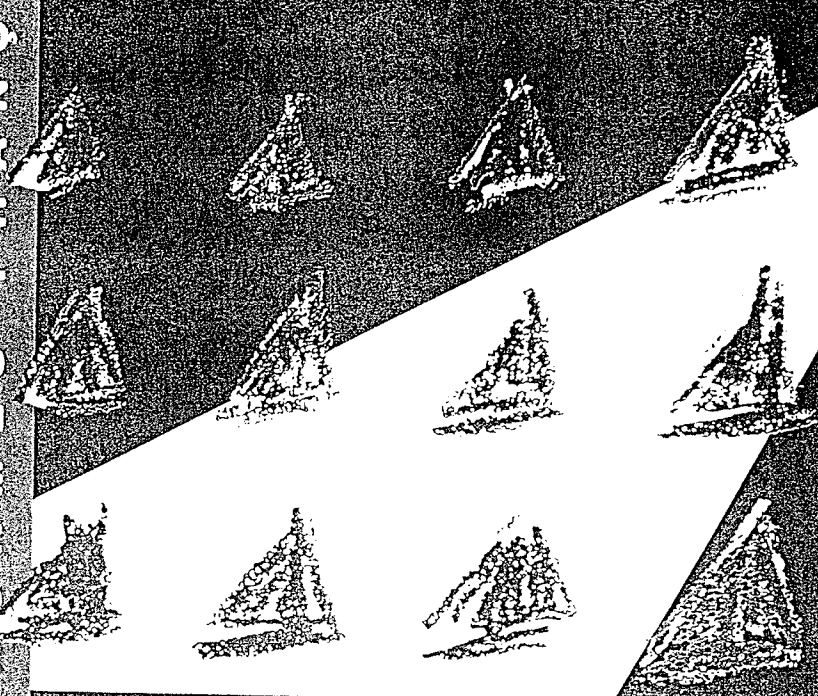


RECUEIL DE NORMES FRANÇAISES 1997

# Bruit



ENVIRONNEMENT

AFNOR

manquent les pages:

164 - 209

222 - 287

314 - 361.

## Correspondance entre les normes françaises et normes internationales ISO

Norme française	Indice de classement	Norme internationale ISO	Équivalence
NF R 14-313	R 14-313	ISO 6969	IDT
S 30-009	S 30-009	ISO 3891	NEQ
S 31-017	S 31-017	ISO 2923	NEQ
S 31-019	S 31-019	ISO 3095	EQV
NF S 31-028	S 31-028	ISO 3381	EQV
S 31-029	S 31-029	ISO 2249	EQV
S 31-058	S 31-058	ISO 5130	NEQ
S 31-086	S 31-086	ISO 5128	NEQ
NF S 31-110	S 31-110	ISO 1996-1-2-3	EQV
NF ISO 9645	S 31-150	ISO 9645	IDT

Pour obtenir des informations détaillées sur la correspondance entre normes françaises et normes internationales ou étrangères, contacter le Service Info-Normes au 01 42 91 55 33.

## Liste des projets à l'étude

### 1 Révisions

Indice	Filière d'origine	Titre
NF S 31-085	FRA	Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier
NF S 31-130	FRA	Acoustique - Cartographie du bruit en milieu extérieur - Elaboration des cartes et représentation graphique
S 31-119	FRA	Acoustique - Caractérisation <i>in situ</i> des qualités acoustiques des revêtements de chaussées - Mesurages acoustiques au passage

### 2 Créations

Indice	Filière d'origine	Titre
Pr S 31-132	FRA	Acoustique - Méthodes de prévision du bruit - Typologie des méthodes de prévision

S 31-086	Nov. 1984	Acoustique - Mesurage du bruit à l'intérieur des véhicules routiers - Méthode relative aux véhicules de transport en commun du type autobus (E).....	475
NF U 15-171	Déc. 1985	Acoustique - Mesurage du bruit aérien émis par les tondeuses à gazon à moteur, tracteurs de pelouse, tracteurs de jardin et de pelouse avec équipements de tonte adaptables - Méthode de vérification de la conformité en ce qui concerne les limites de bruit (E).....	487

## Liste alphanumérique des normes

Indice	Indice de classement	Date	Page
NF R 10-302		Déc. 1991	145
NF R 14-313		Févr. 1984	425
S 30-006		Janv. 1976	1
NF S 30-009		Janv. 1980	155
NF S 30-101		Sept. 1973	17
S 31-007		Juill. 1986	437
NF EN 60651	S 31-009	Juill. 1994	43
NF S 31-010		Déc. 1996	163
NF S 31-017		Oct. 1981	443
NF EN 22922	S 31-018	Nov. 1993	429
NF S 31-019		Sept. 1973	449
S 31-020		Févr. 1987	211
NF S 31-028		Mars 1974	459
NF S 31-029		Sept. 1973	465
NF S 31-057		Oct. 1982	221
S 31-058		Juill. 1986	471
NF S 31-085		Oct. 1991	241
S 31-086		Nov. 1984	475
NF S 31-088		Oct. 1996	257
NF S 31-089		Juill. 1990	289
NF EN 60804	S 31-109	Juill. 1994	85
NF S 31-110		Févr. 1985	315
S 31-119		Oct. 1993	339
NF S 31-130		Juin 1995	363
XP S 31-131		Oct. 1996	393
NF S 31-139		Août 1988	31
NF ISO 9645	S 31-150	Juill. 1990	417
NF U 15-171		Déc. 1985	487
ISO 9613-2		Déc. 1996	121

# Liste de textes réglementaires et documents officiels<sup>1</sup>

## Liste analytique

### DISPOSITIONS GÉNÉRALES EN MATIÈRE DE PROTECTION CONTRE LE BRUIT, LES ATTEINTES À LA LIBERTÉ INDIVIDUELLE ET À LA TRANQUILLITÉ PUBLIQUE

#### 1. Réglementation relative aux bruits de voisinage

Loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit.	
Décret n° 95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique.....	503
Décret n° 95-409 du 18 avril 1995 pris en application de l'article 21 de la loi du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatif aux agents de l'Etat et des communes commissionnés et assermentés pour procéder à la recherche et à la constatation des infractions aux dispositions relatives à la lutte contre le bruit.....	505
Arrêté du 10 mai 1995 relatif aux modalités de mesure des bruits de voisinage	506
Circulaire n° 48 du 15 juillet 1991 relative à la modification des compétences en matière de bruit de voisinage .....	506
Circulaire n° 6417 du 15 juillet 1975 relative à l'utilisation des machines parlantes dans les lieux publics.....	508

1. Seuls les textes suivis d'un folio sont reproduits dans le présent recueil à la page correspondante.  
Les autres textes sont indiqués à titre informatif.  
Ces textes sont extraits de la brochure intitulée « Bruit - Prévention, maîtrise et contrôle des nuisances sonores » n° 1383 de juin 1995, publiée par le Journal officiel.

**PROTECTION CONTRE LES BRUITS AYANT POUR ORIGINE  
DES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES, COMMERCIALES,  
ARTISANALES ET AGRICOLES**

**1. Dispositions générales**

Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement..... 544

**2. Bruit aériens émis dans l'environnement par les installations classées**

Arrêté du 20 août 1985 relatif aux bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement..... 558

Instruction technique annexée à l'arrêté du 20 août 1985..... 558

Lettre circulaire du 20 août 1985 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement..... 568

Circulaire du 20 septembre 1985 pour l'application de l'arrêté du 20 août 1985 relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement — Modifications à apporter aux prescriptions générales applicables aux installations soumises à déclaration..... 568

**3. Bruit aériens émis par les matériels et engins de chantier**

**3.1. Textes pris sur le fondement de la législation française**

Décret n° 69-380 du 18 avril 1969 relatif à l'insonorisation des engins de chantiers abrogé partiellement par le décret du 23 janvier 1995..... 571

Arrêté du 11 avril 1972 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier.

Arrêté du 11 avril 1972 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes moto-compresseurs.

Arrêté du 4 novembre 1975 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les brise-béton ou les marteaux-piqueurs.

Circulaire du 31 décembre 1985 relative à l'accueil et au traitement des plaintes consécutives aux nuisances sonores..... 509

Circulaire du 27 février 1996 relative à la lutte contre les bruits de voisinage 511

**2. Infrastructures de transport**

Circulaire du 2 mars 1983 relative à la protection contre le bruit aux abords des infrastructures routières, du réseau national.

Note du 27 septembre 1982 relative à la prise en compte du bruit lié aux infrastructures routières — Gêne nocturne.

Décret n° 95-21 du 9 janvier 1995 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le code de l'urbanisme et le code de la construction et de l'habitation..... 516

Décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres..... 518

Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières..... 520

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..... 523

Circulaire n° 91-61 du 2 août 1991 relative à l'établissement des projets de lignes nouvelles ferroviaires à grande vitesse..... 530

Circulaire n° 92-71 du 15 décembre 1992 relative à la conduite des grands projets nationaux d'infrastructures..... 536

Arrêté du 6 octobre 1978 relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur.

Circulaire du 3 mai 1990 relative au programme de rattrapage des points noirs dus au bruit le long des autoroutes concédées.

**3. Etudes d'impact**

Décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature (articles 1 à 7, 8-1 et 20)..... 538

Arrêté du 26 novembre 1975 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes du soudage.

Arrêté du 10 décembre 1975 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes de puissance.

Arrêté du 7 novembre 1977 fixant les conditions d'environnement pour l'exécution des mesures du niveau sonore des bruits aériens émis par les engins de chantier.

### 3.2. Textes pris en application de la Directive CEE

Arrêté du 3 juillet 1979 fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier.

### 3.3. Textes divers

Circulaire du 16 mai 1986 relative aux bruits émis par les engins de chantier.

## LE BRUIT ET LES TRANSPORTS

### 1. Véhicules circulant sur la voie publique

Circulaire du 23 juillet 1987 relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs sonores et lumineux.

Circulaire du 5 août 1987 relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs sonores et lumineux.

Note du 6 août 1987 relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs deux tons.

Arrêté du 8 juin 1979 relatif à l'application de la directive du Conseil des Communautés européennes 78/1015/CEE du 23 novembre 1978 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives au niveau sonore admissible et au dispositif d'échappement des motocycles.

Arrêté du 7 janvier 1985 relatif à la réception CEE des véhicules en ce qui concerne le niveau sonore admissible et le dispositif d'échappement des véhicules à moteur.

### 2. Aéronefs : Redevances – Aides aux riverains

Arrêté du 16 novembre 1990 relatif à l'exploitation des avions à réaction subsoniques en vue de limiter leurs émissions sonores.

Arrêté du 28 décembre 1983 relatif à la répartition des aéronefs en cinq groupes acoustiques et fixation des coefficients de modulation de la redevance d'atterrissage.

Arrêté du 2 septembre 1993 portant application de l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit relatif à la classification acoustique des aéronefs à prendre en compte pour le calcul de la taxe d'atténuation des nuisances sonores..... 572

Arrêté du 2 septembre 1993 portant application de l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatif à la masse des aéronefs à prendre en compte par le calcul de la taxe d'atténuation des nuisances sonores..... 573

Décret n° 94-236 du 18 mars 1994 relatif aux modalités d'établissement des plans de gêne sonore institués par l'article 19-1 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit ..... 573

Décret n° 94-503 du 20 juin 1994 relatif aux opérations d'aide aux riverains des aérodromes sur lesquels est perçue la taxe instituée à l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit 574

### 3. Navigation intérieure

Arrêté du 20 mai 1966 relatif aux mesures destinées à lutter contre les bruits produits par les bateaux de navigation intérieure.

Circulaire n° 69-64 du 27 mai 1969 relative au respect de la réglementation du bruit des bateaux de navigation intérieure.

Arrêté du 16 avril 1975 relatif aux prescriptions techniques des avertisseurs sonores des bâtiments de navigation intérieure.

## LES MATÉRIELS ET ENGINES BRUYANTS

Décret n° 75-960 du 17 octobre 1975 relatif à la limitation des niveaux sonores modifié par le décret 81-195 et 95-79.

# Liste chronologique

Décret n° 95-79 du 23 janvier 1995 fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation.....	575
Arrêté du 17 juin 1987 relatif au niveau sonore admissible des tondeuses à gazon.	

## LES INSTRUMENTS DE MESURE DE PRESSION ACOUSTIQUE

Décret n° 88-682 du 6 mai 1988 relatif au contrôle des instruments de mesure.....	579
---	-----

## LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS

Arrêté du 31 juillet 1992 pris en application de l'article 84 de la loi n° 91-1322 du 30 décembre 1991 relative à la loi de finances pour 1992.....	586
---	-----

### 1966

**Arrêté du 20 mai 1966** relatif aux mesures destinées à lutter contre les bruits produits par les bateaux de navigation intérieure.

### 1969

**Décret n° 69-380 du 18 avril 1969** relatif à l'insonorisation des engins de chantiers abrogé partiellement par le décret du 23 janvier 1995.....

571

**Circulaire n° 69-64 du 27 mai 1969** relative au respect de la réglementation du bruit des bateaux de navigation intérieure.

### 1972

**Arrêté du 11 avril 1972** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par le ou les moteurs à explosion ou à combustion interne de certains engins de chantier.

**Arrêté du 11 avril 1972** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes moto-compresseurs.

### 1975

**Arrêté du 16 avril 1975** relatif aux prescriptions techniques des avertisseurs sonores des bâtiments de navigation intérieure.

**Circulaire n° 6417 du 15 juillet 1975** relative à l'utilisation des machines parlantes dans les lieux publics.....

508

**Décret n° 75-960 du 17 octobre 1975** relatif à la limitation des niveaux sonores modifié par le décret 81-195 et 95-79.

**Arrêté du 4 novembre 1975** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les brise-béton ou les marteaux-piqueurs.

**Arrêté du 26 novembre 1975** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes de soudage.

**Arrêté du 10 décembre 1975** relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les groupes électrogènes de puissance.

#### Remarques

Seuls les textes suivis d'un folio sont reproduits dans le présent recueil à la page correspondante. Les autres textes sont indiqués à titre informatif.



<b>1976</b>	
<b>Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976</b> relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.	
<b>1977</b>	
<b>Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977</b> pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement	544
<b>Décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977</b> pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature (articles 1 à 7, 8-1 et 20)	538
<b>Arrêté du 7 novembre 1977</b> fixant les conditions d'environnement pour l'exécution des mesures du niveau sonore des bruits aériens émis par les engins de chantier.	
<b>1978</b>	
<b>Arrêté du 6 octobre 1978</b> relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur.	
<b>1979</b>	
<b>Arrêté du 8 juin 1979</b> relatif à l'application de la directive du Conseil des Communautés européennes 78/1015/CEE du 23 novembre 1978 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives au niveau sonore admissible et au dispositif d'échappement des motocycles.	
<b>Arrêté du 3 juillet 1979</b> fixant le code général de mesure relatif au bruit aérien émis par les matériels et engins de chantier.	
<b>1982</b>	
<b>Note du 27 septembre 1982</b> relative à la prise en compte du bruit lié aux infrastructures routières - Genève nocturne.	
<b>1983</b>	
<b>Circulaire du 2 mars 1983</b> relative à la protection contre le bruit aux abords des infrastructures routières du réseau national.	
<b>Arrêté du 28 décembre 1983</b> relatif à la répartition des aéronefs en cinq groupes acoustiques et fixation des coefficients de modulation de la redevance d'atterrissage.	
<b>1985</b>	
<b>Arrêté du 7 janvier 1985</b> relatif à la réception CEE des véhicules en ce qui concerne le niveau sonore admissible et le dispositif d'échappement des véhicules à moteur.	
<b>Arrêté du 20 août 1985</b> relatif aux bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement	558

Instruction technique annexée à l'arrêté du 20 août 1985	558
<b>Lettre circulaire du 20 août 1985</b> relative aux installations classées pour la protection de l'environnement	568
<b>Circulaire du 20 septembre 1985</b> pour l'application de l'arrêté du 20 août 1985 relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement - Modifications à apporter aux prescriptions générales applicables aux installations soumises à déclaration	568
<b>Circulaire du 31 décembre 1985</b> relative à l'accueil et au traitement des plaintes consécutives aux nuisances sonores.	509
<b>1986</b>	
<b>Circulaire du 16 mai 1986</b> relative aux bruits émis par les engins de chantier.	
<b>1987</b>	
<b>Arrêté du 17 juin 1987</b> relatif au niveau sonore admissible des tondeuses à gazon.	
<b>Circulaire du 23 juillet 1987</b> relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs sonores et lumineux.	
<b>Circulaire du 5 août 1987</b> relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs sonores et lumineux.	
<b>Note du 6 août 1987</b> relative à la lutte contre l'usage abusif des avertisseurs deux tons.	
<b>1988</b>	
<b>Décret n° 88-682 du 6 mai 1988</b> relatif au contrôle des instruments de mesure	579
<b>1990</b>	
<b>Circulaire du 3 mai 1990</b> relative au programme de rattrapage des points noirs dus au bruit le long des autoroutes concédées.	
<b>Arrêté du 16 novembre 1990</b> relatif à l'exploitation des avions à réaction subsoniques en vue de limiter leurs émissions sonores.	
<b>1991</b>	
<b>Circulaire n° 91-61 du 2 août 1991</b> relative à l'établissement des projets de lignes nouvelles ferroviaires à grande vitesse.	530
<b>Circulaire n° 48 du 15 juillet 1991</b> relative à la modification des compétences en matière de bruit de voisinage	506
<b>1992</b>	
<b>Arrêté du 31 juillet 1992</b> pris en application de l'article 84 de la loi n° 91-1322 du 30 décembre 1991 relative à la loi de finances pour 1992	586
<b>Circulaire n° 92-71 du 15 décembre 1992</b> relative à la conduite des grands projets nationaux d'infrastructures	536
<b>Loi n° 92-1441 du 31 décembre 1992</b> relative à la lutte contre le bruit.	

## 1993

- Arrêté du 2 septembre 1993** portant application de l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit relatif à la classification acoustique des aéronefs à prendre en compte pour le calcul de la taxe d'atténuation des nuisances sonores..... 572
- Arrêté du 2 septembre 1993** portant application de l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatif à la masse des aéronefs à prendre en compte par le calcul de la taxe d'atténuation des nuisances sonores..... 573

## 1994

- Décret n° 94-236 du 18 mars 1994** relatif aux modalités d'établissement des plans de gêne sonore institués par l'article 19-1 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit..... 573
- Décret n° 94-503 du 20 juin 1994** relatif aux opérations d'aide aux riverains des aérodromes sur lesquels est perçue la taxe instituée à l'article 16 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit..... 574

## 1995

- Décret n° 95-21 du 9 janvier 1995** relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le code de l'urbanisme et le code de la construction et de l'habitation..... 516
- Décret n° 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres..... 518
- Décret n° 95-79 du 23 janvier 1995** fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation..... 575
- Décret n° 95-408 du 18 avril 1995** relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique..... 503
- Décret n° 95-409 du 18 avril 1995** pris en application de l'article 21 de la loi du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatif aux agents de l'Etat et des communes commissionnés et assermentés pour procéder à la recherche et à la constatation des infractions aux dispositions relatives à la lutte contre le bruit..... 505
- Arrêté du 5 mai 1995** relatif au bruit des infrastructures routières..... 520
- Arrêté du 10 mai 1995** relatif aux modalités de mesure des bruits de voisinage..... 506

## 1996

- Circulaire du 27 février 1996** relative à la lutte contre le bruit de voisinage..... 511
- 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..... 523

**AFNOR CONSEIL** accompagne également votre démarche de progrès sur tous les grands thèmes de préoccupations d'entreprises :

- environnement,
- technologies de l'information,
- conformité technique,
- gestion du système documentaire...

# Qualité

## AFNOR CONSEIL

Tour Europe

92049 Paris la Défense cedex

Tél. 01 42 91 56 41

BORDEAUX	05 56 34 82 03
LILLE	03 20 89 84 52
LYON	04 78 95 07 61
MARSEILLE	04 91 57 01 13
NANCY	03 83 98 19 19
NANTES	02 40 73 23 00

## AVANT-PROPOS

*Le présent fascicule de documentation est en concordance technique avec le projet de norme internationale ISO DIS 3740.*

*Le facteur le plus important pour le choix d'une méthode de mesure du bruit est l'usage que l'on se propose de faire des résultats obtenus. Le présent fascicule de documentation joue le rôle d'introduction à un ensemble de normes fondamentales qui décrivent diverses méthodes de détermination des niveaux de puissance acoustique des machines et équipements. Ces niveaux sont utilisés dans les buts suivants :*

- a) Calcul du niveau de pression acoustique approché à une distance donnée d'une machine qui fonctionne dans un environnement spécifié.*
- b) Comparaison du bruit émis par des machines de même type et de même taille.*
- c) Comparaison du bruit émis par des machines de même type et de tailles différentes.*
- d) Contrôler si une machine respecte une limite supérieure spécifiée pour son niveau de bruit.*
- e) Prévision du degré d'isolement acoustique ou du programme de réduction du bruit qu'il est nécessaire de rechercher dans certaines circonstances.*
- f) Les travaux d'étude à entreprendre pour obtenir des machines et équipements suffisamment silencieux.*

*Les valeurs des niveaux de puissance acoustique obtenues au moyen de l'une des normes fondamentales sont essentiellement indépendantes de l'environnement dans lequel elles ont été obtenues. C'est une des raisons pour lesquelles on préfère utiliser le niveau de puissance acoustique pour caractériser le bruit émis par différents types de machines et d'équipements.*

*Les normes fondamentales fixent uniquement les spécifications acoustiques des mesures faites dans divers environnements et avec certaines classes de précision. Lorsqu'on les applique à des machines particulières, il faut décider laquelle des normes fondamentales s'applique le mieux à la classe de machines et d'équipements considérée et au but de l'essai. Il est nécessaire aussi de fixer les détails particuliers de montage et de fonctionnement de la machine en essai en tenant compte des principes généraux fixés par les documents de base.*

*Le présent fascicule de documentation donne des directives pour décider de ces questions.*

*Ces directives sont essentielles pour l'application correcte des normes fondamentales et la préparation de codes d'essais particuliers pour la mesure du bruit émis par les divers types de machines et d'équipements.*

*S'il n'existe pas de code d'essai acoustique pour un type particulier de machines, on adoptera la norme fondamentale qui convient le mieux, et les conditions de montage et de fonctionnement utilisées seront décrites dans le procès-verbal d'essai. Ces conditions doivent être conformes aux principes généraux donnés dans le document fondamental choisi.*

Le présent fascicule de documentation  
remplace la norme homologuée de même indice  
de juin 1966.

© AFNOR 1975  
Droits de reproduction  
et de traduction réservés  
pour tous pays.

0747 - Hammer, Paris et Cie, Paris, 12-75.

NF S 30-006

1<sup>er</sup> TIRAGE 76-01

Determination of sound power levels of noise sources. Part 0 : Guidelines for the use of basic standards and for the preparation of noise test codes.

Bestimmung der von Schallquellen emittierten Schalleistung. Teil 0 : Richtlinie für die Anwendung der Grundnormen und für die Aufsetzung der Prüfverfahren.

2. CHOIX DE LA NORME LA PLUS APPROPRIÉE DE DÉTERMINATION DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE

GRANDEURS À MESURER OU À CALCULER

Les méthodes fondamentales permettent de mesurer les niveaux de pression acoustique, soit pondérés A, soit en bandes de fréquences, dans un environnement acoustique connu. A partir de ces valeurs on calcule le niveau de puissance acoustique de la source, soit pondéré A, soit en bandes de fréquences.

NOTES :

1. D'autres pondérations comme la pondération C peuvent donner des renseignements supplémentaires sur les composantes de basse fréquence.
  2. D'autres caractéristiques dynamiques comme la caractéristique « Impulsion » peuvent donner des renseignements supplémentaires sur les composantes impulsionnelles.
- Les niveaux de puissance acoustique sont des valeurs moyennes obtenues par moyennage spatio-temporel. Pour certains types de bruit et dans certaines conditions de mesure il est utile de donner, outre le niveau de puissance acoustique, des informations concernant ses variations dans l'espace et dans le temps.

CONSIDÉRATIONS AFFECTANT LE CHOIX DE LA MÉTHODE DE MESURE

- L'application des diverses normes fondamentales est conditionnée par les facteurs suivants :
- a) Le volume de la source de bruit (qui pour les mesures de laboratoire est donné en pourcentage du volume de la salle d'essais),
  - b) L'environnement d'essais dont on dispose pour les mesures,
  - c) Le caractère du bruit produit par la source (par exemple à large bande, à bandes étroites, à fréquences discrètes ; continu, non continu, impulsionnel ; domaine de fréquences représentatif),
  - d) La classe la plus élevée de précision exigée d'après la classification donnée dans NF S 30-008,
  - e) Les résultats acoustiques demandés : niveaux de puissance acoustique et autres (par exemple directivité de la source, variation dans le temps, etc.).

ANALYSES

Les analyses des parties 1 à 6 sont données en annexe A.

ENVIRONNEMENT D'ESSAIS

On trouvera en appendice Y les caractéristiques des divers types d'environnement décrits dans les parties 1 à 6.

MÉTHODES DE SÉLECTION

Le tableau 1 résume les conditions d'application des normes fondamentales. Le tableau 2 donne les incertitudes inhérentes aux méthodes de mesure des niveaux de puissance acoustique décrites dans les six parties.

Le but recherché par les mesures de bruit détermine le degré de précision exigé. Les différents facteurs qui déterminent le choix de la méthode d'essais appropriée sont donnés dans le tableau 3. La colonne de gauche de ce tableau énumère les critères de choix. Dans la colonne de droite se trouvent des rectangles verticaux qui réalisent une combinaison des conditions d'essais appropriées.

Une fois fixées les spécifications de l'essai, on peut choisir la norme voulue en suivant les lignes verticales correspondant à chaque partie. Un rectangle noir indique que la norme correspondante est pleinement applicable à la condition d'essai considérée et que les niveaux de puissance acoustique obtenus se trouvent dans l'intervalle prévu de précision. Un rectangle blanc indique que les données obtenues sont facultatives.

Si la source est amovible et que l'on dispose des environnements d'essais correspondants, on peut choisir l'une des parties 1 à 5. Si la machine à essayer n'est pas amovible, seules les méthodes des parties 4 et 6 sont applicables. La méthode choisie dépend des facteurs énumérés au paragraphe 2.2.

L'appendice X donne des indications supplémentaires sur le contenu des tableaux 1 et 3.

2.1

La recherche de la réduction du bruit produit par les équipements exige des échanges d'informations acoustiques entre les divers intéressés, notamment le fabricant, l'installateur et l'utilisateur. Les mesures faites pour obtenir ces informations ne sont utiles que si elles sont effectuées dans des conditions acoustiques bien connues, avec des instruments normalisés, en vue d'obtenir des grandeurs acoustiques bien définies.

L'ensemble des normes fondamentales auquel le présent fascicule de documentation sert d'introduction est le suivant :

- NF S 31-022 Détermination de la puissance acoustique émise par les sources de bruit — 1<sup>re</sup> partie : Méthode de laboratoire en salle réverbérante pour les petites sources à large bande.
- ..... — 2<sup>e</sup> partie : Méthode de laboratoire en salle réverbérante pour les petites sources émettant des bruits à fréquences discrètes ou à bandes étroites.
- NF S 31-024 ..... — 3<sup>e</sup> partie : Méthode d'expertise adaptée à des salles réverbérantes spéciales.
- NF S 31-025 ..... — 4<sup>e</sup> partie : Méthodes d'expertise adaptées à des conditions de champ libre sur plan réglé-chissant.
- NF S 31-026 ..... — 5<sup>e</sup> partie : Méthode de laboratoire en salle anéchoïque.
- NF S 31-027 ..... — 6<sup>e</sup> partie : Méthode de contrôle pour les mesures in situ (\*).

En principe, les méthodes de mesure spécifiées dans les parties 1 à 6 couvrent tous les types de machines et d'équipements. Lorsque l'on a affaire à des machines de type et de dimensions déterminés, et lorsque l'on ne dispose que d'installations d'un certain type, il est possible que l'on ne puisse appliquer qu'une seule de ces normes.

Pour les essais de type, on choisira une seule méthode.

Les normes fondamentales fixent les conditions acoustiques à respecter et les instruments à utiliser pour les mesures de bruit. Elles ne donnent que des indications générales sur l'installation et le fonctionnement de la source pendant les mesures. Pour chaque type de machine et d'équipement, il est nécessaire de donner des instructions plus détaillées sur l'installation et le fonctionnement.

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 OBJET

Le présent fascicule de documentation a pour objet :

- a) d'exposer brièvement les principes sur lesquels sont basées les normes fondamentales,
- b) de faciliter le choix de la norme fondamentale la plus adéquate,
- c) de donner des informations générales pour permettre de compléter les normes fondamentales par des spécifications relatives à l'installation et au fonctionnement des divers types de machines et d'équipements ; ces informations font habituellement partie des codes d'essais.

1.2 DOMAINE D'APPLICATION

Ce guide est applicable à tous les codes de mesure de la puissance acoustique préparés par des organismes responsables de la normalisation pour tous les types de machines ou d'équipements. Il ne vise que le cas des sons aériens.

Il n'est pas applicable aux véhicules ni aux équipements en mouvement.

(\*) En cours de préparation.

TABLEAU 1 : NORMES DÉCRIVANT DIVERSES MÉTHODES POUR LA DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES MACHINES ET ÉQUIPEMENTS.

Partie N°	Classe de la méthode	Environnement d'essai	Volume de la source	Type du bruit	Niveau de puissance acoustique obtenu		Information facultative disponible
					Niveau de puissance acoustique pondéré A.	Autres niveaux de puissance acoustique pondérés.	
1	Laboratoire	Salle réverbérante remplissant les conditions prescrites.	de préférence moins de 1% du volume de la salle d'essai.	Tout type.	Pondéré A et par bande de tiers d'octave ou d'octave.	Informations sur la directivité et niveaux de pression acoustique en fonction du temps; autres niveaux de puissance acoustique pondérés.	
2	Laboratoire			Continu à large bande.	par bande de tiers d'octave ou d'octave.		
3	Expertise	Salle d'essai spéciale.		Continu à large bande, fréquences discrètes et bandes étroites.	Pondéré A et par bande d'octave.		
4	Expertise	A l'extérieur ou dans de grands locaux.	sans restriction; limite seulement par l'environnement d'essai utilisable.	Tout type.	Pondéré A et par bande de tiers d'octave ou d'octave.		
5	Laboratoire	En salle anéchoïque et semi-anéchoïque.	de préférence moins de 0,5% du volume de la salle d'essai.	Tout type.			
6	Contrôle	Pas d'environnement spécial.	sans restriction; limite seulement par l'environnement d'essai utilisable.	Continu et à large bande, bandes étroites ou fréquences discrètes.	Pondéré A.	Niveaux de pression acoustique en fonction du temps; autres niveaux de puissance acoustique pondérés.	

3. PRÉPARATION DES CODES D'ESSAIS ACOUSTIQUES

3.1 GÉNÉRALITÉS

Chaque code d'essai comportant la détermination du niveau de puissance acoustique pour des types particuliers de machines doit de préférence être basé sur :

- a) l'une des méthodes de laboratoire (parties 1, 2 ou 5),
- b) l'une des méthodes d'expertise (parties 3 ou 4),
- c) la méthode de contrôle (partie 6).

Les organismes qui ont la responsabilité d'établir des codes d'essais acoustiques pour certains types de machines ou d'équipements doivent choisir la méthode de mesure la plus adéquate, mais seulement parmi les normes de base dont la liste est donnée dans l'introduction. On devra examiner ensuite la nécessité de rédiger les spécifications supplémentaires au sujet :

- a) des conditions de fonctionnement,
- b) des conditions d'installation et de montage,
- c) des positions ou des trajectoires de microphone et de la surface de mesure.

TABLEAU 2 : ERREURS DANS LA DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE PUISSANCE ACOUSTIQUE EXPRIMÉES PAR LA VALEUR MAXIMALE DE L'ÉCART-TYPE EN dB

Partie N°	Bandes d'octave (Hz)		250	500	1 000 - 4 000	8 000	A
	Bandes de 1/3 d'octave (Hz)	100-160					
1	3	200-315	2	1,5		3	-
2	5		3	2		3	2
3	3		2	1,5		2,5	2
4	1 (Salle anéchoïque)	1,5 (Salle semi-anéchoïque)	1	0,5		1	-
			2			1,5	-
5	-	-	1	1,5		1,5	-
			2			1,5	-
6	-	-	-	-	-	-	5

Il est possible que ces spécifications supplémentaires ne soient pas nécessaires et que la norme de base soit suffisante pour le code d'essai envisagé.

Dans ce cas, on préparera un document comportant les clauses indiquées au paragraphe 3.2.

3.2 UTILISATION DES NORMES FONDAMENTALES

3.2.1

Dans le chapitre « Domaine d'application », le code d'essai définira soigneusement le type de machines ou d'équipements auquel il s'applique. Pour les machines de grandes dimensions comportant de nombreux composants, on définira clairement les sources de bruit que l'on doit considérer comme faisant partie de la source en essai.



## ANNEXE A

## ANALYSES DES NORMES FONDAMENTALES RELATIVES À LA DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE PUISSANCE ACOUSTIQUE.

## ANALYSE DE LA PREMIÈRE PARTIE :

NF S 31-022 : Méthode de laboratoire en salle réverbérante pour les petites sources à large bande.

## DOMAINE D'APPLICATION :

Volume de la source :

Caractère du bruit émis par la source :

Site d'essai :

Précision :

Grandeurs à mesurer :

Grandeurs à déterminer :

Grandeurs qui ne peuvent être obtenues :

## ANALYSE DE LA DEUXIÈME PARTIE :

NF S 31-023 : Méthode de laboratoire en salle réverbérante pour les petites sources émettant des bruits à fréquences discrètes ou à bandes étroites.

## DOMAINE D'APPLICATION :

Volume de la source :

Caractère du bruit émis par la source :

Site d'essai :

Précision :

Grandeurs à mesurer :

Grandeurs à déterminer :

Grandeurs qui ne peuvent être obtenues :

## ANALYSE DE LA TROISIÈME PARTIE :

NF S 31-024 : Méthode d'expertise adaptée à des salles réverbérantes spéciales.

## DOMAINE D'APPLICATION :

Volume de la source :

Caractère du bruit émis par la source :

Site d'essai (\*) :

Niveaux de pression acoustique en bandes de fréquences sur un contour prescrit ou en des positions séparées de microphone.

Niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences, niveau de puissance acoustique pondéré A (facultatif).

Caractéristiques de directivité de la source, variations dans le temps du bruit pour les sources qui émettent un bruit non stable.

De préférence inférieur à 1 % du volume de la salle d'essai.

Continu (selon la définition de NF S 30-008), à large bande et à fréquences discrètes (suivant la méthode donnée au chapitre 9 de la norme NF S 31-024).

Salle réverbérante spéciale (l'aptitude de la salle d'essai doit être contrôlée en présence de la source en essai par la méthode donnée au chapitre 6 de la norme).

Volume minimal de la salle : 70 m<sup>3</sup>

Volume maximal de la salle : 300 m<sup>3</sup>

Les caractéristiques acoustiques des parois de la salle doivent assurer une durée de réverbération  $T$  prescrite. (La durée de réverbération  $T$  de la salle d'essai doit se trouver entre les courbes limites définies par  $T = 0,9 K_T \cdot T_N$  et  $T = 1,1 K_T \cdot T_N$  avec  $K_T = 1 + 2,57 (fV/3)$ ;  $T_N = T/T \cdot 1000$  est la durée de réverbération normalisée ;  $f$  est exprimé en hertz et  $V$  en mètres cubes).

Précision :

Expertise (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pour la bande d'octave de 1 kHz est inférieur à 2,0 dB).

Grandeurs à mesurer :

Niveaux de pression acoustique en bandes de fréquences sur un contour prescrit ou en des positions séparées de microphone.

Grandeurs à déterminer :

Niveaux de puissance acoustique pondérés A et niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences.

Grandeurs qui ne peuvent être obtenues :

Caractéristiques de directivité de la source, variations dans le temps du bruit pour les sources qui émettent un bruit non stable.

De préférence inférieur à 1 % du volume de la salle d'essai.

Continu (selon la définition de NFS 30-008), à large bande.

Salle réverbérante ayant un volume et une absorption prescrits, ou qualifiée suivant la méthode de l'annexe A. Les commentaires donnent des directives pour l'établissement des salles réverbérantes. Le volume minimal de la salle dépend de la bande inférieure de fréquences intéressante (pour  $V_{\min} = 200$  m<sup>3</sup> la bande de tiers d'octave inférieure permise est centrée sur 100 Hz).

Laboratoire (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pour la bande d'octave de 1 kHz est inférieur à 1,5 dB).

Niveaux de pression acoustique en bandes de fréquences sur un contour prescrit ou en des positions séparées de microphone.

Niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences, niveau de puissance acoustique pondéré A (facultatif).

Caractéristiques de directivité de la source, variations dans le temps du bruit pour les sources qui émettent un bruit non stable.

Niveaux de pression acoustique en bandes de fréquences sur un contour prescrit ou à bandes étroites.

De préférence inférieur à 1 % du volume de la salle d'essai.

Continu (selon la définition de NF S 30-008), à fréquences discrètes ou à bandes étroites.

Salle réverbérante qui doit être qualifiée suivant la méthode de l'annexe A. D'autres spécifications relatives à la salle sont données dans la norme NFS 31-022.

Laboratoire (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pour la bande d'octave de 1 kHz est inférieur à 1,5 dB).

(\*) Il se peut que l'installation de certains matériels (bouches d'air par exemple) modifie profondément les caractéristiques initiales de la salle et que le critère d'aptitude ne soit pas satisfait. — Dans ce cas, la méthode directe de détermination de la puissance acoustique ne pourra plus être appliquée ; on utilisera obligatoirement la méthode de comparaison décrite au paragraphe 10.3 et l'on calculera le niveau pondéré A.

## ANALYSE DE LA QUATRIÈME PARTIE

NF S 31-025 : Méthodes d'expertise adaptées à des conditions de champ libre sur plan réfléchissant.

## DOMAINE D'APPLICATION

**Volume de la source :**

Limité seulement par les propriétés acoustiques du site d'essai et, pour les mesures à l'intérieur, par le volume de la salle d'essai.

**Caractère du bruit émis par la source :**

Tous types (selon la définition de NF S 30-008) : continu, non continu, à bande large, à fréquences discrètes, à bandes étroites.

**Site d'essai :**

Champ-libre sur plan réfléchissant à l'intérieur de l'espace de mesure (en salle ou à l'extérieur) : salle semi-anéchoïque, grande salle ordinaire, si elle peut se qualifier. Le plan réfléchissant sur lequel on place la source doit s'étendre au moins jusqu'à la surface de mesure. Son coefficient d'absorption ne doit pas dépasser 0,06. L'aptitude du site d'essai doit être contrôlée à l'intérieur de l'espace de mesure en présence de la source en essai selon l'une des méthodes données en annexe A. Le facteur de correction du site  $K$  ne doit pas dépasser 2 dB (ce qui correspond à un rapport  $A/S > 6$  pour les salles,  $A$  étant l'aire d'absorption équivalente de la salle et  $S$  l'aire de la surface de mesure).

**Précision :**

Expertise (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pour la bande d'octave de 1 kHz est inférieur à 1,5 dB.

**Grandeurs à mesurer :**

Niveaux de pression acoustique (pondérés ou en bandes de fréquence) sur une surface de mesure prescrite enveloppant la source.

**Grandeurs à déterminer :**

Niveaux de puissance acoustique pondérés  $A$  (les autres pondérations sont facultatives). Niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences. Niveaux de pression acoustique surfacique pour une distance de mesure donnée (de préférence 1 m), pondérés et en bandes de fréquences. Caractéristiques de directivité de la source (factatif).

## ANALYSE DE LA CINQUIÈME PARTIE

NF S 31-026 : Méthode de laboratoire en salle anéchoïque.

## DOMAINE D'APPLICATION

**Volume de la source :**

De préférence inférieur à 0,5 % du volume de la salle d'essai.

**Caractère du bruit émis par la source :**

Tous types (selon la définition de NF S 30-008) : continu, non continu, à bande large, à fréquences discrètes, à bandes étroites.

**Site d'essai :**

Salle anéchoïque prescrite, réalisant un champ libre ou salle semi-anéchoïque donnant un champ libre sur plan réfléchissant. L'aptitude du site d'essai doit être contrôlée dans l'espace de mesure en présence de la source en essai conformément à l'une des méthodes données en annexe A. Le plan réfléchissant sur lequel on place la source doit s'étendre au moins jusqu'à la surface de mesure. Son coefficient d'absorption ne doit pas dépasser 0,06. Le facteur de correction de site  $K$  ne doit pas dépasser 1,0 dB pour la salle anéchoïque et 1,5 dB pour la salle semi-anéchoïque (ce qui correspond à un rapport  $A/S > 16$  ou  $A/S > 10$ ,  $A$  étant l'aire d'absorption équivalente de la salle et  $S$  étant l'aire de la surface de mesure).

Laboratoire (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pour la bande d'octave de 1 kHz est inférieur à 0,5 dB pour les salles anéchoïques et 1,0 dB pour les salles semi-anéchoïques).

**Grandeurs à mesurer :**

Niveaux de pression acoustique (pondérés ou en bandes de fréquences) sur une surface de mesure prescrite enveloppant la source.

**Grandeurs à déterminer :**

Niveaux de puissance acoustique pondérés  $A$  (les autres pondérations sont facultatives). Niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences. Niveaux de pression acoustique surfacique pour une distance de mesure donnée (de préférence 1 m), pondérés et en bandes de fréquences. Caractéristiques de directivité de la source (factatif).

## ANALYSE DE LA SIXIÈME PARTIE

NF S 31-027 : Méthode de contrôle pour les mesures sur place (\*).

## DOMAINE D'APPLICATION

**Volume de la source :**

Sans restriction.

**Caractère du bruit émis par la source :**

Tous types (selon la définition de NF S 30-008) : continu, non continu, à bande large, à fréquences discrètes, à bandes étroites.

**Site d'essai :**

Lieu d'installation, à l'intérieur ou à l'extérieur, s'il répond aux spécifications. L'aptitude du site d'essai doit être contrôlée par une méthode simple pour les mesures à l'intérieur. Les mesures à l'extérieur n'imposent aucune méthode spéciale. Le plan réfléchissant sur lequel on place la source doit s'étendre au moins jusqu'à la surface de mesure. Son coefficient d'absorption ne doit pas dépasser 0,1. Le facteur de correction de site  $K$  pour les mesures à l'intérieur ne doit pas dépasser 7,0 dB (ce qui correspond à un rapport  $A/S > 1$ ,  $A$  étant l'aire d'absorption équivalente de la salle et  $S$  l'aire de la surface de mesure).

**Précision :**

Contrôle (l'écart-type correspondant à la détermination des niveaux de puissance acoustique pondérés  $A$  s'étend de 5 dB pour les sons purs à 3 dB pour les machines de même type).

**Grandeurs à mesurer :**

Niveaux de pression acoustique pondérés  $A$  sur une surface de mesure prescrite.

**Grandeurs à déterminer :**

Niveaux de puissance acoustique pondérés  $A$  (les autres pondérations sont facultatives).

(\* ) en préparation.



## FACTEURS AFFECTANT LE CHOIX DE LA MÉTHODE DE MESURE

X.1

### VOLUME DE LA SOURCE DE BRUIT

Plusieurs méthodes de mesure imposent une limite supérieure au volume de la source. Dans les parties 1, 2 et 3 (méthode en champ réverbéré) le volume de la source doit être de préférence inférieur à 1 % du volume de la salle d'essai. Dans les parties 4 et 5 (méthode en champ libre) le volume de la source n'est limité que par la condition que les propriétés acoustiques des parois de la salle soient telles que la zone de mesure se trouve en champ libre. Dans la partie 6 (méthode de contrôle) aucune restriction n'est imposée au volume de la source.

X.2

### SITES D'ESSAI DISPONIBLES POUR LES MESURES

Si la source est amovible (et petite) on peut l'installer dans tout site d'essai dont on dispose (par exemple salle semi-anechoïque, salle anéchoïque, à l'extérieur, salle réverbérante, salle d'essai acoustiques de la source en essai répondent aux spécifications de qualification données dans les normes individuelles de la série, on peut adopter une méthode de mesure conforme aux normes applicables.

Si la source ne peut être déplacée on mesure dans les conditions in situ. Dans ce cas, les méthodes de mesure décrites dans les parties 4 et 6 peuvent être applicables. L'annexe A, de la partie 4 donne les méthodes de qualification et les spécifications de l'environnement. Ces méthodes permettent de déterminer laquelle des deux parties 4 et 6 peut être utilisée.

Pour les grandes machines (de volume nettement supérieur à 2 m<sup>3</sup>) et pour les machines installées à l'extérieur, seules les méthodes des parties 4 et 6 sont applicables. D'autre part, on peut utiliser n'importe quelle des normes fondamentales pour les mesures sur les petites machines (de volume inférieur à 1 m<sup>3</sup>) qui sont amovibles et émettent un bruit stable à large bande. Pour ces machines, la méthode à choisir est déterminée par le site d'essai disponible et par la précision désirée.

X.3

### CARACTÈRES DU BRUIT

Si le spectre de la source contient des composantes à fréquences discrètes ou des bruits à bandes étroites, on peut choisir n'importe quelle partie sauf la première. Les bruits non stables ou impulsifs ne peuvent être mesurés en champ réverbéré. Les sources émettant des bruits non stables ou impulsifs sont mesurées suivant les spécifications des parties 4, 5 ou 6. Si la source produit un bruit stable à large bande, la mesure est simplifiée et l'on peut prendre au choix l'une des méthodes de mesure des parties 1, 3, 4, 5 ou 6.

Si le domaine de fréquence représentatif s'étend en dessous de 100 Hz ou au-dessus de 10 kHz, on a besoin de salles réverbérantes plus grandes ou plus petites, (c'est-à-dire dont le volume est supérieur ou inférieur à 200 m<sup>3</sup>). Il est nécessaire d'adopter de plus grandes distances de mesure pour les basses fréquences en champ libre (parties 4 et 5).

X.4

### NIVEAUX DE PRÉCISION REQUIS

Les normes fondamentales offrent trois niveaux de précision pour la détermination des niveaux de puissance acoustique des sources de bruit :

- Méthodes de laboratoire (niveau supérieur de précision) décrites dans les parties 1 et 2 (méthodes en champ réverbéré) et dans la partie 5 (méthode en champ libre).
- Méthodes d'expertise (niveau intermédiaire de précision) décrites dans la partie 3 (méthode en champ réverbéré) et dans la partie 4 (méthode en champ libre).
- Méthode de contrôle (niveau inférieur de précision) décrite dans la partie 6.

En général, plus le niveau de précision est élevé, plus la méthode de mesure est complexe.

X.5

### RÉSULTATS ACOUSTIQUES REQUIS

Les résultats à obtenir varient selon l'objet de la mesure. Les applications principales des résultats acoustiques sont les suivantes :

X.5.1

### Études de réduction de bruit

Au cours de l'étude de machines plus silencieuses, on a besoin en général d'informations quantitatives sur le spectre de puissance acoustique (en bandes d'octaves ou de tiers d'octaves). La méthode de mesure doit de préférence pouvoir fournir une précision du niveau laboratoire, mais les méthodes qui donnent un niveau expertise suffisent souvent.

### Essais de type

Pour les essais de fabrications de machines, une simple détermination globale des niveaux de puissance acoustique est ordinairement suffisante. La valeur de ces résultats est accrue si on obtient des informations plus détaillées sur les caractéristiques du bruit au moyen d'un essai de type. Un tel essai doit donner des renseignements sur la distribution des niveaux de puissance acoustique en bandes de fréquences (bandes d'octaves ou de tiers d'octaves) et la méthode de mesure doit fournir au moins le niveau de précision type expertise.

### Comparaison des machines

Pour qu'une comparaison entre plusieurs machines de type et de volume différents ait un intérêt, il est ordinairement suffisant de connaître le spectre de puissance du bruit émis par ces machines. Dans la plupart des cas une analyse en bandes d'octave ou de tiers d'octave est suffisante. Les mesures doivent donner le niveau de précision expertise. Lorsque l'on compare des machines du même type construites suivant les mêmes spécifications, il est ordinairement suffisant de déterminer le niveau de puissance acoustique global.

SITES D'ESSAIS ACOUSTIQUES

Y.1

**ENVIRONNEMENTS FOURNIS PAR DES LABORATOIRES ACOUSTIQUES**

L'utilisation d'une salle de laboratoire ayant des propriétés acoustiques définies conduit à la classe supérieure de précision. Cependant, les aménagements de laboratoires sont coûteux et on ne peut essayer que des machines de faibles dimensions par rapport à celles de la salle. De plus le type de salle à utiliser dépend du caractère du bruit émis par l'équipement en essai.

Y.1.1

**Salles réverbérantes**

Les salles réverbérantes décrites dans les normes NF S 31-022 et NF S 31-023 conviennent particulièrement lorsqu'il est nécessaire d'effectuer un grand nombre d'essais sur des machines relatives à des caractères essentiels stables.

