'intervention d'une multitude d'acteurs : les services de l'Etat, les différentes collectivités locales impliquées (commune ou intercommunalité, département, région), les aménageurs, les gestionnaires d'infrastructures, les professionnels des secteurs des transports et du bâtiment, les citoyens eux-mêmes : chacun dispose, à son niveau, d'une part de compétence et d'une part de responsabilité dans la gestion du bruit.

Avant de se lancer dans l'élaboration d'un PPBE, la collectivité devra donc identifier les acteurs qui seront susceptibles d'intervenir : les différents services concernés au sein de la collectivité d'une part, les organismes extérieurs d'autre part. Il faudra notamment veiller à créer de la cohérence entre le PPBE qui sera mis en place par la collectivité et ceux des gestionnaires des infrastructures qui traversent le territoire de celle-ci afin de développer des partenariats et mettre en place des programmes de cofinancement des actions de résorption qui puissent permettre de répondre à la forte demande sociale.

Les tableaux présentés dans les pages qui suivent listent les compétences spécifiques permettant de lutter contre le bruit, que les différents acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la directive peuvent mobiliser, et leurs champs d'applications.

2.1.1. LA COMMUNE (OU INTERCOMMUNALITÉ EN FONCTION DES COMPÉTENCES TRANSFÉRÉES)

La commune a une compétence en matière de lutte contre le bruit, et c'est le maire qui est en charge de la mise en œuvre de la directive. Cependant, dans certain cas, lorsque la commune appartient à un établissement public de coopération intercommunale (communauté urbaine, communauté d'agglomération, communauté de communes, voire syndicat d'agglomération nouvelle), la compétence bruit a pu être transférée à cet EPCI.

Ainsi, la lutte contre les nuisances sonores est une compétence obligatoire pour les nouvelles communautés urbaines, en application de la loi Chevènement du 12 juillet 1999 alors qu'il s'agit d'une compétence optionnelle pour les communautés d'agglomération et les communautés de communes.

Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Urbanisme construction permis de construire	Plan local d'urbanisme (PLU)
Aménagement (logements sociaux, zones d'activités, assainissement, protection des sites...)	Schéma de cohérence territoriale (SCOT) et autres programmes de type programme local de l'habitat (PLH)
Déplacement, circulation, entretien et gestion de la voirie communale	Plan local de circulation, Plan de déplacement urbain (PDU)
Construction et entretien du patrimoine communal (bâtiments publics de la commune tels que maternelles, écoles, centres de loisirs, salles des fêtes...)	Amélioration et réhabilitation acoustique des bâtiments communaux y compris dans une démarche HQE®
Bruit de voisinage : la protection de l'ordre public (pouvoirs de police du maire)	Actions de médiation, arrêtés municipaux relatifs à des dispositions acoustiques, répression (dresser des PV)
Actions d'information, de sensibilisation, d'éducation	Montage d'opérations au thème de l'environnement sonore (animations, conférences, expositions...)
Développement plus spécifique de politiques de lutte contre le bruit à l'échelle de leurs territoires	Soutien à des programmes de lutte contre le bruit, financement ou cofinancement d'études préalables, soutien à des observatoires Participation au financement des travaux de résorption des points noirs sonores le long des voies routières d'intérêt régional et des voies ferrées

2.1.2. LE DÉPARTEMENT (LE CONSEIL GÉNÉRAL)

Les Conseils généraux n'ont pas directement de compétences pour l'établissement des cartographies sur le bruit dans le cadre de la directive. Par contre, en tant qu'autorités gestionnaires des infrastructures départementales et, depuis la loi du 13 août 2004, d'une partie des routes nationales qui leur ont été transférées (environ 15 000 km), ils doivent établir des PPBE sur leur voirie. Par ailleurs, à travers leurs autres compétences en terme d'aménagement du territoire et de planification notamment, les choix qui sont faits peuvent avoir un impact sur le bruit.

Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Aménagement du territoire et planification	Consultation des départements lors de la détermination du Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire (SRADT)
Gestion entretien et investissements de l'infrastructure routière de la voirie départementale	Maîtrise d'ouvrage et financement (partiel ou total) des travaux de réalisation de murs anti-bruit, couverture de voies, pose d'enrobés anti-bruit...
Organisation des transports routiers non urbains de personnes et des transports scolaires, hors périmètre urbain	Actions en faveur du développement des transports collectifs (modification de trafic)
Construction et entretien du patrimoine départemental (collèges, crèches, bibliothèques, PMI, centres d'action sociale)	Amélioration et réhabilitation acoustique des bâtiments départementaux y compris dans une démarche HQE (idem commune)
Développement plus spécifique de politiques de lutte contre le bruit à l'échelle de leurs territoires	Aide financière aux bailleurs sociaux pour des travaux d'isolation acoustique dans les logements anciens, actions de sensibilisation, charte environnementale, agenda 21 Soutien à des programmes de lutte contre le bruit, financement ou cofinancement d'études préalables, soutien à des observatoires Participation au financement des travaux de résorption des points noirs sonores le long des voies routières d'intérêt régional et des voies ferrées

2.1.3. LA RÉGION (LE CONSEIL RÉGIONAL)

Le Conseil régional a des actions indirectes sur le bruit à travers ses autres compétences.

En particulier, la région élabore le Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire (SRADT) qui fixe les orientations à moyen terme du développement durable du territoire régional. Il définit, notamment, les objectifs de localisation des grands équipements, des infrastructures et des services d'intérêt général de la région et veille à la cohérence des projets d'équipement avec les politiques de l'État et des autres collectivités. Il intègre le schéma régional de transport. Des schémas interrégionaux peuvent être élaborés à l'initiative des régions concernées. Les contrats de projets Etat - Régions (ex contrats de plan) permettent la mise en œuvre d'orientations définies dans le SRADT.

Depuis le 1er janvier 2002, la région est chargée de l'organisation des services des transports ferroviaires régionaux, sauf en Ile-de-France où c'est le syndicat des transports d'Ile-de-France (STIF) qui organise les réseaux de transports.

Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Aménagement du territoire et planification	Consultation des régions lors de la détermination de la politique nationale d'aménagement et de développement durable ; Elaboration du Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire (SRADT)
Organisation des services de transport routier non urbain des personnes et, des transports ferroviaires	Le schéma régional des infrastructures et des transports (SRIT) Actions en faveur du développement des transports collectifs
Construction et entretien du patrimoine régional (lycées et des établissements d'éducation spéciale)	Amélioration et réhabilitation acoustique des bâtiments régionaux y compris dans une démarche HQE (idem commune)
Développement plus spécifique de politiques de lutte contre le bruit à l'échelle régionale	Soutien à des programmes de lutte contre le bruit, pilotage d'études, financement ou cofinancement d'études préalables, soutien à des observatoires Participation au financement des travaux de résorption des points noirs sonores le long des voies routières d'intérêt régional et des voies ferrées
Préservation et développement du patrimoine régional	Gestion des parcs naturels régionaux (PNR)

2.1.4. L'ÉTAT (LES SERVICES DE L'ÉTAT)

L'Etat intervient à un niveau national mais aussi local à travers ses services déconcentrés : DGR et DIR pour le routier, DGUHC et DDE pour l'urbanisme, DGMT et DRE pour le ferroviaire, DGAC et DAC pour les aéroports, DRIRE pour les industries, le Préfet pour le contrôle de légalité et la DIREN pour l'autorité environnementale.

Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Gestion et aménagement des voiries nationales ou d'intérêt communautaire non concédées	Plan de développement et de modernisation des infrastructures (PDMI) Cofinancement actions de rattrapage PNB
Réseau Ferré National	Soutien à des programmes de lutte contre le bruit, financement ou cofinancement d'études préalables, soutien à des observatoires Participation au financement des travaux de résorption des points noirs sonores le long des voies ferrées
Organisation de la circulation aérienne	Plan d'exposition au bruit (PEB) Elaboration des restrictions d'exploitation (trafic aérien) Elaboration des préconisations en matière d'urbanisation autour des aéroports Aide à l'insonorisation pour les logements situés au sein des PGS Elaboration des PGS (Plan de Gène Sonore) et financement insonorisation pour les ayants-droit au sein des PGS via la TNSA (Taxe sur les nuisances sonores aériennes)
Activités industrielles	Contrôle des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
Bâtiment	Aides des agences nationales (type ANAH) pour l'isolation et la réhabilitation des logements

2.1.5. EUROPE (L'UNION OU LA COMMISSION EUROPÉENNE)

Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Etablissement des normes de bruit à l'émission Etablissement de règles et procédures concernant l'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit dans les aéroports	Aides spécifiques pour des réalisations expérimentales ou exemplaires à travers des programmes de soutien y compris en matière de R&D

2.1.6. LES GESTIONNAIRES D'INFRASTRUCTURES

Il s'agit des gestionnaires des transports y compris les gestionnaires d'aéroport à qui "La gestion des demandes d'insonorisation et l'instruction des dossiers est confiée".

	Compétence spécifique	Moyen / Mode d'intervention
Autorités gestionnaires des transports	Organisation des transports, de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains	Plans de déplacements urbains (PDU)
Sociétés concessionnaires d'autoroute	Gestion et exploitation des voiries autoroutières concédées	Gestion et entretien du réseau financement des actions de rattrapage des points noirs du bruit et des actions de protection des riverains
Gestionnaires du réseau ferroviaire (RFF, RATP...) et responsables de l'exploitation des matériels ferroviaires (SNCF, RATP...)	Gestion et exploitation des voiries ferroviaires	Gestion et entretien du réseau ferroviaire et du matériel roulant Participation financière aux actions de rattrapage des points noirs du bruit ferroviaire et aux actions de protection des riverains d'infrastructures ferroviaires
Gestionnaires d'aéroport (ADP + CCI)	Gestion et l'instruction des dossiers des demandes des riverains	Insonorisation des bâtiments

2.2. INTERACTION ET ARTICULATION AVEC LES DÉMARCHES EXISTANTES

2.2.1. LES DISPOSITIFS DE CLASSEMENT SONORE DES VOIES ET LES OBSERVATOIRES DÉPARTEMENTAUX

La loi bruit du 31 décembre 1992 a mis l'accent sur la protection des riverains des infrastructures de transports terrestres (routes + voies ferroviaires) par des prescriptions concernant plusieurs types d'actions.

A - L'action à la source par la prise en compte des nuisances sonores, dans la réalisation de voies nouvelles ou la modification "significative" de voies existantes. Cet aspect est issu de l'article 12 de cette loi (codifié à l'article L571-9 du code de l'environnement) et de ses textes d'application (décret n°95-22 du 9 janvier 1995, arrêté du 5 mai 1995 pour les routes et arrêté du 8 novembre 1999

pour les voies ferrées). La réglementation en matière d'études d'impact complète ces dispositions.

C'est à ce niveau que les **démarches préventives** peuvent être optimisées pour ce qui concerne d'une part, la position des sources de bruit par rapport aux récepteurs et, d'autre part, les niveaux d'émission acoustique des sources découlant des caractéristiques géométriques de la voie, de sa couche de roulement, de la composition du trafic et de la nature de son écoulement.

B - L'action au niveau des récepteurs par le classement des voies et les règles de construction de bâtiments situés à proximité des voies existantes ou en projet. L'article 13 de la loi (référé article L571-10 du code de l'environnement) et ses textes d'application (décret n° 95-21 du 9 janvier 95 et l'arrêté du 30 mai 1996) constituent le cadre juridique de la démarche. Ces textes concernent les infrastructures dont le trafic « à terme » remplit les conditions rappelées dans le tableau suivant :

Type	Voies routières	Lignes ferroviaires	Transports en commun en site propre
Condition	TMJA > 5 000 veh / Jour	Trafic > 50 trains / jour	Trafic > 100 autobus /jour

Dans le cadre de cette démarche, le préfet recense et classe les infrastructures de transports terrestres en fonction de leurs caractéristiques sonores et détermine les secteurs de nuisance affectés par le bruit. Le préfet arrête le classement des voies et les secteurs affectés par le bruit. Ces arrêtés sont reportés dans les Plans locaux d'urbanisme.

Par le certificat d'urbanisme, le futur constructeur est informé si son terrain est situé dans un secteur de nuisance affecté par le bruit. A partir de cette information et des niveaux sonores en façade, le constructeur est tenu de respecter des valeurs minima d'isolation acoustique pour les façades de bâtiments d'habitation d'un établissement d'enseignement, de santé ou d'un hôtel. Les valeurs minima de l'isolement sont directement déduites du classement de l'infrastructure et de la distance à laquelle se trouve la façade avec le cas échéant la prise en compte de termes correctifs, notamment, les obstacles (écrans, merlons, bâtiments existants,....) situés entre la voie et les façades exposées, et l'orientation des bâtiments par rapport aux voies.

Dans cette démarche, la « **prévention** » se situe au niveau des collectivités compétentes qui peuvent développer, dans leurs documents de planification (SCoT, PDU, PLU, carte communale), des plans locaux d'actions, cohérents dans les domaines de l'urbanisme et des déplacements. Ces plans doivent prendre en compte les secteurs affectés par le bruit. L'objectif étant d'éviter l'aggravation de situations existantes bruyantes, la réduction de l'exposition au bruit des transports terrestres, la préservation des zones peu exposées.

La « **prévention** » concerne également les aménageurs des zones constructibles et les acteurs chargés de construire. Ils peuvent agir au niveau des zones pour minimiser le traitement acoustique des façades et l'impact acoustique sur les espaces extérieurs.

C - Action sur les bâtiments existants. L'article 15 de la loi Bruit,

a initié la démarche des Observatoires du bruit, dans un cadre juridique défini par des circulaires (12 juin 2001, 28 février 2002, 23 mai 2002 et 25 mai 2004).

Les observatoires du bruit des transports terrestres doivent :

- recenser et identifier les Points noirs du bruit (PNB). Pour mémoire, il s'agit de bâtiments sensibles exposés à des niveaux sonores supérieurs aux valeurs limites.

Valeurs limites relatives aux contributions sonores dB(A) en façade (si une seule de ces valeurs est dépassée, le bâtiment peut être qualifié de point noir)			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV exclusivement Dédié TGV > 250 km/h	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV Voie ferrée conventionnelle
L _{Aeq} (6h-22h)	70	73	73
L _{Aeq} (22h-6h)	65	68	68
L _{den}	68	73	73
L _{nuit}	62	65	65

Ces bâtiments sont situés le long d'infrastructures de transport terrestres du réseau national et satisfont aux critères d'antériorité précisés dans les textes ;

- déterminer les actions à mettre en œuvre pour diminuer l'exposition sonore ;
- porter ces informations à la connaissance du public ;
- suivre les actions programmées ;
- communiquer sur la mise en œuvre du programme de résorption.

Il convient de noter que l'arrêté du 4 avril 2006 applicable aux PPBE a retenu les mêmes valeurs en L_{den} et L_{nuit} que celles du tableau ci-dessus. Pour ce qui concerne les PPBE relatifs aux grandes infrastructures de l'Etat, la circulaire du 7 juin 2007 a confirmé que ces dispositions s'appliquent aux PPBE des réseaux ferroviaires et routiers nationaux. Pour les autres autorités compétentes, il leur appartient de définir les critères qu'elles retiennent dans le cadre de leurs propres PPBE.

Rappelons que la directive européenne demande notamment la comptabilisation du nombre de personnes exposées au bruit supposées se situer DANS les logements dont les façades sont exposées au bruit. Si un bâtiment comporte plusieurs façades touchées par des niveaux de bruit différents, la population résidant dans ledit bâtiment est comptabilisée dans la tranche de bruit la plus élevée.

De plus, la directive européenne demande la comptabilisation du nombre de personnes exposées au bruit et situées dans les logements dont les façades comportent une isolation acoustique renforcée.

Intrinsèquement, la seule mise en œuvre de solutions d'isolation acoustique de façade dans le cadre d'un PPBE, ne permettra pas, toutes choses égales par ailleurs, de faire baisser le taux de la population par tranche de niveau sonores. Ainsi, seul pourra être suivi l'indicateur de "personnes dans les logements ayant un isolement acoustique renforcé".

2.2.2. LES PEB ET LES PGS

Dans le domaine du transport aérien, l'action en matière d'urbanisme et de protection des riverains est menée à la fois à titre préventif (réglementation en matière d'urbanisation) par les Plans

d'exposition au bruit (PEB), et à titre curatif (rachat ou isolation de bâtiments, aide aux riverains) par les Plans de gêne sonore (PGS). Ces deux dispositifs sont largement détaillés en partie 3.2.

Il est nécessaire que les PPBE qui seront élaborés tiennent compte de ces deux dispositifs réglementaires ainsi que du rôle récemment accru des collectivités territoriales en matière de gestion aéroportuaire.

Le Plan d'exposition au bruit (PEB) :

Pour les principales plates-formes aéroportuaires, le Plan d'exposition au bruit (PEB) comprend un document graphique représentant des courbes de même niveau de bruit qui délimitent des périmètres à l'intérieur desquels vont s'appliquer des restrictions à l'urbanisme.

Ce document d'urbanisme a pour objet de permettre un développement maîtrisé des communes et de l'aéroport sans exposer au bruit de nouvelles populations. Il fixe pour le court, moyen et long terme, les conditions d'utilisation des sols exposés aux nuisances sonores dues aux aéronefs.

Le PEB est obligatoire pour tous les aéroports de catégorie A, B ou C et également pour un certain nombre d'aéroports de catégorie D énumérés, leur liste faisant l'objet d'un arrêté spécifique (arrêté du 28-3-88).

Après consultation des communes intéressées et soit :

- de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires (ACNUSA) qui recueille au préalable l'avis de la commission consultative de l'environnement (CCE) concernée, pour les aéroports¹ définis par le code général des impôts²,
- de la commission consultative de l'environnement concernée, lorsqu'elle existe, pour les autres aéroports.
- le PEB est soumis à enquête publique et il est annexé au Plan local d'urbanisme (PLU) des communes concernées.

Le Plan de gêne sonore (PGS) :

Le plan de gêne sonore (PGS) définit les zones d'éligibilité à une aide à l'insonorisation des locaux d'habitation ainsi que des établissements d'enseignement et des locaux à caractère sanitaire et social inclus dans celles-ci.

La taxe instituée par les articles 16 à 20 de la loi « Bruit » qui, sur ce sujet, a été complétée ultérieurement par plusieurs textes, permet de financer tout ou partie des travaux d'insonorisation des locaux situés dans une des 3 zones du PGS, le montant des travaux à prendre en compte étant plafonné. Cette taxe se dénomme dorénavant la Taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA). Les PGS ne sont élaborés que pour les aéroports³ ayant eu un trafic annuel supérieur à 20.000 mouvements d'avions de plus de 20 tonnes au moins une fois dans les cinq dernières années, soit dix aéroports à ce jour.

Il convient de noter que ces 10 aéroports ne sont pas tous considérés comme grands aéroports au sens de la directive européenne 2002/49 relative à l'établissement de cartes stratégiques de bruit et de Plan de prévention du bruit dans l'environnement, Nantes et Strasbourg ne sont pas concernés, par contre Paris-Le Bourget s'ajoute à la liste de ces 8 grands aéroports.

1 - Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac, Strasbourg-Entzheim
2 - au I de l'article 1609 quater vices A
3 - Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac, Strasbourg-Entzheim

Les PGS sont établis sur la base du trafic estimé, des procédures de circulation aérienne applicables et des infrastructures qui seront en service l'année suivant la date de publication de l'arrêté d'approbation du PGS.

Après consultation des communes concernées, le projet est soumis à l'avis de la Commission consultative d'aide aux riverains (CCAR) et de l'ACNUSA, il est ensuite approuvé par arrêté préfectoral.

Les plans sont pris comme référence par les exploitants aéroportuaires qui établissent un programme pluriannuel d'aide aux riverains après avis de la CCAR sur le contenu du plan de gêne sonore et sur les crédits d'aide à l'insonorisation issus de la Taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA).

Les collectivités peuvent, si elles le souhaitent, financer, par anticipation, ces travaux de réduction des nuisances sonores par la contractualisation d'emprunts spécifiques, les annuités de l'emprunt ou les avances pouvant être remboursées par au maximum 2/3 du produit annuel de la TNSA sur cet aéroport. Cette procédure doit faire l'objet d'une convention passée avec l'exploitant de l'aérodrome sur avis conforme de la CCAR.

Le rôle accru des collectivités locales en matière de gestion aéroportuaire :

L'article 28 de la loi n° 2004-809 du 13 août 2004 conduit au transfert de 150 aéroports appartenant à l'Etat au profit de collectivités territoriales. Cette loi prévoit le transfert aux collectivités territoriales, de la propriété, de l'aménagement, de l'entretien et de la gestion des aéroports.

Ce transfert de propriété et de compétences permettra aux collectivités territoriales de définir, en toute liberté, la stratégie de développement des plates-formes concernées, de retenir le régime de gestion, de choisir un exploitant et d'organiser le financement de l'aéroport.

Seuls les aéroports à vocation nationale ou internationale (Nice, Toulouse, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, Strasbourg, Montpellier, Pointe-à-Pitre, Fort-de-France, Saint-Denis et Cayenne), listés par le décret n° 2005-1070 du 24 août 2005, ont été exclus du processus de décentralisation (ainsi que ceux des collectivités d'outre-mer et les aérodromes principalement militaires).

Ces douze grands aéroports régionaux qui restent, à l'issue du processus de décentralisation, de la compétence de l'Etat sont exploités de longue date par les Chambres de commerce et d'industrie (CCI) dans le cadre de concessions délivrées par l'Etat.

L'article 7 de la loi du 20 avril 2005 a prévu un dispositif permettant une réforme progressive du mode de gestion de ces aéroports. En application de cette disposition, les concessions de ces aéroports (à l'exception de celui de Nantes du fait du projet d'aéroport à Notre-Dame-des-Landes) peuvent désormais, à l'initiative des CCI concernées, être transférées à des sociétés spécialement constituées, entièrement détenues, dans un premier temps, par des capitaux publics. L'Etat détiendra 60% du capital, aux côtés des chambres de commerce (au moins 25%) et des collectivités

locales (au plus 15%), qui seront ainsi associées de manière plus étroite que par le passé à la gestion des grandes plates-formes.

Par ailleurs, les collectivités continueront à être associées à la concertation avec les différents intervenants dans le cadre des commissions consultatives de l'environnement.

Cela peut se traduire par l'établissement d'une charte de l'environnement qui permet aux collectivités locales de définir, avec l'ensemble des intervenants de la plateforme, des actions concrètes dont l'objectif est de formaliser un certain nombre d'engagements qui pourront être inscrits dans le PPBE.

Cette démarche volontariste, hors du cadre strictement réglementaire, permet d'établir une concertation devant déboucher sur une meilleure maîtrise des nuisances que l'aéroport génère pour les riverains.

2.2.3. LES INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (ICPE)

La transposition en droit français de la directive européenne a limité le champ d'application du texte européen vis-à-vis des industries aux activités industrielles exercées au sein des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation.

Or il existe déjà toute une réglementation spécifique aux émissions sonores des ICPE soumises à déclaration ou à autorisation d'exploiter. Deux textes spécifiques régissent ainsi les émissions sonores de ces établissements. Il s'agit de :

- l'arrêté du 23 janvier 1997, concernant les ICPE soumises à autorisation nouvelles ou modifiées dont l'arrêté d'autorisation est postérieur au 1er juillet 1997 ;
- l'arrêté du 20 août 1985, concernant les ICPE soumises à déclaration (non concernées par la transposition de la directive européenne) et les ICPE soumises à autorisation installées avant le 1er juillet 1997.

Ces textes sont fondés sur une logique de seuils sonores à respecter en limite de propriété industrielle, dépendant du contexte local et de la période horaire, et sur la notion de risque d'émergence sonore dans le voisinage (différence entre le niveau de bruit ambiant incluant l'activité considérée et le niveau de bruit résiduel sans cette activité).

En tant qu'ICPE soumises à autorisation, et donc indépendamment de la transposition de la directive, les établissements concernés doivent respecter des objectifs quantifiés, résumés ci-dessous (on appelle l'émergence et l'ambiant le niveau sonore ambiant) :

ICPE soumises à autorisation devant respecter l'arrêté du 23 Janvier 1997 :

Le niveau sonore dans les Zones à émergence réglementée (habitation, jardins, limites du voisinage) doit respecter les objectifs suivants :

- Si $L_{ambiant} \leq 35 \text{ dB(A)}$: conforme
- Si $35 < L_{ambiant} \leq 45 \text{ dB(A)}$:
 $e \leq 6 \text{ dB(A)}$ pour la période Jour (de 7h à 22h sauf dimanches et jours fériés)
 $e \leq 4 \text{ dB(A)}$ pour la période Nuit (de 22h à 7h et dimanches et jours fériés)
- si $L_{ambiant} > 45 \text{ dB(A)}$:

$e \leq 5$ dB(A) pour la période Jour (de 7h à 22h sauf dimanches et jours fériés)

$e \leq 3$ dB(A) pour la période Nuit (de 22h à 7h et dimanches et jours fériés)

En outre, le niveau sonore en limite de propriété de l'établissement classé ne doit pas dépasser les limites fixées par arrêté préfectoral pour chaque site. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

ICPE soumises à autorisation devant respecter l'arrêté du 20 Août 1985 :

Le niveau sonore dans les Zones à émergence réglementée (habitation, jardins, limites du voisinage) doit respecter $e \leq 3$ dB pour les 3 périodes : Jour /Intermédiaire/Nuit.

Le niveau sonore en limite de propriété de l'établissement classé ne doit pas dépasser les limites suivantes :

$L_{ambiant} = 45$ dB(A) + Cz + Ct

Avec Cz : coefficient correctif en fonction de l'environnement proche (Zone)

Avec Ct : coefficient correctif fonction des périodes d'activité :

- Jour : Ct = 0 dB(A),
- Intermédiaire : Ct = - 5 dB(A)
- Nuit : Ct = -10 dB(A)

Les périodes d'activité Jour, Intermédiaire et Nuit étant définies comme :

- La période jour est 7h-20h
- La période intermédiaire est 6h-7h et 20h-22h pour les jours ouvrables et 6h-22h pour les dimanches et jours fériés.
- La période nuit est 22h-6h

Valeurs limites issues de la transposition de la directive :

En tant qu'infrastructures industrielles sur le territoire d'une agglomération au sens de la transposition de la directive européenne, les activités industrielles exercées au sein des ICPE soumises à autorisation sont confrontées aux valeurs limites définies par l'arrêté du 4 avril 2006 en application du décret du 24 mars 2006 :

$L_{den} = 71$ dB(A)

$L_n = 60$ dB(A)

Ces valeurs concernent les bâtiments d'habitation ainsi que les établissements d'enseignement et de santé.

Les horaires de référence sont :

- Période jour 6h - 18h
- Période soirée : 18h - 22 h
- Période nuit : 22h - 6h

Bien que définis de manière différente, les critères retenus par la directive européenne (L_{den} et L_n) sont de même nature que ceux imposés par la réglementation française concernant les installations classées : il s'agit de critères globaux A moyennés de manière énergétique sur une durée importante, de plusieurs heures. Les valeurs définies par l'arrêté du 4 avril 2006 devraient être dans la majorité des cas moins sévères que celles en vigueur de la réglementation française des ICPE.

2.2.4. LES PLANS MUNICIPAUX DE LUTTE CONTRE LE BRUIT

Certaines communes ou agglomérations ont déjà mis en place un

plan de lutte contre le bruit. Ce plan regroupe les actions menées ou à développer concernant l'ensemble des aspects « bruit » sur le territoire. Les éléments suivants sont, en général, présents :

- bruit de transport (routes, trains, avions) ;
- la vie collective intérieure (bâtiments publics) ;
- la vie collective extérieure (les marchés, événements, sports, ordures ménagères, ...) ;
- la vie économique privée (les entreprises, industries, commerces, chantiers...) ;
- les bruits de voisinage (intérieurs, extérieurs).

On y retrouve donc trois types de situations par rapport à la directive européenne :

- l'ensemble des sources explicitement visées par la directive européenne : routes, trains, avions, ICPE soumises à autorisation ;
- des sources ou problématiques clairement exclues du champ d'application de la directive telles que la qualité de l'acoustique interne des bâtiments publics, les problèmes de voisinage entre personnes privées, le bruit des équipements techniques, des animaux...
- enfin, les autres sources peuvent ou non être prises en compte dans le PPBE au sens de la directive européenne : par exemple les tondeuses à gazon privées ou municipales, les souffleuses de feuilles, les ramassages des ordures, les bus, le stationnement des cars moteurs allumés devant un lieu touristique, les klaxons, les deux roues, les activités industrielles non classées ou non soumises à autorisation...

Pour pouvoir définir les actions à mener, la collectivité a, dans la plupart des cas, mis en place une structure chargée d'établir un diagnostic de la problématique bruit sur son territoire et d'appliquer des actions. Cette structure se concrétise en général par un « groupe bruit », nommé par exemple « Comité Local Bruit » ou « Comité de Pilotage Bruit », regroupant les principaux intervenants sur le territoire, et parfois relayé par un « comité technique » plus restreint.

Certaines collectivités ont même créé des observatoires du bruit et des réseaux de mesures permanentes (monitoring) ou mobiles. Ces dispositifs ont généralement vocation à améliorer la connaissance de l'état des nuisances sonores sur le territoire, à suivre leur évolution et à améliorer le traitement des plaintes.

Si le territoire de ce plan de lutte contre le bruit correspond à celui de l'agglomération en charge du PPBE, il suffit alors d'adapter les actions déjà en place concernant les routes, trains, avions, industries aux exigences de la directive, et de regrouper les informations correspondantes devant être transmises au niveau européen.

Dans le cas contraire, il est conseillé d'étendre l'action du plan de lutte contre le bruit à l'ensemble du territoire de l'agglomération en charge du PPBE. Si l'agglomération ne souhaite pas s'engager dans cette démarche, il reste possible d'utiliser le diagnostic effectué dans le cadre du plan municipal de lutte contre le bruit, et de s'inspirer des actions déjà mises en œuvre dans ce cadre.

En l'absence de plan municipal de lutte contre le bruit sur le territoire de l'agglomération, la mise en place de la directive européenne est l'occasion de créer une telle organisation qui n'exclut aucun bruit ni problématique d'acoustique. Dans ce cas, le PPBE au sens de la directive européenne devient une partie du plan de lutte contre le bruit qui reste aujourd'hui une démarche volontaire.

2.2.5. LES PLANS LOCAUX D'URBANISME (PLU) ET LES SCHÉMAS DE COHÉRENCE TERRITORIALE (SCOT)

Le SCOT et les PLU, instruments de gestion de l'aménagement des territoires, sont par nature les outils opérationnels pour gérer l'espace et le développement urbain.

Les SCOT et les PLU définissent notamment les conditions permettant d'assurer « la réduction des nuisances sonores » ainsi que « la prévention des pollutions et des nuisances de toute nature » (article L 121-1 du code de l'urbanisme). Les orientations générales du projet d'aménagement de la commune font l'objet d'un Projet d'aménagement et de développement durable (PADD) et sont traduites dans le plan de zonage et dans le règlement du PLU. Les enjeux en matière d'environnement, et donc en particulier d'environnement sonore, doivent être pris en compte dans le PADD. Ces différents instruments de gestion de l'aménagement doivent prendre en compte la question du bruit, avec pour objectif d'éviter de soumettre les populations à un niveau de nuisance que la réglementation reconnaît comme excessif et nuisible pour la santé. Cette concordance d'objectifs avec ceux des PPBE, qui doivent « prévenir les effets du bruit, réduire, si nécessaire, les niveaux de bruit et protéger les zones calmes » (article L 572-6 du code de l'environnement), doit conduire à rechercher les complémentarités et les synergies entre les différentes démarches.

L'examen du contenu de ces documents d'urbanisme réglementaires constitue une étape majeure pour la démarche d'élaboration des PPBE.

De la même manière, les actions préventives qui auront été définies par le PPBE devront trouver leur traduction dans les SCOT et PLU afin que le bruit soit effectivement pris en compte le plus en amont possible des décisions d'aménagement.

Le bruit se révèle le plus souvent comme une nuisance de proximité qui affecte une zone restreinte. Le PLU, compte tenu de son niveau de précision à l'échelle parcellaire, s'impose donc comme l'outil le plus pertinent pour appréhender la réalité des situations de nuisances existantes ou potentielles sur lesquelles il faudra agir.

2.2.6. LES PLANS DE DÉPLACEMENTS URBAINS (PDU)

La mise en cohérence de la démarche PPBE avec la démarche PDU est nécessaire et ce pour deux raisons principales :

- ce sont deux outils de planification à l'échelle de l'agglomération, même si le périmètre peut quelque peu différer, qui visent tous deux la protection de l'environnement sonore ;
- ces deux outils de planification sont élaborés sur la base d'un diagnostic de l'état initial et font l'objet d'une évaluation de leurs incidences.

PDU et plans de prévention du bruit dans l'environnement ; un objectif en commun : la protection de l'environnement sonore

Depuis la Loi d'orientation des transports intérieurs du 30 décembre 1982 (LOTI), la définition des objectifs et des orientations fixées aux PDU s'est élargie. Les PDU demeurent certes un outil de planification qui définit les principes généraux de l'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement

dans le périmètre des transports urbains ; mais à la problématique des déplacements, la réglementation y a ajouté successivement celle de l'environnement puis celle de la cohésion sociale.

En matière d'environnement, c'est la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (LAURE) qui a donné au PDU la finalité « d'assurer un équilibre durable entre les besoins en matière de mobilité et de facilité d'accès, d'une part, et la protection de l'environnement et de la santé, d'autre part ». Dès lors, les PDU deviennent un outil de planification pour la politique des transports urbains tout autant que pour la politique environnementale et ils deviennent en particulier un levier dans la politique de lutte contre les nuisances sonores.

Les PPBE doivent, quant à eux, « prévenir les effets du bruit, réduire, si nécessaire, les niveaux de bruit et protéger les zones calmes » (article L.572-6 du code de l'environnement).

Cette concordance de leurs objectifs laisse apparaître le lien étroit et complexe qui doit exister entre ces deux démarches. De manière schématique, il peut être explicité de la manière suivante : le PDU doit être l'outil de planification de la mobilité urbaine au service de la mise en œuvre du PPBE et le PPBE doit prendre en compte les orientations fixées par le PDU.

Cette complexité est liée au fait que, d'un point de vue strictement juridique, le PDU s'impose comme étant le seul document de planification de la mobilité à l'échelle de l'agglomération. Aussi, les actions curatives et préventives qui sont définies par le PPBE et qui ont trait à l'organisation des transports de manière générale doivent nécessairement trouver leur traduction dans les PDU.

C'est donc dans le document de planification qu'est le PDU que les collectivités concernées doivent intégrer un volet de prévention et de réduction des nuisances sonores.

Le PPBE doit alors jouer un rôle d'information et de sensibilisation auprès des autorités chargées de l'élaboration du PDU, les cartes de bruit constituant un élément primordial de diagnostic faisant ressortir les zones de conflit entre une source de bruit et les secteurs urbanisés ou destinés à le devenir.

PDU et plans de prévention du bruit dans l'environnement, un outil en commun : l'analyse de l'état initial et l'évaluation du projet

L'ordonnance du 3 juin 2004, portant transposition de la directive européenne relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, rend obligatoire l'évaluation environnementale des PDU. Il s'agit là d'identifier, de décrire et d'évaluer les incidences probables sur l'environnement de la mise en œuvre du PDU à partir d'une analyse de la situation initiale.

Les PPBE sont, quant à eux, élaborés sur la base des cartes de bruit et doivent faire l'objet d'une évaluation sous la forme d'un bilan environnemental du Plan de prévention des bruits de l'environnement. Ce bilan doit être établi au minimum tous les 5 ans et a vocation à être intégré dans le PPBE suivant (cf. 2.4.6).

Cette obligation d'évaluer, que l'on retrouve dans ces deux démarches, doit conduire à rechercher les complémentarités entre celles-ci.

2.2.7. ARTICULATION DES PPBE AVEC LES AUTRES OUTILS DE PRÉVENTION ENVIRONNEMENTALE

Lors de l'élaboration d'un PPBE, il conviendra également de prendre en considération les impacts des actions proposées au niveau des autres thématiques environnementales (pollution atmosphérique, réchauffement climatique, déchets...).

Aussi, une bonne connaissance des autres outils de planification environnementale (PRQA et PPA pour ce qui est de la lutte contre la pollution atmosphérique, plan climat des collectivités locales, plans départementaux de gestion des déchets ménagers et assimilés, mais aussi PLH OPAH... pour ce qui concerne le bâti...) et la consultation des acteurs en charge de l'élaboration et du suivi de ces démarches est nécessaire pour permettre une gestion plus efficace de la protection de l'environnement.

2.3. LES GRANDES ÉTAPES DE L'ÉLABORATION DU PPBE

2.3.1. ORGANISATION À METTRE EN PLACE

2.3.1.1. Organisation au sein du territoire de l'agglomération

La notion de territoire d'agglomération au sens de la directive européenne rassemble, la plupart du temps et notamment pour les plus grandes agglomérations, une multitude de collectivités locales concernées par l'élaboration d'un Plan de prévention du bruit dans l'environnement.

Il apparaît donc souhaitable que les collectivités qui appartiennent à la même agglomération puissent se concerter en amont afin de mettre en place l'organisation la mieux adaptée à leur contexte administratif. Ceci permettra d'établir des PPBE cohérents les uns par rapport aux autres. Les collectivités pourront s'appuyer, le cas échéant, sur l'organisation déjà mise en place dans le cadre de l'élaboration des cartes de bruit. La concertation en amont, entre les différentes collectivités concernées apparaît comme un préalable nécessaire et indispensable pour entamer la phase de recherche de partenariats auprès des acteurs publics et/ou privés et la mise en place des cofinancements.

Un certain nombre de cas peuvent se présenter selon le contexte administratif au sein de l'agglomération.

- Le territoire de l'agglomération est entièrement couvert par une seule commune ou un seul EPCI qui a compétence en matière de lutte contre les nuisances sonores : dans ce cas, cette autorité devra établir le PPBE de manière directe.

Exemples : Agglomérations de Clermont-Ferrand, Troyes...

- Le territoire de l'agglomération est couvert par plusieurs autorités compétentes mais l'une d'entre elles (en général la communauté urbaine de la ville centrale) s'étend sur la majeure partie du territoire : dans ce cas, il serait souhaitable que cette collectivité puisse jouer un rôle de coordinateur ou de chef de file dans la concertation qui devra avoir lieu entre les différentes autorités compétentes.

Exemples : l'agglomération lilloise, l'agglomération nantaise, l'agglomération de Metz...

- Le territoire de l'agglomération est couvert en totalité (ou en grande partie) par un EPCI mais celui-ci n'a pas la compétence de lutte contre les nuisances sonores : dans ce cas, chaque commune

de l'EPCI doit établir un PPBE, il apparaîtrait néanmoins utile que ces communes puissent travailler de concert à l'établissement de leur PPBE en tirant profit de l'organisation intercommunale déjà mise en place.

Exemples : l'agglomération bordelaise...

- Le territoire de l'agglomération parisienne est un cas spécifique du fait qu'il n'existe pas de structure intercommunale autour de la ville centrale (Paris) : ainsi l'agglomération parisienne compte près de 240 autorités compétentes (communes ou EPCIs) qui doivent établir des PPBE. Il apparaîtrait souhaitable que des instances de concertation et de coordination puissent se mettre en place à l'échelle de l'agglomération parisienne afin de faciliter les échanges entre autorités compétentes et initier des démarches concertées vis-à-vis des gestionnaires d'infrastructures.

Un certain nombre de ces échanges peuvent être effectués dans le cadre des structures de suivi qui ont pu être mises en place par les préfets de départements ou ses services (cf. circulaire du 7 juin 2007).

Au final, même si une organisation mutualisée est mise en place pour élaborer le PPBE, les autorités chargées d'arrêter le PPBE restent les collectivités locales compétentes (communes ou EPCI ayant compétence en matière de lutte contre les nuisances sonores).

2.3.1.2. Gestion du projet

La collectivité en charge sur son territoire de l'élaboration d'un PPBE (ou le chef de file) devra mettre en place une organisation efficace, capable de mobiliser les différents acteurs impliqués que ce soit au sein de la collectivité (les différents services concernés) qu'à l'extérieur de la collectivité (gestionnaires d'infrastructures, services de l'Etat en charge de l'élaboration des cartes de bruit des grandes infrastructures, représentants de la population, autres autorités compétentes concernées par les sources en cause...). En l'occurrence, lorsque le territoire de l'agglomération (défini réglementairement par une liste de communes) est composé d'un EPCI et de communes qui n'y sont pas rattachées (ou de plusieurs EPCIs), il sera judicieux que les différentes autorités compétentes qui composent ce territoire se coordonnent afin de veiller à la cohérence des actions à entreprendre.

Une organisation assez classique peut être proposée avec la désignation d'un chef de projet, la constitution d'un comité technique et d'un comité de suivi.

Afin de faciliter l'acceptation par le public du projet de PPBE lors de la phase de consultation du public prévue au terme de l'élaboration du projet, il est vivement recommandé d'associer le public en amont dans la phase de diagnostic, de propositions et de recherches de solutions. Pour cela, différentes initiatives peuvent être lancées : associer les représentants des associations locales aux réflexions, intervenir au sein des conseils de quartiers ou des comités consultatifs de quartiers pour présenter les pistes de réflexion et échanger avec les riverains...

Le tableau en page suivante propose à titre d'exemple une démarche participative associant le public pour élaborer un PPBE en agglomération. Les acteurs et partenaires sont indiqués pour chacune des étapes en tant que Responsable, Associé, Consulté ou Informé (tableau RACI).

Guide pour l'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement

CHRONOGRAMME	ETAPES	RESPONSABLE	ASSOCIÉ	CONSULTÉ	INFORMÉ
réglementairement : juin, année n	Publication des cartes de bruit stratégiques (tous les ans à partir de juin 2007 ou 2012).				
	ETAPE 1 : ÉCOUTE LOCALE DU TERRITOIRE ET DES ACTEURS (ÉLUS, CITOYENS, ...)				
	Analyse du diagnostic par territoire (à partir des cartes stratégiques du bruit) : • commune • quartier ou arrondissement	AC	Co	Associat° CCQ	
	Affinage du diagnostic pour certains territoires Prise en compte (éventuelles) des sources de bruit supplémentaires : sources humaines dans zones piétonnes "ERP réputés ""bruyants"" (établissements recevant du public)" typologie ambiances sonores Réalisation (éventuelle) de cartes supplémentaires : localisation des sources de bruit supplémentaires, modélisation éventuelle localisation de zones potentiellement bruyantes (zones d'activités économiques, ...) nature des bâtiments, notamment ceux ""sensibles"" au bruit" densités des populations exposées localisation des plaintes (hors bruits domestiques)	AC	Co	Associat° CCQ P P, DDASS	
	Zoom éventuel sur certains secteurs				
	ETAPE 2 : DÉTERMINATION DES ENJEUX ET VULNÉRABILITÉS À L'ÉCHELLE LOCALE				
	Détermination des enjeux et vulnérabilités suivants : - sources de bruit (inventaire des sources de bruit présentes sur le territoire) - niveaux de bruit - densité population exposée - usage des lieux - multi exposition - cumul du bruit avec d'autres contraintes (environnementale, sociale, économique) - acceptabilité sociale du bruit (par analyse des plaintes notamment) - ambiance sonore	AC	Co	GI et MO	Associat°
	Classification des zones à enjeux : prévoir une grille d'analyse multicritères adaptées au contexte local en fonction notamment des items développés ci dessus fort moyen faible	AC	Co		
	Zoom éventuel sur certains territoires (enjeux élevés, ...) : détermination des zones calmes orientations possibles à partir des enjeux et objectifs retenus typologie des actions envisageables	AC AC AC	Co Co Co	Associat° GI et MO GI et MO	
	ETAPE 3 : SYNTHÈSE À L'ÉCHELLE DE L'AGGLOMÉRATION				
	Ecriture du diagnostic partagé Orientations et objectifs partagés Synthèse et cohérence des actions recensées Cohérence avec les autres maîtres d'ouvrage et gestionnaires d'infrastructures Evaluation coût / bénéfice par type d'action Hiérarchisation des actions Montage financier Recherches aides Programmation pluriannuelle des actions	AC AC AC AC AC AC AC AC AC	GI et MO GI et MO Co Co, GI et MO Co		
	ETAPE 4 : RÉDACTION DU PPBE (REF ART 5 DU DÉCRET 2006-361 DU 24 MARS 2006)	AC		P	
	Rapport de présentation représentant (...) concernées Localisation des zones calmes Objectifs de réduction du bruit dans les zones exposées Mesures visant à prévenir ou réduire le bruit : arrêtées les dix dernières années prévues les 5 années à venir Les financements L'échéancier La motivation des choix L'analyse des coûts et avantages attendus Une estimation de la diminution du nombre de personnes exposées après Un résumé non technique et un plan				
	ETAPE 5 : MISE À DISPOSITION DU PUBLIC DU PROJET DE PPBE	AC			P
mars, année n+1	Avis dans presse locale 15 j avant date de mise à disposition				
avril, année n+1	Ouverture du registre pendant 2 mois dans des lieux et heures à fixer				
juin, année n+1	Approbation du PPBE après examen du registre de consultation par délibération des conseils municipaux ou communautaires si EPCI compétent par préfet pour infrastructures ferroviaires ou routières d'intérêt national ou européen par les organes délibérants des collectivités gestionnaires des autres infrastructures routières	AC			
18 juillet, année n+1	Mise à disposition du public du résultat et des suites de la consultation	AC			
18 juillet, année n+1	Publication par voie électronique du PPBE	AC			
	ETAPE 6 : MISE EN ŒUVRE OPÉRATIONNELLE DU PPBE	AC	GI et MO		
Au fil de l'eau	... avec suivi et évaluation du PPBE indicateurs et tableaux de bord	AC			

AC : autorité compétente (commune ou EPCI) • CCQ : comité consultatif de quartier • MO : maître d'ouvrage • GI : gestionnaire des infrastructures
 Co : commune • Associations : associations de riverains, de protection de l'environnement, de lutte contre le bruit, du type Groupements d'intérêt économique
 (pour les activités industrielles, commerciales etc). • P : préfet • DDASS : direction départementale des affaires sanitaires et sociales.

2.3.2. LES GRANDES ÉTAPES DE L'ÉLABORATION DU PLAN DE PRÉVENTION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

L'élaboration d'un PPBE nécessite de suivre un certain nombre d'étapes :

- **l'état des lieux** correspond au diagnostic partagé de la situation qui doit permettre d'entamer la démarche d'élaboration du plan. Cet état des lieux doit s'appuyer sur les cartes de bruit préalablement réalisées, mais aussi sur tout autre élément de connaissance des nuisances sonores ou de leur impact disponible sur le territoire.
- **la détermination des enjeux et objectifs** doit permettre de hiérarchiser les problématiques dégagées à l'issue de la phase d'état des lieux et de mettre en place le cadre de travail nécessaire en vue de la proposition d'un programme d'actions.
- **le programme d'actions** doit répondre aux objectifs fixés précédemment ; les actions possibles pourront être consignées sous forme de fiches thématiques assorties d'un objectif principal à satisfaire, d'une justification de l'action, des modalités techniques et financières et de leur localisation. La hiérarchisation et le phasage des actions devront être validés par le comité de pilotage mis en place à l'échelle du territoire concerné.

2.3.2.1. La phase d'état des lieux

La phase d'état des lieux correspond au recensement de l'ensemble des informations existantes qui permettent d'apporter des éléments de connaissance.

a) Nuisances sonores actuelles et prévisibles du territoire :

Il s'agit en premier lieu des cartes de bruit réglementaire (Dir. CE/49) qui doivent comprendre notamment :

- les cartes montrant les valeurs des indicateurs de bruit Lden et Ln pour chaque source de bruit et éventuellement de manière cumulée (somme énergétique) et indiquant la localisation des émissions de bruit ;
- les cartes reportant les secteurs affectés par le bruit (tels que définis dans le dispositif de classement sonore) ;
- les cartes montrant le dépassement des valeurs limites ;
- les cartes montrant les comparaisons des situations existantes et futures (sur la base des données prévisionnelles connues) ;
- les tableaux fournissant, par tranche de niveaux sonores, le décompte des populations exposées et des bâtiments sensibles.

