

S 31-130

NORME FRANCAISE NF S 31-130

novembre 1997

acoustique

cartographie du bruit en milieu extérieur

élaboration des cartes et représentation graphique

E : acoustics - cartography of outside environment noise - drawing up of maps and graphical representation

D : Akustik - Kartographie von LArm im Freien - Ausarbeitung der Karten und graphische Darstellung

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 octobre 1997 pour prendre effet le 20 novembre 1997.

Remplace la norme homologuée NF S 31-130, de juin 1995.

correspondance A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Le présent document spécifie les méthodes à mettre en oeuvre pour l'élaboration des cartes de bruit en milieu extérieur et codifie la présentation des résultats. Il est applicable aux bruits de circulation routière et ferroviaire, ainsi qu'à d'autres sources de l'acoustique extérieure.

descripteurs Thésaurus International Technique : acoustique, bruit acoustique, mesurage acoustique, extérieur, cartographie, carte, représentation graphique, circulation, véhicule routier, véhicule de chemin de fer, pression sonore, présentation de données, code de couleurs.

modifications Par rapport au document remplacé, adaptation de la norme française, compte tenu des dispositions de l'arrêté du 30 mai 1996 et modification du code de couleurs.

© AFNOR 1997

Membres de la commission de normalisation

Président : M BAR

Secrétariat : MME POTTEVIN - AFNOR

- M ABRAMOWITCH OPEN ROME
- BAR MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DU TOURISME - DIRECTION DES ROUTES
- BEAUMONT ENTPE
- BENOIST EUROPE ETUDES GECTI SA
- BERENGIER LCPC LABORATOIRE CENTRAL PONTS CHAUSSEES
- BESNARD SETRA
- DELANNE LCPC LABORATOIRE CENTRAL PONTS CHAUSSEES
- DEMIZIEUX CETE DE L EST
- DESVIGNES BSNCF
- DUFLOT SNCF
- DURANG LABORATOIRE REGIONAL DE L'EST PARISIEN
- FODIMAN SNCF
- JACQUES INRS
- LUCQUIAUD UTAC
- MERIEL CETE LABORATOIRE REGIONAL PONTS ET CHAUSSEES
- MILLARD CAMPAGNA IND

- PARODI 01DB SA
 - RAPIN CSTB
 - RUMEAU LABORATOIRE CENTRAL DE LA PREFECTURE DE POLICE
 - SAUVAGE CEBTP
 - SCHNEIDER MICHELIN ET CIE
- MLLE SOULE MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT - DIRECTION PREVENTION POLLUTION
RISQUESM ZULIANI BUREAU VERITAS

Sommaire

Avant-propos

1 domaine d'application

2 références normatives

3 définitions

3.1 définitions relatives à l'acoustique extérieure

3.1.1 niveau de pression acoustique, $L_p(t)$

3.1.2 niveau de pression acoustique pondéré A, L_pA

3.1.3 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$

3.1.4 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court », (L_{Aeq} court)

3.1.5 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé sur le temps de passage d'une circulation ferroviaire, $L_{Aeq,tP}$

3.1.6 isophone de référence

3.1.7 point de référence

3.1.8 niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique, $L_{Aeq,LT}$ (en décibels A)

3.1.9 vitesse utilisée pour les calculs, $V_{réf}$ (en km/h)

3.1.10 intervalle de référence, T

3.1.11 intervalle de mesurage

3.1.12 intervalle de base

3.1.13 état standard

3.2 définitions relatives aux objets cartographiques

3.2.1 arc

3.2.2 site « rue en U »

3.2.3 site « tissu ouvert »

3.2.4 autres définitions relatives aux objets cartographiques

4 types de cartes

4.1 carte de type 1

4.1.1 cas général

4.1.2 cartes de classement des voies

4.2 carte de type 2

4.3 carte de type 3

4.4 remarques relatives aux cartes de types 2 et 3

5 détermination des niveaux acoustiques

5.1 exigences relatives aux méthodes de calcul du bruit de la circulation routière

5.1.1 méthode simplifiée, « rue en U »

5.1.2 méthode détaillée

5.2 exigences relatives aux méthodes de calcul du bruit ferroviaire

5.2.1 détermination du niveau sonore $L_{Aeq,tp}$ par type de trains

5.2.2 méthode de calcul du niveau sonore $L_{Aeq,T}$ en un point récepteur

5.2.3 exigences relatives à la méthode de calcul

5.3 mesurages

6 élaboration des cartes

6.1 cartes de type 1

6.1.1 méthode de calcul de bruit routier

6.1.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire

6.1.3 méthode de mesurage

6.1.4 représentation cartographique

6.2 cartes de type 2

6.2.1 méthode de calcul de bruit routier

- 6.2.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire
- 6.2.3 méthode de mesurage
- 6.2.4 représentation cartographique
- 6.3 cartes de type 3
 - 6.3.1 méthode de calcul de bruit routier
 - 6.3.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire
 - 6.3.3 méthode de mesurage
 - 6.3.4 représentation cartographique
- 7 représentation graphique
 - 7.1 échelles
 - 7.2 classes de niveaux sonores
 - 7.3 code de couleurs
 - 7.4 engagement
 - 7.5 livraison
- 8 présentation des documents
 - 8.1 éléments devant être portés sur la carte
 - 8.2 document explicatif
- 9 bibliographie
- Annexe A (informative) types de cartes - données rémusées
- Annexe B (normative) code de mesurage du bruit d'origine routière aux points de référence ou équivalents
 - B.1 domaine d'application
 - B.2 principe de mesurage
 - B.3 mesurages acoustiques
 - B.3.1 appareillage de mesure
 - B.3.2 étalonnage et calibrage
 - B.3.3 précautions d'usage de l'appareillage
 - B.3.4 emplacements de mesurage
 - B.3.5 intervalle de mesurage
 - B.4 détermination des caractéristiques du trafic routier
 - B.5 ajustement en fonction des caractéristiques du trafic
 - B.6 validation des résultats
 - B.7 procès-verbal d'essai
- Annexe C (normative) code de couleurs
 - C.1 représentation de la gamme complète des niveaux sonores continus équivalents LAeq,T
 - C.2 représentation partielle de la gamme des niveaux sonores continus équivalents LAeq,T
 - C.3
- Annexe D (informative) liste d'activités potentiellement bruyantes à repérer sur les cartes de type 1
 - D.1 avertissement préalable
 - D.2 liste des activités potentiellement bruyantes

Avant-propos

Les cartes de bruit peuvent être soit le constat d'une situation existante, soit le résultat d'une étude prévisionnelle. Elles pourront être utilisées pour :

- élaborer des documents administratifs relatifs, par exemple, au classement des infrastructures de transports terrestres du point de vue du bruit ;
- effectuer une étude d'impact ;
- élaborer un plan d'occupation des sols ou d'autres documents d'urbanisme ;
- représenter des résultats de mesurages ou de calculs prévisionnels liés à une étude de bruit.

1 domaine d'application

Le présent document a pour objet de spécifier les méthodes à mettre en oeuvre pour l'élaboration des cartes de bruit en milieu extérieur et de codifier la présentation des résultats. Il est applicable aux bruits de circulation routière et ferroviaire. Il peut toutefois être adapté à d'autres sources de l'acoustique extérieure.

Il exclut l'élaboration des cartes et la représentation graphique :

- des bruits à l'intérieur des bâtiments ;
- des bruits auxquels les travailleurs sont exposés dans leurs activités professionnelles en vue de la détermination de leurs effets lésionnels et de l'évaluation de leurs effets sur la santé, les normes NF S 31-013 et NF S 31-084 s'appliquant à ces cas.

Il exclut les cartes d'exposition au bruit des aéronefs.

2 références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF S 30-101	Vocabulaire de l'acoustique - Définitions générales.
NF EN 60651	Sonomètres (indice de classement : S 31-009).
NF S 31-010	Caractérisation et mesure des bruits de l'environnement - Méthodes particulières de mesurage.
NF S 31-013	Evaluation de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du déficit auditif, induit par le bruit, de populations exposées.
NF S 31-084	Acoustique - Méthode de mesurage des niveaux sonores en milieu de travail en vue de l'évaluation du niveau d'exposition sonore quotidienne des travailleurs.
NF S 31-085	Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier.
NF S 31-088	Acoustique - Caractérisation et mesure du bruit dû au trafic ferroviaire.
NF EN 60804	Sonomètres-intégrateurs-moyenneurs (indice de classement : S 31-109).
NF S 31-110	Caractérisation et mesure des bruits de l'environnement - Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation.
XP Z 13-150	Traitement de l'information géographique numérique - Echanges de données informatisées dans le domaine de l'information géographique (EDIGEO).