Les salles réverbérantes ne donnent pas d'informations quant à la directivité et ne sont pas adaptées aux mesures sur les sources qui émettent des bruits impulsifs. On doit utiliser ces salles avec précaution si le bruit émis contient des composantes discrètes prononcées ou des composantes à basses fréquences.

Les mesures faites selon ces normes sont de la classe laboratoire.

Y.1.2

**Salles réverbérantes spéciales**

Les salles d'essais spéciales construites pour répondre aux spécifications de la norme NF S 31-024 sont moins coûteuses que les salles réverbérantes décrites dans NF S 31-022 et NF S 31-023. La méthode décrite dans la norme NF S 31-024 donne des mesures de la classe dérivés A ; tenir compte éventuellement de la note Annexe A page 9). Elles peuvent aussi être ponctuelles pour des séries de mesures sur de petites sources (volume inférieur à 1 % du volume de la salle). On n'obtient aucune information sur les caractéristiques de directivité de la source en essai.

Y.1.3

**Salles anéchoïques et semi-anéchoïques**

Ces salles sont décrites dans la norme NF S 31-026 ; elles sont utilisables pour les mesures faites sur les petites sources (volume inférieur à 0,5 % du volume de la salle) qui émettent différents types de bruits. Elles sont particulièrement appropriées pour la mesure de sources qui émettent un bruit impulsif ou contenant des composantes discrètes (par exemple bruits de transformateurs). Les caractéristiques de directivité d'une source sont à mesurer de préférence dans de telles salles. Les caractéristiques suivant les spécifications de la norme NF S 31-026 sont de la classe laboratoire.

Y.2

**ENVIRONNEMENT IN SITU**

Y.2.1

**Méthode d'expertise**

On doit rechercher les conditions de champ libre sur plan réfléchissant lorsque la source est installée à l'extérieur ou dans une très grande salle. La méthode d'expertise pour ces mesures est décrite dans la norme NF S 31-025. La méthode indiquée dans cette norme n'impose aucune restriction sur le type ou le volume de la machine lorsqu'elle fonctionne à l'extérieur et elle s'applique à un grand nombre de types de machines dans leur environnement normal lorsque celles-ci fonctionnent à l'intérieur. On doit dans tous les cas qualifier l'environnement acoustique par la méthode donnée dans la norme NF S 31-025. Si les critères d'aptitude sont respectés, les mesures faites dans cet environnement sont de la classe expertise.

Y.2.2

**Méthode de contrôle**

On doit rechercher des conditions approchées de champ libre sur plan réfléchissant lorsque la source est installée à l'extérieur ou dans une très grande salle. La méthode de contrôle est décrite dans la norme NF S 31-027 (\*). La méthode décrite dans cette norme n'impose aucune restriction sur le type ou le volume de la machine lorsqu'elle fonctionne à l'extérieur, et elle s'applique à un grand nombre de machines dans leur environnement normal lorsqu'elles fonctionnent à l'intérieur. L'environnement choisi doit en tous cas être qualifié par les méthodes données dans la norme. Si les critères d'aptitude sont respectés, les mesures faites dans cet environnement sont de la classe contrôlée.

(\*) En préparation.

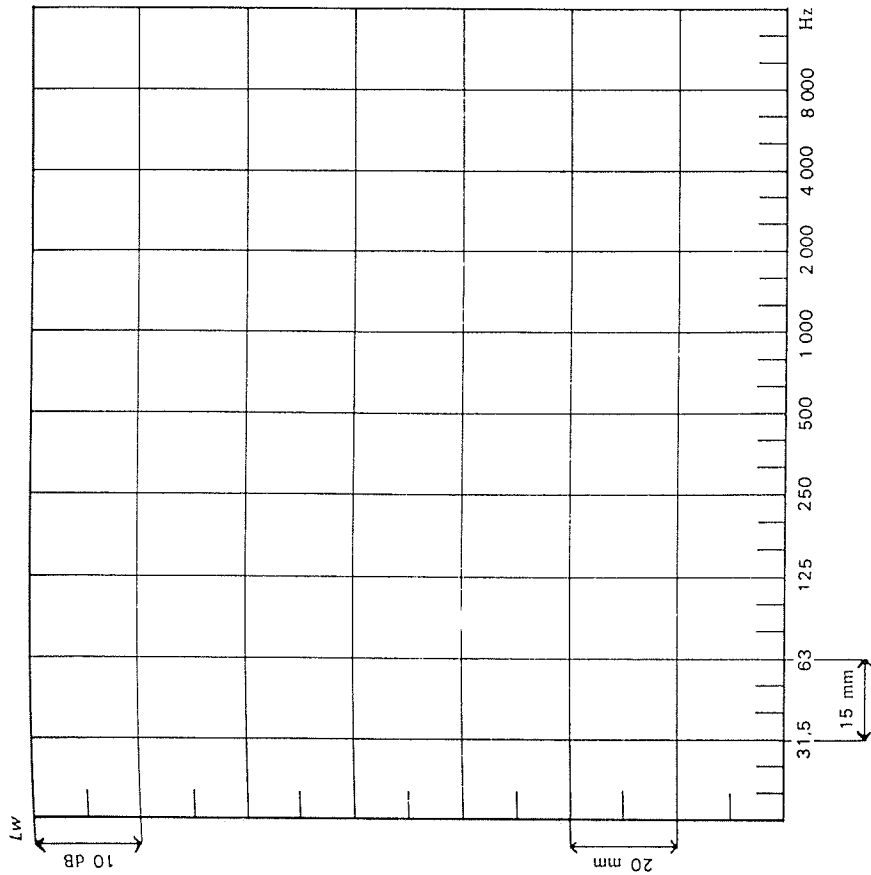


Figure 1 — Modèle de graphique pour représenter les niveaux de puissance acoustique en bandes d'octave ou de tiers d'octave

**AVANT-PROPOS**

*La présente norme fait partie d'une série qui comprend :*

- NF S 30-101 « *Vocabulaire de l'acoustique — Définitions générales* ».
- NF S 30-102 « *Vocabulaire de l'acoustique — Systèmes de transmission et de propagation du son et des vibrations* ».
- NF S 30-103 « *Vocabulaire de l'acoustique — Appareillage acoustique* ».
- NF S 30-104 « *Vocabulaire de l'acoustique — Enregistrement et lecture* ».
- NF S 30-105 « *Vocabulaire de l'acoustique — Acoustique physiologique et psychoacoustique* ».
- NF S 30-106 « *Vocabulaire de l'acoustique — Acoustique architecturale* ».
- NF S 30-107 « *Vocabulaire de l'acoustique musicale* ».

**RÈGLES ADOPTÉES POUR LA RÉDACTION DES DÉFINITIONS**

**EMPLOI DES PARENTHÈSES**

Les parenthèses figurant dans la désignation de certains termes ont pour objet :

- soit de délimiter des mots ou groupes de mots qui font partie intégrante du terme complet, mais peuvent être omis lorsque le contexte est tel qu'aucune confusion ne résulte de cette suppression.
  - soit de préciser le domaine d'application particulier du terme ou les conditions de son emploi.
- Dans le premier cas, les mots entre parenthèses sont imprimés en caractères gras, comme le reste du terme.
- Dans le second cas, les mots entre parenthèses, n'ayant qu'une valeur indicative, sont imprimés en caractères maigres.

**SYNONYMES**

Lorsque plusieurs termes synonymes sont indiqués, ils sont inscrits sur des lignes successives dans l'ordre de préférence.

**EMPLOI DES CROCHETS**

Pour condenser dans un même texte plusieurs définitions de rédactions peu différentes s'appliquant à des termes analogues ou opposés, on emploie des crochets contenant les mots ou groupes de mots pouvant être substitués à celui qui les précède, en suivant le même ordre dans la désignation du terme et dans la définition.

Homologuée  
par arrêté du 1973-09-15  
J.O. du 1973-09-18

© AFNOR 1973  
Droits de reproduction  
et de traduction réservés  
pour tous pays.

Afnor 77484

NF S 30-101 2<sup>e</sup> TIRAGE 77-10

Numéro de Classification	TERME	DÉFINITION
08-05-005	VIBRATION MÉCANIQUE OSCILLATION MÉCANIQUE	Mouvement d'un système matériel autour d'une position moyenne.
08-05-010	VIBRATION ACOUSTIQUE OSCILLATION ACOUSTIQUE	Mouvement des particules d'un milieu élastique autour d'une position moyenne.
08-05-015	PARTICULE	Portion du milieu comprise dans un volume dont les dimensions sont assez petites pour que sa déformation puisse être considérée comme homogène.
08-05-020	ACOUSTIQUE	Partie de la science et de la technique relative à l'étude des vibrations acoustiques et concernant leur production, leur propagation et leurs effets.
08-05-025	SON	Vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive. NOTE : Le terme « son » est défini de façon différente dans la norme <b>NF S 30-105</b>
08-05-030	GRANDEUR PÉRIODIQUE	Grandeur qui se reproduit identiquement, à des intervalles égaux de la variable dont elle dépend (temps, espace, etc.).
08-05-035	PÉRIODE	Différence minimale entre deux valeurs de la variable indépendante, pour lesquelles se reproduisent identiquement toutes les grandeurs caractéristiques d'un phénomène périodique.
08-05-040	CYCLE	Ensemble des états ou des valeurs par lesquels passe un phénomène ou une fonction périodiques avant de se reproduire identiquement.
08-05-045	FREQUENCE	Nombre de périodes par unité de temps.
08-05-050	PULSATION	Produit de la fréquence d'un phénomène sinusoïdal par le facteur $2\pi$ . NOTE : Le terme « fréquence angulaire » doit être pros crit.
08-05-055	FONDAMENTAL COMPOSANTE FONDAMENTALE	Pour une grandeur périodique, composante sinusoïdale ayant la même fréquence que cette grandeur.
08-05-060	HARMONIQUE	Pour une grandeur périodique, composante sinusoïdale dont la fréquence est un multiple entier de la fréquence du fondamental.
08-05-065	SOUS-HARMONIQUE	Composante d'une grandeur périodique dont la fréquence est un sous-multiple entier de la fréquence d'un fondamental d'excitation.
08-05-070	PHASE D'UNE VIBRATION ACOUSTIQUE	Etat de cette vibration à un instant donné, caractérisé par exemple par le déplacement et la vitesse de la particule vibrante à cet instant.
08-05-075	PHASE D'UNE GRANDEUR SINUSOÏDALE	Argument figurant dans l'expression complexe de la grandeur.
08-05-080	AMPLITUDE D'UNE GRANDEUR SINUSOÏDALE	Valeur maximale atteinte par cette grandeur.

## DÉFINITION

## TERME

## Numéro de Classification

Numéro de Classification	TERME	DÉFINITION
08-05-085	AMPLITUDE TOTALE D'OSCILLATION	Différence entre le maximum et le minimum d'une grandeur périodique, pendant une période.
08-05-090	AMPLITUDE CRÊTE A CRÊTE	Différence entre le maximum et le minimum d'une grandeur au cours d'un intervalle de temps donné.
08-05-095	DENSITÉ SPECTRALE	Pour une fréquence déterminée, limite du rapport de l'énergie contenue dans une bande centrée sur cette fréquence à la largeur de la bande, lorsque cette largeur tend vers zéro.
08-05-100	SPECTRE ACOUSTIQUE	Ensemble, ordonné en fonction de la fréquence, des amplitudes ou des phases relatives aux composantes sinusoïdales d'une vibration acoustique. NOTE 1 : En pratique, les mesures étant faites dans des bandes de fréquences de largeur finie, on distingue les spectres par bandes d'octave, de tiers d'octave,.... ou par bandes de 1 Hz (08-05-455) NOTE 2 : Il est indispensable de préciser la largeur de bande utilisée pour la représentation du spectre. On parle alors de spectre de bande.
08-05-105	SPECTRE DE RAIES	Spécifie acoustique ne comportant que des composantes discrètes.
08-05-110	SPECTRE CONTINU	Spectre acoustique dont les composantes sont distribuées de manière continue.
08-05-115	SON PUR	Son correspondant à une seule vibration acoustique sinusoïdale. NOTE : Le terme « son pur » est défini de façon différente en acoustique musicale.
08-05-120	SON COMPLEXE	Son qui ne correspond pas à une seule vibration acoustique sinusoïdale.
08-05-125	SON ULULÉ SON HULULÉ	Son dont la fréquence varie périodiquement autour d'une valeur moyenne.
08-05-130	BRUIT	Vibration acoustique erratique, intermittente ou statistiquement aléatoire. NOTE : Cette définition est purement physique. L'aspect psychophysologique est le plus souvent pris en considération (voir définition de « bruit » dans NF S 30-105).
08-05-135	BRUIT BLANC	Bruit dont la densité spectrale est indépendante de la fréquence.
08-05-140	BRUIT ROSE	Bruit dont la densité spectrale est inversement proportionnelle à la fréquence.

Numero de Classification	TERME	DEFINITION
08-05-210	ONDE SINUSOÏDALE	Onde telle que les grandeurs physiques correspondantes varient sinusoidalement avec le temps.
08-05-215	ONDE PLANE	Onde dans laquelle les surfaces d'onde sont des plans parallèles.
08-05-220	ONDE SPHERIQUE	Onde dans laquelle les surfaces d'onde sont des spheres concentriques.
08-05-225	ONDE CYLINDRIQUE	Onde dans laquelle les surfaces d'onde sont des cylindres coaxiaux.
08-05-230	LONGUEUR D'ONDE	Distance minimale, dans la direction de la propagation d'une onde périodique, entre deux points où les vibrations sont en concordance de phase.
08-05-235	NOMBRE D'ONDE(S)	Nombre de longueurs d'onde comprises dans 2 $\pi$ fois l'unité de longueur.
08-05-240	GROUPE D'ONDES	Ensemble d'ondes se propageant simultanément dans un même milieu et différant éventuellement par leur célérité et leur nombre d'ondes ; le groupe d'ondes est essentiellement caractérisé par la propagation d'une accumulation locale d'énergie.
08-05-245	VITESSE DE GROUPE	Vitesse de déplacement d'un groupe d'ondes dont la célérité suit la même loi en fonction de la fréquence. La vitesse de groupe est la dérivée de la pulsation par rapport au nombre d'ondes. NOTE 1 : Dans de nombreux cas, la vitesse de groupe est la vitesse de déplacement de l'énergie. NOTE 2 : La vitesse de groupe ne diffère de la vitesse de phase que dans un milieu où la célérité est fonction de la fréquence (milieu dispersif).
08-05-250	TRAIN D'ONDES	Ensemble d'ondes se propageant simultanément dans la même direction, sans déformation.
08-05-255	FRONT D'ONDE	Surface ou ligne de discontinuité, envisagée du côté vers lequel a lieu la propagation d'un train d'ondes ou d'une onde unique, à l'avant de laquelle l'élongation est nulle.
08-05-260	MODULATION	Opération par laquelle certaines caractéristiques (amplitude, phase, fréquence) d'une grandeur acoustique sont modifiées sous l'action d'une autre grandeur.
08-05-265	DISTORSION D'UNE ONDE	Altération d'une ou plusieurs caractéristiques de l'onde au cours de sa propagation.
08-05-270	ONDE POLARISÉE LINÉAIREMENT	Onde transversale telle qu'en tout point le déplacement des particules se fait toujours suivant une ligne droite passant par ce point.
08-05-275	ONDE POLARISÉE ELLIPTIQUEMENT	Onde transversale où le déplacement de chaque particule est représentable par la résultante de deux mouvements sinusoidaux de même fréquence et déphasés.

Numero de Classification	TERME	DEFINITION
08-05-145	FREQUENCE AUDIBLE AUDIOFREQUENCE	Fréquence d'un son périodique. NOTE : Le mot son est pris au sens défini en 08-05-025.
08-05-150	FREQUENCE INFRASONORE	Fréquence située en deçà de la bande des fréquences audibles.
08-05-155	FREQUENCE ULTRASONORE	Fréquence située au-delà de la bande des fréquences audibles. NOTE : Le terme ultrasonique est à proscrire.
08-05-160	INFRASON	Vibration acoustique de fréquence trop basse pour éveiller une sensation auditive chez l'homme.
08-05-165	ULTRASON	Vibration acoustique de fréquence trop élevée pour éveiller une sensation auditive chez l'homme.
08-05-170	ONDE	Modification de l'état physique d'un milieu, se propageant à la suite d'une perturbation locale.
08-05-175	CELERITE (DU SON) VITESSE DU SON	Vitesse de déplacement de la modification de l'état physique caractérisant la vibration. C'est la vitesse de phase. NOTE : L'amplitude de la vibration est supposée très petite.
08-05-180	SURFACE D'ONDE	Dans le cas d'une onde progressive dans l'espace, ensemble des points d'égale phase à un instant donné.
08-05-185	ONDE DE COMPRESSION ONDE IRROTATIONNELLE	Onde qui, dans un milieu élastique, provoque la variation du volume d'éléments du milieu, sans leur faire subir de rotation. NOTE : Le champ de vitesse d'une onde de compression a un rotationnel nul.
08-05-190	ONDE EQUIVOLUMIQUE ONDE ROTATIONNELLE ONDE TOURBILLONNAIRE	Onde qui, dans un milieu élastique, provoque la variation de la forme d'éléments du milieu, sans leur faire subir de changement de volume. NOTE 1 : Le champ de vitesse d'une onde rotationnelle a une divergence nulle. NOTE 2 : Une onde rotationnelle plane est une onde transversale.
08-05-195	ONDE LONGITUDINALE	Onde dans laquelle la direction du déplacement des particules, en tout point du milieu, est perpendiculaire aux surfaces d'onde.
08-05-200	ONDE TRANSVERSALE	Onde dans laquelle la direction du déplacement des particules, en tout point du milieu, est tangente aux surfaces d'onde.
08-05-205	ONDE PROGRESSIVE	Onde se propageant dans un milieu, non soumise à des effets de frontière.

Numéro de Classification	TERME	DÉFINITION
08-05-280	ONDE POLARISÉE CIRCULAIREMENT	Onde transversale où le déplacement de chaque particule est représentable par la résultante de deux mouvements sinusoidaux de même amplitude, de même fréquence et déphasés de $\frac{\pi}{2}$ .
08-05-285	INTERFÉRENCE	Phénomène qui résulte de la superposition de deux ou plusieurs ondes de même fréquence, mais différant par la phase ou par la direction de propagation.
08-05-290	BATTEMENT	Phénomène qui résulte de la superposition de deux ondes de même nature de fréquences différentes, produisant la même sensation auditive que celle d'une onde de fréquence unique dont l'intensité acoustique varie périodiquement.
08-05-295	ONDE STATIONNAIRE	Etat vibratoire résultant de l'interférence d'ondes progressives de même nature, transversale ou longitudinale et de même fréquence tel qu'en tout point les phénomènes d'oscillations sont régis par la même fonction du temps multipliée par un facteur variable d'un point à un autre.
08-05-300	NŒUD [LIGNE NODALE] [SURFACE NODALE]	Point, (ligne), (surface) où, dans un système d'ondes stationnaires, une grandeur caractéristique spécifiée a une amplitude nulle. NOTE : Le mot « nœud » doit être accompagné du nom de la grandeur (nœud de pression, de vitesse,...)
08-05-305	NŒUD IMPARFAIT [LIGNE NODALE IMPARFAITE] [SURFACE NODALE IMPARFAITE]	Point, (ligne), (surface) où, dans un système d'ondes stationnaires, une grandeur caractéristique spécifiée a une amplitude minimale différente de zéro.
08-05-310	VENTRE [LIGNE VENTRALE] [SURFACE VENTRALE]	Point, (ligne), (surface) où, dans un système d'ondes stationnaires, une grandeur caractéristique spécifiée a une amplitude maximale. NOTE : Le mot « ventre » doit être accompagné du nom de la grandeur (ventre de pression, de vitesse,...)
08-05-315	CHAMP ACOUSTIQUE	Région de l'espace dans laquelle existent des vibrations acoustiques.
08-05-320	CHAMP ACOUSTIQUE LIBRE	Champ acoustique dans lequel l'effet des conditions aux limites est négligeable.
08-05-325	PRESSION STATIQUE	En un point d'un fluide immobile, pression qui existerait en l'absence de toute vibration acoustique.
08-05-330	PRESSION ACOUSTIQUE INSTANTANÉE	En un point d'un fluide immobile, différence entre la pression existant à un instant donné et la pression statique.
08-05-335	PRESSION ACOUSTIQUE MAXIMALE	En un point d'un fluide immobile, pendant un cycle donné d'une vibration périodique, valeur maximale de la pression acoustique instantanée pendant ce cycle.
08-05-340	PRESSION ACOUSTIQUE DE CRÊTE	En un point d'un fluide immobile, dans un intervalle de temps déterminé d'une vibration acoustique, valeur maximale de la pression acoustique instantanée pendant ce temps.

Numéro de Classification	TERME	DÉFINITION
08-05-345	PRESSION ACOUSTIQUE EFFICACE	En un point d'un fluide immobile, pour une vibration acoustique, moyenne quadratique temporelle des pressions acoustiques instantanées en ce point, calculée sur un intervalle de temps convenable.
08-05-350	PRESSION ACOUSTIQUE DE RÉFÉRENCE	Pression conventionnellement choisie égale à 20 µPa et qui correspond approximativement à la plus petite pression acoustique que l'oreille peut percevoir.
08-05-355	TENSION DE RADIATION	Ensemble des contraintes moyennes exercées dans un fluide par un rayonnement acoustique.
08-05-360	PRESSION DE RADIATION	Partie isotrope de la tension de radiation.
08-05-365	ÉLONGATION	Déplacement d'une particule dans un milieu élastique, représenté par un vecteur qui a pour extrémité la position de la particule à un instant donné et, pour origine, la position qu'aurait la particule au même instant, en l'absence de toute vibration acoustique.
08-05-370	VITESSE ACOUSTIQUE VITESSE D'UNE PARTICULE	Dérivée géométrique, par rapport au temps, de l'élongation. NOTE : Ne pas confondre vitesse acoustique et vitesse du son (terme auquel il faut préférer célérité).
08-05-375	VITESSE ACOUSTIQUE DE RÉFÉRENCE	Vitesse acoustique conventionnellement choisie égale à 10 nm/s.
08-05-380	ACCELERATION ACOUSTIQUE ACCELERATION D'UNE PARTICULE	Dérivée géométrique, par rapport au temps, de la vitesse acoustique. NOTE : Pour les déplacements, vitesses et accélérations acoustiques, il est possible de définir des valeurs instantanées, de crête, maximales et efficaces, comme cela a été fait pour la pression acoustique.
08-05-385	ACCELERATION ACOUSTIQUE DE RÉFÉRENCE	Accélération acoustique conventionnellement choisie égale à 10 µm/s <sup>2</sup> .
08-05-390	ÉNERGIE VOLUMIQUE POTENTIELLE ACOUSTIQUE INSTANTANÉE DENSITÉ D'ÉNERGIE POTENTIELLE	Moitié du quotient du carré de la pression acoustique instantanée par le module de compressibilité du milieu.
08-05-395	ÉNERGIE VOLUMIQUE CINÉTIQUE ACOUSTIQUE INSTANTANÉE DENSITÉ D'ÉNERGIE CINÉTIQUE	Moitié du produit de la masse volumique du milieu acoustique par le carré de la vitesse d'une particule de ce milieu.
08-05-400	ÉNERGIE VOLUMIQUE ACOUSTIQUE INSTANTANÉE DENSITÉ D'ÉNERGIE TOTALE	Somme des énergies volumiques instantanées potentielle et cinétique.
08-05-405	ÉNERGIE VOLUMIQUE ACOUSTIQUE DE RÉFÉRENCE DENSITÉ D'ÉNERGIE DE RÉFÉRENCE	Énergie volumique acoustique conventionnellement choisie égale à 1 pJ m <sup>3</sup> .
08-05-410	FLUX DE VITESSE ACOUSTIQUE A TRAVERS UN ÉLÉMENT DE SURFACE	Produit de l'aire de cet élément par la composante de la vitesse acoustique normale à cet élément.

Numero de Classification	TERME	DEFINITION
08-05-440	NEPER DECINEPER	Unités sans dimensions utilisées, essentiellement, pour exprimer le rapport des valeurs de deux courants ou de deux tensions, ou de grandeurs analogues d'autres domaines, le nombre de népers étant égal au logarithme naturel de ce rapport. Le décineper est le dixième du néper.  NOTE 1 : Quand un rapport de puissance est le carré du rapport des intensités de courant ou tensions correspondants, le nombre $m$ de népers représentant le rapport entre les intensités de courant (ou tensions) correspondants peut s'écrire : $m = \frac{1}{2} \lg e \frac{W_1}{W_2}$ où $W_1, W_2$ est le rapport de puissances donné.  NOTE 2 : Par extension, cette relation entre nombre de népers et rapport de puissances est quelquefois appliquée quand ce rapport n'est pas le carré du rapport d'intensités de courant ou tensions correspondants ; pour éviter toute confusion, un tel emploi du mot néper doit être accompagné de l'indication de la grandeur considérée.  NOTE 3 : Un néper correspond à 8,686 décibels.  Vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une pression acoustique à la pression acoustique de référence (20 $\mu$ Pa) il s'exprime en décibels.  NOTE 1 : Sauf indication contraire, la pression acoustique considérée est la pression acoustique efficace (08-05-345).  NOTE 2 : Dans les cas où le rapport des pressions acoustiques n'est pas proportionnel à la racine carrée du rapport des puissances correspondantes et, par suite, ne devrait pas être évalué en décibels, il est néanmoins de pratique courante d'utiliser la définition ci-dessus. (Voir 08-05-435).  Niveau de la pression acoustique efficace produite par les composantes d'une vibration acoustique dont les fréquences sont contenues dans la bande considérée.  Niveau de pression acoustique dans une bande ayant un hertz de largeur, centrée sur la fréquence spécifiée.  Vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une vitesse acoustique à la vitesse acoustique de référence (10 nm/s). Il s'exprime en décibels.  NOTE 1 : Sauf indication contraire, la vitesse acoustique considérée est la vitesse efficace.
08-05-445	NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE	
08-05-450	NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE DANS UNE BANDE DÉTERMINÉE	
08-05-455	NIVEAU SPECTRAL ÉLÉMENTAIRE DE PRESSION ACOUSTIQUE POUR UNE FRÉQUENCE DÉTERMINÉE	
08-05-460	NIVEAU DE VITESSE ACOUSTIQUE	

TERME	DEFINITION
08-05-415	Produit de la pression acoustique instantanée par le flux de vitesse acoustique à travers l'élément de surface considéré.  NOTE : Dans un milieu de masse volumique $\rho$ et pour une onde plane sinusoidale se propageant librement à la célérité $c$ , la puissance acoustique instantanée est : $\frac{p^2 S}{\rho c} \cos \alpha$ où $p$ est la pression acoustique instantanée et où $\alpha$ est l'angle formé par la direction de propagation de l'onde et la normale à l'élément de surface $S$ .  Quotient de la puissance acoustique instantanée à travers un élément de surface par l'aire de cet élément.  Pour une onde périodique, valeur moyenne, pendant la période, de la puissance surfacique acoustique instantanée.  Intensité acoustique conventionnellement choisie égale à 1 $\mu$ W m <sup>2</sup> .  Unités sans dimensions utilisées, essentiellement, pour exprimer le rapport des valeurs de deux puissances, le nombre de bels étant égal au logarithme décimal de ce rapport. Le décibel est le dixième du bel.  NOTE 1 : Si $W_1$ et $W_2$ représentent deux valeurs de puissances, ou $I_1$ et $I_2$ demi-valeurs d'intensités acoustiques, le nombre de décibels correspondant à leur rapport est : $n = 10 \lg_{10} \frac{W_1}{W_2} \text{ ou } n = 10 \lg_{10} \frac{I_1}{I_2}$  NOTE 2 : Quand les rapports des modules des valeurs de tensions électriques, ou de grandeurs analogues d'autres domaines telles que pressions, amplitudes, sont les racines carrées des rapports de puissances correspondants, le nombre $n$ de décibels représentant ces rapports est : $n = 20 \lg_{10} \frac{U_1}{U_2}, n = 20 \lg_{10} \frac{v_1}{v_2}$ $n = 20 \lg_{10} \frac{p_1}{p_2}$ où $U_1, U_2, v_1, v_2, p_1, p_2$ sont respectivement les rapports de tensions, de vitesses et de pressions données.  NOTE 3 : Par extension, ces relations entre nombres de décibels et rapports des modules des valeurs de tensions sont quelquefois appliquées quand ces rapports ne sont pas les racines carrées de rapports de puissances correspondantes ; pour éviter toute confusion, un tel emploi du mot décibel doit être accompagné de l'indication de la grandeur considérée.
08-05-420	PUISSANCE SURFACIQUE ACOUSTIQUE INSTANTANÉE
08-05-425	INTENSITÉ ACOUSTIQUE PUISSANCE SURFACIQUE ACOUSTIQUE MOYENNE
08-05-430	INTENSITÉ ACOUSTIQUE DE RÉFÉRENCE
08-05-435	BEL DECIBEL

Numero de Classification	TERME	DEFINITION
		NOTE 2 : Voir notes de 08-05-435.
		NOTE 3 : Pour une onde progressive plane, ce niveau n'est pas égal au niveau de pression acoustique.
08-05-465	NIVEAU D'ACCELERATION ACOUSTIQUE	Vingt fois le logarithme décimal du rapport d'une accélération acoustique à l'accélération acoustique de référence ( $10^{-11} \text{ m s}^{-2}$ ). Il s'exprime en décibels.
		NOTE 1 : Sauf indication contraire, l'accélération acoustique considérée est l'accélération efficace.
		NOTE 2 : Voir notes de 08-05-435.
		NOTE 3 : Pour une onde progressive plane, ce niveau n'est pas égal au niveau de pression acoustique.
08-05-470	NIVEAU D'ENERGIE VOLUMIQUE ACOUSTIQUE NIVEAU DE DENSITE D'ENERGIE	Dix fois le logarithme décimal du rapport d'une énergie volumique acoustique à l'énergie volumique acoustique de référence ( $1 \text{ pJ m}^3$ ). Il s'exprime en décibels.
08-05-475	NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE	Dix fois le logarithme décimal du rapport d'une puissance acoustique à la puissance acoustique de référence ( $1 \text{ pW}$ ). Il s'exprime en décibels.
		NOTE 1 : Sauf indication contraire, la puissance acoustique considérée est la puissance efficace.
		NOTE 2 : Voir notes de 08-05-435.
08-05-480	NIVEAU D'INTENSITE ACOUSTIQUE	Dix fois le logarithme décimal du rapport d'une intensité acoustique à l'intensité acoustique de référence ( $1 \text{ pW m}^2$ ). Il s'exprime en décibels.
		NOTE 1 : Voir notes de 08-05-435.
		NOTE 2 : Pour une onde progressive plane se propageant dans un milieu de masse volumique $\rho$ , tel que $\rho c = 400 \text{ Pa s m}$ , le niveau d'intensité acoustique s'exprime par le même nombre que le niveau de pression acoustique. Cette approximation est en général suffisante en pratique dans les conditions habituelles de température et de pression.
08-05-485	TAUX DE VARIATION MOYEN DU NIVEAU D'UNE GRANDEUR ACOUSTIQUE	Variation par unité de temps du niveau de cette grandeur. Il s'exprime généralement en décibels par seconde.
		NOTE : Si le niveau est décroissant dans le temps, on utilise de préférence le terme « taux de décroissance ».

Numero de Classification	TERME	DEFINITION
08-05-490	CHAMP DIFFUS	Champ acoustique dans lequel l'énergie volumique moyenne a la même valeur en tous les points et où l'intensité acoustique est la même dans toutes les directions. Le champ est dit homogène ou isotrope.
08-05-495	EFFET DOPPLER-FIZEAU	Variation apparente de la fréquence d'une onde, provoquée par la vitesse relative de la source et du point d'observation.
08-05-500	DÉPLACEMENT DOPPLER-FIZEAU	Valeur de la variation de fréquence résultant de l'effet Doppler-Fizeau.
08-05-505	SOURCE ACOUSTIQUE PONCTUELLE	Source acoustique dont les dimensions sont petites par rapport à la longueur d'onde de la vibration acoustique émise.
08-05-510	SOURCE ACOUSTIQUE SIMPLE	Source ponctuelle telle que, sur une petite sphère concentrique, les élongations soient égales et en phase en tous les points de la surface. NOTE : Cette source est isotrope.
08-05-515	PUISSANCE ACOUSTIQUE D'UNE SOURCE	Puissance totale rayonnée par la source acoustique dans toutes les directions.
08-05-520	PUISSANCE ACOUSTIQUE DE REFERENCE	Puissance acoustique conventionnellement choisie égale à $1 \text{ pW}$ .



RÉPERTOIRE ALPHABÉTIQUE

A

Accélération acoustique... 08-05-380  
 Accélération acoustique de référence... 08-05-385  
 Accélération d'une particule... 08-05-380  
 Acoustique... 08-05-020  
 Amplitude crête à crête... 08-05-090  
 Amplitude d'une grandeur sinusoïdale... 08-05-080  
 Amplitude totale d'oscillation... 08-05-065  
 Audiofréquence... 08-05-145

B

Baïtement... 08-05-290  
 Bel... 08-05-435  
 Bruit... 08-05-130  
 Bruit blanc... 08-05-135  
 Bruit rose... 08-05-140

C

Célérité (du son)... 08-05-175  
 Champ acoustique... 08-05-315  
 Champ acoustique libre... 08-05-320  
 Champ diffus... 08-05-490  
 Composante fondamentale... 08-05-055  
 Cycle... 08-05-040

D

Decibel... 08-05-435  
 Décupler... 08-05-440  
 Densité d'énergie cinétique... 08-05-395  
 Densité d'énergie potentielle... 08-05-390  
 Densité d'énergie de référence... 08-05-405  
 Densité d'énergie totale... 08-05-400  
 Densité spectrale... 08-05-095  
 Déplacement Doppler-Fizeau... 08-05-500  
 Distorsion d'une onde... 08-05-265

E

Effet Doppler-Fizeau... 08-05-495  
 Elongation... 08-05-365  
 Énergie volumique acoustique instantanée... 08-05-400  
 Énergie volumique acoustique de référence... 08-05-405  
 Énergie volumique cinétique acoustique instantanée... 08-05-395  
 Énergie volumique cinétique acoustique instantanée... 08-05-390  
 Énergie volumique potentielle acoustique instantanée... 08-05-390

F

Flux de vitesse acoustique à travers un élément de surface... 08-05-410  
 Fondamental... 08-05-055  
 Fréquence... 08-05-045  
 Fréquence audible... 08-05-145  
 Fréquence infrasonore... 08-05-150  
 Fréquence ultrasonore... 08-05-155  
 Front d'onde... 08-05-255

G

Grandeur périodique... 08-05-030  
 Groupe d'ondes... 08-05-240

H

Harmonique... 08-05-060

I

Infrason... 08-05-160  
 Intensité acoustique... 08-05-425  
 Intensité acoustique de référence... 08-05-430  
 Interférence... 08-05-285

L

Ligne nodale... 08-05-300  
 Ligne nodale imparfaite... 08-05-305  
 Ligne ventrale... 08-05-310  
 Longueur d'onde... 08-05-230

M

Modulation... 08-05-280

N

Néper... 08-05-440  
 Niveau d'accélération acoustique... 08-05-465  
 Niveau de densité d'énergie... 08-05-470  
 Niveau d'énergie volumique acoustique... 08-05-470  
 Niveau d'intensité acoustique... 08-05-460  
 Niveau de pression acoustique... 08-05-445  
 Niveau de pression acoustique dans une bande déterminée... 08-05-450

Niveau de puissance acoustique... 08-05-475  
 Niveau spectral élémentaire de pression acoustique pour une fréquence déterminée... 08-05-455  
 Niveau de vitesse acoustique... 08-05-460  
 Nœud... 08-05-300  
 Nœud imparfait... 08-05-305  
 Nombre d'onde (s)... 08-05-235

O

Onde... 08-05-170  
 Onde de compression... 08-05-185  
 Onde cylindrique... 08-03-225  
 Onde écoulement... 08-05-190  
 Onde irrégulière... 08-05-185  
 Onde longitudinale... 08-05-195  
 Onde plane... 08-05-215  
 Onde polarisée circulairement... 08-05-280  
 Onde polarisée elliptiquement... 08-05-275  
 Onde polarisée linéairement... 08-05-270  
 Onde progressive... 08-05-205  
 Onde rotationnelle... 08-05-190  
 Onde sinusoïdale... 08-05-210  
 Onde sphérique... 08-05-220  
 Onde stationnaire... 08-05-295  
 Onde tourbillonnaire... 08-05-190  
 Onde transversale... 08-05-200  
 Oscillation acoustique... 08-05-010  
 Oscillation mécanique... 08-05-005

P

Particule... 08-05-015  
 Période... 08-05-035  
 Phase d'une grandeur sinusoïdale... 08-05-075  
 Phase d'une vibration acoustique... 08-05-070  
 Pression acoustique de crête... 08-05-340  
 Pression acoustique efficace... 08-05-345  
 Pression acoustique instantanée... 08-05-330  
 Pression acoustique maximale... 08-05-335  
 Pression acoustique de référence... 08-05-350  
 Pression de réflexion... 08-05-360  
 Pression statique... 08-05-325  
 Puissance acoustique de référence... 08-05-520  
 Puissance acoustique d'une source... 08-05-515  
 Puissance acoustique instantanée à travers un élément de surface... 08-05-415

S

Son... 08-05-025  
 Son complexe... 08-05-120  
 Son hulué... 08-05-125  
 Son pur... 08-05-115  
 Son vilu... 08-05-125  
 Source acoustique ponctuelle... 08-05-505  
 Source acoustique simple... 08-05-510  
 Sous-harmonique... 08-05-065  
 Spectre acoustique... 08-05-100  
 Spectre continu... 08-05-110  
 Spectre de raies... 08-05-105  
 Surface nodale... 08-05-300  
 Surface nodale imparfaite... 08-05-305  
 Surface d'onde... 08-05-180  
 Surface ventrale... 08-05-310

T

Taux de variation moyen du niveau d'une grandeur acoustique... 08-05-485  
 Tension de radiation... 08-05-355  
 Train d'ondes... 08-05-250

U

Ultrasound... 08-05-165

V

Ventre... 08-05-310  
 Vibration acoustique... 08-05-010  
 Vibration mécanique... 08-05-005  
 Vitesse acoustique... 08-05-370  
 Vitesse acoustique de référence... 08-05-375  
 Vitesse de groupe... 08-05-245  
 Vitesse d'une particule... 08-05-370  
 Vitesse du son... 08-05-175

Acoustique

## Calibreurs acoustiques

E : Acoustics — Sound calibrators  
D : Akustik — Schallkalibratoren

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'Inor le 20 juillet 1988 pour prendre effet à compter du 20 août 1988.

**correspondance** Cette norme est identique à la Publication CEI 942.

### analyse

La présente norme donne des prescriptions concernant les caractéristiques de trois classes de calibreurs acoustiques : la classe 0, la classe 1, la classe 2, dans l'ordre de précision décroissante, dans des conditions spécifiées. Elle ne concerne pas les techniques d'étalonnage du calibreur acoustique lui-même, ni l'étalonnage de tout dispositif ou système de mesure avec lequel il peut être utilisé.

### descripteurs

Acoustique, instrument de mesure acoustique, pression acoustique, calibreur acoustique, caractéristique, valeur nominale, marquage, notice technique, mode d'emploi.

### modifications

### corrections

éditée et diffusée par l'Union technique de l'Electricité, 12, place des états-unis, 75783 paris cédex 16 -  
tél. : (1) 47 23 72 57  
diffusée également par l'Association française de Normalisation (afnor), tour europe, cédex 7 92080 paris la  
défense - tél. : (1) 42 91 55 55.

Articles	Pages
0. Introduction .....	3
1. Domaine d'application .....	4
2. Définitions .....	4
2.1 Calibreur acoustique .....	4
2.2 Valeur nominale .....	4
2.3 Niveau de pression acoustique équivalente en champ libre .....	4
2.4 Niveau de pression acoustique équivalente en champ diffus .....	5
2.5 Autres termes .....	5
3. Prescriptions .....	5
3.1 Niveau de pression acoustique .....	5
3.2 Fréquence .....	6
3.3 Influence de la pression ambiante, de la température et de l'humidité .....	7
3.4 Distorsion harmonique .....	8
3.5 Production de salves de signaux sinusoïdaux .....	9
3.6 Caractéristiques de la batterie .....	9
3.7 Spécification des modèles de microphones .....	9
3.8 Influences extérieures .....	10
4. Marquage et notice d'emploi .....	10
4.1 Marquage du calibreur acoustique .....	10
4.2 Notice d'emploi .....	11

*Équivalence entre les normes internationales citées et les normes françaises :*

Publication 651 de la CEI = NF S 31-009 (décembre 1981).

Publication 804 de la CEI = NF S 31-109 (novembre 1983).

Pour le paragraphe 9.3.4 de la publication 804 de la CEI, (voir le paragraphe 8.3.4 de la NFS 31-109).

Publication 327 de la CEI : pas d'équivalence.

Publication 266 DE L'ISO = NF S 30-002 (décembre 1972).

## 0. Introduction

Les calibreurs acoustiques sont conçus pour produire un ou des niveaux de pression acoustique connus à une ou plusieurs fréquences spécifiées lorsqu'ils sont couplés à des microphones de modèles spécifiés dans des configurations spécifiées (par exemple avec ou sans grille de protection). Dans la pratique, le niveau de pression acoustique produit par un tel appareil peut dépendre des paramètres de l'environnement, comme la pression atmosphérique, la température et l'humidité.

Les deux usages principaux des calibreurs acoustiques sont les suivants:

- a) la détermination de la sensibilité électro-acoustique en pression de microphones de modèles spécifiés dans des configurations spécifiées;
- b) la vérification ou le réglage de la sensibilité globale des dispositifs de mesure acoustique ou de systèmes de mesure qui comportent des microphones de modèles spécifiés dans des configurations spécifiées.

Il convient de noter que la sensibilité en pression ainsi déterminée est différente des sensibilités en champ libre ou en champ diffus; la différence dépend de la configuration géométrique du microphone et de l'instrument associé; elle varie avec la fréquence. Si le calibreur acoustique est utilisé pour vérifier la sensibilité en champ libre ou la sensibilité en champ diffus d'un appareil de mesure acoustique, il convient d'appliquer une correction convenable qui tient compte de cette différence. A cette fin, il peut s'avérer utile d'exprimer directement le niveau de sortie du calibreur acoustique sous forme de niveau de pression acoustique équivalente en champ libre ou en champ diffus; dans ce cas, toutes les prescriptions et les tolérances spécifiées dans cette norme s'appliquent aussi à ces niveaux de pression acoustique équivalente en champ libre ou en champ diffus.

Les calibreurs acoustiques d'une classe déterminée ne seront conformes aux spécifications et aux tolérances exigées que s'ils sont utilisés soigneusement en accord avec les instructions du constructeur et dans un environnement tel que le niveau du bruit ambiant qui atteint le microphone soit inférieur de manière significative au niveau de pression acoustique produit par le calibreur acoustique.

La présente norme a été adoptée par le Comité de Direction de l'UTE, le 27 mai 1988.

## 1. Domaine d'application

La présente norme donne des prescriptions concernant les caractéristiques de trois classes de calibres acoustiques: la classe 0, la classe 1, la classe 2, dans l'ordre de précision décroissante, dans des conditions spécifiées. Les instruments destinés à être utilisés uniquement dans une gamme réduite de conditions d'environnement doivent être distingués par le marquage "L".

*Note.* - Le terme anglais "class" désigne le degré de précision du calibre acoustique et est identique au terme "type" utilisé dans la Publication 651 de la CEI.

La présente norme ne concerne pas les techniques d'étalonnage du calibre acoustique lui-même, ni l'étalonnage de tout dispositif ou système de mesure avec lequel il peut être utilisé.

## 2. Définitions

### 2.1 Calibre acoustique

Un calibre acoustique est un dispositif qui, lorsqu'il est couplé avec des microphones de modèles spécifiés dans des configurations spécifiées, produit un signal acoustique sinusoïdal dont le niveau de pression et la fréquence sont spécifiés. Des adaptateurs peuvent être fournis pour permettre l'usage avec plusieurs modèles de microphones; pour les besoins de cette norme, de tels adaptateurs doivent être considérés comme faisant partie intégrante du calibre acoustique.

### 2.2 Valeur nominale

Valeur du niveau de pression acoustique, ou valeur de la fréquence spécifiée par le constructeur, et caractérisant un calibre acoustique lorsqu'il est utilisé avec un microphone d'un modèle particulier et pour une configuration particulière, après une période de stabilisation spécifiée éventuellement par le constructeur. Ces valeurs concernent soit tous les calibres acoustiques d'un même modèle, soit un calibre particulier étalonné individuellement, dans les conditions ambiantes suivantes: 101,3 kPa, 20 °C et un taux d'humidité relative de 65%.

*Note.* - On adopte fréquemment une température de référence de 23 °C pour spécifier la sensibilité en pression d'un microphone. Il peut être en conséquence nécessaire de tenir compte du coefficient de température du microphone utilisé lorsqu'on étalonne un calibre acoustique.

### 2.3 Niveau de pression acoustique équivalente en champ libre

Niveau de pression acoustique d'une onde plane progressive de même fréquence que celle du calibre acoustique, arrivant sur le microphone dans la direction de référence spécifiée et qui, pour les conditions de référence de la pression ambiante, de la température et de l'humidité relative spécifiées au paragraphe 2.2, produit la même tension de sortie pour un microphone utilisé dans une configuration particulière ou la même indication pour un sonomètre de modèle donné, que le calibre acoustique lui-même.

### 2.4 Niveau de pression acoustique équivalente en champ diffus

Niveau de pression acoustique d'un champ diffus, de même fréquence que celle du calibre acoustique, et qui, pour les conditions de référence de la pression ambiante, de la température et de l'humidité relative spécifiées au paragraphe 2.2, produit la même tension de sortie pour un microphone utilisé dans une configuration particulière, ou la même indication pour un sonomètre de modèle donné que le calibre acoustique lui-même.

*Note.* - Pour la mesure du niveau de pression acoustique équivalente en champ diffus, on peut utiliser la procédure décrite à l'annexe B de la Publication 651 de la CEI.

## 2.5 Autres termes

Pour la définition des autres termes employés dans la présente norme, se reporter au Chapitre 801 du Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) [Publication 50(801) de la CEI], ou à la Publication 651 de la CEI.

## 3. Prescriptions

Un calibre acoustique conforme à la présente norme doit posséder les caractéristiques spécifiées ci-dessous.

### 3.1 Niveau de pression acoustique

#### 3.1.1 Valeur nominale

Au moins une des valeurs nominales du niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique ne doit pas être inférieure à 90 dB (20 µPa) lorsque celui-ci est couplé aux microphones de modèles spécifiés et pour des configurations spécifiées.

*Note.* - Aucun accord international n'est jusqu'alors intervenu pour la désignation du modèle de microphone. Il est donc nécessaire de se référer aux modèles de microphones spécifiés au moyen de la marque de fabrique du constructeur, de la désignation du modèle et de sa configuration.

#### 3.1.2 Tolérances

Le niveau de pression acoustique produit réellement dans les conditions d'environnement de référence spécifiées au paragraphe 2.2, après la période de stabilisation spécifiée éventuellement par le constructeur, ne doit pas s'écarter de la valeur nominale correspondante, pour chaque modèle spécifié de microphone ou de sonomètre, de plus des valeurs spécifiées dans le tableau I, la valeur retenue étant une moyenne prise sur une durée de 20 s.

#### 3.1.3 Stabilité

Les variations du niveau de sortie par rapport au niveau moyen déterminé conformément au paragraphe 3.1.2 et mesuré avec la pondération temporelle F, pendant 20 s de fonctionnement après la période de stabilisation spécifiée éventuellement par le constructeur, ne doivent pas dépasser les valeurs limites de stabilité spécifiées dans le tableau I.

TABLEAU I

Tolérances et limites de stabilité du niveau de pression acoustique, dans l'utilisation avec un modèle spécifié de microphone ou de sonomètre

Classe du calibre acoustique	0	1	2
Tolérances (dB)	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
Stabilité (dB)	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$

### 3.2 Fréquence

#### 3.2.1 Valeur nominale

Au moins une des fréquences produites par le calibre acoustique doit être dans le domaine compris entre 160 Hz à 1 kHz; il est recommandé que toutes les fréquences de sortie soient choisies parmi les valeurs spécifiées dans la Norme ISO 266 pour les séries de tiers d'octaves.

*Note.* - Lorsqu'un calibre acoustique est spécifiquement conçu pour être utilisé avec un dispositif de mesure acoustique, il est recommandé que la fréquence de fonctionnement soit 1 kHz.

#### 3.2.2 Tolérance

La fréquence du son produit par le calibre acoustique dans les conditions d'environnement de référence spécifiées au paragraphe 2.2 après la période de stabilisation spécifiée éventuellement par le constructeur, ne doit pas s'écarter de la valeur nominale correspondante de plus des tolérances spécifiées dans le tableau II, la valeur retenue étant une moyenne prise sur une durée de 20 s.