Il s'agit ensuite du recensement des zones de bruit critique ainsi que des points noirs de bruit pour ce qui est du réseau national d'infrastructures routières et ferroviaires, ce recensement ayant été réalisé dans le cadre des observatoires du bruit des transports terrestres.

Il s'agit également des cartes relatives au bruit aérien établies dans le cadre des PGS et des PEB :

- les courbes du plan de Gêne sonore de l'année N sont quant à elles établies sur la base du trafic, des infrastructures et des procédures aériennes prévisibles à l'année N+1 ;
- les courbes du PEB représentent l'enveloppe des courbes établies à partir des horizons court terme, moyen terme et long terme de l'aérodrome, ces 3 horizons pouvant présenter des différences relatives aux prévisions de trafic, aux infrastructures et aux trajectoires.

Pour l'aérien, le PGS représente la cartographie à l'état initial en Lden et le PEB est la carte relative à l'évolution à terme en Lden pour les aéroports concernés⁴.

Les cartes en LN sont modélisées avec les hypothèses de trafic, de trajectoires et d'infrastructures du PGS et du PEB.

Il s'agit enfin de rassembler tout autre document ou source d'information disponible sur le territoire permettant d'accéder à une caractérisation qualitative ou quantitative des nuisances sonores :

- volets « bruit » des études d'impact relatives aux projets de constructions ou de modifications d'infrastructures pouvant avoir des répercussions sur le territoire ;
- études réalisées à la demande de la collectivité ou d'associations du type enquêtes de perception, cartes subjectives de bruit ou études spécifiques (zoom sur quartier), campagnes de mesure ;
- recensement et analyse des plaintes.

b) Caractéristiques du milieu

Il s'agit principalement des données de population, d'occupation du sol et de destination des sols... Ces informations sont accessibles à travers notamment des documents d'urbanisme issus du SCOT et du PLU ainsi qu'au sein des systèmes d'information géographiques pour les collectivités qui en sont dotées.

Éléments d'information contenus au sein du SCOT :

- les orientations générales de l'organisation de l'espace et de la restructuration des espaces urbanisés ;
- les espaces et sites naturels ou urbains à protéger (à rapprocher des zones de calme) ;
- les grands projets d'équipements et de service en particulier de transport.

Ces éléments peuvent fournir des données importantes sur les grands axes de l'aménagement à moyen et long terme et ce, sur des territoires parfois plus étendus que le périmètre des agglomérations concernées par les cartes de bruit.

Éléments d'information spécifiques aux plans de zonage des PLU :

- la destination des différents espaces de la commune répartis entre zones urbaines, zones à urbaniser, zones agricoles et zones naturelles.

Les PLU précisent en effet, à l'échelle de la parcelle, « l'affectation des sols selon les usages principaux qui peuvent en être faits ou la nature des activités qui peuvent y être exercées » art. L.123-1.

Éléments d'information spécifiques aux PDU :

- les orientations générales en matière de déplacements des personnes, transports en commun...

2.3.2.2. La détermination des enjeux et des objectifs

a) Détermination des zones à enjeu

La phase de détermination des zones à enjeu repose sur l'exploitation croisée des différentes sources d'information recueillies lors de la phase d'état des lieux. Cette exploitation croisée entre niveaux de bruit émis et caractéristiques du milieu récepteur doit permettre de faire ressortir les zones de conflits déjà existantes (zones à traiter en priorité) ou potentielles et les zones à préserver.

4 - Elles concernent les aéroports suivants : Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint Exupéry, Marseille-Provence, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly, Paris-le Bourget, Toulouse-Blagnac

• Qu'est-ce qu'une zone de conflit ?

La méthode pour prendre en compte le bruit dans l'aménagement et l'urbanisme est fondée sur une caractérisation des différents types d'espaces urbains en fonction de leur niveau de production de bruit d'une part et de leur sensibilité au bruit d'autre part.

Pour une approche simplifiée compatible avec le niveau d'analyse de la démarche de cartographie du bruit ambiant préconisée en application de la directive européenne sur le bruit dans l'environnement on retiendra deux catégories :

- **forte production de bruit :**
 - infrastructures routières
 - voies ferrées
 - aéroports
 - installations classées soumises à autorisation
- **grande sensibilité au bruit :**
 - quartiers résidentiels urbains
 - habitat pavillonnaire
 - établissements d'enseignement
 - établissements sanitaires et médico-sociaux
 - zones de calme

Les zones de conflits correspondent à la contiguïté de deux catégories antagonistes.

La détermination des zones de conflit peut être réalisée par superposition des documents graphiques issus notamment du SCOT ou du PLU avec les cartes de nuisances sonores (cartes stratégiques de bruit et cartes des PGS et des PEB).

Lors de ces rapprochements, on s'intéressera plus particulièrement :

- à la destination des secteurs situés au voisinage des infrastructures bruyantes et des activités industrielles repérées sur la cartographie du bruit ambiant : s'agit-il de secteurs où se trouvent ou où pourraient être implantés des bâtiments sensibles au bruit ?
- à l'affectation des sols à proximité des zones de calme : l'affectation, dans le zonage du PLU, des territoires situés à proximité des zones de calme est-elle compatible avec la préservation de la bonne qualité de l'environnement sonore de ces secteurs ?
- aux zones situées dans l'environnement des grands projets d'aménagement – infrastructures de transports terrestres, aéroports, zones d'activités économiques ou équipements de loisirs bruyants.

La différence d'échelle entre les différents documents graphiques (1/10 000 au moins pour les cartes de bruit alors que les plans de zonage des PLU sont le plus souvent à l'échelle 1/2 500 ou 1/5 000) ne fait pas obstacle à la confrontation des différents documents et à l'identification des secteurs à traiter prioritairement ou des secteurs où l'affectation des terrains à urbaniser devra prendre en compte les contraintes d'environnement sonore.

L'identification des zones de conflit permettra de distinguer deux types de situations :

- les situations de conflits d'ores et déjà existantes que l'on pourra qualifier de zones à traiter ;

- les situations de conflits potentiels au sein des secteurs d'aménagements futurs.

• Les zones à traiter

Les zones à traiter sont les zones où la population est susceptible d'être exposée à des niveaux sonores dépassant les valeurs limites définies dans la transposition de la directive européenne (article 7 de l'arrêté du 4 avril 2006). Elles peuvent être déterminées par superposition des cartes présentant les dépassements des valeurs limites avec la couche d'occupation du sol représentant la répartition de la population au sein du territoire et la localisation des bâtiments sensibles.

• Les zones de conflit potentiel

La confrontation de la carte de bruit correspondant à l'évolution prévisible avec les orientations d'aménagement exprimées par le SCOT et les projets d'aménagement et d'urbanisme exprimés par les PLU devra se traduire par une carte de conflits, c'est à dire un document qui fera apparaître les secteurs dans lesquelles les opérations d'aménagement et de construction devront tenir compte de l'existence d'une nuisance sonore ou d'un risque de création d'une situation de nuisance sonore.

Les cartes de conflit pourront être annexées au SCOT. L'établissement public (EPCI ou Syndicat mixte) en charge du suivi et de la révision du Schéma de cohérence territoriale devra rechercher les actions utiles pour prévenir l'apparition de situations de nuisances sonores et les traduire dans le schéma.

Ces cartes pourront également être portées à la connaissance de chaque commune concernée, qui pourra, si elle le souhaite, intégrer cette contrainte dans l'élaboration ou la modification de son PLU : en premier lieu dans la définition du zonage et dans l'affectation des zones en matière d'aménagement et en second lieu dans le règlement.

• Les zones calmes

La définition donnée pour la notion de zone calme par la directive 2002/49/CE ou l'article L.572-6 du code de l'Environnement est très peu précise. Ainsi, une zone calme est définie comme un espace extérieur remarquable par sa faible exposition au bruit, dans lequel l'autorité qui établit le plan souhaite maîtriser l'évolution de cette exposition compte tenu des activités humaines pratiquées ou prévues. Les critères de détermination des zones calmes ne sont également pas précisés dans les textes réglementaires et sont laissés à l'appréciation de l'autorité en charge de l'élaboration du PPBE.

Ainsi, il ne s'agit pas a priori pas de désigner, comme zones calmes à préserver, tous les endroits où le niveau de bruit serait inférieur à un seuil. La création d'une zone calme relève plus du champ de l'action en soi que du diagnostic spatio-acoustique. L'autorité en charge de l'élaboration d'un PPBE doit donc se définir des critères propres de détermination de ses zones calmes ainsi que les objectifs de préservation les concernant.

L'absence de qualification précise des zones calmes donnera vraisemblablement lieu à une diversité d'acceptions et peut-être d'actions, tant entre les pays européens qu'au sein des différents

territoires français. Elle pourrait ainsi offrir l'opportunité aux collectivités d'agir dans le sens d'une meilleure qualité de vie et un plus grand bien-être des populations, réalités complexes et grandement attachées à des contextes territoriaux.

Selon les rares travaux français réellement dédiés à la question, réalisés sur la base de questionnaires et d'entretiens auprès de 100 acteurs les enjeux propres aux lieux et la volonté politique qui peut en découler, les « zones calmes » à venir pourront faire figure de simples espaces de moindre bruit, voire des espaces de qualité sonore, ou plus largement d'espaces remarquables par leur aménagement (sonore et spatial) voire d'espaces de qualité remarquable (ex : sensorielle).

La problématique des zones calmes semble davantage se prêter à des démarches d'observations (notamment qualitatives), en complément des approches techniques et normatives. Selon les échelles considérées, pourront être adaptées concomitamment à des enregistrements sonores in situ, des cartographies d'ambiance, des enquêtes auprès de la population, des écoutes réactives, des journées de rencontre entre acteurs et habitants etc. Sur ce dernier point, il est à penser que les choix opérés en termes de définition puis d'intervention seront d'autant mieux perçus et appropriés que leur conception sera souple et ouverte à une co-construction entre décideurs, techniciens et populations (habitants et usagers). A l'instar des travaux de MacFarlane (et al.), la démarche de protection et de création de zones calmes ne pourra que s'enrichir d'une pratique de débat public, visant à dépasser la simple information du public pour valoriser la parole habitante et citoyenne en vue de conduire à une réelle implication des populations locales.

b) Hiérarchisation des zones à enjeu

La détermination des zones à enjeu est réalisée notamment sur la base des cartes de bruit qui ont été établies à partir de données estimées, voire forfaitaires. Les résultats fournis par ces méthodes de calcul sont compatibles avec les besoins d'identification, à un niveau macroscopique, des situations critiques, notamment lorsque les valeurs limites sont dépassées ou risquent de l'être ou s'en approchent. Néanmoins, dans la phase de hiérarchisation des problématiques, il peut s'avérer utile et nécessaire de mener des études complémentaires de manière à affiner la connaissance des enjeux et à hiérarchiser les problématiques.

Pour cela, il est nécessaire, pour chaque zone à enjeu identifiée aux vues des cartes, de faire des investigations plus élaborées afin de construire des plans d'actions qui soient les plus pertinents possibles par rapport à la situation réelle. Dans le cas du bruit industriel par exemple, il pourra être nécessaire de compléter et de croiser les informations obtenues par calcul selon les critères L_{den} et L_n avec des outils de diagnostics complémentaires, compte-tenu de la spécificité et de la variété des situations rencontrées autour de sites industriels. Les grandeurs L_{den} et L_n ne font pas apparaître les difficultés liées notamment aux situations suivantes : fluctuations importantes des niveaux à l'intérieur de la période considérée, chocs importants lissés par le moyennage sur la période, sons purs lissés par le moyennage en fréquence, vibrations, gênes liées aux trafics de camions (non pris en compte dans les cartes)...

Il pourra ainsi apparaître souhaitable, selon les cas :

- d'analyser plus finement les perceptions exprimées par les riverains en consultant les représentants d'associations par exemple ou au travers de sondages ;
- de rechercher des données permettant le calcul de l'émission sonore les plus à jour possible (recherches des puissances acoustiques pertinentes, prises en compte des périodes d'activité pour les sites industriels ou des profils de variation au cours de la journée pour les trafics...) ;
- d'avoir une description géométrique du site plus fine ;
- de connaître les hauteurs et types de tous les bâtiments de la zone ;
- d'avoir un décompte et une répartition des populations au sein des bâtiments plus précis ;
- d'avoir une connaissance des protections déjà mises en place notamment celles non identifiées par les cartes (isolation de façades, revêtements...) ;
- de vérifier les valeurs calculées par modélisation par de la mesure sonométrique sur le terrain.

Les zones à enjeu pourront ensuite être classées en zones à enjeu fort, moyen et faible ou en zones calmes grâce à l'exploitation de l'ensemble des éléments établis lors du diagnostic préalable et des informations complémentaires recueillies. Pour cela, il sera nécessaire de définir des critères de hiérarchisation.

On pourra ainsi par exemple, pour chaque zone à enjeu identifiée :

- dénombrer les zones de mono ou multi exposition en fonction du respect ou du dépassement respectif des valeurs limites pour les quatre sources de bruit prises en considération ;
- calculer la densité de population exposée par source et par période (jour/nuite) aux différents niveaux de bruit (histogramme de répartition au sein de la zone à enjeu) ;
- idem en multi exposition ;
- quantifier le dépassement des valeurs seuils fixées ;
- identifier et dénombrer les établissements « sensibles » ;
- définir sa localisation et son usage principal (ex : cœur de ville ou zone résidentielle péri urbaine...) en tenant compte autant que possible des perspectives d'évolution, a fortiori lorsque qu'un projet est envisagé.

Au delà de ces données objectives, d'autres critères pourront être également pris en compte comme :

- l'acceptabilité sociale du bruit ;
- le cumul avec d'autres contraintes de la zone ou subies par les populations exposées. Une attention particulière sera portée en ce sens aux ZUS (Zones Urbaines Sensibles) comme le prévoit notamment le Plan national d'action contre le bruit (Bachelot, 6 octobre 2003).

Aussi pour chacune des zones concernées on pourra faire une grille de cotation pondérée en fonction du poids affecté localement à chacun des critères examinés, puis classer l'ensemble des zones en fonction de la note globale obtenue.

2.3.2.3. Le choix des actions

De façon générale, il est important d'étudier dans le cadre des PPBE plusieurs solutions permettant de réduire le bruit (actions

mixtes ou pas) et d'afficher pour chacune les niveaux de bruit recherchés et l'estimation de la diminution du nombre de personnes exposées.

Le décret n°2006-361 prévoit que les PPBE comprennent « les motifs ayant présidé au choix des mesures retenues et, si elle a été réalisée par l'autorité compétente, l'analyse des coûts et avantages attendus des différentes mesures envisageables ».

Aussi, pour chaque solution envisagée, il peut être recommandé de mettre en place une Analyse des coûts et des avantages (ACA), qui permettra de disposer d'une grille de lecture complète et lisible servant de base au débat relatif aux choix quant aux mesures à proposer à la consultation.

L'ACA est un outil d'évaluation de projet et d'aide à la décision. Cet outil est actuellement largement recommandé dans les domaines du transport ou de l'eau. En ce qui concerne la prévention du bruit, le décret n°2004-1051 sur les restrictions d'exploitations des aéroports prévoit l'utilisation de l'ACA pour justifier une restriction.

Le principe de l'ACA est simple : tous les coûts et avantages d'un projet, quelle que soit leur nature (économique, environnementale ou sociale), doivent être comptabilisés dans une même unité et ramenés à une même date. La comparaison de l'ensemble des coûts et des avantages indique alors si le projet est rentable pour la collectivité (les bénéfices dépassent les coûts) ou non (les coûts dépassent les bénéfices).

Sélection des actions

Une fois les projets d'actions inventoriés, il est nécessaire de réunir l'ensemble des acteurs concernés (décideurs locaux, citoyens, entreprises) afin de décider des mesures à retenir. Outre l'ACA, le choix dépendra également des capacités financière et politique de l'autorité compétente et de l'engagement des autres partenaires.

Une fois la sélection finale des actions établie, il convient de définir la répartition des financements et des co-financements et de fixer les échéances de la mise en œuvre des mesures.

En plus des mesures prévues pour les 5 prochaines années il convient également de rappeler les mesures arrêtées ces dix dernières années que celles-ci soient réalisées ou en cours.

2.3.3. FINALISATION DU PLAN

2.3.3.1. La rédaction du PPBE

Selon la réglementation, le PPBE doit comporter différents éléments :

- un rapport de présentation composé, d'une part, d'une synthèse des résultats de la cartographie du bruit faisant apparaître, notamment, le nombre de personnes vivant dans les bâtiments d'habitation et d'établissements d'enseignement et de santé exposés à un niveau de bruit excessif, et, d'autre part, d'une description des infrastructures et des agglomérations concernées ;
- les objectifs de réduction du bruit dans les zones exposées à un bruit dépassant les valeurs limites ;

- les mesures visant à prévenir ou réduire le bruit dans l'environnement arrêtées au cours des dix dernières années et prévues pour les cinq années à venir par les autorités compétentes et les gestionnaires des infrastructures ;
- les financements et les échéances prévus pour la mise en œuvre des mesures recensées ainsi que les textes sur le fondement desquels ces mesures interviennent ; le financement des actions étant un point important dans la réussite du projet à venir, il est nécessaire de préciser leur disponibilité autant que possible ;
- les motifs ayant présidé au choix des mesures retenues et, si elle a été réalisée par l'autorité compétente, l'analyse des coûts et avantages attendus des différentes mesures envisageables ;
- une estimation de la diminution du nombre de personnes exposées au bruit à l'issue de la mise en œuvre des mesures prévues ;
- un résumé non technique du plan.

Il apparaît important de veiller à ce que le PPBE soit particulièrement bien présenté et pédagogique afin que sa lecture et sa compréhension en soient facilitées.

Le PPBE pourra commencer par rappeler le contexte d'élaboration et l'organisation générale mise en place. Une trame de plan relatif à ce premier volet du document est fournie, à titre indicatif, ci-dessous :

1 ORGANISATION GENERALE

1.1 Etendue du PPBE

Précise les sources et situations prises en compte dans le PPBE, et celles relevant d'un plan global de lutte contre le bruit.

1.2 Pilote, comité de pilotage, comité technique

1.3 Exploitation de l'outil PPBE

Compétence acoustique pour l'exploitation des cartes de bruit, actions d'urbanisme systématiques, mise à jour des cartes. Qui, Quoi, Quand ?

1.4 Suivi et contrôle

1.5 Coopération avec d'autres agglomérations

1.6 Formation

2 OUTILS DE CONNAISSANCE ET DE DIAGNOSTIC

2.1 La Carte de bruit stratégique CBS

La gestion des données, l'exploitation des cartes

2.2 Le constat qualitatif

Fait par le comité de pilotage et enrichi par les expressions de population

2.3 Les expressions de la population

Sondages, synthèse des comités de quartiers, gestion des plaintes

2.4 Les mesures

Mesures spécifiques à une situation, mesures d'ambiance générale...

2.5 Autres outils de connaissances, Organismes

Observatoire du bruit des transports terrestres, Observatoire d'agglomération (ex : Acoucity, Bruitparif...), l'agglomération voisine...

3 ACTIONS

(suite développée dans les exemples ci-dessous)

Lors de la rédaction du PPBE, l'autorité en charge devra ensuite se poser la question de la présentation des différentes mesures du plan qui seront proposées dans le chapitre des Actions. Selon la spécificité du territoire et la complexité du PPBE, des approches différentes peuvent être envisagées. Trois types d'approches avec leurs exemples sont suggérées ci-dessous :

- approche par niveau de compétence : présentation des mesures en fonction des organismes compétents pour leur mise en œuvre (mesures relevant de la seule responsabilité de la commune ou de l'EPCI, mesures ne pouvant être développées que dans le cadre de parte-

nariat avec les gestionnaires d'infrastructures, mesures dépendant complètement d'organismes extérieurs...). Un exemple de plan de PPBE établi selon une telle approche est fourni en exemple n°1.

- approche spatiale ou territoriale (présentation des mesures en fonction des secteurs du territoire) : un exemple de plan de PPBE établi selon une telle approche est fourni en exemple n°2.

- approche distinguant les mesures curatives des mesures préventives. Un exemple de plan de PPBE établi selon une telle approche est fourni en exemple n°3.

Exemple n°1 : Approche par niveau de compétence

3. ACTIONS RELEVANT PRINCIPALEMENT DE LA COMPÉTENCE DES COLLECTIVITÉS

3.1 Bruit du trafic routier, Articulation avec les PDU, protections à la source :

- action à la source (vitesse, réduction, flux...) ;
- revêtements de chaussée moins bruyants ;
- résorption "points noirs" du bruit routier (couvertures, écrans anti-bruit) ;
- développement de modes de déplacement alternatifs ;
- renforcement des transports en commun ;
- tranquilliser les hyper-centres, zone 30, piétonnes... ;
- tranquilliser les espaces verts, les bois, les parcs (voies de transit).

3.2 Les mesures de protection du bruit, protection en réception :

- aide à l'isolation acoustique des bâtiments, réhabilitation des équipements et des logements ;
- insonorisation des bâtiments sensibles appartenant à la collectivité (écoles, crèches...) ou sur lesquels elle intervient (hôpitaux, maisons de retraite, ...) ;
- action sur le bâti neuf, les équipements recevant du public.

3.3 Actions réglementaires et opérationnelles d'urbanisme :

- recommandations pour la prise en compte du bruit lors des opérations d'urbanisme, de la création ou de la rénovation des espaces verts ;
- sensibiliser et former les agents chargés de l'instruction des demandes de permis de construire aux aspects acoustiques ;

3.4 Information, sensibilisation et éducation à l'environnement sonore urbain :

- renforcer la sensibilisation du citoyen au bruit (tables rondes, expositions, conférences...) (public, techniciens, élus) ;
- informer et prendre en compte les victimes du bruit ;
- éduquer à l'environnement sonore (scolaires, Conseils de quartiers).

3.5 Autres actions hors champ direct du PPBE :

- actions de réduction des nuisances sonores associées aux activités municipales de collecte des déchets (insonorisation des réceptacles, bruit des bennes, horaires de collecte, ...) ;
- actions de réduction des nuisances sonores associées aux activités municipales d'entretien des espaces verts (remplacement, restriction d'utilisation des véhicules bruyants, matériels horticoles moins bruyants...).

4. ACTIONS RELEVANT PRINCIPALEMENT DE PARTENARIATS

4.1 Bruit du réseau ferroviaire :

- actions à la source (équipements moins bruyants...) ;
- résorption des points noirs (mur antibruit, merlon, couverture, ...).

4.2 Bruit des transports en commun :

- choix des équipements, des tracés en site propre ;
- formation, sensibilisation des agents...

4.3 Bruit aérien :

- contrôler le bruit des avions ;
- optimiser les procédures de vol ;
- optimiser les règles d'exploitation pour réduire les nuisances.

4.4 Bruit des livraisons :

- réflexion sur la réglementation des livraisons ;
- optimiser les dimensions et la localisation des aires de livraison.

4.5 Bruit des véhicules à moteur, des deux-roues motorisées :

- campagne de sensibilisation citoyenne ;
- renforcement des contrôles des véhicules, de l'usage abusif du klaxon...

4.6 Autres actions hors champ du PPBE :

- gestion optimisée des bruits de chantier ;
- chartes avec responsables des lieux de vie bruyants (restaurants, lieux musicaux...) ou avec les responsables d'activités industrielles non soumises à autorisation ou d'activités commerciales.

Exemple n°2 : Approche spatiale

3. ACTIONS SUR LES ZONES PRIORITAIRES À TRAITER

3.1 Présentation géographique (situation sur carte + rappel des problématiques) des N zones considérées comme prioritaires (par ordre de priorité décroissante).

3.2 Zone A :

- mesures de réduction du bruit à la source ;
- mesures de protection en réception ;
- mesures préventives.

3.3 Zone B :

- mesures de réduction du bruit à la source ;
- mesures de protection en réception ;
- mesures préventives.

3.N Zone N :

- mesures de réduction du bruit à la source ;
- mesures de protection en réception ;
- mesures préventives.

4. ACTIONS PREVENTIVES VIS-A-VIS DES ZONES DE CONFLIT POTENTIEL

4.1 Présentation géographique (situation sur carte + rappel des problématiques) des N' zones considérées comme susceptibles de voir apparaître des conflits à terme (par ordre de priorité décroissante)

4.2 Zone A' :

- mesures préventives

4.3 Zone B' :

- mesures préventives

...

4.N' Zone N' :

- mesures préventives

5. ACTIONS SUR LES ZONES CALMES

5.1 Présentation géographique (situation sur carte + rappel des enjeux) des N'' zones considérées comme zones calmes à préserver (par ordre de priorité décroissante).

5.2 Zone A'' :

- mesures d'amélioration ;
- mesures préventives.

5.3 Zone B'' :

- mesures d'amélioration ;
- mesures préventives.

...

5.N" Zone N" :

- mesures d'amélioration ;
- mesures préventives.

6. MESURES TRANSVERSALES (s'appliquant quel que soit le secteur géographique)

6.1 Actions d'information, de sensibilisation et d'éducation à l'environnement sonore urbain :

- renforcer la sensibilisation du citoyen au bruit (tables rondes, expositions, conférences...) (public, techniciens, élus) ;
- informer et prendre en compte les victimes du bruit ;
- éduquer à l'environnement sonore (scolaires, conseils de quartiers).

6.2 Amélioration de la prise en compte de la problématique des nuisances sonores lors de la construction ou la réhabilitation :

- rédaction d'un cahier de recommandations environnementales à l'attention des acteurs de la construction et de l'aménagement ;
- formation des agents chargés de l'instruction des demandes de permis de construire à la problématique des nuisances sonores.

6.3 Autres actions hors champ direct du PPBE :

- actions de réduction des nuisances sonores associées aux activités municipales de collecte des déchets (insonorisation des réceptacles, bruit des bennes...) ;
- actions de réduction des nuisances sonores associées aux activités municipales d'entretien des espaces verts (remplacement, restriction d'utilisation des véhicules bruyants, matériels horticoles moins bruyants...).

Exemple n°3 : Approche par type d'actions

3 ACTIONS CURATIVES OU D'AMELIORATION

Par secteur géographique et s'il y a lieu par type de source, les actions concrètes à mener, si possible par ordre de priorité décroissante. Eventuellement définition de principes de solutions techniques.

4 ACTIONS PREVENTIVES

4.1 Urbanisme :

organisation interne de prise en compte du bruit dans les études.

4.2 Liens avec autres outils d'urbanisme :

PLU, PDU, PC, PEB, PGS, PAZ...

4.3 Zones calmes :

définition, prise en compte par les services d'urbanisme.

4.4 Etablissements sensibles :

définition, prise en compte par les services d'urbanisme.

4.5 Chartes :

définition du cadre et des acteurs.

5 ACTIONS DE COMMUNICATION

5.1 Information/communication :

les outils disponibles, ceux à développer.

5.2 Sensibilisation :

des élus, des acteurs...

2.3.3.2. La consultation du public

L'article L. 572-8 du code de l'environnement prévoit que les projets de plans de prévention du bruit dans l'environnement font l'objet d'une consultation du public.

L'article 6. du décret n°2006-361 précise la procédure de consultation du public qui s'apparente à une enquête publique allégée : « Le projet de plan comprenant les documents prévus à l'article 5 est mis à la disposition du public pendant deux mois.

Un avis faisant connaître la date à compter de laquelle le dossier est mis à la disposition du public est publié dans un journal diffusé dans le ou les départements intéressés, quinze jours au moins avant le début de la période de mise à disposition. Cet avis mentionne, en outre, les lieux, jours et heures où le public peut prendre connaissance du projet et présenter ses observations sur un registre ouvert à cet effet ».

Il convient néanmoins de rappeler que l'autorité en charge d'un PPBE a tout intérêt à associer en amont la population lors des différentes phases d'élaboration du projet : diagnostic, recherche de solutions, choix des actions en mettant en œuvre des analyses coûts/avantages...

La mise en place d'une véritable démarche de concertation allant bien au-delà de la simple consultation demandée réglementairement apparaît comme un gage d'acceptabilité du PPBE et permettra d'associer tous les acteurs, y compris la population, lors de la mise en œuvre des actions.

2.3.3.3. La publication du PPBE

Une fois la consultation du public réalisée, le PPBE est finalisé et arrêté par l'autorité compétente en tenant compte, le cas échéant, des avis émis pendant la consultation.

L'article 7 du décret n°2006-361 prévoit que le PPBE et « une note exposant les résultats de la consultation prévue à l'article 6 et la suite qui leur a été donnée » soient « tenus à la disposition du public au siège de l'autorité compétente pour arrêter le plan ». L'article 5 demande d'adopter au PPBE les motifs ayant présidé au choix des mesures retenues. Cette disposition permet de faire connaître aux riverains, et en particulier à ceux qui ont participé à la consultation, les motivations des différentes mesures.

Les PPBE sont enfin publiés par l'Autorité compétente par voie électronique.

2.4. GESTION ET SUIVI DES PPBE

2.4.1 LE SUIVI DES PLANS DE PRÉVENTION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT ; UNE DÉMARCHE D'OBSERVATION

Une fois les Plans de prévention du bruit dans l'environnement arrêtés et publiés, l'autorité compétente pour les mettre en œuvre doit assurer un suivi et quantifier leurs effets pour opérer d'éventuels ajustements au moment du réexamen périodique. Elle veillera alors à articuler cette démarche avec les autres entités existantes à ce jour sur son territoire de compétence.

Un observatoire est un organisme administratif permettant de suivre l'évolution d'un phénomène complexe impliquant des acteurs multiples. C'est le cas notamment en matière de bruit : l'élaboration et le suivi des PPBE peut justifier la mise en place d'un observatoire du bruit ; lorsqu'une autorité en prend l'initiative, elle a soin de veiller à sa coordination avec les éventuelles structures déjà existantes (par exemple cf § 2.2.1.).

Les objectifs d'un observatoire du bruit les plus souvent évoqués sont multiples⁵. Ils répondent et contribuent directement aux besoins opérationnels générés par les PPBE mais ils peuvent aussi aller au-delà :

- connaître, objectiver et suivre l'impact de mesures prises de façon prolongée ou ponctuelle (cet objectif est aussi affiché dans les Plans de déplacements urbains ; les opérations d'urbanisme...) et évaluer l'efficacité de ces actions ;
- contribuer à une meilleure connaissance des phénomènes sonores liés au contexte (vitesse du trafic, météo, tissu urbain...) et auxquels les habitants sont particulièrement sensibles ;
- développer un réseau de mesurage du bruit, pour des informations ponctuelles ou permanentes ;
- faciliter le suivi et le traitement des plaintes éventuelles en matière de bruit ;
- répondre à une des principales préoccupations environnementales des habitants concernant la qualité de leur cadre de vie ;
- apporter aux populations une information et une quantification de leur exposition au bruit plus précises et plus ciblées que ce qu'apportera la seule cartographie ;
- favoriser la prise en compte de cette dimension dans toutes les démarches d'urbanisme (habitat et espaces publics) au-delà des exigences réglementaires ;
- centraliser les informations et les données actuellement disséminées auprès de différents organismes (trafic, météo...) ;
- constituer un patrimoine sonore de l'identité des villes et des quartiers ;
- proposer un cadre à des études épidémiologiques sur les effets du bruit à long terme sur la santé.

Les observations doivent répondre précisément aux souhaits de l'autorité compétente et nécessitent de recourir à des indicateurs. Ces indicateurs doivent être sélectionnés selon certains critères :

- ils doivent permettre un suivi des principaux objectifs et actions préalablement définis ;
- ils doivent assurer un suivi sur une longue période (il faut donc les appuyer sur des mesures, ou des outils, ou des définitions (...) stables dans le temps).

Ils permettront aussi de suivre et d'évaluer l'incidence, l'efficacité des mesures prises (efficacité acoustique bien sûr, mais aussi organisationnelle (réactivité, liens entre les acteurs...)).

On donnera priorité aux indicateurs permettant de suivre l'évolution de l'exposition des populations et à minima ceux basés sur les indicateurs réglementaires L_{den} et L_{nuit} . On pourra leur associer d'autres indicateurs acoustiques (L_{max} , L_{10} ..., tests Gaussiens...) qui peuvent prendre en compte des phénomènes particuliers comme les niveaux de crête et les émergences, voire également un simple suivi des trafics associés. Mais on peut également étendre la recherche d'indicateurs aux plaintes et à des résultats d'enquête de satisfaction.

Soit des éléments d'observation existent déjà, dans ce cas il est souhaitable de bâtir les indicateurs à partir de ces éléments, soit aucun élément n'existe et alors on a toute latitude pour construire des indicateurs les mieux adaptés au suivi envisagé.

La tentation peut être grande, sur le plan scientifique, de créer des indicateurs agrégeant de multiples paramètres, pour accroître leur pertinence et leur capacité d'explication des évolutions. Le souci de communiquer les résultats du suivi doit être une dimension essentielle dans le dispositif. Il est donc préférable de construire des indicateurs simples, compréhensibles par le plus grand nombre dans leur conception et leur présentation.

La complexité des phénomènes à mesurer peut aisément conduire à un outil d'observation démesuré. La limitation du coût de fonctionnement d'un observatoire doit être un objectif fort sous-jacent à sa mise en œuvre. On cherchera donc autant que possible à utiliser et à s'appuyer sur des données et des démarches pré-existantes (maillage sonométrique permanent ou tournant, observatoires des Plans de déplacement urbains, du classement des voies bruyantes, par exemple).

Quoi qu'il en soit, la réalisation de mesures in situ constitue un élément incontournable d'un suivi.

L'acoustique est un phénomène multi-paramètres. Dans un souci d'honnêteté scientifique et intellectuelle, le suivi dans le temps de tels phénomènes doit s'accompagner d'une référence indépendante du système observé (c'est à dire extérieur aux zones d'influence des PPBE). D'ici 5 ou 10 ans et en marge des changements de comportement des conducteurs (qui peuvent être beaucoup plus rapides qu'on ne l'imaginait encore il y a quelques années), le parc automobile va forcément évoluer, ses émissions sonores unitaires également et il faudra être capable de dissocier les effets propres du PPBE de ceux issus d'une tendance beaucoup plus générale. On « risque » également d'avoir sur un même territoire, un cumul des effets de différents PPBE. Cette garantie peut passer par le suivi d'un site en dehors de l'agglomération, mais on peut être confronté au souci de légitimer le suivi en dehors de sa zone d'influence probable.

2.4.2 GÉNÉRALITÉS

Les cartographies du bruit basées sur des calculs, seront réalisées, bien souvent, à partir de données estimées, voire forfaitaires, compatibles avec une précision de l'ordre de 5 dB(A) par classes.

Cette méthode globale permettra un niveau de précision suffisant pour une évaluation macroscopique. De ce fait des actions macroscopiques (limitation de la vitesse sur l'ensemble d'un quartier, modification des plans d'approches en aérien, ...) produiront des effets susceptibles d'être mis en évidence par cette approche globale.

Par contre, lors d'actions ciblées (implantation d'un écran, actions sur la chaussée, capotage de sources bruyantes, changements de rails...), le responsable du projet devra s'assurer de la cohérence et de la précision des données d'entrée, afin que celles-ci soient d'une qualité suffisante pour évaluer un effet qui peut se situer en dessous de l'amplitude de classes, et du niveau de précision du modèle.

Pour ces raisons, l'évaluation des mesures prises dans le cadre des plans d'actions nécessitera le plus souvent des approches complémentaires basées la plupart du temps sur des approches plus « expertes » (modélisations fines, mesures...).

De plus, l'évaluation de l'impact de décisions prises dans le cadre de plans d'actions visant à réduire le bruit se fera alors en lien avec deux démarches complémentaires de celles issues des exigences de la directive européenne de 2002 (cartographies calculées de niveaux de bruit en réception croisée avec l'exposition des populations) :

- le classement sonore des voies bruyantes et la politique de rat-

5 - A partir de : GUIDE METHODOLOGIQUE Pour le Développement d'un observatoire métrologique permanent du bruit des transports terrestres en milieu urbain. B. VINCENT, F. AUDY, acoucity, Lyon, Décembre 2005 Rapport ademe-Grand Lyon acoucity

trapage des points noirs. Ces observatoires sont basés sur des niveaux d'émission de bruit calculés.

- les observatoires mis en place à l'initiative des collectivités locales sans cadres réglementaires spécifiques, et dont la finalité est d'apporter un outil d'évaluation dans une démarche globale de développement durable.

2.4.3 LES DIFFÉRENTS TYPES DE SUIVI

Le suivi de l'impact des actions décidées dans le cadre des PPBE peut alors s'appuyer sur plusieurs approches complémentaires. Ces approches devront être encadrées par un comité de pilotage regroupant au minimum et éventuellement organisé en collèges :

- les acteurs techniques (Collectivité, Etat, RFF...);
- les acteurs politiques;
- les représentants des populations (associations de quartiers de riverains...).

Les méthodes d'évaluation et de suivi s'appuieront sur :

- un suivi énergétique et/ou spectral des variations acoustiques, par :
 - la mesure, à l'aide de sonomètres;
 - le calcul, à l'aide de logiciels;
- un suivi démographique, intégrant les variations du pourcentage de population exposée, par classes de 5 dB(A). Cette évaluation devra intégrer les éventuels effets induits par les actions mises en œuvre (par exemple report de circulation) afin d'évaluer l'impact global, et non seulement local.
- un suivi qualitatif, des ambiances et de la perception, par :
 - la réalisation d'enregistrements sonores;
 - un suivi perceptif, par la conduite d'enquêtes de perception;
 - une évaluation de la politique publique en matière de bruit (sondages).
- un suivi des effets induits indirects au travers :
 - d'indicateurs sur la qualité acoustique du bâti, par exemple le pourcentage de bâtiments acoustiquement isolés (qui ne feront pas varier la représentation cartographique basée sur des niveaux d'exposition en façade) ou encore l'augmentation d'un parc de véhicules peu bruyants (bus électriques...);
 - d'une observation de la variation des usages sociaux et des comportements, par exemple le suivi de la fréquentation des espaces publics, de l'usage des espaces extérieurs privés.

2.4.4 LES MÉTHODES D'ÉVALUATION

a) La mesure

Elle offre moins d'incertitudes que le calcul, pour peu qu'elle soit suffisamment longue (du point de vue statistique) et conforme aux normes de mesurage. Elle est souvent plus facile à comprendre, pour les habitants, qu'un niveau théorique calculé et la population a, en général, une meilleure acceptation des résultats que ceux issus de mesures courtes ou de modèles. Enfin, la mesure longue durée propose une grande richesse d'information (évolutions temporelles, bruit de fond et événements...) difficilement mise en évidence par le calcul.

b) Le calcul par cartographies à partir de modèles de simulation

Cette méthode présente l'avantage de rendre possible une couverture complète du territoire et d'estimer l'impact d'aménage-

ments urbains, d'hypothèses de gestion et d'évolution du trafic. Par contre, elle nécessite une connaissance fine des données d'entrée nécessaires aux calculs (trafic, bâti, vitesses, fluidité...), notamment si l'objectif est de mettre en évidence d'éventuelles variations des niveaux sonores. Les données d'entrée des modèles sont acquises ou estimées, auprès des opérateurs. Un public non averti aura souvent des réticences à « accepter » des niveaux théoriques qui se limitent actuellement à des indicateurs acoustiques de « doses moyennes » et qui rendent compte de façon partielle de la variabilité du vécu acoustique des riverains.

D'une façon générale, les d'actions programmées dans le cadre d'un Plan de prévention du bruit dans l'environnement devront faire l'objet d'une approche cartographique dont le niveau de précision méthodologique sera directement dépendant du niveau de précision acoustique recherché. Effectivement une action globale sur un grand territoire peut se satisfaire d'un niveau de précision moindre (données d'entrée, de topographie...) qu'une action ciblée (par exemple une isolation de façade) sur un bâtiment particulier.

Exemple 1 : Évaluation macroscopique d'une réduction du trafic (zone 30) et de la vitesse, aménagement sur voie

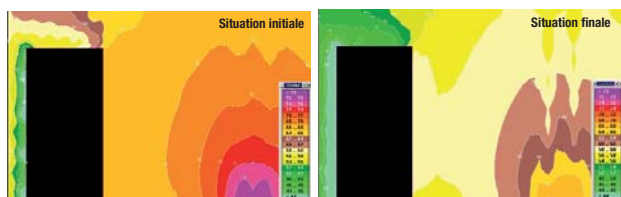


Nombre de résidents	[55-60[dBA		[60-65[dBA		[65-70[dBA		[70-75[dBA		Total Pop
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Avant action	0	0%	50	12%	207	49%	165	39%	422
Après action	65	15%	148	35%	179	42%	30	7%	422
ECART	65		98		-28		-135		

La carte et le tableau des écarts permettent d'estimer l'impact du scénario en terme de nombre de personnes exposées au bruit du trafic routier (réduction dans les classes les plus élevées).

La carte des écarts par plage de 5 dB(A) constitue une première approche « macroscopique » donnant les « tendances » de l'action projetée. Selon les résultats obtenus, une approche plus « experte » viendra affiner les gains escomptés (l'exemple suivant illustre cette approche plus « microscopique », par classes de 2 dB(A)).

Exemple 2 : Evaluation « micro » des effets conjugués d'une réduction du trafic (zone 30) et de la vitesse, aménagement sur voie sur un bâtiment



Dans cet exemple, les effets conjugués d'une réduction forte du trafic (voie de desserte) et de la vitesse, avec un aménagement de voirie, laissent apparaître des gains importants sur la façade du bâtiment (de l'ordre de 6 à 8 dB(A)). La modélisation est réalisée sur des plages plus fines que lors de l'approche macroscopique : de 2 dB(A) au lieu de 5 dB(A).

c) Approches qualitatives par enquêtes, observations, audios

D'autres approches complémentaires peuvent contribuer à la mise en œuvre d'un observatoire des plans d'action. Ces méthodes apportent une information très fine sur la qualité et la perception de l'ambiance sonore, en complément de l'aspect énergétique. Par contre, ces méthodes sont réputées plus complexes à mettre en œuvre et elles nécessitent d'être retenues pour des territoires spécifiques (espaces sensibles, en changement, d'une grande valeur patrimoniale...). Elles ne doivent pas être négligées, notamment en milieu urbain, où la notion de qualité sonore de l'espace public n'est pas liée uniquement aux niveaux énergétiques (une ambiance de marché, d'activité commerciale...).

2.4.5 QUELQUES PRINCIPES CONTRIBUANT AU SUIVI ACOUSTIQUE D'ACTIONS

a/ Principe général

Quelle que soit la méthode corrective mise en œuvre (écran, isolation de façade, actions sur le trafic, traitement à la source de sites industriels, renouvellement d'équipements ferroviaires, modification d'horaires de fonctionnement d'une activité bruyante...), il est fortement recommandé de s'appuyer sur un corpus de mesures avant la mise en œuvre de l'action, pour connaître l'état initial, et de mesures après, réalisées dans des conditions similaires, afin de les comparer aux objectifs définis dans les études par le calcul, tant sur le court terme que sur le long terme.

b/ Evaluer la constance temporelle d'une action de traitement à la source

(à partir de l'exemple des revêtements de chaussée)

A ce jour, il est impossible de garantir la pérennité des qualités acoustiques des revêtements routiers peu bruyants (dégradation dans le temps, usure normale...) et leur impact acoustique reste difficile à chiffrer. Ils doivent donc être plutôt considérés comme complémentaires à des éléments de protection contribuant au respect des objectifs acoustiques fixés. Effectivement, un revêtement affichant 7 dB(A) de gain devra faire la preuve de son efficacité en situation réelle et de sa pérennité dans le temps. Néanmoins, lors d'une réfection de chaussée, le choix devra se porter sur les revêtements les moins bruyants, en illustration de ce que serait un principe général, dans le cadre de plans d'action, de « réflexe moindre bruit ».

c/ Evaluer la constance technique d'une action de traitement en réception

(à partir de l'exemple d'un traitement acoustique des façades)

Lorsque cela est approprié, une convention type devra lier le commanditaire (EPCI...) et les propriétaires des logements (syndic, offices HLM...). C'est à partir de cette convention que peut être décidée la réalisation d'un prototype d'isolation qui va conditionner la réalisation des travaux à plus grande échelle :

- si les objectifs acoustiques sont atteints, alors les travaux peuvent commencer ;
- si les objectifs d'isolement ne sont pas atteints, l'entreprise modifie le prototype et des mesures viennent valider celui-ci ;
- si le prestataire n'atteint pas ses objectifs, un autre prestataire est retenu.

Afin de rechercher une optimisation de la démarche, les entreprises qui concourent à l'appel d'offre doivent avoir des références contrôlées par un Bureau d'études acoustique.

Les services opérationnels de l'Etat soulignent l'importance d'un suivi tout au long des travaux afin de garantir la même efficacité acoustique sur l'ensemble des logements que sur le prototype.

d/ Suivre les travaux à réception et dans la durée

Différentes réglementations fixent des objectifs à ne pas dépasser, précisent les modalités de contrôle du respect des valeurs réglementaires des niveaux sonores, et font référence à un seuil de tolérance dans les mesures. Ces éléments doivent inciter les opérateurs à se garantir d'une obligation de résultats en prévoyant, en amont, des protocoles de réception des travaux, et en s'assurant de la compétence des opérateurs.

Concernant les infrastructures, des contrôles des niveaux sonores sont réalisés après mise en service par le Maître d'ouvrage. et le respect des niveaux maximaux est obligatoire sur toute la durée de vie de l'infrastructure. Pour ces raisons, un suivi, par exemple quinquennal, peut être décidé.

2.4.6 LA RÉALISATION D'UN BILAN

Une fois le suivi réalisé, les principaux résultats doivent être consignés dans un bilan environnemental du Plan de prévention des bruits de l'environnement. Ce bilan doit être établi au minimum tous les 5 ans et a vocation à être intégré dans le PPBE de l'année n+6 (conformément à l'article 5 du décret du 26 mars 2006).

Une nouvelle carte de l'exposition au bruit tenant compte des différentes mesures adoptées dans le PPBE peut constituer un élément d'appréciation des effets du PPBE, mais dans certains cas elle ne suffit pas à restituer l'ensemble des effets du PPBE (mesures préventives ou intervention sur le bâti par exemple).

Dans ce bilan doivent figurer clairement :

- une synthèse du diagnostic ayant conduit à l'approbation du PPBE ;
- la liste des actions arrêtées et une prévision de leurs effets ;
- la liste des indicateurs retenus pour mesurer l'impact du PPBE ;
- les résultats obtenus indicateur par indicateur.

De manière à capitaliser de l'information pour les années futures, ce bilan doit également être l'occasion de faire remonter toutes les difficultés rencontrées (techniques, administratives, ...) lors des actions de suivi et les améliorations à apporter tant sur le contenu même du PPBE que sur les outils adaptés à son suivi.

3

Chapitre 3 : Les actions de prévention et de réparation

On trouvera dans le présent chapitre un ensemble quasi-exhaustif d'actions à mettre en oeuvre par différents maîtres d'ouvrage pour des résultats à atteindre sur le territoire concerné. C'est cet ensemble d'actions qui doit composer le Plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE). Il s'agit essentiellement d'actions réalisées par les services municipaux (urbanisme, voirie, bâtiment...etc.) mais également réalisées par d'autres maîtres d'ouvrage.

Dans ce dernier cas, la collectivité (commune, EPCI) n'a pas de pouvoir décisionnaire et ne peut pas agir directement sur un territoire ou des installations qui ne lui appartiennent pas. Ceci est particulièrement vrai pour les actions de réduction du bruit ferroviaire, du bruit des aéroports et du bruit industriel.

Les actions de réduction du bruit décrites par la suite permettent toutefois d'apporter des éléments d'information à la commune ou l'EPCI. La description des moyens disponibles avec des ordres de grandeur de coût et d'efficacité acoustique permet ainsi d'acquérir des connaissances utiles pour discuter avec les maîtres d'ouvrage en charges de solutions aux problèmes identifiés. Ainsi des mesures partenariales peuvent également s'intégrer dans le PPBE.

Le présent chapitre est rédigé avec la plupart des précisions techniques utiles, que ce soit aujourd'hui pour l'autorité qui élabore un PPBE, ou plus tard pour les maîtres d'ouvrages qui seront alors chargés de mettre en oeuvre chaque action qui le compose.