3 définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 définitions relatives à l'acoustique extérieure

Pour les définitions générales concernant les termes de l'acoustique, se reporter à la norme NF S 30-101.

Les définitions données dans la norme NF S 31-110 sont applicables au présent document. Certaines d'entre elles sont rappelées, et parfois, précisées ci-dessous.

3.1.1 niveau de pression acoustique, $L_{p(t)}$

Le niveau de pression acoustique en fonction du temps est donné, en décibels, par la formule :

$$L_{p(t)} = 10 \lg \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2$$

où :

$p(t)$ est la pression acoustique efficace, en pascals, évaluée sur une constante de temps déterminée qui doit être précisée ;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ est la pression acoustique de référence.

3.1.2 niveau de pression acoustique pondéré A, L_{pA}

Le niveau de pression acoustique pondéré A est donné par la formule :

$$L_{pA(t)} = 10 \lg \left(\frac{P_{A(t)}}{p_0} \right)^2$$

où :

$P_{A(t)}$ est la pression acoustique efficace pondérée A, en pascals, évaluée sur une constante de temps déterminée qui doit être précisée ;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ est la pression acoustique de référence.

NOTE : Le L_{Aeq} court, mesuré sur une période comprise entre 1/8 et 1/12 de seconde peut être utilisé comme valeur du niveau de pression acoustique L_{pA} déterminé avec la pondération temporelle « rapide ».

3.1.3 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$

Niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où :

$L_{Aeq,T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et se termine à t_2 .

3.1.4 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court », (L_{Aeq} court)

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps « court ». Cet intervalle de temps, également appelé durée d'intégration, a pour symbole τ . Le L_{Aeq} court est utilisé pour obtenir une répartition fine des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage (voir 3.1.11). La durée d'intégration retenue dépend de la durée des phénomènes que l'on veut mettre en évidence.

3.1.5 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé sur le temps de passage d'une circulation ferroviaire, $L_{Aeq,tP}$

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle du niveau de pression sonore pondéré A au passage d'une circulation ferroviaire.

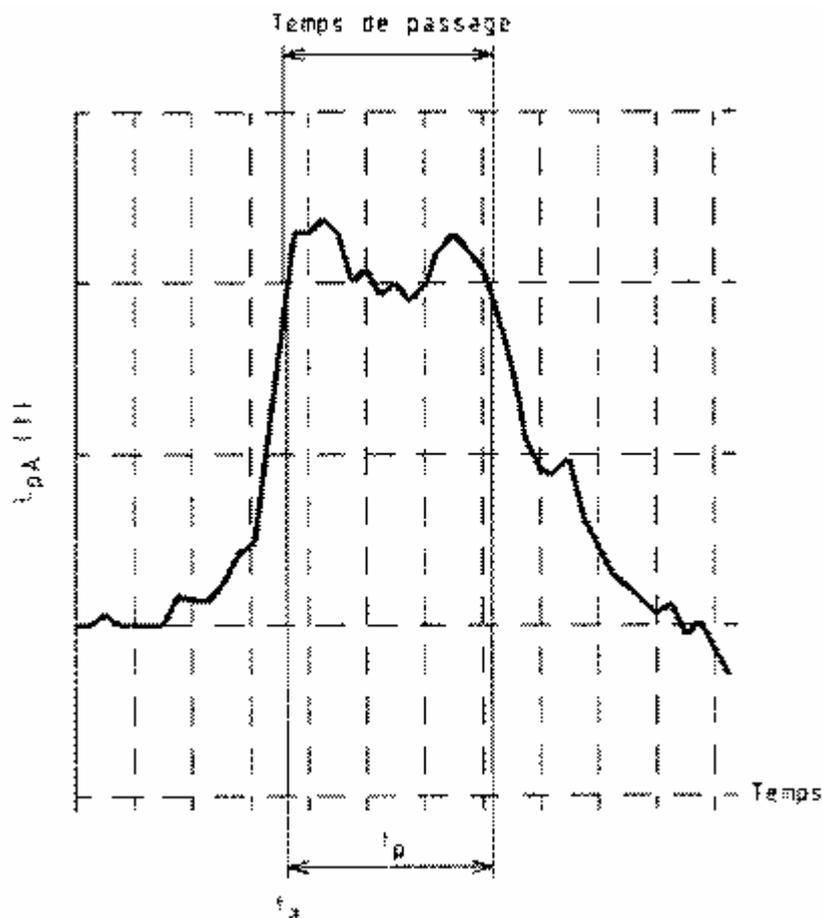


Figure 1

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé sur le temps de passage t_p , d'une circulation ferroviaire de longueur L , évoluant à la vitesse V , est :

$$L_{Aeq,t_p} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_p} \int_{t_a}^{t_a+t_p} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où :

- t_a correspond à l'instant du passage de la tête du train devant le point de mesurage ;
- $t_a + t_p$ correspond au passage de la fin du train devant ce même point ;
- $t_p = 3,6 L/V$ correspond à la durée du passage, où L est la longueur du convoi, en mètres ;
- V est la vitesse de circulation, en kilomètres par heure.

Cette définition du temps de passage est conventionnelle.

3.1.6 isophone de référence

3.1.6.1 isophone de référence routier

Cet isophone correspond au lieu des points où le niveau $L_{Aeq,T}$ est égal au niveau de puissance acoustique par mètre de voie, moins 20 dB.

De façon usuelle, l'isophone de référence routier est la surface ayant le même niveau $L_{Aeq,T}$ qu'un point situé à 30 m du bord le plus proche de la plate-forme routière et à 10 m au-dessus du plan de la chaussée. Cette route est rectiligne, à bords dégagés, de mêmes caractéristiques de trafic que la situation réelle. Le plan de la chaussée est considéré comme étant au même niveau que le terrain naturel supposé plan, horizontal et réfléchissant.

3.1.6.2 isophone de référence ferroviaire

L'isophone de référence est la surface ayant le même niveau $L_{Aeq,T}$ qu'un point situé à 25 m de l'axe de la voie la plus proche et à 3,5 m au-dessus du plan de roulement. Cette voie, de mêmes

caractéristiques de trafic que la situation réelle, est posée sur une plate-forme rectiligne à bords dégagés. La plate-forme est considérée comme étant au même niveau que le terrain naturel supposé plan et horizontal.

3.1.7 point de référence

- site « tissu ouvert » (voir 3.2.4) : point conventionnellement situé à 10 m du bord de la chaussée la plus proche (infrastructure routière) ou du bord du rail extérieur le plus proche (infrastructure ferroviaire) et à 5 m de hauteur au-dessus du plan de roulement, les autres conditions de site étant identiques à celles de l'isophone de référence ;
- site « rues en U » (voir 3.2.3) : ce point est situé à 5 m de hauteur au-dessus du plan de roulement et à 2 m en avant de la ligne moyenne des façades, les fenêtres des bâtiments étant fermées.

3.1.8 niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique, $L_{Aeq,LT}$ (en décibels A)

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A considéré comme représentatif de la situation acoustique pour l'intervalle de référence considéré.

3.1.9 vitesse utilisée pour les calculs, $V_{réf}$ (en km/h)

La vitesse des véhicules routiers utilisée pour les calculs est différente suivant le type d'étude. On utilise suivant les cas (voir paragraphes 5.1.2.1 et 6.2.1) :

- une vitesse conventionnelle (par exemple la vitesse maximale autorisée sur l'arc considéré) ;
- la vitesse médiane définie comme V50 (vitesse atteinte ou dépassée par 50 % des véhicules) ;
- la vitesse arithmétique moyenne ;
- la vitesse V50 à laquelle est ajoutée la moitié de l'écart-type des vitesses (utilisable dans le cas de milieux urbains ou péri-urbains présentant une forte dispersion des vitesses et des modes de conduite) ;
- pour les arcs où la vitesse déterminée selon l'une des manières ci-dessus est inférieure à 20 km/h, $V_{réf}$ est fixée à 20 km/h.

La vitesse des trains et des tramways utilisée pour les calculs est égale à la vitesse d'exploitation sur l'arc considéré ou à la vitesse limite du type de train considéré (autorail, fret,...) lorsque cette dernière est inférieure à la vitesse d'exploitation.

3.1.10 intervalle de référence, T

Intervalle de temps T_{retenu} pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes. Il est défini de façon à englober les activités humaines typiques et les variations de fonctionnement des sources de bruit et les variations des caractéristiques du milieu de propagation (effets météorologiques) dans une situation donnée⁽¹⁾.

NOTE

(1) L'intervalle de référence T peut être la valeur retenue par la réglementation pour caractériser une situation sonore. A titre d'exemple pour le bruit routier et ferroviaire, T correspond à la période 6 h - 22 h ou à la période 22 h - 6 h. Ce peut être également une valeur retenue par le commanditaire de la carte pour caractériser une situation qui lui est propre.