*Note.* - Aux fréquences autres que 1 kHz, les tolérances sur la fréquence peuvent entraîner des erreurs lorsqu'on utilise un calibre acoustique pour étalonner un dispositif de mesure acoustique fonctionnant avec une pondération fréquentielle A. Dans ces cas, la fréquence réelle du calibre acoustique devra être connue afin de pouvoir estimer l'influence de la pondération A.

#### 3.2.3 Stabilité

Les variations de la fréquence du calibre acoustique par rapport au niveau moyen déterminé conformément au paragraphe 3.2.2, et mesuré en utilisant une limite temporelle ne dépassant pas 2 s, pendant 70 s de fonctionnement après la période de stabilisation spécifiée éventuellement par le constructeur, ne doivent pas dépasser les valeurs limites de stabilité spécifiées dans le tableau II.

TABLEAU II

Tolérances et limites de stabilité de la fréquence de sortie

Classe du calibre acoustique	0	1	2
Tolérance (%)	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 4$
Stabilité (%)	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 1$

### 3.3 Influence de la pression ambiante, de la température et de l'humidité

#### 3.3.1 Influence de la pression ambiante

Si le niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique pour une température de 20 °C et pour un taux d'humidité relative de 65% s'écarte de sa valeur nominale de plus des tolérances spécifiées au tableau I, quand la pression ambiante varie de 65 kPa à 108 kPa, le constructeur doit l'indiquer et doit:

- fournir des données qui permettent à l'utilisateur de corriger la valeur du niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique pour tenir compte de la pression ambiante;
- indiquer le domaine de variation de la pression ambiante à l'intérieur duquel le niveau de pression acoustique corrigé respectera les tolérances spécifiées au tableau I; ce domaine doit s'étendre au moins de 85 kPa à 105 kPa;
- indiquer l'erreur maximale sur la valeur mesurée de la pression ambiante qui permet de satisfaire aux prescriptions de l'alinéa b) ci-dessus.

Lorsqu'un baromètre est fourni avec le calibre acoustique pour faciliter la correction en fonction des variations de la pression ambiante, sa précision et ses graduations doivent être telles que les valeurs corrigées du niveau de pression acoustique respectent les tolérances spécifiées au tableau I, pour le domaine de pression ambiante spécifié à l'alinéa b) ci-dessus.

#### 3.3.2 Influence de la température ambiante

Si le niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique pour une pression ambiante de 101,3 kPa et un taux d'humidité relative de 65% s'écarte de sa valeur nominale de plus des tolérances spécifiées au tableau I, ou si la fréquence s'écarte de sa valeur nominale de plus des tolérances spécifiées au tableau II, quand la température ambiante varie de -10 °C à +50 °C, le constructeur doit l'indiquer et doit:

- fournir des données qui permettent à l'utilisateur de corriger la valeur du niveau de pression acoustique et/ou de la fréquence produits par le calibre acoustique pour tenir compte de la température;

b) indiquer le domaine de variation de la température ambiante à l'intérieur duquel le niveau de pression acoustique corrigé respectera les tolérances spécifiées au tableau I et où la fréquence corrigée respectera les tolérances spécifiées au tableau II; ce domaine doit s'étendre au moins de 5 °C à 35 °C;

c) indiquer l'erreur maximale sur la mesure de la température ambiante qui permet de satisfaire aux prescriptions de l'alinéa b) ci-dessus.

Lorsqu'un thermomètre est fourni avec le calibre acoustique pour faciliter la correction en fonction des variations de la température ambiante, sa précision et ses graduations doivent être telles que les valeurs corrigées du niveau de pression acoustique respectent les tolérances spécifiées au tableau I pour le domaine de température spécifié à l'alinéa b) ci-dessus.

Lorsque le calibre acoustique fonctionne sur batteries, le domaine de température dans lequel il fonctionne en respectant ces tolérances peut être limité par les caractéristiques des batteries elles-mêmes. Dans ce cas, le constructeur doit spécifier toute limitation de ce genre concernant la température de fonctionnement. Tous les détails doivent être fournis en ce qui concerne le branchement du calibre acoustique à une source d'alimentation extérieure, dont les caractéristiques (tension, courant) doivent aussi être indiquées.

### 3.3.3 Influence de l'humidité ambiante

Si le niveau de pression acoustique ou la fréquence du signal produit par le calibre acoustique pour une pression ambiante de 101,3 kPa et une température ambiante de 20 °C s'écartent des valeurs nominales de plus des tolérances spécifiées respectivement aux tableaux I et II, lorsque le taux d'humidité relative varie de 10% à 90%, le constructeur doit spécifier le domaine d'humidité à l'intérieur duquel ces tolérances sont respectées; ce domaine doit s'étendre au moins de 30% à 80%.

### 3.3.4 Marquage "L"

Si les exigences du tableau I et du tableau II ne sont pas satisfaites par les valeurs non corrigées du niveau de pression acoustique et de la fréquence lorsque la pression ambiante varie de 85 kPa à 105 kPa, ou lorsque la température ambiante varie de 5 °C à 35 °C, ou encore lorsque le taux d'humidité relative varie de 30% à 80%, le calibre acoustique doit comporter un marquage "L" immédiatement à la suite de l'indication de la classe.

Note. - Le marquage "L" des calibres acoustiques qui désigne un fonctionnement dans une gamme limitée de conditions de l'environnement, ne correspond pas aux mêmes domaines de variation des conditions ambiantes que pour les sonomètres spécifiés dans la Publication 651 de la CEI.

### 3.4 Distorsion harmonique

La distorsion harmonique totale de la pression acoustique sinusoïdale ne doit pas dépasser 3%.

### 3.5 Production de salves de signaux sinusoïdaux

#### 3.5.1 Caractéristiques temporelles

Le calibre acoustique peut être conçu pour produire des salves de signaux sinusoïdaux ou comporter un dispositif de temporisation. Dans ce cas, le constructeur doit indiquer la durée nominale de la salve de signaux sinusoïdaux et de l'intervalle entre ces salves. Les valeurs réelles de la durée de la salve et de l'intervalle entre salves ne doivent pas s'écarter des valeurs nominales de plus de 2%.

#### 3.5.2 Autres prescriptions

Lorsque la production de salves de signaux sinusoïdaux est prévue pour faciliter la vérification des caractéristiques de détection quadratique des sonomètres, le dispositif doit satisfaire aux exigences du paragraphe 9.4.2 de la Publication 651 de la CEI. S'il a pour but la vérification de l'aptitude des sonomètres intégrateurs-moyennés à la mesure des bruits impulsifs, il doit satisfaire aux exigences du paragraphe 9.3.4 de la Publication 804 de la CEI.

### 3.6 Caractéristiques de la batterie

Si le calibre acoustique fonctionne sur batterie, le constructeur doit fournir, en tant que partie intégrante du calibre acoustique, un dispositif permettant de vérifier que la tension de la batterie est suffisante pour que le calibre fonctionne selon les spécifications de la présente norme, ou un dispositif qui doit assurer la coupure du son produit lorsque la tension de la batterie tombe au-dessous de la valeur nécessaire à un fonctionnement du calibre acoustique conforme à cette norme. Le type préféré de batterie doit être indiqué sur le logement de la batterie, ou aussi près que possible de celui-ci.

### 3.7 Spécification des modèles de microphones

#### 3.7.1 Modèles de microphones et adaptateurs

Le constructeur du calibre acoustique doit indiquer la marque, le numéro du modèle et la configuration des microphones ou des sonomètres complets pour lesquels le calibre est conçu, pour un fonctionnement conforme à la présente norme. Dans chaque cas, la configuration de l'adaptateur éventuellement nécessaire doit être spécifiée et la valeur nominale du niveau de pression acoustique produit sur le microphone doit être indiquée avec une résolution minimale de 0,1 dB.

Note. - Pour éviter des confusions à l'usage, il est recommandé que les adaptateurs soient conçus de façon que le niveau de pression acoustique nominal ne dépende pas du modèle de microphone.

#### 3.7.2 Etalonnage des microphones

L'un des modèles de microphones spécifiés doit être:

a) susceptible d'être étalonné selon la Publication 327 de la CEI;

ou

- b) susceptible de pouvoir être comparé directement avec un microphone étalonné selon la Publication 327 de la CEI; dans ce cas, le constructeur doit indiquer la méthode de comparaison à employer.

*Note.* - Cette prescription ne devra pas s'appliquer si le calibre acoustique est étalonné uniquement en niveau de pression acoustique équivalente, en champ libre ou en champ diffus.

### 3.8 Influences extérieures

Tout champ électrostatique ou électromagnétique rayonné, ou toute vibration mécanique engendrée par le calibre acoustique doit être suffisamment faible pour que, lors d'un emploi avec tout modèle de microphone spécifié, le signal de sortie indésirable soit négligeable par rapport aux tolérances spécifiées au tableau 1.

*Note.* - Dans le cas des calibres acoustiques à fonctionnement électromécanique, les effets de l'excitation vibratoire varient largement selon les modèles de microphones et dépendent de l'orientation du microphone par rapport au moteur.

## 4. Marquage et notice d'emploi

### 4.1 Marquage du calibre acoustique

Les informations suivantes doivent être fournies avec les calibres acoustiques satisfaisant à la présente norme, les points a) à d) devant faire l'objet d'un marquage sur le calibre acoustique lui-même:

- a) le nom du constructeur et marque de fabrique;
- b) la désignation du modèle et numéro de série;
- c) la référence à la présente norme par son numéro et la date de sa publication;
- d) la classe de l'instrument, suivie de la lettre "L" le cas échéant;
- e) la (les) valeur(s) nominale(s) des niveaux de pression acoustique produits (si ces valeurs sont différentes pour divers modèles de microphones ou pour différentes configurations dans lesquelles ceux-ci sont utilisés, le niveau nominal indiqué doit être précisé de manière appropriée);
- f) la (les) fréquence(s) produite(s);
- g) le mode d'emploi préféré doit être indiqué clairement si le niveau de pression acoustique produit dépend de l'orientation du calibre acoustique;
- h) les domaines de variation de la pression ambiante, de la température et de l'humidité, et les données concernant la correction spécifiées aux paragraphes 3.3.1 et 3.3.2;
- i) le cas échéant, les valeurs nominales des niveaux de pression acoustique équivalente en champ libre et/ou en champ diffus ainsi que les modèles de sonomètres auxquels s'appliquent ces valeurs.

Lorsque des adaptateurs sont fournis, ils doivent comporter un marquage donnant directement la désignation du modèle; si les adaptateurs correspondant à un modèle particulier de calibre acoustique peuvent en fait être utilisés avec un autre modèle de calibre acoustique portant la même marque de fabrique, bien qu'ils n'aient pas été conçus pour cela, chaque adaptateur doit comporter des indications d'identification suffisantes pour éviter un mauvais emploi accidentel.

### 4.2 Notice d'emploi

Une notice d'emploi doit être fournie avec chaque calibre acoustique. Cette notice doit contenir au minimum les renseignements prescrits dans tous les paragraphes de l'article 3 et dans le paragraphe 4.1. Elle doit contenir également les renseignements suivants:

- a) indications permettant d'identifier complètement les modèles de microphones (et les configurations dans lesquelles ils sont utilisés) pour lesquels le calibre acoustique est destiné à fonctionner et les adaptateurs nécessaires correspondants associés à des instructions détaillées devant être suivies pour être certain que le calibre acoustique soit conforme à la présente norme, lors de son emploi;
- b) la période de stabilisation, le cas échéant, avant que le niveau du son produit atteigne la valeur spécifiée;
- c) les limites de température et d'humidité au-delà desquelles le calibre acoustique peut être endommagé de manière permanente;
- d) le volume effectif du calibre acoustique associé au microphone, ou le changement du niveau de pression acoustique produit par le calibre acoustique correspondant à la modification de volume effectif du microphone associé;
- e) les divers types de batterie qui peuvent être utilisés;
- f) si aucun des modèles de microphones spécifiés ne peut être étalonné conformément à la Publication 327 de la CEI, la méthode à employer pour comparer directement au moins l'un des modèles spécifiés avec un microphone étalonné selon la Publication 327 de la CEI (voir paragraphe 3.7.2 ci-dessus);
- g) toute limitation du domaine de température pour le fonctionnement du type de batterie recommandé (voir paragraphe 3.3.2 ci-dessus) ainsi que les détails relatifs au branchement d'une source d'alimentation extérieure.

---

**sonomètres**

E : Sound level meters

D : Schallpegelmesser

---

**Norme française homologuée** par décision du Directeur Général de l'airnor le 20 juin 1994 pour prendre effet à compter du 20 juillet 1994.

Remplace la norme homologuée NF S 31-009 de décembre 1981.

---

**correspondance** Ce document reproduit la norme européenne EN 60651 (janvier 1994) elle-même recopie de la publication CEI 651 (1<sup>ère</sup> édition - 1979).

---

**analyse**

Ce document décrit les instruments destinés à la mesure des niveaux de pression acoustique pondérée en fréquence et dans le temps.

Il précise les quatre classes de sonomètres.

---

**descripteurs**

Sonomètres, précision, exigences, essais, propriétés, définitions.

---

**modifications**

Mise en conformité avec la norme européenne.

Pas de modification technique.

---

**corrections**



### AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document reprend intégralement le texte de la norme européenne EN 60651 (janvier 1994), qui est la reproduction de la publication CEI 651 (1<sup>ère</sup> édition - 1979).

Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.

Après consultation de son Comité de Direction et enquête probatoire, l'Union technique de l'Electricité avait voté positivement au CENELEC sur le projet de EN 60651 le 31 août 1993.

Ce document a été adopté par le Comité de Direction de l'UTE, le 13 mai 1993.

## NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM EUROPEAN STANDARD

# EN 60651

## Janvier 1994

CDU 621.317.799.534.621.2.534.793.001.4.620.1.621.317.3

Descripteurs : Sonomètres, précision, exigences, essais, propriétés, définitions.

Remplace HD 425 S1:1983

Version française

Sonomètres

(CEI 651:1979)

Schallpegelmesser  
(IEC 651:1979)

Sound level meters  
(IEC 651:1979)

La présente norme européenne a été adoptée par le CENELEC le 1993-12-08. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale et notifiée au Secrétariat Central du CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

### CENELEC

Comité Européen de Normalisation Électrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central : rue de Slassart 35, B - 1050 Bruxelles

AVANT-PROPOS

En conséquence de l'accord CEI-CENELEC, le HD 425 S1:1983 (CEI 651:1979) a été soumis à la procédure de vote du CENELEC pour conversion en norme européenne.

Le texte de la norme internationale a été approuvé par le CENELEC comme EN 60651 le 8 décembre 1993.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite de publication d'une norme nationale identique (dop) 1994-12-01
- date limite de retrait des normes nationales conflictuelles (dow) —

Les annexes appelées «normatives» font partie du corps de la norme. Dans la présente norme, les annexes A, B, C et ZA sont normatives.

SOMMAIRE

Articles	Pages
AVANT-PROPOS .....	2
1. Domaine d'application .....	4
2. Objet et spécifications générales .....	4
3. Définitions .....	6
4. Caractéristiques générales .....	7
5. Caractéristiques de directivité du microphone et du boîtier de l'instrument .....	8
6. Caractéristiques de pondération fréquentielle et de l'amplificateur .....	8
7. Caractéristiques du détecteur et de l'appareil indicateur .....	12
8. Sensibilité aux divers environnements .....	16
9. Étalonnage et vérification des caractéristiques fondamentales du sonomètre .....	17
10. Emploi avec un appareillage auxiliaire .....	21
11. Marquage et notice technique .....	21
ANNEXE A — Essais des caractéristiques de surcharge et de détection .....	24
ANNEXE B — Sensibilité en champ diffus .....	26
ANNEXE C — Réponse théorique à des salves de signaux sinusoïdaux .....	27
ANNEXE ZA — Autres publications internationales citées dans la présente norme (normative) avec les références des publications européennes correspondantes .....	28

## SONOMÈTRES

### 1. Domaine d'application

#### 1.1 Généralités

La présente norme décrit les instruments destinés à la mesure des niveaux de pression acoustique pondérée en fréquence et dans le temps (sonomètres).

#### 1.2 Classes

Cette norme spécifie les sonomètres de quatre degrés de précision : les classes 0, 1, 2 et 3.

#### 1.3 Tolérances

Les spécifications pour les sonomètres des classes 0, 1, 2 et 3 ont la même valeur centrale et ne diffèrent que par les tolérances permises. D'une façon générale, les tolérances s'élargissent au fur et à mesure que le numéro de la classe augmente et, pour les différentes classes, elles diffèrent au point que les coûts de fabrication en sont modifiés de manière significative.

#### 1.4 Caractéristiques spécifiées

Cette norme spécifie les caractéristiques suivantes des sonomètres :

- les caractéristiques de directivité ;
- les caractéristiques de pondération fréquentielle ;
- les caractéristiques de pondération temporelle, du détecteur et de l'indicateur ;
- la sensibilité à divers environnements.

#### 1.5 Essais spécifiés

Cette norme spécifie des essais électriques et acoustiques destinés à vérifier la conformité aux caractéristiques spécifiées (voir paragraphe 1.4). Elle décrit aussi la méthode d'étalonnage en sensibilité absolue.

## 2. Objet et spécifications générales

### 2.1 Objet

Etant donné la complexité du fonctionnement de l'oreille humaine, il n'est pas possible actuellement de réaliser un appareil objectif de mesure des bruits fournissant, pour tous les types de bruits, des résultats absolument comparables à ceux que fournissent les méthodes subjectives. Cependant, il se révèle indispensable de normaliser un appareil permettant de mesurer les sons dans des conditions définies de manière précise, de façon que les résultats obtenus par les utilisateurs d'un tel appareil soient toujours reproductibles, compte tenu de tolérances spécifiées.

L'objet de cette norme est de s'assurer que, pour un sonomètre particulier, on obtienne dans la pratique une précision et une stabilité spécifiées et que, pour des mesures comparables effectuées avec des appareils de marques et de modèles différents satisfaisant à cette norme, les différences soient réduites à leur valeur minimale pratique.

### 2.2 Utilisation

Le sonomètre de classe 0 est prévu pour être un étalon de laboratoire. La classe 1 est destinée spécialement à l'emploi en laboratoire, et pour l'usage général lorsque l'environnement acoustique peut être spécifié ou contrôlé de manière précise ; la précision des mesures que peut fournir un tel instrument ne sera généralement pas atteinte dans les conditions ordinaires. Le sonomètre de classe 2 convient pour l'usage général. La classe 3 est principalement prévue pour la surveillance du bruit, quand on veut savoir si un niveau de bruit admis servant de limite a été dépassé de manière significative.

Les sonomètres prévus pour l'usage général ont à subir des contraintes sévères concernant l'environnement. Les autres sonomètres ne sont utilisés qu'en laboratoire, où l'environnement est contrôlé, et il n'est donc pas justifié d'exiger de ces derniers instruments qu'ils satisfassent aux contraintes imposées aux instruments d'usage général. Cette distinction a été faite en ajoutant, aux paragraphes 8.5 et 8.6, des spécifications supplémentaires pour les instruments destinés à l'usage général.

### 2.3 Caractéristiques de pondération

#### 2.3.1 Pondération fréquentielle

Un sonomètre doit posséder une ou plusieurs des caractéristiques de pondération fréquentielle désignées par A, B et C. Les caractéristiques de pondération qui peuvent être prévues en option sont :

- une caractéristique désignée par Lin, pour laquelle la réponse est constante en fonction de la fréquence ;
- une caractéristique désignée par D, telle qu'elle est spécifiée dans la Publication 537 de la CEI : Pondération en fréquence pour la mesure du bruit des aéronefs (pondération D).

#### 2.3.2 Pondération temporelle

Un sonomètre doit posséder une ou plusieurs des caractéristiques de pondération temporelle désignées par S, F et I. Une caractéristique Crête peut aussi y être incluse.

#### 2.3.3 Signification des caractéristiques de pondération

Dans le passé, les pondérations fréquentielles et temporelles ont été associées à certaines caractéristiques de l'oreille. Toutefois, des travaux récents n'ont pas confirmé ces associations historiques, si bien que les pondérations fréquentielles et temporelles peuvent être considérées comme conventionnelles. La pondération A est maintenant fréquemment spécifiée pour évaluer les bruits quels que soient leurs niveaux et n'est plus restreinte aux bruits de faible niveau. De plus, la normalisation de la caractéristique de pondération temporelle I n'implique pas que la relation entre la sonie ou le risque de perte d'audition produits par des bruits impulsifs et les caractéristiques physiques de ces sons soit parfaitement représentée par cette caractéristique. Une grande dynamique, une capacité de surcharge des détecteurs, une capacité d'admettre des facteurs de crête élevés sont cependant nécessaires pour mesurer, de façon précise, les bruits de courte durée, et cette norme spécifie ces caractéristiques pour les sonomètres possédant la pondération temporelle I.

### 2.4 Dispositifs optionnels

Cette norme est prévue pour permettre l'incorporation éventuelle, dans les sonomètres, de dispositifs particuliers tels que : indicateurs à large domaine de fonctionnement, dispositifs d'affichage numérique, d'enregistrement et de changement automatique d'échelle.

## 2.5 Méthode d'utilisation

L'utilisation du sonomètre pour la mesure de sons divers, dans des conditions différentes et pour des motifs variés, est connue. Pour chaque application, la technique de mesure devrait être choisie et contrôlée soigneusement afin d'obtenir des résultats valables et cohérents. Il faut souligner que la manière dont on emploie l'instrument a au moins autant d'importance sur le résultat de la mesure que la qualité de l'instrument lui-même. Des erreurs sont souvent commises quand on ne tient pas compte de l'influence de l'environnement et (spécialement pour les instruments portatifs) de l'influence de la présence de l'observateur.

## 3. Définitions

- 3.1 On se réfère, pour la définition des termes de cette norme, au Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), Chapitre 801 : Acoustique et électroacoustique (en préparation). Certains termes additionnels sont définis ci-dessous.
- 3.2 Le niveau de pression acoustique pondérée exprimé en décibels (dB) est égal à 20 fois le logarithme à base dix du rapport d'une pression acoustique pondérée à une pression acoustique de référence. La pression acoustique est pondérée selon l'une des caractéristiques de pondération fréquentielle A, B ou C et est pondérée temporairement par les caractéristiques S, F, I ou Crête telles qu'elles sont spécifiées dans cette norme. La pression acoustique de référence est égale à 20  $\mu\text{Pa}$  ( $20 \mu\text{N/m}^2$ ) et ne dépend pas de la pondération fréquentielle ou temporelle. Lorsqu'on donne le résultat de la mesure de niveau de pression acoustique pondérée, on doit indiquer les pondérations fréquentielle et temporelle utilisées.

Note. — Le terme « weighted sound pressure level », utilisé dans le texte anglais de cette norme, est souvent abrégé en « weighted sound level » ou même « sound level » dans les pays anglophones.

- 3.3 Le facteur de crête d'un signal est le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace de ce signal mesurée pendant une durée spécifiée, les valeurs instantanées étant mesurées par rapport à la valeur moyenne arithmétique. La relation entre le facteur de crête et le facteur de durée pour des suites d'impulsions rectangulaires et pour des salves de signaux sinusoidaux est donnée à l'annexe A.
- 3.4 L'étendue de mesure de l'indicateur d'un sonomètre est une étendue spécifiée de l'échelle de l'indicateur, pour laquelle les lectures satisfont à des tolérances particulièrement serrées sur la linéarité de niveau telles qu'elles sont spécifiées aux paragraphes 7.9 et 7.10.
- 3.5 La linéarité de niveau caractérise le fait que la lecture du sonomètre est une fonction linéaire du niveau du signal d'entrée, dans des tolérances spécifiées.
- 3.6 La direction de référence est la direction d'incidence du son, spécifiée par le constructeur, qui doit être utilisée lors des essais de sensibilité absolue, de caractéristiques de directivité et de pondération fréquentielle d'un sonomètre.
- 3.7 La fréquence de référence est une fréquence spécifiée par le constructeur, comprise entre 200 Hz et 1 000 Hz, utilisée pour l'étalement de la sensibilité absolue d'un sonomètre.

Note. — La valeur préférentielle de la fréquence de référence est 1 000 Hz.

- 3.8 Le niveau de pression acoustique de référence est un niveau de pression acoustique spécifié par le constructeur, utilisé pour l'étalement de la sensibilité absolue du sonomètre.

Note. — La valeur préférentielle du niveau de référence est 94 dB; si cette valeur n'est pas comprise dans l'étendue de mesure de l'instrument, on prendra 84 dB ou 74 dB.

- 3.9 La gamme de référence d'un sonomètre est une étendue spécifiée par le constructeur pour les besoins de l'étalement. Le niveau de pression acoustique de référence doit être compris dans cette gamme de référence.

## 4. Caractéristiques générales

- 4.1 Un sonomètre est généralement un ensemble comprenant: un microphone, un amplificateur comportant une pondération fréquentielle déterminée et un dispositif détecteur indicateur de caractéristiques temporelles déterminées. Aux articles 5, 6 et 7, on donne les spécifications de ces parties du sonomètre et les tolérances pour quatre classes de sonomètres. Les dispositifs additionnels quelconques nécessaires pour que soit satisfaite toute spécification (tels que les câbles d'extension microphoniques et les correcteurs d'incidence aléatoire) sont considérés comme parties intégrantes du sonomètre.
- 4.2 La précision sur la lecture du sonomètre placé dans les conditions de référence décrites aux paragraphes 9.1 et 9.2.1 doit être de  $\pm 0,4$  dB,  $\pm 0,7$  dB,  $\pm 1,0$  dB et  $\pm 1,5$  dB respectivement pour les instruments des classes 0, 1, 2 et 3 après la durée de préchauffage spécifiée par le constructeur. Un moyen doit être fourni pour vérifier et maintenir l'étalement à la fréquence de référence.
- 4.3 Un sonomètre devrait, idéalement, être également sensible aux sons d'incidence quelconque. Les caractéristiques de directivité du microphone et du boîtier doivent satisfaire aux spécifications de l'article 5.
- 4.4 Le signal produit par le microphone est pondéré en fréquence afin d'en déduire un seul ou plusieurs des trois signaux pondérés A, B et C. Les réseaux de pondération et les circuits de l'amplificateur doivent satisfaire aux spécifications de l'article 6.
- La caractéristique de réponse en fréquence Lin, quand elle existe, permet au sonomètre de mesurer le niveau de pression acoustique non pondérée ou de fonctionner comme préamplificateur pour un dispositif auxiliaire. Quand la réponse Lin existe, le constructeur doit spécifier le domaine de fréquences et les tolérances. Les tolérances ne doivent pas être supérieures à celles des caractéristiques de pondération fréquentielle (voir tableau V, page 10).
- 4.5 Le signal pondéré en fréquence est redressé puis traité selon une ou plusieurs des caractéristiques nommées S, F, I et Crête spécifiées à l'article 7 et aux paragraphes 9.4.3 et 9.4.4. Les sonomètres possédant la caractéristique temporelle I ou Crête doivent aussi posséder au moins une des caractéristiques F ou S. La caractéristique Crête, quand elle existe, permet au sonomètre d'indiquer la valeur absolue de crête du signal acoustique.
- 4.6 Bien que les caractéristiques de pondération fréquentielle et celles du détecteur et de l'appareil indicateur soient généralement propres à des circuits particuliers du sonomètre, les essais de conformité à l'article 9 de cette norme doivent être effectués sur l'instrument complet. De cette façon, on tient compte de toute interaction entre les divers éléments de l'instrument.
- 4.7 Le constructeur doit fournir le moyen de substituer au microphone un générateur de signal électrique permettant d'effectuer des essais sur l'appareil complet sans microphone.
- 4.8 Si le sonomètre est alimenté sur batterie, les moyens convenables doivent être prévus pour pouvoir s'assurer que la tension de la batterie nécessaire à un fonctionnement correct de l'instrument, selon les spécifications, est maintenue.
- 4.9 Après une durée de préchauffage que doit spécifier le constructeur, mais inférieure à 10 min, la lecture ne doit pas changer de plus des valeurs indiquées au tableau I pendant 1 h de fonctionnement continu dans des conditions d'essais constantes.

TABLEAU I

Changement maximal de la lecture, en décibels, pendant 1 h de fonctionnement

Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
0,2	0,3	0,5	0,5

5. Caractéristiques de directivité du microphone et du boîtier de l'instrument

5.1 Le constructeur doit spécifier la direction de référence pour laquelle les caractéristiques de pondération fréquentielle données à l'article 6 sont respectées. La dispersion totale des changements de sensibilité de l'appareil dans un angle de  $\pm 30^\circ$  par rapport à la direction de référence ne devra pas dépasser les valeurs données au tableau II. La dispersion totale des changements de sensibilité dans un angle de  $\pm 90^\circ$  par rapport à la direction de référence ne devra pas dépasser les valeurs données au tableau III. Ces valeurs s'appliquent lorsque le microphone est monté selon les conditions spécifiées par le constructeur pour un emploi normal, l'observateur ne perturbant pas le champ acoustique près du microphone. Les valeurs portées dans les deux tableaux doivent être vérifiées pour le même montage du microphone.

TABLEAU II

Variation maximale de la sensibilité, en décibels, dans un angle de  $\pm 30^\circ$  par rapport à la direction de référence

Fréquence (Hz)	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
31,5 - 1 000	0,5	1	2	4
1 000 - 2 000	0,5	1	2	4
2 000 - 4 000	1	1,5	4	8
4 000 - 8 000	2	2,5	9	12
8 000 - 12 500	2,5	4	—	—

TABLEAU III

Variation maximale de la sensibilité, en décibels, dans un angle de  $\pm 90^\circ$  par rapport à la direction de référence

Fréquence (Hz)	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
31,5 - 1 000	1	1,5	3	8
1 000 - 2 000	1,5	2	5	10
2 000 - 4 000	2	4	8	16
4 000 - 8 000	5	8	14	30
8 000 - 12 500	7	16	—	—

6. Caractéristiques de pondération fréquentielle et de l'amplificateur

6.1 L'instrument complet, comprenant le microphone, l'amplificateur, les réseaux de pondération, le détecteur et l'appareil indicateur, doit posséder une ou plusieurs des caractéristiques de

pondération en fréquences données avec leurs tolérances aux tableaux IV et V et dans la Publication 537 de la CEI, lorsque la mesure est faite dans la direction de référence. Pour les sonomètres d'une classe donnée, les tolérances sont les mêmes pour toutes les caractéristiques de pondération, y compris pour la caractéristique D lorsqu'elle existe.

TABLEAU IV

Caractéristiques de pondération fréquentielle  
Réponse relative, en champ libre, dans la direction de référence, exprimée en décibels

Fréquence nominale* (Hz)	Fréquence exacte* (Hz)	Pondération A	Pondération B	Pondération C
10	10,00	-70,4	-38,2	-14,3
12,5	12,59	-63,4	-33,2	-11,2
16	15,85	-56,7	-28,5	-8,5
20	19,95	-50,5	-24,2	-6,2
25	25,12	-44,7	-20,4	-4,4
31,5	31,62	-39,4	-17,1	-3,0
40	39,81	-34,6	-14,2	-2,0
50	50,12	-30,2	-11,6	-1,3
63	63,10	-26,2	-9,3	-0,8
80	79,43	-22,5	-7,4	-0,5
100	100,0	-19,1	-5,6	-0,3
125	125,9	-16,1	-4,2	-0,2
160	158,5	-13,4	-3,0	-0,1
200	199,5	-10,9	-2,0	-0,0
250	251,2	-8,6	-1,3	-0,0
315	316,2	-6,6	-0,8	-0,0
400	398,1	-4,8	-0,5	-0,0
500	501,2	-3,2	-0,3	-0,0
630	631,0	-1,9	-0,1	-0,0
800	794,3	-0,8	-0,0	-0,0
1 000	1 000	0	0	0
1 250	1 259	+0,6	-0,0	-0,0
1 600	1 585	+1,0	-0,0	-0,1
2 000	1 995	+1,2	-0,1	-0,2
2 500	2 512	+1,3	-0,2	-0,3
3 150	3 162	+1,2	-0,4	-0,5
4 000	3 981	+1,0	-0,7	-0,8
5 000	5 012	+0,5	-1,2	-1,3
6 300	7 943	-0,1	-1,9	-2,0
8 000	9 943	-1,1	-2,9	-3,0
10 000	10 000	-2,5	-4,3	-4,4
12 500	12 590	-4,3	-6,1	-6,2
16 000	15 850	-6,6	-8,4	-8,5
20 000	19 950	-9,3	-11,1	-11,2

\* Les fréquences nominales sont spécifiées dans la Norme ISO 266. Les fréquences exactes sont données ci-dessus avec quatre chiffres significatifs et sont égales à  $1 000 \cdot 10^{n/10}$ , où n est un entier, positif ou négatif.

6.2 Les valeurs données au tableau IV correspondent aux spécifications de pôles et de zéros ci-dessous:

La caractéristique de pondération C est réalisée idéalement avec deux pôles dans le plan des fréquences complexes, situés sur l'axe réel à 20,6 Hz ( $10^{1,31}$  Hz) pour produire la décroissance aux fréquences basses, et deux pôles sur l'axe réel à 12 200 Hz ( $10^{4,09}$  Hz) pour produire la décroissance aux hautes fréquences. Le point de demi-puissance ou à 3 dB aux basses fréquences par rapport à la réponse à 1 kHz est à 31,62 Hz ( $10^{1,50}$  Hz) et le point de demi-puissance ou à 3 dB

aux hautes fréquences est  $\pm 1,5$  dB (10<sup>3,00</sup> Hz). Les pentes approcheront 12 dB par octave à la fois dans les basses et les hautes fréquences.

La caractéristique de pondération B est réalisée idéalement en ajoutant à la caractéristique de pondération C un pôle sur l'axe réel à 158,5 Hz (10<sup>2,20</sup> Hz).

La caractéristique de pondération A est réalisée idéalement en ajoutant à la caractéristique de pondération C deux pôles sur l'axe réel à 107,7 Hz (10<sup>2,00</sup> Hz) et 737,9 Hz (10<sup>2,87</sup> Hz).

Les caractéristiques de pondération fréquentielle A, B et C sont réalisables à l'aide de circuits passifs formés de résistances et de capacités.

6.3 Quand un sélecteur de gammes de niveaux existe, il doit introduire des erreurs inférieures aux valeurs données dans le tableau VI, pour toutes les positions, par rapport à une gamme spécifiée par le constructeur comme gamme de référence. Cette gamme de référence doit comprendre le niveau de pression acoustique de référence défini au paragraphe 3.8 et l'essai doit être effectué à partir de ce niveau.

TABLEAU V

Tolérances\* sur les caractéristiques de pondération fréquentielle données au tableau IV, pour chaque classe d'instrument, exprimées en décibels

Fréquence nominale (Hz)	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
10	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
12,5	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
16	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
20	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
25	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
31,5	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
40	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
50	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
63	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
80	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
100	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
125	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
160	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
200	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
250	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
315	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
400	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
500	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
630	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
800	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
1 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
1 250	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
1 600	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
2 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
2 500	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
3 150	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
4 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
5 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
6 300	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
8 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
10 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
12 500	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
16 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞
20 000	+2; -∞	+3; -∞	+5; -∞	+5; -∞

\* Les tolérances sont les mêmes pour toutes les caractéristiques de pondération. La tolérance doit être nulle à la fréquence de référence (voir paragraphe 3.7).

TABLEAU VI  
Tolérances, en décibels, sur la précision du sélecteur de gammes de niveau pour différentes fréquences

Fréquence (Hz)	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
31,5 - 8 000	±0,3	±0,5	±0,7	±1,0
20 - 12 500	±0,5	±1,0	—	—

6.4 Quand un sélecteur manuel de gammes de niveaux existe dans un sonomètre, les étendues des échelles doivent se recouvrir sur au moins 5 dB lorsque les pas du sélecteur sont de 10 dB, et d'au moins 10 dB quand les pas sont plus élevés.

6.5 L'amplificateur doit accepter des signaux de facteur de crête suffisamment élevés pour satisfaire aux spécifications du paragraphe 7.2. Pour les instruments de classe 0, des détecteurs de surcharge doivent être placés dans la chaîne d'amplification et indiquer si la capacité de l'amplificateur a été dépassée.

Nota. — Il est recommandé d'employer aussi des détecteurs de surcharge sur les instruments de classes 1 et 2.

Quand la caractéristique I existe, des détecteurs de surcharge doivent être prévus quelle que soit la classe de l'instrument.

6.6 Quand le microphone est remplacé par une impédance électrique équivalente, la lecture doit être inférieure d'au moins 5 dB au niveau minimal de pression acoustique spécifié mesurable avec chacune des courbes de pondération.

6.7 Si des signaux sont disponibles aux bornes de connexion du filtre et à des bornes de sortie « courant alternatif », la distorsion harmonique totale, pour des signaux de fréquences comprises entre 31,5 Hz et 8 000 Hz, doit être inférieure à 1% quand le niveau du signal sinusoïdal utilisé pour l'essai est inférieur d'au moins 10 dB à la limite équivalente supérieure du niveau de pression acoustique pondérée que l'instrument est apte à mesurer par construction.

Pour la limite supérieure du niveau de pression acoustique que le constructeur doit spécifier, la distorsion harmonique totale produite entre l'entrée acoustique et la sortie du signal, quand cette dernière existe, doit être inférieure à 10% pour toute fréquence comprise entre 200 Hz et 1 000 Hz.

6.8 Afin de diminuer les risques de surcharge et de permettre la dynamique maximale aux niveaux de pression acoustique élevés, on peut employer deux sélecteurs de gammes réglables indépendamment qui commandent des atténuateurs situés en amont et en aval des circuits de pondération.

Nota. — Quand cette double commande existe, il est recommandé qu'une plaquette soit fixée à l'instrument, décrivant clairement le mode d'emploi des sélecteurs.

Si on utilise un sélecteur automatique de gamme, son temps de stabilisation doit être spécifié.

6.9 Pour toutes les caractéristiques de pondération fréquentielle, et pour la limite supérieure de chaque étendue de mesure, le constructeur doit spécifier la fréquence la plus basse pour laquelle l'erreur due à la distorsion de non-linéarité produite entre l'entrée acoustique et la sortie du signal est inférieure à ±1 dB.

Nota. — Il est recommandé que cette erreur soit inférieure à ±1 dB pour toute fréquence supérieure ou égale à 31,5 Hz.

7. Caractéristiques du détecteur et de l'appareil indicateur

7.1 Lorsque la caractéristique F ou la caractéristique S est utilisée, l'indication du sonomètre doit être égale à la valeur efficace du signal, le temps d'obtention de la moyenne étant spécifié différemment pour les caractéristiques F et S. Lorsque la caractéristique I est utilisée, l'indication du sonomètre est liée au maximum de la valeur efficace à court terme du signal; on obtient cette caractéristique au moyen d'un détecteur quadratique possédant un temps d'intégration court, et d'un détecteur de crête ayant une constante de temps longue et la descente.

7.2 En principe, un appareil possédant les caractéristiques F et S du détecteur et de l'appareil indicateur correspond au schéma fonctionnel ci-dessous:

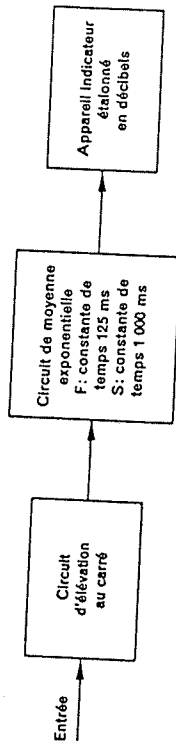


FIGURE 1

On décrit au paragraphe 9.4 les essais destinés à vérifier la précision des caractéristiques de mesure de la valeur efficace et des caractéristiques de pondération temporelle. Les erreurs acceptables pour différents facteurs de crête du signal sont données dans le tableau VII, ci-dessous. Les caractéristiques de pondération temporelle du détecteur et de l'appareil indicateur doivent être telles que la réponse à des salves de signaux sinusoïdaux soit conforme aux spécifications du tableau VIII, page 13; pour un signal appliqué brusquement ou un accroissement brusque de l'amplitude du signal, le dépassement doit être conforme aux spécifications du tableau IX, page 13. Quand le signal appliqué est supprimé brusquement, l'appareil indicateur

TABLEAU VII

Erreur maximale admissible pour le détecteur et l'appareil indicateur, exprimée en décibels

Facteur de crête	≤ 3	≤ 5	≤ 10
Classe du sonomètre			
0 I			
0			
1 I	±0,5	±0,5	±1
1	±0,5	±1	±1,5
2 I			
2	±1	±1	—
3	±1,5	—	—

Notes 1. — L'expression « classe 0 I », par exemple, signifie qu'il s'agit d'un instrument de classe 0 possédant la caractéristique I.

2. — Pour la classe 3 I, voir les paragraphes 7.3 et 9.4.3.

doit indiquer une décroissance de 10 dB dans un temps inférieur ou égal à 0,5 s pour la caractéristique F et dans un temps inférieur ou égal à 3,0 s pour la caractéristique S.

Note. — Lorsque aucune tolérance n'est spécifiée au tableau VIII, il est recommandé que le constructeur indique les valeurs centrales qu'il a prévues pour la réponse et les tolérances correspondantes.

TABLEAU VIII

Réponses à des salves de signaux sinusoïdaux

Caractéristique du détecteur et de l'appareil indicateur	Durée du signal d'essai (salve de signaux sinusoïdaux) (ms)	Réponse maximale au signal d'essai par rapport à la réponse permanente (voir l'annexe C) (dB)	Tolérances sur la réponse maximale selon la classe de l'instrument (dB)		
			0	1	2
F	Continue	0			
	200	- 1,0	±0,5	±1	+1 -2
	50	- 4,8	±2	—	—
	20	- 8,3	±2	—	—
S	5	-14,1	±2	—	—
	2 000	- 0,6	±0,5	—	—
	500	- 4,1	±0,5	±1	±2
	200	- 7,4	±2	—	—
	50	-13,1	±2	—	—

TABLEAU IX

Dépassement maximal, en décibels

Caractéristique du détecteur et de l'appareil indicateur	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
F	0,5	1,1	1,1	1,1
S	1,0	1,6	1,6	1,6

7.3 En principe, un appareil possédant la caractéristique I du détecteur et de l'appareil indicateur correspond au schéma fonctionnel ci-dessous:

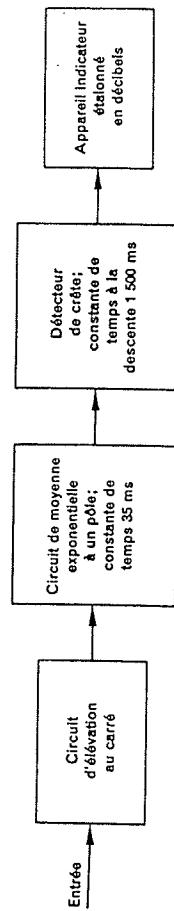


FIGURE 2

Les composants du détecteur et de l'appareil indicateur pour la caractéristique I sont semblables à ceux des caractéristiques F et S avec la différence qu'un détecteur de crête est introduit dans la chaîne. La constante de temps du circuit de moyenne exponentielle est identique pour la charge et la décharge. Le détecteur de crête a pour effet de mettre en mémoire la tension qui lui est appliquée pendant un temps suffisant pour permettre l'affichage par l'appareil indicateur. La constante de temps à la montée du détecteur de crête doit être faible par rapport à la constante de temps de 35 ms du circuit de moyenne et sa vitesse de descente doit être de 2,9 dB/s avec une tolérance de  $\pm 0,5$  dB/s pour les instruments de classes 0 et 1 et de  $\pm 1,0$  dB/s pour les instruments de classes 2 et 3. Cette vitesse de descente correspond approximativement à une constante de temps de  $(1\ 500 \pm 250)$  ms pour les instruments de classes 0 et 1 et  $(1\ 500 \pm 500)$  ms pour les instruments de classes 2 et 3. La précision sur l'indication donnée par la caractéristique I lorsqu'on utilise une seule salve de signaux sinusoïdaux ou une suite continue de salves de signaux sinusoïdaux est vérifiée comme il est indiqué à l'article 9. Les réponses et leurs tolérances sont données dans les tableaux X et XI. Si un instrument de classe 3 possède la caractéristique I, il doit satisfaire aux essais de salves des instruments de classe 2.

TABLEAU X  
Réponse à une salve isolée

Durée T (ms)	Signal permanent	Réponse maximale au signal d'essai par rapport à la réponse à un signal permanent (voir annexe C) (dB)	Tolérance en décibels	
			Classes 0 et 1	Classe 2
20		0		
5		- 3,6	$\pm 1,5$	$\pm 2$
2		- 8,8	$\pm 2$	$\pm 3$
		-12,6	$\pm 2$	Pas d'essai

TABLEAU XI  
Réponse à une suite continue de salves

Fréquence de récurrence $f_p$ (Hz)	Signal permanent	Réponse maximale au signal d'essai par rapport à la réponse à un signal permanent (voir annexe C) (dB)	Tolérance en décibels	
			Classes 0 et 1	Classe 2
100		0		
20		-2,7	$\pm 1$	$\pm 1$
		-7,6	$\pm 2$	$\pm 2$
2		-8,8	$\pm 2$	$\pm 3$

7.4 Les indications données quand on utilise les caractéristiques S, F et I du détecteur et de l'appareil indicateur ne doivent pas différer entre elles de plus de 0,1 dB pour les instruments de classes 0, 1 et 2 et de 0,2 dB pour les instruments de classe 3, pour un signal sinusoïdal permanent de fréquences comprises entre 315 Hz et 8 000 Hz. Lorsqu'on fait l'essai avec une courte salve isolée ou une suite continue de salves de signaux sinusoïdaux de faible fréquence de récurrence, le détecteur, pour la caractéristique I, donnera généralement une valeur plus élevée que pour les caractéristiques F ou S.

7.5 A titre d'option, le sonomètre peut comprendre les circuits nécessaires à la mesure des valeurs de crête. Pour ce mode de fonctionnement, le temps de montée du détecteur devra être spécifié par le constructeur. Un instrument de classe 0 doit être tel qu'une impulsion isolée de durée 50  $\mu$ s produise une déviation qui ne soit pas inférieure de plus de 2 dB à la déviation produite par une impulsion de durée 10 ms et de même amplitude de crête. Cette spécification doit être satisfaite pour des impulsions positives et négatives.

Note. — Pour les autres classes, il est recommandé que le temps de montée du détecteur soit tel qu'une impulsion isolée de polarité quelconque et de durée 100  $\mu$ s produise une déviation qui ne soit pas inférieure de plus de 2 dB à la déviation produite par une impulsion de durée 10 ms et de même amplitude de crête.

7.6 L'étendue de l'échelle de l'indicateur, qu'il soit analogique ou numérique, doit être d'au moins 15 dB. L'étendue de mesure de l'indicateur, spécifiée par le constructeur, doit être d'au moins 10 dB.

7.7 Lorsqu'un dispositif indicateur analogique est utilisé (cadrant ou enregistreur), l'échelle doit être graduée en échelons dont la valeur ne dépasse pas 1 dB sur une plage d'au moins 15 dB. Chaque division correspondant à 1 dB doit avoir une longueur au moins égale à 1 mm.

7.8 Quand on utilise un indicateur numérique ou un autre indicateur à affichage discontinu (par exemple des lampes pour des échelons de niveau), le sonomètre doit comporter un système par lequel le niveau de pression acoustique pondérée maximal pendant un intervalle de mesure est maintenu (mis en mémoire) sur l'appareil d'affichage. On peut aussi prévoir des modes de fonctionnement pour lesquels l'affichage est maintenu automatiquement à intervalles fixes ou à la demande. Le mode de fonctionnement pour lequel le résultat affiché est continuellement intégré, s'il existe, devra indiquer le niveau efficace.

Note. — Lorsqu'un instrument comprend des modes d'affichage automatique, il est recommandé que l'un d'entre eux fonctionne à raison d'un affichage par seconde.

Lorsque les résultats sous forme numérique sont disponibles à des bornes de sortie électrique, la cadence à la sortie doit être spécifiée.

Un dispositif d'affichage numérique doit avoir une résolution au moins égale à 0,1 dB.

Une résolution plus réduite est permise pour les dispositifs d'affichage analogique discontinu. Elle doit être au moins égale à 0,2 dB pour les instruments de classe 0 et 1, à 1 dB pour les instruments de classe 2, et à 3 dB pour les instruments de classe 3. A cause de cette faible résolution, des méthodes d'essai spéciales sont nécessaires afin de démontrer que toutes les autres spécifications de cette norme sont satisfaites.

7.9 La linéarité du système comprenant le détecteur, l'appareil indicateur, les sélecteurs de gammes manuels ou automatiques, doit être mesurée et satisfaite aux indications du tableau XII. Le niveau de référence pour l'essai de linéarité est égal au niveau de pression acoustique de référence.

Note. — Dans les normes précédentes qui concernaient uniquement les sonomètres à affichage analogique, la tolérance sur la linéarité de niveau était donnée par la somme des tolérances sur le sélecteur de gammes de niveaux et sur la graduation de l'échelle de l'appareil de lecture. Puisque cette norme s'applique à d'autres systèmes indicateurs, la linéarité de niveau doit être spécifiée de manière différente mais de façon à obtenir des résultats équivalents.