3.1 MIEUX VAUT PRÉVENIR QUE GUÉRIR

Par définition, la prévention est un ensemble de dispositions prises pour empêcher qu'un phénomène non souhaité ne survienne. La prévention est donc une série d'actions ou de précautions qu'il convient de mettre en oeuvre AVANT que "le pire" n'arrive : il s'agit de prendre les mesures nécessaires A PRIORI.

Lorsque le phénomène non souhaité survient, on parlera de réparation : un ensemble de dispositions sont mises en oeuvre APRES coup pour tenter de revenir à une situation antérieure jugée meilleure. Il s'agit alors de prendre les mesures nécessaires A POSTERIORI.

Dans la réalité de l'environnement sonore, la dichotomie préventif / curatif n'est pas si marquée. Certaines mesures dites préventives peuvent être prises à titre curatif et avoir des effets tout aussi efficaces. Ainsi, bien que ce ne soit pas explicité dans l'intitulé les "Plans de prévention du bruit dans l'environnement" peuvent réellement comprendre à la fois des mesures de prévention et de réparation.

Cependant on accordera une plus grande importance à la prévention du bruit lors des choix qui seront faits dans l'aménagement du territoire au stade où sources de bruit et récepteurs de bruit restent à positionner les uns par rapport aux autres ainsi qu'au moment des choix d'urbanisation avec la distribution des activités dans l'espace.

Par la suite on accordera une importance à la prévention lors des choix architecturaux qui seront réalisés pour le positionnement des bâtiments sur la parcelle, la distribution des espaces internes vis-à-vis des sources de bruit extérieures, ainsi que l'architecture des façades.

Les acteurs intervenant à chaque niveau ont à intégrer l'impact de

leur action sur l'environnement sonore dans leurs décisions. On conçoit aisément que les contraintes sont très fortes au niveau architectural si, lors de l'aménagement du territoire, l'impact acoustique a été négligé et si le planificateur n'a pas intégré cette préoccupation très en amont,

Les acousticiens, à l'unanimité, s'accordent à dire que la prévention coûte moins cher que la réparation et déplorent la plupart du temps que des mesures "acoustiques" n'aient pas été prévues au moment propice c'est-à-dire à priori. En effet, les mesures de rattrapage sont souvent plus onéreuses que les mesures préventives pour un même résultat final.

Par définition, les Plans de prévention du bruit dans l'environnement tendent à prévenir les effets du bruit et à réduire, si nécessaire, les niveaux de bruit, ainsi qu'à protéger les zones calmes (L 572-7 du code de l'environnement) confirmant ainsi l'adage "mieux vaut prévenir que guérir" ; mais compte tenu des situations existant sur le terrain il convient toutefois de conjuguer les volets préventif et curatif.

3.2 URBANISME, DÉPLACEMENT ET CONSTRUCTION

Les réflexions en cours sur l'urbanisme urbain préconisent de pouvoir continuer à développer la ville tout en protégeant les habitants des nuisances sonores. C'est pourquoi, les urbanistes et les outils de management développés à leur intention essaient de promouvoir la notion de "paysage sonore".

Cette réflexion permet de combiner la géométrie de la rue, la morphologie des façades et l'agencement des appartements afin de « canaliser » la propagation du son et de maîtriser ainsi l'ambiance sonore urbaine d'une zone.

Ce type de stratégie se retrouve également dans l'urbanisation à proximité des routes et des voies ferrées bruyantes y compris hors agglomération.

3.2.1 SCOT ET PLU

Pour l'élaboration des PPBE qui a été examinée au chapitre 2 de ce guide, le SCOT et les PLU ont apporté des éléments d'information quant aux projets d'aménagement et d'urbanisme sur le territoire de l'agglomération concerné par la carte de bruit.

Les actions préventives qui seront définies par le PPBE doivent nécessairement trouver leur traduction dans les SCOT et les PLU afin que le bruit soit effectivement pris en compte le plus en amont possible des décisions d'aménagement :

- le SCOT doit définir des objectifs et des orientations générales compatibles avec les objectifs de prévention du bruit fixés par le PPBE.
- les PLU s'imposent comme le niveau pertinent pour définir les actions de terrain adaptées à la résolution des situations de conflits existants ou potentiels.

3.2.1.1. La place de la prévention du bruit dans les SCOT et les PLU.

L'article L 121.1 du code de l'urbanisme fixe que les SCOT et les PLU déterminent les conditions permettant d'assurer la réduction des nuisances sonores et la prévention des pollutions de toute nature. Mais au-delà de cet objectif général qui entre en concurrence avec de nombreux autres, les obligations imposées par la réglementation sont en fait peu contraignantes. Pour l'essentiel, il s'agit d'une mesure d'information : le classement des voies bruyantes et les Plans d'exposition au bruit des aéroports doivent figurer dans les annexes du PLU.

Pourtant le SCOT et les PLU sont les outils privilégiés pour conduire une véritable politique de prévention dans une optique d'aménagement durable. Ils doivent permettre de maîtriser la construction dans les zones reconnues comme bruyantes. C'est donc dans ces documents d'urbanisme que les collectivités en charge de leur élaboration intégreront un volet de prévention des nuisances sonores.

Les collectivités concernées par le PPBE doivent s'engager, lors de l'adoption du Plan, à prendre en compte la problématique du bruit dans leurs documents d'urbanisme réglementaire.

C'est une nécessité pour assurer la cohérence avec le diagnostic réalisé par la carte de bruit stratégique et pour mettre en œuvre les actions de réduction des situations les plus dégradées chaque fois que l'urbanisme et l'aménagement peuvent offrir une solution efficace.

Le PPBE doit d'abord jouer une fonction d'information et d'incitation vis à vis de l'établissement public de coopération intercommunale (ou du syndicat mixte) en charge de l'élaboration du SCOT ou vis à vis de la commune lorsqu'elle élabore son PLU.

Le volet principal lui permettant de remplir ce rôle est constitué par les cartes faisant ressortir les zones de conflits entre une source de bruit et des secteurs destinés à accueillir des habitations ou des établissements sensibles au bruit.

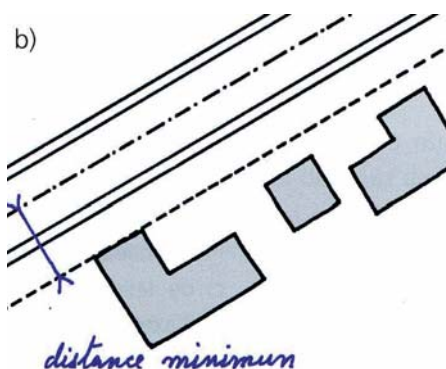
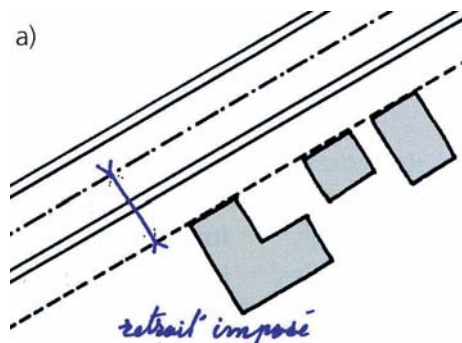
Le PPBE peut proposer aux collectivités en charge des SCOT et des PLU des outils pour favoriser la prévention des nuisances sonores dans les zones que la carte de bruit stratégique aura classée comme affectée par le bruit. Ces outils ont été décrits dans le guide « PLU et Bruit – La boîte à outils de l'aménageur » en téléchargement sur internet.

On peut rappeler en particulier les principales actions possibles :

- Pour l'urbanisation à proximité des routes et voies ferrées bruyantes :

Le SCOT et le PLU permettent plusieurs possibilités pour gérer l'urbanisation et la construction à proximité des infrastructures de transport bruyantes en utilisant des formes urbaines adaptées :

- éloigner les bâtiments sensibles au bruit en inscrivant dans le plan de zonage une obligation de retrait des constructions par rapport à l'alignement de la voie. Pour être efficace, le retrait doit être significatif, une valeur minimale de 20 m est préconisée. Cette solution entraîne une consommation importante d'espace et elle doit s'accompagner d'une réflexion sur l'utilisation des espaces laissés libre en bordure de voie (piste cyclable, stationnement, cheminement piéton, espace libre).

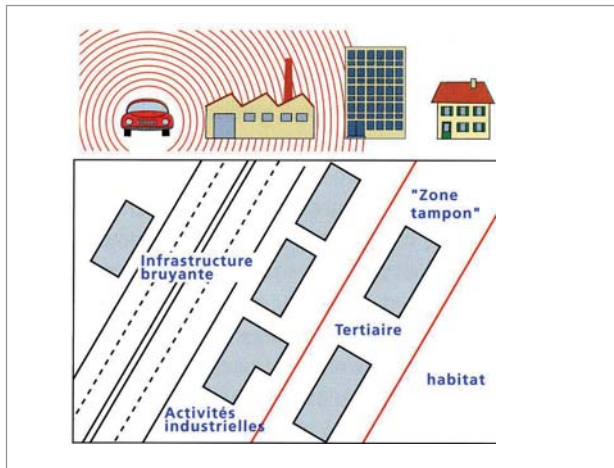


- éloigner et protéger en prévoyant une graduation des secteurs situés en bordure des voies bruyantes en fonction de leur niveau d'exposition et de leur sensibilité au bruit.

Il s'agit, le long des infrastructures, d'interdire les bâtiments sensibles au bruit et à usage d'habitation mais de permettre l'implantation de constructions pour des activités artisanales, commerciales

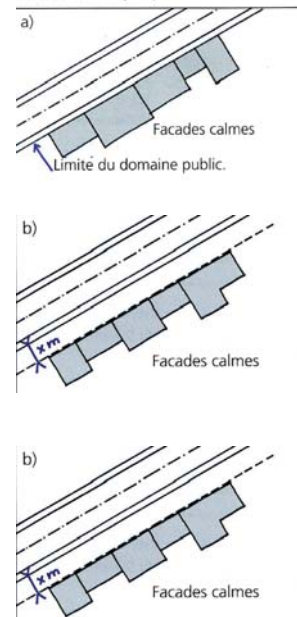
ou industrielles. Les bâtiments les plus sensibles bénéficieront à la fois de l'éloignement par rapport à la voie et de l'effet d'écran des bâtiments d'activité.

Un règlement de la zone d'activité peut utilement prévoir que les sources de bruit et les ouvrants seront placés à l'opposé des bâtiments sensibles, du côté de la voirie bruyante.

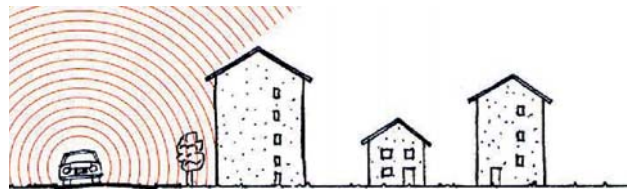


- protéger en favorisant les constructions à l'alignement de la voie et en contiguïté sur limites séparatives. La continuité des façades le long de la voie bruyante permet d'assurer la création de zones calmes sur les façades opposées. Cette solution peut être inscrite dans le règlement de zone du PLU et doit être assortie d'un cahier de recommandations architecturales portant sur l'isolation acoustique des façades exposées au bruit et sur la distribution interne des pièces.

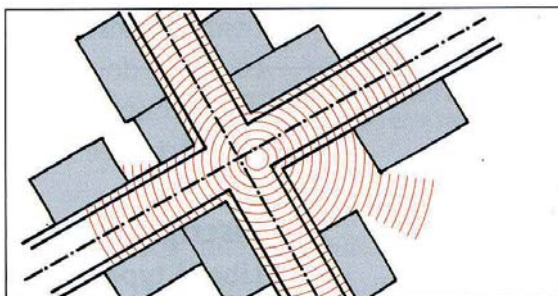
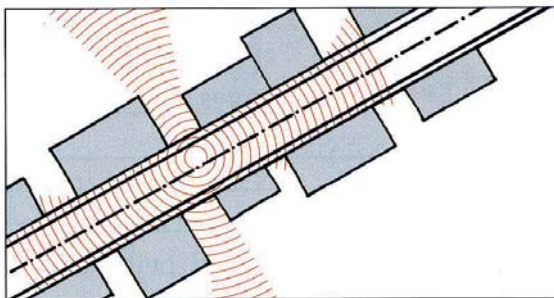
Traduction Graphique



- créer un écran en adaptant la hauteur des bâtiments en bordure de voirie aux conditions de propagation du bruit soit par un bâtiment haut qui assurera la protection des zones situées à l'arrière, soit par une augmentation progressive de la hauteur des bâtiments en fonction de leur éloignement de la voie bruyante (épannelage).



Etat initial perméable au bruit



• Pour maîtriser l'urbanisation à proximité d'une source de bruit ou pour protéger une zone calme

Le PLU peut prévoir la mise en place d'une zone tampon entre les zones affectées par le bruit des activités et les secteurs calmes. Cette zone tampon qui permettra d'éloigner les sources de bruit des constructions peut prendre les formes suivantes :

- implantation d'équipements publics non nuisants ;
- coupure verte, zone paysagère, terrain d'aventure, sentier pédagogique... ;
- implantation d'activités diurnes non bruyantes de type tertiaires.

Dans le cadre d'un projet d'aménagement plus global le PLU peut prévoir une opération d'aménagement d'ensemble dans laquelle la dimension acoustique sera plus particulièrement prise en compte avec une notice acoustique qui définira des formes du bâti et des orientations d'aménagement adaptées à la protection des populations contre les risques de nuisances sonores.

3.2.1.2. La prévention du bruit dans le permis de construire

Le SCOT et les PLU ne constituent pas les seuls moyens de pré-

vention dont disposent les collectivités pour prévenir les situations de nuisances sonores. Les projets de construction constituent également une opportunité pour prévenir le risque d'exposition au bruit des populations.

Dans le cadre d'un PPBE les collectivités peuvent développer leur action à deux niveaux pour renforcer la prise en compte du bruit dans les projets de construction :

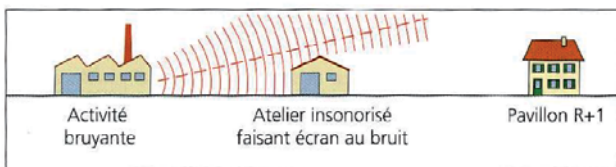
- informer les maîtres d'œuvre et les maîtres d'ouvrage, en vue d'une prise en compte du bruit le plus en amont possible du projet ;
- intégrer la prévention des nuisances sonores dans l'examen des permis de construire par leurs services.

a) Informer les maîtres d'œuvre et les maîtres d'ouvrage

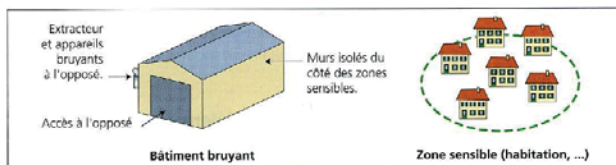
Il s'agira d'élaborer et de diffuser auprès des professionnels de la construction une information sur la démarche d'intégration des problématiques de bruit dans la conception d'un projet.

Cette information portera sur :

- le diagnostic : comment évaluer l'impact acoustique d'un projet qu'il soit source de nuisances sonores ou qu'il soit sensible au bruit (s'il s'agit d'habitat, d'un établissement d'enseignement ou d'un projet à caractère sanitaire ou social). Ce diagnostic est étroitement dépendant de l'environnement sonore initial - calme ou bruyant - dans lequel doit s'intégrer le projet ;
- les recommandations pour limiter les nuisances sonores ;
- **protéger** les constructions contre les sources de bruits extérieures telles que les infrastructures de transports terrestres (routes et voies ferrées) ou les activités économiques bruyantes par un écran anti-bruit, un merlon de terre ou par des bâtiments-écrans ;



- **orienter** la construction par rapport aux sources de bruit qui devront être placées, si possible, à l'opposé des bâtiments et des zones sensibles au bruit. Pour les bâtiments d'habitation, les pièces de séjour et les chambres à coucher seront placées de préférence sur les façades calmes.



- **éloigner** la source de bruit des zones sensibles. L'éloignement permet de réduire le niveau sonore de - 6 dB(A) chaque fois que l'on double la distance source-récepteur dans le cas d'une source ponctuelle. Pour des sources linéaires telles que des voiries rou-

tières ou ferroviaires l'atténuation est de -3 dB(A) pour chaque doublement de distance.

- **isoler** le bruit à la source (bâtiment, capotage des machines, isolation des orifices d'aération) constitue toujours la solution la plus efficace. Par contre l'isolation acoustique d'un bâtiment sensible exposé au bruit représente la solution ultime. En effet elle n'assure pas la protection des espaces extérieurs et limite les possibilités d'ouvrir les fenêtres

b) L'examen des permis de construire

En complément aux actions d'information en direction des architectes, des urbanistes et des maîtres d'ouvrage, les collectivités peuvent développer la formation de leur personnel chargé de l'instruction des permis de construire pour déceler les projets qui présentent un risque vis-à-vis de l'exposition au bruit des populations.

Cette formation peut porter sur les trois étapes suivantes :

Diagnostic

Il s'agit d'identifier si le projet est source de nuisances sonores et/ou sensible au bruit. Il faut ensuite examiner le projet dans son environnement sonore : niveau de bruit initial, éloignement entre le projet et son environnement bruyant ou sensible.

Éléments de réglementation

- l'article R 111-2 du code de l'urbanisme

L'article R 111-2 du code de l'urbanisme est applicable cumulativement avec un PLU. Il fixe que *"Le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance ou de son implantation à proximité d'autres installations"*.

- l'article R 111-3-1 du code de l'urbanisme

L'article R 111-3-1 du code de l'urbanisme n'est pas applicable pour les communes qui sont dotées d'un PLU : *"Le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales si les constructions sont susceptibles, en raison de leur localisation, d'être exposées à des nuisances graves dues notamment au bruit."*

Pour l'application de ce texte, la jurisprudence insiste sur la notion de «gravité» des nuisances pour motiver un refus de permis. Cet article du code de l'urbanisme est seulement applicable en l'absence de PLU. En effet, lorsqu'il existe, le PLU reste le moyen privilégié pour prévenir les situations de nuisances sonores.

- les arrêtés préfectoraux relatifs à la lutte contre le bruit

De plus en plus fréquemment les arrêtés préfectoraux de lutte contre le bruit de voisinage prévoient la possibilité de demander aux pétitionnaires une étude acoustique pour les projets de

construction ou d'aménagement susceptibles d'être à l'origine de nuisances.

Cette demande est distincte de la procédure du permis de construire mais elle la complète.

- l'article L 111-3 du code rural

Pour l'implantation des bâtiments agricoles, l'article L 111-3 du code rural a introduit une obligation de réciprocité des règles de distance vis à vis des constructions occupées par des tiers.

Cette disposition permet de prévenir les nuisances liées à une trop grande proximité et a été mise en place pour favoriser la pérennité des activités agricoles vis à vis de l'extension de l'habitat résidentiel en secteur rural.

Décision

• Accorder le permis de construire

Le maire (ou la DDE) pourra accorder le permis de construire :

- s'il n'existe pas de voisinage sensible dans l'environnement proche du projet lorsque celui-ci est considéré comme bruyant ;
- s'il n'existe pas de source de bruit à proximité dans le cas d'un bâtiment sensible au bruit ;
- ou si le risque a été identifié et qu'il a été pris en compte.

• Accorder le permis sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales

Le maire pourra aussi accorder le permis sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales, prévues par les articles R 111-2 et R 111-3-1 du code de l'urbanisme. Les prescriptions spéciales ne doivent pas entraîner de modification substantielle du projet en particulier au regard des règles d'urbanisme.

Un rappel des exigences réglementaires en matière de nuisances sonores peut aussi utilement figurer en complément au permis de construire.

• Refuser le permis de construire

Il est également possible de refuser un permis de construire si le projet porte atteinte à la salubrité publique. Ce refus doit être soigneusement motivé. Les jurisprudences d'application de l'article R 111-2 du code de l'urbanisme font référence aux bruits («bruits incessants», «nombreuses et importantes nuisances de bruit» «nuisances sonores importantes») souvent associés à d'autres sources de nuisances telles qu'odeurs, poussières ou émanations nocives.

Un refus peut être destiné :

- soit à empêcher définitivement la construction d'un projet domageable pour la salubrité ;
- soit à provoquer une modification et une amélioration du projet après une prise en compte des nuisances sonores à travers l'orientation du bâtiment, l'isolation des sources ou de la construction, la mise en place de protections telles qu'écrans ou merlons, voire parfois l'éloignement du projet.

3.2.2. CAS PARTICULIER DU TRANSPORT AÉRIEN

Dans le domaine du transport aérien, l'action en matière d'urbanisme et de protection des riverains est menée à la fois à titre préventif (réglementation en matière d'urbanisation) par les Plans d'exposition au bruit (PEB), et à titre curatif (rachat ou isolation de bâtiments, aide aux riverains) par les Plans de gêne sonore (PGS). Le décret n°2002-626 du 26 avril 2002 prescrit l'utilisation de l'indice de bruit «Lden» pour l'élaboration des Plans d'exposition au bruit et des Plans de gêne sonore (PGS) représentant respectivement le niveau d'exposition à terme et la gêne actuelle.

Il fixe les conditions d'établissement des PEB et PGS et modifie le code de l'urbanisme (indice Lden, valeurs de limitations des zones de bruit, hypothèses à court, moyen et long terme...).

Les calculs sont réalisés par modélisation des sources de bruit et des profils de vol, à partir des paramètres propres à chaque type d'avions et selon sa trajectoire. Une atténuation est appliquée selon des courbes standard d'atténuation de l'atmosphère.

3.2.2.1. Les Plans d'exposition au bruit (PEB)

La définition et les modalités d'établissement d'un PEB sont décrites au chapitre 2.2.2.

Le PEB détermine, selon le cas, trois ou quatre zones de bruit.

Les valeurs des indices de gêne utilisés pour déterminer les limites extérieures de ces zones sont fixées par le code de l'urbanisme (L. 147-1 à L. 147-6) et sont les suivantes :

- zone A : zone de bruit fort, comprise à l'intérieur de la courbe d'indice Lden 70 ;
- zone B : zone de bruit fort, comprise entre la courbe d'indice 70 et une courbe d'indice choisi entre 62 et 65 ;
- zone C : zone de bruit modéré, comprise entre la limite de la zone B et la courbe Lden choisie entre 57 et 55 ;
- zone D : zone comprise entre la limite de la zone C et la courbe d'indice Lden 50.

Le PPBE est soumis à enquête publique et est annexé au Plan local d'urbanisme (PLU) des communes concernées, après consultation des communes intéressées ainsi que :

- de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires (ACNUSA) qui recueille au préalable l'avis de la commission consultative de l'environnement (CCE) concernée, pour les aéroports⁶ définis par le code général des impôts⁷,
- de la commission consultative de l'environnement concernée, lorsqu'elle existe pour les autres aéroports.

Tout au long de cette procédure, les collectivités locales sont consultées soit spécifiquement soit lors des réunions de la commission consultative de l'environnement. Elles ont la possibilité d'intervenir dans le choix des indices limites des zones B et C.

Par ailleurs, à l'intérieur des zones C des plans d'exposition au bruit, les collectivités locales peuvent délimiter des secteurs où, pour permettre le renouvellement urbain des quartiers ou villages existants, des opérations de réhabilitation et de réaménagement

urbain peuvent être autorisées, à condition qu'elles n'entraînent pas d'augmentation de la population soumise aux nuisances sonores.

De tels secteurs peuvent également être délimités par arrêté pré-

fectoral pris après enquête publique, après l'approbation du PEB, à la demande de la collectivité.

A chaque zone correspondent des prescriptions, restrictions ou interdictions. Elles sont précisées dans le tableau ci-dessous :

CONSTRUCTIONS NOUVELLES	ZONE A Comprise à l'intérieur de la courbe d'indice Lden 70	ZONE B Comprise entre la courbe d'indice Lden 70 et la courbe d'indice Lden 62 *	ZONE C Comprise entre la limite extérieure de la zone B et la courbe correspondant à une valeur de l'indice Lden choisie entre 57 et 55	ZONE D ** Comprise entre la limite extérieure de la zone C et la courbe d'indice Lden 50
Logements nécessaires à l'activité de l'aérodrome, hôtels de voyageurs en transit	autorisés	autorisés	autorisés	Constructions autorisées, sous réserve des mesures d'isolation acoustique prévues à l'article L. 147-6 du code de l'urbanisme
Logements de fonction nécessaires aux activités industrielles ou commerciales	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés	
Immeubles d'habitation directement liés ou nécessaires à l'activité agricole	autorisés dans les secteurs déjà urbanisés	autorisés	autorisés	
Immeubles collectifs à usage d'habitation	non autorisés	non autorisés	non autorisés	
Habitat groupé (lotissement, ...), parcs résidentiels de loisirs	non autorisés	non autorisés	non autorisés	
Maisons d'habitation individuelle	non autorisés	non autorisés	Autorisées si secteur d'accueil déjà urbanisé, desservi par équipement public n'entraînant qu'un faible accroissement de la capacité d'accueil et lorsqu'il s'agit d'opérations de reconstruction rendues nécessaires par une opération de démolition en zone A ou B sans accroissement de population exposée dans le respect des normes d'isolation phonique	
Constructions à usage industriel, commercial et agricole	admissibles si elles ne risquent pas d'entraîner l'implantation de population permanente	conditions identiques à la zone A	conditions identiques à la zone A	
Équipement de superstructures nécessaires à l'activité aéroportuaire	autorisés s'ils ne peuvent être localisés ailleurs	conditions identiques à la zone A	autorisés	
Équipements publics ou collectifs	Autorisés s'ils sont nécessaires à l'activité aéronautique ou indispensables aux populations existantes	conditions identiques à la zone A	autorisés	
Rénovation, réhabilitation, amélioration et extension mesurée ou reconstruction des constructions existantes ***	Admissibles sous réserve de ne pas accroître la capacité d'accueil d'habitants exposés aux nuisances	conditions identiques à la zone A	conditions identiques à la zone A	
Renouvellement urbain des quartiers ou villages existants, opérations de réhabilitation et de réaménagement urbain ****	non autorisés	non autorisés	Secteurs autorisés s'ils n'entraînent pas d'augmentation de la population soumise aux nuisances sonores	

3.2.3.2. Les Plans de gêne sonore (PGS)

La loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 dite "loi bruit" relative à la lutte contre le bruit institue, dans ses articles 16 à 20, une taxe pour la mise en oeuvre des dispositions nécessaires à l'atténuation des nuisances sonores au voisinage des aérodromes. L'intégralité de ladite taxe est destinée à couvrir les dépenses d'aide aux riverains. Cette taxe se dénomme dorénavant la taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA). La définition et les modalités d'élaboration des PGS sont décrites au chapitre 2.2.2.

Les zones qui composent le PGS sont déterminées comme suit :

- la zone I : zone comprise à l'intérieur de la courbe d'indice Lden 70 ;
- la zone II : zone comprise entre les courbes d'indice Lden 70 et 65 (ou inférieur) ;

- la zone III : zone comprise entre la limite de la zone II et la courbe d'indice Lden 55.

Les zones définies dans le PGS permettent d'attribuer une aide à l'insonorisation des locaux d'habitations ainsi que des établissements d'enseignement et des locaux à caractère sanitaire et social inclus dans celles-ci.

La Taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA) est appliquée à chaque décollage et varie en fonction du poids de l'avion, de son classement acoustique, de la période de la journée (jour, soirée ou nuit) et de l'aéroport concerné.

Cette taxe est une aide pour des travaux d'insonorisation ou le rachat d'habitations et est déterminée à partir des courbes des Plans de gêne sonore qui définissent les zones d'exposition au bruit lié à l'activité aéronautique actuelle et donc les ayants droits à l'aide.

* Pour les aérodromes mis en service avant la publication du décret n°2002-626 du 26 avril 2002 fixant les conditions d'établissement des plans d'exposition au bruit et des plans de gêne sonore des aérodromes et modifiant le code de l'urbanisme, la valeur de l'indice servant à la délimitation de la limite extérieure de la zone B est comprise entre 65 et 62.

** La délimitation de la zone D est obligatoire pour les aérodromes visés à l'article 1609 quaterdecies du code général des impôts.

*** Article 28 de la loi n° 2003-590 du 2 juillet 2003, Loi urbanisme et habitat, modifiant le 2° de l'article L. 147-5 du code de l'urbanisme.

**** Article 28 de la loi n° 2003-590 du 2 juillet 2003, Loi urbanisme et habitat, modifiant le 5° de l'article L. 147-5 du code de l'urbanisme.

3.2.3. LES PLANS DE DÉPLACEMENTS URBAINS (PDU)

Le lien entre les PPBE et les PDU a été examiné au chapitre 2 de ce guide. Rappelons que l'objet d'un PDU est la définition des principes d'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement dans le périmètre des transports urbains dans le but d'assurer un équilibre durable entre les besoins de mobilité et la protection de la santé et de l'environnement. Rappelons également que les actions préventives et curatives qui sont définies par le PPBE et qui ont trait à l'organisation des transports de manière générale doivent nécessairement trouver leur traduction dans les PDU.

Le présent chapitre a pour objet de lister, d'une manière qui ne se veut pas exhaustive, les moyens d'actions pour la protection de l'environnement sonore qui sont offerts par le PDU.

De manière générale tout d'abord, le contenu des PDU, qui s'est diversifié au fur et à mesure des apports législatifs, doit aujourd'hui porter sur :

- l'amélioration de la sécurité de tous les déplacements, notamment par un partage modal équilibré de la voirie ;
- la diminution du trafic automobile ;
- le développement des transports collectifs et des moyens de déplacements les plus économes et les moins polluants comme la bicyclette et la marche à pied ;
- l'aménagement et l'exploitation de la voirie d'agglomération, y compris la voirie nationale et départementale, pour rendre son usage plus efficace notamment en l'affectant aux différents modes de transport ;
- l'organisation et la tarification du stationnement ;
- la rationalisation du transport et de la livraison des marchandises, pour maintenir les activités commerciales et artisanales ;
- l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques à établir un plan de mobilité et à favoriser le transport de leur personnel, notamment par l'utilisation des transports en commun et du covoiturage ;
- la mise en place d'une tarification et d'une billettique intégrée pour l'ensemble des déplacements favorisant l'intermodalité.

Ainsi, au sens strict du PDU, les actions possibles peuvent être regroupées en 6 items détaillés ci-après :

- La baisse de la vitesse réglementaire,
- La régulation du trafic, visant un meilleur écoulement des véhicules,
- Les orientations des flux de trafic, le but étant d'éviter que les trafics de transit, notamment le trafic lourd, ne traversent les agglomérations. Pour se faire, ces flux peuvent être détournés vers les périphériques ou voies de contournement.
- Les restrictions de circulation, dans l'optique de réduire la congestion, de limiter les nuisances et de libérer de l'espace pour d'autres modes.

Les restrictions sont généralement obtenues de diverses manières :

- par action sur le coût des déplacements : le plus souvent en jouant sur les coûts de stationnement (sanction plus rigoureuse du stationnement illicite, limitation de l'offre de stationnement, tarification visant à dissuader la demande) ou en mettant en œuvre un péage urbain (en particulier le péage de régulation et le péage d'orientation) ;
- par aménagement dissuasif ou incitatif au changement de modes :

cloisonnement des centres, aménagement de zones piétonnières, interdiction d'accès aux centres avec des parcs de stationnement à leur périphérie ; coordination des modes collectifs et individuels à l'aide de parcs relais, accompagnée d'une tarification et d'une information lisible, notamment pour les touristes ;

- par réglementation : interdiction d'accès à certaines catégories de véhicules, conditions imposées sur le stationnement pour l'obtention du permis de construire, réduction des vitesses limites réglementaires...
- La promotion des modes et véhicules peu polluants ou peu bruyants : parmi ces autres modes, peuvent être promus la marche à pied, le vélo, les transports collectifs, les modes à pollution zéro et les véhicules peu polluants, et ce par plusieurs biais :
 - en développant les transports collectifs ;
 - en développant et en sécurisant les cheminements piétons et vélos ;
 - en généralisant l'achat de véhicules peu polluants dans les administrations ;
 - en encourageant l'utilisation des véhicules peu polluants à l'échelle du PDU via une politique de stationnement qui leur est favorable ;
 - en encourageant les plans de déplacements (Plans de déplacements entreprises (PDE), Plans de déplacements d'établissements scolaires (PDES) ou encore Plans de déplacements administration (PDA)...)
 - en encourageant les économies d'énergie au travers de la promotion de l'écomobilité dans les entreprises, les administrations, les établissements publics, les collectivités et leurs délégataires.
- Les actions sur le stationnement : les conditions de stationnement déterminant de façon importante le choix du mode de déplacement.

Les effets de ces mesures directes ou indirectes sur l'environnement sonore sont examinés dans le chapitre suivant. Le lecteur y trouvera les ordres de grandeur des gains à en attendre au plan quantitatif.

Pour conclure, ajoutons que ces mesures doivent être pensées comme des moyens d'action complémentaires et indissociables les uns des autres, dans un cadre où les politiques d'urbanisme et de développement économique n'entravent pas la maîtrise des distances parcourues.

Coordonnées à un niveau géographique pertinent (aires urbaines), ces actions devraient contribuer, dans la durée, à mieux maîtriser les déplacements urbains et, par voie de conséquence, l'environnement sonore.

3.2.4 ACTION SUR LES BÂTIMENTS

Dans les paragraphes précédents, nous avons vu comment, à travers les SCOT, PLU, PDU, PEB, PGS ..., des mesures de prévention pouvaient être mises en œuvre pour éviter que les bâtiments comportant des logements soient frappés par le bruit.

Les actions de prévention visées précédemment dans le cadre de prescriptions d'urbanisme tendent à faire en sorte que le bruit n'atteigne pas (ou très faiblement) les façades des logements, par différentes configurations : éloignement, épannelage, protection par bâtiment-écran...

Dans la suite du texte ci-après, nous ferons la distinction entre construction neuve (CN) et construction existante (CE) car certaines recommandations ne s'appliquent qu'à l'une ou à l'autre de ces deux catégories.

3.2.4.1. Choix de l'emplacement du bâtiment sur la parcelle

L'urbanisation et donc la construction de nouveaux bâtiments est inéluctable dans une agglomération, que ce soit une reconstruction ou non à la suite d'une démolition de logements trop anciens.

Dans ce cas (CN) le choix de l'emplacement du bâtiment sur la parcelle même, peut revêtir une importance non négligeable. Si les règles d'urbanisme pèsent déjà, la question est moins pertinente (cf. ci-dessus) que si les règles d'urbanisme sont inexistantes quant à l'implantation du bâtiment sur la parcelle. Alors il est possible de jouer non seulement sur l'implantation sur la parcelle (plus ou moins proche des sources, son orientation ...), mais aussi sur la forme du bâtiment qui peut s'auto protéger en dégageant une ou plusieurs façades vers un environnement plus calme.

3.2.4.2. Forme architecturale

Une fois choisie l'implantation au sol du bâti (CN), la forme architecturale peut aussi revêtir une importance non négligeable que ce soit en plan ou en coupe.

Enfin, la répartition des pièces d'un logement en fonction de l'exposition relative des façades au bruit (ou au calme) peut encore une fois devenir pertinente pour la vie des occupants : les pièces de vie (chambres à coucher, salon ...) pouvant se situer en façade calme et les autres pièces telles que salle de bain, toilettes, cuisine en façade plus bruyante.

Ce choix dans la répartition des différentes pièces en fonction de la "bruyance" des façades est assez évident pour les constructions neuves (CN) elle peut l'être mais de façon sans doute beaucoup plus contraintes pour des constructions existantes (CE). En effet pour les logements en réhabilitation, la structure (ossature) du bâtiment ne permet pas toujours l'optimisation d'une telle répartition. Par exemple, les colonnes de distribution des eaux sont souvent figées et très contraignantes.

3.2.4.3. L'isolation des bâtiments contre les bruits extérieurs

Lorsque l'emplacement du bâtiment sur la parcelle, la forme architecturale en plan et en coupe et la répartition des pièces d'un logement en fonction de la "bruyance" des façades ont été optimisés, et que les occupants des logements sont soumis à des niveaux de bruit encore trop élevés, il reste à procéder, en dernier recours, à la mise en œuvre d'un isolement acoustique de façade conséquent et adapté à l'environnement extérieur, que ce soit en réhabilitation (CE) ou en neuf (CN). Les paragraphes suivants détaillent cet aspect des choses.

a) Acoustique des façades :

Les voies de transmission du bruit

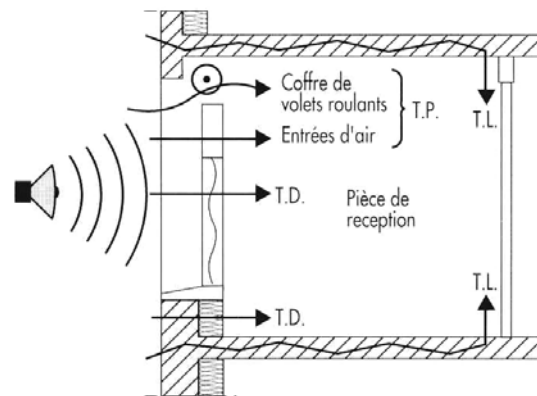
Le principal phénomène acoustique que l'on peut observer est la

transmission du bruit dans les pièces d'un bâtiment.

On distingue trois types de transmission :

- la transmission directe (TD) à travers une paroi séparative ;
- les transmissions latérales (TL) impliquant au moins une autre paroi que la paroi séparative ;
- les transmissions dites parasites (TP).

Ces dernières peuvent se produire en présence d'un défaut d'étanchéité de la paroi séparative suite à une malfaçon ou à la présence d'une conduite par exemple. Conventionnellement, la transmission due aux entrées d'air et aux coffres de volets roulants est considérée comme parasite. Ces trois types de transmissions sont présents aussi bien vis-à-vis des bruits intérieurs qu'extérieurs.



Transmissions directes, latérales et parasites à travers une façade
(Source : Documentation NRA, DGUHC)

L'isolation acoustique d'un local vis-à-vis de l'extérieur dépend donc de plusieurs paramètres, notamment la nature de la paroi séparative (partie opaque, vitrée, entrée d'air et coffre de volet roulant) ainsi que celle des parois latérales.

b) Solutions techniques pouvant être mises en œuvre

Cette partie présente de manière synthétique les nombreux points à examiner pour améliorer l'isolation acoustique des façades. Pour chaque point, des solutions techniques sont proposées.

Pour améliorer l'isolation d'une façade, vis-à-vis des bruits extérieurs, la fenêtre est le premier élément à examiner. En effet, les performances acoustiques des fenêtres sont généralement faibles comparées à celles des murs. Cependant, elles ne sont pas toujours seules en cause. Il convient, également, d'évaluer les autres voies de transmission :

- les murs, notamment s'ils sont réalisés en matériaux légers ;
- les éléments de toiture et leur doublage lorsque des pièces habitables sont situées en comble ;
- les coffres de volets roulants ;
- les différents orifices et ouvertures en liaison directe avec l'extérieur (ventilations, conduits de fumées, ...).

La présence de balcons ou de loggias peut aussi permettre de protéger le logement du bruit.

c) Les fenêtres

On entend donc traiter les transmissions directes (TD : voir figure ci-dessus à travers l'amélioration des fenêtres. L'efficacité acoustique d'une fenêtre ou d'une porte-fenêtre, dépend, par ordre d'importance :

- de son étanchéité à l'air ;
- du vitrage (de son épaisseur, sa nature) ;
- mais aussi, de sa surface.

• Les vitrages

Les simples vitrages, du point de vue acoustique, se distinguent essentiellement par leur masse et leur rigidité, donc par leur épaisseur. Actuellement, ce type de vitrage est très peu utilisé dans les CN.

En effet, les doubles vitrages sont aujourd'hui montés de façon standard sur la quasi-totalité des fenêtres proposées sur le marché. Ils sont essentiellement destinés à l'isolation thermique et se composent de deux feuilles de verre d'épaisseur identique séparées de quelques millimètres par une lame d'air ou de gaz (argon en général) et maintenues par un joint périphérique souple ou un profilé métallique monté en usine.

Même si ces doubles vitrages "thermiques" contribue aussi à l'isolation acoustique, il existent des doubles vitrages spécifiques pour l'isolation acoustique composés de deux feuilles de verre d'épaisseur différentes : ces doubles vitrages "acoustiques" donnent un isolement acoustique plus élevé.

Cela étant, qu'une intervention soit prévue au titre de la thermique ou de l'acoustique, le bon sens recommande d'être attentif à chacun de ces deux domaines, pour éviter toute intervention répétée. Des vitrages feuilletés acoustiques sont développés aujourd'hui de manière à atténuer l'effet de la fréquence critique. Ce sont des vitrages composés de deux ou plusieurs feuilles de verre assemblées entre elles par un ou plusieurs films de polyvinyle ou couches de résine de synthèse. Montés en double vitrage, il est ainsi possible de gagner jusqu'à 3 dB d'indice d'affaiblissement par rapport à des doubles vitrages standards.

Généralement, l'épaisseur des verres utilisés est déterminée par la nécessité de résister aux chocs. Cependant, pour une protection suffisante vis-à-vis des bruits extérieurs, on sera amené à choisir des verres plus épais, donc plus lourds. Dans le cas d'une réhabilitation, les menuiseries et leurs organes de manœuvre doivent être adaptés au poids des vitres dont ils sont équipés.

Pour faciliter la prescription, le CEKAL (organisme certificateur de vitrage isolant) a mis en place une certification des performances acoustiques des doubles vitrages suivant six classes allant d'un indice d'affaiblissement acoustique en transmission RA_{tr} minimum du vitrage de 25 à 37 dB.

• Les menuiseries

Les menuiseries sont constituées d'un dormant et d'un ou plusieurs ouvrants, d'un dispositif de manœuvre et de condamnation ainsi que de joints d'étanchéité entre l'ouvrant et le dormant.

Tous les types de menuiseries n'atteignent pas les mêmes capacités d'isolation acoustique. Comparées aux châssis coulissants ordinaires, les menuiseries ouvrant par rotation exercent une pression sur le joint à sa fermeture pour une meilleure étanchéité. De nouvelles conceptions de châssis coulissants, munis de dispositifs de manœuvre spécifiques assurent une mise en pression du joint lors de la fermeture.

Si le choix de profils rigides a une influence sur les capacités acoustiques des menuiseries, le choix du matériau (bois, PVC ou aluminium) repose sur d'autres critères : durabilité, entretien, étanchéité à l'eau, esthétique, coût.

Une bonne étanchéité à l'air nécessite un contact continu entre l'ouvrant et le dormant, ce contact étant assuré sur les fenêtres de conception récente par l'intermédiaire d'un joint en élastomère ou métallique.

Avec un défaut d'étanchéité sur une fenêtre neuve de qualité, il est difficile d'atteindre un isolement acoustique de 30 dB.

L'indice d'affaiblissement (RA_{tr}) qui caractérise les performances acoustiques de l'ensemble menuiserie et vitrage, que constitue la fenêtre ou la porte, est déterminé lors d'essais réalisés en laboratoire.

Pour information :

$RA_{tr} \geq 30$ dB peut être obtenu avec une menuiserie à étanchéité améliorée équipée d'un double vitrage (deux vitres de 4 mm séparées par une lame d'air de 10 mm par exemple),

$RA_{tr} \geq 35$ dB peut être obtenu avec une menuiserie à étanchéité améliorée équipée de double vitrage acoustique (les vitres, séparées par une lame d'air ou de gaz, sont alors d'épaisseurs différentes),

$RA_{tr} \geq 40$ dB : quelques menuiseries à étanchéité renforcée équipées de double vitrage acoustique intégrant un vitrage feuilleté (correspondant à un poids total de 45 kg/m²) ou une solution de type double fenêtre peuvent atteindre cette valeur.

d) Les parois

A travers l'amélioration des parois, on tente de diminuer les transmissions latérales (TL : voir figure ci-dessus).

• Lourdes :

Réalisés en maçonnerie ou en béton, ces éléments de façade répondent, du point de vue acoustique, à la loi de masse. Ils ont un indice d'affaiblissement acoustique bien supérieur à celui des fenêtres qui y sont insérées. Ces parois sont généralement complétées par un doublage thermique intérieur ou extérieur qui, suivant la nature de l'isolant, améliore (cas des isolants à cellules ouvertes tels la laine de verre et les isolants élastifiés) ou diminue (cas des isolants à cellules fermées tels le polystyrène ou le polyuréthane) sensiblement l'indice d'affaiblissement acoustique.

Pour améliorer l'acoustique d'une façade, ce n'est généralement pas sur les parois lourdes qu'il faudra agir, le gain possible étant faible comparé aux autres voies de transmission.

• Légères :

Il peut s'agir soit de parois à ossatures bois contemporaines soit de parois comprenant des éléments de remplissage de type panneau. Si le renforcement acoustique des parois lourdes, répondant à la loi de masse, est bien maîtrisé, celui des parois légères se rapprochant, dans leur comportement, de celui des parois multiples, présente des difficultés dans le choix des solutions et le dimensionnement. Un gain d'isolement acoustique substantiel suppose des interventions "lourdes".

Pour les parois doubles : le niveau des performances acoustiques obtenues dépend de la nature des composants, du dimensionnement des parois, de l'étanchéité à l'air des jonctions entre éléments et de la qualité de la réalisation. Pour améliorer leur indice d'affaiblissement acoustique, l'application d'un complexe de doublage du type laine minérale + plaque de plâtre transforme ces parois doubles en parois triples pour donner des résultats généralement

décevants. Pour ce type de constructions, il est préférable, suivant les cas :

- de vérifier et de renforcer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe au niveau des liaisons avec les autres éléments de la construction (maçonneries, menuiseries, planchers, éléments de toiture) ;
- d'augmenter la masse de la paroi intérieure en appliquant plusieurs plaques de plâtres superposées ;
- de désolidariser la paroi intérieure de l'ossature et d'augmenter l'espace entre les parois ;
- ce type d'intervention peut correspondre à d'importants travaux ; une étude acoustique spécifique est nécessaire pour s'assurer du résultat.

Pour les façades de type "panneaux sandwichs", il est déconseillé de procéder à un renforcement de l'isolation acoustique par un doublage intérieur par exemple (risque de condensation entre le panneau sandwich et le doublage, création d'une triple paroi souvent décevante du point de vue acoustique, ...). Une dépose des panneaux est nécessaire pour les remplacer par des éléments plus performants.

A savoir : impact d'un isolement de façade vis-à-vis des isolements intérieurs

Le renforcement de l'isolation de l'enveloppe d'un bâtiment peut avoir un impact important sur la perception des bruits intérieurs (discussions, TV/radio, équipements ménagers...). En effet, ceux-ci peuvent alors émerger d'autant plus fortement que les isolements intérieurs sont faibles et se révéler être plus gênants que les bruits extérieurs.

Avant de réaliser tout type de travaux acoustiques sur les façades, il est conseillé de faire un diagnostic acoustique complet intégrant aussi les isolements vis à vis des bruits intérieurs.

e) Les entrées d'air et les orifices de ventilation

Dans tous les cas, lorsque des travaux d'isolation acoustique sont envisagés, la prise en compte de la ventilation est incontournable. Sans cela, on s'expose à ce que des transmissions parasites (TP : voir figure 1) entrent à l'intérieur du logement.

Dans le système de ventilation, les entrées d'air assurent les échanges avec l'extérieur. Elles sont intégrées à la façade en traverses hautes des menuiseries ou alors dans les coffres de volets roulants ou encore dans les murs.

Dans le cas de la ventilation naturelle par exemple, une entrée d'air constituée d'un simple orifice dégrade fortement l'isolement acoustique de façade. Pour obtenir de forts isolements, il est nécessaire d'employer des entrées d'air acoustiques, généralement constituées de chicanes. Ces dernières sont conçues de manière à assurer la circulation de l'air sans perte de charge importante à leur niveau.

En présence de pièces traversantes ou situées dans un angle du bâtiment, les entrées d'air seront préférentiellement placées sur la façade la moins exposée aux bruits émis par l'infrastructure.

Lorsque l'on change les fenêtres, les solutions avec entrées d'air acoustiques intégrées à la menuiserie ou dans les coffres de volets roulants sont des solutions techniques simples et économiques.