3.1.11 intervalle de mesurage

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique pondérée A est intégrée et moyennée. Dans le cas d'utilisation de L_{Aeq} court, la durée de l'intervalle de mesurage est égale à $m \tau$, m étant le nombre d'échantillons élémentaires.

3.1.12 intervalle de base

Intervalle de temps pour lequel les mesurages acoustiques, de trafic et météorologiques sont jugés significatifs.

3.1.13 état standard

Reflète la situation moyenne représentative du site. Il correspond principalement à la prise en compte du trafic, des conditions météorologiques sur de longues périodes et aux conditions climatiques suivantes :

- sans précipitations ;

- sans neige sur le sol ;
- chaussée sèche.

NOTE : Dans certaines situations, il n'est pas nécessaire de prendre en compte les variations météorologiques. A cette situation de long terme, qui ne prend en compte que les variations de trafic, notée « long terme trafic », est associé le niveau noté $L_{Aeq,Lt}$.

3.2 définitions relatives aux objets cartographiques

3.2.1 arc

3.2.1.1 arc routier

Un arc routier est une route, ou un tronçon de route, homogène au sens de l'acoustique (trafic et géométrie).

Une route ou un tronçon de route est dit homogène au sens de l'acoustique si, sur toute sa longueur, les éléments suivants ne varient que dans des proportions compatibles avec le degré de précision des cartes recherché :

- débit de véhicules légers ;
- débit de poids lourds (poids total en charge supérieur à 3,5 t) ;
- allure de circulation ;
- vitesse du flot ;
- profil en travers (y compris les déblais et les remblais) ;
- profil en long de la route ;
- nombre de voies de circulation ;
- nature et géométrie du tissu urbain environnant.

Les critères d'homogénéité concernant le trafic doivent être rapportés à l'intervalle de référence T.

Les critères d'homogénéité acoustique (trafic et géométrie) retenus doivent être indiqués sur le document accompagnant la carte (voir 8.2).

A titre indicatif, et pour une échelle de 1/5 000 ou 1/2 000, les critères d'homogénéité suivants peuvent être retenus dans le cas d'une route :

- le débit ne varie pas de plus de 20 % pour les véhicules légers et pour les poids lourds ;
- l'allure de circulation est constante dans son caractère fluide, pulsé accéléré, pulsé décéléré ou pulsé indifférencié ;
- la vitesse moyenne du flot ne varie pas de plus de 20 % ;
- le profil en travers est constant dans son type « rue en U » ou « tissu ouvert » (voir 3.2.3 et 3.2.4) ;
- le nombre de voies de circulation est constant ;
- la largeur entre façades, pour une « rue en U » ne varie pas de plus de 20 % ;
- la hauteur des déblais ou des remblais ne varie pas de plus de 2 m si leur hauteur moyenne le long du tronçon est supérieure ou égale à 3 m, ou de plus de 1 m si cette hauteur moyenne est inférieure à 3 m ;
- la rampe du profil en long exprimée en pourcentage ne varie pas de plus de 2 %.

NOTE 1 : Le revêtement de la chaussée peut avoir une influence importante sur le niveau acoustique. Dans certains cas, la nature du revêtement à elle seule peut nécessiter de considérer plusieurs arcs. Par exemple, le passage d'un revêtement bruyant à un autre moins bruyant peut justifier le changement d'arc.

NOTE 2 : La définition de l'arc routier est simplifiée dans le cas de cartes de classement des voies conformément aux indications du paragraphe 4.1.2.

3.2.1.2 arc ferroviaire

Un arc ferroviaire est une infrastructure constituée d'une ou plusieurs voies de circulation ou un tronçon d'infrastructure, homogène au sens de l'acoustique (trafic et géométrie).

Une infrastructure ferroviaire ou un tronçon d'infrastructure ferroviaire est dit homogène au sens de l'acoustique si, sur toute sa longueur, les éléments suivants ne varient que dans des proportions compatibles avec le degré de précision des cartes recherché :

- trafic spécifié pour chaque type de train et chaque voie de circulation (nombre de trains et vitesse) ;
- profil en long ;
- profil en travers (y compris les déblais et les remblais) ;
- nature et géométrie du tissu urbain environnant.

Les critères d'homogénéité acoustique retenus (nombre de trains par type et vitesse voie par voie, géométrie de la plate-forme et topographie du site) doivent être indiqués sur le document accompagnant la carte (voir 8.2).

A titre indicatif, et pour une échelle de 1/5 000 ou 1/2 000, les critères d'homogénéité suivants peuvent être retenus :

- le trafic pour chaque voie et chaque train ne varie pas de plus de 10 % ;
- l'allure pour chaque voie est constante et ne présente pas de caractère pulsé ;
- la vitesse de circulation est constante pour chaque type de train ; pour les tramways, il doit être possible de définir une vitesse moyenne par arc ; celle-ci correspond à la vitesse moyenne d'exploitation ;
- la géométrie de la plate-forme ne varie pas ;
- la hauteur des remblais et des déblais ne varie pas de plus de 1 m ;
- le profil en travers est constant dans son type « rue en U » ou « tissu ouvert ».

NOTE : La définition de l'arc ferroviaire est simplifiée dans le cas de cartes de classement des voies conformément aux indications du paragraphe 4.1.2 .

3.2.2 site « rue en U »

On appelle « rue en U » l'ensemble constitué par une infrastructure de transport et des bâtiments disposés de part et d'autre de façon quasi continue et de hauteurs homogènes répondant aux critères ci-dessous :

- la hauteur moyenne des façades est supérieure à 5 m de chaque côté de l'infrastructure ;
- l'étant la largeur moyenne entre façades sur un arc et H la plus petite des deux hauteurs moyennes des bâtiments déterminée pour chaque côté de l'infrastructure, H/l doit être supérieur à 0,3. De chaque côté, la hauteur prise en compte correspond à la moyenne des hauteurs des différents bâtiments sur l'arc considéré ;
- la longueur cumulée des discontinuités entre façades doit être inférieure ou égale à 20 % de la longueur totale de l'arc, et les discontinuités doivent être réparties le long de ce dernier. Ce critère doit être vérifié de chaque côté de l'infrastructure.

La notion de « rue en U » est justifiée par l'existence d'un champ acoustique spécifique du fait des réflexions multiples entre façades. Elle est utilisable pour les arcs routiers et ferroviaires.

3.2.3 site « tissu ouvert »

On appelle site « tissu ouvert » l'ensemble constitué par une infrastructure de transport et des espaces ou des bâtiments dont la configuration ne correspond pas à la définition de la « rue en U ». C'est donc le cas des infrastructures :

- en zones non bâties ;
- en zones pavillonnaires ;
- bordées de bâtiments d'un seul côté ;
- bordées de bâtiments de part et d'autre et ne remplissant pas les conditions de la « rue en U ».

NOTE : La notion de « tissu ouvert » définie ici n'est justifiée que par des contraintes acoustiques.

3.2.4 autres définitions relatives aux objets cartographiques

Pour les autres notions, se référer au catalogue d'objets géographiques de la norme XP Z 13-150.

4 types de cartes

Quatre types de cartes sont définis : deux cartes de type 1, une carte de type 2 et une carte de type 3. Les principales caractéristiques de ces quatre types de cartes sont synthétisées dans un tableau en annexe A .

4.1 carte de type 1

4.1.1 cas général

La carte de type 1 est élaborée pour des échelles de représentation de 1/25 000, 1/10 000 et 1/5 000. Elle vise une représentation globale de l'importance des sources sonores et de leur conséquence potentielle à l'échelle d'une ville, d'un quartier, d'une zone étendue du territoire.

Elle est utilisable pour étudier l'influence d'un projet routier ou ferroviaire dans le cadre de modification de l'existant ou de création d'infrastructures nouvelles et pour étudier l'influence sonore des plans de circulations automobiles. Elle permet de situer à l'intérieur d'un territoire géographique donné l'ensemble des lieux d'activités potentiellement bruyantes, à l'aide de symboles distinguant les grands équipements de transports, les activités de loisirs et de sports, les industries et activités commerciales (voir liste en annexe D).

Pour les routes ou les voies ferrées, la carte de type 1 est une carte de niveaux sonores $L_{Aeq,T}$ évalués conventionnellement :

- site « tissu ouvert » (voir 3.2.3)
 - à une distance horizontale de 10 m du bord de la chaussée la plus proche (infrastructure routière) ou du bord du rail extérieur le plus proche (infrastructure ferroviaire) et à 5 m de hauteur au-dessus du terrain naturel supposé plat, horizontal et exempt d'obstacles (les déblais et les remblais étant pris en compte dans l'évaluation),
 - augmentés de 3 dB(A) ;
- site rues en « U » (voir 3.2.2)
 - à 5 m de hauteur au-dessus du sol et à 2 m en avant de la ligne moyenne des façades, les fenêtres des bâtiments étant fermées.