TABLEAU XII

Tolérances sur la linéarité de niveau, en prenant pour base le niveau de pression acoustique de référence, dans le domaine de fréquences de 31,5 Hz à 8 000 Hz (20 Hz à 12 500 Hz pour la classe 0), exprimée en décibels

Lectures	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Dans l'étendue de mesure de l'indicateur	$\pm 0,4$	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
En dehors de l'étendue de mesure de l'indicateur	$\pm 0,6$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$



7.10 En plus de l'essai mentionné au paragraphe 7.9, l'instrument doit satisfaire à un essai de linéarité différentielle de niveau. L'erreur de linéarité différentielle de niveau est mesurée entre deux valeurs choisies arbitrairement dans l'étendue de l'échelle de l'indicateur et pouvant différer de 10 dB au plus. L'erreur maximale permise dans l'étendue de mesure spécifiée et en dehors de cette étendue est donnée au tableau XIII pour chaque classe de sonomètre, pour des graduations séparées par 1 dB et pour des graduations séparées de 10 dB au plus.

TABLEAU XIII  
Tolérance sur la linéarité différentielle de niveau dans le domaine de fréquences de 31,5 Hz à 8 000 Hz (20 Hz à 12 500 Hz pour la classe 0), exprimée en décibels

Lectures	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
A l'intérieur de l'étendue de mesure de l'indicateur, pour des graduations séparées de 1 dB	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3
A l'intérieur de l'étendue de mesure de l'indicateur, pour des graduations séparées de 1 dB jusqu'à 10 dB	±0,4	±0,4	±0,6	±1,0
En dehors de l'étendue de mesure de l'indicateur, pour des graduations séparées de 1 dB	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4
En dehors de l'étendue de mesure de l'indicateur, pour des graduations séparées de 1 dB jusqu'à 10 dB	±0,6	±1,0	±1,5	±2,0

8. Sensibilité aux divers environnements

Tous les sonomètres doivent satisfaire aux spécifications des paragraphes 8.1 à 8.6, à l'exception de certaines parties des paragraphes 8.5 et 8.6 qui ne s'appliquent qu'aux sonomètres destinés à un usage général.

Note. — Les sonomètres destinés uniquement à un usage en laboratoire doivent être distingués par le marquage « L » (voir paragraphe 11.1.).

8.1 Pour une variation de la pression statique de ±10 %, la sensibilité de l'instrument complet ne doit pas varier de plus de ±0,3 dB pour les instruments de classes 0 et 1, de plus de ±0,5 dB pour les instruments de classes 2 et 3 quand l'essai est effectué à une fréquence comprise entre 200 Hz et 1 000 Hz.

8.2 Lorsque le microphone est remplacé par une impédance électrique équivalente et que le sonomètre est placé dans un champ d'ondes acoustiques se propageant dans la direction de référence, la réponse du sonomètre doit être d'au moins 20 dB inférieure à celle qu'on obtiendrait pour un montage normal. Cette condition doit être remplie quand on utilise une onde acoustique sinusoïdale de niveau égal à 100 dB, ou à la limite supérieure du niveau de pression acoustique que l'instrument est apte à mesurer par construction — on prend la plus petite de ces deux valeurs — et pour toute fréquence comprise entre 31,5 Hz et 8 000 Hz. La vitesse de défilement de la fréquence de l'onde sinusoïdale ne doit pas dépasser 0,1 octave/s.

8.3 L'influence des vibrations mécaniques sur le fonctionnement du sonomètre doit être rendue aussi faible que possible. L'effet des vibrations entre 20 Hz et 1 000 Hz doit être indiqué par le constructeur, s'il n'est pas prévu que le microphone soit normalement utilisé avec un câble prolongateur, cette indication doit se rapporter à l'appareil complet; dans les autres cas, elle doit

être donnée au moins pour le microphone lui-même. L'appareil doit être soumis à des vibrations sinusoïdales avec une accélération de 1 m/s<sup>2</sup>. Un sonomètre non soumis aux vibrations, servant de référence, doit être utilisé pour s'assurer que les sons produits par les vibrations n'affectent pas le résultat. On doit mentionner à la fois les lectures du sonomètre à l'essai et celles du sonomètre de référence. L'essai doit être effectué pour la caractéristique de pondération fréquentielle ayant la bande la plus large. Si l'instrument comporte un dispositif de montage sur pied, on utilisera celui-ci et la vibration devra être appliquée dans la direction de l'axe du montage sur pied. S'il existe deux modes de montages possibles, l'essai doit être effectué pour les deux montages. Si l'appareil ne compte pas de dispositif de fixation sur pied, le constructeur doit spécifier le mode de montage à adopter pour l'essai. Dans ce cas et pour des dispositifs de fixation réglables, on appliquera la vibration dans une direction perpendiculaire au plan de la membrane du microphone.

8.4 Les effets des champs magnétiques et électrostatiques doivent être rendus aussi faibles que possible. Les sonomètres dont le microphone est fixe doivent être essayés dans un champ magnétique de 80 A/m (1 oersted) à 50 Hz ou 60 Hz. L'appareil doit être orienté dans la direction qui donne l'indication maximale et cette indication doit être fournie pour chaque caractéristique de pondération. Pour les instruments qui comprennent un câble prolongateur entre le microphone et l'instrument indicateur, l'essai doit être effectué sur le microphone. La fréquence d'essai doit être spécifiée.

8.5 L'intervalle de température dans lequel l'étalonnage de l'instrument complet, y compris le microphone, n'est pas modifié de plus de 0,5 dB (pour les instruments de classes 0, 1 et 2) ou de 1 dB (pour les instruments de classe 3) par rapport à l'indication à 20 °C, doit être spécifié par le constructeur. Si l'étalonnage d'un sonomètre destiné à un usage général varie de plus de ±0,5 dB lorsque la température varie entre -10 °C et +50 °C, des informations donnant la correction à effectuer doivent être fournies par le constructeur. L'essai doit être effectué à une fréquence comprise entre 200 Hz et 1 000 Hz.

Note. — Il est recommandé de préciser le taux d'humidité relative pour lequel l'essai est effectué (voir paragraphe 8.6).

8.6 Le constructeur doit spécifier le domaine de taux d'humidité pour lequel il est prévu que l'instrument complet, y compris le microphone, fonctionne continuellement. Pour les instruments destinés à un usage général, l'efficacité ne doit pas varier de plus de ±0,5 dB pour les instruments de classes 0, 1 et 2 et de ±1 dB pour les instruments de classe 3, par rapport à l'efficacité pour un taux d'humidité relative de 65 %, quand ce taux varie de 30 % à 90 %. L'essai doit être effectué à la température de 40 °C pour une fréquence comprise entre 200 Hz et 1 000 Hz.

9. Etalonnage et vérification des caractéristiques fondamentales du sonomètre

9.1 Les essais décrits aux paragraphes 9.2, 9.3 et 9.4 doivent être effectués pour vérifier que les spécifications des articles 4, 5, 6 et 7 sont satisfaites. Tous les essais devront être conduits, ou rapportés, aux conditions de référence normalisées: température 20 °C, taux d'humidité relative 65 %, pression atmosphérique 1,013 × 10<sup>5</sup> Pa (N/m<sup>2</sup>) (1 013 mbar). Sauf spécification contraire, les essais doivent être conduits en utilisant des signaux sinusoïdaux à faible taux de distorsion.

Pendant ces essais, le champ acoustique ne doit pas être perturbé de manière significative par la présence de l'observateur.

Note. — Il est recommandé que l'observateur ne soit pas présent dans le champ acoustique, par exemple, en effectuant la lecture à distance. Si ce n'est pas possible, il est recommandé de tenir compte de la classe de l'instrument et des tolérances correspondantes pour juger de la conformité aux spécifications.

9.2 La procédure d'étalonnage et les essais concernant le sonomètre complet sont décrits aux paragraphes 9.2.1, 9.2.2 et 9.2.3. On peut effectuer les essais en partie par méthode acoustique, en partie par méthode électrique si cela n'entraîne aucune diminution de la précision.

Note. — Il est recommandé au constructeur de fournir des informations sur la façon dont sont effectués les essais.

9.2.1 L'instrument complet doit être étalonné, en sensibilité absolue, à la fréquence de référence. Le champ acoustique sera constitué d'ondes planes progressives arrivant sur le microphone dans la direction de référence au niveau de pression acoustique de référence. Avant d'effectuer cet essai, le sonomètre doit être réglé et vérifié conformément aux indications du constructeur. Si une source sonore extérieure de référence est prescrite pour ce réglage, elle doit être considérée comme faisant partie intégrante du sonomètre.

9.2.2 La pondération fréquentielle du sonomètre doit être vérifiée dans un champ acoustique constitué d'ondes planes progressives arrivant sur le microphone dans la direction de référence. A la fréquence de référence, le niveau de pression acoustique non pondérée doit être égal au niveau de pression acoustique de référence, ou ne pas lui être inférieur de plus de 20 dB.

Ces essais peuvent être en partie effectués en utilisant un signal électrique et une impédance électrique équivalente à la place du microphone. Dans ce cas, l'erreur sur la mesure de la réponse en fréquence du microphone et du boîtier de l'instrument doit être appliquée comme correction à la réponse en fréquence des circuits électriques quand on vérifie les spécifications du paragraphe 6.1.

9.2.3 Les variations de la sensibilité en fonction de l'angle d'incidence doivent être mesurées pour un nombre suffisant de fréquences et de valeurs de l'angle d'incidence afin de s'assurer que les spécifications de l'article 5 soient satisfaites.

9.3 Les essais des caractéristiques de l'amplificateur sont décrits aux paragraphes 9.3.1 à 9.3.3.

9.3.1 Lorsqu'il existe des détecteurs de surcharge (voir paragraphe 6.5), ils doivent satisfaire aux essais suivants:

Le premier essai s'applique uniquement aux instruments qui possèdent la caractéristique de pondération fréquentielle A. L'instrument est placé sur la position de pondération A et la capsule microphonique est remplacée par une impédance électrique égale à celle du microphone. Un signal sinusoïdal à 1 000 Hz doit être appliqué à l'instrument à travers cette impédance et son amplitude est réglée pour donner une lecture de 5 dB au-dessous du maximum de niveau de pression acoustique pondérée A que l'instrument est apte à mesurer par construction. Quand il existe des sélecteurs de gammes réglables indépendamment, ils doivent être réglés conformément aux indications du constructeur. La fréquence du signal d'entrée doit être ensuite diminuée par bonds, jusqu'à 20 Hz, en même temps que son amplitude est augmentée dans des rapports correspondant à l'inverse de la courbe de pondération A donnée au tableau IV, page 9. Si, à une fréquence quelconque, l'indication de l'instrument s'écarte de sa valeur initiale à 1 000 Hz d'une quantité supérieure à la tolérance donnée au tableau V, page 10 (en pratique, la plus petite des tolérances), pour la fréquence correspondante, une indication claire de surcharge doit apparaître.

Une indication de surcharge doit aussi apparaître, pour des impulsions rectangulaires, lorsque l'indication de l'instrument est en dehors des tolérances données dans le tableau VII, page 12, pour les signaux d'essai de divers facteurs de crête (voir annexe A). L'essai doit être effectué à 2 dB au-dessous de la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur. Les détecteurs de surcharge doivent présenter une réponse équivalente pour une impulsion rectangulaire isolée, de polarité quelconque, dont la durée varie de 200  $\mu$ s à 10 ms.

9.3.2 Lorsqu'il existe un sélecteur de gammes de sensibilité, il doit être essayé pour vérifier la conformité aux spécifications du tableau VI, page 11.

9.3.3 On doit mesurer le niveau de pression acoustique pondérée équivalent à l'entrée du sonomètre afin de vérifier la conformité au paragraphe 6.6.

9.4 Les essais des caractéristiques du détecteur et de l'appareil indicateur sont décrits aux paragraphes 9.4.1 à 9.4.4. La linéarité de l'appareil détecteur et de l'indicateur et celle des sélecteurs de gammes de niveaux doit être mesurée et satisfaire aux exigences des paragraphes 7.9 et 7.10.

Nota. — Ces essais peuvent être effectués en substituant au microphone un générateur de signaux électriques et une impédance électrique équivalente à celle du microphone.

9.4.1 Essais des caractéristiques de pondération temporelle F et S: La réponse transitoire à la montée du détecteur et de l'appareil indicateur, pour les caractéristiques F et S, doit être vérifiée en utilisant des salves isolées de signaux sinusoïdaux de fréquences comprises entre 1 000 Hz et 2 000 Hz. Pour une salve isolée de durée T dont l'amplitude produit une indication inférieure de 4 dB à la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur quand le signal est permanent, la lecture pour les salves de signaux est donnée au tableau VIII, page 13. Les spécifications doivent être satisfaites pour toutes les positions du sélecteur de gammes de sensibilité du sonomètre. Pour des signaux d'essai de courte durée, il peut être nécessaire d'augmenter le niveau du signal d'entrée de 10 dB pour obtenir une lecture dans l'étendue de l'échelle de l'appareil indicateur.

Nota. — Il est aussi recommandé de vérifier les réponses transitoires à la montée pour une indication d'un niveau constant supérieur de 5 dB à la limite inférieure de l'étendue de l'appareil indicateur, avec des durées de salves égales à 200 ms pour F et 500 ms pour S.

Le dépassement pour le détecteur et l'appareil indicateur, pour les caractéristiques F et S, doit être vérifié en utilisant un signal qui est brusquement appliqué et qui est ensuite maintenu constant. Lorsque le signal d'essai a une fréquence comprise entre 100 Hz et 8 000 Hz, les indications maximales ne doivent pas s'écarter des indications finales en régime permanent d'une quantité supérieure à ce que fournit le tableau IX, page 13.

Quand l'étendue de l'échelle de l'appareil indicateur est inférieure ou égale à 20 dB, la spécification doit être satisfaite pour un niveau stable final de 4 dB inférieur à la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur.

Nota. — Il est recommandé que la spécification soit satisfaite aussi pour d'autres niveaux.

Quand l'étendue de l'échelle de l'indicateur est supérieure à 20 dB, les essais de la réponse transitoire à la montée et du dépassement doivent être faits en utilisant des signaux dont l'amplitude varie brusquement par bonds de 20 dB. Les essais doivent être effectués pour un niveau inférieur de 4 dB à la limite supérieure de l'étendue de mesure et pour des niveaux variant par bonds de 10 dB au-dessous de ce niveau, pour tous les signaux qui produisent une indication.

Nota. — Pour les sonomètres possédant un indicateur numérique, il est recommandé que ces essais de réponse transitoire à la montée et de dépassement soient effectués pour l'instrument réglé sur le mode « retenue maximale ».

Les temps de descente du détecteur et de l'appareil indicateur, pour les caractéristiques F et S, doivent être vérifiés en coupant brusquement le signal utilisé lors de l'essai de dépassement.

9.4.2 Essais de la détection quadratique: La précision du système détecteur-indicateur concernant la valeur efficace en régime permanent doit être vérifiée en comparant l'indication pour une suite continue d'impulsions rectangulaires et pour une suite de salves de signaux sinusoïdaux à l'indication obtenue avec un signal sinusoïdal de référence (voir annexe A).

Les impulsions rectangulaires doivent durer 200  $\mu$ s et posséder un temps de montée inférieur à 10  $\mu$ s. La salve de signaux sinusoïdaux doit comprendre un nombre entier de sinusoïdes, commençant et se terminant lors des passages par zéro. La fréquence de récurrence doit être égale à 40 Hz.

Nota. — Il est recommandé que la fréquence du signal sinusoïdal de référence soit égale à 2 000 Hz.

Les signaux d'essai doivent être tels que lorsqu'ils sont comparés au signal sinusoïdal de référence en employant un dispositif qui introduit une pondération fréquentielle correspondant à celle du sonomètre à l'essai, compte tenu des tolérances données au tableau V, page 10, les valeurs

efficaces doivent être égales. Pour cet essai, on utilisera la caractéristique de pondération C, ou Lin, si elle existe. Si l'instrument ne possède que les caractéristiques de pondération A ou B, seul l'essai avec des salves de signaux sinusoïdaux sera effectué.

Le signal d'essai est appliqué aux bornes électriques d'entrée du sonomètre et l'essai est conduit pour la caractéristique S du système détecteur-indicateur ou pour la caractéristique F si S n'existe pas sur le sonomètre essayé. Si on utilise des réseaux correcteurs pour le microphone tels que la réponse de l'entrée électrique ne soit pas dans les tolérances du tableau V, page 10, la réponse en fréquence de ces réseaux doit être fournie par le constructeur.

L'essai utilisant des impulsions rectangulaires doit être effectué pour les impulsions positives et pour les impulsions négatives. L'essai sera effectué pour un niveau inférieur de 2 dB à la limite supérieure de l'étendue de mesure et pour des niveaux variant par bonds de 10 dB au-dessous de ce niveau, jusqu'au niveau le plus faible qui produit une indication de plus de 3 dB au-dessus de la limite inférieure de l'étendue de mesure.

Les tolérances du tableau VII, page 12, devront être satisfaites pour tout le domaine de mesure des niveaux de pression acoustique pondérée que l'instrument est apte à mesurer par construction.

Si un instrument de classe 3 possède la caractéristique I, il faut vérifier que sa réponse aux salves de signaux sinusoïdaux satisfait aux spécifications des instruments de classe 2 (voir paragraphe 7.3).

9.4.3 Essai de la caractéristique de pondération temporelle I: Pour une salve isolée de signal sinusoïdal d'une fréquence de 2 000 Hz, d'une durée  $T$  et d'une amplitude qui produirait une indication « pleine échelle » de l'appareil indicateur pour un signal permanent, l'indication de l'appareil doit être liée à l'indication pour le signal permanent comme indiqué au tableau X, page 14, où figurent aussi les tolérances pour les instruments de classes 0, 1 et 2. Si un instrument de classe 3 possède une caractéristique I, il doit satisfaire aux spécifications de la classe 2.

Quand la durée de la salve est maintenue constante à 2 ms et que l'amplitude est augmentée de 10 dB, l'indication donnée par le sonomètre doit augmenter de  $(10 \pm 1)$  dB, pour les instruments de classes 0 et 1. Pour les instruments des classes 2 et 3, l'essai doit être effectué pour une durée de la salve de 5 ms et une augmentation d'amplitude de 5 dB.

La vitesse de descente pour la caractéristique I, spécifiée au paragraphe 7.3, doit être vérifiée en coupant brusquement un signal permanent qui produit une indication correspondant à la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur, et en observant la décroissance.

Pour une suite continue de salves de signaux sinusoïdaux d'une fréquence de 2 000 Hz, d'une durée de 5 ms, d'une fréquence de récurrence  $f_r$  et d'une amplitude qui produirait une indication « pleine échelle » de l'appareil indicateur pour un signal permanent, l'indication du sonomètre doit être liée à l'indication pour le signal permanent comme indiqué au tableau XI, page 14, où figurent aussi les tolérances pour les instruments de classes 0, 1 et 2.

Pour la suite continue de salves (voir paragraphe 7.3), quand la fréquence de récurrence est maintenue constante à 2 Hz et l'amplitude augmentée de 5 dB, l'indication donnée par le sonomètre doit augmenter de  $(5 \pm 1)$  dB.

Les spécifications ci-dessus doivent être satisfaites pour toutes les gammes de sensibilité du sonomètre.

Quand l'étendue de l'échelle de l'appareil indicateur est supérieure à 20 dB, les essais avec une salve isolée et avec une suite continue de salves doivent être satisfaisants à des intervalles de 10 dB en dessous de la lecture « pleine échelle » jusqu'au niveau le plus bas qui produit une indication.

9.4.4 Si le sonomètre possède la caractéristique de pondération temporelle Créte, le temps de montée du détecteur de crête doit être vérifié en comparant la réponse à une impulsion rectangulaire de courte durée, avec celle qui est obtenue pour une impulsion de durée 10 ms. Le temps de montée à spécifier par le constructeur est égal à la durée de l'impulsion qui produit une indication inférieure de 2 dB à celle de l'impulsion de référence de 10 ms. Les deux impulsions doivent avoir la même amplitude de crête. L'amplitude de l'impulsion de référence de 10 ms doit être telle que la déviation produite soit inférieure de 1 dB à la limite supérieure de l'étendue de mesure. L'essai doit être effectué avec des impulsions positives et avec des impulsions négatives.

Nota. — Il est recommandé que l'essai soit effectué aussi pour d'autres niveaux qui donnent une lecture dans l'étendue de mesure.

## 10. Emploi avec un appareillage auxiliaire

10.1 Si le sonomètre peut être utilisé avec un câble entre le microphone et l'amplificateur, les corrections correspondant à ce mode d'emploi doivent être spécifiées par le constructeur.

Nota. — Il est recommandé de donner les corrections dues aux autres accessoires disponibles. Ces accessoires comprennent les écrans antivibrants, les protecteurs de pluie, etc.

10.2 Si le sonomètre comporte une ou plusieurs bornes de sortie pour l'alimentation d'écouteurs, d'analyseurs ou d'autres appareils, les spécifications suivantes doivent être respectées:

i) si le raccordement d'un appareil extérieur d'impédance spécifiée affecte la lecture de plus de 0,1 dB pour les instruments de classe 0, de plus de 0,2 dB pour la classe 1, de plus de 0,5 dB pour la classe 2, et de plus de 1 dB pour la classe 3, l'appareil indicateur doit automatiquement ne plus fournir d'indication ou être déconnecté

ii) tous les détails relatifs aux caractéristiques de la sortie du signal doivent être donnés.

Nota. — Il est recommandé que, dans ce cas, il soit possible de connecter ces bornes de sortie à une impédance quelconque sans que cela affecte la lecture de l'appareil indicateur ou la linéarité de fonctionnement des circuits de sortie.

10.3 S'il existe des connexions destinées à permettre l'insertion d'un filtre extérieur, les instructions d'emploi fournies avec le sonomètre doivent clairement spécifier comment ces connexions doivent être utilisées.

Nota. — Il est recommandé que le sonomètre admette des signaux de dynamique suffisante pour éviter toute surcharge lorsqu'un filtre extérieur est utilisé, par exemple, en possédant deux atténuateurs.

10.4 Si une sortie « courant détecté » (continu) existe, le taux de décroissance du signal détecté ne doit pas être inférieur à celui de l'appareil indicateur tel qu'il est vérifié par la méthode du paragraphe 9.4.1. Tous les détails concernant les caractéristiques de cette sortie « courant détecté » doivent être fournis.

## 11. Marquage et notice technique

11.1 Un sonomètre conforme à cette norme doit posséder un marquage qui indique sa classe (voir paragraphe 1.2). De plus, si l'instrument est destiné à être utilisé uniquement en laboratoire, il doit porter l'indication supplémentaire « L » (par exemple: « classe 2 L »). Le marquage doit comprendre aussi le nom du constructeur, le numéro du modèle et le numéro de série.

11.2 Une notice technique doit être fournie avec le sonomètre et contenir au moins les informations énumérées ci-dessous:

- 1) Le principe de fonctionnement du microphone (piézoélectrique, à condensateur, etc.) et la méthode de montage qui permet d'atteindre les tolérances requises pour cette classe particulière de sonomètre.

- 27) Pour les sonomètres possédant des sélecteurs automatiques de gammes, leurs temps de stabilisation (voir paragraphe 6.8).
- 28) La fréquence la plus basse pour laquelle l'erreur de distorsion de non-linéarité est inférieure à  $\pm 1$  dB, comme il est indiqué au paragraphe 6.9.

Noter. — Il est recommandé de fournir également les informations suivantes dans la notice technique :

- i) La sensibilité du sonomètre en fonction de la fréquence pour la direction de référence spécifiée par le constructeur, pour une seule ou pour l'ensemble des caractéristiques de pondération fréquentielle.
- ii) Le comportement du sonomètre lors de l'essai avec des salves de signaux sinusoïdaux, conformément aux paragraphes 7.2 et 7.3.

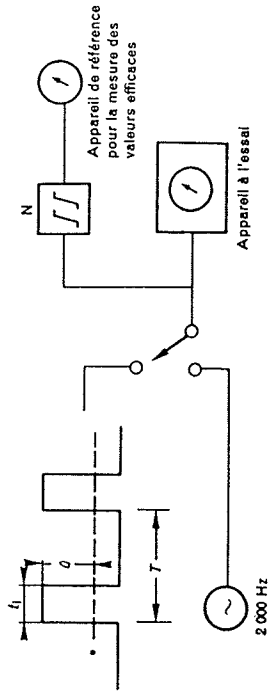
- 2) La direction de référence, définie au paragraphe 3.6.
- 3) Le domaine des niveaux de pression acoustique pondérée que l'appareil est apte à mesurer par construction avec les tolérances données dans cette norme. Les limites doivent être spécifiées séparément pour chaque caractéristique de pondération fréquentielle si nécessaire.
- 4) Le niveau de pression acoustique de référence, défini au paragraphe 3.8.
- 5) Les caractéristiques nominales de pondération fréquentielle, spécifiées au tableau IV, page 9, et, si elle existe dans l'instrument, la caractéristique de pondération D spécifiée dans la Publication 537 de la CEI.
- 6) Une description des caractéristiques du système détecteur-indicateur F, S, I et Crête, le cas échéant, spécifiées aux articles 7 et 9.
- 7) L'influence des vibrations sur le fonctionnement du sonomètre, déterminée conformément au paragraphe 8.3.
- 8) L'influence des champs magnétiques, déterminée conformément au paragraphe 8.4.
- 9) Les influences de la température, déterminées conformément au paragraphe 8.5.
- 10) L'influence de la présence de l'opérateur sur une mesure en champ libre.
- 11) Les influences de l'humidité, déterminées conformément au paragraphe 8.6.
- 12) Les limites de température et d'humidité au-delà desquelles peut se produire une détérioration permanente du sonomètre.
- 13) Toute correction d'étalement nécessaire lorsqu'on utilise un câble prolongateur pour le microphone.
- 14) L'influence, sur les performances de l'instrument, de l'emploi des accessoires de microphones recommandés, tels que les écrans antivents, etc.
- 15) La procédure d'étalement nécessaire pour maintenir la précision spécifiée au paragraphe 4.2.
- 16) La position du boîtier de l'appareil et de l'observateur par rapport au microphone qui rend minimale leur influence sur le champ acoustique mesuré.
- 17) Une procédure destinée à assurer les conditions de fonctionnement optimales lorsque le sonomètre est utilisé avec des filtres extérieurs ou des analyseurs le cas échéant.
- 18) Les limites de l'impédance électrique qui peut être branchée au connecteur de sortie s'il existe.
- 19) La fréquence de référence, définie au paragraphe 3.7.
- 20) La gamme de référence, définie au paragraphe 3.9.
- 21) La durée de préchauffage après laquelle des lectures correctes peuvent être faites, définie au paragraphe 4.9.
- 22) Pour les instruments de classe 0, les courbes continues de réponse en fréquence.
- 23) Pour les instruments de classes 0, 1 et 2, les informations de correction entre l'efficacité en champ diffus et l'efficacité dans la direction de référence, en fonction de la fréquence. Ces données doivent être fournies aux fréquences figurant dans le tableau IV, page 9, au moins jusqu'à 10 000 Hz (voir annexe B).
- 24) La réponse directionnelle du sonomètre à diverses fréquences incluant au moins 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz et 8 000 Hz (pour les instruments de classes 2 et 3), et de plus, la fréquence 12 500 Hz pour les instruments de classes 0 et 1.
- 25) L'impédance électrique que l'on doit substituer au microphone pour les besoins des essais.
- 26) L'étendue de lecture, spécifiée au paragraphe 7.6.

ANNEXE A

ESSAIS DES CARACTÉRISTIQUES DE SURCHARGE ET DE DÉTECTION

Les essais de conformité aux spécifications de l'article 7 des caractéristiques de surcharge et de détection de l'appareil sont effectués avec des signaux rectangulaires périodiques et avec des salves de signaux sinusoïdaux, comme il est indiqué respectivement aux articles A1 et A2.

A1. Essai avec des signaux rectangulaires



\* La valeur moyenne arithmétique de la forme d'onde est prise comme origine de l'échelle des amplitudes.

FIGURE A1

Appliquer le signal sinusoïdal à 2 000 Hz à l'appareil soumis à l'essai en même temps qu'à un système de référence mesurant la valeur efficace vraie et possédant un réseau de pondération N identique à celui de l'appareil à l'essai dans les limites de tolérance du tableau V, page 10. Noter l'indication de l'appareil de mesure de référence.

Appliquer les signaux rectangulaires périodiques et régler leur amplitude de façon à lire sur l'appareil de mesure de référence une valeur (efficace) égale à celle qu'on obtient avec le signal sinusoïdal. L'appareil à l'essai doit alors donner une indication satisfaisant aux tolérances spécifiées dans la présente norme.

Pour les impulsions rectangulaires représentées, la relation entre le facteur de crête ( $\hat{u}/u$ ) et le facteur de durée ( $t_1/T$ ) est donnée par :

$$(\hat{u}/u) = \sqrt{(T/t_1) - 1}$$

où :

$\hat{u}$  est la valeur de crête du signal, la valeur instantanée étant mesurée par rapport à sa valeur moyenne arithmétique (voir paragraphe 3.3)

$u$  est la valeur efficace du signal, la valeur instantanée étant mesurée par rapport à sa valeur moyenne arithmétique (voir paragraphe 3.3)

$T$  est la période fondamentale du signal

$t_1$  est le temps pendant lequel le signal a sa valeur de crête  $\hat{u}$ .

A2. Essai avec des salves de signaux sinusoïdaux

Le générateur de signaux rectangulaires de l'article A1 est remplacé par un générateur de salves de signaux sinusoïdaux ; on répète la procédure donnée ci-dessus pour la valeur convenable du facteur de crête. La relation entre le facteur de crête et le facteur de durée est donnée dans ce cas par :

$$(\hat{u}/u) = \sqrt{2T/t_1}$$

où :

$\hat{u}$ ,  $u$  et  $T$  ont la même signification que ci-dessus, et où  $t_1$  est le temps pendant lequel le signal est différent de zéro.

ANNEXE B  
SENSIBILITÉ EN CHAMP DIFFUS

La sensibilité  $S$  de l'instrument complet dans un champ diffus est définie comme la racine carrée de la somme des carrés des efficacités pour toutes les orientations dans un champ libre. A cette fin, il est généralement suffisant de mesurer l'efficacité pour des angles d'incidence de 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° et 180° par rapport à un axe de symétrie du microphone, et de calculer  $S$  à l'aide de la formule suivante, qui tient compte, pour chaque orientation, de l'aire de l'élément de surface correspondant:

$$S = \sqrt{K_1 S_0^2 + K_2 S_{30}^2 + K_3 S_{60}^2 + \dots + K_7 S_{180}^2}$$

où:

$S_0, S_{30}, S_{60}, \dots, S_{180}$  sont les efficacités pour les angles correspondants (exprimés en unités linéaires, par exemple en millivolts par pascal).

$$K_1 = K_7 = 0,018$$

$$K_2 = K_6 = 0,129$$

$$K_3 = K_5 = 0,224$$

$$K_4 = 0,258$$

ANNEXE C  
RÉPONSE THÉORIQUE À DES SALVES DE SIGNAUX SINUSOÏDAUX

Les valeurs données dans les tableaux VIII, X et XI, pages 13 et 14, sont obtenues en utilisant les formules suivantes:

Pour les salves isolées des tableaux VIII et X:

$$\Delta L = 10 \log_{10} |1 - \exp(-t_i/\tau)| \text{ dB}$$

Pour les suites continues de salves du tableau XI:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left( \frac{1 - \exp(-t_i/\tau)}{1 - \exp(-T/\tau)} \right) \text{ dB}$$

où:

$t_i$  est la durée de la salve exprimée en secondes

$\tau$  est la constante de temps du circuit de moyenne exponentielle, spécifiée aux figures 1 et 2, pages 12 et 13.

$T$  est la  $1/f_p$  exprimée en secondes, où  $f_p$  est la fréquence de récurrence des salves en hertz.

ANNEXE ZA (normative)

AUTRES PUBLICATIONS INTERNATIONALES CITÉES DANS LA PRÉSENTE NORME  
AVEC LES RÉFÉRENCES DES PUBLICATIONS EUROPÉENNES CORRESPONDANTES

Cette norme européenne 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 européenne 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.

NOTE : Dans le cas où une publication internationale est modifiée par les modifications communes du CENELEC, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN/du HD approprié(e).

Publication CEI	Date	Titre	EN/HD	Date
537	1976	Pondération en fréquence pour la mesure du bruit des aéronefs (pondération D).	—	—

sonomètres

E : Sound level meters

D : Schallpegelmesser

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 juin 1994 pour prendre effet à compter du 20 juillet 1994.

**correspondance** Ce document reproduit la norme européenne EN 60651/A1 (janvier 1994), elle-même recopie de l'amendement 1 (1993) à la publication CEI 651 (1979).

**analyse** Ce document complète la norme initiale relative aux sonomètres. Il incorpore notamment le corrigendum édité en mars 1994.

**descripteurs** Sonomètres, précision, exigences, essais, propriétés, définitions.

**modifications** Cet amendement modifie la norme NF EN 60651 (indice : S 31-009).

corrections

NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

EN 60651/A1

Janvier 1994

AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document reprend intégralement le texte de la norme européenne EN 60651/A1 (janvier 1994) qui est la reproduction de la publication CEI 651/A1 (1993).

Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.

Après consultation de son Comité de Direction et enquête probatoire, l'Union technique de l'Électricité avait voté positivement au CENELEC sur le projet de EN 60651/A1 le 28 juillet 1993.

Ce document a été adopté par le Comité de Direction de l'UTE, le 23 juillet 1993.

CDU 621.317.799.534.621.2.534.793.001.4.620.1.621.317.3

Descripteurs : Sonomètres, précision, exigences, essais, propriétés, définitions.

Amendement A1  
à la version française de la norme EN 60651

Sonomètres  
(IEC 651:1979/A1:1993)

Sound level meters  
(IEC 651:1979/A1:1993)

Schallpegelmesser  
(IEC 651:1979/A1:1993)

Correspondance entre les documents internationaux cités en référence  
et les documents CENELEC et/ou français à appliquer

Document International	Document correspondant	
	CENELEC (EN ou HD)	français (NF ou UTE)
CEI 942 (1988)	HD 556 S1 (1991)	NF S 31-139 (1988)

Note : Les documents de la classe S sont en vente à l'Union technique de l'Électricité - cedex 64 - 92052 Paris la défense - Tél. : (1) 46 91 11 11 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation - Tour Europe - cedex 7 - 92049 Paris la défense - Tél. : (1) 42 91 55 55.  
Les documents CEI sont en vente à l'UTE.

Le présent amendement A1 modifie la norme européenne EN 60651:1994. Il a été adopté par le CENELEC le 1993-12-08. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cet amendement.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

Le présent amendement existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale et notifiée au Secrétariat Central du CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles



#### AVANT-PROPOS

Le texte du document 29(BC)203, comme établi par le comité d'études n° 29 de la CEI: Electro-acoustique, a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC en mars 1993.

Le document de référence a été approuvé par le CENELEC comme amendement A1 à la EN 60651 le 8 décembre 1993.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite de publication d'une norme nationale identique (dop) 1994-12-01
- date limite de retrait des normes nationales conflictuelles (dow) 1994-12-01

Les annexes appelées «normatives» font partie du corps de la norme. Dans la présente norme, les annexes D et ZA sont normatives.

#### AVANT-PROPOS

Page 3

#### SOMMAIRE

*Ajouter la nouvelle annexe suivante:*

Annexe D – Equations pour les caractéristiques théoriques des pondérations fréquentielles

Page 6

#### 3 Définitions

*Remplacer, en 3.2, la première phrase par ce qui suit:*

niveau de pression acoustique pondéré: Logarithme du rapport d'une pression acoustique donnée, mesurée avec une pondération fréquentielle normalisée et avec une pondération temporelle exponentielle normalisée, à la pression acoustique de référence de 20  $\mu$ Pa. Exprimé en décibels, ce niveau est égal à vingt fois le logarithme décimal de ce rapport.

*Supprimer la note en 3.2.*

Page 7

#### 4 Caractéristiques générales

*Remplacer en 4.2 le texte existant par ce qui suit:*

L'exactitude sur la lecture du sonomètre placé dans les conditions de référence décrites en 9.1 et 9.2.1 doit être de  $\pm 0,4$  dB,  $\pm 0,7$  dB,  $\pm 1,0$  dB et  $\pm 1,5$  dB respectivement pour les instruments de classes 0, 1, 2 et 3 après la durée de préchauffage spécifiée par le constructeur et après avoir suivi les procédures de vérification et de réglage sur le terrain recommandées par le constructeur. Un moyen doit être disponible (par exemple un calibre acoustique satisfaisant aux spécifications de la CEI 942) pour vérifier et maintenir l'étalonnage de telle façon que les tolérances spécifiées ci-dessus soient satisfaites pour une lecture dans les conditions de référence.

*Ajouter la note suivante en 4.5:*

NOTE - Les réponses «maximum S», «maximum F» et «maximum I» (si elles existent) sont différentes de la réponse Créte.

Page 12

## 7 Caractéristiques du détecteur et de l'appareil indicateur

*Remplacer intégralement le texte du paragraphe 7.1 par ce qui suit:*

Lorsque la pondération temporelle F ou S est sélectionnée, l'indication du sonomètre doit être le niveau de la moyenne exponentielle du signal pondéré en fréquence, les constantes de temps F et S étant spécifiées différemment (voir figure 1). Lorsque la pondération temporelle I est utilisée, l'indication du sonomètre est liée au maximum de la valeur efficace à court terme du signal; on obtient cette caractéristique au moyen d'un détecteur quadratique possédant un temps d'intégration court et d'un détecteur de crête ayant une constante de temps longue à la descente (voir figure 2).

*Remplacer le titre du tableau VII par le nouveau titre suivant:*

Erreur maximale admissible, en décibels, pour les essais d'aptitude au facteur de crête (FC)

*Remplacer les en-têtes des deuxième, troisième et quatrième colonnes du tableau VII par ce qui suit:*

deuxième colonne:  $1 \leq FC \leq 3$   
troisième colonne:  $3 < FC \leq 5$   
quatrième colonne:  $5 < FC \leq 10$

Tableau VIII à la page 13

*La correction ne concerne que le titre anglais.*

*Remplacer, en 7.5 à la page 15, la dernière phrase par ce qui suit:*

Cette prescription doit être satisfaite à la fois pour des impulsions électriques positives et pour des impulsions électriques négatives.

*Supprimer, en 7.8 à la page 15, la dernière phrase et la note du premier alinéa.*

*Remplacer en 7.9 à la page 15, la première phrase par ce qui suit:*

La linéarité de niveau du système, y compris les sélecteurs de gamme manuels ou automatiques s'ils existent, doit satisfaire aux prescriptions du tableau XII.

*Remplacer en 7.10 à la page 16 la deuxième phrase par ce qui suit:*

Pour une gamme de niveau spécifiée et sans modifier le sélecteur de gamme, l'erreur de linéarité différentielle de niveau est mesurée entre deux valeurs choisies arbitrairement dans l'étendue de l'échelle de l'indicateur et pouvant différer de 10 dB au plus.

Page 8

## 6 Caractéristiques de pondération fréquentielle et de l'amplificateur

*Ajouter, à la page 9, la nouvelle phrase suivante sous le tableau IV:*

Les niveaux des réponses relatives pour les pondérations fréquentielles A, B et C donnés dans le tableau IV sont arrondis au dixième de décibel.

*Remplacer en 6.2 aux pages 9 et 10 les premier, deuxième, troisième et quatrième alinéas par ce qui suit:*

Une réalisation pratique des pondérations fréquentielles spécifiées dans le tableau IV peut être déduite des équations données dans l'annexe D pour les zéros et les pôles des fréquences spécifiées ci-dessous.

La caractéristique de pondération C est réalisée avec deux zéros à l'origine dans le plan des fréquences complexes, plus deux pôles sur l'axe réel à la fréquence de 20,6 Hz pour produire la décroissance aux fréquences basses et deux pôles sur l'axe réel à la fréquence de 12,2 kHz pour produire la décroissance aux fréquences élevées. Le point de demi-puissance (-3 dB) aux basses fréquences par rapport à la réponse à 1 kHz est à 31,62 Hz et le point de demi-puissance (-3 dB) aux fréquences élevées est à 7 943 Hz. Les pentes avoisinent 12 dB par octave à la fois dans les basses fréquences et dans les fréquences élevées.

La caractéristique de pondération B est réalisée en ajoutant à la caractéristique de pondération C un zéro à l'origine et un pôle sur l'axe réel à la fréquence de 158,5 Hz.

La caractéristique de pondération A est réalisée en ajoutant à la caractéristique de pondération C deux zéros à l'origine et deux pôles sur l'axe réel aux fréquences 107,7 Hz et 737,9 Hz.

*Remplacer en 6.5 à la page 11, le premier alinéa par ce qui suit:*

L'instrument doit être capable de satisfaire aux prescriptions données en 7.2 pour le facteur de crête. Pour les instruments de classe 0, des détecteurs de surcharge doivent être placés dans la chaîne d'amplification et doivent être conformes aux spécifications de 9.3.1.

*Supprimer intégralement le paragraphe 6.6 à la page 11 et renuméroter les paragraphes 6.7 et 6.8 en 6.6 et 6.7 respectivement.*

*Supprimer intégralement le paragraphe 6.9 et la note, à la page 11.*

## 8 Sensibilité aux divers environnements

Remplacer, en 8.3 à la page 17, les quatrième et cinquième phrases par ce qui suit:

Les sons produits par le dispositif d'excitation des vibrations et le sonomètre soumis aux vibrations doivent être mesurés avec un deuxième sonomètre non soumis aux vibrations. Le microphone de ce dernier doit être placé à moins de 0,2 m du microphone du sonomètre attaché au dispositif d'excitation des vibrations. Les niveaux de pression acoustique indiqués par les deux sonomètres doivent être indiqués.

## 9 Etalonnage et vérification des caractéristiques fondamentales du sonomètre

Ajouter en 9.1 la phrase suivante après la dernière phrase du premier alinéa:

Si des signaux d'essais rectangulaires sont utilisés, les temps de montée et de descente doivent être compris entre 3  $\mu$ s et 10  $\mu$ s.

Ajouter la note suivante en 9.2.2 à la page 18 :

NOTE - Ces essais ne s'appliquent pas à la réponse Créte.

Remplacer, en 9.3.1 à la page 18, le dernier alinéa par ce qui suit:

Si une réponse Lin (plate) est prévue, une indication de surcharge doit aussi apparaître pour des impulsions rectangulaires, lorsque l'indication de l'instrument est en dehors des tolérances données dans le tableau VII pour les différents facteurs de crête de signaux d'essais (voir annexe A). Le maximum recommandé par le constructeur pour le signal d'entrée ne doit pas être dépassé. L'essai doit être effectué à 2 dB au-dessous de la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur.

Les détecteurs de surcharge doivent présenter une réponse équivalente à l'intérieur de 2 dB pour une impulsion rectangulaire isolée, de polarité quelconque, dont la durée varie de 200  $\mu$ s à 10 ms.

Supprimer intégralement le paragraphe 9.3.3 à la page 18.

Remplacer, en 9.4.2 à la page 19, le deuxième alinéa par ce qui suit:

La durée de chaque impulsion rectangulaire doit être de 200  $\mu$ s, et les temps de montée et de descente doivent être compris entre 3  $\mu$ s et 10  $\mu$ s. La save de signaux électriques doit comprendre un nombre entier de sinusoïdes commençant et se terminant lors des passages à zéro. La fréquence de récurrence doit être égale à 40 Hz.

Remplacer, en 9.4.3 à la page 20, le troisième alinéa par ce qui suit:

La vitesse de descente pour la pondération temporelle I, spécifiée en 7.3, doit être vérifiée en coupant brusquement un signal électrique sinusoïdal permanent à 2 kHz, qui produit une indication correspondant à la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur et en observant la décroissance.

Remplacer, en 9.4.4 à la page 21, la première phrase par ce qui suit:

Si le sonomètre comporte un dispositif permettant d'indiquer la valeur Créte du niveau de pression acoustique, le temps de montée doit être vérifié en comparant la réponse à une impulsion électrique rectangulaire de courte durée avec celle qui est obtenue pour une impulsion électrique de référence de durée 10 ms. Pour chaque impulsion rectangulaire, les temps de montée et de descente doivent être compris entre 3  $\mu$ s et 10  $\mu$ s.

Remplacer, en 9.4.4 la note par ce qui suit:

### NOTES

- 1 Il est recommandé que l'essai soit effectué aussi pour d'autres niveaux du signal d'entrée qui donnent une lecture dans l'étendue de mesure.
- 2 Les réponses «maximum S», «maximum F» et «maximum I» sont différentes de la réponse Créte.

## 10 Emploi avec un appareillage auxiliaire

Remplacer en 10.4 le texte existant par ce qui suit:

Si une sortie «courant continu» existe, le constructeur doit fournir, dans la notice technique, tous les détails concernant les caractéristiques des signaux de sortie, y compris les pondérations temporelle et fréquentielle.

## 11 Marquage et notice technique

Remplacer en 11.1 la première phrase par ce qui suit:

Un sonomètre conforme à cette norme doit posséder un marquage indiquant le numéro de cette norme et la classe de l'instrument (voir 1.2).

Ajouter en 11.1 la phrase suivante à la fin du paragraphe:

Si le sonomètre est composé de plusieurs unités séparées, chaque unité ou composant principal doit être marqué, si possible, avec le nom du constructeur, le numéro du modèle, le numéro de série et une désignation de sa fonction. Toutes les unités ou composants principaux constituant le sonomètre doivent être identifiés.

Remplacer, en 11.2 à la page 22, le texte du point 3) par ce qui suit:

- 3) Le domaine des niveaux de pression acoustique pondérée que l'appareil complet est susceptible de mesurer avec les tolérances données dans cette norme. Le domaine des niveaux doit être précisé séparément pour chaque caractéristique de pondération fréquentielle.

Remplacer, en 11.2 à la page 23, le texte du point 28) par ce qui suit:

- 28) Il convient que le constructeur indique comment l'instrument peut être monté pour vérifier la conformité avec les prescriptions de cette norme.

Ajouter, après l'annexe C, la nouvelle annexe D suivante:

ANNEXE ZA (normative)

AUTRES PUBLICATIONS INTERNATIONALES CITÉES DANS LA PRÉSENTE NORME  
AVEC LES RÉFÉRENCES DES PUBLICATIONS EUROPÉENNES CORRESPONDANTES

Cette norme européenne 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 européenne 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.

NOTE: Dans le cas où une publication internationale est modifiée par les modifications communes du CENELEC, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN/du HD approprié(e).

Publication CEI	Date	Titre	EN/HD	Date
942	1988	Calibres acoustiques	HD 556 S1	1991

Annexe D  
(normative)

Equations pour les caractéristiques théoriques  
des pondérations fréquentielles

Les expressions analytiques, sans dimensions, des réponses fréquentielles relatives  $R$  des pondérations C, B et A en termes de pôles et de zéros sont données par les équations suivantes en fonction de la fréquence  $f$  en hertz.

Pour la pondération C:

$$R_C(f) = \frac{12\,200^2 f^2}{(f^2 + 20,6^2)(f^2 + 12\,200^2)} \quad (D1)$$

Pour la pondération B:

$$R_B(f) = \frac{12\,200^2 f^3}{(f^2 + 20,6^2)(f^2 + 12\,200^2)(f^2 + 158,5^2)^{1/2}} \quad (D2)$$

Pour la pondération A:

$$R_A(f) = \frac{12\,200^2 f^4}{(f^2 + 20,6^2)(f^2 + 12\,200^2)(f^2 + 107,7^2)^{1/2}(f^2 + 737,9^2)^{1/2}} \quad (D3)$$

Les expressions correspondantes des niveaux relatifs des réponses pour les pondérations fréquentielles C, B et A par rapport à la réponse à 1 000 Hz, sont données en décibels par:

- C(f) = 20 lg[R<sub>C</sub>(f)/R<sub>C</sub>(1 000)] (D4)
- B(f) = 20 lg[R<sub>B</sub>(f)/R<sub>B</sub>(1 000)] (D5)
- A(f) = 20 lg[R<sub>A</sub>(f)/R<sub>A</sub>(1 000)] (D6)

Pour le calcul des valeurs théoriques des pondérations C, B et A du tableau IV:  $f$  est la fréquence exacte calculée à partir de  $(1\,000)(10^{0,1n})$  où  $n$  est un entier positif, négatif ou nul.

**sonomètres intégrateurs-moyenneurs**

E : Integrating- averaging sound level meters

D : Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmessger

**Norme française homologuée** par décision du Directeur Général de l'Infor le 5 juin 1994 pour prendre effet à compter du 5 juillet 1994.

Remplace la norme homologuée NF S 31-109 d'avril 1991.

**correspondance** Ce document reproduit la norme européenne EN 60804 (janvier 1994) elle-même recopie de la publication CEI 804 (1985) et de son modificatif 1 (1989).