A ne pas oublier, les coffres de volets roulants :

Ils peuvent constituer un chemin de transmission préférentiel pour les bruits extérieurs, notamment lorsque le coffre du volet est placé au-dessus de la fenêtre, sous le linteau ou derrière celui-ci. Pour améliorer leur performance acoustique, il faut s'assurer de l'étanchéité du coffre s'il n'est pas muni d'entrées d'air.

En présence d'entrées d'air dans le coffre, le renforcement acoustique sera obtenu par des chicanes revêtues de matériaux absorbants, dans la mesure où l'espace disponible dans le coffre le permet.

f) Présence de balcons et loggias

Suivant l'angle d'incidence ou la direction du bruit extérieur, les balcons peuvent participer à la protection acoustique d'un élément de façade par un effet d'écran, ou altérer cette protection en raison des effets dus aux réflexions supplémentaires. Pour les étages supérieurs, la protection peut être améliorée par l'utilisation de garde-corps pleins et de revêtements absorbants en sous-face du balcon de l'étage supérieur.

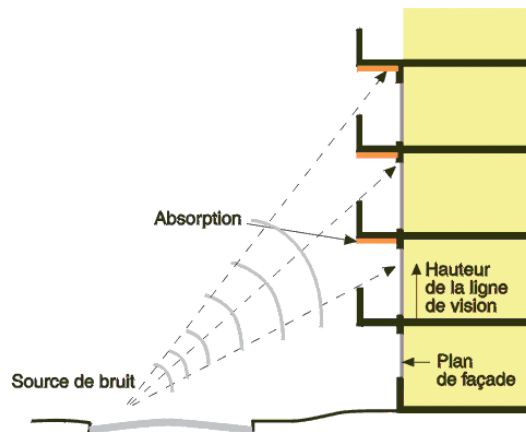


Illustration des différents paramètres appropriés pour l'isolation acoustique due à la forme de la façade

3.2.3.3 Déroulement d'une opération d'isolation acoustique

Les paragraphes suivants présentent de manière chronologique les différentes étapes que l'on peut suivre lors d'une opération de résorption de nuisances sonores par mise en œuvre d'une isolation acoustique des façades. On distinguera ce qui est propre à une opération de construction neuve (CN) d'une réhabilitation de construction existante (CE).

a) Études préalables

On sélectionne tout d'abord les bâtiments présentant, à la lecture des cartes de bruit, une estimation de la population exposée à des niveaux sonores supérieurs aux valeurs limites. Le nombre de locaux ou de logements à traiter est à déterminer plus précisément, par une visite terrain ou par une étude plus précise de plans, cadastraux de la commune ou autre, permettant d'obtenir ces informations.

A partir des niveaux sonores en façades de chaque pièce ou local à traiter on peut en fine déterminer les isolements acoustiques nécessaires pour atteindre les objectifs que l'on se sera fixé.

b) Les travaux connexes à réaliser (CN+CE)

Les travaux d'isolation acoustique s'accompagnent de travaux et aspects connexes qu'il est essentiel de ne pas négliger. Dans le cas d'une construction existante, le rétablissement de la ventilation du logement est, par exemple, un point essentiel.

On peut encore lister :

- le maintien du confort thermique d'été et d'hiver ;
- l'aspect sécurité après les travaux (sécurité des personnes, sécurité incendie, gaz et électricité) ;
- l'homogénéité architecturale ;
- le maintien d'un éclairage suffisant des pièces ;
- la remise en état après travaux des pièces traitées.

c) Choix du maître d'œuvre et ses missions (CN+CE)

Il aura de préférence une compétence, non seulement en acoustique du bâtiment mais aussi dans les domaines connexes aux travaux liés à l'amélioration de l'isolation acoustique des façades : ventilation et aération des logements, confort thermique...

Il pourra s'agir d'un bureau d'études spécialisé en acoustique ou d'un architecte ayant des compétences dans les domaines évoqués ci-dessus.

Il est recommandé de formaliser les missions et les responsabilités du maître d'œuvre dans un contrat de maîtrise d'œuvre. Cela évitera d'éventuels litiges lors de la réception des travaux, notamment si les isollements requis ne sont pas atteints.

Le maître d'œuvre devra être averti des conditions de son intervention et de la prise en charge de ses honoraires. Ceux-ci seront, dans la mesure du possible, forfaitaires.

Ses missions :

Les données remises au maître d'œuvre sont les résultats soit d'études préliminaires seules (CN) soit d'études préliminaires et de localisation et composition des logements et locaux à traiter (CE). On peut lister, dans l'ordre chronologique, les différentes missions afférentes au maître d'œuvre.

Le diagnostic de l'existant (CE) :

La première étape du diagnostic consiste à confirmer les pièces des logements ou locaux à traiter, pré-identifiées lors des études préalables. Il s'agit ensuite de réaliser un diagnostic de l'isollement acoustique existant ainsi que de tous les autres points du logement et du bâtiment sur lesquels les travaux de renforcement de l'isolation acoustique ont une influence.

Ces informations relevées lors de la visite du bâtiment à traiter sont essentielles car elles vont orienter le maître d'œuvre dans ses choix techniques pour déterminer le type de travaux à réaliser. Le diagnostic permet de rassembler lors d'une visite tous les éléments nécessaires qui pourront être analysés par la suite, notamment pour le calcul prévisionnel de l'isolation acoustique.

Il peut également être utile de rechercher des plans de construction auprès du propriétaire, du syndic ou de l'architecte qui a conçu le bâtiment.

Des mesures d'isolation acoustique des façades peuvent éventuellement être réalisées, notamment pour vérifier l'isolation acoustique existante.

Choix des solutions techniques et dimensionnement des travaux (CN+CE) :

A partir du diagnostic de l'existant ou des études préliminaires, le maître d'œuvre identifie les travaux à réaliser. Il prévoira un calcul

prévisionnel de l'isolation acoustique ainsi qu'un premier chiffrage des travaux.

La réalisation des travaux (CN+CE) :

Le maître d'œuvre assure la surveillance des travaux des différentes entreprises en veillant notamment à leur bonne exécution, à leur bonne coordination et à leur conformité au cahier des charges. Il sera également attentif au respect des délais.

La réception des travaux (CN+CE) :

Lors de cette dernière phase de la mission du maître d'œuvre, il s'agit de vérifier la bonne mise en œuvre des travaux réalisés par les différentes entreprises. Cette réception sera dirigée par le maître d'œuvre en présence du maître d'ouvrage et des entreprises. La réception est prononcée lorsque la totalité des travaux réalisés est conforme au cahier des charges établi dans les contrats de travaux.

d) Le contrôle de l'opération (CN+CE) :

Un procès verbal de mesure doit être fourni. La mesure doit être réalisée conformément, lorsqu'elle est techniquement réalisable, à la norme de contrôle NF EN ISO 10052 homologuée le 05/09/2005, qui remplace la norme NF S 31 057.

Il est aussi recommandé de contrôler les autres prestations réalisées, notamment ce qui a été mis en œuvre pour maintenir l'aération des logements.

3.2.3.4 Coût

A titre d'information, quelques exemples de prix de produits sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Produit	Prix en €
Menuiseries PVC	
Fenêtre 1000 x 1700	920
Menuiseries PVC	
Fenêtre 1700 x 2000	1 350
Menuiserie en bois exotique	1 450
Fenêtre 1400 x 2250 + peinture	+ 200
Doublage caisson de volet roulant 1600 x 300 x 200	175
Entrée d'air acoustique	10
Groupe extraction d'air mécanique	1 200

Les coûts ci-dessus sont donnés à titre d'exemple et peuvent varier grandement en fonction de divers facteurs.

3.3 LES ACTIONS SUR LE BRUIT ROUTIER

En ce qui concerne le transport routier, après de nombreuses années de recherches et d'investigations dans des domaines aussi variés que les véhicules, les revêtements ou encore les comportements, on constate qu'il n'existe pas la mesure unique censée résoudre les problèmes de bruit, sinon une réduction drastique des besoins en déplacements et l'interdiction pure et simple de circuler !

Seule la mise en œuvre d'une série de solutions qui prises individuellement pourraient sembler insuffisamment efficaces, est susceptible d'avoir un effet positif sensible sur l'environnement sonore et le ressenti de nos concitoyens.

Différents paramètres du trafic routier influencent l'émission sonore d'une route. On peut les classer en trois grandes catégories :

- les paramètres intrinsèquement liés aux matériels routiers décrits au chapitre 3.3.1.,
- les paramètres intrinsèquement liés aux revêtements de chaussées décrits au chapitre 3.3.2.,
- les paramètres liés à l'usage que l'on fait des véhicules décrits aux chapitres 3.3.3. pour ce qui concerne les aménagements de la voirie routière et au chapitre 3.3.4. pour ce qui concerne la maîtrise générale du trafic routier.

3.3.1. LES MATÉRIELS ROUTIERS

3.3.1.1. Les véhicules légers

Les véhicules légers constituent la part principale des véhicules en circulation sur les routes. L'émission sonore d'un véhicule est formée d'une part du bruit produit par le moteur et ses équipements annexes (boîte de vitesses, transmission, échappement), appelé généralement « bruit moteur » et d'autre part par le bruit de contact pneumatique chaussée, également appelé « bruit de roulement ». Pour un véhicule léger circulant à moins de 50 km/h, le bruit moteur est prépondérant et le bruit de roulement devient prépondérant au delà de 50 km/h.

Depuis 1970, les véhicules routiers sont soumis à homologation concernant leurs émissions sonores. Quatre directives européennes successives, toutes reprises en droit français, ont imposé une baisse régulière de ces niveaux sonores et on enregistre aujourd'hui sur les véhicules légers une baisse de -8dB(A) en 35 ans. Mais concrètement, on constate que ces baisses ne se répercutent pas sur le bruit général produit dans la rue. Une seule étude a été conduite à ce jour sur l'effet de ces réglementations sur le bruit du trafic (U. Sandberg, 2001). Elle montre qu'en conditions réelles de circulation, la baisse des niveaux sonores est faible voire nulle.

Ces considérations ont conduit à la redéfinition de la méthode de mesure utilisée pour l'homologation, jugée peu représentative des conditions réelles de circulation en particulier en milieu urbain ; des discussions sont en train d'aboutir, avec une perspective de mise en œuvre en 2010. Des nouvelles conditions d'essai ont été définies ; des tests sont en cours et devraient permettre de proposer de nouvelles valeurs réglementaires.

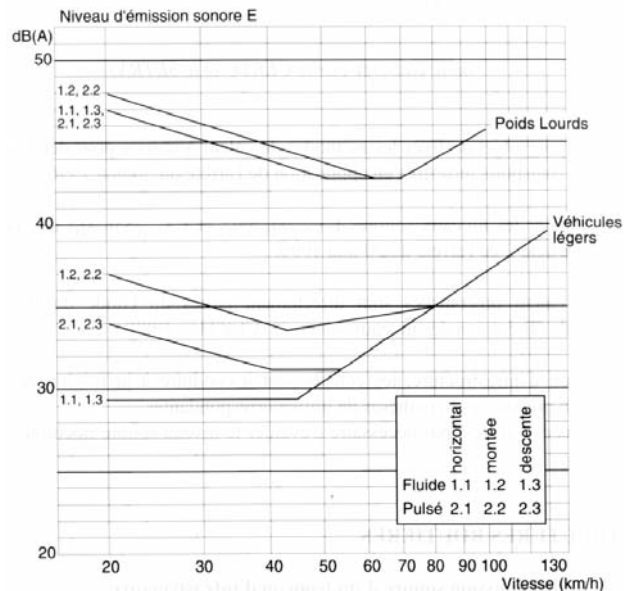
L'efficacité des progrès technologiques sur le bruit du trafic dépend fortement des conditions de circulation. Cet effet se fait particulièrement sentir sur les sections parcourues à faible vitesse et notamment dans les rues des centres villes. En ce qui concerne le bruit de roulement, le véhicule n'est pas seul en cause et la composante chaussée est importante (voir chapitre 3.3.2.).

Les émissions sonores des véhicules légers

Les relations entre trafic et bruit émis sont connues depuis la fin des années 70 ; elles sont détaillées dans le Guide du bruit des

transports terrestres publié en 1980 et reprises dans la Nouvelle méthode de prévision du bruit.

Pour un revêtement de chaussée donné, l'émission sonore d'un véhicule dépend de sa vitesse, de l'allure de circulation (conduite fluide, pulsée ou accélérée) et de la pente de la voie.



Abaques du Guide du Bruit

Un groupe de travail animé par le SETRA composé notamment du LCPC, de l'INRETS, du CERTU et du réseau des CETE doit produire prochainement une mise à jour des abaques d'émission unitaire rendant compte des évolutions techniques intervenues depuis 20 ans sur les véhicules et les revêtements routiers. Dès qu'elles seront disponibles ces nouvelles valeurs d'émission seront intégrées aux logiciels de calcul.

Les perspectives d'évolution sur les véhicules légers

Les véhicules légers actuellement en circulation sont majoritairement des véhicules à moteur thermique (essence ou diesel) ; le taux de diésélisation avoisinait au 1er janvier 2006 les 50% pour les véhicules particuliers et 80% pour les véhicules utilitaires légers, et la tendance continue puisque 70% des nouvelles immatriculations sont des véhicules diesel.

Depuis quelques années des véhicules à motorisation électrique sont également disponibles sur le marché ; ces véhicules électriques présentent l'avantage de réduire très fortement le bruit du groupe moto-propulseur (il ne reste plus que les bruits émanant de divers pompes, assistance et freinage), mais au-delà de 50 km/h, le bruit de roulement reste similaire à celui d'un véhicule à moteur thermique. Mais ce type de véhicules ne rencontre pas son public ce qui se traduit par un taux de pénétration du marché de la voiture personnelle aujourd'hui très marginal (moins de 400 véhicules particuliers vendus annuellement depuis 1996) et qui tend même à se réduire. La plupart des experts s'accordent pour juger l'avenir de l'usage des véhicules électriques limité.

Un type de véhicule léger offre aujourd'hui des perspectives de développement plus prometteuses, le « véhicule hybride ». Par définition, un véhicule hybride fait appel à plusieurs types d'énergie

pour se mouvoir; il est composé d'un moteur électrique doublé d'un moteur thermique. Acoustiquement il se comporte donc comme un véhicule électrique à basse vitesse et comme un véhicule classique à moyenne ou haute vitesse.

En terme d'émission sonore, l'influence du type de motorisation a été étudiée par l'INRETS et le LCPC notamment. Une partie des résultats est consignée dans un rapport établi dans le cadre du projet européen – Sustainable road surfaces for traffic noise control (SILVIA, 2005). Il y apparaît que les véhicules à moteur diesel sont très souvent les plus bruyants, alors que les moteurs hybrides et électriques offrent une réduction substantielle de l'émission sonore par rapport à celle des véhicules à motorisation diesel. Il faut toutefois préciser que les écarts les plus notables ont été relevés à faible vitesse en 1^{er} et 2nd rapports de boîte de vitesses ; ces écarts étant bien moins marqués dès le 3^{ème} rapport de boîte de vitesses. Aussi, sur leur domaine d'emploi de prédilection (circulation urbaine), un véhicule électrique ou hybride circulant en mode électrique apparaît acoustiquement intéressant.

L'augmentation du nombre de véhicules hybrides ou électriques peut conduire intrinsèquement à une diminution des niveaux d'émission sonore en circulation urbaine. Il faudrait que leur proportion dans le trafic atteigne 30 à 50% pour que l'émission de l'ensemble des véhicules baisse de 1,5 dB(A) en milieu urbain. Il s'agit aujourd'hui d'une hypothèse peu réaliste, puisque Toyota qui était le seul vendeur de véhicules hybrides en France n'a vendu que 5100 Prius sur 2 millions de véhicules particuliers immatriculés en 2006.

Quelques éléments de coût concernant les véhicules électriques et hybrides

Le principal inconvénient des véhicules électriques et hybrides est un prix à l'achat plus élevé que celui des véhicules à moteur thermique. A cela s'ajoute, pour les véhicules électriques, la relative faible autonomie ; toutefois, des progrès sont en cours et de nouveaux prototypes sont conçus. En matière d'utilisation, il faut savoir que, pour parcourir 100 km, le coût en électricité est 5 fois moindre que le coût d'essence et que les véhicules hybrides permettent théoriquement une économie de l'ordre de 30% du carburant. En outre le coût d'entretien du moteur électrique et de la batterie est très faible. Le coût d'achat étant un des principaux freins au développement de ces véhicules alternatifs, les pouvoirs publics ont décidé d'instaurer une aide financière à l'acquisition de véhicules électriques ou hybrides. Les entreprises bénéficient d'une exonération totale ou partielle de la taxe sur les véhicules de société fonctionnant exclusivement ou partiellement au moyen de l'énergie électrique ainsi que d'un amortissement exceptionnel pour ces mêmes véhicules. Pour les années à venir, l'agence française de sécurité sanitaire environnementale conclut dans son rapport sur les impacts sanitaires du bruit (AFSSE, 2004) que, selon les constructeurs automobiles, les nouveaux efforts de réduction du bruit mécanique, sur les véhicules actuels satisfaisant aux normes de bruit européennes, seront « extrêmement difficiles dans les contraintes techniques et économiques actuelles ».

Aussi, si des améliorations sont encore possibles - notamment par la mise en place de dispositifs d'encapsulage global et d'insonorisation composant par composant - il semble que leurs marges d'efficacité resteront faibles.

3.3.1.2. Les poids lourds

Certains itinéraires supportent un trafic poids lourds important et cette proportion s'accroît généralement en période nocturne. Il est donc important de connaître avec suffisamment de précision le flux de poids lourds pour déterminer l'énergie sonore émise par une section de route. Comme pour les véhicules légers, l'émission sonore d'un poids lourd est formée d'une part « bruit moteur » et d'une part « bruit de roulement ». Le bruit généré par le groupe moto-propulseur reste par contre prépondérant à des vitesses un peu plus élevées que pour les véhicules légers, la limite se situant plutôt autour de 60 km/h. En ce qui concerne le bruit moteur les évolutions de la réglementation européenne ont été encore plus fortes sur les poids lourds et on enregistre aujourd'hui une baisse supérieure à -10dB(A) en 35 ans. Mais cet effet se fait particulièrement sentir sur les sections parcourues à faible vitesse (centres ville) qui ne sont pas les zones privilégiées pour la circulation des camions.

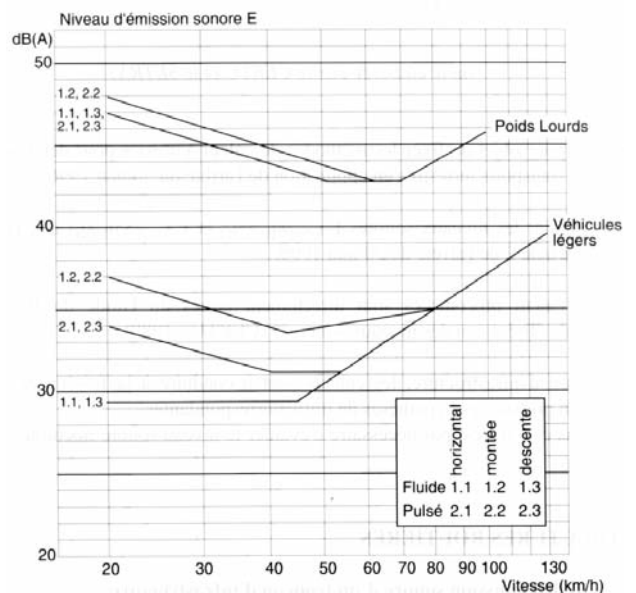
Les émissions sonores des poids lourds

Les relations entre trafic et bruit émis sont connues depuis la fin des années 70; elles sont détaillées dans le guide du bruit des transports terrestres publié en 1980 et reprises dans la Nouvelle méthode de prévision du bruit.

Depuis 1970, les poids lourds comme les autres véhicules routiers sont soumis à homologation concernant leurs émissions sonores. Quatre directives européennes successives, toutes reprises en droit français, ont imposé une baisse régulière de ces niveaux sonores et on enregistre aujourd'hui sur les poids lourds une baisse de -11dB(A) en 35 ans.

Malgré le décalage observé entre la baisse des valeurs limites réglementaires et la baisse des émissions sonores des véhicules effectivement constatée en condition réelle de circulation, il semblerait que les progrès réalisés par les constructeurs automobiles, en particulier sur les véhicules les plus bruyants comme les poids lourds aient au moins permis de contre-balancer les effets de l'augmentation du trafic routier.

Pour un revêtement de chaussée donné, l'émission sonore d'un poids lourd dépend de sa vitesse, de l'allure de circulation (conduite fluide, pulsée ou accélérée) et de la pente de la voie.



On constate qu'un poids lourd émet du fait de sa masse plus de bruit qu'un véhicule léger, mais le rapport d'émission entre un véhicule léger et un poids lourds dépend non seulement de la vitesse du véhicule mais aussi de la rampe de la voie. Sur une autoroute, un poids lourd représente acoustiquement 4 véhicules légers (ce qui signifie que 20% de poids lourds émettent autant de bruit que les 80% de véhicules légers), mais ce rapport atteint couramment 10 en milieu urbain (les 10% de poids lourds émettent autant de bruit que les 90% de véhicules légers).

Le tableau ci-dessous présente le facteur d'équivalence entre un poids lourds moyen et un véhicule léger.

Vitesse	Montée <2%	Montée à 3%	Montée à 4%	Montée à 5%	Montée > 6%
120 km/h	1 PL = 4 VL	1 PL = 5 VL	1 PL = 5 VL	1 PL = 6 VL	1 PL = 6 VL
100 km/h	1 PL = 5 VL	1 PL = 5 VL	1 PL = 6 VL	1 PL = 6 VL	1 PL = 7 VL
80 km/h	1 PL = 7 VL	1 PL = 9 VL	1 PL = 10 VL	1 PL = 11 VL	1 PL = 12 VL
50 km/h	1 PL = 10 VL	1 PL = 13 VL	1 PL = 16 VL	1 PL = 18 VL	1 PL = 20 VL

Les perspectives d'évolution sur les poids lourds

Certains fabricants de poids lourds travaillent aujourd'hui au développement de versions hybrides de leurs véhicules. En particulier, le constructeur suédois, VOLVO, a présenté récemment un poids lourd hybride pour lequel il avance jusqu'à 35 % de réduction de carburant en parcours urbain.

D'autres encore travaillent de manière globale sur le bruit des véhicules de livraison de marchandises en ville et s'attachent à traiter tous les types de bruit dans tous les conditions de fonctionnement y compris lors des manœuvres et manutentions de chargement ou déchargement. C'est le cas du projet LUT mené par Renault Trucks dans le cadre du Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT).

3.3.1.3. Les Transports en commun

En ville, outre les véhicules légers et quelques poids lourds, une part plus ou moins importante des circulations routières est constituée de bus, de trolleybus ou encore de tramways.

Les autobus et les trolleybus sont des véhicules routiers, ils respectent donc en sortie d'usine les normes européennes en vigueur. Ces normes ont également évoluées depuis 25 ans et aujourd'hui, ce type de véhicules émet un « bruit moteur » légèrement plus faible que celui des poids lourds.

Il n'existe pas d'abaque d'émission spécifique pour les véhicules de transport en commun. Il est communément admis un facteur d'équivalence entre véhicules légers et autobus qui suit la loi simple suivante :

Type de véhicules

1 Autobus simple = 5 VL

1 Autobus articulé = 6 VL

1 Autobus électrique ou 1 trolleybus = 2 VL

Il est intéressant de comparer l'espace consommé en surface par les différents modes de transport, soit la surface occupée pour un

déplacement donné (ici 5 km dans l'agglomération parisienne) en fonction de la durée de ce déplacement. Si le transport en métro reste le moins consommateur avec 1 m²h (mètre carré heure), le bus est à peu près équivalent à la marche à pied lorsqu'il est sur rue classique avec 2 à 3 m²h, un Transport en commun en site propre atteint 12 m²h comme les 2 roues, alors que le véhicule particulier consomme 19 m²h (et même 26 m²h si on tient compte du stationnement).

De la même manière, il est possible de calculer le bruit émis par personne transportée; si on considère un taux de fréquentation moyen de 25 passagers par bus classique ou trolleybus (moyenne observée sur les autobus parisiens en 2004, alors que sa capacité réelle est d'une centaine de personnes) et 40 pour un bus articulé, on constate qu'un bus classique est finalement 5 fois moins bruyant qu'un véhicule particulier, qu'un bus articulé 8 fois moins et qu'un trolleybus 12 fois moins bruyant. A titre indicatif, on peut estimer qu'un tramway qui transporte en moyenne 2 à 3 fois plus de passagers qu'un bus classique ne génère pas plus de bruit.

Les perspectives d'évolution sur les Transports en commun

Le parc de bus actuellement en service est dominé par les véhicules à motorisation diesel, diester et aquazol. Le remplacement de ces véhicules par des bus fonctionnant au GNV ou au GPL, ainsi que des bus électriques et hybrides est fortement encouragé dans la mesure où ces technologies présentent des atouts environnementaux notables.

Concernant leurs performances acoustiques, deux études apportent des éléments de comparaison.

La première étude, réalisée par l'Union Technique de l'Automobile et du Cycle (UTAC) pour la RATP, met en évidence une réduction de 4 dB(A) du bruit émis au ralenti par un bus fonctionnant au gaz naturel par rapport à un bus fonctionnant au diesel (norme Euro 2) ou au GPL. A contrario, à 50 km/h, cette étude constate des niveaux émis voisins pour les trois filières.

La seconde étude, réalisée par l'INRETS sur un bus à fonctionnement thermique et deux trolleybus à fonctionnement électrique et thermique, établit que, pour une vitesse de passage donnée, le niveau de bruit en mode thermique est plus élevé qu'en mode électrique (de l'ordre de 2 à 3 dB(A) à 20 km/h) ; le même constat est établi lorsque le véhicule est à l'arrêt. Cependant cet écart diminue lorsque la vitesse augmente jusqu'à devenir quasiment nul pour des vitesses de l'ordre de 40 km/h.

Enfin, la RATP a lancé un programme de recherche destiné à abaisser les niveaux de bruit émis par les autobus. Au vu des résultats obtenus, la RATP en a déduit que les constructeurs de bus disposent encore d'une marge d'amélioration de l'ordre de 3 à 7 dB(A) sur les performances acoustiques des technologies existantes ; gain pouvant être obtenu par la mise en œuvre de solutions techniques accessibles, telles que le capotage de moteur par exemple. La RATP a ainsi décidé d'introduire dans ses consultations des spécifications sur les performances acoustiques des autobus.

Quelques éléments de coût concernant les Transports en commun fonctionnant au gaz ou à l'électricité

Il faut compter un surcoût d'environ 30 000 € pour l'achat d'un bus fonctionnant au GNV ou au GPL. Un bus électrique coûte encore deux fois plus cher qu'un bus ordinaire de même gabarit. L'augmentation est de 2,5 fois pour les véhicules hybrides (un moteur thermique supplée l'alimentation électrique au besoin). En dernier lieu, le trolleybus, produit intermédiaire entre le bus et le tramway, coûte lui à l'unité 2 à 3 fois plus cher qu'un bus standard ; à cela, il faut ajouter le coût de la mise en place des infrastructures électriques : le coût d'investissement global est estimé à 4 à 6 millions d'euros du kilomètre contre 16 à 25 millions d'euros du kilomètre pour un tramway (source : www.edf.fr).

A ces éléments de coût à l'investissement, il est primordial de confronter des éléments de coût de fonctionnement. Par exemple, selon EDF, un plein d'électricité pour un bus coûte au kilomètre parcouru environ 5 à 7 fois moins cher qu'un plein de diesel ou de gaz.

Les pouvoirs publics, de leur côté, soutiennent financièrement le développement des véhicules alternatifs. Les exploitants de transports publics en commun de voyageurs bénéficient d'aides pour l'acquisition de véhicules alternatifs ainsi que d'une réduction des taxes TICGN sur le GNV et TIPP sur le GPL.

3.3.1.4. Les deux-roues motorisés

Contrairement aux autres véhicules, il n'existe pas pour le moment de base de données officielles en France pour les émissions des deux-roues à moteur. Ce type de véhicule n'est actuellement pas pris en compte dans les cartographies de bruit.

La composante principale du bruit émis par les deux-roues motorisés est le bruit moteur. Le mode de propulsion joue donc un rôle primordial en terme d'émission sonore.

La réglementation actuelle admet que les deux roues soient de 3 à 6 dB(A) suivant la cylindrée plus bruyants que les véhicules particuliers. Cette tolérance a longtemps conduit à des émergences d'autant plus sensibles que les dispositifs d'échappement étaient parfois modifiés. Dans ce domaine, les orientations du Plan national d'actions contre le bruit ont visé un renforcement de la réglementation et des contrôles. La circulaire du 23 mai 2005 relative à la mise en œuvre de ce plan, précise que « les maires peuvent, dans le cadre de leurs pouvoirs de police, faire appel aux brigades de contrôle technique des polices urbaines ou aux équipes anti-nuisances de la gendarmerie et organiser avec leur concours des opérations ponctuelles de contrôles de véhicules sur voie publique ». Par ailleurs l'immatriculation des 2 roues motorisés de moins de 50 cm² (effective pour les véhicules neufs depuis le 1/7/04 et qui devrait être généralisée d'ici le 30/6/09) limite aujourd'hui ces pratiques délictueuses.

En terme de technologies alternatives, on peut citer les scooters électriques qui offrent des réductions spectaculaires par rapport aux moteurs thermiques. Les collectivités, entreprises ou particuliers peuvent bénéficier d'aides à l'acquisition pour ce type de véhicule.

3.3.1.5. Les améliorations sur les pneumatiques

Des progrès sensibles ont été réalisés sur le bruit des pneumatiques ces dernières années.

Des travaux réalisés par l'INRETS ont permis de montrer que l'in-

fluence du type de pneumatique sur l'émission sonore d'un véhicule adoptant un mode de conduite neutre (rapport de boîte de vitesses adapté et vitesse constante) restait inférieur à 4 dB(A) pour des vitesses comprises entre 50 km/h et 130 km/h.

Dans le futur, les manufacturiers estiment que les progrès en terme de bruit, compte tenu des autres contraintes, notamment de sécurité, ne pourront être que limités.

3.3.2. LES REVÊTEMENTS ROUTIERS

Dans certaines situations, les revêtements de chaussée peu bruyants pourraient être une alternative aux protections de type écran ou à l'isolation acoustique des façades. Ils constituent un moyen d'action au niveau de la source, donc susceptible d'influencer les niveaux sonores à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments. Cependant l'utilisation de ce moyen de protection acoustique est aujourd'hui limitée par sa faible efficacité aux faibles vitesses urbaines (excepté lorsque le revêtement initial est très bruyant, par exemple des pavés). Aussi la mise en œuvre de revêtements de chaussée peu bruyants reste pertinente pour des vitesses élevées (boulevard périphérique et autres voies rapides urbaines (VRU)) et en complément d'autres actions. Un tel choix suppose d'avoir une politique de maintenance adaptée au niveau de trafic du réseau concerné et à la pérennité des performances de revêtement envisagé.

3.3.2.1 Comment intervient le revêtement de chaussée dans le bruit du trafic routier ?

Le bruit de contact pneumatique-chaussée est influencé à la fois par les caractéristiques du pneumatique (type et état) et par les caractéristiques du revêtement de chaussée (type et état). Plus précisément le bruit de contact pneumatique-chaussée est généré par deux processus :

- un phénomène vibratoire, qui se produit essentiellement dans le domaine des basses fréquences, dû à l'impact du pneumatique sur les granulats de surface du revêtement, à la déformation de la zone de contact pneumatique/chaussée et à la rupture d'adhérence ; le bruit généré est d'autant plus important que les granulats composant le revêtement sont de grande dimension « D » ;
- la résonance de l'air, générée par la compression/détente de l'air piégé dans les alvéoles non communicantes en périphérie du pneumatique. Elle contribue au bruit pneumatique-chaussée essentiellement dans le domaine des hautes fréquences. Ce phénomène est minimisé lorsque le revêtement comporte des vides communicants.

3.3.2.2. Comment mesure-t-on la performance acoustique d'une planche d'un revêtement de chaussée ?

On distingue généralement deux types de procédures de mesure des performances acoustiques :

- les procédures de mesure « au passage », qui consistent à mesurer les niveaux sonores au passage de véhicules à 7,50 m du bord de l'infrastructure et à 1,20 m de hauteur. Ces procédures normalisées (Norme NF S 31-119-2 et NF EN ISO 11819-1) sont

réalisées soit en utilisant des véhicules d'essai avec plusieurs montures de pneumatiques (procédure véhicule maîtrisé), soit avec les véhicules du trafic réel (procédure véhicule isolé). Les mesures étant effectuées en un point particulier de la chaussée, les résultats obtenus permettent de caractériser une courte section, d'établir des comparaisons et sont utilisés pour comparer les techniques de revêtements. Les contraintes de site limitent l'utilisation de ce type de mesure. Les critères de répétabilité (mesures faites par un même opérateur) et de reproductibilité (mesures faites par des opérateurs différents) de ces méthodes sont respectivement de l'ordre de 1 dB(A) et de 1,5 dB(A).

- les procédures de mesures « en continu », qui consistent à mesurer le bruit émis par un ou plusieurs pneumatiques d'essai en champ proche de la roue (moins de 1 m). Ces procédures normalisées (XP S 31 145-1, partie 2 encore non publiée à ce jour) sont réalisées en utilisant une roue d'essai qui est une des roues du véhicule. Les mesures sont échantillonnées de façon continue sur la section de route à caractériser et permettent d'apprécier l'homogénéité d'un itinéraire. Elles nécessitent l'utilisation d'un matériel spécifique afin d'assurer la fiabilité des résultats. La méthode d'essai n°63 du LCPC « Mesure en continu du bruit de contact pneumatique d'essai » donne des précisions en fonction du type d'application recherchée. L'utilisation du module M2 de cette méthode pour la vérification des performances acoustiques de la couche de roulement d'une chaussée, conduit à des critères de répétabilité et de reproductibilité respectivement de l'ordre de 0,6 dB(A) et de 1,4 dB(A).

Il n'existe pas à ce jour de relation entre les résultats des mesures « au passage » et les résultats des mesures « en continu ».

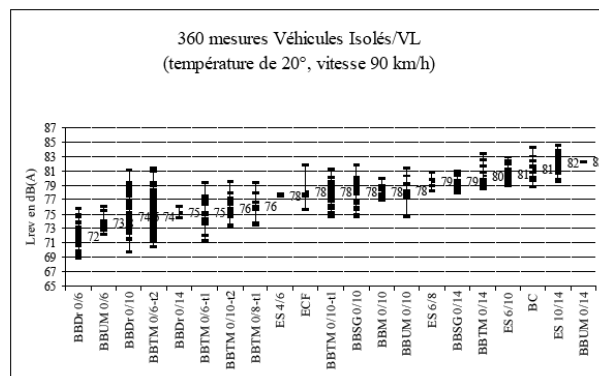
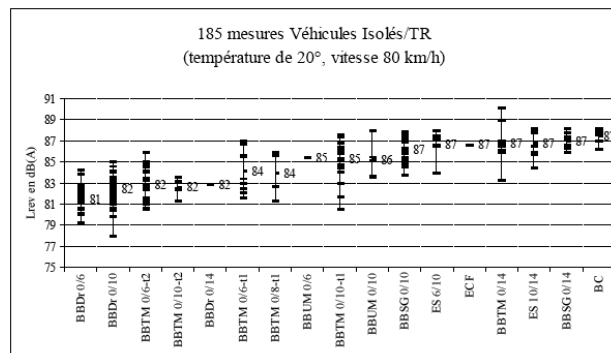
Par ailleurs, la mesure du coefficient d'absorption acoustique permet d'évaluer un paramètre ayant une influence sur les caractéristiques acoustiques d'une planche. Ce coefficient quantifie la capacité de réduction du bruit d'une chaussée poreuse par absorption. Il fait l'objet d'une méthode de mesure normalisée (Norme ISO 13472-1).

De façon générale, quelles que soient les mesures effectuées, les résultats obtenus dépendent à la fois de la formule du revêtement de chaussée utilisée, mais aussi de sa mise en œuvre locale et du site qui l'environne. La configuration du site n'a pas d'influence sur les résultats de mesures dès lors que les exigences des normes sont respectées.

3.3.2.3 Quelles performances acoustiques pour les techniques de revêtements de chaussée actuelles ?

• Les niveaux sonores au passage en L_{Max}

L'exploitation de résultats de mesurages « au passage » selon les procédures VI (véhicule isolé) et VM (véhicule maîtrisé), regroupés dans une base de données a permis d'identifier des grandes familles de techniques de revêtements, en termes de L_{Max}, à 90 km/h pour les VL et à 80 km/h pour les TR ("trains routiers", i.e. poids lourds ayant au moins 4 essieux) selon la méthode définie par la norme NF S 31 119.



Exploitation de la base de données gérée par le LRPC de Strasbourg pour le compte du RST Bruit -Procédure de mesure VI (véhicule isolé)

Ces résultats confirment l'influence des deux facteurs essentiels qui agissent sur la réduction du bruit de roulement : la taille du « D » des granulats et la porosité de l'enrobé. Ils montrent également que le revêtement a moins d'influence sur le bruit émis par un poids lourd que sur le bruit émis par un véhicule léger, du fait de la part plus importante de la contribution sonore du moteur dans le bruit émis par les PL. Enfin, la grande dispersion des résultats au sein d'une même technique de revêtements (de l'ordre de 5 à 6 dB(A) pour les techniques suffisamment renseignées) met en évidence les difficultés rencontrées pour prévoir de façon fine en laboratoire les performances acoustiques d'une planche à réaliser.

• La pérennité acoustique d'une couche de roulement

Les revêtements de chaussée étant soumis de façon régulière aux intempéries et à l'agression et à l'usure du trafic, leurs performances acoustiques évoluent au cours du temps. Actuellement les données disponibles relatives à l'évolution acoustique des revêtements dans le temps sont en nombre encore limité et présentent des tendances contradictoires. A partir des éléments disponibles on peut cependant constater les points suivants :

- pour les revêtements poreux, le gain acoustique dû au phénomène d'absorption, peut tendre à s'atténuer avec le temps, quel que soit le trafic. Cet effet est plus important dans les sites soumis à une pollution permanente (poussières, végétaux, glaise, etc) ou chronique (salage). Toutefois certains sites présentent un maintien satisfaisant des performances acoustiques pour des planches âgées de 4 à 5 ans.

- pour les revêtements fermés, on assiste à une mise à plat et à un polissage des granulats de surface. Ces phénomènes tendent à li-

miter la production d'énergie sonore. Les caractéristiques acoustiques des revêtements fermés à faible granularité ne semblent pas évoluer de façon significative dans le temps.

En outre on constate que pour une technique de revêtement donnée, la dispersion des niveaux sonores tend à se réduire avec le vieillissement : l'étendue des mesures est plus faible à 2 ou 3 ans qu'à 6 mois.

• **L'influence du type de revêtement sur le bruit du trafic routier**
Les performances acoustiques des techniques de revêtements sont caractérisées en L_{Amax}. Cependant, vis-à-vis de l'environnement on s'intéresse davantage aux performances en L_{Aeq}. Il est possible d'établir une relation entre ces deux indicateurs, en prenant en compte les caractéristiques du trafic ainsi que les aspects propagatifs : conditions météorologiques et conditions de site, notamment profil en travers de l'infrastructure. En intégrant ces éléments on constate que :

- le gain acoustique maximal que l'on puisse attendre du renouvellement d'une couche de roulement en termes de L_{Aeq}, est une réduction de 3 à 5 dB(A) entre un revêtement traditionnel ayant conservé un bon état de surface et un revêtement optimisé vis-à-vis du bruit, ce qui reste appréciable ;
- le gain acoustique à attendre diminue lorsque les vitesses pratiquées diminuent : ainsi, hormis les situations où le revêtement initial est particulièrement bruyant (pavés par exemple), le changement du revêtement de chaussée ne présente au plan acoustique qu'un intérêt très limité en milieu urbain ;
- lorsque le trafic comporte une proportion non négligeable de poids lourds, le gain acoustique à attendre en L_{Aeq} est plus faible que ce que pourrait laisser présager l'indicateur L_{Amax} pour les seuls VL ;
- la hiérarchie des familles de revêtements est conservée jusqu'à une centaine de mètres du bord de l'infrastructure ;
- l'efficacité sonore d'un revêtement est maximale pour une route en remblai et minimale pour une route en déblai ou masquée par un obstacle diffractant.

3.3.2.4 Points importants à retenir

- Dans certaines conditions, certaines techniques de revêtements routiers ont des performances acoustiques qui permettent de réduire sensiblement le bruit de contact pneumatique-chaussée et donc le niveau de bruit en façade
- Pour une technique de revêtement donnée, on observe toutefois une dispersion importante des performances en L_{Amax} entre les différents sites. On ne sait pas à ce jour prévoir avec précision la performance acoustique d'une formulation de revêtement donnée.
- A ce jour, il n'existe que peu de données sur la pérennité des performances acoustiques et il n'est pas possible de prévoir l'évolution à long terme des gains acoustiques obtenus par changement de revêtement.
- Les domaines d'emploi des techniques peu bruyantes les plus

répandues sont précisés dans les notes d'information du SETRA n° 94 pour les BBTM et n° 100 pour les BBDr .

- Les BBTM 0/6, notamment ceux de classe 2 (cf. norme XP P 98-137) qui sont les moins bruyants, sont particulièrement recommandés en milieu urbain lorsque les conditions de sécurité n'exigent pas plus d'adhérence ; ils présentent de très bonnes caractéristiques de surface, de très bonnes propriétés acoustiques. En rase campagne, le revêtement sera principalement choisi au regard de la sécurité.

- Les enrobés drainant traditionnels voient leurs performances acoustiques diminuer sous l'effet du colmatage par la pollution et le trafic dans les premières années. Vis à vis d'un objectif acoustique, les BBDr trouveraient donc plutôt leur domaine d'emploi sur les autoroutes et VRU, sur lesquelles les trafics les plus salissants (engins agricoles, engins de chantier) sont interdits.

- Les performances acoustiques en L_{Amax} d'un tronçon de planche peuvent être appréciées par des mesures sur site. En outre ces performances dépendent du site, des conditions de mise en œuvre du revêtement, et des conditions d'entretien futur de la chaussée.

- Les résultats de ces mesures, pour une planche donnée, dépendent de nombreux facteurs tels que le type et le niveau de trafic, l'âge du revêtement, les conditions d'application, la formulation, etc... On peut cependant caractériser chaque technique de revêtement par une valeur moyenne de niveau sonore et une étendue de valeurs.

- Les gains obtenus en L_{Aeq} dépendent également de la composition du trafic, des vitesses pratiquées et de la configuration du site. Les gains obtenus à grande distance sont plus faibles que ceux constatés au bord de la chaussée. Mais la hiérarchie des techniques de revêtements est conservée et l'effet des conditions atmosphériques est quasiment identique pour toutes les techniques.

- Le modèle de prévision du bruit routier NMPB-Routes-96 ne permet pas pour l'instant de prendre en compte dans les calculs prévisionnels l'influence du revêtement de chaussée. Des travaux d'actualisation sont en cours en ce sens. Dans l'attente de la publication de la future version de la méthode, toute prise en compte d'un effet du revêtement de chaussée dans une étude prévisionnelle de bruit doit être solidement argumentée par le bureau d'études acoustiques, notamment au regard des valeurs moyennes et des dispersions des performances usuellement constatées pour la technique de revêtement recommandée, ainsi qu'au regard de l'évolution dans le temps de ces performances.

3.3.3. LES AMÉNAGEMENTS DE LA VOIRIE ROUTIÈRE

Comment aménager la voirie afin de calmer la circulation ?

- Effets escomptés d'un aménagement

A la base, la plupart des aménagements ayant vocation à améliorer la sécurité, ils s'accompagnent généralement d'un abaissement des vitesses pratiquées qui produit un effet favorable sur le

paysage sonore. L'effet est plus marqué sur voies rapides urbaines parce que la réduction des vitesses ne modifiera pas a priori le comportement des automobilistes, leur allure restant fluide. Par contre, sur les voies où la vitesse est déjà limitée à 50 ou 70 km/h, l'effet peut être annihilé par un comportement plus agressif des automobilistes, à savoir un régime moteur plus élevé du fait de l'utilisation d'un rapport de boîte de vitesse plus bas ou des alternances de décélérations puis d'accélération.

Aussi, dans tout projet d'aménagement visant une amélioration du paysage sonore, il faut veiller à diminuer la vitesse tout en fluidifiant le trafic.

Les précautions nécessaires

Veiller à une bonne cohérence entre l'aménagement et son environnement

La prise en compte de l'environnement doit servir de fondement aux propositions d'aménagement. Une cohérence entre vitesse réglementaire, aménagement de voirie et fonction sociale de la rue favorise une meilleure compréhension et acceptation de l'aménagement par l'usager et le riverain. En d'autres termes, un aménagement n'est crédible que s'il fait écho aux activités riveraines, or un aménagement n'est efficace que lorsqu'il est compris et accepté. Pour ce faire :

- l'aménagement doit être justifié par un environnement exigeant une conduite apaisée de la part des automobilistes ;
- le riverain doit percevoir l'aménagement comme une amélioration de son cadre de vie, ce qui passe par un respect et une sécurisation de ses habitudes et un embellissement des lieux ;
- l'automobiliste doit être conscient qu'il traverse un espace urbain qui appelle une conduite apaisée ; le traitement paysager de l'aménagement et de ses abords joue pour cela un rôle important. Dans un tel contexte, chacun se retrouve enclin à adapter son comportement.

Renforcer l'aspect global de l'aménagement

Si l'aménagement est perçu comme un simple obstacle à franchir, l'automobiliste va se contenter de décélérer juste avant l'aménagement et d'accélérer juste derrière. De manière à éviter ce type de comportements, l'aménagement doit s'inscrire dans une réflexion plus globale, le but étant de faire passer le message à l'automobiliste qu'il aborde une zone dont l'environnement justifie une conduite apaisée mais également qu'une accélération ne lui fera pas gagner de temps. Pour ce faire, il convient de jalonner le parcours que l'on veut moins bruyant d'aménagements plus ou moins contraignants et de veiller à une bonne lisibilité de l'ensemble. En soirée et la nuit, cette lisibilité doit être maintenue grâce à un éclairage adapté.

Respecter certaines distances entre chaque aménagement ponctuel

Les espacements entre chaque aménagement doivent être suffisamment faibles pour que l'automobiliste ne soit pas tenté d'accélérer puis de décélérer entre deux aménagements. Un intervalle judicieux permet de régulariser la vitesse des véhicules. Les aménageurs doivent l'apprécier en fonction du contexte et de la vitesse souhaitée.

Bien connaître le fonctionnement des dispositifs utilisés

Il convient de bien connaître le fonctionnement d'un aménagement avant de l'intégrer dans une action globale. C'est ainsi qu'il faut tenir compte de la densité et de la nature du trafic, des caractéristiques géométriques de la voie... Citons par exemple les ralentisseurs qui peuvent générer des nuisances sonores et vibratoires notamment aux passages de poids lourds ou encore les rétrécissements avec passage alterné qui, en période creuse (lorsque les riverains sont les plus gênés par de fortes émergences), n'ont aucun effet sur les vitesses si des mesures complémentaires ne sont pas prises. Dans ces cas là c'est tout l'aménagement qui est remis en cause.

La nécessité de traiter avec soin les intersections

Comme cela a déjà été dit, un véhicule qui démarre ou accélère est très bruyant ; un véhicule qui décélère l'est quant à lui dans une moindre mesure. Les intersections doivent donc faire l'objet d'une attention particulière.

Il convient donc de fluidifier le trafic et de limiter les points d'arrêt. Ainsi, dans la mesure du possible, on pourra développer :

- les carrefours giratoires et mini-giratoires ;
- les ondes vertes et la régulation des feux.