La carte de type 1 est une carte de niveaux sonores calculés de manière conventionnelle. Les niveaux sonores étant conventionnels, ils ne sont pas toujours directement comparables à la situation réelle. Il est possible, dans certains cas, de prendre en compte les résultats de mesurages des bruits d'infrastructures de transport, si ces mesurages sont effectués dans des conditions de site strictement conformes à celles définies pour les calculs.

La carte de type 1 ne prend pas en considération :

- les protections acoustiques du type écrans ou buttes de terre. Dans le cas de couvertures totales ou de tunnels, l'infrastructure n'est pas représentée ;
- les variations des conditions météorologiques, s'agissant d'évaluation à faible distance.

Pour éviter toute ambiguïté ou erreur d'interprétation, l'ensemble des niveaux sonores représentés sur les cartes de type 1 est exprimé en façade des bâtiments. Pour la représentation graphique, la règle suivante est retenue :

- les niveaux sonores calculés ou mesurés au point de référence en façade d'un bâtiment « rue en U » sont repris directement pour être reportés sur la carte ;
- les niveaux sonores calculés ou mesurés en champ libre sont conventionnellement majorés d'une valeur de 3 dB(A). Il est possible ainsi de considérer que l'on tient compte de la présence d'une façade d'un bâtiment isolé potentiel sur le site. Si l'on travaille dans une zone située en champ libre, il est donc nécessaire de retirer 3 dB(A) aux valeurs données par la carte pour retrouver la situation non bâtie ;
- si, par contre, on compare la situation d'un point en champ libre à ce qu'il serait en présence de plusieurs bâtiments qui engendrent des réflexions multiples, l'écart peut être supérieur à 3 dB(A). Une étude acoustique approfondie est alors nécessaire pour l'évaluer. Ces résultats sont représentés selon des cartes de type 2 ou 3.

4.1.2 cartes de classement des voies

La carte de classement des voies est utilisable pour le classement des infrastructures de transports terrestres (routes et voies ferrées) en fonction de leur niveau sonore. Elle constitue une application particulière des cartes de type 1, en prenant en compte des hypothèses particulières conventionnelles : les calculs sont réalisés à l'emplacement et dans les conditions du point de référence.

Pour la définition des arcs routiers (paragraphe 3.2.1.1) et arcs ferroviaires (paragraphe 3.2.1.2), l'infrastructure est considérée comme au niveau du terrain naturel, sur un sol plan et sans obstacles ; les déblais et remblais ne sont pas pris en compte. Dans le cas des infrastructures routières, l'allure de circulation ne distingue que les types fluide et pulsé indifférencié.

Les cartes de classement des voies ne permettent de représenter que la catégorie des infrastructures référencées en annexe C.3 .

4.2 carte de type 2

Elle vise une représentation de la distribution des niveaux sonores au voisinage d'une ou plusieurs routes ou voies ferrées, sur un territoire donné, jusqu'à quelques centaines de mètres de celles-ci. La carte de type 2 est élaborée pour des échelles de représentation de 1/5 000 et 1/2 000. Elle peut constituer un élément utile aux études d'impact, à l'étude de l'influence sonore des plans de circulation, au repérage des points noirs acoustiques liés au trafic routier et ferroviaire, etc.

La carte de type 2 est une carte de niveaux sonores calculés en façade essentiellement. Toutefois, des mesurages complémentaires aux calculs sont prévus (voir 6.2.3).

4.3 carte de type 3

Elle vise la représentation détaillée de la distribution des niveaux sonores. La carte de type 3 est élaborée pour les échelles de 1/2 000, 1/1 000 et 1/500. Elle est utilisable pour les études de protection acoustique, les études opérationnelles en général, l'instruction des plaintes, etc.

Les cartes de type 3 sont élaborées pour des récepteurs. Elles sont instruites à partir de calculs et peuvent utiliser le mesurage pour compléter les calculs ou étudier des cas de propagation complexes (voir 6.3.3).

4.4 remarques relatives aux cartes de types 2 et 3

Les cartes de type 2 ou 3 peuvent être utilisées pour des études d'impact d'établissements bruyants. Dans ce cas, le choix des descripteurs acoustiques doit être mentionné dans le document explicatif.

5 détermination des niveaux acoustiques

5.1 exigences relatives aux méthodes de calcul du bruit de la circulation routière

Le présent paragraphe a pour objet de spécifier les conditions minimales auxquelles doit répondre la méthode de calcul des niveaux sonores dus à la circulation routière utilisée pour établir la carte.

Indépendamment des conditions décrites ici, la méthode de calcul doit faire l'objet d'une reconnaissance par la profession, et être couramment utilisée pour les études de bruit routier.

NOTE : A titre d'exemple, le Guide du Bruit des Transports Terrestres - Fascicule « Prévion des niveaux sonores » (1980) et la méthode de calcul incluant les effets météorologiques (1997) (voir bibliographie) répondent à ces spécifications. La méthode de calcul annexée à la circulaire du 25 juillet 1996 du Ministère de l'Environnement répond également aux spécifications particulières des cartes de classement des voies.

5.1.1 méthode simplifiée, « rue en U »

Cette méthode permet d'évaluer les niveaux sonores $L_{Aeq,T}$, en dB(A), dans les « rues en U » et les formules de calcul ou abaques doivent au minimum prendre en compte :

- le débit de véhicules légers, VL (poids total en charge < 3,5 t) ;
- le débit de poids lourds, PL (poids total en charge \geq 3,5 t) ;
- l'effet de rampe ;
- la largeur entre façades ;
- la hauteur du point récepteur par rapport au plan de la chaussée ;
- la vitesse du trafic (voir 3.1.9) et le caractère fluide ou pulsé de la circulation.

La méthode peut, le cas échéant, prendre en compte une correction de carrefour et le revêtement de la chaussée. Ces éléments sont alors mentionnés dans le document explicatif.

5.1.2 méthode détaillée

Cette méthode permet d'évaluer et de prévoir des niveaux sonores $L_{Aeq,T}$ en « rues en U » ou en « tissu ouvert » et repose sur une analyse en deux étapes :

- estimation de l'émission sonore du flot de véhicules, basée sur la détermination de l'émission sonore moyenne des différentes catégories de véhicules et la prise en compte de leurs débits respectifs ; cette estimation peut être réalisée par le calcul du niveau sonore sur l'isophone de référence ;
- évaluation du niveau acoustique en un point récepteur, basée sur l'estimation de l'atténuation de ces niveaux sonores du fait de la propagation des sons dans le site pour parvenir jusqu'au récepteur.

5.1.2.1 détermination de l'émission sonore du flot de véhicules

La méthode de calcul doit au minimum prendre en compte les paramètres suivants pour déterminer l'émission sonore d'un véhicule isolé :

- vitesse du véhicule, couvrant au moins la plage 20 km/h à 130 km/h ;

- au moins quatre types d'écoulement : fluide continu, pulsé continu, pulsé accéléré, pulsé décéléré (sauf pour les cartes de classement) ;
- rampe : nulle ou faible, montée, descente.

La méthode doit différencier au moins 2 catégories de véhicules :

- les véhicules légers, VL (poids total en charge < 3,5 t) ;
- les poids lourds, PL (poids total en charge \geq 3,5 t) ;

La méthode peut, le cas échéant, prendre en compte le revêtement de la chaussée quand il conduit à une émission particulière des niveaux sonores ou quand il a été choisi pour des critères acoustiques.

Le niveau d'émission sonore du flot de véhicules est obtenu à partir du niveau d'émission du véhicule isolé moyen corrigé en fonction du débit, et par cumul des niveaux ainsi obtenus pour chacune des catégories de véhicules prises en compte.

5.1.2.2 évaluation du niveau sonore en un point récepteur

Tous les cas de figure ci-dessous doivent pouvoir être traités par la méthode de calcul. Dans chaque cas, les spécifications minimales sont décrites.

« Rue en U »

Les valeurs d'atténuation à appliquer au niveau d'émission sonore pour obtenir le niveau $L_{Aeq,T}$ à 2 m en avant d'une façade doivent au minimum inclure les paramètres suivants :

- hauteur du point récepteur par rapport au plan de la chaussée ;
- position horizontale de la (des) ligne(s) source(s) par rapport au point récepteur ;
- largeur entre façades ;
- atténuation par absorption : absorption des façades, absorption par l'air ;
- atténuation par diffraction.

Pour les cartes de classement des voies, seule la largeur entre façades est prise en compte pour calculer le niveau $L_{Aeq,T}$ au point de référence. La source sonore est uniformément répartie sur la surface de la chaussée.