**analyse**

Ce document décrit des instruments de mesure des niveaux de pression acoustique pondérés en fréquence et moyennés dans le temps.

Il définit quatre classes de sonomètres intégrateurs allant de 0 à 3 et précise les spécifications correspondantes.

**descripteurs**

Appareil électroacoustique, instrument de mesure acoustique, sonomètre, caractéristique, étalonnage, contrôle métrologique, marquage.

**modifications**

Ce document se distingue de la précédente norme NF S 31-109 (avril 1991) par l'incorporation du modificatif 1 à la publication CEI 804 d'origine, notamment en apportant des précisions sur le domaine de linéarité du moyenneur et sur l'essai correspondant à l'étalonnage.

**corrections**

**AVANT-PROPOS NATIONAL**

*Ce document reprend intégralement le texte de la norme européenne EN 60804 (janvier 1994), qui est la reproduction de la publication CEI 804 (1<sup>ère</sup> édition - 1985) et de son modificatif 1 (septembre 1989).*

*Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.*

*Après consultation de son Comité de Direction et enquête probatoire, l'Union technique de l'Électricité avait voté positivement au CENELEC sur le projet de EN 60804 le 18 mai 1993.*

*Ce document a été adopté par le Comité de Direction de l'UTE, le 13 mai 1993.*

**Correspondance entre les documents internationaux cités en référence et les documents CENELEC et/ou français à appliquer**

Document International	Document correspondant	
	CENELEC (EN ou HD)	français (NF ou UTE)
CEI 50 (801) (1984)	—	—
CEI 537 (1976)	—	—
CEI 651 (1979)	HD 425 S1 (1983)	NF S 31-009 (1981)

*Notes : Les documents de la classe C sont en vente à l'Union technique de l'Électricité - cedex 64 - 92052 Paris la défense - Tél. : (1) 46 91 11 11 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation - Tour Europe - cedex 7 - 92049 Paris la défense - Tél. : (1) 42 91 55 55.*

*Les documents CEI sont en vente à l'UTE.*

**NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD**

**EN 60804**

Janvier 1994

CDU 621.317.799.534.6

Descripteurs : Appareil électroacoustique, instrument de mesure acoustique, sonomètre, caractéristique, étalonnage, contrôle métrologique, marquage.

Remplace HD 499 S1:1990

Version française

**Sonomètres Intégrateurs-moyenneurs**

(CEI 804:1985 + A1:1989)

Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser  
(IEC 804:1985 + A1:1989)

Integrating-averaging sound level meters  
(IEC 804:1985 + A1:1989)

La présente norme européenne a été adoptée par le CENELEC le 1993-12-08. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale et notifiée au Secrétariat Central du CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

**CENELEC**

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles

### AVANT-PROPOS

En conséquence de l'accord CEI-CENELEC, le HD 499 S1:1990 (CEI 804:1985 + A1:1989) a été soumis à la procédure de vote du CENELEC pour conversion en norme européenne.

Le texte de la norme internationale a été approuvé par le CENELEC comme EN 60804 le 8 décembre 1993.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite de publication d'une norme nationale identique (dop) 1994-12-01
- date limite de retrait des normes nationales conflictuelles (dow) —

Les annexes appelées «normatives» font partie du corps de la norme. Les annexes appelées «informatives» ne sont données que pour information. Dans la présente norme, les annexes A, C et D sont informatives et les annexes B et ZA sont normatives.

### SOMMAIRE

Articles	Pages
AVANT-PROPOS .....	2
1. Domaine d'application .....	4
2. Objet et spécifications générales .....	5
3. Définitions .....	6
4. Caractéristiques générales .....	9
5. Caractéristiques de pondération fréquentielle et de l'amplificateur .....	10
6. Caractéristiques du moyennneur et de l'appareil indicateur .....	10
7. Indication de surcharge .....	12
8. Sensibilité aux divers environnements .....	12
9. Étalonnage et vérification des caractéristiques fondamentales .....	13
10. Emploi avec un appareillage auxiliaire .....	17
11. Marquage et notice technique .....	17
ANNEXE A — Différence entre les caractéristiques des circuits moyennneurs des sonomètres intégrateurs et des sonomètres classiques .....	20
ANNEXE B — Spécifications supplémentaires pour les sonomètres intégrateurs indiquant le niveau moyen de pression acoustique pondérée A1 .....	21
ANNEXE C — Emploi de microphones de champ libre ou de microphones de champ diffus .....	23
ANNEXE D — Vérification de la réponse d'un sonomètre intégrateur à des salves d'une seule période de signal sinusoïdal .....	24
ANNEXE ZA — Autres publications internationales citées dans la présente norme avec (normative) les références des publications européennes correspondantes .....	26

## SONOMÈTRES INTÉGRATEURS-MOYENNEURS

### 1. Domaine d'application

#### 1.1 Généralités

La présente norme décrit des instruments de mesure des niveaux de pression acoustique pondérés en fréquence, moyennés dans le temps. Facultativement, ils peuvent mesurer les niveaux d'exposition sonore. Cette norme est en accord avec les spécifications correspondantes de la Publication 651 de la CEI: Sonomètres, mais spécifie les caractéristiques supplémentaires nécessaires pour la mesure du niveau continu équivalent,  $L_{eq}$ , des bruits stationnaires, intermittents, fluctuants et impulsifs.

*Note.* — La normalisation d'un instrument de mesure pour le niveau continu équivalent de pression acoustique et, facultativement, pour le niveau d'exposition sonore n'implique pas que ces quantités caractérisent complètement les effets psychologiques et physiologiques du son sur l'homme.

Bien que l'on spécifie un sonomètre intégrateur complet, l'association d'un sonomètre classique satisfaisant à la Publication 651 de la CEI et d'un dispositif annexe ou enfichable qui donne la possibilité d'effectuer un moyennage est admise pour autant que le système complet réponde à cette norme.

L'instrument est désigné par «sonomètre intégrateur-moyenneur», mais les désignations abrégées «sonomètre intégrateur» ou «sonomètre moyenneur» peuvent aussi être utilisées. Dans cette norme, on emploie l'expression «sonomètre intégrateur».

Quelques différences importantes existent entre les caractéristiques de moyennage temporel d'un sonomètre intégrateur et celles d'un sonomètre classique. Des précisions sur ces différences sont fournies dans l'annexe A.

#### 1.2 Classes

Cette norme définit des sonomètres intégrateurs de quatre degrés de précision désignés par les classes 0, 1, 2 et 3.

Pour chaque classe, les spécifications des caractéristiques de directivité, de pondération fréquentielle et des caractéristiques de l'amplificateur sont identiques à celles de la Publication 651 de la CEI. Les spécifications concernant le moyennage et l'indicateur diffèrent de celles de la Publication 651 de la CEI et il convient de noter qu'elles sont identiques pour les instruments de classes 2 et 3.

Lorsque le marquage «R» figure sur l'instrument, il indique que son étalonnage est effectué pour le champ diffus (voir paragraphes 2.3.3 et 9.1).

#### 1.3 Caractéristiques spécifiées

1.3.1 Cette norme spécifie pour les sonomètres intégrateurs les caractéristiques et les méthodes d'essai suivantes:

- a) caractéristiques d'intégration et de moyennage;
- b) caractéristiques de l'indicateur;
- c) caractéristiques du dispositif de détection et d'affichage de surcharge.

1.3.2 Les sonomètres intégrateurs doivent aussi satisfaire aux exigences de la Publication 651 de la CEI pour les points suivants:

- a) caractéristiques de directivité (article 5);
- b) caractéristiques de pondération fréquentielle (paragraphes 6.1 et 6.2);
- c) sensibilité aux divers environnements (article 8).

#### 1.4 Tolérances

Les spécifications relatives aux sonomètres intégrateurs des classes 0, 1, 2 et 3 ont la même valeur centrale et ne diffèrent que par les tolérances permises. Les tolérances s'élargissent quand le numéro de la classe augmente.

#### 1.5 Essais spécifiés

Cette norme spécifie des essais électriques et acoustiques nécessaires pour vérifier la conformité aux caractéristiques spécifiées (voir paragraphe 1.3).

## 2. Objet et spécifications générales

### 2.1 Objet

L'objet de cette norme est de s'assurer que, pour un sonomètre intégrateur donné, on obtienne une précision et une stabilité spécifiées et que, pour des mesures comparables effectuées avec des appareils de marques et de modèles différents satisfaisant à cette norme, les différences soient réduites à leur valeur minimale pratique.

### 2.2 Utilisations

Le sonomètre intégrateur de classe 0 est prévu pour être un étalon de laboratoire. La classe 1 est destinée spécialement à l'emploi en laboratoire, et pour l'usage général lorsque l'environnement acoustique peut être spécifié ou contrôlé de manière précise. Le sonomètre intégrateur de classe 2 convient pour l'usage général. La classe 3 est principalement prévue pour la surveillance du bruit.

Des utilisations typiques des sonomètres intégrateurs sont:

- a) la mesure des bruits industriels qui pourraient entraîner une détérioration de l'audition ou être gênants;
- b) la mesure du bruit communautaire (trafic, zones résidentielles, zones industrielles, aéroports) qui peut être cause de gêne ou enfreindre les règlements;
- c) la mesure du niveau de pression acoustique moyen autour d'une machine bruyante ou de toute autre source sonore, auquel cas la fonction d'intégration peut être utilisée aussi bien pour déterminer une moyenne spatiale qu'une moyenne temporelle.

Le sonomètre intégrateur est bien adapté à la mesure du niveau continu équivalent de pression acoustique des sons impulsifs. Ces sons impulsifs ont de grandes amplitudes de crête et des durées aussi courtes que 1 ms.

*Note.* — La mesure d'impulsions de durées inférieures à 1 ms n'est considérée que comme une extrapolation car les essais de vérification ne sont pas exigés au-dessous de 1 ms.

Les sonomètres intégrateurs prévus pour l'usage général doivent satisfaire à des spécifications rigoureuses en ce qui concerne l'environnement.



Les sonomètres intégrateurs sont habituellement conçus pour être tenus à la main ou être montés sur des bancs d'essais. On peut prévoir, cependant, que des appareils destinés à être portés par une personne seront prochainement disponibles.

### 2.3 Caractéristiques générales

#### 2.3.1 Pondération fréquentielle

Un sonomètre intégrateur doit posséder la caractéristique de pondération fréquentielle A, telle qu'elle est spécifiée dans la Publication 651 de la CEI.

Les autres caractéristiques de pondération fréquentielle telles que les pondérations C ou Lin spécifiées dans la Publication 651 de la CEI, ou la pondération D spécifiée dans la Publication 537 de la CEI: Pondération en fréquence pour la mesure du bruit des aéronefs (pondération D), sont facultatives.

#### 2.3.2 Moyennage

Le sonomètre intégrateur doit permettre de mesurer le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A (paragraphe 3.3). Facultativement, le sonomètre intégrateur doit permettre de mesurer le niveau d'exposition sonore (paragraphe 3.4).

#### 2.3.3 Étalonnage

Les spécifications de cette norme peuvent s'appliquer soit à l'étalonnage en champ libre (paragraphe 3.13) soit à l'étalonnage en champ diffus (paragraphe 3.14). Si l'instrument est étalonné en vue d'un usage en champ diffus, il doit porter le marquage «R» (voir paragraphe 1.1).

#### 2.4 Méthode d'utilisation

Les sonomètres intégrateurs sont utilisés pour la mesure de sons divers, dans des conditions différentes et pour des motifs variés. Pour chaque application, il convient de choisir et de contrôler soigneusement la technique de mesure afin d'obtenir des résultats valables et cohérents. Il est important de reconnaître que la manière dont on emploie l'instrument a au moins autant d'importance sur le résultat de la mesure que la qualité de l'instrument lui-même; des erreurs sont souvent commises quand on ne tient pas compte de l'influence de l'environnement et (spécialement pour les instruments tenus à la main) de l'influence de la présence de l'observateur.

## 3. Définitions

3.1 On se réfère, pour la définition des termes de cette norme, à la Publication 50(801) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique. Certains termes additionnels sont donnés dans la Publication 651 de la CEI, ou sont définis ci-dessous.

3.2 Le niveau de pression acoustique pondérée en fréquence, exprimé en décibels (dB), est égal à vingt fois le logarithme à base dix du rapport d'une pression acoustique pondérée à la pression acoustique de référence. La pression acoustique de référence est égale à 20 µPa. La pondération fréquentielle doit être indiquée.

3.3 Le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A, est défini de la façon suivante:

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

où:

$L_{Aeq,T}$  est le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A, par rapport à 20 µPa, déterminé pour une durée  $T = t_2 - t_1$ .

$p_A(t)$  est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal acoustique

$p_0$  est la pression acoustique de référence égale à 20 µPa

Notes 1. — Lorsqu'une pondération fréquentielle facultative (autre que la pondération A) est utilisée, cette pondération doit figurer explicitement dans le titre et le symbole de la quantité, par exemple,  $L_{Aeq,T}$  continu équivalent de pression acoustique pondérée C.

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left\{ \left( \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_C^2(t) dt \right) / p_0^2 \right\} \text{ dB}$$

Si aucune pondération fréquentielle n'est utilisée, la quantité est appelée simplement «niveau continu équivalent de pression acoustique».

2. — Pour la définition du niveau moyen de pression acoustique pondérée A.1, se reporter à l'annexe B.

3.4 Le niveau d'exposition sonore pondérée A est défini de la façon suivante:

$$L_{EA,T} = 10 \lg \left\{ \left( \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt \right) / (p_0^2 \cdot T_0) \right\} \text{ dB}$$

où:

$L_{EA,T}$  est le niveau d'exposition sonore pondérée A, par rapport à  $4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ , déterminé pour une durée  $T = t_2 - t_1$

$p_0$  est égal à 20 µPa

$T_0$  est égal à 1 s

Note. — L'expression  $\int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt$  représente l'exposition sonore pondérée A,  $E_{A,T}$ .

La grandeur  $(p_0^2 \cdot T_0)$  est l'exposition sonore de référence et est égale à  $4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ .

Le niveau d'exposition sonore pondérée A est relié au niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A par la formule suivante:

$$L_{EA,T} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T/T_0) \text{ dB}$$

3.5 Le domaine de linéarité, exprimé en décibels, est la différence entre les niveaux (efficaces) supérieur et inférieur de signaux continus sinusoïdaux appliqués à l'entrée entre lesquels les spécifications de linéarité du paragraphe 6.2 sont respectées.

3.6 Le domaine d'amplitude à la mesure des impulsions est la plus grande différence, en décibels, entre le niveau de la valeur de crête d'une salve de signal sinusoïdal et le niveau de la valeur efficace d'un signal continu de faible amplitude entre lesquels les spécifications du paragraphe 6.2 sont respectées.

- 3.7 *La gamme de référence* du sonomètre intégrateur est une étendue spécifiée par le constructeur pour les besoins de l'étalonnage et qui comprend le niveau de pression acoustique de référence (voir paragraphe 3.15).
- 3.8 *L'étendue de l'indicateur*, exprimée en décibels, est l'étendue des niveaux qui peuvent être indiqués pour chaque position du sélecteur de gamme de gamme de niveaux (quand il existe). Elle possède des tolérances de linéarité de niveau égales à celles de l'étendue de mesure de l'indicateur telle qu'elle est définie dans la Publication 651 de la CEI, sauf pour les instruments de classe 3 pour lesquels les tolérances sont égales à celles des instruments de classe 2 (voir paragraphe 1.2).

3.9 *Les salves de signal sinusoïdal* se composent d'une ou de plusieurs périodes de signal. Pour les besoins de cette norme, les salves doivent commencer et se terminer lors des passages à zéro du signal sinusoïdal.

3.10 *Le facteur de durée* du signal d'essai du paragraphe 9.3.2 est le rapport de la durée de la salve de signaux sinusoïdaux à la durée d'un cycle complet, à la fréquence de répétition.

3.11 *La direction de référence* est la direction d'incidence d'un son, spécifiée par le constructeur, qui doit être utilisée pour la vérification des caractéristiques de directivité du sonomètre intégrateur. Pour l'étalonnage en champ libre, c'est aussi la direction d'incidence du son pour l'étalonnage de la sensibilité absolue et de la pondération fréquentielle (voir paragraphe 3.13). Si un étalonnage en champ diffus est effectué (voir paragraphe 3.14), la direction de référence doit être telle que, pour des ondes planes progressives se propageant vers le microphone dans cette direction, la réponse en fréquence s'approche au plus près de la réponse dans un champ diffus.

Pour la direction de référence de microphones ou de sonomètres intégrateurs étalonnés en champ diffus, le constructeur doit spécifier la réponse fréquentielle en champ libre en même temps que la classe d'instrument pour laquelle les tolérances sont respectées.

Notes 1. — Il peut se produire que la classe d'instrument ne soit pas la même que la classe correspondant à un étalonnage en champ diffus.

2. — Pour un même instrument, la direction de référence sera généralement différente pour l'étalonnage en champ libre et pour l'étalonnage en champ diffus.

3.12 *La fréquence de référence* est une fréquence spécifiée par le constructeur, qui doit être utilisée pour l'étalonnage de la sensibilité absolue (voir Publication 651 de la CEI, paragraphe 3.7).

3.13 *L'étalonnage en champ libre* est l'étalonnage de la sensibilité absolue et de la pondération fréquentielle effectué avec des ondes planes progressives arrivant sur le microphone dans la direction de référence (voir paragraphe 9.1 et annexe C).

3.14 *L'étalonnage en champ diffus* est l'étalonnage de la sensibilité absolue et de la pondération fréquentielle effectué dans un champ acoustique diffus (voir paragraphe 9.1 et annexe C).

Note. — L'expression «étalonnage en incidence aléatoire» est aussi utilisée dans certains pays.

3.15 *Le niveau de pression acoustique de référence* est un niveau de pression acoustique spécifié par le constructeur, utilisé pour l'étalonnage de la sensibilité absolue du sonomètre intégrateur.

Note. — La valeur préférentielle du niveau de pression acoustique de référence est égale à 94 dB ou, si cette valeur est en dehors du domaine de mesure de l'instrument, 84 dB ou 74 dB (voir Publication 651 de la CEI, paragraphe 3.8).

#### 4. Caractéristiques générales

4.1 Un sonomètre intégrateur est généralement constitué par l'assemblage d'un microphone, d'un amplificateur comportant une pondération fréquentielle spécifiée, d'un moyennneur et d'un indicateur. Dans les articles 4, 5, 6 et 7, on donne les spécifications relatives aux différentes parties du sonomètre intégrateur ainsi que les tolérances pour quatre classes d'appareils. Dans l'article 8, les spécifications concernant la sensibilité aux divers environnements sont fournies. Tous les dispositifs annexes nécessaires pour satisfaire l'une quelconque des exigences (par exemple: tiges d'extension, câbles ou correcteurs d'incidence aléatoire) sont considérés comme parties intégrantes du sonomètre intégrateur.

En plus de l'indication du niveau continu équivalent de pression acoustique, le sonomètre intégrateur peut indiquer le niveau d'exposition sonore et peut présenter d'autres possibilités comme celles qui sont décrites dans la Publication 651 de la CEI.

Si le sonomètre intégrateur est conçu pour indiquer le niveau moyen de pression acoustique pondéré A, les exigences de l'annexe B doivent être respectées.

4.2 Au niveau de pression acoustique de référence et à la fréquence de référence, la précision sur la lecture du niveau continu équivalent de pression acoustique sur le sonomètre intégrateur, dans les conditions de référence définies au paragraphe 9.1, doit être de  $\pm 0,4$  dB,  $\pm 0,7$  dB,  $\pm 1,0$  dB et  $\pm 1,5$  dB, respectivement pour les appareils de classes 0, 1, 2 et 3, après une période de préchauffage spécifiée par le constructeur. Un moyen doit être fourni (par exemple un étalon de pression acoustique) pour vérifier et maintenir l'étalonnage afin que les tolérances spécifiées ci-dessus, concernant la lecture dans les conditions de référence, soient respectées.

4.3 Les caractéristiques de directivité du microphone et du boîtier de l'instrument doivent satisfaire aux exigences de l'article 5 de la Publication 651 de la CEI.

4.4 Le signal de sortie produit par le microphone est amplifié et pondéré en fréquence afin de produire le signal pondéré A. Les autres pondérations fréquentielles sont facultatives. Le réseau de pondération et les circuits de l'amplificateur doivent satisfaire aux spécifications des paragraphes 6.1 et 6.2 de la Publication 651 de la CEI.

4.5 Les caractéristiques du moyennneur et du dispositif indicateur doivent être en accord avec les spécifications détaillées données dans l'article 6.

4.6 Un sonomètre intégrateur doit comporter un indicateur de surcharge dont les caractéristiques sont spécifiées dans l'article 7.

4.7 Les essais permettant de vérifier la conformité d'un sonomètre intégrateur à cette norme sont décrits dans l'article 9.

4.8 Le constructeur doit fournir le moyen de substituer au microphone un générateur de signal électrique permettant d'effectuer des essais sur l'appareil complet sans microphone. Le constructeur doit aussi prévoir les points de test nécessaires.

4.9 Si l'appareil est alimenté sur batterie, les moyens convenables doivent être prévus pour pouvoir s'assurer que la tension de la batterie nécessaire à un fonctionnement correct de l'instrument, selon les spécifications, est maintenue.

Note. — Pour des durées de moyennnement supérieures à 1 h, il est recommandé que la vérification puisse être effectuée sans perturber la mesure.

4.10 Après une durée de préchauffage que doit spécifier le constructeur, mais inférieure à 10 min, et pour un signal situé à l'intérieur du domaine de linéarité, la lecture ne doit pas changer de plus des valeurs indiquées dans le tableau I pendant 1 h de fonctionnement continu dans des conditions d'essais constantes.

TABLEAU I  
Changement maximal de la lecture, en décibels, pendant 1 h de fonctionnement

Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
0,2	0,3	0,5	0,5

4.11 Un sonomètre intégrateur peut être équipé d'un dispositif de mesure et d'affichage du temps écoulé depuis le début de l'intégration ou d'un dispositif de présélection de la durée d'intégration désirée. Si des dispositifs de mesure de la durée sont prévus, ils doivent effectuer la mesure avec une précision supérieure ou égale à 1%. Si des durées d'intégration présélectionnées existent, on recommande qu'elles soient choisies parmi les suivantes: 10 s, 1 min, 5 min, 10 min, 15 min, 1 h, 8 h et 24 h.

5. Caractéristiques de pondération fréquentielle et de l'amplificateur

5.1 L'instrument complet, comprenant le microphone, l'amplificateur, le réseau de pondération, le moyenneur et l'appareil indicateur, doit respecter la caractéristique de pondération en fréquence A spécifiée, ainsi que ses tolérances, aux paragraphes 6.1 et 6.2 et dans les tableaux IV et V de la Publication 651 de la CEI. Quand d'autres pondérations sont prévues, elles doivent satisfaire aux exigences respectives des Publications 537 et 651 de la CEI.

5.2 Quand un sélecteur de gammes de niveau existe, il ne doit pas introduire des erreurs supérieures aux valeurs données au paragraphe 6.3 et dans le tableau VI de la Publication 651 de la CEI.

6. Caractéristiques du moyenneur et de l'appareil indicateur

6.1 Le dispositif indicateur doit afficher, en décibels, le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A et doit satisfaire aux exigences du tableau III lors des essais décrits au paragraphe 9.3.2. Facultativement, il peut aussi afficher, en décibels, le niveau d'exposition sonore pondérée A ou le niveau moyen de pression acoustique pondérée AI (voir annexe B).

6.2 Le domaine de linéarité (à la fois pour le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A et le niveau d'exposition sonore pondérée A, facultatif) doit être spécifié par le constructeur et satisfaire ou dépasser les exigences du tableau II, dans la gamme de référence et pour des signaux sinusoidaux à une fréquence de 4 kHz, l'essai étant effectué conformément au paragraphe 9.3.3.

Le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions doit être spécifié par le constructeur et satisfaire au moins aux exigences du tableau II, lorsque les essais sont effectués conformément au paragraphe 9.3.4.

La valeur numérique du domaine de linéarité ne doit pas être inférieure de plus de 3 dB à la valeur numérique du domaine d'aptitude à la mesure des impulsions. Cependant, elle peut lui être égale ou supérieure.

Note. — Un domaine de linéarité supérieur aux valeurs minimales du tableau II ou un sélecteur automatique de gamme de sensibilité peuvent être intéressants pour des applications isolées.

TABLEAU II  
Valeurs minimales du domaine de linéarité et du domaine d'aptitude à la mesure des impulsions et tolérances (conformément aux paragraphes 9.3.3 et 9.3.4, respectivement), exprimées en décibels

	Classe		
	0	1	2 et 3
Valeur minimale du domaine de linéarité	70	60	50
Tolérance (pour l'essai décrit au paragraphe 9.3.3)	± 0,4	± 0,7	± 1,0
Valeur minimale pour le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions	73	63	53
Tolérance pour une durée de la salve < 10 ms mais ≥ 1 ms (pour l'essai décrit au paragraphe 9.3.4)	± 1,9	± 2,2	± 2,5
Tolérance pour une durée de la salve ≥ 10 ms (pour l'essai décrit au paragraphe 9.3.4)	± 1,4	± 1,7	± 2,0

Note. — Les tolérances pour le domaine de linéarité représentent les écarts par rapport à une linéarité véritable; pour le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions, elles représentent les écarts par rapport à la valeur théorique.

Si l'instrument comporte un sélecteur manuel de gamme de sensibilité, on peut admettre un domaine de linéarité et un domaine d'aptitude à la mesure des impulsions réduits pour les gammes de niveaux les plus faibles et les plus élevés. Toute réduction doit être précisée par le constructeur et ne doit pas dépasser 10 dB. Elle doit inclure les effets du microphone et du préamplificateur.

6.3 L'étendue de l'indicateur, qu'il soit analogique ou numérique, doit être au moins égale à 30 dB. Elle ne doit s'étendre ni au-dessus, ni au-dessous du domaine de linéarité, excepté pour les gammes de niveaux les plus faibles et les plus élevés si l'instrument comporte un sélecteur manuel de gammes de sensibilité.

6.4 Quand le sonomètre intégrateur possède plus d'une gamme de sensibilité, les étendues des échelles de l'indicateur doivent se recouvrir sur 20 dB au moins pour les classes 0 et 1 et sur 10 dB pour les classes 2 et 3, entre deux gammes contiguës.

6.5 Le constructeur doit préciser les durées minimales après la mise en marche au bout desquelles le sonomètre intégrateur indiquera son niveau final à moins de 0,5 dB, et à moins de 0,1 dB, pour un signal d'entrée (acoustique ou électrique) sinusoidal, d'amplitude constante, à l'intérieur de son domaine de linéarité.

Note. — Il est recommandé que la durée correspondant à 0,5 dB soit inférieure à 10 s pour des indications de niveaux continus équivalents de pression acoustique pondérée supérieures à 30 dB.

Dans tous les cas, la durée doit être inférieure à 1 min.

Quand des dispositifs optionnels de programmation temporelle sont prévus (paragraphe 4.11) et qu'aucune indication n'est disponible avant la fin de la durée de moyennage prééchantonnée, l'exigence ci-dessus, pour 0,1 dB, est à appliquer au premier résultat affiché.

Le constructeur doit indiquer la durée minimale d'affichage si le résultat n'est pas retenu en permanence.

6.6 Lorsqu'un dispositif indicateur analogique est utilisé (cadran ou enregistreur), l'échelle doit être graduée en échelons dont la valeur ne dépasse pas 1 dB. Chaque division correspondant à 1 dB doit avoir une longueur au moins égale à 1 mm.

Un indicateur numérique doit avoir une résolution au moins égale à 0,1 dB. Une résolution plus réduite est permise pour les dispositifs d'affichage analogique discontinu. Elle doit être au moins égale à 0,2 dB pour les instruments de classes 0 et 1, à 1 dB pour les instruments de classe 2 et à 3 dB pour les instruments de classe 3. A cause de cette faible résolution, des méthodes d'essai spéciales sont nécessaires afin de démontrer que toutes les autres exigences de cette norme sont satisfaites.

6.7 Un dispositif doit exister pour effectuer une remise à zéro, qui réinitialise le calcul du niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A ou du niveau d'exposition sonore pondérée A. Il doit aussi annuler toute indication de surcharge.

6.8 Un dispositif de pause ou un dispositif d'annulation peut être prévu, soit pour interrompre l'intégration pendant une certaine durée, soit pour annuler l'augmentation due à l'intégration pendant une durée spécifiée. L'utilisation de ces dispositifs ne doit pas donner naissance à des indications erronées.

*Note.* — Le dispositif d'annulation peut être tel qu'il supprime le signal et la durée écoulée et mesurée pendant au moins 10 s avant le moment de sa mise en marche.

## 7. Indication de surcharge

7.1 Le sonomètre intégrateur doit posséder un indicateur de surcharge à détection de crêtes. Ce dispositif doit fournir une indication qui doit rester «verrouillée», dès qu'une surcharge s'est produite, à un moment quelconque de la durée d'intégration. Cette indication de surcharge ne doit pouvoir être annulée que par la réinitialisation du calcul du niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A ou du calcul du niveau d'exposition sonore pondérée A.

7.2 Les indicateurs de surcharge supplémentaires, avec ou sans remise à zéro automatique, sont facultatifs.

7.3 L'indication de surcharge doit être vérifiée selon les indications du paragraphe 9.3.5.

*Note.* — La spécification stipulant que l'indicateur de surcharge doit être déclenché lors d'une surcharge des étages d'entrée par des composantes à basse fréquence et de fort niveau reste valable pour les sonomètres intégrateurs, telle qu'elle est vérifiée par la méthode spécifiée au deuxième alinéa du paragraphe 9.3.1 de la Publication 651 de la CEI.

## 8. Sensibilité aux divers environnements

Les sonomètres intégrateurs doivent satisfaire aux exigences des paragraphes 8.1 à 8.6 de la Publication 651 de la CEI.

*Note.* — Les appareils aptes à fonctionner seulement en laboratoire se distinguent par le marquage «L» (voir paragraphe 11.1).

## 9. Etalonnage et vérification des caractéristiques fondamentales

### 9.1 Introduction

Les essais suivants doivent être effectués pour vérifier que le sonomètre intégrateur satisfait aux exigences de cette norme. Tous les essais doivent être conduits, ou rapportés, aux conditions de référence normalisées: température 20°C, taux d'humidité relative 65%, pression atmosphérique  $1,013 \times 10^5$  Pa (1 013 mbar). Sauf spécification contraire, les essais doivent être conduits en utilisant des signaux sinusoïdaux à faible taux de distorsion.

*Notes 1.* — Il est recommandé au constructeur de fournir des informations sur la façon dont sont effectués les essais.  
2. — Il est recommandé que l'observateur ne soit pas présent dans le champ acoustique, par exemple en effectuant la lecture à distance.

Les vérifications dans les conditions de champ libre impliquent un champ acoustique composé d'ondes planes progressives se propageant vers le microphone dans la direction d'incidence de référence.

Les vérifications de l'étalonnage en champ diffus sont effectuées en utilisant des ondes planes progressives se propageant vers le microphone selon des angles d'incidence divers, comme indiqué dans l'annexe B de la Publication 651 de la CEI. Pour les instruments qui ne possèdent pas une symétrie de révolution, l'essai doit être effectué pour deux plans perpendiculaires. D'après les résultats obtenus pour les sensibilités en champ diffus  $S_1$  et  $S_2$  dans les deux plans, on calcule la moyenne géométrique:

$$S = \sqrt{S_1 \times S_2}$$

Pendant les essais acoustiques, le champ acoustique ne doit pas être perturbé de manière significative par la présence de l'observateur.

*Note.* — Si, pour un modèle de microphone ou de sonomètre donné, la différence entre la sensibilité en champ libre et la sensibilité en champ diffus est déterminée d'après les mesures décrites ci-dessus, la sensibilité en champ diffus peut, en variante, être déterminée à partir de la sensibilité en champ libre en ajoutant cette différence comme une correction.

### 9.2 Caractéristiques de l'appareil complet

La procédure d'étalonnage et les essais concernant le sonomètre intégrateur complet sont décrits aux paragraphes 9.2.1, 9.2.2 et 9.2.3. On peut effectuer les essais en partie par une méthode acoustique, en partie par une méthode électrique si cela n'entraîne aucune diminution de la précision.

9.2.1 L'instrument complet doit être étalonné en sensibilité absolue au niveau de pression acoustique et à la fréquence de référence comme indiqué au paragraphe 9.2.1 de la Publication 651 de la CEI. La précision doit satisfaire aux tolérances du paragraphe 4.2, dans les conditions de référence du paragraphe 9.1 ci-dessus.

L'essai doit être effectué pour fournir l'étalonnage en champ libre, sauf pour les instruments marqués «R», pour lesquels il faut effectuer un étalonnage valable pour le champ diffus.

9.2.2 Les tolérances sur la pondération fréquentielle s'appliquent aux caractéristiques acoustiques globales du sonomètre intégrateur, étalonné en champ libre ou pour le champ diffus (marquage «R»), selon le cas. A la fréquence de référence, le niveau de pression acoustique non pondérée doit être de référence égal au niveau de pression acoustique de référence; sinon, il doit ne pas lui être inférieur de plus de 20 dB pendant l'essai.

La vérification de la pondération fréquentielle peut être soignée en deux parties:

- la vérification du microphone et des parties du sonomètre qui affectent le champ acoustique autour du microphone, lorsqu'il est placé dans un champ acoustique approprié;
- la vérification des autres parties constitutives, en utilisant un signal électrique et en substituant au microphone une impédance électrique équivalente.

Dans ce cas, la correction de diffraction du microphone et du boîtier de l'instrument doit être appliquée comme une correction à la réponse en fréquence des circuits électriques, lorsqu'on vérifie la conformité aux spécifications du paragraphe 6.1 de la Publication 651 de la CEI. Les effets de tout circuit électrique utilisé pour compenser la réponse en fréquence du microphone doivent être pris en compte.

9.2.3 Les variations de la sensibilité en fonction de l'angle d'incidence du son doivent être mesurées pour un nombre suffisant de fréquences et de valeurs de l'angle d'incidence afin de s'assurer que les spécifications de l'article 5 de la Publication 651 de la CEI soient satisfaites.

Les essais sont applicables à tout instrument, qu'il soit étalonné en champ libre ou pour le champ diffus (marquage «R»). Les angles sont mesurés à partir de la direction de référence spécifiée par le constructeur.

### 9.3 Caractéristiques de l'amplificateur et de l'appareil indicateur

Les essais suivants doivent être effectués en utilisant un signal électrique et une impédance équivalente à la place du microphone.

#### 9.3.1 Sélecteur de gammes de sensibilité

Lorsqu'il existe un sélecteur de gammes de sensibilité, il doit être essayé pour vérifier la conformité aux spécifications du paragraphe 6.3 et du tableau VI de la Publication 651 de la CEI.

#### 9.3.2 Moyennage temporel

Cet essai permet de comparer le niveau indiqué sur la gamme de référence, pour des signaux sinusoïdaux continus, au niveau obtenu pour une suite de salves de signaux sinusoïdaux qui possède le même niveau continu équivalent.

Un signal continu à 4 kHz est appliqué à l'instrument pour donner une indication supérieure de 20 dB à la limite inférieure du domaine de linéarité. On substitue à ce signal une suite de salves de signaux sinusoïdaux à 4 kHz dont le niveau continu équivalent calculé est identique à celui du signal continu. L'indication doit être la même que pour le signal continu avec les tolérances données dans le tableau III. Pour des valeurs du facteur de durée comprises entre des valeurs consécutives du tableau III, il convient d'appliquer la plus grande valeur des tolérances correspondantes, en décibels.

La durée de la suite de salves de signaux sinusoïdaux doit avoir une valeur minimale de 10 s. Au moins pour le plus faible facteur de durée des salves pertinent, l'essai doit être conduit aussi en appliquant le signal d'essai pendant une durée égale à la durée d'intégration maximale de l'instrument, ou pendant 1 h (on prendra la plus petite des deux durées). La durée des salves de signaux sinusoïdaux individuelles ne doit pas être inférieure à 1 ms.

Pour les appareils capables de déterminer le niveau d'exposition sonore pondérée A, les mêmes essais doivent être répétés pour ce mode de fonctionnement.

Tous les essais concernant le moyennage temporel doivent être effectués en utilisant la pondération fréquentielle A.

Note. — L'effet systématique de cette pondération sur le niveau efficace est inférieur à 0,1 dB pour tous les facteurs de durée figurant dans le tableau III et est négligé.

Pour les instruments dont le domaine de linéarité est plus important que leur domaine d'application à la mesure des impulsions, l'essai doit être répété pour des niveaux élevés du signal continu, jusqu'à ce qu'une indication de surcharge apparaisse.

TABLEAU III

Tolérances pour les essais de moyennage temporel

Facteur de durée du signal d'essai	Niveau relatif, en décibels, de la valeur efficace d'une salve de signal sinusoïdal individuelle par rapport à la valeur efficace du signal continu	Tolérances en décibels		
		Classe 0	Classe 1	Classes 2 et 3
Continu	0	—	—	—
1/10	10	± 0,5	± 0,5	± 1,0
1/10 <sup>2</sup>	20	± 0,5	± 0,5	± 1,0
1/10 <sup>3</sup>	30	± 0,5	± 1,0	± 1,5
1/10 <sup>4</sup>	40	± 1,0	± 1,0	—
1/10 <sup>5</sup>	50	± 1,0	—	—

Note. — Le signal continu et toutes les suites de salves de signaux sinusoïdaux ont des niveaux continus équivalents identiques.

#### 9.3.3 Domaine de linéarité

Le domaine de linéarité et les tolérances sur la linéarité de niveau sont donnés dans le tableau II. L'erreur sur la linéarité de niveau est rapportée au niveau de référence dans la gamme de référence. L'essai doit être effectué avec des signaux sinusoïdaux à une fréquence de 4 kHz.

Pour l'essai de linéarité de niveau en dehors de l'étendue de l'indicateur à des niveaux du signal qui, s'il était permanent, dépasseraient les limites de l'étendue de l'indicateur, on peut utiliser une suite de salves de signaux sinusoïdaux. La durée de la salve de signal sinusoïdal doit être d'au moins 1 ms et le facteur de durée ne doit pas être situé en dehors du domaine des valeurs figurant dans le tableau III. En variante, si le domaine de linéarité s'étend en deçà ou au-delà de l'étendue de l'indicateur, le domaine de linéarité peut être déterminé en utilisant des signaux appropriés et des points de test convenables du sonomètre intégrateur.

#### 9.3.4 Domaine d'aptitude à la mesure des impulsions

L'aptitude à mesurer les bruits impulsifs, pour un sonomètre intégrateur idéal, ne sera limitée que par la limite imposée à l'extrémité supérieure du domaine de linéarité. Il sera apte à mesurer des signaux de durée courte, des signaux impulsifs ou discontinus avec la même précision que des signaux permanents ou lentement variables. Les essais suivants permettent de s'assurer que cette caractéristique idéale sera respectée, avec certaines tolérances.

L'essai est effectué en appliquant une salve isolée, de courte durée, d'un signal sinusoïdal de fréquence 4 kHz, pendant une durée d'intégration prédéterminée, par exemple 10 s, superposée à un signal sinusoïdal continu, de niveau faible, ce niveau correspondant à la limite inférieure du domaine de linéarité. La durée d'intégration doit avoir une tolérance de 2%. Le

signal continu à bas niveau et la salve de signal sinusoïdal doivent être en phase. L'essai doit être effectué dans la gamme de référence, en utilisant des durées de salves de signaux sinusoïdaux allant de 1 ms à 1 s.

Le niveau de crête de la salve de signal sinusoïdal, superposée au signal continu, doit être augmenté progressivement jusqu'à ce qu'il dépasse le niveau efficace du signal continu d'un nombre de décibels spécifié dans le tableau II pour le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions.

Pendant cet essai, pour aucun des niveaux de crête des salves de signaux sinusoïdaux, la valeur indiquée ne doit s'écarter de la valeur théorique du niveau continu équivalent du signal d'essai de plus des tolérances sur le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions spécifiées dans le tableau II.

Le niveau continu équivalent du signal d'essai doit être calculé à partir de l'amplitude et de la durée de la salve de signal sinusoïdal, de l'amplitude du signal continu et de la durée d'intégration. Il est recommandé d'effectuer les essais avec des durées de salves de signaux sinusoïdaux de 1 ms, 10 ms, 100 ms et 1 s, pour lesquelles les valeurs théoriques des domaines d'aptitude à la mesure des impulsions spécifiées dans le tableau II et une durée d'intégration de 10 s sont données dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Exemples de niveaux continus équivalents théoriques de signaux d'essais, exprimés en décibels, par rapport au niveau efficace d'un signal continu seul, pour une durée d'intégration de 10 s

Niveau de crête de la salve de signal sinusoïdal par rapport au niveau efficace du signal continu, en décibels**	Durée de la salve de signal sinusoïdal			
	1 ms	10 ms	100 ms	1 s
73	30	40	50	60
63	20	30	40	50
53	10,4*	20	30	40

\* L'augmentation de 10 à 10,4 est due au signal continu de faible niveau.

\*\* Ces niveaux relatifs de crête correspondent aux valeurs minimales du domaine d'aptitude à la mesure des impulsions spécifiées dans le tableau II.

Pour les instruments dont le domaine de linéarité est plus grand que leur domaine d'aptitude à la mesure des impulsions, l'essai doit être répété pour un niveau du signal continu égal à la différence entre la limite supérieure du domaine de linéarité et le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions donné dans le tableau II.

Pour les instruments capables de mesurer le niveau d'exposition sonore pondérée A, ces essais doivent être répétés l'appareil étant réglé pour ce mode de fonctionnement.

Un essai complémentaire facultatif, employant des périodes isolées de la salve de signal sinusoïdal de diverses fréquences, est décrit dans l'annexe D.

9.3.5 La vérification de l'indicateur de surcharge doit être effectuée en même temps que les essais des caractéristiques impulsionnelles décrits au paragraphe 9.3.4.

L'indicateur de surcharge est vérifié en utilisant une salve de 1 ms d'un signal à 4 kHz. L'amplitude de la salve de signal sinusoïdal est augmentée jusqu'à ce qu'apparaisse l'indication de surcharge.

10. Emploi avec un appareillage auxiliaire

10.1 Si le sonomètre intégrateur peut être utilisé avec un câble entre le microphone et l'amplificateur, les corrections correspondant à ce mode d'emploi doivent être spécifiées par le constructeur.

Note. — Il est recommandé de donner les corrections dues aux autres accessoires disponibles. Ces accessoires comprennent les écrans antivenis, les protecteurs de pluie, etc.

10.2 Si le sonomètre intégrateur comporte une ou plusieurs bornes de sortie pour l'alimentation d'analyseurs, d'enregistreurs ou d'autres appareils, les spécifications suivantes doivent être respectées:

a) si le raccordement d'un appareil extérieur d'impédance comprise dans un domaine spécifié par le constructeur affecte la lecture de plus de 0,1 dB pour les instruments de classe 0, de plus de 0,2 dB pour la classe 1, de plus de 0,5 dB pour la classe 2 et de plus de 1 dB pour la classe 3, l'appareil indicateur doit automatiquement ne plus fournir d'indication ou être déconnecté lorsqu'un tel appareil extérieur est raccordé;

b) tous les détails relatifs aux caractéristiques de la sortie du signal doivent être donnés.

Note. — Il est recommandé que, dans ce cas, il soit possible de connecter ces bornes de sortie à une impédance quelconque sans que cela affecte l'indicateur ou la linéarité de fonctionnement de l'instrument.

10.3 S'il existe des connexions destinées à permettre l'insertion d'un filtre extérieur, les instructions d'emploi fournies avec le sonomètre intégrateur doivent clairement spécifier comment ces connexions doivent être utilisées.

10.4 Si une sortie numérique existe, le format des données doit être spécifié. Il est préférable de respecter la compatibilité avec l'interface série RS 232 de l'EIA ou le bus 625 de la CEI.

11. Marquage et notice technique

11.1 Un sonomètre intégrateur conforme à cette norme doit posséder un marquage qui indique le numéro de cette norme, l'année de sa parution et la classe de l'instrument. Si l'instrument est destiné à être utilisé seulement en laboratoire, il doit porter l'indication supplémentaire «L». Le marquage doit comprendre aussi le nom du constructeur, le numéro du modèle et le numéro de série. Si le sonomètre intégrateur est étalonné pour le champ diffus, il doit, de plus, être marqué de la lettre «R».

11.2 Une notice technique doit être fournie avec le sonomètre et doit contenir au moins les informations énumérées ci-dessous:

1) Le principe de fonctionnement du microphone (piézoélectrique, à condensateur, etc.) et la méthode de montage nécessaire pour atteindre les tolérances requises pour cette classe particulière de sonomètres intégrateurs.

- 2) La direction d'incidence de référence, définie au paragraphe 3.1.1, et, pour les instruments étalonnés pour le champ diffus, la réponse en champ libre pour cette direction ainsi que la classe de l'appareil.
- 3) Le domaine de niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A et le plus grand niveau de crête que l'appareil est apte à mesurer par construction, avec les tolérances données dans la présente norme. Les limites doivent être spécifiées séparément pour chaque caractéristique de pondération fréquentielle si nécessaire.
- 4) Le domaine de linéarité et le domaine d'aptitude à la mesure des impulsions pour chaque étendue de l'indicateur conformément aux définitions données aux paragraphes 3.5 et 3.6.
- 5) Les durées d'intégration fixes prévues, s'il y a lieu.
- 6) La fréquence de référence, telle qu'elle est définie au paragraphe 3.7 de la Publication 651 de la CEI.
- 7) Le niveau de pression acoustique de référence, tel qu'il est défini au paragraphe 3.8 de la Publication 651 de la CEI.
- 8) La gamme de référence, telle qu'elle est définie au paragraphe 3.7.
- 9) L'influence des vibrations sur le fonctionnement du sonomètre intégrateur, déterminée conformément au paragraphe 8.3 de la Publication 651 de la CEI.
- 10) L'influence des champs magnétiques, déterminée conformément au paragraphe 8.4 de la Publication 651 de la CEI.
- 11) Les influences de la température, déterminées conformément au paragraphe 8.5 de la Publication 651 de la CEI.
- 12) Les influences de l'humidité, déterminées conformément au paragraphe 8.6 de la Publication 651 de la CEI.
- 13) Les limites de température et d'humidité au-delà desquelles peut se produire une détérioration permanente du sonomètre intégrateur.
- 14) Toute correction d'étalonnage nécessaire lorsqu'on utilise un câble prolongateur pour le microphone.
- 15) L'influence, sur les performances de l'instrument, de l'emploi des accessoires de microphones recommandés, tels que les écrans antivenes, etc.
- 16) La procédure d'étalonnage nécessaire pour maintenir la précision spécifiée au paragraphe 4.2 pour l'étalonnage en champ libre ou pour l'étalonnage valable pour le champ diffus.
- 17) La position du boîtier de l'appareil et de l'observateur par rapport au microphone qui rend minimale leur influence sur le champ acoustique mesuré.
- 18) Une procédure destinée à assurer les conditions de fonctionnement optimales lorsque le sonomètre intégrateur est utilisé avec des filtres extérieurs ou des analyseurs, le cas échéant.
- 19) Les limites de l'impédance électrique qui peut être branchée aux connecteurs de sortie, s'ils existent.
- 20) La durée de préchauffage après laquelle des lectures correctes peuvent être effectuées, telle qu'elle est définie au paragraphe 4.10.
- 21) Le temps d'établissement après lequel des lectures correctes peuvent être effectuées, tel qu'il est défini au paragraphe 6.5.

- 22) La durée de vie nominale de la batterie.
- 23) Pour les instruments de classes 0, 1 et 2, les informations de correction entre la sensibilité en champ diffus et la sensibilité dans la direction de référence, en fonction de la fréquence. Ces données doivent être fournies pour des fréquences inférieures ou égales à 10 kHz au moins pour les classes 0 et 1 et à 8 kHz pour la classe 2.
- 24) La réponse directionnelle du sonomètre intégrateur à diverses fréquences incluant au moins 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz et 8 kHz (pour les classes 2 et 3) et, de plus, la fréquence 12,5 kHz pour les instruments de classes 0 et 1.
- 25) L'impédance électrique que l'on doit substituer au microphone pour les besoins des essais.
- 26) La fréquence la plus basse pour laquelle l'erreur de distorsion de non-linéarité est inférieure à  $\pm 1,0$  dB, lorsqu'elle est mesurée à la limite supérieure de l'étendue de mesure de l'indicateur, telle qu'elle est spécifiée au paragraphe 6.9 de la Publication 651 de la CEI.
- 27) Des informations sur la manière de passer de l'étalonnage en champ libre à l'étalonnage pour le champ diffus ou vice versa, le cas échéant.
- 28) L'étendue de l'indicateur, telle qu'elle est définie au paragraphe 3.8.

ANNEXE A\*

DIFFÉRENCE ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS MOYENNEURS  
DES SONOMÈTRES INTÉGRATEURS ET DES SONOMÈTRES CLASSIQUES

Les sonomètres intégrateurs, de même que les sonomètres classiques, prennent la moyenne de la pression acoustique pondérée en fréquence. Les procédés de moyennage sont toutefois sensiblement différents, sous deux aspects.