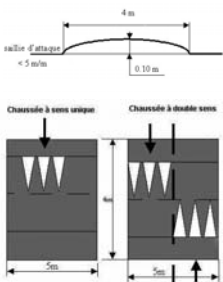
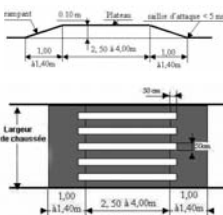
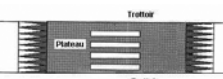
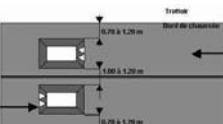
Inventaire des aménagements urbains et conséquences prévisibles sur le paysage sonore

Les aménagements isolés

- Les décrochements verticaux de la voie (obstacles transversaux) et les traitements de chaussée

Dans la catégorie des dispositifs qui consistent à surélever ou à traiter la chaussée, il existe principalement :

- les ralentisseurs, qui regroupent les dispositifs de surélévation ponctuelle de toute la largeur de chaussée. S'ils ont eu des formes très variées, aujourd'hui ils sont considérés comme des éléments de voirie normalisés ; le décret n°94-447 fixe les modalités d'application des ralentisseurs de type dos d'âne et de type trapézoïdal. Ce décret précise en particulier qu'ils ne peuvent être isolés : ils doivent être combinés entre eux ou avec d'autres aménagements et la distance les séparant ne doit pas excéder 150 mètres.
- le plateau, matérialisé par une surélévation plane de toute la largeur de la chaussée sur une certaine longueur et bordée de rampes d'accès.
- le coussin qui consiste en une surélévation d'une partie seulement de la largeur de chaussée, à la différence des ralentisseurs. Ils permettent de faire ralentir les voitures sans toutefois ne gêner ni les autobus ni les poids lourds, dont l'empattement plus large leur permet de franchir le coussin très facilement, ni les deux-roues, puisque la chaussée latérale est libre d'obstacle.
- les bandes rugueuses, qui sont constituées d'une succession de 5 à 10 bandes en travers de la chaussée, de 1 à 1,5 centimètres de haut, de 50 centimètres de large et distantes de quelques mètres. Le passage d'un véhicule sur ces bandes est à l'origine de bruit, destiné à avertir le conducteur.
- les bandes pavées.

Aménagement		Conséquences sur le comportement des usagers
Ralentisseur type dos d'âne		Le comportement de l'utilisateur aux abords d'un tel dispositif dépend de sa compréhension de l'aménagement : - Dans le cas où l'utilisateur est surpris, un fort freinage précède la traversée, et dans le cas où l'aménagement est mal perçu par l'automobiliste, il s'en suit des cycles d'accélération/décélération entre chaque dispositif et en sortie une forte accélération. - Dans le cas où l'utilisateur est averti, la vitesse est maîtrisée avant la traversée et c'est seulement en sortie de la zone aménagée que l'automobiliste accélère progressivement
Ralentisseur de type trapézoïdal		
Plateau		De toute évidence, le comportement des véhicules ne sera pas modifié de la même façon suivant que l'on est en présence d'un aménagement global ou ponctuel et suivant que l'utilisateur est averti ou non. Bien entendu, l'écoulement sera le plus fluide dans le cas où le dispositif est bien signalé et tout autant visible que lisible et qu'il s'inscrit dans un aménagement global
Coussin		La principale différence avec les dispositifs cités plus haut réside dans le fait que les coussins pénalisent moins les deux-roues et les poids-lourds. L'efficacité en terme de baisse de vitesse est moindre pour ce type de véhicule ; par contre, en terme de niveaux sonores, leur franchissement se fait dans de meilleures conditions
Bande rugueuse		Ces dispositifs ne constituent pas une contrainte dynamique pour le véhicule. Le bruit généré lors de leur franchissement limite la prise de vitesse. Ils ne sont donc réellement efficaces que si des mesures complémentaires de réduction de vitesse sont prévues en amont
Bande pavée		

Pour conclure, les études menées sur les ralentisseurs, les coussins et les traitements de chaussée font apparaître :

- dans le cas d'aménagements isolés où les vitesses initiales sont déjà faibles, une augmentation des niveaux sonores de 1 à 3-4 dB(A) en LAeq, suivant le débit et la nature du trafic pour une baisse des vitesses de l'ordre de 20 à 30%. Cette augmentation devient forte lorsque l'on considère les niveaux maximaux, pouvant atteindre 10 dB(A) pour les poids lourds sur les bandes rugueuses.
- dans le cas d'un aménagement global et où les vitesses initiales dépassent les 50 km/h, une baisse des niveaux maximaux au passage d'un véhicule de l'ordre de 8 à 9 dB(A).

Site	Aménagement	Augmentation + ou Diminution - des niveaux sonores après aménagement
Auvernier (Suisse)	Coussin isolé, un par sens de circulation	+3->+4 dB(A) à 5 m de part et d'autre des coussins Les vitesses initiales sont faibles (20-30 km/h) et baissent avec le coussin de 7 km/h
York (Grande Bretagne)	Succession de coussins regroupés par paire (un dans chaque sens de circulation) ou par double-paire séparée de 4 mètres La distance entre deux dispositifs successifs varie suivant le site entre 50 et 80 mètres	Il n'y a pas eu de comparaison avant/après aménagement. Les vitesses et les LMax sont plus élevées entre les coussins qu'au droit de ceux-ci. Une distance de 50 mètres est moins pénalisante sur les niveaux sonores qu'une distance de 80 mètres
York (Grande Bretagne)	Succession de coussins regroupés par paire (un dans chaque sens de circulation) ou par double-paire séparée de 4 mètres La distance entre deux dispositifs successifs est de 50 mètres	-8->-9 dB(A) en LAmax au droit et entre les coussins La réduction des vitesses est importante, de 20 à 25 km/h pour des vitesses initiales de l'ordre de 50 km/h. La circulation après aménagement se fait à vitesse stabilisée
Vinderup (Danemark)	Bandes rugueuses	+4 dB(A) en LAeq 24h +9 dB(A) en LMax au passage des véhicules La vitesse initiale est de 80 km/h pour une baisse après aménagement de 10 km/h

Concernant en particulier les traitements de la chaussée, qui ont en général pour vocation de signifier à l'automobiliste l'entrée dans un environnement urbain, les niveaux sonores augmentent de manière importante lorsqu'il s'agit de chaussées pavées. Cette augmentation est d'autant plus forte que la voie est circulée et que la vitesse des véhicules est élevée.

Isolés, les décrochements verticaux et les traitements de chaussée n'ont que peu d'effets sur les vitesses et peuvent occasionner une augmentation des niveaux maximaux. Le caractère pratiquement impulsionnel du bruit émis au passage des véhicules et les vibrations basses fréquences pouvant être générées expliquent bien souvent les plaintes exprimées par les riverains alors même que les niveaux moyens exprimés en LAeq n'évoluent que faiblement.

Par contre, s'ils sont intégrés dans un aménagement plus global, ils peuvent avoir un impact positif sur les vitesses comme sur les niveaux sonores.

Dans l'ordre croissant de l'impact sonore au passage des véhicules lourds, on trouve successivement les coussins, les plateaux surélevés, les dos d'âne et les bandes rugueuses. En revanche, les coussins sont plus pénalisants lorsqu'il s'agit des véhicules légers, ceux-ci ne pouvant pas les éviter.

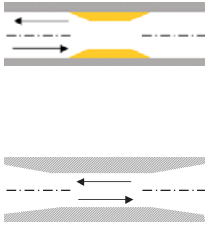
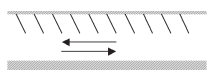
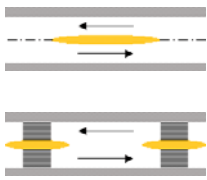
Les décrochements horizontaux de la voie

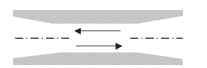
La largeur de chaussée et le rayon de courbure influent sur le comportement des véhicules. Tout aménagement ayant une action sur l'un de ces paramètres doit donc être étudié, à savoir :

- les rétrécissements de chaussée,
- les chicanes,
- les traitements de trajectoire tels que les cassures alignement ou les rayons de courbure réduits.

• Rétrécissement de chaussée

Le rétrécissement de la largeur de chaussée circulée a pour effet une réduction des vitesses. Le phénomène qui en est à l'origine est l'effet de paroi : l'automobiliste a une impression d'étroitesse qui l'incite instinctivement à diminuer sa vitesse. Ce rétrécissement peut être obtenu par élargissement des trottoirs, mise en place d'îlots centraux, d'une surlargeur centrale ou latérale franchissable, de places de stationnement...

Aménagement		Conséquences sur le comportement des usagers
Rétrécissement latéral de la chaussée soit par traitement de chaussée (coloration, pavés...) soit par avancée des trottoirs		Ces aménagements conviennent plus particulièrement aux voies à faible trafic. Cependant, lorsque le trafic est très faible (< 500 véh/j), les automobilistes sont enclins à modifier leur trajectoire sans ralentir, l'effet de paroi recherché n'étant obtenu que si un véhicule arrive en sens contraire. A l'inverse, lorsque le trafic est plus élevé, les arrêts peuvent être fréquents.
Mise en place de stationnement		La mise en place de stationnement a un effet ralentisseur très efficace. L'effet de paroi obtenu par réduction de la largeur roulable est accentué par la présence des véhicules stationnés.
Mise en place d'îlots centraux		L'effet de paroi recherché sera d'autant plus efficace que la largeur roulable est minimale. Si la voie est trop large (> 3 m), l'aménagement peut être à l'origine d'une augmentation des vitesses, la voie s'apparentant à une voie à sens unique.

Aménagement		Conséquences sur le comportement des usagers
Chicane simple		Ces aménagements conviennent plus particulièrement aux voies à faible trafic. Cependant, lorsque le trafic est très faible (< 500 véh/j), les automobilistes sont enclins à modifier leur trajectoire sans ralentir, l'effet de paroi recherché n'étant obtenu que si un véhicule arrive en sens contraire. A l'inverse, lorsque le trafic est plus élevé, les arrêts peuvent être fréquents.
Chicane double		
Chicane à îlots ou avec terre-plein central		
Rétrécissement Lorsque la zone de transition entre les deux largeurs est faible (< 5 m), le rétrécissement prend l'allure d'une chicane.		

• Mise en place de chicanes

Une chicane est un décalage de l'axe de la chaussée. Ce décalage doit être significatif (> 2 m).

Site	Aménagement	Augmentation + ou Diminution -des niveaux sonores après aménagement	
		Sur le LAeq JOUR	Sur le LAeq NUIT
Chignat (63)	Rétrécissement de la largeur circulée par surlargeur centrale franchissable et élargissement des trottoirs.	-0,5->-4 dB(A) Les gains les plus faibles (0,5 à 2 dB(A)) sont mesurés aux abords de l'unique carrefour à feux.	0->-3 dB(A)
Ampuis (69)	Rétrécissement de la largeur de la chaussée circulée par terre plein central, stationnement longitudinal et élargissement des trottoirs.	-1->-2 dB(A) Le rétrécissement de la chaussée circulée ne permet pas de baisser significativement des vitesses déjà faibles. L'impact sur les niveaux sonores est donc limité.	-4 dB(A) La baisse des niveaux sonores est plus importante du nuit, l'effet du changement de revêtement étant plus marqué
La Chapelle d'Armentières (59)	Mise en place de deux chicanes simples et d'une double.	0->-3 dB(A) Les gains les plus faibles sont obtenus aux extrémités de la zone aménagée.	-1,5->-4 dB(A)

Il faut préciser que les aménagements de type chicane ou rétrécissement de la largeur de chaussée circulée sont, la plupart du temps, accompagnés d'un changement de revêtement, ce qui participe à la baisse des niveaux sonores. Dans les exemples cités le revêtement a été systématiquement changé et le gain acoustique annoncé ne distingue pas la part due à la modification des comportements des automobiles de celle due au changement de revêtement.

Pour conclure, il faut retenir des différentes expérimentations réalisées sur les aménagements de type chicane ou rétrécissement de la largeur de chaussée circulée que l'efficacité des moyens mis en œuvre dépend en premier lieu du nombre, de la variété ainsi que de la répartition le long de la traversée des dispositifs.

Les transformations de carrefours

Le type et la gestion du carrefour varient d'un croisement à l'autre, selon différentes caractéristiques telles que la hiérarchie et le type de voirie, la complexité du carrefour, les flux et mouvements des véhicules, etc.

La typologie du carrefour peut aller du simple croisement sans mode de gestion particulier à un rond-point complexe en passant par toute forme de priorités et d'aménagements dont les feux tricolores.

Les carrefours peuvent être répartis en trois classes distinctes :

- les carrefours simples sans mode de gestion particulier, laissant la priorité à droite comme règle de priorité ou avec un mode de gestion sommaire tel que le « stop » ou le « cédez le passage »,
- les carrefours à feux ;
- les giratoires.

Ce sont généralement des impératifs de sécurité et de capacité qui vont déterminer le choix des aménageurs en ce qui concerne les transformations de carrefours. Mais il est également acquis que les carrefours sont sources de nuisances sonores importantes, la géométrie du carrefour et son mode de gestion ayant une influence inévitable sur le bruit. C'est pour cette raison que le bruit doit autant que possible faire l'objet d'une étude spécifique.

- Quelques exemples

Les seules études disponibles ont porté sur des transformations en carrefours giratoires de carrefours à feux ou d'intersections avec route prioritaire.

Il faut préciser que les sites étudiés comportent tous un axe dont le trafic est très prépondérant par rapport aux autres axes.

Site	Aménagement préexistant	Augmentation + ou Diminution - des niveaux sonores après aménagement	
		Sur le LAeq JOUR à proximité du carrefour	Sur le LAeq NUIT à proximité du carrefour
Nantes (44)	Carrefour à feux	-1 à -2,5 dB(A)	-2 à -3 dB(A)
Egleton (19)	Carrefour avec « Stop »	-1 à -3 dB(A)	-1 à -2,5 dB(A)
Bourg Saint Léonard (61)	Carrefour avec « Stop »	0 à -3 dB(A)	-0,5 à -3 dB(A)

À une distance d'environ 200 mètres, les résultats sont très contrastés et ne permettent pas d'en déduire une tendance générale.

La transformation d'un carrefour simple ou à feux en giratoire semble permettre une baisse de 0 à 3 dB(A) des niveaux sonores pouvant s'expliquer par plusieurs phénomènes : une fluidification du trafic et un changement de revêtement accompagnant presque systématiquement une telle transformation qui ont vraisemblablement un effet positif malgré une réduction des vitesses faible ou pas significative. La contribution de chacun de ces phénomènes dans la baisse des niveaux sonores n'a pas pu être estimée.

3.3.4. LES ACTIONS SUR LA MAÎTRISE DES TRAFICS

Le catalogue des actions sur la maîtrise des trafics routiers est conséquent. Nous proposons ci-après une sélection d'actions plus ou moins pertinentes en matière de lutte contre le bruit.

Ces actions peuvent se regrouper en 4 grandes catégories :

- les actions ayant un effet sur la masse de trafic routier en circulation ;
- les actions ayant un effet sur les vitesses ;
- les actions favorisant les modes de transports alternatifs ;
- les actions sur l'amélioration des véhicules.

3.3.4.1. La diminution du nombre de véhicules légers

La relation entre débit et bruit émis est simple. Leq étant l'énergie acoustique reçue en un point donné, on a la relation suivante :

$$\text{Leq}(Q \text{ véhicules}) = \text{Leq}(1 \text{ véhicule}) + 10 \log(Q)$$

Dès lors, on observe qu'une diminution de moitié du trafic (toutes choses étant égales par ailleurs vitesse, condition de fluidité notamment) conduit à une baisse de 3 dB(A). De la même manière une diminution de 30% du trafic induit une baisse de 1,5 dB(A) et une diminution de 10% du trafic une baisse de 0,5 dB(A).

Compte tenu de la difficulté à réduire le nombre de véhicules, l'effet d'une baisse du trafic apparaît donc comme moyennement efficace en terme de réduction du niveau sonore.

La modification d'un plan de circulation peut par contre influencer significativement le nombre de véhicules en circulation. Ainsi la mise à sens unique d'une rue, peut rapidement conduire localement à une diminution intéressante du nombre de véhicules et donc de l'émission sonore.

3.3.4.2. Les restrictions de circulation des poids lourds

La limitation de circulation partielle ou totale des poids lourds peut présenter des effets acoustiques intéressants. Cette limitation doit toutefois s'exercer dans le strict respect de la réglementation. C'est le maire qui dispose du pouvoir de police pour prendre un arrêté d'interdiction de circulation des poids lourds notamment pour des questions de tranquillité publique, sur toutes les routes (nationales, départementales ou communales). Toutefois, lorsqu'il s'agit d'une route à grande circulation (la liste est fixée par décret), le maire doit recueillir au préalable l'avis du préfet.

La jurisprudence a par ailleurs défini certaines limites et le juge exerce généralement un contrôle approfondi sur toutes les mesures tendant à limiter la circulation des poids lourds en vertu du principe selon lequel la liberté de circulation est la règle et la restriction de police l'exception.

On constate que l'arrêté d'interdiction ne peut généralement pas proscrire de manière permanente la circulation des poids lourds dans l'ensemble de l'agglomération. Pour éviter d'être entaché d'illegalité, il est prudent qu'un arrêté réglementant la circulation des véhicules prenne notamment en compte les éléments suivants :

- une interdiction limitée à certaines heures

Le code général des collectivités territoriales précise que le maire peut interdire à certaines heures, l'accès de certaines voies de l'agglomération ou de certaines portions de voie ou réserver cet accès à certaines heures à certaines catégories d'usagers ou de véhicules. Une telle mesure peut s'avérer particulièrement pertinente la nuit, mais également en soirée.

- l'existence d'un autre itinéraire pour les véhicules

Le juge estime généralement que la restriction apportée n'est pas excessive s'il existe une possibilité de contourner la commune par un autre itinéraire au prix d'un allongement raisonnable de la distance. La jurisprudence confirme la validité d'une telle mesure, même si l'itinéraire de substitution est à péage.

- l'exemption de certains véhicules de transport

Il est indispensable que l'arrêté du maire prévoit une exemption d'interdiction pour certaines catégories de véhicules, notamment pour les véhicules de services publics, ceux destinés à l'enseignement de la conduite, pour les transports en commun de personnes et ceux assurant la desserte des riverains.



3.3.4.3. Le péage urbain

Le péage urbain est « une forme de paiement imposée aux automobilistes pour pouvoir circuler en certains endroits des zones urbaines » (Lauer – 1997). Il existe deux grands types de péage, le péage de zone et le péage d'axe ou d'ouvrage. Dans le péage de zone, la tarification s'applique à une zone délimitée ; la tarification peut être de type cordon et alors seuls les véhicules entrant sont taxés (cas d'Oslo et de Singapour) ou s'appliquer à l'ensemble des déplacements ayant lieu dans la zone y compris ceux qui restent internes (cas de Londres). Dans le péage d'axe ou d'ouvrage, la tarification s'applique à un ouvrage particulier (autoroute, pont, tunnel, ...). Actuellement en France, la loi n'autorise que le péage d'axe pour le financement de nouveaux ouvrages, mais des réflexions sont actuellement en cours pour l'étendre au péage de zone.

Le péage peut avoir plusieurs objectifs :

- le péage de financement dont l'objectif est de financer l'infrastructure (système bien connu en France y compris en milieu urbain comme par exemple le tunnel Prado-Carénage à Marseille, le périphérique nord de Lyon, l'A14 à l'ouest de Paris, ...) ;
- le péage de décongestion dont l'objectif est la dissuasion et la recherche de financement pour les systèmes de transport alternatif (cas de Londres avec mise en place d'une « congestion charge » (taxe d'embouteillage), mais non présent en France) ;
- le péage environnemental dont l'objectif est la réduction des nuisances (ce type de péage n'a pour l'instant jamais été mis en place). Selon l'objectif qui sous-tend la mise en place du péage, les effets sur les émissions sonores peuvent être très variables.

• L'exemple de Londres

L'objectif de ce programme de péage urbain particulièrement ambitieux initié en février 2003, est d'obtenir un report modal de la voiture vers les autres modes pour 15% des automobilistes. Il concerne une zone de 22 km² dans le centre de Londres. Il a été mis en place par l'autorité responsable des transports (Transport for London) qui dépend du maire de Londres. Il fonctionne sur la période horaire 7h00-18h30 du lundi au vendredi.

Après une année de fonctionnement, les résultats ont légèrement dépassé les prévisions en termes de réduction du trafic avec une diminution de 18% du trafic entrant dans la zone et de 15% du trafic interne à la zone. On estime que :

- 20 à 30% des véhicules circulent maintenant autour de la zone
- 50 à 60% des passagers utilisent maintenant les transports publics
- 15 à 25% des passagers font du covoiturage, utilisent les deux-roues, circulent en dehors des heures payantes ou ont réduit leurs nombres de trajets dans la zone de péage.

Sur une si courte période, il est difficile d'imputer la totalité de ces baisses au péage puisqu'on constate depuis début 2003 une baisse significative de l'activité économique et du tourisme à Londres.

Le péage a induit une forte baisse des embouteillages dans la zone réglementée, le retard moyen causé par les embouteillages (en minutes supplémentaires par kilomètre parcouru) a diminué de 30%. Aux limites extérieures de la zone dotées d'une voie périphérique (Inner Ring Road) et conformément aux prévisions, le trafic a légèrement augmenté mais sans y perturber significativement la circulation. Dans les rues alentours le trafic n'a pas sensiblement évolué. L'essentiel du report modal a porté vers les bus (+10% soit 5 millions d'usagers en plus). Associé à des mesures d'accroissement de l'offre de Transports en commun, le péage a permis d'accroître la vitesse moyenne des bus (+6% aux HPM) de diminuer les arrêts de service dus aux embouteillages (-60%) et d'augmenter la fréquentation aux HP (+38%).

Le bilan acoustique du dispositif ne fait apparaître aucune variation notoire. A cela deux raisons : d'une part la décongestion des véhicules à l'intérieur de la zone réglementée a conduit à une augmentation des vitesses qui a compensé acoustiquement la baisse du trafic ; d'autre part, s'il y a moins de voitures, il y a plus de bus et les fameux autobus à impériale londoniens sont particulièrement bruyants. Le remplacement de ces anciens bus par des véhicules récents constitue indépendamment du péage un facteur de progrès attendu.

Devant le succès financier de l'opération (l'opération rapporte plus de 200 millions d'euros par an), le maire de Londres a décidé en février 2007 d'étendre la zone, en doublant la superficie soumise à l'acquittement d'une taxe.



3.3.4.4. Le stationnement

Le stationnement est un élément clé de la régulation des transports urbains car l'intensité du trafic automobile est directement liée au nombre de places de stationnement, les automobilistes utilisant plus volontiers leur voiture lorsque le stationnement est facile. Pour être efficace, une politique de stationnement doit être complétée par une lutte efficace contre le stationnement illégal, ce qui n'est pas le cas en France. En effet, ce dernier peut occuper plus de la moitié de la surface disponible en centre ville (54 % à Paris en 2004).

La réglementation du stationnement est avant tout de la compétence des maires, y compris au sein d'une communauté d'agglomération. Chaque maire conserve généralement ses pouvoirs en matière de circulation et de stationnement sur sa commune. En revanche, dans la plupart des cas, les autorités chargées d'organiser les transports urbains n'ont pas de compétence pour le stationnement. Dans toutes les situations, c'est l'Etat qui fixe le montant des amendes pour le stationnement illicite, en assure le recouvrement et décide de leur affectation.

En Ile-de-France, les amendes de la circulation routière ont produit près de 5 % des recettes fiscales du secteur des transports de voyageurs (75 % des recettes fiscales sont apportées par la TVA et la TIPP). Cela représente 1 % du budget des transports en commun en Ile-de-France. L'Etat conserve 60 % du montant total des amendes de la circulation et répartit le reste entre les départements et les communes (10 %), la région (10 %) et le Syndicat des transports d'Ile-de-France (20 %). Une utilisation judicieuse de ces recettes peut consister à créer des parc-relais assurant un transfert aisé entre la voiture particulière et les transports en commun. Ces parc-relais doivent être facilement accessibles depuis le réseau routier, attractifs en proposant un niveau de service conforme aux attentes des usagers (surveillance, qualité des cheminements et du traitement paysager) et présenter une capacité adaptée aux besoins, ni trop importante (pour ne pas détourner l'usage), ni trop contraignante. Des solutions de péage combiné parking + transport adaptés, voire la gratuité du stationnement peuvent également renforcer leur attractivité.

L'utilisation de la voiture particulière pour les liaisons domicile / travail dépend fortement de la possibilité de stationner sur le lieu de travail. Les politiques d'urbanisme récentes dans les centres-villes tendent à limiter le nombre de places de stationnement créées dans les nouveaux immeubles de bureaux afin de favoriser les déplacements en transports en commun ou modes doux. Les règles d'urbanisme peuvent donc jouer un rôle important dans la dissuasion de l'automobiliste sur les trajets domicile / travail.

La modération des taxes de stationnement (tarifs et horaires) permet enfin de favoriser l'usage des stationnements aux résidents et contribue à renforcer les difficultés de déplacement pour les personnes en échange avec la zone et susceptibles d'utiliser des solutions de transport alternatives.



3.3.4.5. La gestion du trafic de livraison

L'article 28-1 de la Loi sur l'Orientement des transports intérieurs (LOTI) introduit le Plan de déplacements urbains (PDU) qui définit notamment « les principes de l'organisation des transports de personnes et de marchandises, de la circulation et du stationnement, dans le périmètre de transports urbains ».

Un PDU doit donc porter sur le transport de marchandises et la livraison tout en rationalisant les conditions d'approvisionnement de l'agglomération afin de maintenir les activités commerciales et artisanales. Il doit prévoir la mise en cohérence des horaires de livraison et des poids et dimensions des véhicules de livraison au sein du périmètre des transports urbains. Il doit prendre en compte les besoins en surfaces nécessaires au bon fonctionnement des livraisons afin notamment de limiter la congestion des voies et aires de stationnement. Il doit proposer une réponse adaptée à l'utilisation des infrastructures logistiques existantes, notamment celles situées sur les voies de pénétration autres que routières et doit préciser la localisation des futures, dans une perspective d'offre multimodale. Par ailleurs, lors de la prise en compte de l'organisation du stationnement, un PDU doit également intégrer des modalités particulières de stationnement et d'arrêt des véhicules de transport public, des taxis et des véhicules de livraison de marchandises.

La livraison constitue une activité indispensable au bon fonctionnement des centres urbains et pour cette raison, une part très peu compressible de la circulation dans ces centres villes qui représente entre 20 et 25% des véhicules-kilomètres (source LET 2001). Le développement de nouvelles techniques commerciales comme l'e-commerce (cette forme de commerce dématérialisée fini d'ailleurs par retrouver une matérialisation encore plus diffuse au moment de la livraison des articles) et la multiplication des services à la personne provoquent aujourd'hui une forte évolution des besoins en déplacements sur ce créneau. La gestion de ce type de trafic constitue donc un enjeu important en matière d'émission sonore.

L'image du camion encombrant, polluant et malodorant doit céder la place à une représentation plus complexe ; en effet le parc de véhicules prestataires de transport et de logistique est constitué aujourd'hui pour un tiers de petits camions (moins de 17 tonnes), pour un tiers de camionnettes et de fourgons (moins de 2,5 tonnes) et pour un dernier tiers de fourgonnettes assimilables en terme d'émission sonore à des véhicules légers. Certains professionnels de la distribution urbaine équipent même leur parc en deux-roues (coursiers).

La logistique urbaine s'appuie sur deux modes d'organisation : « la trace directe » qui propose un parcours d'un lieu de chargement à une destination finale unique sans arrêt intermédiaire et « la tournée » qui propose un parcours optimisé comportant de multiples opérations (livraisons / enlèvements). (Source CERTU PDU et Marchandises en villes – Réflexions à l'attention des élus). Le second mode permet de réduire les déplacements à vide et constitue acoustiquement la meilleure solution.

Le maire a l'essentiel des pouvoirs pour réglementer les livraisons. Il n'intervient pas sur les livraisons elles-mêmes mais sur leurs

conditions. Il peut fixer le gabarit autorisé pour les véhicules (tonnage, taille, surface au sol), déterminer les horaires de livraison et interdire le stationnement sur certains axes (couloirs de bus, axes rouges, zone piétonne). Certaines solutions peuvent présenter des inconvénients ; la limitation de gabarit peut conduire à une multiplication des trajets ; les coûts et la consommation d'énergie augmentent et il devient nécessaire d'étendre les plages horaires de livraison. Le meilleur compromis entre les différentes contraintes dépend du contexte local. Il est nécessairement déterminé à l'issue d'une large concertation (source Sciences et Décisions).

Des expériences intéressantes ont été lancées dans certaines villes. Le programme ELCIDIS (Electric City Distribution) lancé en 2001 à La Rochelle consiste à implanter en périphérie de la ville, dans un secteur facilement accessible depuis les axes routiers, une plateforme logistique où les marchandises de petites dimensions (volume < la palette) sont déposées puis redistribuées par une flotte de véhicules utilitaires électriques. Un système informatique centralisé se charge de répartir les colis en fonction de leur destination. Ce procédé est particulièrement bien adapté aux secteurs de l'hyper-centre (rues piétonnes notamment) et tend à diminuer la congestion liée aux encombrements. Cette expérience semble bien adaptée à une ville moyenne, mais reste plus difficilement transposable à une agglomération plus vaste.



Outre les déplacements générés proprement dits, les livraisons perturbent souvent la circulation des autres usagers (stationnement licite ou en double file), ces derniers occupant d'ailleurs eux-mêmes parfois les emplacements réservés à la distribution. Différentes actions affectant l'occupation de la voirie par les véhicules de livraison peuvent être envisagées :

- la première concerne les actions sur le système logistique soit par la transformation des modes d'organisation des livraisons (comme le projet ELCIDIS) soit par l'adoption de nouveaux choix techniques moins nuisants (carburants propres, réduction du gabarit des véhicules). La taille des tournées ou encore les durées des différents types de stationnement peuvent également contribuer à améliorer la situation.
- la seconde série de mesures relève des plans d'urbanisme en organisant au mieux les délocalisations et substitutions d'établissements entre les différentes zones d'une agglomération.
- la troisième série d'actions se réfère à des actions réglementaires : limitation d'accès à certains quartiers, organisation du stationnement, etc. Ces actions cherchent à faciliter les livraisons grâce à une mise en cohérence des politiques d'urbanisme et de transport au travers des plans locaux d'urbanisme.
- la quatrième série s'inscrit dans le champ de l'aménagement urbain et porte en particulier sur la maîtrise de l'urbanisme commercial par le re-centrage des activités économiques ou la création de centres urbains de distribution de biens.

Les effets acoustiques de ce type de mesures sont difficilement

quantifiables et il est difficile de les isoler du reste des sources présentes dans la rue. Dans les secteurs faiblement circulés comme les rues piétonnes, l'enjeu reste localisé à quelques heures dans la journée donc peu sensible en terme de LAeq et de Lden. Dans les rues sujettes à la congestion du fait des livraisons, ces mesures peuvent influencer la circulation des autres véhicules.

3.3.4.6. Actions sur les vitesses

La modération des vitesses

Le facteur vitesse est déterminant en terme d'émission sonore. Le Guide du bruit des transports terrestres précédemment cité a montré que la puissance acoustique d'un véhicule moyen est globalement proportionnelle à environ 20 fois le logarithme de sa vitesse.

La révision des abaques du Guide du bruit confirme les effets liés à la vitesse et met en évidence qu'une diminution de vitesse de 10 km/h conduit à une baisse du niveau émis comprise entre 0,7 et 1 dB(A) dans la gamme 90-130 km/h et entre 1 et 1,5 dB(A) dans la gamme 50-90 km/h.

Pour des actions de modération de la vitesse qui conduisent généralement à réduire de 20 km/h la vitesse réglementaire, on peut attendre en fonction de la nature du revêtement de chaussée, les baisses en dB(A) suivantes :

Réduction vitesse	Revêtement peu bruyant	Revêtement standard	Revêtement bruyant
50 à 30 km/h	2,5	3,4	3,9
70 à 50 km/h	2,3	2,6	2,8
90 à 70 km/h	1,9	2,1	2,2
110 à 90 km/h	1,6	1,7	1,8
130 à 110 km/h	1,4	1,4	1,5

En cas de réductions supérieures à 20 km/h, les effets sont cumulables.

Une diminution de vitesse, sous réserve qu'elle soit effective (voir chapitre consacré au contrôle) constitue donc une action plus efficace pour réduire l'émission sonore d'une infrastructure routière.

La mise en place de radars automatiques

La loi du 12 juin 2003 renforçant la lutte contre la violence routière a instauré en France la chaîne dite de « Contrôle Sanction Automatisé » dont le premier maillon est formé par un parc de radars fixes ou mobiles. Initialement au nombre de 1000 (dont 300 mobiles), ce parc est aujourd'hui passé à 1500 radars (dont 500 mobiles).

Les radars fixes sont installés pour 23% sur les autoroutes, pour 53% sur les routes nationales, pour 22% sur les routes départementales et pour 2% sur les voies communales.

Annuellement, le nombre de contraventions établies à partir de la chaîne « Contrôle Sanction Automatisé » s'établit à 9 millions et représente environ 375 millions d'euros de recettes pour l'Etat.

A la demande du délégué interministériel à la sécurité routière, un premier bilan de l'impact du « Contrôle Sanction Automatisé » sur la sécurité routière a été dressé sur la période 2003-2005 (Rapport ONISR de mars 2006). Ce rapport a mis en évidence l'impact positif du système sur l'accidentologie, mais il a également fait apparaître l'impact local et global du système sur les vitesses pratiquées. Ce facteur étant directement lié à l'émission sonore de la voie, il est intéressant de détailler les résultats.

L'étude de l'impact des radars automatiques sur les vitesses pratiquées localement permet de connaître les changements de comportement et les nouvelles attitudes des usagers de la route à l'approche d'un radar; mais en constatant que la zone d'influence d'un radar est de l'ordre de 3km (en moyenne 1 km en amont et 2 km en aval), le pourcentage du réseau couvert aujourd'hui localement par des contrôles automatiques ne dépassent pas les 6%. Au niveau des radars, l'étude réalisée par le CETE Normandie-Centre (Eric Violette) et la DREIF (Jean-Noël Theillout) montre clairement que les proportions de véhicules circulant en excès de vitesse ont chuté de manière importante pour atteindre des valeurs faibles voire très faibles (facteur de réduction compris entre 6 et 30 selon les sites). La réduction des grands excès de vitesse (supérieurs à 20 km/h) est encore plus importante, ces infractions étant désormais marginales. Dès l'installation du radar, les changements de comportement sont quasi immédiats, l'usager adapte très rapidement sa vitesse et celle-ci reste ensuite stable (à l'échelle de la période observée) durablement. Il est intéressant de constater que l'installation d'un radar automatique entraîne également une réduction de vitesse dans le sens opposé qui se maintient elle aussi dans le temps, même si elle est moins marquée que dans le sens direct du radar. En dehors de la zone impactée localement par le radar automatique d'environ 3 km, il apparaît une baisse de vitesse qui est comparable à la réduction générale des vitesses observée en France (voir ci après).

On peut donc affirmer que localement (sur environ 3 km), la mise en place d'un radar automatique permet un respect de la vitesse réglementaire.

Plus globalement, l'observatoire national de sécurité routière fait réaliser régulièrement des mesures de vitesses sur les différents réseaux français. Ces données représentent environ 200 000 observations par an et permettent d'analyser les vitesses moyennes pratiquées par les différentes catégories d'usagers, sur les différents réseaux routiers français urbain et de rase campagne, de jour comme de nuit.

En rase campagne, sur un peu plus de trois ans, et pour les véhicules de tourisme, on constate une baisse moyenne des vitesses de 8 km/h sur les routes départementales et les routes nationales à 2 ou 3 voies, mais la baisse la plus spectaculaire concerne les routes nationales à 2x2 voies qui ont vu leur vitesse moyenne chuter de 16 km/h.

Sur l'ensemble du réseau (rase campagne et urbain), si on applique une pondération des vitesses pratiquées par les véhicules de tourisme en fonction de la répartition effective du trafic sur les différents types de réseau, sur les trois mêmes années on constate une baisse moyenne de 5 km/h.

Sur les autoroutes de liaison où l'écart-type sur les vitesses pratiquées avant la mise en place du « Contrôle Sanction Automatisé » était le plus important, on constate entre 2002 et 2005, un resserrement de la distribution des vitesses des véhicules de tourisme, l'écart type passant de 21,1 km/h à 19,1 km/h.

La baisse des vitesses moyennes n'est pas seulement due à la baisse des excès de vitesse mais pour un quart à la baisse des vitesses des automobilistes qui respectaient déjà les limitations de vitesse. Ce phénomène est à relier avec le fait que généralement les automobilistes choisissent un comportement de vitesse par rapport à la vitesse de l'ensemble du trafic. L'effet du contrôle automatisé joue donc par la baisse de l'ensemble des vitesses et/ou par la baisse des vitesses individuelles par rapport à ces vitesses moyennes.

La plupart des pays ayant expérimenté le contrôle automatisé (Australie, Nouvelle-Zélande notamment) avant la France avaient mis en évidence des impacts locaux très forts du même ordre de grandeur que celui qu'on observe aujourd'hui en France.

On peut donc quantifier acoustiquement l'effet du contrôle automatique de la vitesse en moyenne à environ 1dB(A) en terme de LAeq et donc de Lden et il est probable que la diminution constatée de l'écart type réduise sensiblement les niveaux de crête.



3.3.4.7. Les « ondes vertes »

L'onde verte est une technique de régulation de la circulation automobile sur un axe disposant de plusieurs carrefours équipés de feux tricolores. Une fois la première intersection franchie, un véhicule qui roule sur cet axe à la vitesse de l'onde ne rencontre plus de feux rouges. Sa vitesse (calée habituellement sur la vitesse réglementaire de 50 km/h) est synchronisée avec le rythme de passage des feux au vert sur tout le linéaire régulé.

La mise en place d'une onde verte peut se justifier en terme de (Source CERTU) :

- confort pour l'automobiliste, par la diminution du nombre d'arrêt au feu et du temps de parcours ;
- sécurité. L'onde verte permet sous certaines conditions d'abaisser et d'homogénéiser les vitesses pratiquées ;
- mise en place d'une politique de gestion des déplacements, puisque l'onde verte, par définition, permet de privilégier un itinéraire. Elle peut être un allié dans la mise en place d'un nouveau plan de circulation.

Du point de vue de l'environnement, l'onde verte permet un meilleur écoulement des véhicules qui abaissent leur consommation de carburant d'où une émission moins importante de polluants. Localement la baisse du nombre de redémarrages aux feux a des effets positifs sur l'émission sonore de la rue, notamment en présence de poids-lourds plus sensibles aux ré-accélération.

L'onde verte sur un itinéraire est une mesure qui favorise l'usage de la voiture en ville et qui s'accommode difficilement d'autres stratégies de régulation et notamment celles des transports en commun qu'ils soient sur l'axe régulé (les transports en commun sont contraints à des arrêts qui ne leur permettent pas de suivre la progression du flot des autres véhicules), mais également ceux qui circulent sur les axes perpendiculaires. Elle apparaît aujourd'hui difficilement compatible avec les Plans de déplacements urbains.

Elle présente enfin des limites (Source CERTU) :

- la régulation par onde verte n'est plus adaptée lorsque le réseau est fortement maillé ;
- l'onde verte est inefficace en période de saturation ;
- la durée commune du cycle dépend du carrefour le plus chargé et n'est donc pas toujours optimisée aux situations de trafic des carrefours secondaires ;
- la pratique de vitesses élevées qui peuvent, compte tenu de la bande passante offerte (durée de passage au vert), être supérieures à celles retenues pour la coordination ;
- l'onde verte procure à l'automobiliste une impression de fluidité mais n'offre pas de gain de capacité dans les carrefours qui dépend uniquement de la durée du cycle.

Afin d'éviter certains inconvénients, une nouvelle génération d'onde verte dite « modérante » est apparue ces dernières années ; elle consiste à régler la vitesse de l'onde à une vitesse bien inférieure à la vitesse maximale autorisée (habituellement 35 à 40 km/h). En réduisant la bande passante, l'onde verte dans sa version « modérante » permet d'obtenir un resserrement des vitesses et une écrasante majorité de véhicules adoptent la vitesse de l'onde, ce qui est favorable en terme d'émission sonore.

Le coût de mise en place d'une onde verte « modérante » est négligeable dans la mesure où il s'agit d'une simple adaptation de la régulation centralisée.

Un tel dispositif a été mis en place sur un itinéraire de contournement de l'hyper-centre de Clermont-Ferrand ; malgré une augmentation du trafic de 35% liée à l'élargissement des boulevards (passage de 2 à 3 voies), l'onde verte « modérante » a permis de conserver les niveaux sonores observés avant l'aménagement. En présence d'une onde verte et de préférence « modérante », on peut donc estimer la baisse de l'émission sonore à environ 1,5dB(A) (Source Gérard Horvath ville de Clermont-Ferrand, 4ème assises de la qualité de l'environnement sonore).

3.3.4.8. Les zones 30 et les zones de circulation « apaisée »

Introduites dans le Code de la route en 1990, les zones 30 délimitent des secteurs de la ville où les véhicules ne peuvent dépasser les 30 km/h. Leur mise en place s'est accélérée à partir de 1996 et le dernier bilan dont on dispose date de 2000 (CERTU – Les zones 30 en France Bilan des pratiques 2000) dont sont tirés les principaux points ci-après.

Dans cette étude, différents paramètres ont été évalués à partir d'enquêtes auprès des collectivités locales et des Directions départementales de l'équipement.

Les éléments déclencheurs des projets de zones 30 sont généralement liés à des pressions de riverains ou d'élus suite à des problèmes de sécurité routière (pour 61%) ou à la demande locale (pour 45%) ; la qualité de vie motive quant à elle 35% des projets. Ces objectifs correspondent bien aux objectifs initiaux de sécurité et de qualité de vie attribués aux zones 30, mais on constate par contre que très peu de zones 30 sont réalisées suite à une étude globale intégrant les différentes préoccupations de circulation, de déplacements, d'urbanisme... Or il est souhaitable que de les zones 30 potentielles soient identifiées en amont et s'inscrivent dans une politique cohérente et durable d'aménagement de l'espace urbain. C'est d'autant plus important qu'elles participent à l'objectif des PDU de transfert modal vers les modes de transport doux.

Le bilan réalisé par le CERTU recensait en 2000, un peu plus de 2000 zones 30 en France (environ 1700 en province et 300 en Ile de France). Les zones 30 françaises sont généralement de petites tailles (60% n'excèdent pas 500 m) alors que les plus efficaces sont celles installées sur un périmètre suffisamment étendu ; à l'étranger de tels exemples existent et fonctionnent très bien (la ville de Graz en Autriche qui accueille 240 000 habitants est dans sa totalité limitée à 30 km/h sauf sur les voies artérielles où la vitesse est plafonnée à 50 km/h). Les zones 30 françaises concernent principalement les centre-villes (pour 27%), les secteurs scolaires (pour 27%), les secteurs résidentiels formés d'habitat pavillonnaire (pour 26%) et se trouvent à plus de 70% sur le réseau communal et sur des voies de desserte ; il est possible au regard du Code de la route de créer une zone 30 sur des voies classées à grande circulation, cette situation se rencontre peu en France (moins de 10% des cas) et la décision appartient non plus au maire mais au préfet.

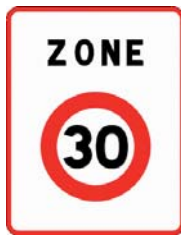
Au sens du Code de la route, une zone 30 doit pouvoir être clairement identifiée par l'usager grâce à des aménagements spécifiques en entrées / sorties. Outre les panneaux réglementaires (qui ne doivent pas être de simples panneaux de limitation de vitesse), on trouve actuellement mais dans à peine 50% des cas, des surélévations, l'usage de revêtements différenciés ou des rétrécissements. L'aménagement intérieur est par contre plus fréquent (86% des zones 30 françaises), avec trois principales catégories d'aménagements, les contraintes pour limiter la vitesse (ralentisseurs, surélévations, chicanes, rétrécissements), les aménagements qualitatifs (mobiliers urbains, éclairage, végétation, revêtements différenciés au sol), les aménagements fonctionnels (organisation du stationnement, traitement des cheminements piétons, ré-aménagement des carrefours).

Les enquêtes de satisfaction font apparaître un bilan positif de ces aménagements. L'amélioration de la sécurité est plébiscitée par 91% des communes interrogées, vient ensuite l'amélioration du cadre de vie / de l'habitat / du stationnement pour 42% et l'amélioration de l'ambiance sonore pour 35%. On notera toutefois à l'inverse que le bruit est cité par 28% comme un élément négatif pour les riverains, lorsque les dénivellations sont importantes ou les matériaux inadaptés (pavés).

Le CETE Normandie-Centre a réalisé en 2000 pour le CERTU une

analyse de l'évolution acoustique suite à la mise en place de 4 zones 30 (Bruit et vibrations – Spécificités du bruit en milieu urbain, auteur Bernard Mériel). Les conclusions diffèrent selon les cas (voir détails ci-après), mais lorsque la mise en place d'une zone 30 s'accompagne d'une baisse effective des vitesses, on constate généralement une baisse de l'émission dans des proportions qui fluctuent entre 0,5 et 2 dB(A) au maximum. On note par contre une augmentation en présence de revêtements de chaussée inadaptés (+ 1,5 dB(A) à priori attribuée pour partie à la mise en place localement de pavés) et parfois une augmentation au droit des sections situées en limites extérieures de la zone 30 (secteurs de ré-accélération ?).

Les exemples cités ci-dessus laissent à penser que les effets ne sont pas aussi intéressants que ce qu'on pourrait en attendre. Il s'agit de quelques cas isolés et déjà anciens ; dans le cadre de projet plus ambitieux et sous réserve d'adopter des principes adaptés à chaque situation, ce type d'action apparaît acoustiquement très pertinent et quantitativement d'autant plus significatif que la situation d'origine était dégradée (vitesses de l'ordre de 50 km/h, carrefours à feux, ...).



L'aménagement des «zones 30» est une des recommandations du PDUIF pour apaiser la circulation automobile

Quelques exemples quantifiés

Aménagement	Augmentation + ou Diminution -des niveaux sonores après aménagement	
	Sur le LAeq JOUR	Sur le LAeq NUIT
MONTARGIS (45)		
Le secteur mis en zone 30 correspond à l'hyper centre-ville. Délimitation de la zone 30 par signalisation verticale. Seule la rue principale fait l'objet d'aménagements spécifiques, à savoir : - réduction de l'emprise de la chaussée par élargissement des trottoirs - chicanes en entrée et en zone centrale - passages piétons avec pavage - traitement d'un carrefour en zone centrale par pavage	La rue traitée : Zone centrale : 0 à -1 dB(A) Entrée et sortie : +0,5 dB(A)	La rue traitée : Zone centrale : 0 à -1 dB(A) Entrée et sortie : +1,5 à +2 dB(A)
	Le reste de la zone : Aux abords de la rue traitée : -0,5 à -4 dB(A) A la périphérie de la zone : -0,5 à +2,5 dB(A)	Le reste de la zone : Aux abords de la rue traitée : 0 à -3,5 dB(A) A la périphérie de la zone : 0 à +2 dB(A)
Sur l'ensemble de la zone 30, les baisses de vitesses sont inférieures à 5 km/h, les vitesses initiales étant déjà faibles (<40 km/h). L'impact modeste de l'aménagement en journée est dû à des vitesses initiales déjà faibles. L'augmentation des niveaux de nuit est liée aux changements d'allure constatés et au pavage des passages piétons. Les tendances observées en LAeq sont accentuées en LA10 : +3 dB(A) de jour et +4 dB(A) de nuit en entrée et -2 dB(A) de jour et de nuit en partie centrale.		

Aménagement	Augmentation + ou Diminution -des niveaux sonores après aménagement	
	Sur le LAeq JOUR	Sur le LAeq NUIT
NANTES (44)		
400 mètres de route aménagés : - réduction de la largeur de chaussée circulée par îlots centraux, élargissement localisés des trottoirs, stationnement longitudinal - chicanes - carrefour à feux en zone centrale	Zone centrale : 0 à -1,5 dB(A) Extrémités : -1 et +2 dB(A)	Zone centrale : 0 à -1,5 dB(A) Extrémités : 0 dB(A)
Il est observé une baisse sensible des vitesses dans la partie centrale, de 10 à 15 km/h en journée. La nuit, cette baisse est moins marquée. En sortie et entrée de la zone aménagée, la baisse des vitesses est modeste (<5 km/h). En sortie de la zone aménagée, la circulation prend en journée un caractère plus pulsé après les travaux. A cet endroit les niveaux de jour augmentent de 2 dB(A). Par contre la nuit, la circulation reste fluide, les niveaux n'évoluent donc pas. Les tendances observées en LAeq sont accentuées en LA10 : -1 à -3 dB(A) de jour en partie centrale et -1,5 et +2 dB(A) aux extrémités.		