Carrefours

Pour les cartes de type 2 ou 3, les carrefours doivent faire l'objet d'un traitement spécifique, par exemple par le biais d'une décomposition des sources en tronçons acoustiquement homogènes suffisamment fine, intégrant les diagrammes de vitesses, et d'une formulation appropriée du cumul des niveaux sonores, prenant en compte la spécificité du champ acoustique dans les « rues en U ».

Pour les cartes de type 1, à l'exception des cartes de classement des voies, cette prise en compte est possible.

Tissu ouvert

Les valeurs d'atténuation à appliquer au niveau d'émission sonore pour obtenir le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ en un point doivent au minimum prendre en compte les éléments suivants :

- la divergence géométrique ;
- l'atténuation du son par l'air ;
- l'effet de sol, avec au moins les deux classes de sol « réfléchissant » et « absorbant » ;
- le nombre de voies de circulation, au moins pour les récepteurs situés à moins de 100 m de l'infrastructure ;
- l'angle de vue sur l'infrastructure ;
- la présence de remblais ou déblais le long de la route, en prenant en compte leur hauteur, la pente du talus et l'absorption acoustique des parois du talus ;
- les réflexions sur obstacles, avec au moins quatre catégories d'absorption acoustique de ces obstacles et la possibilité de traiter les réflexions d'ordre supérieur à 1 ;
- la diffraction sur obstacles (écrans, bâtiments, buttes de terre), en prenant en compte leur longueur, leur hauteur, et les réflexions sur le sol ;
- la présence de couvertures totales ou partielles.

Dans certaines situations, en particulier à moyenne et longue distances de la source, il peut être nécessaire de prendre en compte les effets météorologiques (vent et gradient de température), pour l'évaluation de l'atténuation liée à la propagation.

Pour les cartes de classement des voies, s'agissant d'évaluation des niveaux sonores à 10 m, seule la divergence géométrique est prise en compte. Les autres éléments précités sont soit négligeables, soit sans objet.

5.2 exigences relatives aux méthodes de calcul du bruit ferroviaire

Le présent paragraphe a pour objet de spécifier des exigences minimales auxquelles doit répondre la méthode de calcul des niveaux sonores utilisée pour les études de bruit d'origine ferroviaire.

Indépendamment des exigences décrites ci-dessous, la méthode de calcul doit faire l'objet d'une reconnaissance par la profession et notamment les gestionnaires d'infrastructures ferroviaires et être couramment utilisée pour les études de bruit d'origine ferroviaire.

La méthode de calcul permet d'obtenir le niveau sonore $L_{Aeq,T}$, en différents points récepteurs à partir :

- de la connaissance du niveau sonore $L_{Aeq,tp}$ par type de trains ;
- de la prise en compte du trafic ;
- de l'atténuation liée à la propagation.

5.2.1 détermination du niveau sonore $L_{Aeq,tp}$ par type de trains

Ce niveau sonore est déterminé sur la base de mesurages pour un échantillon statistiquement représentatif du type de circulation considéré à une distance de 25 m de l'axe de la voie ferrée la plus proche et à une hauteur de 3,5 m au-dessus du plan de roulement en champ libre. Il est exprimé en niveau de pression acoustique équivalent continu pondéré A sur le temps de passage du train.

5.2.2 méthode de calcul du niveau sonore $L_{Aeq,T}$ en un point récepteur

L'évaluation du niveau sonore $L_{Aeq,T}$, en un point récepteur est basée sur :

- l'estimation de l'atténuation des niveaux sonores à l'émission du fait de la propagation des ondes sonores dans le site pour parvenir jusqu'au point récepteur ;
- la prise en compte des trafics respectifs de chaque type de circulations ferroviaires ;
- du cumul des niveaux sonores apportés par les différents types de circulation.

Ce niveau sonore est calculé pour une durée T (par exemple la période 6 h - 22 h).

La méthode de calcul du niveau sonore $L_{Aeq,T}$ peut être basée sur une technique :

- bidimensionnelle dans le cas de sites présentant un profil en travers homogène ;
- ou tridimensionnelle.

5.2.3 exigences relatives à la méthode de calcul

5.2.3.1 éléments de trafic

Les éléments de trafic à prendre en compte pour l'arc considéré sont les suivants :

- types de trains (par exemple : TGV, trains de grandes lignes, services régionaux, trains fret, métros, tramways) ;
- vitesse de circulation par voie et par type de trains ;
- nombre de trains (moyenne annuelle incluant les circulations des jours de pointe) ;
- longueur des convois ferroviaires.

5.2.3.2 conditions de propagation

Les valeurs d'atténuation à considérer pour obtenir le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ en un point récepteur, doivent au moins prendre en compte les éléments suivants :

- la divergence géométrique ;
- l'atténuation du son dans l'air ;
- l'effet de sol avec au moins les deux classes de sol « réfléchissant » et « absorbant » ;
- le nombre de voies de circulation équipant l'infrastructure ;
- l'angle de vue sur chacune des voies de circulation ;
- la présence de remblais ou déblais le long de l'infrastructure, en considérant leur hauteur, la pente du talus et l'absorption acoustique des parois du talus ;
- les réflexions sur obstacles avec au moins quatre catégories d'absorption acoustique de ces obstacles et la possibilité de traiter les réflexions d'ordre supérieur à 1 ;
- la diffraction sur obstacles (écrans, bâtiments, buttes de terre), en prenant en compte leur longueur, leur hauteur, et les réflexions sur le sol ;
- la directivité horizontale et verticale spécifique aux sources ferroviaires ;
- la présence de couvertures totales ou partielles.

Dans certaines situations, en particulier à longue distance de la source (supérieure à 250 m), il peut être nécessaire de prendre en compte les conditions météorologiques (vent et gradient de température) pour l'évaluation de l'atténuation liée à la propagation.

Pour les cartes de classement des voies, seule la divergence géométrique est prise en compte.

5.3 mesurages

Pour les bruits d'origine routière, si les mesurages sont réalisés à l'emplacement et dans les conditions des points de référence, ils sont conformes à l'annexe B. Pour des mesurages réalisés dans les autres cas, il convient de se reporter à la norme NF S 31-085.

Pour les bruits d'origine ferroviaire, il convient de se reporter à la norme NF S 31-088.

Pour les autres types de bruits, il convient de se référer aux normes NF S 31-110 et NF S 31-010. Pour les bruits qui ne relèvent pas du domaine d'application de ces deux normes, un procès-verbal spécifiant les conditions des mesurages doit être joint.

En cas de désaccord entre les mesurages et le calcul entraînant un changement de classe de niveau sonore (voir 7.2) pour un récepteur donné, il faut recommencer les mesurages qui sont déterminants en dernière instance.

6 élaboration des cartes

6.1 cartes de type 1

6.1.1 méthode de calcul de bruit routier

Un calcul doit être conduit pour chaque arc. Dans les « rues en U », les calculs sont conformes aux exigences soit de la méthode simplifiée (voir 5.1.1), soit de la méthode détaillée (voir 5.1.2). Pour les autres sites, les calculs sont conformes aux exigences de la méthode détaillée (voir 5.1.2).

6.1.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire

Un calcul doit être conduit pour chaque arc. Les calculs sont conformes aux exigences décrites en 5.2 .

6.1.3 méthode de mesurage

Les mesurages sont réalisés conformément à l'annexe B dans le cas de sources routières et conformément à la norme NF S 31-088 dans le cas de sources ferroviaires.

6.1.4 représentation cartographique

La carte de type 1 est une vue en plan.

Les arcs routiers sont représentés par un trait d'épaisseur significative en rapport avec l'échelle de représentation du plan, dont la couleur correspond au niveau sonore, selon le code défini en annexe C . La distinction entre les « rues en U » et les sites en « tissu ouvert » doit être explicite et sera indiquée dans les éléments portés sur la carte (voir 8.1). A titre indicatif, il est possible d'adopter la règle suivante : pointillé pour les « rues en U » et aplat pour les sites en « tissu ouvert ».

Le réseau ferré est représenté selon une symbolique différente, référencée dans la légende de la carte, une couleur correspondant à son niveau sonore lui étant superposée.

Les établissements potentiellement bruyants définis à l'annexe D sont positionnés sur la carte par les symboles suivants :

Désignation	Symboles
Grands équipements de transport	Carré
Activités de loisir et de sport	Rond
Industries et activités commerciales	Triangle

Tableau 1

6.2 cartes de type 2

6.2.1 méthode de calcul de bruit routier

Le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ est déterminé par une méthode de calcul détaillée répondant aux exigences du 5.1.2 , la hauteur des points récepteurs étant de 3 m ou 5 m au-dessus du sol.

Pour les « rues en U », il faut déterminer le niveau $L_{Aeq,T}$ à 2 m en avant des façades directement exposées à la route. En général, les calculs ne sont pas réalisés en façades arrière, c'est-à-dire n'ayant aucun point de vue direct sur la route.