Premièrement, le sonomètre classique dispose d'un nombre limité de caractéristiques de moyennage fixées et de durée relativement courtes, dont les plus usuelles sont appelées F et S. En revanche, les durées de moyennage pour le sonomètre intégrateur sont nettement plus longues et peuvent atteindre un grand nombre de minutes ou d'heures.

Deuxièmement, le sonomètre intégrateur accorde une importance égale à tous les sons qui existent pendant la durée de moyennage choisie tandis que le sonomètre classique accorde une plus grande importance aux sons qui viennent de se produire qu'à ceux qui sont moins récents. Les pondérations temporelles des sonomètres classiques décroissent exponentiellement si bien que, par exemple, si l'on utilise la caractéristique S qui a une constante de temps de 1 s, on accorde une importance prépondérante aux sons qui se sont produits moins de 1 s auparavant et très peu d'importance aux sons qui se sont produits même 10 s auparavant.

\* Cette annexe ne fait pas partie de la norme; elle ne fournit que des explications, à titre d'information.

ANNEXE B\*

SPÉCIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES POUR LES SONOMÈTRES INTÉGRATEURS  
INDIQUANT LE NIVEAU MOYEN DE PRESSION ACOUSTIQUE PONDÉRÉE A1

B1. Définition

Le niveau moyen de pression acoustique pondérée A1 est défini comme suit:

$$L_{A1eq,T} = 10 \lg \left\{ \left( \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_{A1}^2(t) dt \right) / p_0^2 \right\} \text{ dB}$$

où:

$L_{A1eq,T}$  est le niveau moyen de la pression acoustique pondérée A1, c'est-à-dire le niveau moyen de la pression acoustique lorsqu'on utilise la pondération fréquentielle A et la pondération temporelle I, calculé pour une durée  $T = t_2 - t_1$

$p_{A1}^2(t)$  est le carré de la pression acoustique du signal acoustique, mesuré avec la pondération fréquentielle A et la pondération temporelle I à l'instant  $t$

Notes 1. — Si  $L_{pA1}(t)$  est seulement disponible dans le sonomètre intégrateur, au lieu de  $p_{A1}^2(t)$ , la formule peut s'écrire de la manière suivante:

$$L_{A1eq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 L_{pA1}(t)/10} dt \right) \text{ dB}$$

où:

$L_{pA1}(t)$  est le niveau de pression acoustique pondéré A1 à l'instant  $t$ , en décibels

2. — Dans certains pays, le symbole  $L_{Aim}$  est utilisé à la place du symbole  $L_{A1eq,T}$ .

B2. Caractéristiques

Un sonomètre intégrateur réglé sur la pondération temporelle I effectue la pondération I sur le carré du signal comme spécifié au paragraphe 7.3 de la Publication 651 de la CEI, avant le calcul final de la moyenne.

L'essai utilisant une suite de salves de signaux sinusoïdaux est décrit dans l'article B3. L'indication du sonomètre, avec les tolérances, est donnée dans le tableau B1.

TABEAU B1

Réponse à une suite continue de salves de signaux sinusoïdaux de fréquence de récurrence 0,2 Hz et tolérances, exprimées en décibels

Durée de la salve (ms)	Réponse aux salves de signaux sinusoïdaux d'essai, par rapport à la réponse à un signal de référence continu	Tolérances	
		Classes 0 et 1	Classes 2 et 3
1 000	-3,3	± 0,5	± 1,0
20	-9,0	± 1,0	± 2,0
5	-14,1	± 2,0	± 3,0
1	-20,9	± 2,0	± 3,0

\* Cette annexe fait partie intégrante de la norme et décrit des spécifications supplémentaires pour les sonomètres intégrateurs indiquant le niveau moyen de pression acoustique pondérée A1.



B3. Essai

Une suite de salves de signal sinusoïdal de fréquence 4 kHz doit être appliquée (voir paragraphe 9.3.2). La fréquence de récurrence de la séquence doit être égale à 0,2 Hz.

Le signal de référence continu doit avoir la même amplitude efficace que la salve de signal sinusoïdal et doit produire une indication correspondant à l'extrémité supérieure de l'étendue de l'indicateur.

La durée de moyennage doit être d'au moins 10 s.

L'essai doit être effectué en utilisant la pondération fréquentielle A.

Note. — Les effets systématiques de cette pondération sur le niveau efficace sont inférieurs à 0,1 dB pour le signal d'essai et sont négligés.

Quand l'étendue de l'échelle de l'indicateur est supérieure à 30 dB, l'essai doit être répété pour des intervalles de 10 dB au-dessous de la lecture « pleine échelle » jusqu'au niveau le plus bas qui produit une indication à l'intérieur de l'étendue de l'indicateur spécifiée par le constructeur.

Si l'amplitude de la salve est augmentée de 10 dB pour une durée de salve de 5 ms et de  $(10 \pm 1)$  dB et de  $(20 \pm 1)$  dB.

Les exigences ci-dessus doivent être satisfaites pour toutes les gammes de niveaux de l'instrument.

ANNEXE C\*

EMPLOI DE MICROPHONES DE CHAMP LIBRE OU DE MICROPHONES DE CHAMP DIFFUS

On a souligné au paragraphe 2.4 que la manière dont on emploie l'instrument a au moins autant d'importance sur le résultat de la mesure que la qualité de l'instrument lui-même, et que des erreurs sont souvent commises si l'on ne tient pas compte de l'influence de l'environnement. Parmi les environnements acoustiques, il faut considérer le champ libre et le champ diffus.

D'une manière générale, un instrument qui est construit et étalonné pour une utilisation en champ diffus ne satisfera pas aux exigences pour le champ libre, dans les tolérances de la même classe d'instrument.

Réciproquement, un instrument construit et étalonné pour une utilisation en champ libre ne satisfera pas aux exigences pour le champ diffus, dans les tolérances de la même classe d'instrument.

Le choix conventionnel du type d'étalonnage dépend clairement de l'environnement dans lequel le sonomètre intégrateur sera utilisé.

Si le même sonomètre intégrateur est construit pour permettre de changer la convention d'étalonnage, le constructeur doit indiquer clairement quel type de microphone ou quelle position d'un interrupteur il faut utiliser pour l'étalonnage en champ libre ou pour l'étalonnage en champ diffus. Il est souhaitable qu'une telle modification ne change pas la classe de l'instrument.

\* Cette annexe ne fait pas partie de la norme; elle ne fournit que des explications, à titre d'information.

ANNEXE D\*

VÉRIFICATION DE LA RÉPONSE D'UN SONOMÈTRE INTÉGRATEUR À DES SALVES D'UNE SEULE PÉRIODE DE SIGNAL SINUSOÏDAL

TABEAU DI

*Différence théorique ( $\Delta$ ), exprimée en décibels, entre le niveau d'exposition sonore pondérée pour une période unique de sinusoïde et le niveau de pression acoustique pondérée pour une onde sinusoïdale continue ayant la même amplitude*

Fréquence (Hz)	$\Delta$			$\Delta$ Lin
	Normal*	Exacte	Pondération A	
10		10,00	+9,0	-9,3
12,5		12,59	+3,5	-11,0
16		15,85	-1,0	-12,0
20		19,95	-4,8	-13,0
25		25,12	-8,0	-14,0
31,5		31,62	-10,6	-15,0
40		39,81	-12,9	-16,0
50		50,12	-14,9	-17,0
63		63,10	-16,6	-18,0
80		79,43	-18,1	-19,0
100		100,0	-19,5	-20,0
125		125,9	-20,9	-21,0
160		158,5	-22,1	-22,0
200		199,5	-23,3	-23,0
250		251,2	-24,1	-24,0
315		316,2	-25,7	-25,0
400		398,1	-26,8	-26,0
500		501,2	-27,8	-27,0
630		631,0	-28,8	-28,0
800		794,3	-29,8	-29,0
1 000		1 000	-30,8	-30,0
1 250		1 259	-31,8	-31,0
1 600		1 585	-32,7	-32,0
2 000		1 995	-33,6	-33,0
2 500		2 512	-34,5	-34,0
3 150		3 162	-35,4	-35,0
4 000		3 981	-36,3	-36,0
5 000		5 012	-37,1	-37,0
6 300		6 310	-37,9	-38,0
8 000		7 943	-38,6	-39,0
10 000		10 000	-39,1	-40,0

\* Fréquences normales d'après la Norme ISO 266: Acoustique — Fréquences normales pour les mesurages. La fréquence exacte est donnée par  $10^{n/10}$ , où n est un nombre entier variant de 10 à 40.

L'essai décrit dans cette annexe implique des mesures, pour diverses fréquences, à la fois de la réponse à un signal sinusoïdal permanent et de la réponse à une seule période de salve de signal sinusoïdal. Il est suggéré d'effectuer ces mesures aux fréquences préférées, à des intervalles de tiers d'octave, de 10 Hz à 10 kHz.

L'essai est effectué en utilisant un signal électrique et une impédance électrique équivalente à la place du microphone. Il est recommandé que la tension d'entrée corresponde à la limite supérieure du domaine de linéarité pour la fréquence d'essai de 1 kHz afin que la réponse à la fréquence d'essai la plus faible soit à l'intérieur du domaine de linéarité.

La réponse d'un sonomètre intégrateur à une seule période de signal sinusoïdal est décrite à l'aide du «niveau de durée d'une période  $\Delta$ ». Cette quantité normalisée est égale à la différence entre le niveau d'exposition sonore d'une période de signal sinusoïdal et le niveau de pression acoustique permanent de la sinusoïde dont la période isolée est extraite. Le niveau de durée d'une salve de signal sinusoïdal  $\Delta$  dépend seulement de la durée de la période et est indépendant de l'amplitude. Les valeurs théoriques de  $\Delta$ , pour les pondérations fréquentielles A, C et Lin, sont données dans le tableau DI.

L'erreur est égale à la différence entre la valeur mesurée de  $\Delta$  à une fréquence donnée et la valeur théorique de  $\Delta$  pour cette fréquence. Les résultats de ces mesures peuvent être fournis par le constructeur.

\* Cette annexe ne fait pas partie de la norme; elle ne fournit que des explications, à titre d'information.

ANNEXE ZA (normative)

AUTRES PUBLICATIONS INTERNATIONALES CITÉES DANS LA PRÉSENTE NORME  
AVEC LES RÉFÉRENCES DES PUBLICATIONS EUROPÉENNES CORRESPONDANTES

Cette norme européenne 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 européenne 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.

NOTE : Dans le cas où une publication internationale est modifiée par les modifications communes du CENELEC, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN/du HD approprié(e).

Publication CEI	Date	Titre	EN/HD	Date
50 (801)	1984	Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) - Chapitre 801 : Acoustique et électroacoustique.	—	—
537	1976	Pondération en fréquence pour la mesure du bruit des aéronefs (pondération D).	—	—
651	1979	Sonomètres.	EN 60651	1994

Autre publication :

ISO 266 1975 Acoustique - Fréquences normales pour les me-  
surages.

norme européenne  
**norme française**

NF EN 60804/A2

Juillet 1994

Indice de classement : S 31-109/A2

sonomètres intégrateurs-moyenneurs

E : Integrating-averaging sound level meters

D : Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'airnor le  
20 juin 1994 pour prendre effet à compter du 20 juillet 1994.

correspondance Ce document reproduit la norme européenne EN 60804/A2 (janvier 1994),  
elle-même recopie de l'amendement 2 (1993) à la publication CEI 804 (1985).

analyse Ce document complète la norme initiale relative aux sonomètres intégrateurs-  
moyenneurs.

descripteurs Appareil électroacoustique, instrument de mesure acoustique, sonomètre  
caractéristique, étalonnage, contrôle métrologique, marquage.

modifications Cet amendement modifie la norme NF EN 60804 (indice : S 31-109).

corrections

NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

EN 60804/A2

Janvier 1994

## AVANT-PROPOS NATIONAL

*Ce document reprend intégralement le texte de la norme européenne EN 60804/A2 (janvier 1994) qui est la reproduction de l'amendement 2 à la publication CEI 804.*

*Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.*

*Après consultation de son Comité de Direction et enquête probatoire, l'Union technique de l'Électricité avait voté positivement au CENELEC sur le projet de EN 60804/A2 le 28 juillet 1993.*

*Ce document a été adopté par le Comité de Direction de l'UTE, le 23 juillet 1993.*

CDU 62.1.317.799.534.6

Descripteurs : Appareil électroacoustique, instrument de mesure acoustique, sonomètre, caractéristique, étalonnage, contrôle métrologique, marquage.

Amendement A2  
à la version française de la norme EN 60804

Sonomètres Intégrateurs-moyenneurs  
(CEI 804:1985/A2:1993)

Integrierende mittelwertbildende  
Schallpegelmessger  
(IEC 804:1985/A2:1993)

Integrating-averaging sound  
level meters  
(IEC 804 : 1985/A2:1993)

Correspondance entre les documents internationaux cités en référence  
et les documents CENELEC et/ou français à appliquer

Document International	Document correspondant	
	CENELEC (EN ou HD)	français (NF ou UTE)
CEI 942 (1988)	HD 556 S1 (1991)	NF S 31-139 (1988)

*Note : Les documents de la classe S sont en vente à l'Union technique de l'Électricité - cedex 64 - 92052 Paris la défense - Tél. : (1) 46 91 11 11 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation - Tour Europe - cedex 7 - 92049 Paris la défense - Tél. : (1) 42 91 55 55.*

*Les documents CEI sont en vente à l'UTE.*

Le présent amendement A2 modifie la norme européenne EN 60804:1994. Il a été adopté par le CENELEC 1993-12-08. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut norme nationale à cet amendement.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

Le présent amendement existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue maternelle et notifiée au Secrétariat Central du CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants : Allemagne, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, No. Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

## CENELEC

Comité Européen de Normalisation Électrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles

#### AVANT-PROPOS

Le texte du document 29(BC)204, comme établi par le comité d'études n° 29 de la CEI : Electro-acoustique, a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC en mars 1993.

Le document de référence a été approuvé par le CENELEC comme amendement A2 à la EN 60804 le 8 décembre 1993.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite de publication d'une norme nationale identique (dop) 1994-12-01
- date limite de retrait des normes nationales conflictuelles (dow) 1994-12-01

Les annexes appelées «normatives» font partie du corps de la norme. Dans la présente norme, l'annexe ZA est normative.

Page 3

#### SOMMAIRE

Supprimer l'annexe D.

Page 5

#### 2 Objet et spécifications générales

Remplacer le titre du paragraphe 2.3.2 à la page 6 par ce qui suit :

*Moyennage et intégration*

Page 6

#### 3 Définitions

Remplacer, en 3.3 la page 7, la première phrase par ce qui suit:

*Le niveau continu équivalent de pression acoustique pondérée A est défini de la façon suivante:*

*En 3.4 à la page 7, corriger l'équation et la note comme suit:*

*Dans l'équation et l'explication sous l'équation: remplacer  $L_{EA,T}$  par  $L_{AE}$ .*

*Dans la note: remplacer  $E_{A,T}$  par  $E_A$ .*

Page 9

#### 4 Caractéristiques générales

Remplacer, en 4.1, le premier alinéa par les deux alinéas suivants:

Les spécifications de cette norme s'appliquent à l'ensemble des performances des sonomètres intégrateurs-moyenneurs avec des pondérations fréquentielles spécifiées. Les éléments principaux des sonomètres intégrateurs-moyenneurs englobent généralement un microphone, un amplificateur, un intégrateur avec moyenneur et un dispositif indicateur. Les spécifications s'appliquent aussi aux sonomètres intégrateurs avec des pondérations fréquentielles spécifiées. Les éléments principaux des sonomètres intégrateurs englobent généralement un microphone, un amplificateur, un intégrateur et un dispositif indicateur.

Dans les articles 4, 5, 6 et 7, on donne les spécifications relatives aux éléments principaux des sonomètres intégrateurs-moyenneurs et des sonomètres intégrateurs avec les tolérances pour quatre classes d'appareils. Dans l'article 8 on donne les spécifications sur la sensibilité aux divers environnements. N'importe quel élément additionnel (tel que col de cygne ou câble et correcteur d'incidence aléatoire) nécessaire pour satisfaire à une quelconque prescription est considéré comme faisant partie intégrante d'un sonomètre intégrateur-moyenneur ou intégrateur.

Remplacer, en 4.2, le texte existant par ce qui suit:

L'exactitude sur le niveau continu équivalent de pression acoustique indiqué par l'instrument placé dans les conditions de référence spécifiées en 9.1, pour le niveau de pression acoustique de référence et à la fréquence de référence, doit être de  $\pm 0,4$  dB,  $\pm 0,7$  dB,  $\pm 1,0$  dB et  $\pm 1,5$  dB respectivement pour les instruments de classe 0, 1, 2 et 3, après la durée de préchauffage spécifiée par le constructeur et après avoir suivi les procédures de vérification et de réglage sur le terrain recommandées par le constructeur. Un moyen doit être disponible (par exemple un calibre acoustique satisfaisant aux spécifications de la CEI 942) pour vérifier et maintenir l'étalement de telle façon que les tolérances spécifiées ci-dessus soient satisfaites pour une lecture dans les conditions de référence.

Page 10

## 6 Caractéristiques du moyennneur et de l'appareil Indicateur

En 6.5 à la page 11, remplacer, le premier alinéa par ce qui suit:

Le constructeur doit indiquer les durées d'établissement pour l'intégration du signal. Après le début de l'intégration, ces durées d'établissement sont les durées maximales nécessaires pour que l'indication de l'instrument soit à l'intérieur de 0,5 dB et de 0,1 dB de l'indication finale. Elles doivent être déterminées avec des signaux sinusoïdaux de niveau constant compris dans le domaine de linéarité de l'instrument.

Page 13

## 9 Etalement et vérification des caractéristiques fondamentales

Remplacer, en 9.3.2 à la page 14, la dernière phrase du troisième alinéa par ce qui suit:

La durée des salves isolées de signaux ne doit pas être inférieure à 1 ms. Au moins un essai doit être effectué avec des salves d'une durée de 1 ms.

Supprimer, en 9.3.4 à la page 16, le dernier alinéa qui fait référence à l'annexe D.

Page 17

## 11 Marquage et notice technique

Ajouter, en 11.1, l'alinéa suivant:

Si l'instrument est composé de plusieurs unités séparées, chaque unité ou chaque composant principal doit posséder un marquage, si possible, avec le nom du constructeur, le numéro du modèle, le numéro de série et une désignation de sa fonction. Toutes les unités ou les composants constituant l'instrument doivent être identifiés.

Remplacer, en 11.2 à la page 18, le texte du point 2) par ce qui suit:

2) La direction de référence pour l'incidence du son définie en 3.11 et la réponse en champ libre pour cette direction pour les instruments étalonnés pour le champ diffus.

Remplacer, en 11.2 à la page 18, le texte du point 3) par ce qui suit:

3) Le domaine des niveaux continus équivalents de pression acoustique pondérée A et le domaine des niveaux de l'exposition sonore, s'il existe, que l'instrument est susceptible de mesurer avec les tolérances données dans la présente norme. Ces domaines doivent être précisés séparément pour chaque caractéristique de pondération fréquentielle.

Supprimer intégralement, en 11.2 à la page 19, le texte du point 26).

Renommer les points 27) et 28) respectivement 26) et 27) et ajouter le nouveau point 28) suivant:

28) Il convient que le constructeur indique comment l'instrument peut être monté pour vérifier la conformité avec les prescriptions de cette norme.

Pages 24 et 25

Annexe D

Supprimer intégralement l'annexe D, y compris le tableau D1.

ANNEXE ZA (normative)

AUTRES PUBLICATIONS INTERNATIONALES CITÉES DANS LA PRÉSENTE NORME  
AVEC LES RÉFÉRENCES DES PUBLICATIONS EUROPÉENNES CORRESPONDANTES

Cette norme européenne 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 ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne 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.

NOTE : Dans le cas où une publication internationale est modifiée par les modifications communes du CENELEC, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN/du HD approprié(e).

Publication CEI	Date	Titre	EN/HD	Date
942	1988	Calibres acoustiques	HD 556 S1	1991

Acoustique — Atténuation du son lors de  
sa propagation à l'air libre —

Partie 2:  
Méthode générale de calcul

Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors —  
Part 2: General method of calculation



Numéro de référence  
ISO 9613-2:1996(F)

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9613-2 a été élaborée par le comité techniques ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

L'ISO 9613 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Acoustique* — *Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre*:

- *Partie 1: Calcul de l'absorption atmosphérique*
- *Partie 2: Méthode générale de calcul*

La partie 1 traite exclusivement et en détail de l'atténuation liée aux processus d'absorption atmosphérique. La partie 2 consiste en un traitement plus approximatif et empirique d'un sujet plus large: l'atténuation par tous mécanismes physiques.

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 9613 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1996

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Imprimé en Suisse

## Introduction

La série de normes ISO 1996 prescrit des méthodes pour la description du bruit à l'air libre extérieur dans des environnements urbains. D'autres normes, par ailleurs, prescrivent des méthodes pour la détermination des niveaux de puissance acoustique émis par diverses sources de bruit, telles que des machines et des équipements spécifiés (série ISO 3740), ou des installations industrielles (ISO 8297). La présente partie de l'ISO 9613 est destinée à combler la lacune existant entre ces deux types de norme, afin de permettre la prédiction des niveaux de bruits urbains à partir de sources d'émission sonore connue. La méthode décrite dans la présente partie de l'ISO 9613 est générale dans le sens où elle peut être appliquée à une large variété de sources de bruit, et où elle couvre la plupart des mécanismes majeurs d'atténuation. Son utilisation se heurte cependant à certaines contraintes, lesquelles proviennent principalement de la description du bruit ambiant dans la série ISO 1996.



# Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre —

## Partie 2: Méthode générale de calcul

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 9613 prescrit une méthode pour le calcul de l'atténuation d'un son lors de sa propagation en champ libre, afin de prédire les niveaux de bruit ambiant à une distance donnée provenant de diverses sources. La méthode permet de prédire le niveau moyen de pression acoustique continu équivalent pondéré A (comme décrit dans les parties 1 à 3 de l'ISO 1996) dans des conditions météorologiques favorables à la propagation à partir de sources d'émission sonore connue.

Ces conditions consistent en une propagation par vent portant, comme prescrit en 5.4.3.3 de l'ISO 1996-2:1987 ou, de manière équivalente, une propagation sous une inversion de température modérée bien développée au voisinage du sol, comme cela arrive communément la nuit. Les conditions d'inversion au-dessus de l'eau ne sont pas concernées; il peut en résulter des niveaux de pression acoustique plus élevés que ceux que la présente partie de l'ISO 9613 peut permettre de prédire.

La méthode permet de prédire également un niveau moyen de pression acoustique pondéré A à long terme comme décrit dans l'ISO 1996-1 et l'ISO 1996-2. Le niveau moyen de pression acoustique pondéré A à long terme englobe des niveaux correspondant à une grande diversité de conditions météorologiques.

La méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9613 consiste spécifiquement en des algorithmes par bande d'octave (avec des fréquences centrales allant de 63 Hz à 8 kHz) pour calculer l'atténuation d'un son produit par une source sonore ponctuelle, ou un assemblage de sources ponctuelles. La (les) source(s) peut (peuvent) être mobile(s) ou station-

naire(s). Des termes spécifiques sont fournis dans les algorithmes pour les effets physiques suivants:

- divergence géométrique;
- absorption atmosphérique;
- effet de sol;
- réflexion à partir de surfaces;
- effet d'écran.

Des informations supplémentaires concernant la propagation à travers des habitations, de la végétation et des sites industriels sont données dans l'annexe A.

Cette méthode est applicable en pratique à une grande variété de sources de bruits et d'environnements. Elle est applicable, directement ou indirectement, à la plupart des situations concernant le trafic routier ou ferroviaire, les sources de bruit industrielles, les activités de construction, et de nombreuses autres sources de bruit situées au voisinage du sol. Elle ne s'applique pas à un avion en vol, ni à des ondes de choc provenant d'exploitation minière, et/ou d'opérations militaires ou assimilées.

Pour appliquer la méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9613, de nombreux paramètres doivent être connus en ce qui concerne la géométrie de la source et de l'environnement, les caractéristiques de la surface du sol, et la force de la source en terme de niveaux de puissance acoustique par bande d'octave pour les directions appropriées à la propagation.

NOTE 1 Si les seuls niveaux de puissance acoustique pondérés A des sources sont connus, les termes d'atténuation à 500 Hz peuvent être utilisés pour estimer l'atténuation résultante.

à précision de la méthode et les limitations imposées son utilisation en pratique sont décrites dans l'annexe 9.

**Références normatives**

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 9613. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords conclus sur la présente partie de l'ISO 9613 sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

O 1996-1:1982, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 1: Méthodes fondamentales.*

O 1996-2:1987, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2: Saisies des données pertinentes pour l'utilisation des sols.*

ISO 1996-3:1987, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 3: Application aux limites de bruit.*

ISO 9613-1:1993, *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 1: Calcul de l'absorption atmosphérique.*

CEI 651:1979, *Sonomètres*, et Amendement no 1: 1993.

**3 Définitions**

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9613, les définitions données dans l'ISO 1996-1 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent. (Voir tableau 1 pour les symboles et unités.)

**3.1 niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A,  $L_{A,T}$ :** Niveau de pression acoustique, en décibels, donné par l'équation (1):

$$L_{A,T} = 10 \lg \left\{ \int_0^T p_A^2(t) dt \right\} / p_0^2 \quad \text{dB} \quad \dots (1)$$

**Tableau 1 — Symboles et unités**

Symbole	Définition	Unité
A	atténuation par bande d'octave	dB
$C_{météo}$	correction météorologique	dB
d	distance de la source au récepteur (voir figure 3)	m
$d_p$	distance de la source au récepteur projetée sur le plan du sol (voir figure 1)	m
$d_{s,0}$	distance entre la source et le point de réflexion sur l'obstacle réfléchissant (voir figure 8)	m
$d_{o,r}$	distance entre le point de réflexion sur l'obstacle réfléchissant et le récepteur (voir figure 8)	m
$d_{ss}$	distance de la source à la première arête de diffraction (voir figures 6 et 7)	m
$d_{sr}$	distance de la seconde arête de diffraction au récepteur (voir figures 6 et 7)	m
$D_1$	indice de directivité de la source sonore ponctuelle	—
$D_2$	atténuation due à l'écran	—
$\epsilon$	distance entre la première et la seconde arête de diffraction (voir figure 7)	m
G	facteur de sol	—
h	hauteur moyenne de la source et du récepteur	m
$h_s$	hauteur de la source au-dessus du sol (voir figure 1)	m
$h_r$	hauteur du récepteur au-dessus du sol (voir figure 1)	m
$h_m$	hauteur moyenne du chemin de propagation au-dessus du sol (voir figure 3)	m
$H_{max}$	plus grande dimension des sources	m
$l_{min}$	longueur ou hauteur minimale de l'aire réfléchissante (voir figure 8)	m
L	niveau de pression acoustique	dB
$\alpha$	coefficient d'atténuation atmosphérique	dB/km
$\beta$	angle d'incidence	rad
p	coefficient de réflexion du son	—

où  $p_A(t)$  est la pression acoustique pondérée A instantanée, en pascals;

$p_0$  est la pression acoustique de référence ( $= 20 \times 10^{-6}$  Pa);

T est un intervalle de temps considéré, en secondes.

La pondération fréquentielle A est celle prescrite pour les sonomètres dans la CEI 651.

NOTE 2 L'intervalle de temps T doit être suffisamment long pour intégrer les variations des paramètres météorologiques. La présente partie de l'ISO 9613 prend deux situations différentes en considération.

**3.2 niveau de pression acoustique continu équivalent par bande d'octave par vent portant,  $L_{pT}(DW)$ :** Niveau de pression acoustique, en décibels, donné par l'équation (2):

$$L_{pT}(DW) = 10 \lg \left\{ \int_0^T \left[ \int_0^T p_f^2(t) dt \right] / p_0^2 \right\} \quad \text{dB} \quad \dots (2)$$

où  $p_f(t)$  est la pression acoustique instantanée par bande d'octave par vent portant dans la direction de propagation, et l'indice f représente une fréquence centrale nominale d'un filtre de bandes d'octave.

NOTE 3 Il convient que les caractéristiques électriques des filtres de bandes d'octave soient conformes au moins aux exigences de classe 2 de la CEI 1260.

**3.3 perte par insertion (d'un écran):** Différence, en décibels, entre les niveaux de pression acoustique mesurés au niveau d'un récepteur à un endroit spécifié dans deux conditions:

- a) avec l'écran retiré (sans écran), et
  - b) avec l'écran présent (inséré).
- sans autre modification significative qui puisse affecter la propagation du son.

**4 Description de la source**

Les équations à utiliser sont valables pour l'atténuation du son issu de sources ponctuelles. Des sources

de bruit étendues, telles qu'un trafic routier et ferroviaire, ou un site industriel (qui peut inclure plusieurs installations ou fabriques en même temps que le trafic se déplaçant sur le site), doivent être représentées par un ensemble de sections (cellules), possédant chacune une certaine puissance acoustique et une certaine directivité. L'atténuation calculée pour un son issu d'un point représentatif dans une section est utilisée pour représenter l'atténuation du son issu de la section entière. Une source linéaire peut être divisée en sections linéaires, une source surfacique en sections surfaciques, chacune étant représentée en son centre par une source ponctuelle.

Néanmoins, un groupe de sources ponctuelles peut être décrit par une source sonore ponctuelle équivalente située au milieu du groupe, en particulier si:

- a) les sources ont approximativement la même force et la même hauteur au-dessus du plan local du sol,
- b) les mêmes conditions de propagation existent entre les sources et le point de réception, et
- c) la distance d de la source unique ponctuelle équivalente au récepteur dépasse le double de la plus grande dimension  $H_{max}$  des sources ( $d > 2H_{max}$ ).

Si la distance d est plus petite ( $d \leq 2H_{max}$ ), ou si les conditions de propagation pour les sources ponctuelles composantes sont différentes (par exemple du fait de la présence d'écrans), la source acoustique totale doit être décomposée en sources ponctuelles élémentaires.

NOTE 4 Outre les sources réelles décrites ci-dessus, des sources images seront introduites pour décrire le son réfléchi par les murs et les plafonds (mais pas près du sol), tel qu'il est décrit en 7.5.

**5 Conditions météorologiques**

Les conditions de propagation par vent portant pour la méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9613 sont prescrites en 5.4.3.3 de l'ISO 1996-2:1987, à savoir:

- une direction de vent incluse dans un angle de  $\pm 45^\circ$  avec la direction reliant le centre de la source dominante et le centre de la région réceptrice spécifiée, le vent soufflant de la source vers le récepteur, et
- une vitesse de vent comprise approximativement entre 1 m/s et 5 m/s, mesurée à une hauteur comprise entre 3 m et 11 m au-dessus du sol.

Les équations permettant de calculer le niveau moyen de pression acoustique par vent portant  $L_{pT}(DW)$  dans la présente partie de l'ISO 9613, y compris les équations

ons pour l'atténuation données dans l'article 7, correspondent à la moyenne pour des conditions météorologiques dans ces limites. Le terme «moyenne» employé ici signifie moyenne sur un intervalle de durée, tel qu'il est défini en 3.1.

es équations sont également valables, de manière équivalente, pour une propagation moyenne sous une version de température modérée bien développée, voisinage du sol, comme cela arrive communément la nuit par temps dégage et calme.

**Équations de base**

niveau de pression acoustique continu équivalent bande d'octave par vent portant au niveau d'un récepteur  $L_{p,r}(D,W)$ , doit être calculé pour chaque source individuelle et ses sources images, et pour les huit bandes d'octave avec des fréquences centrales nominales allant de 63 Hz à 8 kHz, à l'aide de l'équation (3):

$$L_{p,r}(D,W) = L_w + D_c - A \quad \dots (3)$$

$L_w$  est le niveau de puissance acoustique par bande d'octave, en décibels, produit par la source sonore ponctuelle rapporté à une puissance acoustique de référence de 1 picowatt (1 pW);

$D_c$  est la correction de directivité, en décibels, qui décrit dans quelle mesure le niveau de pression acoustique continu équivalent de la source sonore ponctuelle dévie dans une direction donnée par rapport au niveau d'une source sonore ponctuelle omnidirectionnelle produisant un niveau de puissance acoustique  $L_w$ ;  $D_c$  est équivalente à l'indice de directivité  $D_1$  de la source sonore ponctuelle plus un indice de directivité  $D_2$  qui tient compte de la propagation sonore dans les angles solides inférieurs à  $4\pi$  stéradians; pour une source sonore ponctuelle omnidirectionnelle rayonnant dans un espace libre,  $D_c = 0$  dB;

$A$  est l'atténuation par bande d'octave, en décibels, lors de la propagation de la source ponctuelle au récepteur.

TES  
Le symbole  $A$  (en italique) signifie l'atténuation dans la sente partie de l'ISO 9613, excepté dans les indices, où désigne la pondération fréquentielle  $A$  (en caractères romains).

6 Les niveaux de puissance acoustique dans l'équation (3) peuvent être déterminés à partir de mesures, par exemple tel qu'il est décrit dans la série ISO 3740 (pour les machines) ou dans l'ISO 8297 (pour les installations industrielles).

Le terme d'atténuation  $A$  dans l'équation (3) est donné par l'équation (4):

$$A = A_{div} + A_{arm} + A_{sol} + A_{écran} + A_{divers} \quad \dots (4)$$

où

$A_{div}$  est l'atténuation due à la divergence géométrique (voir 7.1);

$A_{arm}$  est l'atténuation due à l'absorption par l'air (voir 7.2);

$A_{sol}$  est l'atténuation due à l'effet de sol (voir 7.3);

$A_{écran}$  est l'atténuation due à l'effet d'écran (voir 7.4);

$A_{divers}$  est l'atténuation due à divers autres effets (voir annexe A).

Des méthodes générales de calcul des quatre premiers termes de l'équation (4) sont prescrites dans la présente partie de l'ISO 9613. Des informations sur trois contributions au dernier terme,  $A_{divers}$  (l'atténuation due à la propagation à travers la végétation, les sites industriels et les zones d'habitation), sont données dans l'annexe A.

Le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré  $A$  par vent portant est obtenu en sommant les différentes pressions acoustiques quadratiques moyennes contribuant au phénomène, qui ont été calculées à l'aide des équations (3) et (4) pour chaque source sonore ponctuelle, pour chacune de leurs sources images et pour chaque bande d'octave, grâce à l'équation (5):

$$L_{p,r}(D,W) = 10 \lg \left\{ \sum_{i=1}^n 10^{0,1 [L_{p,r}(i) + A_r(i)]} \right\} \text{ dB} \quad \dots (5)$$

où

$n$  est le nombre de contributions  $i$  (sources et trajets);

$j$  est un indice indiquant les huit fréquences centrales de bande d'octave standard allant de 63 Hz à 8 kHz;

$A_r$  représente la pondération A standard (voir CEI 651).

Le niveau moyen de pression acoustique de long terme pondéré  $A_{L,r}(L,T)$  doit être calculé à l'aide de l'équation (6):

$$L_{A,r}(L,T) = L_{A,r}(D,W) - C_{météo} \quad \dots (6)$$

où  $C_{météo}$  est la correction météorologique décrite dans l'article B.

Le calcul et la signification des divers termes dans les équations (1) à (6) sont expliqués dans les articles suivants. Pour un traitement plus détaillé des termes d'atténuation, voir les références bibliographiques listées dans l'annexe B.

**7 Calcul des termes d'atténuation**

**7.1 Divergence géométrique ( $A_{div}$ )**

Pour une source sonore ponctuelle, la divergence géométrique correspond à l'atténuation en champ libre de l'onde sphérique. L'atténuation, en décibels, est égale à

$$A_{div} = [20 \lg(d/d_0) + 1] \text{ dB} \quad \dots (7)$$

où

$d$  est la distance, en mètres, entre la source et le récepteur;

$d_0$  est la distance de référence (= 1 m).

NOTE 7 La constante dans l'équation (7) permet de mettre en relation le niveau de puissance acoustique et le niveau de pression acoustique à une distance de référence  $d_0$  qui est 1 m d'une source sonore ponctuelle omnidirectionnelle.

**7.2 Absorption atmosphérique ( $A_{arm}$ )**

L'atténuation due à l'absorption atmosphérique  $A_{arm}$ , en décibels, lors de la propagation sur une distance  $d$ , en mètres, est donnée par l'équation (8):

$$A_{arm} = \alpha d / 1000 \quad \dots (8)$$

où  $\alpha$  est le coefficient d'atténuation atmosphérique, en décibels par kilomètre, à la fréquence centrale pour chaque bande d'octave (voir tableau 2).

Pour des valeurs de  $\alpha$  dans des conditions atmosphériques non représentées dans le tableau 2, voir l'ISO 9613-1.

**NOTES**

8 Le coefficient d'atténuation atmosphérique dépend fortement de la fréquence du son, de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air, tout en ne dépendant que très peu de la pression ambiante.

9 Pour l'estimation des niveaux de bruit ambiant, le coefficient d'atténuation atmosphérique devrait être fondé sur des valeurs moyennes déterminées par les conditions météorologiques qui s'appliquent au site.

**7.3 Effet de sol ( $A_{sol}$ )**

**7.3.1 Méthode générale de calcul**

L'atténuation due au sol,  $A_{sol}$ , est principalement le résultat de l'interférence entre le son réfléchi par la surface du sol et le son qui se propage directement de la source au récepteur. Le trajet de propagation incurvé vers le bas (par vent portant) assure que cette atténuation est déterminée essentiellement par les surfaces de sol situées près de la source et près du récepteur. Cette méthode de calcul de l'effet de sol ne s'applique qu'aux sols qui sont approximativement plans; c'est-à-dire soit à l'horizontale, soit dotés d'une pente constante. Trois régions distinctes pour l'atténuation due au sol sont prescrites (voir figure 1):

- a) la région «source», s'étendant à partir de la source de direction du récepteur sur une distance de  $30h_s$ , avec un maximum de distance  $d_p$  ( $h_s$  est la hauteur de la source, et  $d_p$  est la distance entre la source et le récepteur, en projection sur le plan du sol);

Tableau 2 — Coefficient d'atténuation atmosphérique  $\alpha$  pour des bandes d'octave de bruit

Température °C	Humidité relative %	Coefficient d'atténuation atmosphérique $\alpha$ , dB/km							
		Fréquence centrale nominale, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	26,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

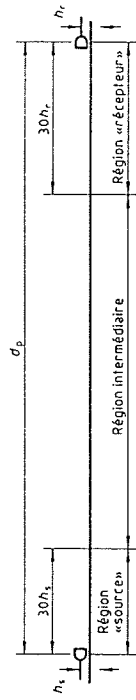


Figure 1 — Trois régions distinctes pour la détermination de l'atténuation due au sol

la région «récepteur», s'étendant à partir du récepteur en direction de la source sur une distance de  $30h_r$ , avec un maximum de distance  $d_p$  ( $h_r$  est la hauteur du récepteur);

une région intermédiaire, comprise entre les régions «source» et «récepteur». Si  $d_p < (30h_s + 30h_r)$ , les régions «source» et «récepteur» se chevauchent et il n'y aura pas de région intermédiaire.

On ce modèle, l'atténuation due au sol n'augmente pas avec la région intermédiaire, mais dépend principalement des propriétés des régions «source» et «récepteur».

Les propriétés acoustiques de chaque région sont représentées par un facteur de sol  $G$ . Trois catégories de surface réfléchissantes sont prescrites ci-après.

**Sol dur**, ce qui inclut les revêtements de chausée, l'eau, la glace, le béton et toute autre surface de sol ayant une faible porosité. Un sol damé, par exemple, comme cela arrive souvent autour des sites industriels, peut être considéré comme dur. Pour un sol dur,  $G = 0$ .

NOTE 10 Il est à rappeler que les conditions d'inversion au-dessus de l'eau ne sont pas prises en compte par la présente partie de l'ISO 9613.

**Sol poreux**, ce qui inclut un sol recouvert d'herbe, d'arbres ou d'une autre végétation, et toute autre surface de sol convenant à la croissances de la végétation, par exemple une terre de culture. Pour un sol poreux,  $G = 1$ .

**Sol mixte**: si la surface est constituée à la fois de sol dur et de sol poreux,  $G$  prend alors des valeurs comprises entre 0 et 1, la valeur étant la fraction de la région qui est poreuse.

pour calculer l'atténuation due au sol pour une bande d'octave spécifique, il faut d'abord calculer les constantes d'atténuation  $A_s$  pour la région «source» et la région «récepteur» prescrite par le facteur de sol  $G_s$  (pour cette région),  $A_r$  pour la région «récepteur» prescrite par le facteur de sol  $G_r$ , et  $A_m$  pour la région centrale prescrite par le facteur de sol  $G_m$ , en utilisant les expressions du tableau 3. (Sinon, les fonctions  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  et  $d'$  du

tableau 3 peuvent être obtenues directement à partir des courbes de la figure 2.) L'atténuation totale de sol pour cette bande d'octave doit être obtenue à l'aide de l'équation (9):

$$A_{\text{sol}} = A_s + A_r + A_m \quad \dots (9)$$

NOTE 11 Dans des régions comportant des constructions, l'influence du sol sur la propagation acoustique peut être modifiée (voir A.3).

### 7.3.2 Méthode alternative de calcul pour les niveaux de pression acoustique pondérés A

Dans les conditions spécifiques suivantes

- seul le niveau de pression acoustique pondéré A à l'emplacement du récepteur présente un intérêt;
- la propagation du son a lieu au-dessus d'un sol poreux ou d'un sol mixte dont la majeure partie est poreuse (voir 7.3.1);
- le son n'est pas un son pur;

et, pour les surfaces de sol d'une forme quelconque, l'atténuation due au sol peut être calculée à l'aide de l'équation (10):

$$A_{\text{sol}} = 4,8 - (2h_m/d) [17 + (300/d)] \geq 0 \text{ dB} \dots (10)$$

où

$h_m$  est la hauteur moyenne, en mètres, du trajet de propagation au-dessus du sol;

$d$  est la distance, en mètres, entre source et récepteur.

La hauteur moyenne  $h_m$  peut être évaluée par la méthode illustrée par la figure 3. Des valeurs négatives pour  $A_{\text{sol}}$  obtenues à l'aide de l'équation (10) doivent être remplacées par des zéros.

NOTE 12 Pour de petites distances  $d$ , l'équation (10) ne prédit aucune atténuation et l'équation (9) peut se révéler plus précise.

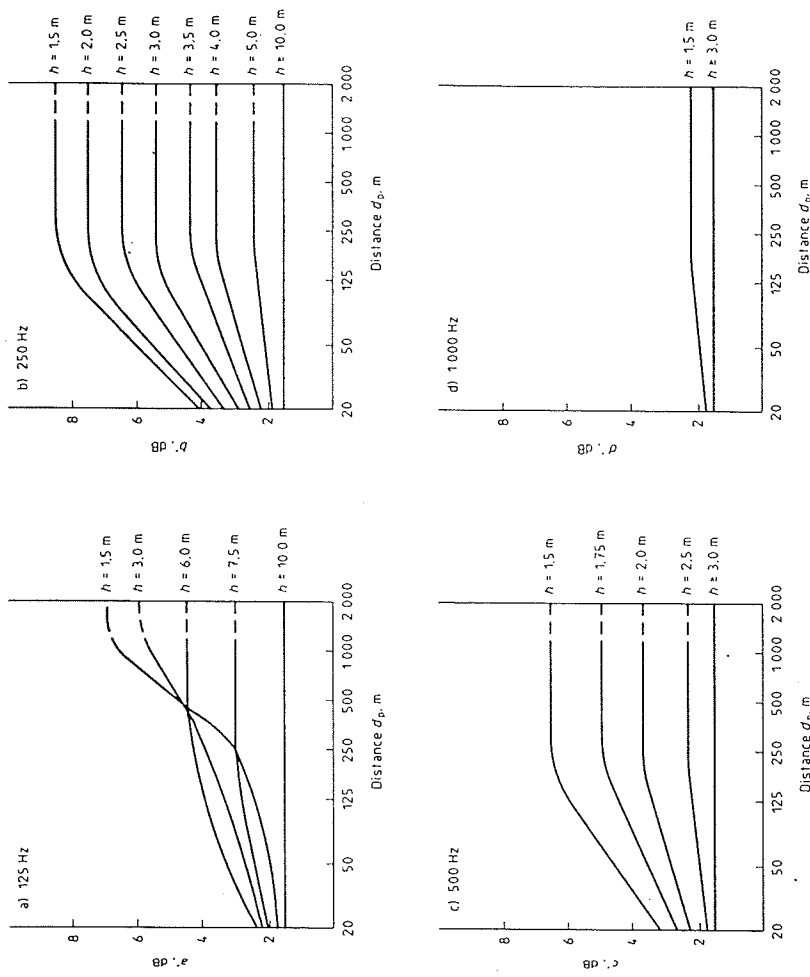


Figure 2 — Fonctions  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  et  $d'$  représentant respectivement l'influence de la distance  $d_p$  entre source et récepteur, de la hauteur  $h$  séparant source et récepteur sur l'atténuation due au sol  $A_{\text{sol}}$  (calculées à partir des équations du tableau 3)

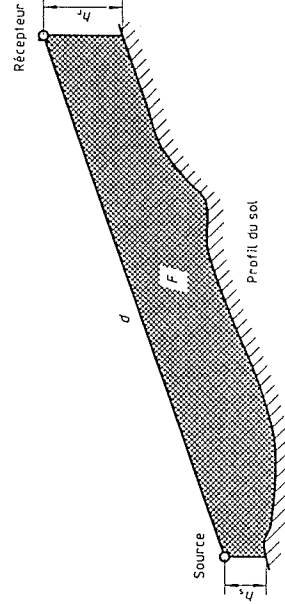


Figure 3 — Méthode pour l'évaluation de la hauteur moyenne  $h_m$

Tableau 3 — Expressions à utiliser pour calculer les contributions à l'atténuation due au sol  $A_s$ ,  $A_r$  et  $A_m$  par bande d'octave

Fréquence centrale nominale Hz	$A_s$ ou $A_r$ <sup>1)</sup> dB	$A_m$ dB
63	-1,5	-3q <sup>2</sup> )
125	-1,5 + G x a'(h)	
250	-1,5 + G x b'(h)	
500	-1,5 + G x c'(h)	
1 000	-1,5 + G x d'(h)	-3q(1 - G <sub>m</sub> )
2 000	-1,5(1 - G)	
4 000	-1,5(1 - G)	
8 000	-1,5(1 - G)	

NOTES

$$a'(h) = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-4_p/50}) + 5,7 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} \times h_p^2})$$

$$b'(h) = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-4_p/50})$$

$$c'(h) = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,46h^2} (1 - e^{-4_p/50})$$

$$d'(h) = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,9h^2} (1 - e^{-4_p/50})$$

1) Pour calculer  $A_s$ , prendre  $G = G_s$  et  $h = h_s$ . Pour calculer  $A_r$ , prendre  $G = G_r$  et  $h = h_r$ . Voir 7.3.1 pour les valeurs de  $G$  pour diverses surfaces de sol.

2)  $q = 0$  si  $d_p \leq 30(h_s + h_r)$

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \quad \text{si } d_p > 30(h_s + h_r)$$

où  $d_p$  est la distance, en mètres, entre la source et le récepteur, projetée sur le plan du sol.

orsqu'on calcule l'atténuation due au sol en utilisant l'équation (10), la correction de directivité  $D_c$  dans l'équation (3) doit comprendre un terme  $D_\Omega$ , en décibels, pour tenir compte de l'accroissement apparent dans le niveau de puissance acoustique de la source à aux réflexions par le sol proche de la source:

$$D_\Omega = 10 \lg \left\{ 1 + \left[ d_p^2 + (h_s - h_r)^2 \right] \left[ d_p^2 + (h_s + h_r)^2 \right] \right\} \text{ dB} \quad \dots (11)$$

$h_s$  est la hauteur, en mètres, de la source au-dessus du plan du sol;

$h_r$  est la hauteur, en mètres, du récepteur au-dessus du plan du sol;

$d_p$  est la distance, en mètres, entre la source et le récepteur, projetée sur le plan du sol.

7.4 Effet d'écran ( $A_{\text{écran}}$ )

Un objet doit être pris en compte en tant qu'écran (souvent appelé «barrière»), s'il respecte les exigences suivantes:

- la masse surfacique est d'au moins 10 kg/m<sup>2</sup>;
- l'objet possède une surface fermée ne présentant pas de fentes importantes comme par exemple des fissures ou des trous (par conséquent, des installations de procédés dans des usines chimiques, par exemple, ne sont pas prises en compte);
- la dimensions horizontale de l'objet perpendiculaire à la ligne source-récepteur est plus grande que la longueur d'onde acoustique  $\lambda$  à la fréquence centrale nominale pour la bande d'octave concernée; en d'autres termes,  $l_1 + l_2 > \lambda$  (voir figure 4).