BLOIS (41)		
700 mètres de route aménagés entre deux intersections : - rétrécissement de la largeur de chaussée circulée - mini-giratoires franchissables aux deux intersections	Zone centrale : -1,5 dB(A) Proximité des mini-giratoires : +1 dB(A)	Zone centrale : -2 dB(A)
Les vitesses diminuent d'environ 10 km/h. Au droit des mini-giratoires, l'effet sur les niveaux sonores de la réduction des vitesses est annulé par le franchissement du dôme central par certains véhicules dont les bus		

COSTESSEY (GRANDE-BRETAGNE)		
1750 mètres de route aménagés : - vitesse limite autorisée ramenée de 50 à 30 km/h - présignalisation verticale et panneaux lumineux se déclenchant à l'approche d'un véhicule circulant à plus de 55 km/h - rétrécissement de la largeur de chaussée circulée aux entrées sur une dizaine de mètres - deux rétrécissements avec sens de circulation prioritaire - coussins régulièrement répartis	Au droit des coussins : -3,5 à -4 dB(A) sur le LA10 Entre aménagements : -4,5 à -5 dB(A) sur le LA10	Au droit des coussins : -2 à -3 dB(A) sur le LA10 Entre aménagements : -2 dB(A) sur le LA10
Les vitesses diminuent sur toute la zone de 10 à 15 km/h pour respecter globalement la nouvelle valeur limite réglementaire.		

3.3.4.9. Le partage de la voirie

Le concept « d'espace partagé » émerge depuis plusieurs années dans différents pays européens. Il consiste à apaiser les vitesses de pointe en supprimant une grande partie de la signalisation routière qui peut apparaître dé-responsabilisante pour les automobilistes, leur donnant le sentiment d'être en sécurité et de donner de la sécurité. Or d'après certains spécialistes l'excès de signalisation et de règlements amène à une accidentologie supérieure et à une fluidité faible, donc à une performance médiocre pour un coût prohibitif.



Au contraire, l'espace partagé inverse le rapport de force entre les véhicules motorisés, les piétons et les vélos, ce qui apaise les vitesses de pointe, et de façon surprenante, améliore la fluidité du trafic et l'environnement.

Ce concept des « routes nues » sans aucune signalisation est déjà appliqué depuis 2004 sur des routes en Allemagne, Angleterre, au Danemark, en Belgique et aux Pays-Bas.

Un programme intitulé « Shared space project » financé par l'Union européenne vise à tester la viabilité du concept des "routes nues" (site internet <http://www.shared-space.org>).

La Belgique a mené une réflexion importante sur un meilleur partage de l'espace public urbain entre les catégories d'usagers et une plus grande sécurité des déplacements par modes doux. Cela c'est traduit en 2004 par d'importantes modifications du Code de la route belge en instaurant un véritable « Code de la rue ». En France, la DSCR a mis en place en 2006 un groupe de travail sur ce sujet dont l'objectif est de faire évoluer le Code de la route français dans le même sens.

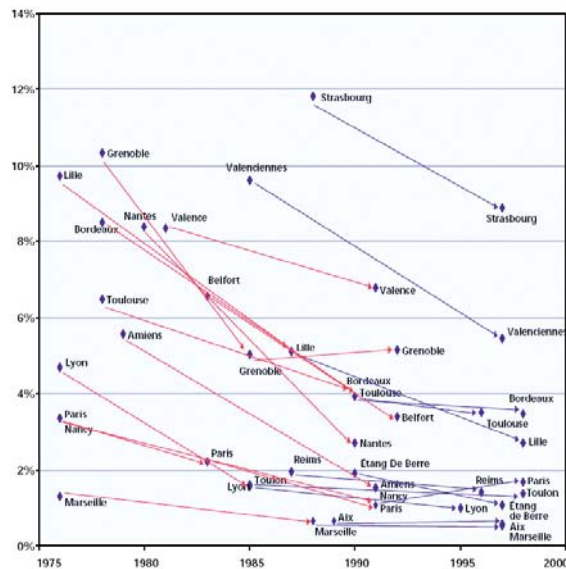
Sous l'appellation « Code de la rue », le nouveau Code de la route belge a institué de nouvelles zones dites « zones de rencontre » où la vitesse est limitée à 20 km/h. Il a également généralisé le « Sens unique limité » sous la forme de sens uniques ouverts aux cyclistes roulants à contresens du trafic général (existe déjà en France), l'usage des coussins (dispositif destiné à ralentir la vitesse des automobiles sans gêner les autres usagers de la chaussée. Pour cela, il est suffisamment étroit, afin de permettre aux cyclistes de passer à droite et aux autobus de passer par dessus sans le toucher avec leurs roues, mais suffisamment large, de façon à ce que les voitures doivent au moins faire passer une roue dessus), les trottoirs traversant (prolongation du trottoir en travers de la chaussée au débouché d'une rue secondaire, l'espace étant affecté aux piétons et non à l'automobile) et l'obligation de mettre en oeuvre des zones 30 aux bords des écoles.

La baisse des vitesses, la fluidification du trafic et la valorisation des modes de transports doux constituent des facteurs tout à fait intéressants acoustiquement.

3.3.4.10. Les modes de transports doux : la bicyclette

Alors que la part des déplacements urbains en voiture dépasse toujours les 50% et celle des transports en commun varie entre 10 et 16%, la part des déplacements urbains à bicyclette oscillent entre 2% (Lille, Lyon), 5% (Toulouse, Grenoble) et 6% (Strasbourg). Ils représentent une faible part et la tendance générale depuis 25 ans est à la diminution (source IFEN).

L'évolution de la part de marché du vélo dans les modes mécanisés



Source: IFEN Données de l'Environnement n°86 de septembre 2003

La tendance générale à la baisse de la part de marché de la bicyclette urbaine peut localement être contrée sous l'impulsion de systèmes de location de vélo à grande échelle, à l'image du programme « Vélo'v » mis en place en 2005 par la Communauté urbaine de Lyon ; avec une station tous les 300 mètres en moyenne et à moins de 5 minutes à pied l'une de l'autre, le système comptait initialement 2000 vélos répartis sur 175 stations, un second développement en 2006 a étendu le parc à 3000 vélos répartis sur 250 stations et l'objectif est de disposer en 2007 de 4000 vélos répartis sur 340 stations. Moyennant un abonnement annuel de 5 euros, les vélos peuvent être utilisés librement pour aller d'un point à un autre. Il faut payer lorsque le vélo est emprunté plus d'une demi-heure (0,5 euro puis 1 euro de l'heure).

Après 1,5 an d'existence, les principaux constats sont les suivants :

- parmi les personnes qui utilisent un vélo de location, 51 % auraient effectué le trajet en transport en commun en l'absence de ce service, 37 % à pied, 7 % en voiture, 4 % avec leur propre vélo et 2 % ne se seraient pas déplacées ;
- seules 10 % des personnes combinent le vélo et un autre mode de transport sur un même trajet ;
- deux tiers des utilisateurs des vélos de location sont des cadres ayant entre 30 et 40 ans et des étudiants ayant entre 20 et 30 ans ;
- en semaine, 64 % des déplacements en vélo sont des déplacements domicile-travail, 9 % sont dus aux études, 16 % aux loisirs ; le samedi les proportions passent respectivement à 33 % pour les déplacements domicile-travail et 62 % pour les achats ou les loisirs.



Comme le remarquait Jacques Faizant il y a plus de vingt ans : « Le cycliste n'est pas, comme on feint de le croire, un automobiliste déchu. C'est un piéton miraculé ». Ceci est confirmé par les expériences récentes en faveur du vélo : même sous l'impulsion de programme ambitieux, moins de 10 % des nouveaux utilisateurs de vélo sont des conducteurs ayant renoncé à leur voiture en ville.

En terme d'impact acoustique, ce type d'action conduit à un faible report modal qui ne peut pas avoir d'effet sonore significatif.

3.3.4.11. Les transports en commun, autobus, trolleybus ou tramways

Même si on l'a vu au chapitre précédent, les véhicules de transport en commun sont bruyants, les politiques de développement des transports en commun constituent a priori des solutions attirantes pour réduire l'émission sonore dans les rues des centres villes.

L'augmentation de la fréquentation des transports en commun que l'on peut observer ces dernières années résulte principalement d'une mobilité accrue des personnes qui n'utilisaient pas de voiture, alors qu'un dixième seulement de l'augmentation observée provient de conducteurs qui ont abandonné leur voiture pour les transports en commun.

Une étude de la LITRA (ligue suisse pour l'organisation rationnelle des trafics) modère l'efficacité d'un report modal des déplacements en voiture particulière vers les transports en commun ; les spécialistes considèrent qu'un report modal de 10% induirait une augmentation de 32% des circulations de transports en commun et un report modal de 50% pourrait être absorbé sous réserve d'une augmentation de 160% du trafic des transports en commun hors de proportion avec les coûts initiaux d'exploitation.

Les objectifs affichés dans la plupart des Plans de déplacements urbains restent en tout état de cause très inférieurs à ces exemples théoriques avec une augmentation de la part des Transports en commun généralement comprise entre 2 et 6%.

Une des mesures les plus spectaculaires mises en oeuvre ces dernières années dans les agglomérations françaises est la création (ou la remise en service) d'un réseau de tramways. Le tramway est un mode de déplacement électrique par nature relativement peu bruyant. En dehors des courbes trop serrées où des phénomènes de crissements peuvent survenir, toutes les observations montrent que la mise en service d'une ligne de tramway diminue l'ambiance sonore de la rue. Une étude comparative réalisée par mesures acoustiques sur les lignes T1 et T2 du tramway de Lyon montre que la baisse est systématique, quelle que soit la période considérée (journée, soirée). Elle provient essentiellement d'une réduction parfois très importante de la capacité offerte aux automobiles, mais également d'une suppression de certaines lignes de bus eux mêmes bruyants.

Les enquêtes (source Institut Veolia Environnement) qui portent sur les effets de la mise en service d'axes TCSP à Strasbourg et à Grenoble permettent d'avoir une idée de l'évolution des parts de marché. Le tramway de Grenoble a été mis en service en deux temps (1983-1987) et (1987-1991) et celui de Strasbourg entre (1991-2000) ; pendant les mêmes laps de temps sur un échantillon de

référence de villes françaises, la part de la voiture particulière est passée de 49% à 58% des déplacements et ensuite de 58% à 59%. Sous l'effet de la mise en service du tramway, la part de marché de la voiture particulière est passée de 48% à 54% à Grenoble et dans le même temps la part des transports collectifs est passée de 11% à 14% des déplacements de l'agglomération. A Strasbourg, la part de marché de la voiture est passée de 49% à 54%, ce qui signifie que la forte différence d'origine n'a pas été totalement reprise par la croissance de la part de la voiture. La mise en service de lignes de tramways constitue donc bien des actions positives en matière de réduction de la part de marché de la voiture particulière.

Un impact concret sur les voitures en circulation a également pu être mesuré par extrapolation à partir des véhicules accueillis par les parcs-relais de la ville de Nantes. La contenance totale des parcs-relais est de 1 000 véhicules, ce qui représente un flux d'usagers d'environ 9 000 personnes/jour et environ 5 000 voitures. Ces 5 000 voitures qui n'ont pas pénétré dans le centre de la ville sont à comparer aux 150 000 voitures qui y pénètrent chaque jour, ce qui correspond à 3%. Naturellement, cette rétention en limite de périmètre central n'a de sens que si de nouveaux véhicules sont empêchés d'y pénétrer à leur place, ce qui relève d'une politique de déplacement dépassant largement la gestion des transports collectifs.

Tous ces chiffres restent cependant modestes au regard de l'effet acoustique qu'ils peuvent globalement engendrer. Les effets les plus significatifs demeurent nécessairement locaux, sur les axes supportant directement la ligne de tramway.

La baisse la plus spectaculaire a été observée sur Strasbourg où la mise en service du tramway a localement réduit de 87% la circulation automobile qui peut se traduire par une diminution d'au-moins 8 dB(A) de la contribution routière.

Plus globalement, sur Strasbourg, la baisse moyenne de la circulation automobile est de 20% soit environ -1 dB(A). A noter que cette diminution de la circulation automobile est durable puisque liée à la baisse de capacité.

A Lyon, la réduction de capacité a conduit à une baisse moyenne du trafic automobile comprise entre 30 et 40% sur les voies empruntées par le tramway. Les mesures acoustiques réalisées avant et après la mise en service font apparaître une diminution moyenne du niveau sonore de l'ordre de 3 dB(A) sur la période diurne et la soirée ; sur la période nocturne, les résultats sont plus hétérogènes du fait d'un très faible trafic automobile occasionnant une plus grande variabilité de l'émission acoustique. Si on analyse plus en profondeur les résultats, on constate que la simple arithmétique trafic/décibel n'explique pas correctement les effets de l'aménagement :

- dans une large avenue à la capacité fortement diminuée (passage d'une 4 voies + bus à une 2 voies + tramway), la baisse de 5 à 7 dB(A) observée le jour s'explique pour moitié par la réduction de capacité et pour un bon tiers par une baisse de la vitesse (augmentation de la congestion), le reste étant en partie lié à la redistribution transversale (éloignement) des sources dans la rue. Par contre, la nuit la diminution est directement proportionnelle à la baisse du trafic ;



Avant



Après

- dans une rue étroite à la capacité non modifiée (passage d'une 1 voie + bus à une 1 voie + tramway), la baisse de 3 dB(A) observée de jour comme de nuit est directement proportionnelle à la baisse observée du trafic. Cette baisse n'est pas liée à la restriction de capacité, mais attribuée à un changement d'allure générale de la rue.



Avant



Après

Ces différents exemples nous montrent que les effets acoustiques peuvent être importants, voire très importants sur le tracé même du tramway ; sur un réseau plus large, les effets dépendent principalement des choix opérés en terme de gestion de la voirie. Ces résultats peuvent avoir pour origine des phénomènes très variés qu'il est souvent difficile de quantifier avec précision a priori.

Pour des éléments sur l'impact sonore d'un tramway ou d'un métro, voir le chapitre 3.4 bruit ferroviaire.

3.3.5. CONCLUSION

A partir de cette série d'actions sur la maîtrise du bruit routier, nous proposons de les synthétiser en faisant ressortir deux indicateurs de pertinence :

- la pertinence d'efficacité acoustique qui s'apprécie au regard de l'effet direct de l'action en situation (plus une action sera pertinente, plus elle sera acoustiquement efficace pour améliorer la situation des riverains) ;
- la pertinence de délai pour sa mise en œuvre qui s'apprécie au regard de la durée de vie d'un PPBE (environ 5 ans).

La codification proposée est la suivante :

+++ = action très pertinente

++ = action pertinente

+ = action peu pertinente

Tableau récapitulatif des indicateurs de pertinence d'efficacité et de délai de mise en œuvre :

Action sur le trafic routier	Pertinence d'efficacité acoustique	Pertinence de délai pour la mise en œuvre
Réduction du trafic	++	++
La réduction du trafic présente une pertinence acoustique moyenne, la mesure devant concerner une grosse part du trafic pour commencer à être acoustiquement perceptible. En terme de délai, il s'agit d'une mesure relativement facile à mettre en place		

Action sur le trafic routier	Pertinence d'efficacité acoustique	Pertinence de délai pour la mise en œuvre
Modification du plan de circulation	+++ (effet local)	+++
La modification d'un plan de circulation peut par contre avoir des effets acoustiques locaux très intéressants et dans un laps de temps très court		
Restriction de circulation des poids lourds	+++	+++
La restriction des circulations poids lourds présente une très bonne pertinence acoustique qui peut conduire à des effets importants et très rapides dans le temps		
Installation du péage urbain	+	+
Les quelques expériences de péage urbain analysées nous conduisent à classer cette action comme peu pertinente du point de vue acoustique. Son délai de mise en œuvre est du même ordre		
Gestion du stationnement	+++	++
La gestion du stationnement apparaît une des actions clés pour permettre de réduire et d'organiser le trafic en milieu urbain. Sa pertinence acoustique est donc très bonne, mais les délais de mise en œuvre peuvent apparaître longs par rapport à la durée de vie du PPBE		
Gestion du trafic urbain de livraison	++	+
La gestion du trafic de livraison pourrait intrinsèquement constituer une action pertinente, mais ce constat est à modérer compte tenu de la difficulté de sa mise en œuvre qui dépend énormément du contexte local. Elle demande une infrastructure spécifique dont les délais de mise en œuvre paraissent peu compatibles avec ceux d'un PPBE. Une simple organisation locale des livraisons présente une pertinence acoustique plus faible, mais peut rapidement être mise en place		
Modération de la vitesse	+++	+++
La modération des vitesses présente une très bonne pertinence acoustique. Sa pertinence en terme de délai est également très bonne et peut être amplifiée localement par la mise en place d'un dispositif de contrôle sanction automatisé		
Installation de radar automatique	++	++
L'installation d'un radar automatique constitue une action pertinente, même si son effet reste assez local. Son délai de mise en œuvre est lui aussi pertinent		
Mise en place d'une onde verte	variable	+++
La mise en place d'une onde verte constitue une action intrinsèquement pertinente du point de vue acoustique, mais elle tend à favoriser les déplacements en véhicule personnel au détriment des transports en commun. En fonction du contexte local (présence de TC ou pas), elle peut constituer une mesure pertinente. Les délais de mise en place sont eux aussi pertinents		
Réalisation d'une zone 30	+++ (effet local)	++
La réalisation d'une zone 30 constitue une action très pertinente du point de vue acoustique, même si son effet reste très local. La pertinence du délai de mise en œuvre est bonne		
Partage de la voirie (code de la rue)	+++	++
Le partage de la voirie constitue une action très pertinente du point de vue acoustique, même si elle est réservée par nature aux voies faiblement circulées. Son délai de mise en œuvre apparaît pertinent à l'échelle de la durée de vie d'un PPBE		

Développement des modes de transports doux	+	+
Le développement des modes doux comme la bicyclette constitue intrinsèquement une mesure pertinente acoustiquement. Mais le constat opéré jusqu'à présent dans toutes les villes (la bicyclette emprunte avant tout au mode piéton) nous conduit à qualifier cette action globalement peu pertinente du point de vue acoustique. Les délais de mise en œuvre sont du même ordre		
Développement des transports en commun	+++	+
Le développement des transports en commun, sous divers angles et notamment celui de l'aménagement de sites propres, constitue une action très pertinente acoustiquement. Les délais de mise en œuvre restent par contre peu pertinents à l'échelle de la durée d'un PPBE		
Utilisation véhicule électrique ou hybride	+	+
Le recours à des véhicules électriques ou hybrides, s'il constitue intrinsèquement une action pertinente se trouve classé comme action peu pertinente, compte tenu de la difficulté à modifier le parc existant. Les délais de mise en œuvre sont eux aussi sans rapport avec la durée de vie d'un PPBE		

En conclusion, si on prend un peu de recul sur toutes ces mesures, on constate que la composante acoustique n'est souvent qu'un motif secondaire de sa mise en œuvre, mais qu'il peut y avoir convergence entre la thématique « acoustique » et d'autres thématiques très actuelles comme la qualité de l'air ou encore la sécurité routière. La modération des vitesses qui apparaît comme une des mesures les plus efficaces ou la fréquentation des transports en commun sont deux bons exemples.

3.4 LES ACTIONS SUR LE BRUIT FERROVIAIRE

3.4.1 INTRODUCTION

Les nuisances sonores générées par une infrastructure de transport ferroviaire relèvent de plusieurs domaines, elles dépendent : de la nature de l'infrastructure elle-même, de l'exploitation qui en est faite et des matériels roulants qui l'empruntent, mais également des conditions de propagation abordées dans d'autres chapitres.

Les actions visant à réduire le bruit ferroviaire à sa source pourront donc porter sur chacun de ces domaines pris ensemble ou séparément :

- Actions sur l'infrastructure ;
- Actions sur l'exploitation ;
- Actions sur le matériel roulant ;
- Actions combinées.

Les principaux acteurs du mode de transport sur rail concernés par les actions de réduction du bruit ferroviaire sont :

- les gestionnaires d'infrastructures comme RFF pour le réseau ferré national ;
- les exploitants des réseaux : la RATP, la SNCF... ;
- les transporteurs : la RATP, la SNCF, les nouveaux entrants du réseau ferré national... ;

- Les constructeurs de matériel roulant : Alstom, Bombardier...

Pour une situation donnée et suivant le type d'action qui sera envisagé pour réduire le bruit ferroviaire, l'implication des différents acteurs sera nécessaire à des degrés variables.

3.4.2. NOTIONS SUR LE BRUIT FERROVIAIRE

Le bruit émis dans l'environnement par un matériel roulant (train) circulant sur une voie ferrée résulte de la combinaison des bruits générés par 3 sources principales :

- le bruit de traction (moteurs et auxiliaires) ;
- le bruit de roulement (contact métal contre métal des roues sur les rails) ;
- le bruit aérodynamique.

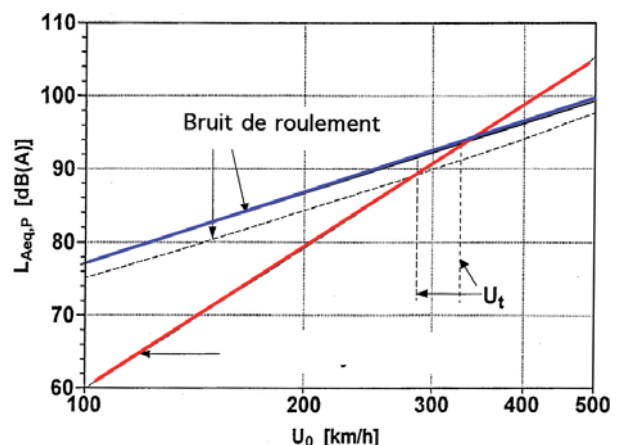
S'y ajoute le bruit des points singuliers sur l'infrastructure comme : les ouvrages d'art métalliques, les appareils de voie (aiguillages), les courbes de faible rayon...

Le poids relatif de chacune de ces sources varie essentiellement en fonction de la vitesse de circulation.

A faible vitesse, moins de 60 km/h pour les trains et moins de 40 km/h pour les tramways et les métros, on considère que les bruits de traction sont dominants.

Au-dessus de ces vitesses et jusqu'à 300 km/h, le bruit de roulement constitue la source principale du bruit de la circulation ferroviaire.

Au-delà de 300 km/h, les bruits d'origine aérodynamique deviennent prépondérants comme le montre la figure ci-dessous (valable hors point singulier). En fonction du bruit de roulement la limite peut varier considérablement (U_t varie de 290 à 330).



Dans la gamme de vitesses courantes comprises entre 60 et 300 km/h le bruit de roulement est donc la principale source de bruit ferroviaire. Son origine est liée à l'excitation issue du contact roue-rail.

Cette excitation provoque les vibrations puis les rayonnements acoustiques du matériel roulant et de la voie. Le phénomène excitateur est le déplacement imposé à la roue et au rail par les défauts de surface présents sur les bandes de roulement (roues et rail) et que l'on appelle rugosité.

La puissance acoustique rayonnée dans l'environnement est alors la somme des contributions issues de chaque composant émissif, à savoir :

- Les roues du véhicule ;
- Les rails et les traverses pour la voie.

Le bruit lié aux vibrations de la superstructure du matériel roulant n'a qu'une influence négligeable sur le bruit global émis.

La puissance acoustique totale est donc donnée par la sommation des puissances émises par la roue, le rail et la traverse, avec des contributions fréquentielles différentes. Un cas est fourni ci-après à titre d'exemple :

- Roue : $f > 1200$ à 2000 Hz (hautes fréquences)
- Rail : $500 < f < 1200$ à 2000 Hz (moyennes fréquences)
- Traverses : $f < 400$ à 500 Hz (basses fréquences)

La part relative de la voie dans le niveau global de bruit émis en dB(A) est fonction de différents paramètres tels que l'armement de la voie (types de rails, de traverses, d'attaches...), la vitesse du train ou le chargement statique du matériel roulant.

Elle est dans tous les cas non négligeable et peut même devenir prépondérante pour certaines configurations de circulation.

3.4.3 ACTIONS SUR L'INFRASTRUCTURE

Les grandes opérations de renouvellement, d'électrification, de simplification du réseau ferroviaire sont porteuses d'actions favorables à la réduction du bruit ferroviaire.

• Le renouvellement de la voie

Le remplacement d'une voie usée ou d'une partie de ses constituants (rails, traverses, ballast) par une voie neuve apporte des gains significatifs en matière de bruit des circulations ferroviaires.

Ainsi, par exemple, il est communément admis que le remplacement de rails courts par des longs rails soudés (LRS) s'accompagne d'un gain de l'ordre de 3 dB(A). Le gain est du même ordre pour le remplacement de traverses en bois par des traverses en béton.

• L'électrification des lignes

En plus des renouvellements de voie qui les accompagnent couramment, les opérations d'électrification des voies conventionnelles, permettent la circulation de matériels roulants électriques moins bruyants que les matériels à traction thermique.

• Les ouvrages d'art métalliques

Le remplacement des ouvrages d'art métalliques (ponts, viaducs) devenus vétustes par des ouvrages de conception moderne alliant l'acier et le béton et permettant la pose de la voie sur un lit de ballast apporte des gains très significatifs pouvant atteindre 10 dB(A) dans certains cas. De telles opérations de remplacement sont prévues notamment dans le cadre des programmes globaux de renouvellement.

Les ouvrages d'art métalliques bruyants qui n'ont pas encore atteint leur fin de vie et qui ne seront pas renouvelés dans un avenir proche peuvent faire l'objet d'un traitement correctif acoustique particulier. Des travaux de recherches récents ont permis d'établir

une méthodologie fiable pour la caractérisation et le traitement acoustique des ponts métalliques du réseau ferré national. Quelques ouvrages ont déjà ainsi été traités. Les solutions de réduction de bruit préconisées concernent notamment la pose d'absorbeurs dynamiques sur les rails et les platelages, le remplacement des systèmes d'attache des rails et la mise en place d'écrans acoustiques absorbants.

• La simplification de certaines composantes techniques du réseau

On peut parfois s'interroger sur la pertinence de conserver certains éléments techniques du réseau ferré devenus inutiles et pourtant à l'origine de bruits particuliers ; sont visés ici certains appareils de voie (aiguillage) ou certains joints de rails isolants collés.

• Absorbeurs sur le rail

Cette solution vient d'être homologuée pour les lignes du réseau historique. Elle ne peut pas être appliquée dans les zones d'appareils de voie.



Exemples d'absorbeurs sur rail (Corus et Socittec)

Un ordre de grandeur des efficacités obtenues lors des essais d'homologation sur une voie opérationnelle est donné dans le tableau ci-dessous.

	Trains de fret 100 km/h	TER 145 km/h	Corail 140 km/h	TGV 180 km/h
Gain en dB(A)	1,7 à 2,9	2,3 à 2,7	2,3 à 2,5	2,0 à 2,9

En conclusion de l'ensemble des tests effectués, l'intérêt de ce concept a été confirmé et une réduction globale du bruit de 1 à 4 dB(A) peut être attendue.

Pour estimer le gain attendu par la pose d'absorbeurs, on caractérisera dynamiquement la voie concernée ; plus précisément on caractérisera son taux de décroissance des ondes vibratoires dans le rail dans la direction verticale.

La caractérisation du taux de décroissance en dB/m en fonction de la fréquence en Hz des ondes dans le rail (suivant la norme Pr NF EN 15461), va permettre de définir une plage de gains attendus et va constituer un critère de décision pour la mise en place d'une solution absorbeurs sur rail lors d'une étude acoustique d'une voie et d'un site existant.

• Ecrans bas

Cette solution qui consiste en un écran de hauteur inférieure à 1m et placé très près du rail n'est pas encore homologuée en France.

Son impact est localisé, des projets ont montré son intérêt lorsqu'elle est combinée à un carénage du bas de caisse des trains. En revanche, elle ne permet pas de réaliser certaines actions de maintenance des voies.



• Meulage acoustique des rails.

L'utilisation du meulage acoustique des rails comme solution de réduction du bruit est à nuancer. Il doit en effet être renouvelé très fréquemment (< 1 an) ; il s'agit d'une opération lente et bruyante qui doit être réalisée en dehors de toute circulation c'est-à-dire souvent de nuit. Il n'apporte un gain acoustique que plusieurs semaines après sa réalisation. Son efficacité est de l'ordre de 6 mois. C'est une solution locale qui peut apporter un gain supplémentaire de l'ordre de 2 dB(A) lorsqu'elle est combinée à l'utilisation de semelles de frein en matériau composite sur le matériel.

Utilisé seul, sans modification du matériel ferroviaire, le meulage acoustique ne présente en revanche que peu d'intérêt, son efficacité est alors très limitée.

• Actions sur la propagation

La mise en place d'écrans acoustiques et buttes de terre permet d'obtenir une réduction de 5 à 12 dB(A) en fonction du site (cf. chapitre 3.7).

3.4.4 ACTIONS SUR L'EXPLOITATION

Les actions de maîtrise du trafic

• Nombre de circulations

Une réduction du trafic de 50 % serait nécessaire pour atteindre un gain théorique de 3 dB(A). Cette solution ne paraît guère envisageable lorsque l'on met en regard le gain qu'elle apporte et son impact environnemental. Une telle réduction de trafic pourrait entraîner un report vers d'autres modes aux effets externes non négligeables, engendrant sans doute un bilan global peu satisfaisant pour la collectivité.

• Vitesse des trains

La réduction de la vitesse des trains apparaît contradictoire avec le contexte économique et la demande de transport à grande vitesse et ne peut donc être envisagé que ponctuellement pour les principales zones sensibles.

Le bruit de roulement des trains évolue suivant une loi en $30\log(V)$. Le tableau suivant donne, pour quelques exemples de réduction de la vitesse, d'une part les gains qui seraient apportés au passage des trains et, d'autre part, l'influence de cette réduction sur leurs temps de parcours.

Réduction vitesse	Gain	Allongement du temps de parcours
De 300 à 250 km/h	- 2,4 dB(A)	+ 20 %
De 200 à 160 km/h	- 2,9 dB(A)	+ 25 %
De 160 à 120 km/h	- 3,7 dB(A)	+ 33 %
De 100 à 80 km/h	- 2,9 dB(A)	+ 25 %
De 80 à 60 km/h	- 6,7 dB(A)	+ 67 %

• Longueur des trains

Pour la réduction de la longueur des trains le même raisonnement que pour la réduction du nombre de circulation s'applique : Une réduction de la longueur de tous les trains de 50 % serait nécessaire pour atteindre un gain de 3 dB(A).

• Modification de la répartition des trains dans la journée

Ce type d'action est envisageable à priori et permettrait de concentrer le bruit dans des périodes moins sensibles : le jour plutôt que le soir ou la nuit. Les gains apportés pourraient se traduire dans la modification des indicateurs L_{den} et L_{night} . Cependant compte tenu de la demande de mobilité et de la nécessité d'y répondre, en particulier aux heures de pointes, et des souhaits de certaines autorités organisatrices de dessertes cadencées, ce type de solutions paraît difficile à mettre en place pour un gain attendu relativement faible. Dans certains cas particuliers, cette solution mérite toutefois d'être analysée.

3.4.5 ACTIONS SUR LE MATÉRIEL ROULANT

Les actions sur le matériel roulant sont de deux ordres. Celles qui portent sur les spécifications des nouveaux matériels avec l'application de normes d'homologation à respecter par les constructeurs et celles qui concernent des modifications de matériels existants.

3.4.5.1 Spécifications des matériels nouveaux

L'AEIF (Association européenne pour l'interopérabilité ferroviaire), puis l'Agence ferroviaire européenne basée à Valenciennes et à Lille, prépare les projets de Spécifications techniques d'interopérabilité (STI et TSI en anglais) et les propose à la Commission européenne, qui les présente à l'approbation du Comité Article 21 composé des Etats membres. Une fois approuvées, les STI ont valeur légale dans l'Union.

Six STI couvrent l'ensemble des sous-systèmes définis dans la directive 96/48/CE. Les spécifications qui sont nécessaires pour assurer l'interopérabilité du système ferroviaire trans-européen à grande vitesse dans le respect des exigences essentielles, notamment celles concernant la protection de l'environnement, sont reprises dans les STI concernées.

STI matériel roulant grande vitesse

La STI grande vitesse relative au sous-système « matériel roulant » comprend diverses limites de bruit à l'émission applicables, selon les cas, au stationnement, au démarrage ou au passage des trains.

Le projet de cette STI révisée, qui devrait être très bientôt publiée, s'appliquera aux trains circulant à une vitesse d'au-moins 250 km/h sur les lignes spécialement construites pour la grande vitesse

et à une vitesse de l'ordre de 200 km/h sur les lignes existantes qui ont été ou seront spécialement aménagées.

Les valeurs limites de bruit au passage sont définies à 25 m du centre de la voie, à 3,5 m au-dessus du plan de roulement, pour les vitesses de référence données dans la table ci-dessous. L'indicateur utilisé est le $L_{pAeq,Tp}$ (L_{Aeq} sur le temps de passage du train).

Les mesures doivent être réalisées en appliquant la norme EN ISO 3095:2005.

La table suivante donne les $L_{pAeq,Tp}$ à 25 m pour les trains complets.

Matériel roulant		Vitesse (km/h)			
		200	250	300	320
Classe 1	Composition fixe		88 dB(A)	92 dB(A)	93 dB(A)
Classe 2	Composition fixe ou variable	88 dB(A)			

Table : valeurs limites $L_{pAeq,Tp}$ pour un passage de train (marge comprise)

STI matériel roulant conventionnel

La STI sur le bruit du matériel conventionnel donne quant à elle les limites de bruit au passage pour les wagons, locomotives, automoteurs et voitures voyageurs.

L'indicateur de bruit au passage est le niveau $L_{pAeq,Tp}$ de pression acoustique continu équivalent pondéré A, mesuré sur le temps de passage à une distance de 7,5 m de l'axe de la voie à une hauteur de 1,2 m au-dessus de la surface supérieure du rail. Ces mesurages doivent s'effectuer conformément au projet de norme EN ISO 3095:2001.

Les valeurs limites de $L_{pAeq,Tp}$ pour le bruit au passage des wagons de fret, répondant aux conditions mentionnées ci-dessus, sont données dans le tableau ci-dessous.

Wagons	$L_{pAeq,Tp}$
Wagons neufs avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) inférieur ou égal à 0,15 m-1 à 80 km/h	≤ 82 dB(A)
Wagons renouvelés ou aménagés conformément à l'article 14, paragraphe 3, de la directive 2001/16/CE avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) inférieur ou égal à 0,15 m-1 à 80 km/h	≤ 84 dB(A)
Wagons neufs avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) supérieur à 0,15 m-1 et inférieur ou égal à 0,275 m-1 à 80 km/h	≤ 83 dB(A)
Wagons renouvelés ou aménagés conformément à l'article 14, paragraphe 3, de la directive 2001/16/CE avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) supérieur à 0,15 m-1 et inférieur ou égal à 0,275 m-1 à 80 km/h	≤ 85 dB(A)
Wagons neufs avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) supérieur à 0,275 m-1 à 80 km/h	≤ 85 dB(A)
Wagons renouvelés ou aménagés conformément à l'article 14, paragraphe 3, de la directive 2001/16/CE avec un nombre d'essieux moyen par unité de longueur (APL) supérieur à 0,275 m-1 à 80 km/h	≤ 87 dB(A)

Note : «APL» est le nombre d'essieux divisé par la longueur du wagon hors tampons.

Le bruit au passage d'un train doit être mesuré à 80 km/h et à vitesse maximale, cependant inférieure à 190 km/h. Les valeurs à comparer avec les limites (voir tableau) sont la valeur maximale mesurée à 80 km/h et la valeur mesurée à vitesse maximale, par rapport à 80 km/h selon l'équation $L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30 \cdot \log(v/80 \text{ km/h})$. Les autres vitesses mentionnées dans le projet de norme EN ISO 3095:2001 ne doivent pas être prises en compte.

Les valeurs limites d'émission de bruit pour les locomotives électriques ou diesels, les automoteurs électriques (EAE) ou diesels (EAD) et les voitures de voyageurs aux conditions mentionnées ci-dessus sont données dans le tableau suivant. Le bruit au passage d'un train (à 7,50m de la voie) est là encore mesuré à 80 km/h et à vitesse maximale, cependant inférieure à 190 km/h.

Véhicule	$L_{pAeq,Tp}$ @ 7,5m
Locomotives électriques	85
Locomotives diesels	85
EAE	81
EAD	82
Voitures de voyageurs	80

3.4.5.2 Modifications de matériels existants

Actions sur la génération du bruit de roulement

Les actions sur le bruit de roulement sont particulièrement significatives pour les matériels ferroviaires roulant à des vitesses comprises entre 60 et 300 km/h. Elles peuvent agir directement sur la génération du bruit, en modifiant la rugosité de la roue ou du rail, sur la transmission du bruit ou sur son rayonnement.

Une première solution consiste à modifier le type de freinage, en remplaçant par exemple les semelles de frein en fonte par des semelles de frein en matériaux composites, ou en utilisant le freinage à disque. Ces modifications permettent de préserver l'état de surface de la table de roulement et donc de réduire la rugosité de la roue.

Le gain sur un passage de train peut atteindre 8 voire 10 dB(A). En revanche ce type de solution ne présente une réelle efficacité pour le riverain que si un pourcentage important de trains est modifié. Avec ces réserves, ces solutions présentent l'avantage d'avoir un impact global sur l'ensemble de la ligne sur laquelle le matériel circule.

Le coût de cette solution est significatif d'autant qu'elle nécessite différentes modifications sur le matériel.

Exemples de matériels roulants SNCF dont les organes de freinage ont été modifiés au cours de ces dernières années :

- rénovation des TGV PSE de 1ère génération (orange) ;
- automotrices de banlieues à 2 étages (Z2N) circulant en Ile-de-France ;
- voitures Nuit Lunéa sur les relations : Paris-Toulouse, Paris-Tarbes et Paris-Perpignan.

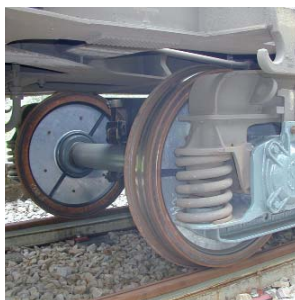
Actions sur la transmission ou le rayonnement du bruit

Ces solutions qui visent à optimiser les roues des matériels roulants ferroviaires font l'objet de projets de recherche depuis plusieurs années. Différentes solutions ont été testées au cours de projets :

- modifications géométriques : rigidifier la toile, diamètre réduit, roues perforées,...



- modification des matériaux de roue, pose d'écrans sur la toile de la roue ;



- roue résiliente : bandage élastomère entre toile et jante ;
- pose d'absorbeurs dynamiques (systèmes masse-ressort rapportés sur la toile) ; exemple : absorbeur Socitec ;



- pose de systèmes à jonc après usinage d'une gorge ; exemple : jonc Davaac monté sur matériel RATP.



Gain en dB	Voie de référence	Voie avec semelle optimisée + absorbeurs
Roue de référence	0 (0.0) (0)	7.2 (2.1) (1.6)
Roue optimisée mécaniquement + absorbeurs	0.8 (1.0) (2.6)	7.0 (3.2) (6.2)

V=150 km/h
(V=300 km/h mesuré c'est à dire sans enlever le bruit aérodynamique)
(V=300 km/h sur le bruit de roulement, procédure TWINS pour soustraire le bruit aérodynamique)

De son côté, le projet européen Silent Freight donne les résultats suivants et montre l'intérêt de combiner les solutions.

	Solutions de rééquipement (de la voie)	
	Semelles (sous rail) optimisées	Semelles optimisées + absorbeurs dynamiques
Roue de référence (920 mm)	2.1	+2.3 → 4.4
Roue de référence + "anneau absorbant"	1.9 +0.5	+3.5 → 3.1
Roue optimisée + absorbeurs dynamiques	2.6	→ 5.6

Ces solutions d'optimisation de la roue ne sont pas homologuées actuellement.

Actions sur le bruit aérodynamique

A l'heure actuelle, les solutions potentielles pour la réduction du bruit aérodynamique sur le matériel concernent la pose de carénages. Ces solutions ne concernent que les circulations de TGV à des vitesses supérieures à 320 km/h.

Cependant le bruit aérodynamique tend à devenir prépondérant pour des vitesses de plus en plus faible compte des progrès dans la réduction du bruit de roulement.

Autres actions

- Actions sur les sources à basse vitesse (motorisation + systèmes auxiliaires) ;
- Modernisation des matériels, remotorisation des engins diesel.

3.4.6 CAS PARTICULIER DU TRANSPORT FERRÉ EN ZONE URBANISÉE : MÉTRO, TRAMWAYS

Ce chapitre traite du cas particulier des transports ferrés en milieu urbain, c'est à dire où la distance qui sépare le matériel roulant et les riverains est faible : typiquement inférieure à 20 mètres. Dans ce type de configuration la vitesse de circulation des rames est inférieure à 30 km/h pour les tramways, et 60 km/h pour les métros.

La circulation des trains en milieu urbain est susceptible d'engendrer des nuisances sonores. La réduction de ces nuisances est alors un problème assez particulier en fonction du type de matériel roulant. Pour le bruit aérien, les matériels roulants considérés sont les tramways et les métros qui possèdent des sections extérieures de plein pied ou en viaduc. Pour les bruits solidiens (bruit transmis dans le sol par vibrations), tout type de matériel roulant est considéré.

Les vitesses de circulation des trains en milieu urbain, où la vitesse est assez réduite, n'engendrent pas bruit aérodynamique. Les problèmes se résument donc d'une part au bruit de roulement et d'autre part aux bruits de traction (moteurs électriques) ou d'équipement annexes. Voici un bref exposé des différents types de bruits émis et des moyens de les réduire.

Bruit de roulement

Le bruit de roulement provient des petites aspérités qui existent sur les roues et les rails entraînant des vibrations. Le principe d'émission de ce type de bruit a été explicité dans la partie précédente (partie 3.4.2). Pour les matériels roulants circulants à petite vitesse en milieu urbain, en plus de la rugosité des la bande de roulement des roues, les principaux bruits auxquels on s'intéresse sont causé par :

- la présence de plats (déformations) sur les roues ;
- des rails usés ;
- des courbes trop serrées qui font grincer le métro ou le tramway (crissement) ;
- des chocs dus aux appareils de voie (aiguillages).

Quelles solutions ?

- maintenir en bon état les surfaces de roulement du rail (meulage régulier) et des roues (passage au tour en fosse) ;
- entretenir attentivement les coeurs d'appareils de voie (aiguillage) ;
- utiliser des roues élastiques plutôt que des roues monoblocs classiques ;
- adapter des absorbeurs sur roues accordés à la fréquence de crissement pour les limiter en courbes trop serrées.

Revêtement

De même, les revêtements de la voie réverbèrent plus ou moins les sons : par exemples, les pavés sont plus bruyants que le gazon, même si la différence est assez faible. Voici un bref aperçu des différents types de revêtements standards :

- revêtement permettant la circulation routière :
 - pavés en granit ;
 - pavés en béton autobloquants ou non ;
 - enrobé ;
- revêtement ne permettant pas la circulation routière :
 - ballast ;
 - gazon ;
 - sable compacté (circulations occasionnelles).

En ce qui concerne la circulation de tramways, le revêtement en gazon est le moins bruyant. Il permet une réduction de l'ordre de 6 dB(A) du bruit au passage d'un tramway par rapport à l'utilisation d'un revêtement réfléchissant (type enrobé).

Bruits d'équipement et de traction

Il arrive parfois que certains équipements annexes engendrent des niveaux de bruit gênants. Certains équipements (climatiseurs, chauffage, ouverture/fermeture des portes, ...) sont susceptibles de faire du bruit lorsque le matériel roule à petite vitesse. En effet, en général ces équipements sont placés sur le toit du matériel roulant et lorsque la vitesse est faible leur bruit émerge du bruit global du matériel. Il est à noter que ces bruits restent en général

relativement faibles par rapport au bruit de roulement et peu gênants pour les riverains, sauf en station parfois.

Par ailleurs, les bruits de traction liés à la motorisation (convertisseur électrique qui sont placés généralement en sous caisse) apparaissent lorsque le train est en pleine accélération, immédiatement après le départ d'un arrêt.

Certaines plaintes des riverains d'infrastructures aériennes sont relatives aux bruits de cloche des matériels roulants (klaxons, cloches, gong) servant à prévenir de l'arrivée d'un matériel. Ces bruits, nécessaires à l'exploitation, doivent être étudiés afin d'optimiser leur fonctionnalité. Des entreprises spécialisées réalisent ce type d'étude.

Les bruits solidiens

Les bruits solidiens proviennent de la vibration des bâtiments sous l'effet du passage d'un train (du métro, ou du tramway. Les vibrations transmises font vibrer les murs des pièces des bâtiments qui rayonnent un bruit sourd caractéristique.

Les poses de voies encastrées sur une dalle de béton, avec ou sans traverses, autorisent des dispositifs réduisant les vibrations (poses anti-vibratiles). L'amortissement des vibrations s'obtient en intercalant dans la structure de la plate-forme un ou plusieurs étages de matériaux élastiques. L'efficacité du système dépend du type de matériau amortissant mais aussi de la masse qu'il supporte : plus la masse est élevée, meilleur sera l'amortissement. Ces types de solutions sont mises en œuvre pour certaines voies nouvelles mais également pour traiter certains cas où des nuisances sonores sont identifiées.

Attention : les impacts en terme de vibrations n'ont aucun caractère réglementaire. Les distances-seuils entre plate-forme de tramway et façades déterminant l'usage d'un anti-vibratile sont issues de l'expérience. Seules des études acoustiques au cas par cas permettent de déterminer les solutions à retenir. La RATP travaille actuellement au développement d'un outil de prédiction du bruit solidien à travers une action de recherche et un travail de thèse en collaboration avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Cet outil permet dès aujourd'hui de réaliser des études d'impact du bruit solidien lors de l'implantation d'une nouvelle ligne.

Ces solutions peuvent être :

1. des semelles sous rail : elles isolent le rail en évitant un contact métal / métal au niveau des selles et donnent de l'élasticité aux attaches ;
2. un deuxième étage élastique en partie haute : on insère sous chaque selle une couche de matériau anti-vibratile précontraint ou on enveloppe la partie inférieure des blochets d'un chausson élastique ;
3. une dalle flottante : dans tous les cas de poses sur dalle, la dalle flottante est la solution la plus efficace en terme d'amortissement des vibrations (sauf sur un pont). C'est également la plus coûteuse : il s'agit de mettre en place, sous la dalle, un matériau élastique ;
4. Le système « Silent Rail », expérimenté par la Compagnie des transports strasbourgeois ou le système « Embedded Rail » testé par l'INRETS et le LTE. Une suspension élastique serre le rail sur toute sa longueur, ce qui réduit les vibrations dans le rail lui-même et freine leur usure.

Certains systèmes d'amortissement des vibrations entraînent une légère augmentation du bruit aérien au passage. De plus, de récentes études menées à la RATP ont pu montrer que dans certains cas, un mauvais dimensionnement des dalles et des murs des bâtiments chez les riverains pouvait entraîner une amplification significative du niveau de bruit solidien.

Cas particulier du transport guidé sur pneu

Le choix d'un mode de transport guidé sur pneu plutôt que sur rail (métro sur pneumatique, tramway sur pneu) est souvent pris avec des considérations économique et énergétique. Du point de vue acoustique, mis à part la modification du spectre acoustique du bruit de roulement, l'intérêt porte uniquement sur la réduction du bruit solidien.

Dans le cas de la création d'une infrastructure souterraine, il est possible d'opter pour la mise en place de trains sur pneus. Ce type de train ne provoquant que très peu de vibrations n'entraînent alors pas de nuisances d'un point de vue du bruit solidien. Il faut noter, en revanche, que l'utilisation de pneu entraîne une augmentation significative de la température dans les tunnels (de l'ordre de 1°C) due au frottement entre les pneus et la piste de roulement.