En « tissu ouvert », le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ représenté sur la carte est déterminé pour chaque bâtiment sur sa façade la plus exposée, à 2 m en avant de la façade.

Pour les « rues en U », un seul point de calcul est nécessaire par arc.

Le type de vitesse utilisée, conforme aux indications du 3.1.9 , est précisé dans le document explicatif.

6.2.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire

Le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ est déterminé par une méthode de calcul détaillée répondant aux exigences du 5.2.2, la hauteur des points récepteurs étant de 3 m ou 5 m au-dessus du sol.

En « tissu ouvert », le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ est déterminé pour chaque bâtiment sur sa façade la plus exposée, à 2 m en avant de celle-ci.

En « rues en U », les calculs du $L_{Aeq,T}$ ne sont réalisés qu'à 2 m en avant des façades directement exposées au bruit de la plate-forme ferroviaire. Ces calculs ne doivent pas être effectués en façades arrière, ne présentant pas de point de vue sur la plate-forme considérée.

Pour les « rues en U », un seul point de calcul est nécessaire par arc.

6.2.3 méthode de mesurage

Les évaluations par calcul sont complétées par des mesurages sur le site étudié. Elles visent soit :

- l'acquisition de données en l'absence de modélisation ;
- la vérification des conditions d'émission ;
- l'évaluation des conditions de propagation dans les sites complexes ;
- la vérification des calculs par échantillonnage.

Les mesurages sont réalisés conformément aux indications du paragraphe 5.3 .

Le nombre de points de mesurage dépend de la nature du problème ou du site à étudier. Dans le cas d'une vérification des calculs par échantillonnage, le maillage est d'au moins un point de mesurage par kilomètre carré.

Dans le cadre d'une carte de bruit basée sur des hypothèses conventionnelles de trafic ou de cartes de bruit sur des situations projetées, les mesurages n'ont pas lieu d'être.

6.2.4 représentation cartographique

La carte de type 2 est une vue en plan.

Dans les tissus ouverts, les bâtiments sont représentés par leur contour, leur surface étant mise en couleur en fonction du niveau de pression acoustique sur la façade la plus exposée et selon le code de couleurs défini en annexe C .

Dans les « rues en U », les bâtiments sont mis en couleur suivant le niveau en façade et selon le code de couleurs défini en annexe C .

Pour des cartes à l'échelle de 1/2 000, il est possible d'individualiser les façades.

En principe, une carte est établie par type de source (routière, ferroviaire, etc.). Il est cependant possible de représenter plusieurs sources sur une même carte, à condition de préciser la contribution de chacune d'entre elles en façade des bâtiments.

6.3 cartes de type 3

6.3.1 méthode de calcul de bruit routier

Le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ est déterminé par une méthode de calcul détaillée répondant aux exigences du 5.1.2 .

Les calculs doivent être réalisés selon un maillage de points récepteurs dont les dimensions doivent être précisées (voir 8.2), en s'arrêtant à 2 m en avant des façades.

La hauteur des points de calcul par rapport au sol doit être la même sur l'ensemble de la carte et précisée (voir 8.1).

Les calculs ne doivent pas être réalisés pour une distance supérieure aux limites de validité de la méthode de calcul utilisée. Ces limites sont notifiées dans le document explicatif.

6.3.2 méthode de calcul de bruit ferroviaire

Le niveau sonore $L_{Aeq,T}$ est déterminé par une méthode de calcul détaillée répondant aux exigences du 5.2 .

Les calculs doivent être réalisés selon un maillage de points récepteurs dont les dimensions doivent être précisées (voir 8.2), en s'arrêtant à 2 m en avant des façades.

La hauteur des récepteurs au-dessus du sol doit être constante sur la totalité de la carte et précisée (voir 8.1).

Les cartes ne doivent pas être réalisées pour une distance supérieure aux limites de validité de la méthode de calcul utilisée. Ces limites sont notifiées dans le document explicatif.

6.3.3 méthode de mesurage

Les évaluations par calcul sont complétées par des mesurages sur le site étudié. Elles visent soit :

- l'acquisition de données en l'absence de modélisation ;
- la vérification des conditions d'émission ;
- l'évaluation des conditions de propagation dans les sites complexes ;
- la vérification des calculs par échantillonnage.

Le nombre de points de mesurage dépend de la nature du problème ou du site à étudier. Dans le cas d'une vérification des calculs par échantillonnage, le maillage doit être justifié dans la note explicative.

Dans le cadre d'une carte de bruit basée sur des hypothèses conventionnelles de trafic ou de cartes de bruit sur des situations projetées, les mesurages n'ont pas lieu d'être.

Les mesurages sont réalisés conformément aux indications du paragraphe 5.3 .

6.3.4 représentation cartographique

Les niveaux de pression acoustique sont représentés par une vue en plan suivant des courbes isophoniques par intervalle de 2 dB(A).

Il est aussi possible de représenter, à des échelles supérieures à 1/500 :

- un profil en travers ;
- une élévation de façade pour des niveaux sonores à 2 m en avant de la façade.

7 représentation graphique

7.1 échelles

Les échelles de représentation des cartes originales sont spécifiées pour chaque type de carte à l'article 4 .

Il est toujours possible de représenter ces cartes à des échelles différentes. Dans ce cas, les deux échelles doivent apparaître sur la carte.

7.2 classes de niveaux sonores

La largeur des classes de niveaux sonores est de 5 dB(A) pour les représentations par aplat et de 2 dB(A) pour les représentations par isophones.

Pour les cartes de classement, la représentation des niveaux sonores en fonction des catégories d'infrastructures est définie à l'annexe C.3 .

7.3 code de couleurs

Le code de couleurs pour la représentation des niveaux sonores dans les cartes de types 1 et 2 est défini en annexe C .

Les cartes de type 3 représentent des isophones sans exigence de codes de couleurs.

7.4 engagement

L'engagement ou la responsabilité des personnes ayant établi la carte ne porte que sur les niveaux de bruit évalués conformément au présent document.

7.5 livraison

La livraison de la carte peut être faite soit sur papier, soit sur support numérique, soit les deux. Dans le cas où un support numérique est utilisé, le format de stockage doit être conforme avec les formats définis dans la norme XP Z 13-150.

8 présentation des documents

8.1 éléments devant être portés sur la carte

Les éléments suivants doivent être portés en clair sur la carte, quel que soit le support utilisé :

- la référence au présent document ;
- le type de carte représenté ;
- l'échelle de représentation de la carte originale et l'échelle de la carte fournie dans le cas où elle diffère de la carte originale ;
- la date d'élaboration et l'horizon des calculs ;
- la hauteur des points récepteurs pour les vues en plan (sauf pour les cartes de type 1) ;
- la nature de la source prise en compte pour l'évaluation des niveaux sonores représentés sur la carte ;
- l'indicateur de niveau sonore (sauf pour la carte de classement des voies) ;
- l'intervalle de référence pour lequel la carte est établie (sauf pour la carte de classement des

voies) ;

- le code de couleurs utilisé ;
- le code graphique adopté pour distinguer les « rues en U » et les « tissus ouverts » pour le bruit dû aux infrastructures de transport ;
- le cas échéant, le type d'effets météorologiques pris en compte pour les cartes de types 2 et 3 ;

En outre,

- pour les cartes de type 1, cas général, le cartouche comporte la mention suivante :
 - « niveaux sonores évalués de façon conventionnelle selon le paragraphe 4.1.1 de la norme NF S 31-130 :
 - à 10 m de distance du bord de l'infrastructure et à 5 m de hauteur en « tissu ouvert » ;
 - en façade des bâtiments et à 5 m de hauteur dans les « rues en U ». »
- pour les cartes de type 1, cartes de classement des voies, le cartouche comporte la mention suivante :
 - « Cette carte représente des catégories d'infrastructures définies dans l'arrêté du 30 mai 1996 ».

8.2 document explicatif

La carte doit être livrée avec un document annexe explicatif comprenant obligatoirement les éléments suivants :

- la référence au présent document ;
- la source de bruit prise en compte, pour les cartes de types 2 et 3 ;
- la méthode d'évaluation utilisée ;
- le domaine de validité des calculs et des mesurages (hypothèses de calcul, définitions de l'état standard) ;
- pour chaque arc, les trafics et hypothèses pris en compte pour les calculs ;
- l'échelle des cartes sur lesquelles on a fait le relevé des données de site ;
- le type de descripteurs ;
- l'intervalle de référence ;
- la date d'élaboration et l'horizon pour lequel la carte est établie ;
- la légende, les couleurs ;
- l'auteur de la carte ;
- la nature des sols ;
- la liste des établissements représentés pour les cartes de type 1 ;
- les critères d'homogénéité acoustiques retenus pour la définition des arcs ;
- l'existence ou l'absence d'une correction de vitesse d'écoulement du trafic pour des niveaux sonores mesurés conformément à la norme NF S 31-085 ;
- la définition de la vitesse prise en compte par arc ;
- les revêtements de chaussée, s'il y a lieu ;
- la méthode utilisée pour la correction carrefours, s'il y a lieu ;
- la méthode retenue pour calculer la propagation en présence de conditions météorologiques données pour les cartes de types 2 et 3.