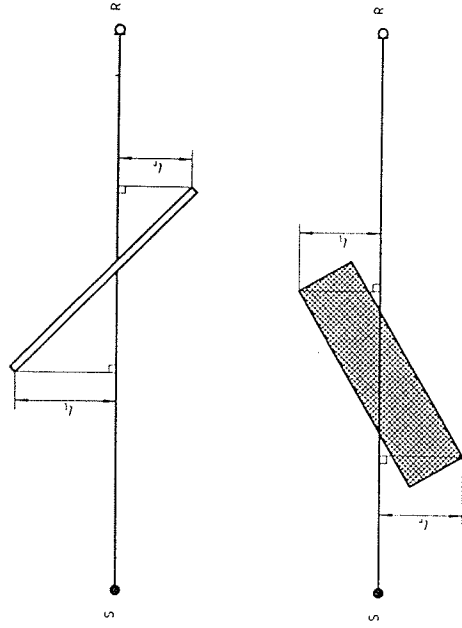


Figure 4 — Vue en plan de deux obstacles entre la source (S) et le récepteur (R)

NOTE — Un objet n'est considéré comme obstacle faisant écran que si sa dimension horizontale perpendiculaire à la ligne source-récepteur SR est plus grande que la longueur d'onde:  $l_1 + l_2 > \lambda$

Tout objet qui remplit ces exigences sera représenté par un écran avec bords verticaux. L'arête supérieure de la barrière est une ligne droite qui peut être en pente.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9613, l'atténuation par un écran  $A_{\text{écran}}$  doit être donnée par la perte par insertion. La diffraction sur l'arête supérieure et autour d'un bord vertical d'un écran peut être importante. (Voir figure 5.) Pour une propagation sonore par vent portant, l'effet de la diffraction, en décibels, sur l'arête supérieure doit être calculé à l'aide de l'équation (12):

$$A_{\text{écran}} = D_2 - A_{\text{sol}} > 0 \quad \dots (12)$$

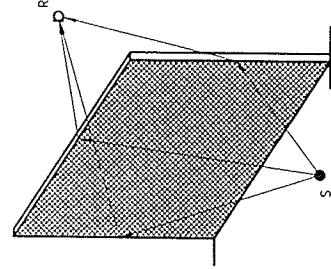


Figure 5 — Différents trajets de propagation sonore au niveau d'un écran

et, pour la diffraction autour d'un bord vertical, à l'aide de l'équation (13):

$$A_{\text{écran}} = D_2 > 0 \quad \dots (13)$$

où

$D_2$  est l'atténuation due à l'écran pour chaque bande d'octave (voir l'équation (14));

$A_{\text{sol}}$  est l'atténuation due au sol en l'absence d'écran (c'est-à-dire lorsque l'obstacle faisant écran est retiré) (voir 7.3).

NOTES

13 Lorsque  $A_{\text{écran}}$  tel que défini par l'équation (12) est substitué dans l'équation (4) pour trouver l'atténuation totale  $A$ , les deux termes  $A_{\text{sol}}$  dans l'équation (4) s'annuleront. L'atténuation due à l'écran  $D_2$  dans l'équation (12) inclut alors l'effet du sol en présence de l'écran.

14 Pour de grandes distances et des écrans hauts, la perte par insertion calculée à l'aide de l'équation (12) n'est pas suffisamment confirmée par des mesures.

15 Dans le calcul de la perte par insertion pour des installations industrielles multisources, due à des constructions importantes (plus de 10 m au-dessus du sol), ainsi que pour des sources de bruit élevées à l'intérieur même de l'usine, il convient d'utiliser l'équation (13) dans les deux cas pour déterminer le niveau de pression acoustique moyen de long terme à l'aide de l'équation (6).

16 Pour un bruit issu d'une route en contrebas, il peut exister une atténuation supplémentaire, par rapport à ce qu'indique l'équation (12) sur une surface de sol située en dehors du creux, due à cette même surface de sol.

Pour calculer l'atténuation due à l'écran  $D_z$ , on suppose qu'un seul trajet significatif de propagation sonore existe entre la source sonore et le récepteur. Si cette supposition n'est pas valable, des calculs séparés sont exigés pour d'autres trajets de propagation (comme illustré par la figure 5) et les contributions des divers trajets du niveau de pression acoustique quadratique au récepteur sont additionnées.

L'atténuation due à l'écran  $D_z$ , en décibels, doit être calculée pour cet itinéraire à l'aide de l'équation (14):

$$D_z = 10 \lg \left[ 3 + (C_2/\lambda) C_3 z K_{\text{météo}} \right] \text{ dB} \quad \dots (14)$$

où

$C_2$  est égal à 20 et inclut l'effet des réflexions du sol; dans des cas spéciaux, les réflexions du sol sont prises en compte séparément par les sources images, auquel cas,  $C_2 = 40$ ;

$C_3$  est égal à 1 pour une diffraction simple (voir figure 6);

$$C_3 = \left[ 1 + (5\lambda/\epsilon)^2 \right] / \left[ (4\lambda)^2 + (5\lambda/\epsilon)^2 \right] \dots (15)$$

pour une diffraction double (voir figure 7);

$\lambda$  est la longueur d'onde, en mètres, du son à la fréquence centrale nominale de la bande d'octave;

$z$  est la différence, en mètres, entre les longueurs de trajet du son diffracté et direct, telle que calculée à l'aide des équations (16) et (17);

$K_{\text{météo}}$  est le facteur de correction pour prendre en compte les effets météorologiques, donné par l'équation (18);

$\epsilon$  est la distance entre les deux arêtes de diffraction dans le cas d'une diffraction double (voir figure 7).

Pour une diffraction simple, comme illustré par la figure 6, la différence de longueur de trajet  $z$  doit être calculée à l'aide de l'équation (16):

$$z = \left[ (d_{ss} + d_{sr})^2 + a^2 \right]^{1/2} - d \quad \dots (16)$$

où

$d_{ss}$  est la distance, en mètres, entre la source et la première arête de diffraction;

$d_{sr}$  est la distance, en mètres, entre la seconde arête de diffraction et le récepteur;

$a$  est la composante de la distance, en mètres, parallèle à l'arête de l'écran entre la source et le récepteur.

Si la ligne directe reliant la source S et le récepteur R passe au-dessus de l'arête supérieure de l'écran, on affecte  $z$  d'un signe négatif.

Pour une diffraction double, comme illustré par la figure 7, la différence de longueur de trajet  $z$  doit être calculée à l'aide de l'équation (17):

$$z = \left[ (d_{ss} + d_{sr} + \epsilon)^2 + a^2 \right]^{1/2} - d \quad \dots (17)$$

Le facteur de correction  $K_{\text{météo}}$ , pour prendre en compte les conditions météorologiques dans l'équation (14) doit être calculé à l'aide de l'équation (18):

$$K_{\text{météo}} = \exp \left[ - (1/2000) \sqrt{d_{ss} d_{sr} d} / (z^2) \right] \text{ pour } z > 0 \quad \dots (18)$$

$$K_{\text{météo}} = 1 \text{ pour } z \leq 0$$

Pour une diffraction latérale autour d'obstacles, on doit supposer que  $K_{\text{météo}} = 1$  (voir figure 5).

NOTES

17 Pour des distances entre la source et le récepteur inférieures à 100 m, le calcul utilisant l'équation (14) montre que  $K_{\text{météo}}$  peut être supposé égal à 1, avec une précision de 1 dB.

18 L'équation (15) fournit une transition continue depuis le cas de la diffraction simple ( $\epsilon = 0$ ) où  $C_3 = 1$ , jusqu'à celui d'une diffraction double bien séparée ( $\epsilon \gg \lambda$ ) où  $C_3 = 3$ .

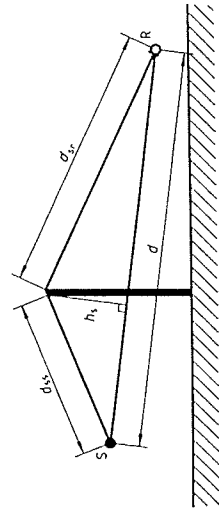


Figure 6 — Grandeurs géométriques pour la détermination de la différence de longueur de trajet dans le cas d'une diffraction simple

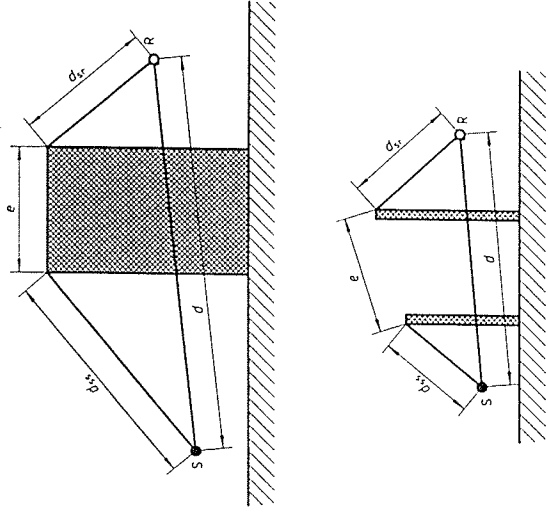


Figure 7 — Grandeurs géométriques pour la détermination de la différence de longueur de trajet dans le cas d'une diffraction double

19 L'efficacité d'un écran peut être inférieure à celle calculée à l'aide des équations (12) à (18) du fait de réflexions par d'autres surfaces réfléchissantes voisines du trajet acoustique reliant la source au récepteur ou par des réflexions multiples entre un écran réfléchissant et la source.

L'atténuation due à l'écran  $D_z$ , quelle que soit la bande d'octave, ne devrait pas être prise supérieure à 20 dB dans le cas d'une diffraction simple (c'est-à-dire écrans minces) et à 25 dB dans le cas d'une diffraction double (c'est-à-dire écrans épais).

L'atténuation due à l'écran pour deux écrans est calculée à l'aide de l'équation (14) pour une diffraction double, comme indiqué dans la partie inférieure de la figure 7. L'atténuation due à l'écran pour plus de deux écrans peut aussi être calculée approximativement à l'aide de l'équation (14), en choisissant les deux écrans les plus efficaces et en négligeant les effets des autres.

7.5 Réflexions

On considère ici les réflexions en termes de sources images. Ces réflexions proviennent de surfaces horizontales extérieures et de surfaces plus ou moins verticales, telles que les façades de bâtiments, qui augmentent les niveaux de pression acoustique au récepteur. L'effet de réflexions issues du sol n'est pas inclus car elles entrent dans le calcul de  $A_{\text{sol}}$ .

Les réflexions issues d'obstacles doivent être calculées pour toutes les bandes d'octave pour lesquelles l'ensemble des exigences suivantes est respecté:

- une réflexion spéculaire peut être construite, comme illustré par la figure 8;
- l'amplitude du coefficient de réflexion du son pour la surface de l'obstacle est supérieure à 0,2;
- la surface est suffisamment grande pour que la longueur d'onde centrale nominale  $\lambda$ , en mètres, pour la bande d'octave considérée, obéisse à la relation

$$1/\lambda > 2 / \left[ (t_{\text{min}} \cos \beta)^2 \right] \left[ d_{s,o} d_{o,r} / (d_{s,o} + d_{o,r}) \right] \quad \dots (19)$$

où

$\lambda$  est la longueur d'onde, en mètres, du son à la fréquence centrale nominale  $f$ , en hertz, de la bande d'octave

$$\left( \lambda = \frac{340 \text{ m/s}}{f} \right);$$

$d_{s,o}$  est la distance, en mètres, entre la source et le point de réflexion sur l'obstacle;

$d_{o,r}$  est la distance, en mètres, entre le point de réflexion sur l'obstacle et le récepteur;

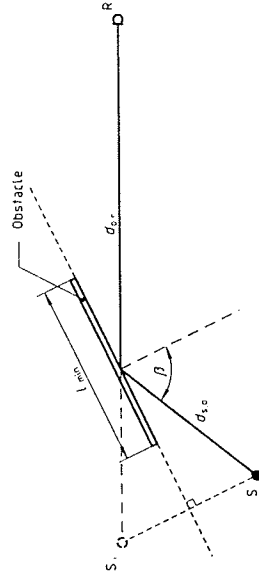
$\beta$  est l'angle d'incidence, en radians (voir figure 8);

$L_{\min}$  est la dimension minimale (longueur ou hauteur) de la surface réfléchissante (voir figure 8).

Si l'une quelconque de ces conditions n'est pas respectée pour une bande d'octave donnée, on ne doit alors tenir aucun compte des réflexions.

La source sonore réelle et la source image sont traitées séparément. Le niveau de puissance acoustique de la source image  $L_{w,image}$  doit être calculé à l'aide de l'équation (20):

$$L_{w,image} = L_w + 10 \lg(\rho) \text{ dB} + D_{lr} \quad \dots (20)$$



NOTE — Un trajet  $d_{s0} + d_{0r}$  reliant la source S et le récepteur R par réflexion sur l'obstacle existe, dans lequel  $\beta$ , l'angle d'incidence, est égal à l'angle de réflexion. Le son réfléchi semble provenir de la source image  $S_1$ .

Figure 8 — Réflexion spéculaire par un obstacle

Tableau 4 — Estimation du coefficient de réflexion acoustique  $\rho$

Objet	$\rho$
Murs durs et plats	1
Murs de construction avec fenêtres et petites adjonctions ou baies	0,8
Murs d'usine où 50 % de la surface est constituée par des ouvertures, des installations ou des tuyauteries	0,4
Cylindres avec surfaces réfléchissantes (réservoirs, silos)	$\frac{D \sin(\phi/2)}{2d_{sc}}$

où

- $D$  est le diamètre du cylindre;
- $d_{sc}$  est la distance entre la source et le centre C du cylindre;
- $\phi$  est le supplément de l'angle compris entre les lignes SC et CR.

Installations ouvertes (tuyauteries, tours, etc.)

\*) Cette expression s'applique uniquement si la distance  $d_{sc}$  entre la source S et le cylindre C est beaucoup plus petite que la distance  $d_{sr}$  entre le cylindre et le récepteur; voir figure 9.

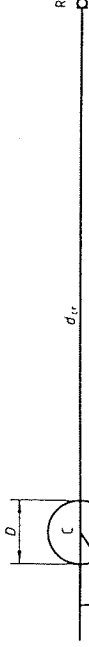


Figure 9 — Estimation du coefficient de réflexion acoustique pour un cylindre

### 8 Correction météorologique ( $C_{météo}$ )

L'utilisation de l'équation (3) conduit directement à un niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A au niveau du récepteur pour des conditions météorologiques qui sont favorables à la propagation, depuis la source sonore jusqu'au récepteur, comme décrit dans l'article 5. Cela peut être la condition appropriée pour observer une limite spécifique de bruit urbain, c'est-à-dire un niveau qui est rarement dépassé (voir ISO 1996-3). Souvent, toutefois, un niveau moyen de pression acoustique pondéré A de long terme  $L_{AT}(L_T)$  est exigé, où l'intervalle de temps T est de plusieurs mois, voire de 1 an. Une telle période inclura normalement diverses conditions météorologiques, favorables et défavorables à la propagation. Une valeur pour  $L_{AT}(L_T)$  peut être obtenue dans cette situation à partir de celle calculée pour  $L_{AT}(DW)$  via l'équation (3), en utilisant la correction météorologique  $C_{météo}$  dans l'équation (6).

Une valeur (en décibels) pour  $C_{météo}$  dans l'équation (6) peut être calculée à l'aide des équations (21) et (22) dans le cas d'une source sonore ponctuelle dont l'émission est réellement constante dans le temps:

$$C_{météo} = 0 \quad \dots (21)$$

$$\text{si } d_p \leq 10(h_s + h_r)$$

$$C_{météo} = C_0 \left[ 1 - 10(h_s + h_r)/d_p \right] \quad \dots (22)$$

$$\text{si } d_p > 10(h_s + h_r)$$

où

$h_s$  est la hauteur de source, en mètres;

$h_r$  est la hauteur de récepteur, en mètres;

$d_p$  est la distance, en mètres, entre la source et le récepteur, projetée sur le plan horizontal;

$C_0$  est un facteur, en décibels, qui dépend des statistiques météorologiques locales quant à la vitesse et la direction du vent, et des gradients de température.

Les effets des conditions météorologiques sur la propagation du son sont petits pour des distances  $d_p$  courtes, et pour des distances plus longues avec des hauteurs plus grandes de source et de récepteur. Les équations (21) et (22) justifient approximativement ces facteurs, comme illustré par la figure 10.

### NOTES

20 Une valeur pour  $C_0$  dans les équations (21) et (22) peut être estimée à partir d'une analyse élémentaire des statistiques météorologiques locales. Par exemple, si l'on trouve que les conditions météorologiques favorables à la propagation décrites dans l'article 5 se produisent pendant 50 % de la période considérée, et si l'atténuation pendant les 50 % restants est supérieure de 10 dB, ou plus, alors l'énergie sonore qui arrive pour des conditions météorologiques défavorables à la propagation peut être négligée, et  $C_0$  vaudra approximativement + 3 dB.

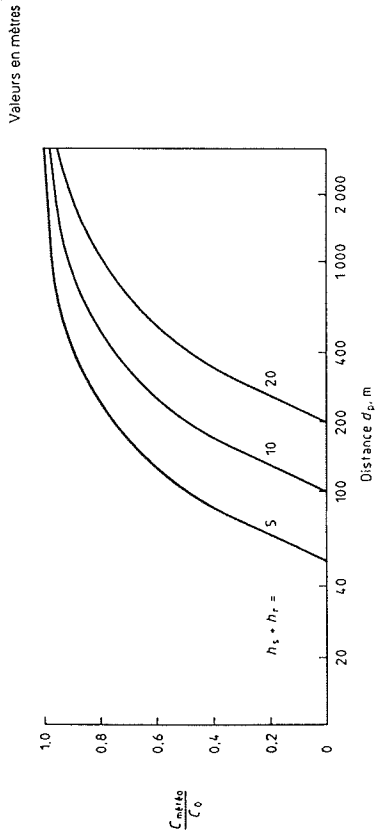
21 Les conditions météorologiques pour l'évaluation de  $C_0$  peuvent être fixées par les autorités locales.

22 L'expérience montre que les valeurs de  $C_0$  sont, en pratique, limitées à la gamme allant de zéro à environ + 5 dB, et les valeurs au-dessus de 2 dB sont exceptionnelles. Ainsi, seules des statistiques très élémentaires de la météorologie locale sont nécessaires pour une précision de  $\pm 1$  dB sur  $C_0$ .

Pour une source qui se compose de nombreuses sources sonores ponctuelles,  $h_s$  dans les équations (21) et (22) représente la hauteur de source prédominante, et  $d_p$  la distance entre le centre de cette source et le récepteur.

### 9 Précision et limites de la méthode

L'atténuation d'un son se propageant en champ libre entre une source fixée et un récepteur fluctue du fait des variations des conditions météorologiques le long du trajet de propagation. Le fait de restreindre son attention à des conditions modérées de propagation par vent portant, comme prescrit dans l'article 5, limite l'effet des conditions météorologiques variables sur l'atténuation à des valeurs raisonnables.

Figure 10 — Correction météorologique  $C_{météo}$ 

Il existe des données pour soutenir la méthode de calcul présentée dans les articles 4 à 8 (voir annexe B) pour des sources de bruit à large bande. L'accord entre les valeurs calculées et mesurées du niveau moyen de pression acoustique pondéré A pour une propagation par vent portant  $L_{AT}(DW)$  milite également en faveur de la précision de calcul estimée, illustrée dans le tableau 5. Ces estimations de la précision sont restreintes à la gamme des conditions prescrites pour la validité des équations dans les articles 3 à 8, et sont indépendantes des incertitudes liées à la détermination de puissance acoustique.

NOTE 23 Les estimations de la précision figurant dans le tableau 5 correspondent à une moyenne des conditions de propagation par vent portant calculée sur des situations indépendantes (comme prescrit dans l'article 5). Elles ne correspondent pas nécessairement à la variation des mesures relevées sur un site donné à une date donnée. Cette variation peut être bien plus importante que les valeurs données dans le tableau 5.

Les erreurs estimées dans le calcul des niveaux moyens de pression acoustique par bande d'octave

par vent portant, ainsi que des niveaux de pression acoustique de son pur, dans les mêmes conditions, peuvent être quelque peu supérieures aux erreurs estimées données pour les niveaux de pression acoustique pondérés A de sources de bruit à large bande dans le tableau 5.

Une estimation de la précision n'est pas fournie au tableau 5 pour des distances de propagation  $d$  plus élevées que la limite supérieure de 1 000 m.

Dans toute la présente partie de l'ISO 9613, les conditions météorologiques considérées sont limitées à deux cas seulement:

- des conditions modérées de propagation par vent portant, ou leur équivalent, telles que définies dans l'article 5;
- un certain nombre de conditions météorologiques telles qu'elles existent sur une période de plusieurs mois ou plusieurs années.

L'utilisation des équations de (1) à (5) et de (7) à (20) (et donc aussi du tableau 5) est limitée uniquement aux conditions météorologiques du cas a). Le cas b) n'est approprié que pour l'utilisation des équations (6), (21) et (22). Il y a également un nombre substantiel de

limitations (non météorologiques) dans l'utilisation des équations individuelles. Par exemple l'équation (9) est limitée à un terrain à peu près plat. Ces limitations spécifiques sont décrites dans le texte accompagnant l'équation appropriée.

Tableau 5 — Précision estimée pour un bruit à large bande de  $L_{AT}(DW)$  calculée à l'aide des équations (1) à (10)

Hauteur, $h$ *)	Distance, $d$ *)
$0 < h < 5$ m	$0 < d < 100$ m
$5 \text{ m} < h < 30$ m	$100 \text{ m} < d < 1\,000$ m
	$\pm 3$ dB
	$\pm 1$ dB
*) $h$ est la hauteur moyenne de la source et du récepteur. $d$ est la distance entre la source et le récepteur.	
NOTE — Ces estimations ont été effectuées à partir de situations où il n'y a pas d'atténuation due à l'effet d'écran.	



## Annexe A (informative)

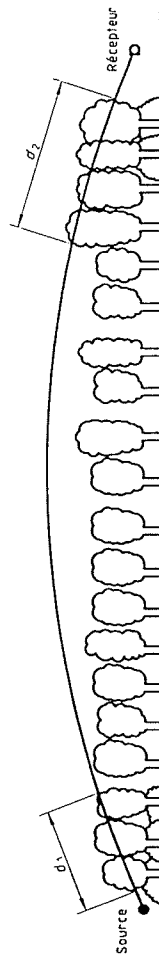
### Types supplémentaires d'atténuation (A divers)

Le terme  $A_{divers}$  dans l'équation (4) recouvre des contributions à l'atténuation provenant de divers effets inaccessibles par les méthodes générales de calcul de l'atténuation prescrites dans l'article 7. Ces contributions incluent

- $A_{végétation}$ , l'atténuation du son lors de sa propagation à travers la végétation,
- $A_{site}$ , l'atténuation du son lors de sa propagation à travers un site industriel, et
- $A_{habitation}$ , l'atténuation du son lors de sa propagation à travers une région dans laquelle des habitations sont édifiées.

qui sont toutes considérées dans la présente annexe.

Pour le calcul de ces contributions supplémentaires à l'atténuation, le trajet courbe de propagation par vent portant peut être approximé par un arc de cercle de rayon égal à 5 km, comme illustré à la figure A.1.



NOTE —  $d_1 = d_1 + d_2$

Pour calculer  $d_1$  et  $d_2$ , on prend un trajet courbe dont le rayon de courbure est supposé de 5 km.

Figure A.1 — Atténuation due à la propagation à travers la végétation augmentant linéairement avec la distance de propagation  $d_1$  à travers la végétation

Tableau A.1 — Atténuation par bande d'octave d'un bruit, due à la propagation sur une distance  $d_1$  à travers une végétation dense

Distance de propagation, $d_1$ m	Fréquence centrale nominale Hz							
	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
$10 \leq d_1 \leq 20$	Atténuation, dB:							3
	0	0	1	1	1	1	2	
$20 \leq d_1 \leq 200$	Atténuation, dB/m:							0,12
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	

### A.2 Sites industriels ( $A_{site}$ )

Au niveau de sites industriels, une atténuation peut se produire du fait d'une dispersion provenant des installations (et d'autres objets), qui peut être décrite comme  $A_{site}$ , sauf si elle est prise en compte dans  $A_{écran}$ , ou dans la spécification de la radiation de la source sonore. Le terme «installations» inclut divers tuyauteries, vannes, éléments de structure, etc.

Étant donné que  $A_{site}$  dépend fortement du type de site, il est recommandé de le déterminer par des mesures. Cependant, pour une estimation de cette atténuation, les valeurs du tableau A.2 peuvent être utilisées. L'atténuation augmente linéairement avec la longueur du trajet courbe  $d_s$  à travers les installations (voir figure A.2), avec un maximum de 10 dB.

### A.3 Habitation ( $A_{habitation}$ )

**A.3.1** Lorsque la source, le récepteur, ou bien les deux, sont situés dans une région construite, une atténuation se produira du fait de l'effet d'écran des habitations. Cependant, cet effet peut être amplement compensé par la propagation entre les maisons et par les réflexions provenant d'autres maisons voisines. Cet effet combiné d'effet d'écran et de réflexions qui constitue  $A_{habitation}$  peut être calculé pour une situation spécifique, au moins en principe, en appliquant les procédures décrites en 7.4 et 7.5 pour  $A_{écran}$  et les réflexions. Étant donné que la valeur de  $A_{habitation}$  est très dépendante de la situation, un tel calcul peut être

justifié en pratique. Une alternative plus utile, particulièrement dans le cas de réflexions multiples où la précision de calcul est mise à rude épreuve, peut être de mesurer l'effet, soit sur le terrain, soit par modélisation.

**A.3.2** Une valeur approximative de l'atténuation  $A_{habitation}$  pondérée A, qui ne devrait pas dépasser 10 dB, peut également être estimée comme suit. Deux contributions distinctes existent:

$$A_{habitation} = A_{habitation,1} + A_{habitation,2} \dots (A.1)$$

**A.3.3** Une valeur moyenne pour  $A_{habitation,1}$  (en décibels) peut être calculée à l'aide de l'équation

$$A_{habitation,1} = 0,1Bd_b \text{ dB} \dots (A.2)$$

où

$B$  est la densité des constructions le long de ce trajet, donnée par l'aire totale plane des maisons divisée par l'aire totale de sol (y compris celle couverte par les maisons);

$d_b$  est la longueur, en mètres, du trajet acoustique à travers la région éditée de maisons, déterminée par une procédure analogue à celle illustrée par la figure A.1.

La longueur du trajet  $d_b$  peut inclure une portion  $d_1$  près de la source et une portion  $d_2$  près du récepteur, comme indiqué à la figure A.1.

Tableau A.2 — Coefficient d'atténuation par bande d'octave d'un bruit lors de sa propagation à travers des installations au niveau d'installations industrielles

Fréquence centrale nominale, Hz	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
$A_{site}$ , dB/m	0	0,015	0,025	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

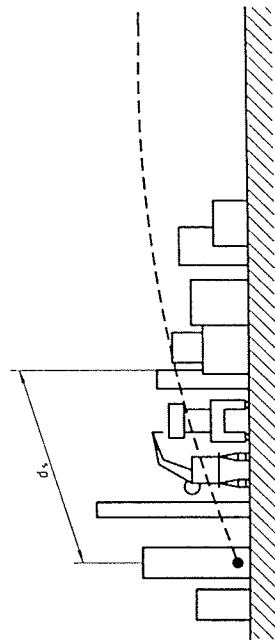


Figure A.2 — Atténuation  $A_{site}$  augmentant linéairement avec la distance de propagation  $d_s$  à travers les installations au niveau d'une installation industrielle

La valeur de  $A_{habitation}$  doit être égale à zéro dans le cas d'une petite source, en ligne de vue directe et sans obstacle par rapport au récepteur, le long d'un couloir entre des habitations.

NOTE 25 Le niveau de pression acoustique pondéré A à des emplacements spécifiques individuels dans une région de maisons peut différer d'une valeur pouvant atteindre 10 dB par rapport à la valeur moyenne prédite en utilisant les équations (A.1) et (A.2).

**A.3.4** S'il y a des rangées bien définies de constructions près d'une route ou d'un chemin de fer, ou un couloir similaire, un terme supplémentaire  $A_{habitation,2}$  peut être inclus la condition que ce terme soit inférieur à la perte par insertion d'un écran au même emplacement et ayant la hauteur moyenne des constructions):

$$A_{habitation,2} = -10 \lg[1 - (p/100)] \text{ dB} \quad \dots (A.3)$$

où  $p$  est le pourcentage de la longueur des façades rapporté à la longueur totale de route ou de chemin de fer au voisinage ( $\leq 90\%$ ).

**A.3.5** Dans une région construite, la valeur de  $A_{habitation,1}$  [telle qu'elle est calculée à l'aide de l'équation (A.2)] est en interaction comme suit avec la valeur de  $A_{soi}$ . L'atténuation due au sol [telle qu'elle est calculée à l'aide de l'équation (9) ou de l'équation (10)].

Soit  $A_{soi,b}$  l'atténuation due au sol dans la région construite, et  $A_{soi,0}$  l'atténuation due au sol si les maisons étaient retirées (c'est-à-dire telle qu'elle est calculée à l'aide de l'équation (9) ou de l'équation (10)). Pour la propagation à travers la région construite, en général  $A_{soi,b}$  est supposée égale à zéro dans l'équation (4). Si, toutefois, la valeur de  $A_{soi,0}$  est supérieure à celle de  $A_{habitation,1}$ , alors l'influence de  $A_{habitation,1}$  est ignorée et seule la valeur de  $A_{soi,0}$  est incluse dans l'équation (4).

L'interaction décrite ci-dessus sert essentiellement à tenir compte d'un certain registre de densité d'habitation  $B$ . Pour une faible densité d'habitation, la valeur de  $A_{soi}$  est prédominante, tandis que, pour une haute densité d'habitation, c'est  $A_{habitation}$  qui prédomine.

## Annexe B (informative)

### Bibliographie

- [1] ISO 266:—1, *Acoustique — Fréquences normales pour les mesurages*.
- [2] ISO 2204:1979, *Acoustique — Guide pour la rédaction des Normes internationales sur le mesurage du bruit aérien et l'évaluation de ses effets sur l'homme*.
- [3] ISO 3740:1980, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Guide pour l'utilisation des normes fondamentales et pour la préparation des codes d'essais relatifs au bruit*.
- [4] ISO 3744:1994, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*.
- [5] ISO 8297:1994, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique d'installations industrielles multisources pour l'évaluation des niveaux de pression acoustique dans l'environnement — Méthode d'expertise*.
- [6] CEI 804:1985, *Sonomètres intégrateurs-moyennés*, et Modification no 1:1989 et Amendement no 2:1993.
- [7] CEI 1260:1995, *Électroacoustique — Filtrés de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*.
- [8] ANSI S1.26:1978, *Method for the calculation of the absorption of sound by the atmosphere* (American national standard)
- [9] BRACKENHOFF H.E.A. et al. *Guidelines for the measurement and prediction of environmental noise from industry*, Interdepartmental Commission on Health, Report HR-IL-13-01, Delft (April 1981). (En hollandais)
- [10] KRAGH J. et al. *Environmental Noise from Industrial Plants: General Prediction Method*, Danish Acoustical Institute Report No. 32, Lyngby, 1982 (En anglais)
- [11] VDI 2714:1988, *Guidelines: Sound propagation outdoors*. Verein Deutscher Ingenieure. (En allemand)
- [12] VDI 2720-1:1996, *Guidelines: Outdoor noise control by means of screening*. Verein Deutscher Ingenieure. (En allemand)
- [13] Engineering Equipment Material Users Association, *Publication 140*, London, 1985.

# norme française

## NFR 10-302

Décembre 1991

Véhicules routiers

### Mesurage du bruit aérien émis par les véhicules de collecte des ordures ménagères

E : Road vehicles — Measurement of air borne noise emitted by refuse collection vehicles

D : Strassenfahrzeuge — Geräuschmessung an Müllfahrzeugen (Arbeitsgeräusche)

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 novembre 1991 pour prendre effet le 20 décembre 1991.

**correspondance** À la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de norme internationale ayant le même objet. La norme allemande DIN 45 648 traite du même sujet.

**analyse**

La présente norme définit des méthodes de mesurage destinées à la détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les véhicules de collecte des ordures ménagères dans des conditions de fonctionnement simulant les opérations de collecte, le véhicule étant à l'arrêt.

**descripteurs**

Thésaurus International Technique : véhicule routier, véhicule routier utilitaire, ordures ménagères, collecte, mesurage acoustique, bruit aérien, puissance acoustique, conditions d'essai.

**modifications**

**corrections**

140.01

rs: acoustique, bruit acoustique, bruit aérien, propagation des ondes, atténuation, règle de calcul.

r: 18 pages

afnor 1991

© afnor 1991

1<sup>er</sup> tirage 91-12

# Véhicules automobiles — Mesurage du bruit

BNA/F-103

## Membres de la commission de normalisation

Président : M PICHON

Secrétariat : BNA

M	BURGUET	SMV
M	CHIRON	SMV
M	COLLETER	GRANGE
M	CROS	RVI
M	DE KERMEL	SMV
M	DE MONTILLE	LNE
M	DESAVISSE	MAIRIE DE PARIS
M	DRAGHICI-FOULON	SEMAT
M	DRIESBACH	INTERNET
M	GIRARD	LNE
M	LAFONT	AFNOR
M	LESJEUR	MAIRIE DE PARIS
M	LUCOUAUD	UTAC
M	MAGNIEN	IVECO/UNIC
M	MERY	FNADE
M	MOLA	SECRETARIAT D'ETAT A L'ENVIRONNEMENT, DELEGATION A LA QUALITE DE LA VIE, MISSION BRUIT
M	MORET	ALLIBERT
M	NIEPS	MAIRIE DE PARIS
M	PICHON	BNA
M	PRONOST	SACHANT
M	QUILICHINI	SNAD
M	ROGER	IVECO/UNIC
M	SOUED	CNAMTS
M	TROMBINI	SITA
M	VOISIN	AFNOR

## 1 Domaine d'application

La présente norme a pour objet de définir les procédures de mesurage des niveaux de puissance acoustique émis par les véhicules de collecte des ordures ménagères dans des conditions de fonctionnement simulant les opérations effectuées en collecte, le véhicule n'étant pas en déplacement.

Elle s'applique aux véhicules de collecte des ordures ménagères comportant une benne installée sur un châssis motorisé ou tracté. Cette benne est munie d'un système de compactage des ordures et d'un lève-conteneur. Le moteur du véhicule peut être thermique, électrique, etc.

## 2 Références normatives

NF H 96-110	Bacs roulants pour déchets solides — Caractéristiques générales.
NF S 31-009	Acoustique — Sonomètres — Règles. 1)
NF S 31-109	Acoustique — Sonomètres intégrateurs. 2)
NF T 54-106	Plastiques — Feuilles — Evaluation du blocage — Méthode par pelage.
ISO 4872	Acoustique — Mesure du bruit aérien émis par les engins de construction destinés à être utilisés à l'air libre — Méthode de vérification de la conformité en ce qui concerne les limites de bruit.

Directive 79/113/CEE complétée par la Directive 81/1 051/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la détermination de l'émission sonore des engins et matériels de chantier.

## 3 Généralité

Dans la présente norme, l'indice A attribué aux symboles définissant le signal de pression acoustique signifie que ce signal a été pondéré par un filtre de pondération A.

## 4 Définitions

### 4.1 Niveau de pression acoustique, niveau de pression acoustique surfacique et niveau de puissance acoustique

Le niveau de pression acoustique  $L_{pA}$ , le niveau de pression acoustique surfacique  $L_{pAm}$  et le niveau de puissance acoustique  $L_{WA}$  sont définis dans la Directive 79/113/CEE du 19 décembre 1978 et la norme ISO 4872.

### 4.2 Niveau de pression acoustique continu équivalent et niveau acoustique d'exposition

Le niveau de pression acoustique continu équivalent  $L_{Aeq,T}$  et le niveau acoustique d'exposition  $L_{AE}$  sont définis dans la norme NF S 31-109.

1) Équivalente à la publication CEI 651.

2) Équivalente à la publication CEI 804.

### 4.3 Niveau de puissance acoustique continu équivalent

Le niveau de puissance acoustique continu équivalent sur un intervalle de temps  $(t_1, t_2)$  est donné par la formule suivante :

$$L_{WAeq}(t_1, t_2) = 10 \lg \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 L_{WA}(t)} dt \right)$$

où :

- $L_{WAeq}$  est le niveau de puissance acoustique continu équivalent, exprimé en décibels (A) ;
- $L_{WA}(t)$  est le niveau de puissance acoustique de la source à l'instant  $t$  (référence 1 pW), exprimé en décibels (A) ;
- $(t_1, t_2)$  est l'intervalle de temps englobant l'événement sonore, exprimé en secondes.

### 4.4 Niveau de puissance acoustique d'exposition

Le niveau de puissance acoustique d'exposition d'un événement sonore discret est donné par la formule suivante :

$$L_{WAE} = 10 \lg \left( \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0,1 L_{WA}(t)} dt \right)$$

où :

- $L_{WAE}$  est le niveau de puissance acoustique d'exposition, exprimé en décibels (A) ;
- $L_{WA}(t)$  est le niveau de puissance acoustique de la source à l'instant  $t$  (référence 1 pW), exprimé en décibels (A) ;
- $(t_1, t_2)$  est l'intervalle de temps englobant l'événement sonore, exprimé en secondes ;
- $t_0$  est la durée de référence égale à 1 s.

## 5 Critères à retenir pour l'expression des résultats

Les critères acoustiques retenus pour qualifier un véhicule de collecte des ordures ménagères sont :

- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA1}$  associé au fonctionnement du moteur seul à son régime de puissance maximale simulant le démarrage et le déplacement du véhicule. Le coefficient associé  $L_{WA1}$  est égal à zéro dans le cas de véhicules à énergie uniquement électrique ;
- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA2}$  associé au fonctionnement du système de compactage des ordures ;
- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA3}$  associé au fonctionnement du lève-conteneur ;
- le niveau de puissance acoustique d'exposition  $L_{WA4}$  associé au bruit de la chute d'objets dans la benne.

Le niveau de puissance acoustique global peut être calculé en complément, à partir de ces quatre niveaux, au moyen de la formule suivante :

$$L_{WA} = 10 \lg (0,06 \cdot 10^{0,1 L_{WA1}} + 0,53 \cdot 10^{0,1 L_{WA2}} + 0,4 \cdot 10^{0,1 L_{WA3}} + 0,01 \cdot 10^{0,1 L_{WA4}})$$

où :

- $L_{WA}$  est le niveau de puissance acoustique global, exprimé en décibels (A).
- Les coefficients associés à chacun des niveaux de puissance acoustique correspondent à des durées de phase en pourcentage du temps d'utilisation pendant un cycle de travail.

## 6 Appareillage de mesure

L'appareillage de mesure doit être conçu pour permettre la détermination du niveau de pression acoustique continu équivalent et du niveau de puissance acoustique d'exposition d'un événement sonore discret.

Si l'appareillage utilisé est basé sur un principe d'échantillonnage de la valeur efficace de la pression acoustique, la constante de temps associée à la mesure de cette valeur efficace doit être inférieure ou égale à la constante  $F$  des sonomètres définie dans la norme NF S 31-009. Il est recommandé d'utiliser une cadence d'échantillonnage telle que la durée séparant la prise de deux échantillons successifs n'exède pas la valeur de la constante de temps utilisée.

## 7 Conditions de mesure

### 7.1 Site

Le véhicule de collecte des ordures ménagères est installé dans des conditions de champ libre sur plan réfléchissant. Le sol doit être en béton ou en asphalte non poreux.

Le site de mesure ne doit comporter aucun obstacle réfléchissant susceptible d'influencer les résultats de mesure sur au moins trois fois la distance de mesure.

### 7.2 Surface, distance de mesure

La surface de mesure est un hémisphère de 10 m de rayon. Le milieu du véhicule doit coïncider avec le centre de l'hémisphère.

En cas de litiges sur les résultats d'essais, la surface de mesure est un hémisphère de 16 m de rayon.

### 7.3 Positions et nombre de points de mesure

Le nombre de points de mesure est égal à six.

Leurs positions sont les positions des points 2, 4, 6, 8, 10, 12 qui sont décrites dans la Directive 79/113/CEE. L'axe du véhicule coïncide avec l'axe  $x$  de la figure 2 de cette même Directive, l'avant du véhicule étant orienté vers le point 1.

### 7.4 Conditions de fonctionnement du véhicule

Des mesures acoustiques sont effectuées pour cinq conditions de fonctionnement du véhicule, afin de reproduire les opérations réalisées en collecte. Il s'agit du fonctionnement du moteur seul à son régime de puissance maximale, du fonctionnement du système de compactage des ordures, du fonctionnement du lève-conteneur à la montée et à la descente et enfin de la chute d'objets dans la benne.

**7.4.1 Fonctionnement du moteur seul à son régime de puissance maximale (simulation du bruit au démarrage)**

Le niveau de puissance acoustique est mesuré sur une durée au moins égale à 15 s. Le régime du moteur est contrôlé et est égal au régime de puissance maximale spécifié par le constructeur. Les équipements ne sont pas en fonctionnement. Cet essai n'est pas effectué pour un véhicule à énergie uniquement électrique.

#### 7.4.2 Fonctionnement du système de compactage des ordures

Le système de compactage est mis en fonctionnement, la benne ainsi que la trémie recevant les ordures étant vides.

Si le régime moteur est automatiquement accéléré lors de la mise en route du système de compactage, on mesure la valeur du régime moteur produite. Si cette valeur est inférieure de plus de 5 % à celle préconisée par le constructeur, on réalise l'essai en accélérant le moteur avec l'accélérateur situé en cabine de façon à obtenir le régime préconisé par le constructeur.

Si le constructeur ne préconise pas de régime moteur pour le fonctionnement du système de compactage, ou si le véhicule n'est pas muni d'un accélérateur automatique, les mesures acoustiques sont réalisées pour un régime moteur de 1 200 min<sup>-1</sup> (3) obtenu avec l'accélérateur situé en cabine.

Si le système de compactage fonctionne en continu, la période de mesure du niveau de puissance acoustique continu équivalent doit comporter un nombre entier de cycles de fonctionnement du système de compactage, ce nombre étant au moins égal à trois.

Si le système de compactage ne fonctionne pas en continu mais cycle par cycle, trois mesures au moins sont réalisées sur la durée d'un cycle, les résultats des mesures étant recombinaés par moyenne quadratique selon la méthode de calcul décrite à l'article 11 de la Directive 79/113/CEE.

#### 7.4.3 Fonctionnement du lève-conteneur

Le lève-conteneur est mis en fonctionnement, à vide, sans conteneur. Le régime moteur est établi et contrôlé comme pour le système de compactage (voir paragraphe 7.4.2).

Les mesures sont effectuées sur un cycle complet continu. La période de mesure du niveau de puissance acoustique continu équivalent doit comprendre l'intégralité d'un mouvement (montée et descente), elle commence à l'instant où le lève-conteneur est actionné et se termine à l'instant où le lève-conteneur s'immobilise de lui-même en fin de cycle.

On effectue des mesures pour au moins trois cycles. La valeur retenue est la moyenne quadratique des  $n$  mesures ( $n > 2$ ), moyenne obtenue selon la méthode de calcul décrite à l'article 11 de la Directive 79/113/CEE.

#### 7.4.4 Chute d'objets dans la benne

Les objets sont vidés dans la trémie de la benne, au préalable vide, à l'aide du lève-conteneur. On utilise si possible un bac à deux roues d'une capacité de 240 l conforme à la norme NF H 96-110. Si le lève-conteneur ne peut prendre un tel bac, on utilise un bac dont le volume est le plus proche possible de 240 l. Les objets sont des tubes en PVC conformes à la norme NF T 54-106 dont les dimensions sont les suivantes :

- longueur : 150 mm ;
- diamètre extérieur : 90 mm ;
- épaisseur : 6,6 mm.

La masse approximative de chaque tube est de 0,4 kg.

Un essai est réalisé en vidant 30 tubes en vrac.

La période de mesure du niveau puissance acoustique d'exposition doit comporter l'intégralité du bruit de la chute des tubes et ne pas excéder 5 s.

La valeur retenue est la moyenne quadratique pour au moins trois essais, déterminée selon la méthode de calcul décrite à l'article 11 de la Directive 79/113/CEE.

(3) L'appellation «tour par minute» (tr/min) est largement utilisée par l'industrie automobile.

## 8 Réalisation des mesurages

### 8.1 Mesurage de la qualité acoustique du site de mesure

On procède comme décrit au paragraphe 7.1 de la Directive 79/113/CEE.

On ne détermine pas de constante C, comme cela est mentionné au paragraphe 8.6.2 de la même Directive

### 8.2 Mesurage du bruit de fond

Le niveau sonore du bruit de fond est déterminé avant de procéder aux essais. Il doit être inférieur d'au moins 10 dB aux niveaux de puissance acoustique continu équivalent mesurés aux différents points lors des essais concernant le système de compactage des ordures et le lève-conteneur.

Les niveaux mesurés ne sont pas corrigés du bruit de fond.

### 8.3 Conditions météorologiques

On mesure la vitesse du vent à une hauteur de 2 m, la valeur maximale admissible étant de 8 m/s.

Les essais ne doivent pas être réalisés :

- en cas de rafales de vent ;
- par temps de pluie ;
- si le sol est recouvert de neige ;
- si la température est inférieure à - 10 °C.

## 9 Calcul des niveaux de puissance acoustique

On détermine un niveau de pression acoustique continu équivalent, moyenné sur la surface de mesur à l'aide de la formule suivante :

$$L_{Aeqm} = 10 \lg \left( \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 10^{0,1 L_{Aeqi}} \right)$$

où :

$L_{Aeqm}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent moyenné sur la surface de mesure exprimé en décibels (A) ;

$L_{Aeqi}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent mesuré pour la n-ième position de mesure (référence 20  $\mu$ Pa), exprimé en décibels (A).

Dans le cas de la chute d'objets, on détermine un niveau acoustique d'exposition  $L_{AEm}$ , moyenné sur la surface de mesure, à l'aide d'une formule analogue dans laquelle  $L_{Aeqi}$  est remplacé par  $L_{AEi}$  (niveau acoustique d'exposition mesuré pour la n-ième position de mesure).

Le niveau de puissance acoustique du véhicule est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$L_{WA} = L_{Aeqm} + 10 \lg \left( \frac{S}{S_0} \right)$$

où :

$L_{WA}$  est le niveau de puissance acoustique, exprimé en décibels (A) ;

$L_{Aeqm}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent moyenné sur la surface de mesure exprimé en décibels (A) ;

$S$  est l'aire de la surface de mesure, exprimée en mètres carrés ;

$S_0 = 1 \text{ m}^2$ .

Pour un rayon d'hémisphère égal à 10 m,  $10 \lg \left( \frac{S}{S_0} \right) = 28 \text{ dB}$ .

Dans le cas de la chute d'objets,  $L_{Aeqm}$  est remplacé par  $L_{AEm}$  (niveau acoustique d'exposition moyenné sur la surface de mesure).

## 10 Renseignements à relever lors des essais

Ce sont les renseignements mentionnés à l'article 9 de la Directive 79/113/CEE.

En ce qui concerne le véhicule testé, on consigne en plus dans le rapport de mesure, les renseignements suivants :

- véhicule de collecte des ordures ménagères :
  - poids total,
  - dimensions hors tout,
  - charge utile ;
- châssis-cabine :
  - marque,
  - type,
  - énergie (thermique, électrique, etc.),
  - puissance maximale et régime correspondant,
  - régime maximal,
  - marque et type du moteur ;
- pompe hydraulique :
  - marque,
  - type ;
- benne :
  - marque,
  - type,
  - volume
- principe du système de compactage (à plaques, à herse, etc.) ;
- lève-conteneur :
  - marque,
  - type,
  - existence éventuelle de plusieurs vitesses de fonctionnement ;
- conteneur :
  - marque,
  - type,
  - modèle.

On doit indiquer également si le véhicule dispose d'un accélérateur automatique et dans ce cas le régime moteur correspondant recommandé par le constructeur.

## 11 Résultats à consigner dans le rapport de mesure

Les résultats de mesure à consigner sont :

- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA1}$  associé au fonctionnement du moti seul à son régime de puissance maximale (sauf pour les véhicules à énergie uniquement électrique
- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA2}$  associé au fonctionnement du systè de compactage des ordures ;
- le niveau de puissance acoustique continu équivalent  $L_{WA3}$  associé au fonctionnement lève-conteneur ;
- le niveau de puissance acoustique d'exposition  $L_{WA4}$  associé à la chute d'objets dans la benne ;
- le niveau de puissance acoustique global  $L_{WA}$  calculé selon les indications de l'article 5.

## 12 Bibliographie

- NF R 17-112-1 Véhicules routiers — Véhicules de collecte des ordures ménagères — Partie Dispositions de sécurité des véhicules actuels.
- R 17-112-2 Véhicules routiers — Véhicules de collecte des ordures ménagères — Partie Dispositions de sécurité des véhicules de conception nouvelle de plus de 12 tonnes PTAC.