Modification du paysage sonore urbain

L'insertion d'une nouvelle infrastructure ferroviaire en milieu urbain implique forcément la modification du paysage sonore urbain et les riverains sont les premiers à le ressentir. Dans bon nombre de cas, la nouvelle infrastructure retire en général de l'espace aux voitures, ce qui réduit les volumes sonores de circulation. Malgré

tout, des plaintes sont parfois émises : certains riverains (minoritaires) semblent préférer un niveau de bruit automobile constant et élevé à un niveau de bruit moyen plus bas, mais perturbé par les passages réguliers des trains ou tramway. Pourtant, le bruit instantané d'un matériel roulant ferré à 40 km/h en zone urbaine sur voie noyée (75 à 80 dB) est inférieur à celui provoqué par un autobus (80 à 85 dB) ou un camion (jusqu'à 90 dB).

Du point de vue réglementaire, selon l'arrêté du 8 Novembre 1999, le bruit ambiant (niveau sonore moyenné sur une période de référence) après insertion d'une nouvelle infrastructure ne doit pas dépasser le bruit ambiant préexistant ce qui est le cas dans l'exemple ci-dessus.

Il est donc important de prendre en compte lors de la création d'une nouvelle infrastructure ferroviaire l'acceptation par les riverains de la modification du paysage sonore urbain à venir.

Par ailleurs, il est également nécessaire lors des études d'impact de bien prendre en compte la morphologie urbaine à proximité de l'infrastructure ferroviaire. Des études réalisées au CRESSON de Grenoble et au CERMA de Nantes ont montré que le type de forme et de matériau constituant les façades des bâtiments pouvaient faire varier le niveau sonore émis au milieu de la route de l'ordre de 10 dB(A)..

3.4.7 ACTIONS COMBINÉES SUR L'INFRASTRUCTURE ET LE MATÉRIEL

La synthèse des projets Silent Freight et Silent Track figurée dans le tableau ci-dessous indique que des gains sont possibles par une combinaison de solutions sur la voie et sur la roue, et impliquerait donc le gestionnaire de l'infrastructure et l'entreprise ferroviaire.

	Voie de référence	Solutions de rééquipement (de la voie)			Nouveau design de voie	
		Semelles (sous rail) optimisées	Semelles de référence + absorbeurs dynamiques	Semelles optimisées + absorbeurs dynamiques	Sans absorbeur dynamique	Avec absorbeurs dynamiques
Roue de référence (920 mm)	0	2.1 (3.2)	5.4 (6.7)	4.4 (5.9)	2.7 (3.3)	6.1 (7.4)
Roue de référence + anneau absorbant	-0.3 (-0.4)	1.9 (2.8)	4.7 (5.6)	3.1 (4.2)	3.3 (3.9)	6.1 (7.1)
Roue perforée (860 mm)	-0.4 (-0.3)				1.9 (2.1)	
Roue perforée + anneau absorbant	-0.2 (-0.5)	2.1 (2.6)	5.6 (6.2)	4.3 (5.1)	2.2 (2.0)	5.8 (6.0)
Roue optimisée (860 mm)	0.8 (0.9)				2.7 (3.0)	
Roue optimisée + écrans sur roue	1.1 (0.9)	2.7 (3.2)	6.7 (7.1)	5.4 (6.0)	3.9 (3.9)	8.0 (8.1)
Roue optimisée + absorbeurs dynamiques	1.1 (0.8)	2.6 (3.0)	6.9 (7.2)	5.6 (6.2)	4.2 (4.1)	7.7 (7.8)

Le projet "Coût du dB", co-financé par le ministère en charge des transports et la SNCF, visait à étudier le rapport coût/bénéfice de différentes solutions de réduction du bruit ferroviaire.

La table suivante résume l'ensemble des solutions considérées, ainsi que les gains estimés utilisés au cours du projet. Ces valeurs correspondent à des valeurs moyennes, parfois approchées. Ainsi, le changement de semelles de freinage apporte en fait une atténuation variable avec l'état de la voie. Les gains sont estimés par référence au freinage avec semelle en fonte et à une voie en état standard de maintenance.

		Gain en dB(A)
Solutions matériel		
Freinage à semelles	5	
composites FRET		
Freinage à semelles	5	
composites Z2N		
Freinage à semelles	5	
composites TER		
Freinage à semelles	8	
composites Corail		
Roue optimisée (absorbent sur voie)	4 (si associée aux absorbent sur voie)	
Solutions infrastructure		
Meulage local	2 (si associé au freinage à semelles composites)	
Absorbent sur voie	3	
Ecran absorbant 2m/plan de roulement	10	

Table : solutions de réduction de bruit

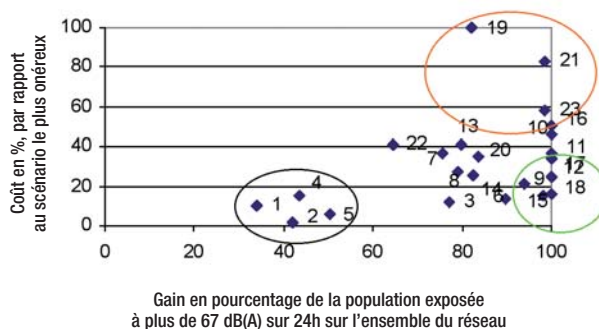
A partir de ces solutions, les combinaisons suivantes ont été testées :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Freinage composite FRET		•		•	•		•	•		•	•		•	•		•	•		•	•		•		
Freinage composite voyageur (Banlieur, TER, Corail)			•	•		•	•		•	•		•	•		•	•		•	•		•	•		
Meulage local					•	•	•							•	•	•	•	•	•	•	•			
Roue optimisée																					•	•		
Absorbent sur voie								•	•	•				•	•	•					•	•	•	
Ecran absorbant											•	•	•				•	•	•					•

La figure suivante illustre une classification de ces scénarios suivant le couple de critères (coût, efficacité de la protection). Le coût est indiqué en pourcentage du coût du scénario le plus élevé (de l'ordre de 7 M€). Les numéros correspondent aux différents scénarios testés présentés en table 2. On trouve un premier groupe (cercle noir) de scénarios parmi les coûts les moins élevés, mais protégeant environ 50 % de la population exposée. Il s'agit de solutions sur le matériel, éventuellement combinées avec le meulage de la voie. Le deuxième groupe (en orange) présente les coûts les plus élevés. Il s'agit principalement de solutions tout écrans ou proposant l'utilisation de roues optimisées. Enfin, le troisième groupe identifié (en vert), est le plus intéressant puisque combinant un coût raisonnable en comparaison des différents scénarios considérés, tout en protégeant plus de 95 % de la population exposée. Les combinaisons de solutions appliquées sur le matériel (changement

des semelles de freins), et sur l'infrastructure paraissent ainsi les plus intéressantes.

Dans ces résultats, l'aspect temporel n'est pas pris en compte (toutes les solutions ne sont pas appliquées ensemble, dès le début de traitement des zones). De plus, les scénarios sont appliqués uniformément à toutes les zones, même lorsque la protection nécessaire est moins élevée.



3.5. LES ACTIONS SUR LE BRUIT AÉRIEN

3.5.1. INTERVENTION SUR L'INFRASTRUCTURE AÉROPORTUAIRE

Pour améliorer la situation d'un aéroport face aux nuisances sonores, les possibilités de modifications de l'infrastructure aéroportuaire sont réduites.

En effet, hormis des opérations lourdes et volontaristes du type déplacement de l'aéroport comme à Nantes avec le projet de création d'un nouvel aéroport à Notre-Dame des Landes, les marges de manœuvres sont minimes.

Néanmoins, il est possible de déplacer ou de réorienter une piste pour que les trouées d'envol touchent moins de zones urbanisées.

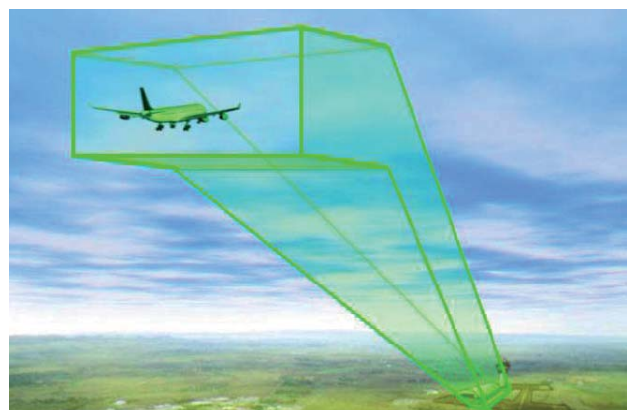
Il est également possible, lorsque la longueur de piste le permet, de créer des seuils décalés d'atterrissage qui, en déplaçant la zone du toucher des roues en aval de la piste, décalent d'autant la hauteur de survol des zones habitées.

L'ensemble de ces mesures nécessite des études techniques importantes et également la mise en place de financements non négligeables.

Des actions correctrices ponctuelles sont envisageables concernant des opérations effectuées au sol, le positionnement et les protections associées pour les essais moteurs dans les zones d'entretien par exemple.

3.5.2. LES MATÉRIELS

De nombreux programmes de recherche relatifs à la réduction du bruit à la source ont été réalisés au cours des années précédentes.



3.5.3.2 Restrictions d'exploitation

La mise en place de ces mesures est cadrée par la directive européenne et sa transposition dans les textes réglementaires français (cf annexe 1 ci-dessous).

L'éventail des mesures possibles est large allant de restrictions d'exploitation limitées en fonction des caractéristiques acoustiques des aéronefs jusqu'à l'interdiction totale pendant certaines périodes de la journée (cf annexe 2 pour l'exemple de Paris-CDG).

Ces mesures font également l'objet de sanctions dans le cas du non respect de ces restrictions dans le même cadre réglementaire que le paragraphe précédent.

La directive européenne impose d'évaluer les impacts de telles mesures sur d'une part l'activité de la plateforme aéroportuaire et d'autre part sur l'environnement.

3.5.3.3 L'exemple de Paris-Charles de Gaulle

a) Le quota d'énergie sonore (indicateur global mesuré pondéré - IGMP)

Une restriction particulière a été mise en place sur l'aéroport de Paris-CDG. Le gouvernement s'est engagé à ce que l'énergie sonore produite annuellement par l'aéroport en moyenne les années 1999, 2000 et 2001 ne soit plus dépassée.

Le principe de calcul est le suivant : l'énergie sonore émise pour chaque mouvement (atterrissage et décollage) est mesurée à une distance fixe (5.000 m du seuil de piste le plus proche). Ces valeurs sont pondérées en fonction de la période de la journée et sommées sur une année et cette somme est comparée à l'énergie sonore moyenne calculée au cours des années 1999, 2000 et 2001. Le rapport obtenu est une valeur sur 100, niveau à ne pas dépasser.

Les résultats obtenus sont les suivants :

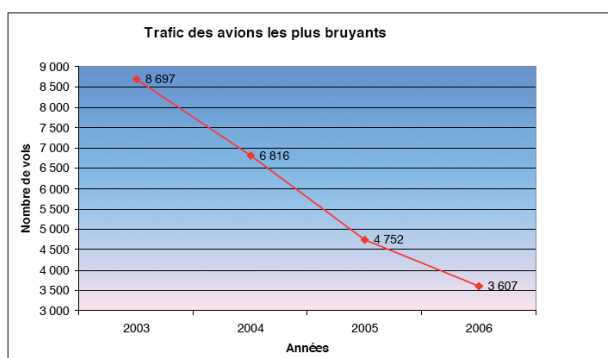
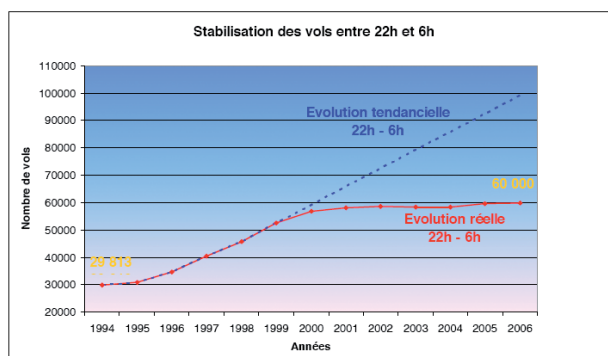
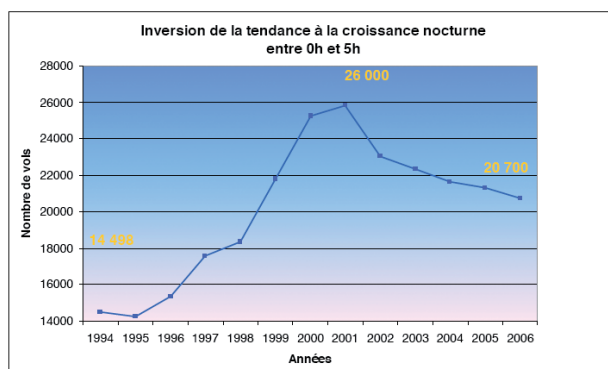
Année	Nbre de mouvements	Indicateurs
2003	515 026	89,4
2004	525 661	91,9
2005	522 619	93,7
2006	541 566	nd

Lorsque l'on se rapprochera de 100, compte-tenu de l'augmentation du trafic, de nouvelles mesures de restrictions seront certainement nécessaires.

b) Les restrictions d'exploitation

Différents textes réglementaires sont en vigueur aujourd'hui sur l'aérodrome de Paris-Charles de Gaulle et ils sont détaillés ci-dessous en annexe 2.

L'impact de ces textes a donné les résultats suivants sur l'évolution du trafic :



3.6 LES INFRASTRUCTURES INDUSTRIELLES

3.6.1 INTRODUCTION

Les situations rencontrées autour de sites industriels sont très variées et les grandeurs limitées par les réglementations rappelées précédemment s'avèrent parfois insuffisantes à caractériser une gêne pourtant importante.

En particulier, les grandeurs L_{den} et L_n ne font pas apparaître les difficultés liées aux situations suivantes :

- fluctuations importantes de niveaux sonores à l'intérieur d'une période ;
- pics de bruit importants qui n'apparaissent pas car lissés par le moyennage sur la période ;
- sons purs marqués qui n'apparaissent pas car lissés par la sommation en fréquence ;
- vibrations (non prises en compte dans les réglementations) ;

- gênes liées aux trafics de camions (non pris en compte dans les cartes).

L'annexe III de la directive européenne nous engage à vérifier ces aspects lorsqu'elle précise que « si nécessaire, des relations doses/effet spécifiques pourraient être présentées pour

[- ...]

- les bruits industriels à tonalité marquée ;
- les bruits industriels à caractère impulsionnel et d'autres cas spécifiques ».

De plus, dans le cas de regroupement d'entreprises (ZAC), il est parfois impossible de démêler l'écheveau des différentes sources contribuant au niveau sonore dans le voisinage.

C'est pourquoi il est nécessaire de compléter et de croiser les informations obtenues par calcul selon les critères L_{den} et L_n avec des outils de diagnostic complémentaires comme évoqué dans le paragraphe 2.3.2. Les grandes étapes de l'élaboration du plan de prévention du bruit dans l'environnement et en particulier les 2.3.2.2 La détermination des enjeux et des objectifs et 2.3.2.3 choix des actions. Ces outils sont soit quantitatifs, soit qualitatifs.

3.6.2. ACTIONS DE PRÉVENTION

Les actions de prévention sont certainement les plus efficaces à long terme et doivent donc être particulièrement travaillées.

3.6.2.1. Intégration dans les outils existants

De nombreux outils existent concernant la gestion de l'urbanisme et des industries en particulier. Il est à la fois pertinent d'intégrer les démarches acoustiques à tous les niveaux, tout en assurant une homogénéité de discours. PDU, PLU et SCOT doivent donc faire l'objet d'une étude détaillée en terme d'acoustique lors de leur renouvellement car c'est lors de ces étapes que l'on peut exploiter au mieux les principes d'organisation spatiale particulièrement efficaces en matière de bruit. L'intégration de la problématique acoustique peut alors se faire à deux niveaux :

- d'une part l'organisation urbanistique effectivement réalisée par l'agglomération doit intégrer cette dimension et expliquer comment. Elle peut dans certaines cas imposer ou inciter à une relocalisation d'installations ;
- d'autre part il est possible de demander aux autres acteurs de participer à cet effort, en particulier en développant l'analyse acoustique dans les permis de construire et les dossiers ICPE. Par exemple au moment du dépôt du PC, il est possible de demander à tout industriel de transmettre à l'agglomération un dossier similaire à celui exigé en tant qu'ICPE soumise à autorisation, mais incluant les critères de la directive européenne (L_{den} et L_n), ainsi que la démarche concernant les aspects acoustiques relevant d'autres critères (tonalité marquée, bruits courts, trafic d'approvisionnement...).

3.6.2.2. Création d'outils spécifiques

Schéma directeur des activités industrielles

Dans le cas de présence importante d'industries sur l'agglomération, et afin de bien exprimer l'ensemble des actions les concernant, un schéma directeur peut être rédigé. Il doit alors intégrer

l'acoustique sous les deux aspects présentés précédemment, à savoir l'organisation urbanistique générale d'un côté, et les demandes aux acteurs d'un autre.

Chartes

Dans le cas de très grosses infrastructures industrielles ou de zones regroupant de nombreuses industries, il peut s'avérer pertinent de définir une charte acoustique précisant les engagements de chacun. Au-delà d'un guide de bonne conduite, il est conseillé d'intégrer dans cette charte des obligations et des contrôles : fourniture d'informations détaillées, communication d'interlocuteur privilégié au public en cas de difficulté, obligation de fournir une étude acoustique dans le dossier de permis de construire...

Guide pratique spécifique

Dans le cadre de la sensibilisation des acteurs, l'agglomération peut rédiger et leur mettre à disposition un guide spécifique sur le bruit des installations industrielles.

3.6.2.3. Suivi des actions

Les actions mises en place par l'industriel doivent être pérennes. Pour cela, on pourra lui demander une mise à jour des éléments transmis pour toute modification majeure de l'industrie, ou bien tous les cinq ans au rythme de mise à jour du Plan de prévention du bruit dans l'environnement. Il sera également important d'insister sur la nécessité pour l'industriel de communiquer de manière régulière avec les riverains.

Par ailleurs, et de manière générale, il est nécessaire de centraliser et de gérer les plaintes sur l'ensemble du territoire. Un tableau de bord des plaintes doit donc être tenu à jour et doit pouvoir servir pour mesurer l'amélioration de la situation.

3.6.3. ACTIONS D'AMÉLIORATION

Les actions correspondant aux diverses situations sont très variées. Elles peuvent prendre les formes suivantes :

Vérification du respect de la réglementation ICPE

La première des actions consiste à s'assurer que la réglementation à laquelle est soumise l'infrastructure industrielle est bien respectée et que les mesures acoustiques sont réalisées périodiquement. Si des modifications sont programmées dans le but de respecter à terme cette réglementation, alors il convient d'envisager un moyen d'accélérer cette mise à niveau.

Vérification du respect des objectifs quantifiés définis dans le cadre de la directive européenne

Les critères de l'arrêté du 4 avril 2006 étant a priori moins sévères que ceux des ICPE, s'ils ne sont pas respectés, alors ceux de l'ICPE ne le sont certainement pas. Ce point doit donc être vérifié en premier lieu et la mise en conformité rapide avec la réglementation ICPE devient alors prioritaire. Les solutions peuvent être d'ordre technique, organisationnel, voire urbanistique.

Efforts complémentaires

Certains aspects non pris en compte dans les divers textes officiels peuvent engendrer des nuisances importantes. Un effort com-

plémentaire peut alors être demandé, soit à l'industriel seul, soit dans un travail commun avec les urbanistes concernés par la zone. Par exemple, l'amélioration des flux de camions passe en général par un travail commun de réorganisation des trafics routiers.

Information :

L'agglomération s'appuiera en premier lieu sur l'ensemble des éléments rassemblés lors de la phase diagnostic. Leur cohérence et leur nombre donne un poids important au discours. Ces éléments seront éventuellement complétés par des informations supplémentaires. En particulier, à cette étape, les mesures sonométriques deviennent l'outil privilégié d'information et d'arbitrage de la situation entre l'industriel et ses riverains. Par ailleurs, une bonne connaissance des principes acoustiques et des solutions envisageables soutient le discours et enrichit les négociations. Quelques principes et exemples sont présentés ci-dessous.

3.6.4. SOLUTIONS TECHNIQUES

Ce paragraphe propose les grands principes des solutions techniques dont l'efficacité est assurée à condition d'être adaptée, dimensionnée, et optimisée, au problème posé.

Il a pour objectif d'éclairer la discussion avec l'industriel et de proposer des pistes de solutions. Toutes ces solutions peuvent être aujourd'hui quantifiées de manière précise par un acousticien.

En premier lieu, il est indispensable d'analyser et identifier les nuisances sonores. Pour les activités industrielles, les principales sources de bruit sont représentées par les machines de production, les équipements, les opérations annexes et un certain nombre de sources secondaires. En second lieu, il est nécessaire de définir les objectifs et d'étudier les solutions et les contraintes afin de fixer les priorités et de programmer les actions applicables aux sources et aux locaux. Une dernière phase de vérification servira à garantir l'efficacité des solutions envisagées.

3.6.4.1. Organisation spatiale

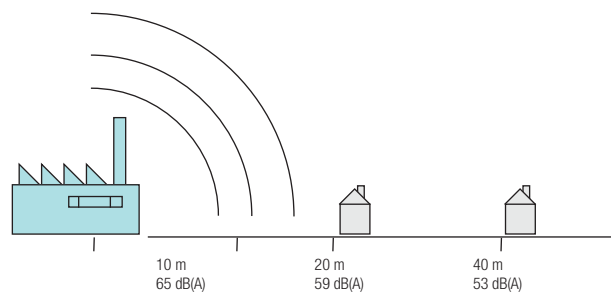
L'organisation spatiale des nouvelles installations industrielles doit impérativement être analysée vis à vis de leur situation acoustique, les choix effectués pouvant avoir des conséquences très importantes.

Eloignement

Une première recommandation technique consiste en l'éloignement des sources de bruit (usines, ateliers bruyants, etc. ...) des bâtiments des zones sensibles.

A une certaine distance, une usine peut être considérée comme une **source ponctuelle**.

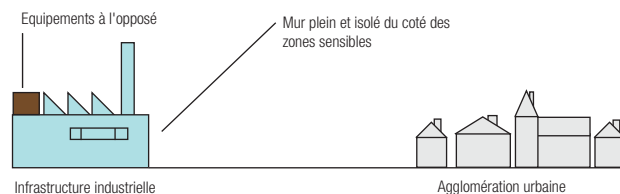
Les ondes sonores émises par une source ponctuelle se répartissent sur des sphères. En tout point de chaque sphère le niveau de pression est identique. Lorsque le récepteur s'éloigne de la source, la surface des sphères augmente et la densité d'énergie reçue diminue. Pour ce type de source on a une **diminution de 6 dB(A)** à chaque doublement de la distance, comme représenté sur le schéma suivant :



Cette solution est efficace si l'on peut doubler ou quadrupler la distance entre la source de bruit et le secteur exposé. Les espaces dégagés peuvent constituer des « zones tampon » destinées à des activités peu bruyantes et peu sensibles au bruit. Cette solution est parfois gratuite dans le cas d'installations neuves. Elle peut parfois être nécessaire dans le cas d'installations existantes, ce qui impose un déplacement.

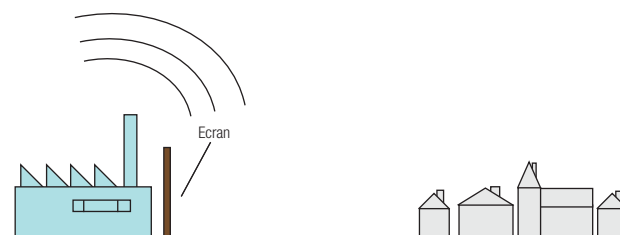
Orientation

Une autre solution qui permet de limiter les risques de nuisances sonores consiste à orienter de façon optimale les équipements bruyants par rapport aux zones les plus sensibles. De même que l'éloignement, cette solution relativement simple et de bon sens pour les installations neuves est souvent compliquée à mettre en œuvre dans le cas d'installations existantes.



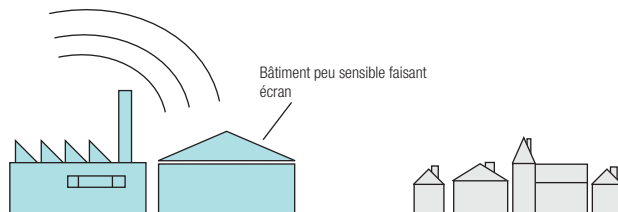
Protection

La performance d'un écran dépend principalement de ses dimensions (hauteur et longueur) et de la position respective de la source et du récepteur. Les merlons et les buttes de terre peuvent également être utilisés pour protéger les zones sensibles alors que les écrans uniquement végétaux sont agréables au niveau esthétique, mais inefficaces du point de vue acoustique. Le fonctionnement acoustique d'un écran est développé au chapitre 3.7.



L'efficacité d'un écran est limitée à une dizaine de décibels.

Des résultats très satisfaisants peuvent être obtenus en plaçant des bâtiments écrans (activités peu bruyantes et peu sensibles au bruit) entre l'infrastructure industrielle et l'agglomération urbaine. Cette approche est plus complexe parce qu'elle nécessite parfois une réflexion plus approfondie sur l'organisation de l'espace urbain (voir chapitre 3.2).



Selon la taille du bâtiment, l'efficacité peut être importante, jusqu'à une quinzaine, voire une vingtaine de décibels.

3.6.4.2. Actions applicables aux sources

Dans le cas d'installations neuves, ces actions viennent en complément des choix d'organisation spatiale. Dans le cas d'installations existantes, ce sont ces traitements que l'on cherchera à appliquer en priorité.

Les bruits des activités industrielles sont générés par un large éventail de sources sonores de forme et de nature différente. Pour cette raison, la protection contre le bruit industriel représente un problème très complexe et difficile à cerner. Cependant, il existe une série d'actions applicables directement aux sources qui permettent de limiter sensiblement l'impact de l'activité industrielle sur l'environnement.

Contraintes ou points sensibles au niveau des machines

Les solutions envisagées doivent respecter la productivité des machines et toutes les contraintes qui lui sont liées. En particulier les aspects suivants doivent être pris en compte :

- cycle de fonctionnement ;
- dimensions ;
- approvisionnement et évacuation ;
- fréquence et rapidité d'intervention ;
- échange de fluides ;
- maintenance ;
- mobilité.

Réduction de l'émission sonore

Le bon fonctionnement des machines doit être maîtrisé car en situation réelle, le bruit émis en dépend fortement :

- entretien et maintenance : limitation des jeux et des frottements ;
- adaptation de l'outillage ;
- réduction des vitesses ;
- limitation des vibrations ;
- équilibrage des composants ;
- calcul et réglage des échappements.

Réduction de la transmission

Si les machines fonctionnent correctement, les traitements suivants peuvent être envisagés :

- silencieux ;
- capotages ;
- écrans ;
- doublage des conduits de fluides ;
- déplacement.

Les principes de ces traitements sont présentés dans les paragraphes suivants.

Silencieux

Il existe de nombreux types de silencieux permettant de réduire l'énergie acoustique se propageant dans une gaine ou une canalisation.

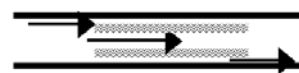
Les plus fréquemment utilisés sont les silencieux dissipatifs constitués de panneaux (baffles) de laine minérale dans lesquels vient se « dissiper » l'énergie acoustique.

Une variante de ces silencieux consiste à placer une tôle fine devant chaque baffle. Un effet membrane est ainsi créé. L'efficacité est alors renforcée aux basses fréquences et diminuée dans les aigües.

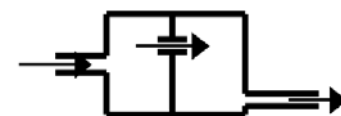
On utilise parfois des silencieux réactifs dans lesquels des cavités sont créées et accordées à certaines fréquences. Ils sont très efficaces autour de ces fréquences.

Enfin, il existe également des silencieux actifs constitués d'un microphone et d'un haut parleur qui génère un signal en opposition de phase. Ils sont très efficaces à une seule fréquence et ne prennent que peu de place.

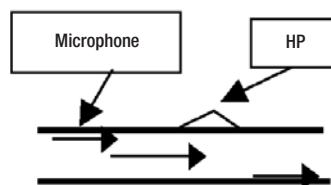
Silencieux dissipatif



Silencieux réactifs



Silencieux actifs



Capotage

Le capotage acoustique est installé autour de la machine. En général la cabine est équipée de portes acoustiques vitrées, d'un silencieux d'aération permettant d'évacuer par aspiration forcée l'air chaud dégagé par les moteurs, d'un tunnel acoustique et d'un oculus vitré de surveillance.

Ecran

Un écran peut être utilisé à proximité d'une machine. Se reporter au chapitre 3.7. sur le fonctionnement acoustique des écrans.

Doublages des conduits de fluides

Dans toute installation industrielle, les conduits constituent une source importante de bruit. Lorsque la circulation de l'air varie, à cause d'un changement dans la vitesse du ventilateur ou pour toute autre raison, la surface du conduit peut vibrer. Ce bourdonnement à lui seul peut produire des niveaux de bruit allant de 65 à 95 décibels à des fréquences qui vont de 10 à 100 Hz. La solution classique pour ce type de problème est le doublage des tuyauteries qui permet d'obtenir jusqu'à 15 dB à 20 dB en terme de gain acoustique.

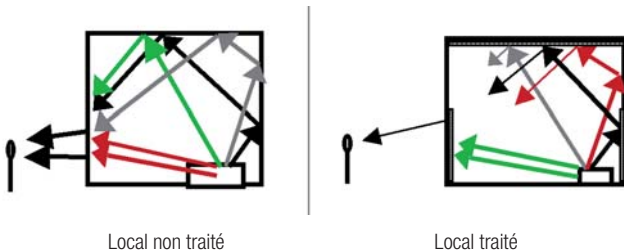
Déplacement

Dans certains cas, les contraintes d'exploitations et de la situation sont telles que la seule solution consiste à déplacer la machine.

3.6.4.3. Autres phénomènes à prendre en compte

Absorption

Une solution classique pour la réduction du bruit dû aux infrastructures industrielles est le traitement des parois internes avec de l'absorbant. Les matériaux absorbants atténuent les réflexions du son à l'intérieur des locaux, ce qui permet non seulement d'améliorer le confort acoustique interne mais aussi de réduire l'impact de l'activité industrielle sur l'environnement.



Ce traitement peut permettre de gagner jusqu'à 5 décibels pour le voisinage, ce qui reste faible mais améliore également sensiblement la qualité de vie dans le bâtiment lui-même.

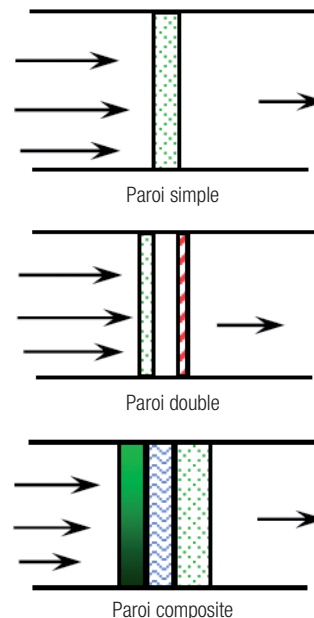
Isolation

L'isolation acoustique doit être maîtrisée dans de nombreuses situations : pour isoler un bâtiment, capoter une machine, optimiser un écran...

Une paroi est caractérisée par son indice d'affaiblissement acoustique R . Il est mesuré en laboratoire en l'absence de transmissions latérales et caractérise l'aptitude de la paroi à atténuer la transmission de bruits. Il dépend fortement de la masse de la paroi.

On utilise également très fréquemment le principe de double paroi (deux parements séparés par un vide d'air) qui permet d'obtenir un isolement identique avec une paroi beaucoup plus légère et de même épaisseur. Celle-ci exploite en effet les phénomènes de résonance dans la lame d'air.

Enfin, certaines parois composites sont conçues pour améliorer l'affaiblissement acoustique en jouant sur les propriétés des divers composants.



Les indices d'affaiblissement R_w obtenus par des parois simples sont en pratique limités à environ 60 dB. Bien étudiées, les parois doubles permettent d'obtenir des affaiblissements très importants, jusqu'à environ 80 dB. Les parois composites sont utilisées lorsque la place ou le poids sont limités. Les isollements sont en général plus faibles.

Vibrations

Le principe de l'isolation aux bruits de vibration est basé sur le contrôle de masses posées sur des ressorts. La fréquence de résonance doit impérativement se situer très en dessous de la fréquence d'excitation dont on souhaite se protéger.

Les vibrations, une fois transmises dans un matériau dur, se propagent à très grande distance avec très peu d'atténuation quelle que soit la fréquence.

3.6.4.4. Synthèse

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des solutions envisageables.

Solution	Efficacité	Coût	Avantage	Inconvénient
Eloignement	Sensible à partir d'un doublement de distance	Nul si l'espace est utilisé et les bâtiments neufs	Coût et pérennité	Rarement possible
Orientation	Très efficace pour des grandes installations	Réorganisation éventuelle de la production	Faible coût et pérennité	Pas toujours possible
Ecran	Limitée, et imposée par les conditions locales	Faible si faible hauteur	Simple et ne perturbe pas l'installation, cette solution est souvent utilisée en toiture pour les équipements.	Hauteur souvent limitée, perturbe le paysage
Bâtiment écran	Meilleure qu'un écran de par la taille du bâtiment	Nul si bâtiment neuf	Très efficace et à coût nul si pensé dès l'approche urbanistique	Le bâtiment écran doit parfois être isolé du bruit (ex bureaux)
Silencieux	Limitée par la perte de charge créée	Très variable selon les dimensions et les performances	Traitement à la source qui profite à tous	La place nécessaire n'est pas toujours disponible. Maintenance nécessaire
Capotage des machines	Limitée par les ouvertures et les accès nécessaires à l'exploitant	Élevé pour des machines complexes ou de grande dimensions	Traitement à la source qui profite à tous	Le coût et les contraintes d'exploitation
Doublage des conduits	Importante si correctement dimensionnée	Parfois élevé si l'accès est difficile	Traitement à la source qui profite à tous	L'accès est souvent difficile
Absorption dans le hall	Très limitée	Élevé si le hall est encombré	Améliore simultanément et parfois nettement les conditions de travail	Efficacité limitée pour le voisinage

Exemple de cas concret

Cette partie présente une étude d'un cas concret montrant la mise en pratique des solutions techniques exposées dans les paragraphes précédents. La méthodologie présentée n'a aucune ambition de généralité, mais elle permet d'avoir une idée plus précise de l'approche adoptée dans un cas réel.

Cas d'une centrale thermo-frigorifique

Une société produit et distribue l'énergie calorifique à toutes les installations de climatisation qui desservent un quartier d'affaires. L'installation est insérée dans un contexte fortement urbanisé et est limitrophe à des quartiers résidentiels. La centrale fait partie des Installations classées soumises à autorisation (arrêté du 23 janvier 1997) concernées par la directive européenne pour la protection de l'environnement. Une méthodologie a été définie pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement des bruits aériens émis par une ou plusieurs sources sonores appartenant à cette installa-

tion. Elle a pour finalité de rechercher la protection des riverains de la centrale sans imposer pour autant aux industriels des prescriptions qui seraient irréalisables.

Dans un premier temps, un modèle de propagation sonore a été établi afin de prévoir l'impact sonore de l'installation sur son voisinage. Conformément à la directive européenne, il permet également de réaliser une cartographie acoustique représentant les émissions sonores du site dans l'environnement.

Les niveaux sonores ne doivent pas dépasser les valeurs réglementaires en limite de propriété.

Une fois élaborée la cartographie acoustique, une série de solutions ont été envisagées pour les équipements techniques afin d'être en conformité avec la réglementation :

- les tours aéro-réfrigérantes ont été habillées par un capotage métallique permettant d'atténuer le rayonnement des carcasses. Ce capotage comporte une face intérieure absorbante. En partie basse cette face absorbante agit comme silencieux au niveau de l'entrée d'air. Le capotage referme les deux tours dos à dos ainsi que les tours en vis-à-vis. De cette manière, seul le refoulement des tours rayonne vers l'extérieur en partie haute. En partie basse le bruit des tours est atténué par un revêtement de sol absorbant, le bruit résultant étant rayonné à travers les prises d'air du capotage ;
- des pièges à son ont été installés sur les tours, à la fois sur l'aspiration et sur le refoulement d'air ;
- le bâtiment froid a été doté de doubles parois, afin d'augmenter au maximum l'isolation par rapport à l'extérieur ;
- des silencieux ont été installés sur les réseaux de tous les ventilateurs.

Ces solutions ont permis de respecter les objectifs réglementaires précédemment définis.

Trois ans plus tard, un compresseur légèrement déréglé a suffi pour provoquer pendant des mois une gêne importante dans tout un immeuble voisin, qui résonnait à la même fréquence. Environ 150 personnes étaient gênées. L'acousticien a dû faire une enquête approfondie pour vérifier d'abord qu'il s'agissait bien d'un problème vibratoire, puis pour localiser l'équipement responsable.

Quatre ans après, la décision de construire une nouvelle usine a été prise pour satisfaire à la demande croissante. La collectivité a été fortement impliquée dans le choix du site. Parmi ses très nombreux critères techniques ou politiques, la situation acoustique a pu être prise en compte à sa juste valeur : le site est en bordure d'un boulevard très passant qui crée un phénomène de masquage important pour les logements situés de l'autre côté. De plus, l'acousticien a été intégré aux études dès les premières étapes. Les équipements bruyants ont pu être situés du bon côté du bâtiment, ce qui permet d'assurer la faisabilité du projet. Au-delà de l'expérience de l'exploitant accumulée avec la première usine, l'influence de la collectivité a été fondamentale pour que le site retenu permette effectivement la réalisation du projet sur le plan acoustique.

3.7 LES ÉCRANS ANTIBRUIT

Introduction

Les écrans acoustiques placés entre sources et récepteurs, permettent de se protéger contre les nuisances sonores des transports terrestres et parfois des industries.

La fonction première de l'écran est de s'opposer à la transmission directe du son. Il suffit pour cela que la masse par unité de surface et l'étanchéité du dispositif soient suffisantes pour s'opposer à la transmission directe du son.

Les écrans acoustiques nécessitent un espace important pour leur mise en place. Ils peuvent être installés en position verticale ou inclinée. Ils sont réfléchissants ou absorbants sur une ou deux faces et peuvent être surmontés de dispositifs additionnels tels que des « casquettes » ou des couronnements.

Ce chapitre traite dans un premier temps du principe de fonctionnement et de la conception des écrans acoustiques. Dans un deuxième temps, on aborde les règles de base permettant de disposer d'un ouvrage efficace et pérenne.

3.7.1 QUEL TYPE D'ÉCRAN METTRE EN PLACE ?

Le choix entre les différents types d'écrans est fonction des conditions de site. Les deux grandes familles sont d'une part les écrans acoustiques composés de panneaux maintenus par des poteaux fixés sur des fondations en béton, et d'autre part les buttes de terre ou merlons.

Les écrans acoustiques peuvent, suivant le contexte, être constitués de panneaux absorbants ou réfléchissants. On a ainsi recours à des écrans droits absorbants quand on veut minimiser les réflexions parasites se produisant lorsque le bruit en provenance de la source sonore se réfléchit vers des zones que l'on veut protéger. Les buttes de terre ou merlons se trouvent surtout en milieu interurbain, que ce soit en zone rurale ou en zone périurbaine. L'inconvénient principal de cette catégorie d'écrans est l'emprise au sol importante qu'elle demande. Elles représentent toutefois des protections économiques et efficaces si l'on dispose d'excédents de déblais ou de matériaux impropres au réemploi en remblai.

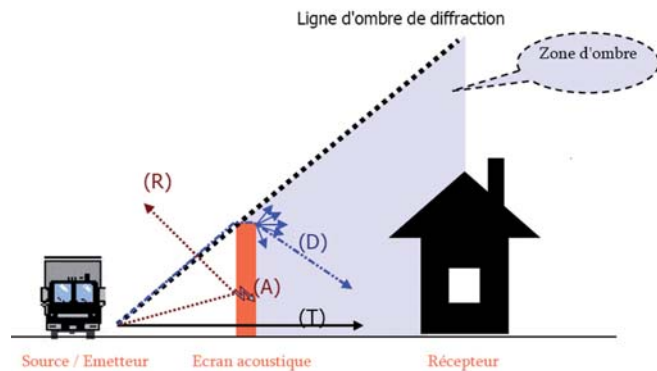
Pour améliorer l'insertion paysagère d'un écran ou d'une butte de terre (cf ch.3.7.4.e)), différents matériaux sont disponibles pour la conception des panneaux (ils sont détaillés plus loin), la mise en place d'une végétation peut aussi être envisagée. Elle se traduit par la plantation de végétation à l'avant et/ou à l'arrière du mur, par la suspension de bacs remplis de terre végétale, etc.

Remarque : contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'efficacité d'une simple rangée d'arbres est quasi-nulle sur le plan acoustique. Il faudrait une forêt d'arbres plantés densément de plus d'une centaine de mètres de largeur pour obtenir, sous certaines conditions, une diminution acoustique de l'ordre de 1 à 3 dBA. Toutefois, il ne faut pas négliger l'impact psychologique que peut avoir sur un riverain la plantation de végétation lui masquant la source sonore. L'acceptation du bruit peut alors être meilleure même s'il n'y a pas réduction du niveau sonore.

3.7.2 COMMENT FONCTIONNE UN ÉCRAN ACOUSTIQUE ?

Lorsque l'onde sonore se propage des sources en direction du récepteur, certains rayons sonores contournent l'écran, d'autres rencontrent l'écran. Une partie de l'onde sonore :

- est transmise par l'écran ;
- est réfléchi ou absorbée par l'écran ;
- est diffractée sur les arêtes de l'écran.



• Transmission (T)

L'onde transmise à travers l'écran peut se propager vers le récepteur. Généralement l'onde transmise est de faible intensité ce qui la rend négligeable. Cette atténuation de l'énergie au cours de la transmission est une caractéristique intrinsèque de l'écran facile à obtenir en utilisant des matériaux appropriés et une mise en œuvre adaptée.

• Réflexion (R) / Absorption (A)

Lorsque l'onde sonore rencontre l'écran, une partie de l'énergie incidente est absorbée, le reste est renvoyé par l'écran. La réflexion de l'onde sonore peut s'avérer indésirable pour des habitations situées face à l'écran ou dans le cas de deux écrans parallèles pour lesquels l'efficacité globale peut être détériorée. L'utilisation de matériaux adaptés (absorbants) pour la face de l'écran située côté route permet de réduire cette énergie réfléchi.

• Diffraction (D)

Lors de la diffraction, l'onde sonore est atténuée mais continue sa propagation en direction du récepteur. En réalité, tout se passe comme si les arêtes de l'écran étaient devenues des sources sonores rayonnant dans toutes les directions mais avec une puissance atténuée. L'efficacité d'un écran est quasiment conditionnée par la diffraction des ondes sonores. L'efficacité est proportionnelle à la différence de marche entre un rayon direct et un rayon diffracté c'est-à-dire qui passe par une arête de l'écran.

L'efficacité globale d'un écran est en grande partie conditionnée par son efficacité en diffraction (implantation, hauteur, géométrie du sommet) ainsi que par la portion de la route non masquée (longueur, car diffraction sur l'arête verticale de l'écran). Le choix du matériau a une influence faible.

Les écrans acoustiques permettent d'obtenir des gains moyens de 5 à 7 dB(A) et dans le meilleur des cas, des gains de 10 à 12 dB(A).

Remarque : les couvertures

- partielles : elles conviennent pour des atténuations atteignant ou dépassant 15 dB(A) au niveau des rez-de-chaussée, et elles permettent également de traiter des bâtiments de grande hauteur. Elles sont adaptées lorsque le bâti se situe d'un seul côté de la voie ;
- ajourées : appelées « damiers phoniques », ces protections consistent à couvrir la chaussée d'un dispositif atténuant la propagation des niveaux sonores, elles permettent un éclairage et une ventilation naturelle de l'infrastructure ;
- totales : cas des tunnels, ce sont les protections à la source les plus efficaces, mais également les plus coûteuses aussi bien en construction qu'en entretien et fonctionnement.

3.7.3 COMPOSITION D'UN ÉCRAN ACOUSTIQUE

D'une manière très schématique, on peut considérer qu'un écran est constitué d'une partie visible, qui est la partie acoustiquement active, et d'une partie enterrée, qui est la fondation.

Afin que leur construction soit la plus économique possible, la partie active des écrans est le plus souvent constituée d'éléments indépendants juxtaposés, facilement transportables, construits en usine.

Au contraire, les fondations sont construites en place, sauf dans le cas un peu particulier où on utilise des semelles en béton préfabriquées.

3.7.3.1 Panneaux et fondations

On distingue dans ce paragraphe les trois grands éléments constituant les écrans acoustiques qui sont, dans l'ordre de leur mise en place, les fondations, les poteaux et les panneaux.

Fondations

Les écrans acoustiques sont fondés de plusieurs manières différentes :

- soit sur des pieux ou micropieux forés en béton armé ;
- soit sur semelles superficielles, lorsque le sol présente en superficie de bonnes caractéristiques géotechniques.

Poteaux

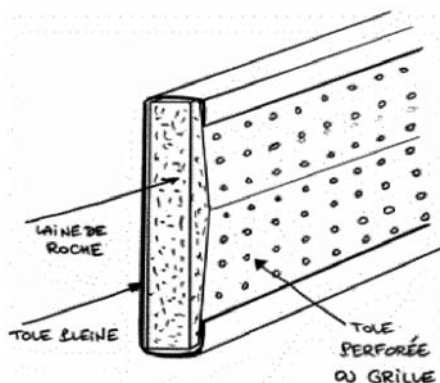
La grande majorité des écrans acoustiques comportent des poteaux métalliques. Sur les projets les plus courants, ces poteaux sont constitués par des profilés en acier galvanisé peint ou en aluminium peint. En général, les panneaux sont plaqués sur la semelle ou sur l'une des semelles des profilés par l'intermédiaire d'un système de calage.

Panneaux acoustiques

Différentes sortes de panneaux sont disponibles sur le marché, les principaux sont détaillés ci-dessous.

- Panneaux métalliques :

Sur les écrans les plus simples, ces panneaux sont constitués par l'empilement de petits panneaux standardisés, souvent appelés caissons. Les caissons sont constitués d'une tôle en acier ou en aluminium peint, pliée en forme de C, d'un panneau de laine de roche et d'une tôle ajourée ou d'une grille placée coté chaussée.



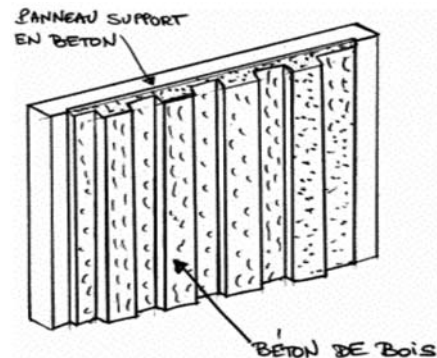
- Panneaux en bois :

Ils peuvent être réfléchissants, absorbants simple face ou absorbants double face. Les panneaux absorbants simple face sont constitués par un cadre intérieur, une face côté route ajourée, une face côté riverains pleine et un ou plusieurs blocs de laine de roche séparés de l'ossature par une lame d'air.

La grille avant pouvant laisser passer des rongeurs, les panneaux de laine de roche sont protégés par un treillis ou une grille métallique interposés entre eux et la grille en bois.

- Panneaux en béton, réfléchissant ou absorbant :

Ces écrans comportent en général des panneaux acoustiques, composés de panneaux en béton ou en béton armé constituant la structure porteuse. Ces panneaux en béton sont utilisés uniquement pour la réalisation d'écrans réfléchissants. Lorsqu'on souhaite que ces panneaux soient absorbants, on les habille de panneaux de béton de bois le plus souvent.