Tout autre élément non identifié dans cette liste mais influençant les résultats d'évaluation des niveaux sonores est mentionné dans le document explicatif sous la responsabilité de la personne qui établit la carte.

9 bibliographie

- Guide du Bruit des Transports Terrestres - Fascicule « Prévision des niveaux sonores » - CETUR, 1980.
- Analyse et évaluation méthodologique de la cartographie du bruit - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Blois / Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.
- Nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Journal Officiel n° 100-1.

- Bruit des infrastructures routières - Méthode de calcul incluant les effets météorologiques - CERTU - SETRA - LCPC - CSTB - 1997.
- Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux « Modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ».
- Circulaire du 25 juillet 1996 (à compléter).

Annexe A (informative) types de cartes - données rémusées

Pour toute précision, voir le contenu de la norme.

Type de carte et échelle de représentation	Données acoustiques représentées	Données cartographiques	Détermination des niveaux sonores	Représentation
Carte de type 1 - cas général Ville, région ou zone étendue Échelle 1/25 000, 1/10 000 ou 1/5 000	- Situation acoustique conventionnelle en façade	- Infrastructures de transport routières ou ferroviaires - Liste des établissements potentiellement bruyants	- Calcul du niveau sonore à 10 m du bord de l'infrastructure, et à 5 m de hauteur, augmenté de 3 dB(A) en tissu ouvert et en façade des bâtiments pour les «rues en U», pour une période de référence	- Vue en plan - Symboles correspondant aux établissements potentiellement bruyants - Axes routiers et ferroviaires colorés en fonction de la plage des niveaux sonores
Carte de type 1 Carte de classement des voies	- Catégories d'infrastructures	- Infrastructures de transport routières ou ferroviaires	- Calcul du niveau sonore à 10 m du bord de l'infrastructure, et à 5 m de hauteur, augmenté de 3 dB(A) en tissu ouvert et en façade des bâtiments pour les «rues en U»	- Axes routiers et ferroviaires colorés en fonction des catégories d'infrastructures (classement en fonction du bruit)
Carte de type 2 Voisinage des sources (quelques centaines de mètres) Échelle 1/5 000 ou 1/2 000	- Situation acoustique existante ou projetée aux points considérés	- Sol, bâti, infrastructures routières ou ferroviaires	- Calcul des niveaux sonores pour chaque bâtiments sur la façade la plus exposée à 3 m ou 5 m de hauteur - $L_{Aeq,T}$ (T à préciser) - Mesurages de validation dans le cas d'une situation existante	- Vue en plan - Chaque bâtiment est mis en couleur suivant le niveau de bruit sur sa façade la plus exposée - Possibilité de traiter séparément les façades d'un même bâtiment
Carte de type 3 Voisinage immédiat des récepteurs Échelle 1/2 000, 1/1 000 ou 1/500	- Situation acoustique existante ou projetée aux points considérés	- Sol, bâti, infrastructures routières ou ferroviaires à une échelle fine	- Calcul des niveaux sonores en tout point du site, selon un maillage et une hauteur à préciser - $L_{Aeq,T}$ (T à préciser) - Mesurages de validation et détermination des modes de propagation	- Vue en plan - Possibilité de profil en travers et d'élévation de façade - Courbes isophones par intervalles de 2 dB (A)

Tableau A.1.

Annexe B (normative) code de mesurage du bruit d'origine routière aux points de référence ou équivalents

B.1 domaine d'application

La présente méthode spécifie la technique de mesurage in situ du bruit émis par la circulation à faible distance d'une route existante. Conforme aux principes de la norme NF S 31-085, elle en constitue une adaptation spécifique.

Elle définit les conditions de mesurage des niveaux de pression acoustique, les éléments du site à décrire, les évaluations concomitantes nécessaires (caractéristiques du trafic). Les exigences visent à déterminer le(s) niveau(x) de pression acoustique résultant de la circulation routière pendant un intervalle d'observation donné. Les mesures obtenues permettent d'estimer le niveau de pression acoustique reçu pendant l'(les) intervalle(s) de référence en un (des) point(s) récepteur(s) situé(s) aux emplacements des points de référence, ou situés à des distances équivalentes du bord de la chaussée la plus proche. Pour des mesurages réalisés dans d'autres cas, il convient de se référer à la norme NF S 31-085. Les résultats fournis peuvent faire l'objet d'une validation statistique prévue dans ce code de mesurage.

B.2 principe de mesurage

La présente annexe permet la détermination du niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique pour un site, à partir :

- d'un mesurage acoustique pendant l'intervalle de mesurage ;
- de la connaissance des principaux facteurs d'influence pendant ce même intervalle de mesurage ;
- de l'estimation de l'état moyen représentatif de ces facteurs d'influence sur l'intervalle de référence.

Dans ce but, la présente annexe donne les exigences pour les mesurages suivants :

- niveaux de pression acoustique ;
- caractéristiques du trafic ;
- tests de validation des résultats.

Pour le traitement ultérieur des données acoustiques, l'intervalle de mesurage doit être échantillonné en intervalles de base choisis en synchronisation avec le comptage des véhicules.

S'agissant de mesurages à faible distance de la source de bruit, l'effet des variations des conditions météorologiques sur la propagation n'est pas pris en compte.

B.3 mesurages acoustiques

B.3.1 appareillage de mesure

L'appareillage de mesure doit être de type intégrateur, échantillonneur moyennneur et conforme au minimum à la classe 2 de la norme NF EN 60804.

B.3.2 étalonnage et calibrage

L'appareillage de mesure doit être étalonné et le montage d'étalonnage doit être conforme aux instructions du constructeur. L'utilisateur doit faire un contrôle sur place au moins avant et après chaque série de mesurages, incluant un contrôle acoustique ou électrostatique du microphone.

B.3.3 précautions d'usage de l'appareillage

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour que l'appareillage de mesure ne soit pas affecté par les conditions météorologiques.

Le niveau de pression acoustique dû aux effets du vent sur le microphone doit être inférieur d'au moins 10 dB à la grandeur mesurée.

B.3.4 emplacements de mesurage

Les mesurages sont réalisés :

- aux points de référence, en site ouvert ou en « rues en U » ; les autres conditions étant conformes aux indications des paragraphes 3.1.6.1 et 3.1.7 ;
- ou bien en des points récepteurs situés à des distances équivalentes en sites ouverts, les autres conditions (infrastructure rectiligne, à bord dégagé ; voie au niveau du sol, sol plan réfléchissant) pouvant être différentes de celles requises aux points de référence.

Le principe de mesurages simultanés entre un point de longue durée et des points de courtes durées (valeur relative se rapportant au point de mesurage de longue durée) peut être retenu. Il faut alors s'assurer que la source mise en cause est la même et que le signal mesuré par prélèvement est sensiblement supérieur au bruit de fond.

B.3.5 intervalle de mesurage

La durée de mesurage dépend de l'objet du mesurage ainsi que du trafic (volume). La date des mesurages doit être choisie pour correspondre aux conditions usuelles d'exploitation de la route. De façon générale, le mardi et le jeudi correspondent aux meilleures conditions de représentativité du trafic.

Dans le même esprit, doivent figurer de façon privilégiée dans la période de mesurage, les plages horaires suivantes : 10 h - 11 h 30 et 14 h 30 - 16 h.

La durée de l'intervalle de mesurage dépend fortement du volume du trafic. Un minimum de 600 événements sonores est nécessaire pour valider un résultat de bruit routier (600 véhicules). Pour des cartes de types 2 et 3, la durée de mesurage est au moins de 1 h.

Pour les arcs où la vitesse estimée est égale à 20 km/h, la durée de mesurage en chaque point doit être au moins égale à 2 h.

B.4 détermination des caractéristiques du trafic routier

Le comptage du trafic global avec évaluation du trafic poids lourds (poids total en charge supérieur à 3,5 t) de façon fiable revêt une importance fondamentale.

Toute évaluation de trafic (global, pourcentage poids lourds) non fiable ramène la mesure du bruit à un simple constat au jour et à l'heure donnés, qui ne peut pas être utilisé pour se recalculer sur un état de long terme.

Suivant l'objectif visé par le demandeur, on pourra procéder à un ou plusieurs comptage(s) de durée limitée sur l'intervalle de mesurage à condition de justifier la validité de la méthode d'échantillonnage retenue.

Une mesure acoustique du bruit routier doit mentionner de façon précise la nature et le volume du trafic :

- le débit total Q du trafic routier (PL + VL) ;
- le pourcentage PL ;
- l'estimation de la vitesse moyenne du flot et de l'allure.

A ces données sont ajoutés certains renseignements sur la chaussée (profil en long, rampe, nature du revêtement, obstacles réfléchissants,...).

Les caractéristiques de trafic mesurées ou estimées durant les essais doivent être comparées aux valeurs de référence connues du site représentatives de l'intervalle de référence.

B.5 ajustement en fonction des caractéristiques du trafic

L'ajustement en fonction des caractéristiques du trafic doit être effectué selon la formule suivante :

$$L_{Aeq,LT} = L_{Aeq,mes} + 10 \lg (Q_{réf} / Q_{mes})$$

où :

Q_{mes} est le trafic pendant la période de mesurage ;

$Q_{réf}$ est le trafic de référence.

Une correction de vitesse peut être effectuée selon la formulation suivante :

$$C = 20 \log V_{mes} / V_{réf}$$

où :

V_{mes} est la vitesse du trafic pendant la période de mesurage ;

$V_{réf}$ est la vitesse utilisée pour les calculs.

Cette correction de vitesse n'est applicable que pour des vitesses supérieures à 60 km/h.

B.6 validation des résultats

Pour les cartes de type 3, les tests de validation des résultats exposés dans la norme NF S 31-085 s'appliquent notamment dans les cas où la répartition des niveaux sonores instantanés n'est pas gaussienne.

Pour les cartes de type 2, les bruits d'origines autres que la circulation routière doivent être éliminés. Si la durée cumulée des bruits ainsi éliminés est supérieure à 8 % de la durée du mesurage, celui-ci doit être recommencé.

B.7 procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit faire référence à la présente annexe et donner toute indication sur les points suivants :

- a) but du mesurage ;

- b) date et heure du mesurage ;
Il doit être clairement précisé si le mesurage permet de déterminer un état de long terme ou si ce n'est qu'une mesure de constat.
- c) description du site :
- plan de situation avec indication d'orientation ;
 - plan de masse avec indication des bâtiments et des obstacles réfléchissants, de la hauteur des bâtiments (R, R + 1, R + 2, etc.), de la largeur de la route considérée, de son profil en travers, de son profil en long, de la position des emplacements de mesurage et de la distance horizontale au bord de la route considérée ;
 - le cas échéant, une photographie du site.
- d) conditions météorologiques globales au cours des mesurages :
- nébulosité, ensoleillement ;
 - caractéristiques du vent (direction, vitesse, présence ou absence de rafales, etc.) ;
- e) caractéristiques de la route considérée :
- « rue en U » ou « tissu ouvert » ;
 - largeur de la route ;
 - nombre de voies de circulation ;
 - direction du flot de véhicules (double sens, sens unique) ;
 - fluidité du trafic ;
 - état de la chaussée (sèche, humide) ;
 - type de revêtement de la chaussée (béton bitumineux, enduit superficiel, pavés, etc.) ;
 - rampe (en pourcentage).
- f) appareils de mesure utilisés : type, dénomination, numéro de série et nom du constructeur des appareillages utilisés pour les mesurages acoustiques, météorologiques, ainsi que le cas échéant, des caractéristiques de trafic ;
- g) résultat global de l'essai : niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique, $L_{Aeq,LT}$, en décibels A, calculé conformément à l'article 5 en précisant les ajustements effectués en fonction des conditions de trafic régnant pendant les mesurages (valeurs moyennes relevées et valeur de référence sur site) ainsi que toute information utile à la compréhension du résultat global ;
- h) résultats détaillés de l'essai :
- les données relevées par intervalle de base doivent être présentées sur un graphique décrivant l'évolution temporelle des grandeurs suivantes : le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$;
 - la vitesse du vent, en mètres par seconde, dans le cas de mesurages en zone à urbanisme ouvert ou zone dégagée ;
 - la direction du vent dans la zone du microphone.

Annexe C (normative) code de couleurs

C.1 représentation de la gamme complète des niveaux sonores continus équivalents $L_{Aeq,T}$

Niveaux sonores (en dB(A)) Couleurs

inférieur à 40 vert très clair

40 - 45 vert clair

45 - 50 vert moyen

50 - 55 vert foncé

55 - 60 jaune

60 - 65 marron

65 - 70 orange

70 - 75 rouge

75 - 80 violet

supérieur à 80 bleu foncé

La borne inférieure fait partie de la classe.

C.2 représentation partielle de la gamme des niveaux sonores continus équivalents $L_{Aeq,T}$

Il est possible d'utiliser cette gamme de façon partielle. Dans ce cas, pour la partie utile de la carte, les éléments de la gamme précédente sont repris strictement ; la partie inférieure est coloriée avec la couleur de la tranche inférieure, la plage supérieure est représentée avec la couleur de la tranche supérieure.

Par exemple, si on s'intéresse uniquement à la plage 60 dB(A) -70 dB(A), on utilisera les couleurs suivantes :

- inférieure à 60 dB(A) : jaune ;
- 60 - 65 dB(A) : marron ;
- 65 - 70 dB(A) : orange ;
- supérieure à 70 dB(A) : rouge.

C.3

Pour les cartes de classement des voies, la représentation des niveaux sonores $L_{Aeq,T}$ est limitée à celle de la catégorie de l'infrastructure :

Catégories de voies Couleurs

- 1 bleu foncé
- 2 violet
- 3 rouge
- 4 orange
- 5 marron

Les catégories de voies sont précisées dans l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit (voir bibliographie).

Annexe D (informative) liste d'activités potentiellement bruyantes à repérer sur les cartes de type 1

D.1 avertissement préalable

Cette liste est fournie à titre indicatif pour aider au recensement des activités potentiellement bruyantes qu'il apparaît intéressant de faire figurer sur une carte de bruit.

Elle n'est pas limitative et peut, le cas échéant, être complétée à l'aide des indications fournies par les services locaux, grâce à leur connaissance du terrain.

A l'inverse, certaines des activités répertoriées ci-après peuvent, dans certains cas, ne pas occasionner de nuisances importantes. Dans ce cas, il est inutile de les faire figurer sur la carte.

Dans le document explicatif accompagnant la carte, chaque activité répertoriée sur la carte doit être citée, en indiquant les principales sources de nuisances sonores, leur fréquence d'apparition et toute indication susceptible de caractériser l'ampleur de la nuisance (distance de perception, mesurages de bruit, etc.).

D.2 liste des activités potentiellement bruyantes

- a) grands équipements de transports :
 - port de marchandises ;
 - gare routière, marchés nationaux ;
 - gare ferroviaire importante ayant une forte activité de triage, de trafic fret ou de voyageurs grandes lignes ;
 - aéroport (reporter la surface touchée par le Plan d'Exposition au Bruit s'il existe et le joindre en annexe) ;
 - hélicoptère, hélistation, hélisurface ;
 - trajet hélicoptère, à partir d'une rotation par demi-heure.
- b) activités de loisirs et de sports :
 - espace d'accueil de spectacles de plein air ;
 - lieux d'expression musicale, salle de concert ;
 - chapiteaux divers permanents ou présents régulièrement ;
 - site d'implantation de fêtes foraines et de parcs d'attractions ;
 - stade ;
 - circuit moto ou automobile, motocross, karting ;

- ball trap, stand de tir ;
 - aérodrome de loisirs, plate-forme ULM, aéromodélisme ;
 - axe de voltige ;
 - palais des sports.
- c) industrie
- centrale thermique ;
 - fonderie ;
 - laminoirs ;
 - ferrailles ;
 - raffinerie ;
 - carrière gravière en cours de classement ;
 - cimenterie, fours à chaux ;
 - scierie ;
 - minoterie ;
 - blanchisserie industrielle ;
 - conserverie ;
 - moulin à papier - broyage ;
 - brasserie ;
 - forge, estampage chaudronnerie ;
 - incinération d'ordures ménagères et de résidus industriels ;
 - entrepôt frigorifique (compresseurs et réfrigérants) ;
 - tir d'explosifs ;
 - réparation de véhicules et engins à moteur ;
 - imprimerie ;
 - élevage ;
 - parking poids lourds (plus de 20 véhicules) ;
 - poste de transformation électrique.
- d) activités commerciales :
- grand centre commercial ;
 - entrepôt avec trafic important.

Liste des documents référencés

NF S31-010 (décembre 1996) : Acoustique - Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement - Méthodes particulières de mesurage

NF S31-088 (octobre 1996) : Acoustique - Mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire en vue de sa caractérisation