- Panneaux transparents en matière plastique

Les panneaux transparents, utilisés uniquement pour la réalisation d'écrans réfléchissants, nécessitent une importante maintenance. La plupart des panneaux transparents sont aujourd'hui constitués de plaques en polycarbonate ou en méthacrylate. Leur principal inconvénient est d'être une cible de choix pour les taggers.

A noter que le verre a presque disparu du fait de sa trop grande vulnérabilité au vandalisme.

Avertissement : panneaux associant plusieurs matériaux.

De nombreux écrans font appel à des panneaux associant plusieurs matériaux. Ces écrans ne sont pas sans poser de problèmes structuraux. En effet, les matériaux n'ayant pas le même coefficient de dilatation thermique, des mouvements différentiels plus ou moins importants ont lieu à chaque cycle thermique, ce qui peut finir par endommager les panneaux.

3.7.3.2 Matériaux constituant les panneaux acoustiques

Laines minérales

De nombreux types d'écrans font appel à la laine minérale comme matériau absorbant. Il s'agit d'un matériau fibreux développé depuis longtemps pour l'industrie et le bâtiment. La laine minérale se rencontre sous deux formes : la laine de roche et la laine de verre. Leurs épaisseur et densité conditionnent le caractère plus ou moins absorbant des écrans.

Bétons poreux absorbants

L'ajout de certains matériaux dans le béton confère à ce dernier des propriétés intéressantes en matière d'absorption acoustique. Le plus courant des bétons absorbants est le béton de bois.

Bois

Les bois utilisés pour la réalisation d'écrans acoustiques sont principalement des résineux. Les bois dont la durabilité naturelle n'est pas suffisante reçoivent un traitement en autoclave.

Plastiques transparents (méthacrylate, polycarbonate,...)

La grande majorité des écrans transparents comportent des panneaux constitués soit de polyméthacrylate de méthyle souvent aussi appelé PMMA ou méthacrylate.

Ecrans végétalisables

Certains écrans dits végétalisables sont constitués par des éléments creux remplis de terre et mis en végétation. Ces écrans présentent plusieurs avantages : leur aspect facilite l'insertion paysagère, ils sont rarement tagés, recouverts d'affiches ou vandalisés et leur emprise au sol est plus faible qu'une butte de terre ou un merlon.

Attention cependant, ce type d'écrans n'est à utiliser que lorsque le maître d'ouvrage est en mesure d'assurer un entretien régulier de la végétation.

Pour les produits et matériaux constituant un écran, les spécifications acoustiques portent sur les caractéristiques intrinsèques de l'écran. La norme NF EN 1793 qualifie les dispositifs tant sur le plan de leur capacité d'absorption acoustique (partie 1) que sur le plan de l'isolation aux bruits aériens (partie 2). Cette qualification des produits et matériaux est à la charge de l'entreprise.

La norme NF EN 1794 traite pour sa part des spécifications non acoustiques des écrans. Sa partie 1 aborde les performances mécaniques et les exigences de stabilité que doit satisfaire l'ouvrage et sa partie 2, les prescriptions générales pour la sécurité et l'environnement.

Important : marquage CE des écrans acoustiques

Depuis le 1er mai 2007, un arrêté permet d'appliquer aux écrans acoustiques routiers les dispositions européennes en matière de marquage CE. Ce marquage obligatoire concerne tous les nouveaux produits fabriqués et commercialisés dans l'Union Européenne.

Les performances des écrans, tant acoustiques (absorption et isolation) que mécaniques (résistance aux charges, réflexion lumineuse, durabilité, ...) sont décrites dans ce marquage. C'est au fabricant que revient la déclaration de performance de son produit ; il est entièrement responsable du respect de l'ensemble des obligations liées au marquage CE.

3.7.4 QUELQUES RÈGLES CONSTRUCTIVES

L'implantation d'un écran acoustique se fait soit sur une infrastructure nouvelle, soit sur un réseau existant. C'est ce dernier cas qui pose le plus de problème au maître d'ouvrage puisqu'il doit composer avec des contraintes plus nombreuses. Les quelques règles ci-dessous mettent donc l'accent sur les bonnes pratiques à adopter en matière d'implantation, de construction et d'exploita-

tion de ce type d'ouvrage que ce soit pour le bruit des transports ou le bruit des industries.

Implantation de l'écran par rapport à la voie

On obtient une efficacité acoustique optimale en respectant quelques règles simples d'implantation et de positionnement de l'écran. Des dispositifs ou formes d'écrans particuliers permettent aussi, dans certains cas, d'améliorer cette efficacité sans en augmenter sensiblement le coût.

Dans le cas général, c'est l'implantation au plus près de la source qui représente la solution la plus pertinente. Elle doit évidemment être compatible avec le respect des règles de sécurité.

A titre d'exemple, pour un récepteur situé à 60 m d'une voie et à 5 m de hauteur, qui aurait un niveau sonore de 70 dB(A) sans écran acoustique, le gain si un écran de 4 m de hauteur (de longueur infinie) est implanté à 5 m de la voie est d'environ 12 dB(A), soit un niveau sonore au récepteur de 58 dB(A).

Pour un écran situé à 20 m de la voie le gain n'est plus que de 8,5 dB(A) soit un niveau sonore de 61,5 dB(A) au récepteur.

Pour résumer, l'efficacité d'un écran est d'autant plus forte qu'il est installé proche de la source et, que le récepteur est situé en zone d'ombre.

Influence de la géométrie et de la disposition de l'écran

En présence d'un écran acoustique, l'énergie sonore reçue au récepteur provient :

- d'une part de la zone masquée par la protection après diffraction sur les arêtes horizontales et verticales de l'écran ;
- d'autre part de la zone non protégée et toujours en vue directe de la voie.

Cela a pour conséquence d'avoir à prévoir des longueurs d'écran importantes pour masquer suffisamment la voie routière vue depuis les récepteurs à protéger. Si l'on veut diminuer la surface de l'écran à construire, il faut donc optimiser les paramètres hauteur et longueur. Autre solution pour réduire au maximum la portion de route non masquée : ajouter des murs en retour aux extrémités de l'écran. Il faut pour cela disposer d'emprises suffisantes.

A titre d'exemple, pour une hauteur d'écran supérieure à 4 mètres, les gains dus aux murs en retour peuvent atteindre 2 à 3 dB(A).

De même, l'utilisation des couronnements d'écrans est judicieuse pour les écrans implantés le long des voies en remblai ou en viaduc, situation dans laquelle les récepteurs sont généralement situés en forte zone d'ombre. Les gains attendus ne dépassent pas 2 à 3 dB(A) généralement. Pour protéger des récepteurs situés à des étages élevés d'immeubles, on privilégiera le rehaussement de l'écran.

D'autres choix sont possibles pour optimiser l'efficacité acoustique, par exemple incliner l'écran et ce pour diverses raisons :

- raison acoustique : afin de renvoyer les ondes réfléchies en dehors des zones bâties. Dans le cas d'écrans parallèles, l'inclinaison des écrans permet d'éviter les réflexions multiples et donc l'amplification du champ sonore. Cette technique représente dans certains cas une alternative à l'utilisation d'écrans absorbants (notamment lorsque des écrans transparents sont mis en oeuvre) ;
- raison de sécurité : l'inclinaison du mur est nécessaire lorsque ce dernier est très proche d'une barrière de sécurité, voire lorsqu'il

est directement fixé dessus. Cela permet de respecter un « cône d'évitement » derrière la barrière ;

- raison esthétique, architecturale : l'inclinaison des écrans permet d'ouvrir le champ visuel de l'automobiliste. Incliner certaines portions d'écrans permet également de rompre la monotonie d'un ouvrage.

Choix du matériau : absorbant ou réfléchissant ?

L'insertion d'un écran acoustique dans un site entraîne l'apparition de réflexions des ondes sonores qui peuvent s'avérer gênantes. Les écrans absorbants sont ainsi recommandés dans les cas suivants :

- l'écran est situé d'un seul côté de la voirie, la zone d'habitations étant de l'autre côté ;
- les écrans sont en vis-à-vis, implantés de part et d'autre de la voirie ;
- la configuration de site est telle que des réflexions parasites entre les véhicules (trains ou poids lourds) et l'écran très proche peuvent dégrader l'efficacité de l'écran.

Pour tous les cas où la présence de l'écran entraîne la création de réflexions indésirables des ondes sonores, l'enjeu de l'utilisation d'un matériau absorbant sur une des faces de l'écran (ou sur les deux) est extrêmement variable. Les simulations révèlent que le gain lié à l'utilisation d'absorbant reste inférieur à 2 dB(A) pour le cas d'une zone située en face d'un écran unique mais peut atteindre 10 dB(A) ou plus dans le cas d'une tranchée.

Remarque : l'absorption est une caractéristique intrinsèque du matériau avec lequel est réalisé l'écran. Des valeurs minimum peuvent être prescrites lors des appels d'offres.

En milieu urbain, dans les rares cas où les matériaux absorbants ne sont pas nécessaires (cf ci-dessus), on pourra recourir à l'utilisation de matériaux réfléchissants notamment pour des raisons économiques ou de facilité d'entretien.

Le choix du matériau dépend aussi du site et de l'environnement dans lequel est implanté l'ouvrage. Les matériaux choisis doivent être en mesure de résister aux agressions d'un environnement qui peut se montrer très hostile : gaz d'échappements, projections de neige, d'eau, de sels de déverglaçage, vandalisme, graffiti, nettoyage au jet sous pression.

Étanchéité acoustique des écrans

Compte tenu de sa construction, un écran acoustique comporte des discontinuités qui sont de nature à dégrader sa performance acoustique. Ces discontinuités se situent :

- entre les panneaux et les poteaux ou entre deux panneaux auto-porteurs contigus ;
- entre le bas des panneaux et la fondation.

Voici quelques solutions simples à mettre en œuvre pour minimiser les risques de fuite :

- entre éléments d'un même panneau, il est possible de travailler la forme des éléments pour qu'ils s'emboîtent les uns dans les autres. Ces dispositions complexifient un peu les structures mais sont souvent plus durables ;
- entre panneaux et poteaux, pour éviter que les joints ne se détachent de la structure, il faut mettre en œuvre de vrais joints indépendants ;
- entre les fondations et les éléments :
 - fondations et panneaux : posés sur des fondations en béton, les panneaux reposent ainsi sur toute leur longueur et ne se défor-

ment pas. Il ne doivent pas être posés directement sur le sol afin d'éviter les remontées d'eau néfastes à leur durabilité et le passage de l'onde sonore sous l'écran, du fait du tassement de la terre ;

- fondations et poteaux : la liaison à assurer entre ces deux parties, par des tiges en acier galvanisé fileté, permet de plaquer le pied du poteau sur la fondation.

Pour que l'écran constitue un véritable obstacle en transmission, il est impératif que les discontinuités soient aussi étanches que possible.

A l'attention du maître d'ouvrage : en ce qui concerne la réception acoustique de l'ouvrage, les spécifications portent sur les caractéristiques de l'écran, considéré comme un ensemble formé de la structure porteuse, des panneaux et des joints. Elles sont référencées dans la norme NF S 31-089 qui est un code d'essai pour la détermination des caractéristiques intrinsèques des écrans installés in situ.

Insertion paysagère de l'écran

On distingue la perception de l'ouvrage par l'utilisateur de l'infrastructure de la perception par le riverain. La première est dynamique et dépend de la vitesse de déplacement, la seconde est statique.

L'utilisateur de la route a besoin de repères tout au long de son parcours afin de lui permettre de se situer, d'identifier les zones qu'il traverse mais aussi pour l'aider dans sa conduite. On veillera donc à proposer à l'utilisateur des repères propres à casser la monotonie de l'itinéraire et la sensation de fermeture de l'espace qu'engendre la présence de protections acoustiques.

La présence d'écrans acoustiques bouleverse les pratiques et les usages des riverains. Le problème de fermeture visuelle se pose encore plus de son côté. Le projet doit donc s'intéresser à l'usage possible des terrains voisins de l'infrastructure. Ces terrains peuvent être publics ou privés, la réponse à apporter sera alors différente : création d'espaces verts, de chemin piétonnier, aménagement de zones de loisir, etc. Dans tous les cas, l'aspect esthétique des écrans ne doit surtout pas être négligé.

Entretien

Le maître d'ouvrage doit avoir conscience que suivant la nature d'écran installé, le budget entretien peut se révéler conséquent. Dans le cas d'écrans transparents par exemple, il faut prévoir le nettoyage des graffitis qui même avec un traitement préventif nécessitent d'être enlevés. Dans le cas d'écrans végétalisables, il faut prévoir dès la conception un système d'arrosage automatique de même qu'un chemin d'accès pour le taillage des plantes. De même, pour conserver les performances acoustiques en transmission de ce type d'écran, il est nécessaire de compenser périodiquement le tassement naturel de la terre par un nouvel ajout de matériau.

D'une façon générale, il est préférable de privilégier des formes d'écrans simples de façon à ce que la réparation ou le remplacement de certaines pièces soient facilités en cas de dégradations accidentelles ou volontaires (vandalisme). En effet, dans ce cas, il est essentiel de pouvoir réaliser les réparations rapidement afin d'éviter que les dommages ne s'étendent.

3.7.5 COÛT

Il est délicat de donner un coût moyen de construction des écrans acoustiques. On peut cependant distinguer trois grands postes de coûts :

- le matériel : comprend les panneaux, les poteaux, les joints....à titre d'exemple, l'inclinaison d'un écran présente un surcoût surtout lorsqu'il s'agit d'écrans de grande hauteur ;
- leur mise en œuvre : gros œuvre, fondations, lieu d'implantation (hors ou sur un ouvrage d'art) ; ce coût représente généralement la plus grosse part du coût total de l'ouvrage ;
- des dépenses connexes telles que l'acquisition de terrain ou le soin apporté à l'insertion paysagère.

Les ratios donnés ci-après peuvent donc être sujets à caution, ils permettent cependant d'avoir un ordre d'idée des coûts globaux de tels ouvrages :

- pour un modèle industrialisé, classique, en béton, béton de bois ou bois : 300 à 450 € / m²,
- pour un modèle particulier, en matériau transparent, avec des contraintes de site importantes : jusqu'à 800 à 900 € / m².

Ces ordres de grandeur sont donnés à titre indicatif pour les ouvrages courants en bord de voie routière sans contraintes particulière. Les coûts peuvent être nettement plus importants pour des autoroutes urbaines ou des voies ferrées compte tenu des contraintes d'exploitation, d'équipements, d'accès et de sécurité.

3.8 COMBINAISONS D'ACTIONS

3.8.1. UN PPBE, DES ACTIONS COMBINÉES

Un PPBE est une liste d'actions multiples qui peuvent, selon le cas, être mises en œuvre de manière combinée. Le PPBE doit être conçu comme une démarche globale, la combinaison de certaines actions devant permettre de traiter un secteur donné afin d'obtenir le meilleur rapport coût/bénéfice.

Cette approche existe déjà au niveau institutionnel. L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a ainsi consacré la nécessité de combiner les actions envisageables. Dès 2001, son assemblée a entériné la notion d'une « approche équilibrée » pour la gestion du bruit des aéronefs (Appendice C de la Résolution A33-7 de l'Assemblée). Cette approche consiste à identifier les problèmes de bruit pour un aéroport puis à analyser les diverses mesures disponibles pour l'atténuer en combinant quatre principaux éléments, à savoir :

- la réduction du bruit à la source ;
- la planification et la gestion de l'utilisation des terrains ;
- les procédures opérationnelles d'atténuation du bruit ;
- les restrictions à l'exploitation.

Cette approche a pour but d'attaquer le problème du bruit sous l'angle du meilleur rapport coût/efficacité possible.

De la même façon, pour réduire les nuisances sonores aux abords d'infrastructures de transports terrestres existantes, un maître d'ouvrage peut être amené à combiner différentes solutions comme la mise en œuvre d'un revêtement routier « peu bruyant »,

la construction d'un écran acoustique de hauteur moyenne et un renforcement des isolements de façade. Une telle combinaison de solutions présente souvent un meilleur rapport coût/bénéfice que, par exemple, une couverture totale de l'infrastructure ou même un écran de grande hauteur.

Lors de l'estimation des gains attendus, il faudra non seulement évaluer les gains obtenus individuellement pour chaque action, mais aussi les estimer dans l'hypothèse d'une mise en œuvre combinée de plusieurs actions.

Sur ce point, il faut rester prudent lorsque l'on évalue les gains attendus sous l'effet d'une combinaison de mesures. En effet, la combinaison retenue n'est pas toujours une simple addition des gains des niveaux sonores unitaires, il faut tenir compte des paramètres temporels et fréquentiels pour lesquels les gains sont obtenus. Il en est ainsi par exemple des écrans acoustiques et des revêtements routiers peu bruyants pour lesquels les réductions de niveaux sonores sont différentes suivant les fréquences considérées.

3.8.2. LE CAS PARTICULIER DES SITUATIONS DE MULTI EXPOSITION

L'élaboration d'un PPBE adapté se complexifie encore lorsque l'on considère le cas de zones soumises à plusieurs sources de bruit de type différent, dans les secteurs dits en multi-exposition. Si les sources sont du même type (plusieurs sources routières par exemple), il est possible d'effectuer un simple cumul énergétique, mais lorsqu'elles présentent des caractéristiques temporelles et spectrales différentes (route + fer, aérien + route, par exemple), l'approche doit être plus prudente.

C'est le cas pour des secteurs qui dépassent par exemple au moins une des valeurs limites, mais cela peut aussi être le cas lorsque les valeurs limites par type de source ne sont pas atteintes, mais que leur cumul conduit à une exposition globale équivalente en terme de gêne au dépassement d'une valeur limite. Autrement dit, lorsque le niveau de bruit de chacune des sources prise séparément ne pose pas de problème mais que la superposition de différentes sources le devient.

Nous sommes alors confronté à la difficulté du choix de traitement : quelle source traiter ? Et de combien doit-on la réduire ?

Le tableau du chapitre 2.2 le montre : un bâtiment exposé à deux sources de bruit routière et ferroviaire, de niveaux sonores respectifs en Lden de 67 dB(A), inférieur au seuil de 68 dB(A), et de 72 dB(A), inférieur au seuil de 73 dB(A), est éligible Point noir bruit du fait du cumul : $67 + 72 = 73,2$ dB(A), supérieur au seuil de 73 dB(A).

Les cartes de bruit constituent alors des outils de diagnostic destinés à bâtir une stratégie qui se concrétise au moment de l'approbation des Plans de prévention du bruit dans l'environnement. Une approche de la multi-exposition à travers une série de cartes à l'échelle adaptée s'avère indispensable au moment de l'élaboration du PPBE pour traiter les zones les plus multi-exposées.

Elle est tout aussi indispensable lorsqu'on se préoccupe de la sauvegarde des zones calmes.

Si une autorité compétente décide de représenter l'exposition sonore globale sur son agglomération, une simple carte de superposition des cartes mono-source peut aider le citoyen à avoir une vision globale et comparative de l'impact des sources de bruit. Une telle carte constitue un élément intéressant pour l'aider à fonder les futurs PPBE, mais compte tenu des différences temporelles entre sources, son utilisation doit rester prudente.

D'autant plus prudente que quantifier la gêne acoustique nécessite de disposer de descripteurs adaptés, également appelés indices. Le L_{den} et le L_n sont les deux indices de base retenus par la directive européenne et sa transposition. Il n'existe actuellement pas de document de référence pour quantifier les relations entre niveaux de bruit et proportion de population gênée (relations « doses-réponses »). Un groupe de travail réuni à l'initiative de la Commission européenne a produit un document « position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance » reprenant notamment les relations entre l'indicateur L_{den} et la proportion de personnes gênées. Ces relations ont été établies sur la base d'un ensemble d'études scientifiques réalisées en Europe, en Amérique du Nord et en Australie. Ce document n'a pas fait l'objet d'un consensus général au niveau de la Commission, mais constitue une première base intéressante en l'absence de document de référence sur le sujet de la part de l'OMS.

A titre d'information, voici les principales conclusions du document qui sont synthétisées sous la forme de tableaux et de graphiques.

On constate qu'à niveau L_{den} identique, le bruit aérien apparaît comme la source la plus gênante, devant le bruit routier et le bruit d'origine ferroviaire.

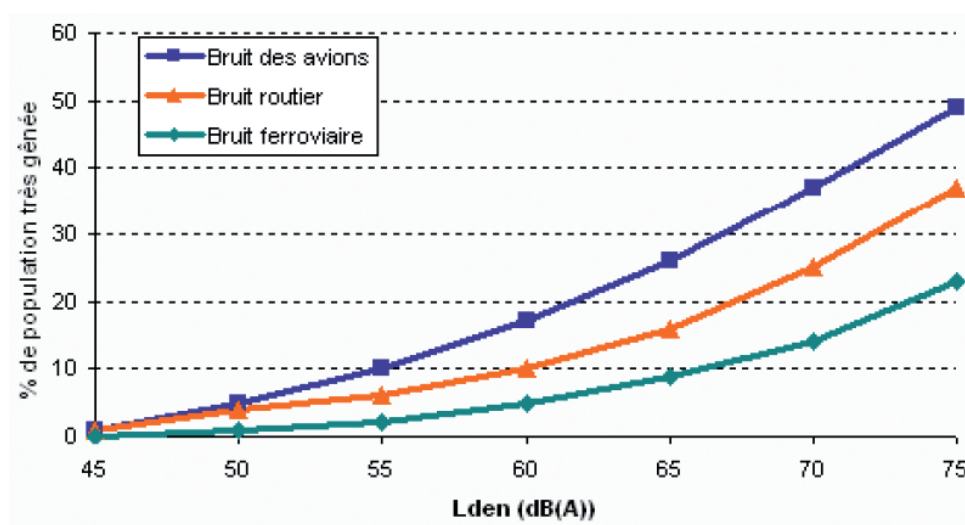
Pour les besoins de la cartographie stratégique, il manque le bruit industriel qui n'apparaît pas dans les conclusions de ce travail.

En conclusion, on peut indiquer que la prise en compte de la multi-exposition doit être effective au moment de l'élaboration d'un PPBE sur les secteurs effectivement concernés par la superposition de plusieurs sources de bruit, mais la quantification de la gêne et donc des objectifs à instituer doivent faire appel aux spécificités de chaque source sonore.

L'intérêt des PPBE est justement d'organiser la concertation et de trouver des solutions conjointes à l'ensemble des intervenants et décideurs, pour prévenir et réduire les nuisances sonores. L'autorité responsable de l'élaboration du PPBE devra s'assurer que les points critiques et en particulier les problèmes que soulève la diminution des zones multi-exposées soient traitée du mieux possible.

L_{den}	Bruit du trafic aérien		Bruit du trafic routier		Bruit du trafic ferroviaire	
	% gênés	% très gênés	% gênés	% très gênés	% gênés	% très gênés
45	11	1	6	1	3	0
50	19	5	11	4	5	1
55	28	10	18	6	10	2
60	38	17	26	10	15	5
65	48	26	35	16	23	9
70	60	37	47	25	34	14
75	73	49	61	37	47	23

Source : Commission européenne 2002, "Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance"



4

Chapitre 4 : Pour aller plus loin

4.1- ANALYSE DE QUELQUES EXPÉRIENCES ET PROPOSITION D'UN PLAN DE RÉDACTION

Entre novembre 2006 et mars 2007, une trentaine d'agglomérations ont été contactées afin de mieux identifier et connaître les éventuelles expériences pouvant être considérées comme étant précurseur des PPBE.

3 agglomérations ont répondu et fait parvenir des éléments mais d'autres agglomérations (Rennes...) nous ont fait part de leur implication actuelle sur la réalisation de la cartographie, la réalisation des plans d'action ne venant qu'en 2008.

D'autre part, les PPBE peuvent être considérés comme faisant partie de Plans bruits plus vastes. Effectivement, les PPBE ne portent que sur les sources identifiées dans la directive européenne (routier, ferroviaire, aérien et industries soumises à autorisation) alors que les agglomérations peuvent mettre en œuvre des plans plus vastes intégrant d'autres sources (activités commerciales, voisinages, activités sportives...).

Néanmoins, et même s'ils ne sont pas forcément définis comme étant des « Plans de prévention du bruit dans l'environnement » ou de « Plan d'action », de nombreuses collectivités ont entamé un travail d'identification et de recensement des actions passées, futures et à venir en matière de maîtrise du bruit. Cette synthèse porte alors sur l'analyse de 4 démarches locales :

- le plan de lutte contre le bruit de la Mairie de Paris (2007)
<http://www.paris.fr/portail/Environnement/>
- agenda 21, volet environnemental bruit du Grand Lyon (2003)
<http://www.grandlyon.com/Le-referentiel-environnement.2338.0.html>
- le plan bruit de Bruxelles (IBGE)
<http://www.bruxellesenvironnement.be/francais/contenu/contenu.asp?ref=1091>
- agenda 21 (1999) de la communauté urbaine de Nantes et contrat de ville pilote (1982)

Ces quatre exemples mettent largement en avant la pertinence d'un plan d'action bien articulé avec le PLU et le PDU, ainsi que l'intérêt, pour les collectivités, d'articuler des démarches de recherche-action innovantes avec les centres publics et privés de recherche.

De même, l'accent est souvent mis sur le fait que si le bruit est bien une dimension physique sur laquelle l'enjeu (et donc les solutions à mettre en œuvre) technique et réglementaire est important, il n'en demeure pas moins, qu'il s'agit aussi d'un fait social dans lequel l'enjeu comportemental, individuel (sensible) est lui aussi primordial, tant en ce qui concerne l'évaluation des situations de gêne, et des ambiances sonores, que les solutions à mettre en œuvre.

Pour ces raisons, un bon Plan de prévention du bruit dans l'environnement doit intégrer des objectifs tant techniques que réglementaires mais aussi pédagogiques.

Dans le cadre de la rédaction d'un PPBE il sera aussi nécessaire d'identifier et de classer ces actions en fonction d'un critère de pouvoir d'action :

- celles relevant directement de la compétence de la collectivité ;
 - celles relevant de compétences croisées, ou extérieures ;
- afin d'identifier le plus en amont possible, les partenariats à mettre en place.

Enfin, les outils réglementaires (arrêtés préfectoraux et municipaux), de même que des chartes bien ciblées, peuvent largement contribuer à la mise en place d'un PPBE (aéroports...).

La liste des thèmes abordés dans ces différents documents peut alors constituer une trame à la rédaction d'un PPBE, pour lequel le rédacteur, pour chaque thème, devra clairement identifier et décrire l'objectif, le pilote, les partenaires et les budgets.

Enfin, deux types d'approche complémentaires peuvent orienter le travail d'élaboration d'un PPBE :

- une analyse thématique, par source de bruit, identifiant notamment les solutions à mettre en œuvre (plans de déplacement, écrans...);
- une analyse spatiale, par localisation des sources, de leur intensité et de leur impact sur la population.

Certains thèmes relèvent plus particulièrement d'un PPBE conformément à la directive européenne, alors que d'autres s'intègrent de façon plus large à une démarche de plan d'action.

Actions relevant principalement de partenariats

A- Bruit du réseau ferroviaire

- Agir à la source (équipements moins bruyants...).....PPBE
- Résorber les points noirs (écrans antibruit, merlon, couvertures, ...).....PPBE

B- Bruit des transports en commun

- Choix des équipements, des tracés en site propre.....PPBE
- Formation, sensibilisation des agents...

C- Bruit aérien

- Contrôler le bruit des avionsPPBE
- Optimiser les procédures de vol.....PPBE
- Optimiser les règles d'exploitation pour réduire les nuisancesPPBE

D- Bruit des livraisons

- Réflexion sur la réglementation des livraisons.....Plan d'action
- Optimiser les dimensions et la localisation des aires de livraisonPPBE

E- Bruit des véhicules à moteur, des deux-roues motorisés

- Campagne de sensibilisation citoyenne
- Renforcement des contrôles des véhicules, de l'usage abusif du klaxon...

F- Bruits de chantier (relevant plus d'un Plan d'action)

- Plages horaires de fonctionnement des chantiers
- Charte « chantier »

Actions relevant principalement de la compétence des collectivités

A- Bruit routier, Articulation PDU, protections à la source ..PPBE

- Action à la source (vitesse, réduction, flux...).....PPBE
- Revêtements de chaussée moins bruyantsPPBE
- Résorption "points noirs" du bruit routier (couvertures, écrans anti-bruit)PPBE
- Développement de modes de déplacement alternatifs.....Plan d'action
- Renforcement des transports en communPPBE
- Tranquilliser les hyper-centres, zone 30, piétonnes... ..PPBE
- Tranquilliser les espaces verts, les bois, les parcs (voies de transit)PPBE

B - Mesures de protection du bruit, protection en réception

- Aide à l'isolation acoustique des bâtiments, réhabilitation des équipements et des logementsPPBE
- Action sur le bâti neuf, les équipements recevant du publicPlan d'action

C- Activités municipales

- Collecte des déchets (réceptacles, bruit des bennes...)
- Entretien des espaces verts (Remplacement, restriction d'utilisation des véhicules bruyants, matériels horticoles moins bruyants...).

D- Actions réglementaires et opérationnelles d'urbanisme

Le PLU : leviers d'actions préventives.

Un cahier des charges de recommandations environnementales à l'attention des acteurs de la construction et de l'aménagement peut venir renforcer son action.

Prise en compte du bruit lors :

- des opérations d'urbanismePPBE
- de la création ou de la rénovation des espaces verts.

Sensibiliser et former les agents chargés de l'instruction des demandes de permis de construire aux aspects acoustiques.

E- Information, sensibilisation et éducation à l'environnement sonore urbain

- Renforcer la sensibilisation du citoyen au bruit (tables rondes, expo, conférences...) (public, techniciens, élus).....PPBE
- Informer et prendre en compte les victimes du bruitPlan d'action
- Eduquer au sonore (scolaires, Conseils de quartiers).....Plan d'action

F- Lieux de vie, bruits de voisinage, bruits d'activités industrielles et commerciales (relevant plus d'un plan d'action)

- Chartes avec industriels, restaurants, lieux musicaux... ..PPBE
- Développer la médiation.....Plan d'action
- Renforcer le rôle des mairies d'arrondissementPlan d'action

Pour chaque type d'action, le porteur de projet devra apporter une attention particulière aux partenariats devant être mis en œuvre, qu'ils soient internes (voirie, bâtiments, déplacements) ou externes (RFF, Autoroutes...).

En résumé, le PPBE pourra alors constituer une partie, un sous ensemble d'un Plan d'action, ou d'un Plan de lutte contre le bruit, qui pourra s'adresser à d'autres sources sonores (voisinage...) que celles identifiées par la directive européenne.

4.2 ENRICHISSEMENT DES PPBE

Si la directive européenne avec l'établissement de cartes stratégiques de ville permet de donner une image de l'état du bruit dans les villes, la mise en place de mesures permettant de réduire le bruit identifié peut consister en des mesures organisationnelles, non techniques.

Elles résultent bien souvent de concertation entre élus, responsables d'infrastructures (Etat, gestionnaire de transports,...) et citoyens des villes.

Ces mesures peuvent être :

- mise en place d'associations ou de pôle de compétence au niveau des villes dont la mission est d'améliorer la gestion du bruit dans l'agglomération et qui permettent l'échange d'expérience ;
- mise en place d'observatoires (bruit ambiant et points noirs bruit par exemple) ;
- mise en place d'animation sur le bruit auprès de certaines populations (scolaires, par exemple) ;
- mise en place d'enquêtes auprès du public pour résoudre le problème de bruit d'un quartier ;
- mise en place de stratégie de formation permettant une culture commune ;
- mise en place de séminaires par exemple de présentation des techniques de mesures de bruit auprès d'élus ou de techniciens des villes ;
- mise en place d'action de communication : publication dans des revues spécialisées à des fins d'information, élaboration de plaquettes d'information, organisation de journées de présentation de travaux cartographiques liés au bruit, élaboration de fiches thématiques ;
- mise en place d'une politique de prévention avec tous les acteurs intervenant dans le domaine du bruit afin de traiter le bruit le plus en amont possible dans les projets d'aménagement, d'urbanisme et de construction ;
- publication de documents sur les résultats de mise en place de réglementation comme les Dossiers de Voirie d'Agglomération ou dans le cadre de la loi SRU (Solidarité et renouvellement urbain), dans les Plans de déplacements urbains (PDU) ;
- mise en place de chartes visant à réduire les nuisances sonores (avec les différentes sociétés gestionnaires de transports par exemple, ou pour le bruit des chantiers) ;

- mise en place de programmes par exemple « comment réduire les nuisances sonores dans votre ville » associant les élus, la population et les différents gestionnaires de transports ;
- campagne d'affichages sur des thèmes bien précis de réduction du bruit comme le bruit des deux roues en ville.

Toutefois, l'ensemble de ces actions doit être accompagné d'indicateurs permettant de connaître l'effet des décisions publiques prises à la fois sur le niveau de bruit et d'autre part sur les citoyens. C'est pourquoi dans ces configurations de réduction du bruit, il est préférable de quantifier le coût de ces réalisations non pas par leur coût direct mais par l'évaluation du coût du décibel évité par personne gênée (par exemple).

D'autre part, un suivi des ces actions doit être instauré permettant éventuellement de les réajuster et surtout de mieux quantifier leur impact dans le temps.

Enfin ces actions sont bien souvent parties intégrantes des démarches stratégiques plus globales de planification urbaine et de prospective dont la réduction du bruit est une composante au même titre que la pollution de l'air, l'aménagement paysagé de la ville ou la sécurité.

Annexes

ANNEXE 1 : PRINCIPAUX TEXTES DE RÉFÉRENCE RELATIFS AUX BRUITS DU TRANSPORT AÉRIEN

PEB :

- Code de l'Aviation Civile : L.227-1 à 10, R227-1 à 6 et D2.211-1, D.132-6
- Code de l'Environnement : L.571 - 11 à 16
- Code de l'Urbanisme : L.147-1 à 6 et R.147-1 à 11
- Décret n° 2002-626 du 26 avril 2002 fixant les conditions d'établissement des Plans d'exposition au bruit et des Plans de gêne sonore des aérodromes et modifiant le code de l'urbanisme.
- Arrêté du 28 mars 1988 fixant la liste des aérodromes non classés en catégorie A, B ou C devant être dotés d'un Plan d'exposition au bruit.

PGS :

- Loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit.
- Arrêté du 15 mai 1997 relatif au montant forfaitaire des travaux d'insonorisation des logements admis au bénéfice de l'aide aux riverains des aérodromes.
- Décret n° 2002-626 du 26 avril 2002 fixant les conditions d'établissement des Plans d'exposition au bruit et des Plans de gêne sonore des aérodromes et modifiant le code de l'urbanisme.

DÉCENTRALISATION :

- Loi n° 2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales.
- Décret n° 2005-1070 du 24 août 2005 listant les aéroports à vocation nationale ou internationale.
- Décret n° 2005-1499 du 5 décembre 2005 relatif à consistance du réseau routier national.

TRANSPOSITION DE LA DIRECTIVE 2002/30

- Décret no 2004-1051 du 28 septembre 2004 relatif à l'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit sur certains aérodromes et modifiant le code de l'aviation civile.
- Arrêté du 10 novembre 2004 fixant les informations devant figurer dans l'évaluation prévue à l'article R. 227-9 du code de l'aviation civile pour l'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit sur certains aérodromes.

ANNEXE 2 : TEXTES SPÉCIFIQUES RELATIFS À L'AÉROPORT DE PARIS - CHARLES DE GAULLE

Texte réglementaire applicable	Type de la restriction appliquée	Conditions d'application
ARRETE DU 17 DECEMBRE 1997 PORTANT RESTRICTION D'USAGE DE L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL-D'OISE) (MODIFIE PAR L'ARRETE DU 31 AOUT 1999)	1. Interdiction d'atterrissage des aéronefs du chapitre 2 équipés de turboréacteurs.	Entre 23 h 30 et 6 h 15
	2. Interdiction de décollage des aéronefs du chapitre 2 équipés de turboréacteurs.	Entre 23 h 15 et 6 h 00
	3. Obligation pour tous les aéronefs de respecter des procédures de décollage et de montée initiale.	En permanence
	4. Obligation pour les aéronefs du chapitre 3 « hushkits » d'être signalés comme tels au contrôle de la circulation aérienne.	Entre 23 h 15 et 6 h 00
	5. Interdiction des essais de moteurs. (sauf dérogation liée à la sécurité du vol)	Entre 22 h 00 et 6 h 00 (entre 22 h et 23 h et entre 5 h et 6 h)
ARRETE DU 2 AOUT 2001 PORTANT RESTRICTION D'USAGE DE CERTAINS AVIONS RELEVANT DU CHAPITRE 3 SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL-D'OISE)	1. Interdiction nocturne d'atterrissage des aéronefs les plus bruyants du chapitre 3.	Entre 23 h 30 et 6 h 15 Décroissance annuelle puis interdiction totale à partir du 01/01/2005
	2. Interdiction nocturne de décollage des aéronefs les plus bruyants du chapitre 3.	Entre 23 h 15 et 6 h 00 Décroissance annuelle puis interdiction totale depuis le 01/01/2005
	3. Interdiction nocturne d'atterrissage des aéronefs bruyants du chapitre 3 qui n'ont pas été exploités sur CDG entre le 01/10/1996 et le 01/10/2001.	Entre 23 h 30 et 6 h 15
	4. Interdiction nocturne de décollage des aéronefs bruyants du chapitre 3 qui n'ont pas été exploités sur CDG entre le 01/10/1996 et le 01/10/2001.	Entre 23 h 15 et 6 h 00
ARRETE DU 28 JANVIER 2003 PLAFONNANT L'ENERGIE SONORE ENGENDREE PAR L'ACTIVITE AERIENNE DE L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE	Interdiction de dépasser la valeur de 100 d'un indicateur de niveau de bruit mesuré et pondéré représentatif de l'énergie sonore engendrée par l'activité aérienne de Paris-Charles de Gaulle.	Application annuelle (à compter du 1er janvier 2003)
ARRETE DU 18 FEVRIER 2003 PORTANT RESTRICTION D'USAGE PAR LA CREATION DE VOLUMES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALE SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL-D'OISE)	Obligation pour les aéronefs volant aux instruments de respecter des volumes de protection environnementale.	En permanence (sauf les avions à hélices qui sont exemptés de 6 h 00 à 23 h 15)
ARRETE DU 20 JUIN 2003 PORTANT RESTRICTION D'EXPLOITATION SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL-D'OISE)	1. Obligation pour les aéronefs bruyants et les aéronefs les plus bruyants du chapitre 3 d'être signalés comme tels au contrôle de la circulation aérienne par le commandant de bord. Cette obligation s'applique également aux avions à hélices de même catégorie acoustique.	Entre 23 h 15 et 6 h 00
	2. Obligation pour les aéronefs bruyants et les aéronefs les plus bruyants du chapitre 3 de respecter les procédures particulières de décollage et de montée initiale élaborées en vue de limiter les nuisances sonores. Cette obligation s'applique également aux avions à hélices de même catégorie acoustique.	Entre 23 h 15 et 6 h 00
	3. Interdiction d'utiliser la procédure d'arrivée en provenance du sud-est, face à l'Est, dénommée OMAKO-MOSUD.	Entre 22 h 20 et 7 h 00

Suite du tableau en page suivante.

ANNEXE 2 (SUITE) : TEXTES SPÉCIFIQUES RELATIFS À L'AÉROPORT DE PARIS - CHARLES DE GAULLE

Texte réglementaire applicable	Type de la restriction appliquée	Conditions d'application
ARRETE DU 8 SEPTEMBRE 2003 PORTANT EXTENSION DES RESTRICTIONS D'EXPLOITATION DES AVIONS LES PLUS BRUYANTS DU CHAPITRE 3 SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE (VAL-D'OISE)	1. Interdiction totale d'atterrissage des aéronefs les plus bruyants du chapitre 3	Retrait total en cinq ans des avions concernés
	2. Interdiction totale de décollage des aéronefs les plus bruyants du chapitre 3	Retrait total en cinq ans des avions concernés
ARRETE DU 6 NOVEMBRE 2003 PORTANT INTERDICTION ENTRE 0 HEURE ET 5 HEURES DES DECOLLAGES D'AERONEFS NON PROGRAMMES PENDANT LADITE PERIODE HORAIRES SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE	Interdiction, à compter de la saison aéronautique de l'été 2004, de tout décollage n'ayant pas donné lieu à l'attribution d'un créneau horaire pendant la plage horaire concernée	Entre 0 h 00 et 4 h 59 à compter du 28 mars 2004
ARRETE DU 6 NOVEMBRE 2003 PORTANT RESTRICTION D'EXPLOITATION NOCTURNE DE CERTAINS AERONEFS DEPASSANT UN SEUIL DE BRUIT AU DECOLLAGE OU A L'ATTERRISSAGE SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE	1. Interdiction la nuit des décollages des aéronefs dont le niveau certifié de bruit au point de survol est supérieur à 99 EPNdB	Entre 0 h 00 et 4 h 59 à compter du 1er jour de la saison de planification aéronautique d'été 2004 soit le 28 mars 2004
	2. Interdiction la nuit des atterrissages des aéronefs dont le niveau certifié de bruit au point d'approche est supérieur à 104,5 EPNdB	Entre 0 h 30 et 5 h 29 à compter du 1er jour de la saison de planification aéronautique d'été 2004 soit le 28 mars 2004
ARRETE DU 6 NOVEMBRE 2003 RELATIF A L'ATTRIBUTION DE CRENEAUX HORAIRE LA NUIT SUR L'AERODROME DE PARIS-CHARLES DE GAULLE	1. Limitation à 22 500 du nombre total de créneaux horaires attribuables la nuit pour 52 semaines au titre de l'ensemble des saisons aéronautiques d'hiver 2003-2004 et d'été 2004	Entre 0 h 00 et 4 h 59 pour les créneaux horaires de départ ; Entre 0 h 30 et 5 h 29 pour les créneaux horaires d'arrivée.
	2. Ce plafond sera diminué chaque année du nombre total de créneaux inutilisés ou abandonnés par un transporteur aérien l'année précédente	Dans les plages horaires mentionnées ci-dessus, sur la base de deux périodes de planification horaires consécutives.

ANNEXE 3 : BIBLIOGRAPHIE

CERTU, « Comment réaliser les cartes de bruit stratégiques en agglomération - mettre en œuvre la directive 2002/49/CE », décembre 2006

SETRA, « Production des cartes de bruit stratégiques des grands axes routiers et ferroviaires », août 2007

ADEME-CERTU, « Plans de déplacements urbains. Prise en compte de la pollution de l'air, du bruit et de la consommation d'énergie », novembre 1999

ADEME-LE MONITEUR, « Réussir un projet d'urbanisme durable, méthode en 100 fiches pour une approche environnementale de l'urbanisme », mai 2006

AFSSET, « Impacts sanitaires du bruit État des lieux Indicateurs bruit-santé », novembre 2004.

ADEME-DUNOD, « Nuisances sonores, prévention, protection, réglementation », mai 2007

CERTU, « Les zones 30 en France : bilan des pratiques en 2000 », octobre 2003.

INRETS, « Compte rendu de mesures : Mesures de directivité Trolleybus de Lyon » (Cristalis ETB18), janvier 2007.

LRPC de Blois, « Impact sonore des aménagements urbains - Rapport de synthèse », B. Mériel, juillet 2000.

SILVIA, Deliverable D15 « Integration of low-noise pavements with other noise abatement measures », 2005.

SANDBERG Ulf, I-INCE, « Noise emissions of road vehicles Effect of regulations Final Report 01-1 », juillet 2001.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACA : Analyse des Coûts et des Avantages	ICPE : Informations Classées pour la Protection de l'Environnement	PRQA : Plan Régional Qualité de l'Air
ACARE : Advisory Council for Aeronautic Research in Europe	IFEN : Institut Français de l'Environnement	PVC : Polychlorure de vinyle
ACNUSA : Autorité de Contrôle des Nuisances Sonores Aéroportuaires	IGMP : Indicateur Global Mesuré Pondéré	R&D : Recherche et Développement
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie	LTE : Laboratoire de Transport et Environnement (de l'INRETS)	RACI : Responsable, Associé, Consulté ou Informé
ADP : Aéroport De Paris	INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité	RATP : Régie Autonome des Transports Parisiens
AEIF : Association Européenne pour l'Interopérabilité Ferroviaire	LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie	RFF : Réseau Ferré de France
AFSSE : Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale	LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussée	SCOT : Schéma de COhérence Territoriale
ANAH : Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat	LGV : Ligne Grande Vitesse	SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
BE : Bureau d'Etudes	LITRA : Ligue suisse pour l'organisation rationnelle des trafics	SILVIA : Sustainable road surfaces for traffic noise control
CCAR : Commission Consultative d'Aide aux Riverains	LOTI : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs	SNCF : Société Nationale des Chemins de Fer Français
CCE : Commission Consultative de l'Environnement	LRS : Long Rail Soudé	SRADT : Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire
CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie	MEEDDAT : Ministère de l'Energie, de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire	SRIT : Schéma Régional des Infrastructures et des Transports
CE : Construction Existante (selon le contexte)	MO : Maître d'Ouvrage	SRU : Solidarité et Renouvellement Urbain (Loi)
CERMA : Centre de Recherche Méthodologique d'Architecture	OACI : Organisation de l'Action Civile Internationale	STI : Spécification Technique d'interopérabilité (TSI en anglais)
CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques	OMS : Organisation Mondiale de la Santé	STIF : Syndicat des Transports d'Ile-de-France
CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipe-ment	OPAH : Opération Programmée Amélioration Habitat	TC : Transport en Commun
CN : Construction Neuve	PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durable	TCSP : Transport en Commun en Site Propre
CNPN : Commission Nationale de Prévention des Nuisances	PPBE : Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement	TD : Transmission Directe
CRESSON : Centre de Recherche sur l'Espace Sonore et l'Environnement urbain	PC : Permis de Construire	TGV : Train Grande Vitesse
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment	P-CDG : Paris - Charles De Gaulle (Aéroport)	TICGN : Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel
DAC : Direction de l'Aviation Civile	PDA : Plans de Déplacements Administration	TIPP : Taxe Intérieure Produit Pétrolier
DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales	PDE : Plans de Déplacements Entreprises	TL : Transmissions Latérales
DDE : Direction Départementale de l'Equipe-ment	PDES : Plans de Déplacements Etablissements Scolaires	TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel
DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile	PDMI : Plan de Développement et de Modernisation des Infrastructures	TNSA : Taxe sur les Nuisances Sonores Aériennes
DGR : Direction Générale des Routes	PDU : Plans de Déplacements Urbains	TP : Transmissions dites Parasites
DGUHC : Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction	PEB : Plan d'Exposition au Bruit	TR : Trains Routiers
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement	PGS : Plan de Gène Sonore	UTAC : Union Technique de l'Automobile et du Cycle
DRE : Direction Régionale de l'Equipe-ment	PL : Poids Lourds	VI : Véhicule Isolé
DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement	PLH : Programme Local de l'Habitat	VL : Véhicule Léger
ERP : Etablissement Recevant du Public	PLU : Plan Local d'Urbanisme	VM : Véhicule Maîtrisé
GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié	PNB : Point Noir du Bruit	VPE : Volumes de Protection Environnementale
HLM : Habitation à Loyer Modéré	PNR : Parc Naturels Régionaux	VRU : Voie Rapide Urbaine
HQE : Haute Qualité Environnementale ©	PPA : Plans de Protection de l'Atmosphère	ZAC : Zone d'Aménagement Concerté
	PPBE : Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement	ZUS : Zones Urbaines Sensibles
	PREDIT : Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres	

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public et les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

www.ademe.fr

Guide pour l'élaboration des Plans de prévention du bruit dans l'environnement

À DESTINATION DES COLLECTIVITÉS LOCALES

Ce guide s'adresse tout particulièrement aux communes et Etablissements publics de coopération intercommunale (EPCI), compétents en matière de lutte contre les nuisances sonores des agglomérations de plus de 100 000 habitants, et qui doivent établir sur leur territoire les Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) imposés par la directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

Cet ouvrage pratique est adapté aux spécificités françaises, organisationnelles ou techniques.

Les points suivants sont abordés :

- contexte et cadre réglementaire ;
- méthode et démarche d'élaboration d'un Plan de prévention du bruit dans l'environnement ;
- l'ensemble des actions de prévention et de réparation pouvant composer le PPBE.