FASCICULE DE DOCUMENTATION	ACOUSTIQUE  ATTÉNUATION DU SON DANS L'AIR	NF  S 30-009 <small>Janvier 1980</small>
----------------------------------	---	---

### AVANT-PROPOS

*Le présent fascicule de documentation est en concordance technique avec l'annexe A « Atténuation du son par l'air » de la norme ISO 3891 « Acoustique. Méthode de représentation du bruit perçu au sol produit par un aéronef » et les données fournies par la recommandation ARP 866 A de mars 1975 (\*) de la Society of Automotive Engineers.*

### 1 OBJET

Le présent fascicule de documentation a pour objet de donner les coefficients d'absorption du son dans l'air en fonction de la fréquence et des conditions de température et d'humidité, sous une forme analytique et sous forme de tableaux.

Les valeurs indiquées dans les tableaux sont valables pour les analyses par tiers d'octave (tableaux 1 à 10) dans les conditions définies dans le fascicule ; elles sont applicables notamment à l'analyse du bruit produit par les aéronefs (\*\*).

### 2 DOMAINE DE VALIDITÉ

Les coefficients d'absorption ne sont donnés que pour le domaine audible (de 50 Hz à 12 500 Hz).

Par ailleurs, l'expression analytique choisie pour représenter l'humidité absolue n'est valable que pour les températures comprises entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $+50^{\circ}\text{C}$ . Les tableaux ne donnent donc les coefficients d'absorption que dans cet intervalle de température.

### 3 APPLICATION AUX ANALYSES DE BRUITS

Les valeurs d'atténuation données par le calcul du chapitre 4 peuvent être utilisées pour les analyses spectrales des bruits par tiers d'octave en respectant les conditions suivantes :

**3.1** Jusqu'à la bande de fréquence médiane 4 000 Hz incluse, les atténuations atmosphériques à considérer sont celles qui correspondent aux fréquences médianes des bandes d'analyse.

**3.2** Pour les bandes de fréquences supérieures, on considère les atténuations atmosphériques correspondant aux fréquences de coupure inférieures.

(\*) *Aerospace Recommended Practice 866 A* : « Standard values of atmospheric absorption as a function of temperature and humidity » (Society of Automotive Engineers).

(\*\*) *Pour les analyses par octaves on se référera à la Recommendation ARP 866 A.*

	© AFNOR 1980 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays
Le présent fascicule remplace celui de même indice d'octobre 1972	

Imprimerie Nouvelle Orléans

NF S 30-009 1<sup>re</sup> TIRAGE 80-01

Acoustics — Attenuation of sound in air  
Akustik — Schalldämmung in der Luft



Ces conditions ont été définies pour tenir compte de la pente décroissante avec la fréquence des spectres de bruit des aéronefs. Si l'allure spectrale du bruit de la source étudiée justifiait l'application des atténuations relatives aux fréquences centrales des bandes d'analyse, les valeurs fournies dans les tableaux ne pourraient être utilisées.

#### 4 EXPRESSIONS ANALYTIQUES DES COEFFICIENTS D'ABSORPTION

En accord avec la théorie classique, on distingue deux termes d'absorption atmosphérique :

- l'absorption classique  $\alpha_c$ ,
- l'absorption moléculaire  $\alpha_{mol}$ .

Le coefficient d'absorption global est :

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_{mol}$$

Les expressions analytiques de ces coefficients sont fournies ci-dessous et s'expriment en décibels pour 100 mètres.

##### 4.1 ABSORPTION CLASSIQUE

Cette absorption est fonction de la température et de la fréquence :

$$\log_{10} \alpha_c = 2,05 \log_{10} (f/1000) + 1,1394 \cdot 10^{-3} (l - 1,916984)$$

$\alpha_c$  est l'absorption en décibels pour 100 mètres ;

$f$  est la fréquence en hertz ;

$l$  est la température ambiante en degrés Celsius.

##### 4.2 ABSORPTION MOLÉCULAIRE

Pour une fréquence  $f$  donnée, l'absorption moléculaire dépend de la température et de l'humidité absolue. On écrit :

$$\alpha_{mol} = \alpha_{mol,max} \left( \frac{\alpha_{mol}}{\alpha_{mol,max}} \right)$$

$\alpha_{mol,max}$  = absorption moléculaire maximale fonction de la température ;

$\alpha_{mol}/\alpha_{mol,max}$  = fonction de  $h/h_{mol,max}$  ;

$h$  = humidité absolue en grammes par mètre cube ;

$h_{mol,max}$  = humidité absolue correspondant à l'absorption moléculaire maximale.

La détermination de l'absorption moléculaire se fait ensuite en suivant les étapes ci-dessous :

##### 4.2.1 Calcul de l'humidité absolue

L'humidité absolue est fonction de la température et de l'humidité relative :

$$h = 10^{(p_{H_2O} \cdot e - B)}$$

$h$  est exprimé en grammes par mètre cube ;

$u$  est l'humidité relative en pourcentage.

$$B = b_0 + b_1(l + b_2(l^2 + b_3(l^3$$

$$b_0 = 1,328924$$

$$b_1 = -3,179768 \cdot 10^{-2}$$

$$b_2 = 2,173716 \cdot 10^{-4}$$

$$b_3 = -1,7496 \cdot 10^{-6}$$

#### 4.2.2 Calcul de l'humidité absolue correspondant à l'absorption moléculaire maximale

$$h_{mol,max} = \sqrt{f/1010}$$

#### 4.2.3 Absorption moléculaire maximale

L'absorption moléculaire maximale est fonction de la fréquence et de la température :

$$\log_{10} \alpha_{mol,max} = \log_{10} f + 8,42994 \cdot 10^{-3} (l - 2,755624)$$

$\alpha_{mol,max}$  étant exprimé en décibels pour 100 mètres.

La fonction  $\alpha_{mol}/\alpha_{mol,max}$  est donnée sous forme tabulée :

$h/h_{mol,max}$	$\alpha_{mol}/\alpha_{mol,max}$	$h/h_{mol,max}$	$\alpha_{mol}/\alpha_{mol,max}$
0,00	0,000	2,30	0,495
0,25	0,315	2,50	0,450
0,50	0,700	2,80	0,400
0,60	0,840	3,00	0,370
0,70	0,930	3,30	0,330
0,80	0,975	3,60	0,300
0,90	0,996	4,15	0,260
1,00	1,000	4,45	0,245
1,10	0,970	4,80	0,230
1,20	0,900	5,25	0,220
1,30	0,840	5,70	0,210
1,50	0,750	6,05	0,205
1,70	0,670	6,50	0,200
2,00	0,570	7,00	0,200
		10,00	0,200

#### 5 TABLEUX DES COEFFICIENTS D'ABSORPTION

Les valeurs des coefficients d'atténuation atmosphérique calculés à l'aide de la méthode exposée et valables pour des analyses par tiers d'octave du bruit des aéronefs sont présentées dans les tableaux 1 à 10 ci-après.

**TABLEAU 1 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 10 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,5	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
500	0,3	0,5	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
630	0,3	0,6	0,9	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5
800	0,4	0,6	1,0	1,5	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6
1000	0,4	0,7	1,2	1,8	2,1	2,0	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9
1250	0,4	0,8	1,3	2,1	2,6	2,8	2,4	2,0	1,7	1,4	1,2
1600	0,5	0,9	1,4	2,3	3,3	3,8	3,4	2,9	2,4	2,0	1,7
2000	0,6	1,0	1,6	2,6	3,9	4,7	4,1	3,4	2,8	2,3	2,0
2500	0,7	1,1	1,8	2,9	4,5	5,8	6,4	5,6	4,8	4,0	3,3
3150	0,8	1,2	2,0	3,2	5,1	7,1	8,3	7,7	6,8	5,7	4,8
4000	0,9	1,4	2,3	3,6	5,7	8,5	10,5	11,0	9,6	8,3	6,9
5000	1,0	1,6	2,4	3,8	6,1	9,2	11,7	12,8	11,3	9,9	8,3
6300	1,3	1,9	2,8	4,3	6,8	10,4	14,2	16,4	15,5	13,7	11,7
8000	1,6	2,3	3,4	5,0	7,7	11,8	17,0	20,8	22,0	19,4	16,8
10000	2,1	2,9	4,1	6,0	8,9	13,4	19,9	25,9	29,5	27,2	24,1
12500	2,9	3,7	5,0	7,1	10,3	15,2	22,7	31,2	36,9	37,6	33,4

**TABLEAU 3 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 30 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
315	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
400	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
630	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
800	1,1	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1000	1,3	1,6	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
1250	1,5	2,0	1,9	1,6	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
1600	1,7	2,5	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
2000	1,9	3,0	3,6	3,1	2,5	2,0	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3
2500	2,1	3,5	4,4	4,2	3,5	2,8	2,2	1,9	1,7	1,8	2,0
3150	2,3	4,0	5,5	5,9	4,0	3,3	2,6	2,3	2,3	2,5	2,5
4000	2,6	4,5	6,8	7,9	6,9	5,8	4,7	3,8	3,3	3,1	3,3
5000	2,8	4,8	7,4	9,0	8,2	6,9	5,7	4,6	3,9	3,6	3,7
6300	3,2	5,3	8,6	11,1	11,3	9,6	8,0	6,6	5,4	4,8	4,7
8000	3,8	6,1	9,9	13,9	15,6	13,6	11,5	9,5	7,9	6,8	6,4
10000	4,5	7,1	11,4	16,9	20,3	19,1	16,6	13,9	11,6	9,7	8,8
12500	5,5	8,3	13,0	20,0	25,3	26,6	23,0	19,6	16,4	13,8	12,1

**TABLEAU 2 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 20 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
315	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
400	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
630	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
800	0,8	1,2	1,4	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
1000	0,9	1,4	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
1250	0,9	1,6	2,2	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9	0,9	0,9
1600	1,1	1,9	2,7	3,1	2,6	2,1	1,7	1,4	1,2	1,3	1,3
2000	1,2	2,0	3,2	3,9	3,6	3,0	2,5	2,0	1,7	1,5	1,6
2500	1,3	2,3	3,7	4,9	5,0	4,2	3,5	2,8	2,3	2,0	2,0
3150	1,5	2,5	4,2	6,0	6,8	5,8	4,9	4,0	3,3	2,8	2,7
4000	1,7	2,9	4,8	7,2	8,7	8,2	7,1	5,9	4,9	4,0	3,6
5000	1,9	3,1	5,1	7,9	9,8	9,7	8,4	7,0	5,9	4,8	4,2
6300	2,2	3,5	5,7	9,0	12,0	13,3	11,5	9,9	8,2	6,8	5,8
8000	2,7	4,1	6,5	10,4	14,8	17,4	16,2	14,1	12,0	10,0	8,3
10000	3,3	4,9	7,5	11,8	17,7	22,0	23,1	20,1	17,2	14,5	12,1
12500	4,1	5,9	8,8	13,4	20,5	27,1	30,6	27,5	24,2	20,6	17,4

**TABLEAU 4 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 40 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
315	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
400	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
630	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
800	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1000	1,4	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1250	1,8	1,9	1,5	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
1600	2,1	2,6	2,1	1,7	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
2000	2,5	3,2	2,9	2,4	1,9	1,5	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4
2500	2,8	4,0	4,1	3,3	2,6	2,1	1,7	1,6	1,7	1,8	2,0
3150	3,2	4,9	5,6	4,7	3,8	3,0	2,4	2,1	2,1	2,3	2,5
4000	3,6	5,9	7,2	6,5	5,4	4,3	3,5	3,0	3,0	3,3	3,3
5000	4,3	7,2	10,0	10,7	9,0	7,3	6,0	4,9	4,4	4,3	4,7
6300	5,0	8,3	12,3	14,4	12,6	10,6	8,7	7,1	6,1	5,8	6,2
8000	5,8	9,5	14,8	18,4	17,6	15,2	12,7	10,5	8,8	8,1	8,1
10000	6,9	10,9	17,2	22,9	24,7	21,2	17,8	14,9	12,4	10,9	10,6
12500	8,3	13,0	20,0	25,3	26,6	23,0	19,6	16,4	13,8	12,1	11,6

**TABLEAU 5 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 50 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
315	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
400	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
500	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
630	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
800	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
1 000	1,4	1,1	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
1 250	1,8	1,6	1,2	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
1 600	2,3	2,2	1,8	1,3	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,3
2 000	2,8	3,1	2,4	1,9	1,5	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,4	4,0	3,4	2,7	2,1	1,6	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,0	5,1	4,7	3,8	3,0	2,3	2,0	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	4,6	6,4	6,7	5,5	4,4	3,4	2,8	2,6	2,7	3,0	3,3
5 000	4,9	7,2	7,9	6,5	5,2	4,2	3,4	3,1	3,1	3,4	3,7
6 300	5,4	8,6	10,2	8,9	7,3	5,9	4,7	4,1	4,0	4,3	4,7
8 000	6,2	10,2	13,1	12,5	10,5	8,6	6,9	5,8	5,4	5,7	6,2
10 000	7,2	11,9	16,4	17,8	15,0	12,4	10,2	8,4	7,5	7,4	8,1
12 500	8,4	13,6	20,1	23,4	20,6	17,5	14,4	11,9	10,4	9,9	10,5

**TABLEAU 7 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 70 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
315	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
500	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
630	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
800	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
1 000	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
1 250	1,5	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
1 600	2,1	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1
2 000	2,9	2,3	1,8	1,3	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,7	3,2	2,5	1,9	1,5	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,6	4,4	3,5	2,7	2,1	1,8	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,7	6,3	5,1	4,0	3,1	2,5	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,3	7,3	6,0	4,7	3,7	3,0	2,7	2,9	3,1	3,4	3,7
6 300	7,5	9,3	8,2	6,6	5,2	4,2	3,6	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	8,8	11,8	11,6	9,5	7,6	6,1	5,1	4,9	5,2	5,7	6,2
10 000	10,2	14,8	16,4	13,7	11,1	9,0	7,4	6,8	6,8	7,4	8,1
12 500	11,6	18,0	21,4	18,8	15,7	12,8	10,5	9,2	9,0	9,6	10,5

**TABLEAU 8 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 80 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
315	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
400	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
630	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5
800	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6
1 000	1,0	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7
1 250	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
1 600	1,9	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0	1,1
2 000	2,6	2,0	1,5	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,6	2,9	2,2	1,6	1,3	1,3	1,3	1,4	1,7	1,8	2,0
3 150	4,7	4,0	3,1	2,4	1,9	1,7	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,9	5,6	4,5	3,4	2,7	2,3	2,3	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	6,6	6,6	5,3	4,1	3,2	2,6	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7
6 300	8,1	9,1	7,4	5,9	4,6	3,7	3,4	3,6	4,0	4,3	4,7
8 000	9,8	12,0	10,4	8,4	6,7	5,4	4,8	4,8	5,2	5,7	6,2
10 000	11,5	15,3	14,8	12,2	9,8	7,8	6,7	6,4	6,8	7,4	8,1
12 500	13,3	18,9	20,5	17,0	13,9	11,3	9,4	8,7	8,9	9,6	10,5

**TABLEAU 6 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 60 % Température, °C										
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
315	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
400	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
630	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
800	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
1 000	1,2	1,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
1 250	1,7	1,3	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
1 600	2,3	1,9	1,5	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3
2 000	2,9	2,6	2,1	1,6	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
2 500	3,6	3,6	2,9	2,2	1,7	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0
3 150	4,4	5,0	4,1	3,2	2,5	2,0	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5
4 000	5,3	6,6	5,7	4,6	3,6	2,8	2,5	2,5	2,7	3,0	3,3
5 000	5,8	7,4	6,8	5,5	4,3	3,4	2,9	2,9	3,1	3,4	3,7
6 300	6,6	9,2	9,3	7,7	6,1	4,9	4,0	3,8	4,0	4,3	4,7
8 000	7,6	11,4	13,0	10,9	8,9	7,2	5,8	5,2	5,2	5,7	6,2
10 000	8,7	13,8	16,9	15,3	12,8	10,4	8,5	7,3	7,0	7,4	8,1
12 500	10,0	16,1	21,1	21,2	18,0	14,8	12,2	10,2	9,5	9,6	10,5

**TABLEAU 9 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 90 % Température, °C															
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40					
	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
315	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
400	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
630	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
800	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1 000	0,9	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1 250	1,2	0,9	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1 600	1,7	1,3	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2 000	2,4	1,8	1,3	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2 500	3,3	2,6	1,9	1,4	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
3 150	4,6	3,6	2,8	2,1	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
4 000	6,0	5,1	4,0	3,0	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
5 000	6,7	6,0	4,8	3,7	2,9	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
6 300	8,3	8,3	6,7	5,2	4,0	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
8 000	10,4	11,7	9,5	7,6	6,0	4,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
10 000	12,6	15,4	13,5	11,0	8,8	7,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
12 500	14,8	19,4	18,5	15,4	12,4	10,1	8,7	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3

**TABLEAU 10 — Coefficient d'absorption atmosphérique, en décibels par 100 m, pour l'analyse par bande de tiers d'octave**

Fréquence médiane de la bande Hz	Humidité relative = 100 % Température, °C															
	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40					
	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
200	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
250	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
315	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
400	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
500	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
630	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
800	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1 000	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
1 250	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1 600	1,6	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2 000	2,2	1,6	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2 500	3,0	2,3	1,7	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
3 150	4,2	3,3	2,5	1,9	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
4 000	5,9	4,7	3,6	2,7	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
5 000	6,8	5,6	4,3	3,3	2,6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
6 300	8,5	7,6	6,0	4,7	3,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
8 000	10,7	10,8	8,7	6,8	5,3	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
10 000	13,3	15,1	12,5	10,0	7,9	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
12 500	16,0	19,5	17,2	14,0	11,3	9,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2

**me française**  
**NF S 31-01**  
Décembre 1991

Indice de classement : S 31-01

ICS : 13.140.17 ; 17.140.01

Acoustique

**Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement**

Méthodes particulières de mesurage

E : Acoustics — Environmental noise characterization and measurement — Special measuring methods  
D : Akustik — Beschreibung und Messung von Geräuschmissionen — Besondere Meßverfahren

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 novembre 1996 pour prendre effet le 20 décembre 1996.

Remplace la norme homologuée NF S 31-010, de novembre 1987.

**Correspondance**

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux internationaux traitant du même sujet.

**Analyse**

Le présent document décrit deux méthodes de mesurage des bruits de l'environnement. Il complète la norme NF S 31-110 relative aux méthodes adaptées à l'utilisation des espaces. Il définit des indicateurs spécifiques, les matériels de mesure et l'acquisition des données. Il prend en compte les conditions météorologiques pour la caractérisation d'une situation sonore. Il ne comprend pas de guide d'interprétation.

**Descripteurs**

Thésaurus International Technique : acoustique, bruit acoustique, mesurage acoustique, instrument de mesure acoustique, pression acoustique, conditions d'essai, conditions climatiques, vérification, traçabilité.

**Modifications**

Par rapport au document remplacé, mise au point de deux méthodes de mesurage, prise en compte des évolutions métrologiques, nouvelle approche des conditions météorologiques, introduction des notions de traçabilité et d'auto-vérification, suppression des annexes A et B et intégration dans le corps de la norme de l'annexe C. Toute référence explicite à l'évaluation de la gêne ou à l'instruction d'une plainte a été supprimée.

**Corrections**

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex  
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

**F.1.2.3 Vent de travers**

Vent soufflant dans une direction moyenne de  $\pm 22,5^\circ$  de part et d'autre de la direction normale à la direction source-récepteur.

**F.1.2.4 Vent peu contraire**

Vent soufflant dans une direction moyenne comprise entre  $90^\circ$  et  $135^\circ$  ou entre  $225^\circ$  et  $270^\circ$  par rapport à la direction de la source.

**F.1.2.5 Vent contraire**

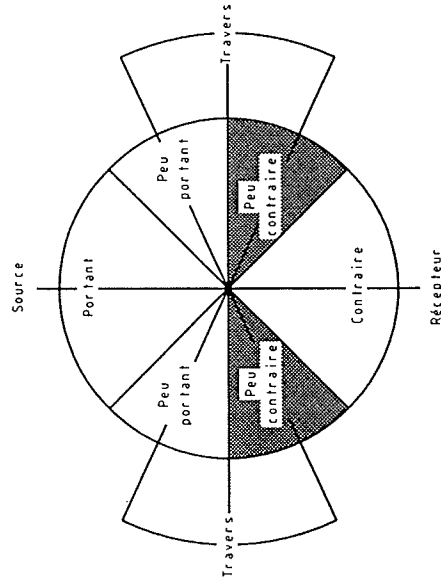
Vent soufflant dans une direction moyenne comprise entre  $135^\circ$  et  $225^\circ$  par rapport à la direction de la source.

**F.1.3 Catégories de sol**

- «sol sec» : il n'y a pas eu de pluies dans les dix derniers jours précédant le mesurage ;
- «sol humide» : il est tombé au moins 4 mm à 5 mm d'eau dans les dernières 24 h.

**F.1.4 Heures de lever et de coucher du soleil**

Il s'agit d'heures légales.

**F.2 Différentes catégories de vent**

Vitesse de vent :

- vent faible : aucun mouvement (vitesse habituellement inférieure à 1 m/s) ;
- vent moyen : feuilles d'arbres agitées (vitesse habituellement comprise entre 1 m/s et 3 m/s) ;
- vent fort : bruits aérodynamiques — sifflements (vitesse habituellement supérieure à 3 m/s).

**Figure F.2 : Caractérisation du vent par rapport à la direction source-récepteur**  
(caractérisation des secteurs d'où vient le vent)

# normalisation française

Acoustique

## Mesurage du bruit aérien émis par les motocompresseurs

Méthode de vérification de la conformité aux limites de bruit

E : Acoustics — Measurement of airborne noise emitted by compressor units including prime movers — Method for checking compliance with noise limits  
D : Akustik — Messung der Geräuschemission von Kompressoreinheiten einschließlich Antriebsmaschine — Verfahren im Hinblick auf den Vergleich mit Grenzwerten

Fascicule de documentation publié par l'afnor en février 1987.

Remplace la norme enregistrée, de même indice d'août 1975.

### correspondance

À sa date de publication, le présent fascicule de documentation n'est pas équivalent au projet de norme ISO/DIS 3989/2 qui traite du même sujet. Il est, pour l'essentiel, en conformité technique avec l'annexe 1 de l'arrêté du 2 janvier 1986 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les motocompresseurs (voir avant-propos).

### analyse

Le présent fascicule de documentation décrit une méthode de mesurage du bruit aérien émis par les motocompresseurs, basée sur les principes généraux de la norme NF S 31-061. Il spécifie les conditions de fonctionnement pour les essais, les caractéristiques de l'environnement d'essai et les conditions de mesurage des niveaux de pression acoustique autour de la machine.

### descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit aérien, motocompresseur, technique de mesure, contrôle de conformité, limite de bruit, calcul, puissance acoustique, niveau, conditions d'essai.

### modifications

Par rapport à la précédente édition, modification du statut de la norme, de la forme de la surface de mesure et addition d'une méthode de mesure de débit d'air.

### corrections

## Mesurage du bruit aérien émis par les motocompresseurs

Février 1987

Méthode de vérification de la conformité aux limites de bruit

### AVANT-PROPOS

À sa date de publication, le présent fascicule de documentation est, pour l'essentiel, en conformité technique avec l'annexe 1 de l'arrêté du 2 janvier 1986 relatif à la limitation du niveau sonore des bruits aériens émis par les motocompresseurs (Journal Officiel du 26 janvier 1986). Le statut de fascicule de documentation a été retenu pour éviter tout problème d'ordre juridique lié à l'interprétation des textes.

Le présent fascicule de documentation présente avec le projet de norme internationale ISO/DIS 3989/2, qui traite du même sujet, les divergences techniques suivantes :

- le nombre de positions de mesure a été ramené à 6,
- les conditions de fonctionnement sont différentes,
- une méthode de mesure du débit d'air a été ajoutée.

### SOMMAIRE

1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION .....	Page	2
2	RÉFÉRENCES .....	3	3
3	PRESSION ET PUISSANCE ACOUSTIQUES DE RÉFÉRENCE .....	3	3
4	APPAREILLAGE DE MESURAGE .....	3	3
5	FONCTIONNEMENT ET MISE EN ŒUVRE .....	4	4
6	SURFACE DE MESURE .....	4	4
7	SAISIE DES DONNÉES .....	4	4
8	CALCUL DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE .....	6	6
9	PROCÈS-VERBAL D'ESSAI .....	7	7
10	BIBLIOGRAPHIE .....	8	8
	ANNEXE A — Modèle de procès-verbal d'essai .....	9	9

### 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent fascicule de documentation spécifie une méthode de mesurage du bruit aérien émis par les motocompresseurs. Il donne des instructions précises pour la conduite des essais dans des conditions de champ libre au-dessus d'un plan réfléchissant et pour la présentation des résultats, dans le but de vérifier la conformité aux limites de bruit.

Dans le cadre du présent fascicule de documentation, on entend par « motocompresseur » toute machine entraînée par un moteur effectuant le déplacement et la compression d'air, à l'exception des deux catégories suivantes de machines :

- les ventilateurs ou machines effectuant le déplacement d'air avec un taux de surpression inférieur ou égal à 1,1,
- les pompes à vide, machines ou appareils effectuant l'extraction d'air contenu dans une enceinte à une pression égale ou inférieure à la pression atmosphérique.

### 2 RÉFÉRENCES

- NF ISO 1217 Compresseurs — Compresseurs volumétriques — Essais de réception (E 51-260).  
 NF S 31-009 Sonomètres.  
 NF S 31-061 Matériels destinés à être utilisés en plein air — Directives pour la rédaction des codes d'essais pour la vérification de la conformité en ce qui concerne les limites du bruit.  
 NF S 31-109 Sonomètres intégrateurs.  
 ISO 1585 Véhicules routiers — Code d'essai des moteurs — Puissance nette.

### 3 PRESSION ET PUISSANCE ACOUSTIQUES DE RÉFÉRENCE

Dans le présent fascicule de documentation, la pression acoustique de référence de  $20 \mu\text{Pa}$  est utilisée pour exprimer le niveau de pression acoustique et la puissance acoustique de référence de  $1 \text{ pW}$  est utilisée pour exprimer le niveau de puissance acoustique.

### 4 APPAREILLAGE DE MESURAGE

#### 4.1 Généralités

L'appareillage doit être conçu pour permettre la détermination du niveau pondéré A de la moyenne quadratique temporelle de la pression acoustique. Les valeurs des tolérances relatives aux divers composants de la chaîne de mesure doivent être inférieures ou égales aux valeurs données dans les paragraphes correspondants de la norme NF S 31-009, pour les sonomètres de classe 1.

Notes 1 : un exemple d'appareil adéquat pour ces mesurages est constitué par un sonomètre remplissant au moins les conditions pour un instrument de classe 1, conformément à la norme NF S 31-009, réglé sur la caractéristique temporelle «S». Pour mettre en évidence la présence de bruits impulsionnels, la caractéristique temporelle «I» (voir la norme NF S 31-009) doit en outre être utilisée.

2 : un autre exemple d'appareil adéquat est constitué par un sonomètre intégrateur, conforme au moins aux spécifications de la classe 1, selon la norme NF S 31-109, qui effectue une intégration analogique ou numérique, sur un intervalle de temps donné, du signal élevé au carré.

#### 4.2 Microphone et son câble associé

Pour réduire l'influence de l'observateur sur les mesurages, on doit, de préférence, utiliser un câble entre le microphone et le sonomètre. L'observateur ne doit pas stationner entre le microphone et la source dont on mesure le niveau de puissance acoustique. Le microphone doit répondre aux spécifications applicables pour les appareils de classe 1 selon la norme NF S 31-009.

#### 4.3 Réponse en fréquence de la chaîne de mesure

La réponse en fréquence de la chaîne de mesure, étalonnée pour l'angle d'incidence spécifié par le constructeur, doit se trouver à l'intérieur des tolérances indiquées dans la norme NF S 31-009 pour les appareils de classe 1.

#### 4.4 Calibrage

Au moins avant et après chaque série de mesurages, on doit appliquer au microphone un calibrateur acoustique de précision  $\pm 0,5 \text{ dB}$ , afin de contrôler l'étalonnage de la chaîne de mesure entière. Y compris le câble s'il y a lieu, à une ou plusieurs fréquences. L'une des fréquences de calibrage doit se trouver dans l'intervalle 250 Hz à 1 000 Hz. Le calibrateur doit être contrôlé annuellement pour s'assurer que son niveau de sortie n'a pas varié

## 5 CONDITIONS DE MESURE

### 5.1 Préparation de l'essai

Lors des essais, aucun outillage ne doit être raccordé au motocompresseur. En tous points de mesure, le niveau de bruit d'évacuation et d'échappement d'air des conduits extérieurs du motocompresseur, raccordés à la vanne de sortie d'air de ce dernier, doit être inférieur de plus de 10 dB par rapport au niveau de bruit du motocompresseur.

### 5.2 Fonctionnement de la source pendant les mesures

Le motocompresseur doit être porté à sa température stabilisée dans les limites prévues par le fabricant. Il doit fonctionner à son régime nominal et à sa pression nominale.

Les conditions nominales de régime et de pression sont celles figurant dans la notice technique remise à l'acquéreur.

Dans des conditions de fonctionnement, le débit est à contrôler, conformément à la méthode donnée à l'annexe E de la norme NF ISO 1217.

### 5.3 Site de mesure

L'aire d'essais doit être plane et horizontale. L'aire d'essais, jusqu'à et y compris la projection verticale des emplacements des microphones, se compose d'une surface en béton ou en asphalte non poreux.

Les motocompresseurs sans roues sur bâti-support (skid), doivent être placés sur tréteaux de 0,40 m de hauteur, sauf exigences contraires du fait des conditions d'installations données par le fabricant.

## 6 SURFACE DE MESURE

La surface de mesure est un hémisphère fictif dont le centre est situé au point de projection du centre géométrique du motocompresseur sur le plan réfléchissant.

On doit choisir le rayon de la surface hémisphérique de mesure conformément au tableau 1.

Tableau 1 — Détermination du rayon de l'hémisphère

Plus grande dimension, du motocompresseur D	Rayon de l'hémisphère r
D ≤ 1,5 m	4 m
1,5 m < D ≤ 4 m	10 m
D > 4 m	16 m

## 7 RÉALISATION DES ESSAIS

### 7.1 Environnement d'essai

La présence d'objets de grandes dimensions, tels que bâtiments et machines, sur une distance de trois fois le rayon de l'hémisphère de mesure, doit être évitée.

On doit également éviter que des rafales de vent ne perturbent les mesures. On devrait utiliser un écran antivent si la vitesse du vent dépasse 1 m/s ; dans ce cas, une correction d'étalement peut s'avérer nécessaire. La vitesse du vent ne devrait pas dépasser 8 m/s.

### 7.2 Bruit de fond

Le niveau de pression acoustique du bruit de fond existant lorsque la machine en essai ne fonctionne pas, doit être déterminé aux positions de microphone retenues pour les essais. La durée du mesurage doit être long par rapport aux variations du niveau de pression acoustique du bruit de fond observé pour obtenir une lecture moyenne correcte avec la caractéristique temporelle S du sonomètre. Elle doit être d'au moins 15 s.

En chaque position de microphone, le niveau de pression acoustique du bruit de fond devrait être, de préférence, inférieur de plus de 10 dB au niveau de pression acoustique relevé lorsque le groupe motocompresseur est en fonctionnement. Lorsque la différence est inférieure à 10 dB, des corrections doivent être effectuées, comme indiqué dans le paragraphe 8.1.

Si la différence entre le niveau de pression acoustique mesuré en fonctionnement et le niveau de pression acoustique du bruit de fond est inférieure à 6 dB, on ne peut obtenir de valeur correcte.

### 7.3 Mesurages

#### 7.3.1 Généralités

Les observateurs et l'appareillage de mesure doivent se trouver à au moins 1 m derrière le microphone. On s'assure que le personnel affecté aux essais ne se trouve pas entre la machine et le microphone ou dans l'alignement, pendant les relevés, pour ne pas nuire à la validité des mesures.

#### 7.3.2 Relevés à effectuer

Les niveaux de pression acoustique pondérés A doivent être notés pour chaque position de microphone spécifiée en 7.3.3, la machine en essai fonctionnant comme prescrit au chapitre 5. Le sonomètre doit être réglé sur la caractéristique temporelle S.

#### 7.3.3 Positions de microphone

On doit choisir les positions de microphone n° 2, 4, 6, 8, 10 et 12 de la répartition B pour des surfaces hémisphériques, spécifiées dans la norme NF S 31-061, conformément à la figure 1 et au tableau 2.

L'axe des x du système de coordonnées, par rapport auquel sont fixées les positions de microphone, doit être parallèle à l'axe principal du motocompresseur.

Tableau 2 — Coordonnées des six points de mesure

N°	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	z (m)
2	0,7	0,7	1,5
4	-0,7	0,7	1,5
6	-0,7	-0,7	1,5
8	0,7	-0,7	1,5
10	-0,27	0,65	0,71 r
12	0,27	-0,65	0,71 r

Note : la valeur du rayon de l'hémisphère, r, est spécifiée dans le tableau 1.

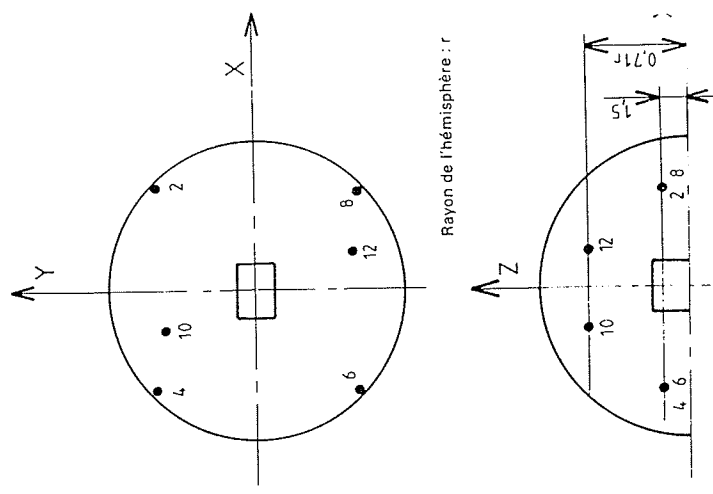


Figure 1 — Positions de microphone sur l'hémisphère

**8.3 Aire de la surface de mesure**

En vue du calcul du niveau de puissance acoustique, l'aire S, exprimée en mètres carrés, de la surface de mesure est donnée par la formule :

$$S = 2\pi r^2$$

où :

r est le rayon, en mètres, de la surface de mesure hémisphérique.

**8.4 Calcul du niveau de puissance acoustique pondéré A**

Le niveau de puissance acoustique pondéré A, exprimé en décibels, de la machine en essai est donné par formule :

$$L_{WP} = \overline{L}_p + 10 \lg \frac{S}{S_0}$$

où :

$\overline{L}_p$  est le niveau de pression acoustique surfacique pondéré A, en décibels, de la machine en essai, calculé conformément au paragraphe 8.2,

S est l'aire de la surface de mesure, en mètres carrés, calculée conformément au paragraphe 8.3,  
 $S_0 = 1 \text{ m}^2$

Les valeurs de  $10 \lg \frac{S}{S_0}$  sont données dans le tableau 4, en fonction du rayon de l'hémisphère.

Tableau 4 — Aire de la surface de mesure, exprimée en décibels par rapport à  $1 \text{ m}^2$

Rayon de l'hémisphère en mètres	$10 \lg \frac{S}{S_0}$ en décibels
4	20
10	28
16	32

**9 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI**

Le procès-verbal d'essai doit contenir au moins les indications suivantes :

- a) référence du présent fascicule de documentation,
- b) description de la machine en essai (comprenant marque, modèle et numéro de série), capacité et principales dimensions, caractéristiques du moteur d'entraînement (marque, type, source d'énergie, régime nominal, puissance), système de compression (alternatif, rotatif ou centrifuge),
- c) conditions de fonctionnement (y compris température ambiante, vitesse du vent et pression d'air à la machine),
- d) débit-volume d'air nominal déterminé selon la méthode décrite dans l'annexe E de la norme NF ISO 12
- e) croquis indiquant l'installation d'essai et l'identification des positions de microphone ; la direction et la distance des grands objets à l'intérieur de la zone d'essai doivent être indiquées.

**7.3.4 Technique de mesurage**

Lorsque les fluctuations du dispositif indicateur du sonomètre ne dépassent pas 5 dB, le bruit est jugé stable et l'on évalue, en chaque position de mesure, la moyenne des niveaux maximal et minimal relevés sur au moins cinq observations espacées régulièrement dans le temps ; on peut également utiliser un sonomètre intégrateur. Si les fluctuations de l'appareil dépassent 5 dB durant l'intervalle d'observation, il est nécessaire d'utiliser un sonomètre intégrateur (voir la note 2 du paragraphe 4.1) pour déterminer le niveau de la moyenne quadratique temporelle de la pression acoustique.

Note : si le bruit émis par la machine en essai contient des composantes à fréquences discrètes fortement audibles, des erreurs dans les résultats du mesurage peuvent en résulter. Dans le cas où ces composantes discrètes sont en haute fréquence, les erreurs peuvent être réduites en levant et descendant lentement le sonomètre de  $\pm 0,3 \text{ m}$  par rapport à chacune de ses positions initiales. Pendant le mouvement, on doit prendre des précautions afin d'éviter l'apparition de bruits d'origine mécanique ou aérodynamique qui pourraient influencer les mesures. Si l'on utilise cette technique, cela doit être indiqué dans le procès-verbal d'essai.

**8 CALCUL DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE**

**8.1 Application des corrections**

Les lectures doivent être corrigées à cause de l'influence du bruit de fond, conformément aux indications du tableau 3.

Tableau 3 — Corrections à appliquer en fonction du bruit de fond

Différence entre le niveau de pression acoustique mesuré avec la source de bruit en fonctionnement et le niveau de pression acoustique dû au bruit de fond seul (dB)	Correction à soustraire du niveau de pression acoustique mesuré avec la source de bruit en fonctionnement pour obtenir le niveau de pression acoustique dû à la source de bruit seule (dB)
6 à 8	1,0
9 à 10	0,5
supérieure à 10	0

**8.2 Calcul du niveau de pression acoustique surfacique pondéré A**

Le niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,  $\overline{L}_p$ , en décibels, doit être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\overline{L}_p = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 100,1 L_i \right] - K$$

où :

- $L_i$  est le niveau de pression acoustique pondéré A, en décibels, à la  $i^{\text{ème}}$  position de microphone, corrigé conformément au paragraphe 8.1,
- N est le nombre des positions de microphone sur la surface de mesure (N = 6),
- K est la correction d'environnement, en décibels, déterminé par l'une des méthodes spécifiées dans l'annexe A de la norme NF S 31-061. Pour les environnements d'essai remplissant les conditions du paragraphe 7.1, K = 0.

Note : un contrôle visuel dans une zone circulaire d'un rayon égal à trois fois celui de l'hémisphère de mesure et dont le centre coïncide avec celui de cet hémisphère, est suffisant pour s'assurer de l'absence d'objets réfléchissants de grandes dimensions.



- f) marque, modèle et numéro de série de l'appareillage acoustique utilisé, y compris tout dispositif utilisé pour protéger le microphone contre l'effet du vent, et la méthode de calibrage.
- g) niveau de pression acoustique pondéré A du bruit de fond, en décibels, aux positions de microphone utilisées pour les essais ; la correction éventuelle correspondante doit être notée,
- h) niveau de pression acoustique pondéré A à chaque position de microphone (après corrections éventuelles dues aux niveaux du bruit de fond et à l'écran antivent),
- j) correction d'environnement éventuelle, K,
- k) niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,  $\bar{L}_p$ ,
- m) aire de la surface de mesure, en mètres carrés,
- n) niveau de puissance acoustique pondéré A,  $L_w$ .

Un modèle recommandé de procès-verbal d'essai est donné dans l'annexe A.

## 10 BIBLIOGRAPHIE

NF S 31-075 Acoustique — Étiquetage du bruit des équipements et des machines.

NF S 31-076 Acoustique — Bruit émis par les machines et équipements — Méthodes statistiques pour le contrôle des valeurs spécifiées d'émission acoustique.

## ANNEXE A

(ne fait pas partie intégrante du fascicule de documentation)

### MODÈLE DE PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

L'essai de bruit suivant a été effectué conformément au fascicule de documentation S 31-020.

#### 1 Caractéristiques générales du groupe motocompresseur

- 1.1 Nom et adresse du constructeur .....
- 1.2 Nom et adresse du mandataire éventuel du constructeur .....
- 1.3 Marque (raison sociale) .....
- 1.4 Dénomination commerciale .....
- 1.5 Type .....
- 1.6 Système de compression : alternatif, rotatif ou centrifuge (1) .....
- 1.7 Dimensions du motocompresseur :
- Longueur : .....
- Largueur : .....
- Hauteur : .....
- Masse : .....

#### 2 Conditions de fonctionnement

- 2.1 Fonctionnement du moteur d'entraînement
- 2.1.1 Marque et type : .....
- 2.1.2 Énergie utilisée : essence, gazole, électricité, gaz (1) .....
- 2.1.3 Régime nominal : ..... tr/
- 2.1.4 Puissance du moteur : ..... kW (ISO 1)
- 2.2 Fonctionnement du compresseur
- 2.2.1 Marque et type : .....
- 2.2.2 Régime nominal à pleine charge : ..... tr/
- 2.2.3 Pression nominale de refoulement : .....
- 2.2.4 Débit nominal, dans les conditions de régime et de pression ci-dessus, mesuré suivant la méthode prescrite en annexe E de la norme NF ISO 1217 ..... m<sup>3</sup>/
- 2.2.5 Joindre la notice descriptive commerciale

#### 3 Conditions d'essais

- Pression barométrique : .....
- Température ambiante : .....
- Type et dimensions du plan réfléchissant : .....
- Rayon de l'hémisphère : .....
- Remarques : .....

(1) Rayer les mentions inutiles.

## 4 Instruments

Microphone : .....  
 Sonomètre : .....  
 Analyseur de bande d'octave : .....  
 Calibreur : .....  
 Autre, par exemple écran antivent ou enregistreur : .....

N° de série : .....  
 N° de série : .....  
 N° de série : .....  
 N° de série : .....

## 5 Disposition d'essai

Croquis indiquant les positions de microphone, l'orientation du compresseur, la direction de décharge, la direction et la distance de grands objets dans la zone d'essai.

## 6 Données acoustiques

Aire S de la surface de mesure ..... m<sup>2</sup>  
 Niveau de pression acoustique pondéré A du bruit de fond ..... dB  
 relevé à la position de microphone n° .....

Indice de directivité éventuel et numéro de la position de microphone où est relevé le niveau de pression acoustique pondéré A maximal : .....

Nature du bruit : .....  
 (composantes discrètes audibles, caractère impulsionnel, caractéristiques temporelles, etc.)

Résultats des essais (selon tableau 5) .....

Date et heure des mesurages .....

Tableau 5 — Niveaux de pression acoustique et niveau de puissance acoustique

	Position de microphone n°	Niveaux de pression acoustique pondérés A
Lectures des microphones, corrigées pour le bruit de fond et pour l'écran antivent, le cas échéant	2	
	4	
	6	
	8	
	10	
	12	
Valeur moyenne quadratique		
Niveau de pression acoustique surfacique		
Surface de mesure, exprimée comme 10 lg (S/S <sub>0</sub> )		
Niveau de puissance acoustique pondéré A		

Note : les valeurs figurant entre parenthèses correspondent aux lectures ayant exigé une correction pour le bruit de fond.

FRANÇAISE BROCHURE	ACOUSTIQUE VÉRIFICATION DE LA QUALITÉ ACOUSTIQUE DES BÂTIMENTS	NF S 31-057 Octobre 1982
-----------------------	--	--------------------------------

## AVANT-PROPOS

La présente norme décrit les méthodes de vérification in situ de la qualité d'isolation acoustique de tout bâtiment. Ces méthodes doivent notamment être suivies pour le contrôle du respect de la réglementation acoustique des bâtiments d'habitation.

## SOMMAIRE

1	Objet et domaine d'application .....	2
2	Références .....	2
3	Définitions .....	2
4	Principes généraux .....	4
5	Principes généraux de mesurage .....	5
6	Mesurage de l'isolement au bruit aérien entre locaux .....	7
7	Mesurage de l'isolement vis-à-vis du bruit de l'espace extérieur .....	11
8	Mesurage du niveau du bruit de choc .....	13
9	Mesurage du niveau du bruit des équipements .....	14
10	Mesurage de la durée de réverbération d'un local .....	15
11	Procès-verbal d'essai .....	16
	Annexe — Méthode de calcul des indices normalisés exprimés en dB(A) de la qualité acoustique des bâtiments .....	17

Homologuée par arrêté  
du 1982-09-29  
(J.O. 1982-10-19)  
effet le 1982-10-29

© afnor 1982  
Droits de reproduction  
et de traduction réservés  
pour tous pays

J. BRARD - Esches 60110 Méru NF S 31-057 1<sup>er</sup> tirage 82-10

Acoustics — Verification of the acoustic quality of buildings  
Akustik — Nachweis der akustischen Güte von Gebäuden

# norme française

## NFS 31-089

Juillet 1990

Acoustique

### Code d'essai pour la détermination de caractéristiques acoustiques d'écrans installés en champ libre

E : Acoustics — Test code for the determination of acoustical characteristics of sound barriers installed in a free field  
D : Akustik — Versuchscode für die Bestimmung der akustischen Charakteristiken von Schallwänden, die im Freifeld gebaut worden sind

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 juin 1990 pour prendre effet le 20 juillet 1990.

Remplace la norme expérimentale de même indice de mai 1986.

**correspondance** À sa date de publication, il n'y a pas de normes ni de travaux internationaux en cours sur le même sujet.

**analyse** La présente norme décrit une méthode de détermination des pertes d'énergie acoustique en réflexion et en transmission des écrans installés en champ libre. Elle est utilisable in situ et est destinée au contrôle de caractéristiques acoustiques d'écrans installés, par exemple, en bordure d'une infrastructure routière ou ferroviaire, ainsi qu'à la qualification des modules constituant ces écrans.

**descripteurs** **Thésaurus International Technique** : acoustique, écran acoustique, code d'essai, essai in situ, mesurage acoustique, pertes, réflexion, transmission.

**modifications** Révision complète de la norme expérimentale publiée en 1986.

**corrections**

éditée et diffusée par l'association française de normalisation (afnor), tour europe certex 7 92049 Paris la défense ... tel. : (1) 42 91 55 55  
afnor 1990

afnor 1990

1<sup>er</sup> tirage 90-07

Membres de la commission de normalisation  
chargée de l'élaboration du présent document

Président : M BAR

Secrétaire : M LAFONT — AFNOR

M	ABRAMOVITCH	
M	BAR	CETUR
M	BEAUMONT	CETE DE L'EST
M	BENOIST	EUROPE ETUDES GECTISA
M	BERENGIER	LABO CENTRAL PONTS ET CHAUSSEES
M	CARLES	CNAM
MME	CROCOMBETTE	CETUR
M	CRUBILLE	ISOVER SAINT GOBAIN
M	DELANNE	LABO CENTRAL PONTS ET CHAUSSEES
M	DEMIZIEUX	CETE DE L'EST
M	DUPONT	ROCKWOOL ISOLATION
M	DURANG	LABO REGIONAL DE L'EST PARISIEN
M	GABILLET	CSTB
M	GIROT	CETE NORMANDIE CENTRE
M	JACQUES	INRS
M	LAMBERT	LNE
M	LARAVOIRE	MIN DE L'EQUIPEMENT, LOGEMENT, TRANSPORTS
M	LEMAIRE	SYSASA
M	LUCQUIAUD	UTAC
M	MAUCLAIRE	SNCF
M	MOTTARD	MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
M	NADEAU	CSTB
Mlle	ODENT	LABO REGIONAL DE L'EST PARISIEN
M	PACHIAUDI	INRETS
M	REFELD	SAINT GOBAIN RECHERCHE
M	RUMEAU	LABO CENTRAL PREFECTURE DE POLICE
M	SABATON	EDF
M	SAUVAGE	CEBTP
M	SCHMELZ	MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
M	WILD	BRUEL & KJAER FRANCE

SOMMAIRE

0	INTRODUCTION .....	Page	4
1	OBJET .....		4
2	DOMAINE D'APPLICATION .....		4
3	RÉFÉRENCES .....		5
4	DÉFINITIONS .....		6
5	PRINCIPES GÉNÉRAUX DE MESURAGE .....		10
6	DÉTERMINATION DE LA PERTE LOCALE D'ÉNERGIE ACOUSTIQUE EN REFLEXION : TL <sub>R</sub> .....		12
7	DÉTERMINATION DE LA PERTE LOCALE D'ÉNERGIE ACOUSTIQUE EN TRANSMISSION : TL <sub>T</sub> .....		14
8	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS .....		16
9	PROCÈS-VERBAL D'ESSAI .....		16
10	BIBLIOGRAPHIE .....		17
	ANNEXE A .....		18
	ANNEXE B .....		23
	ANNEXE C .....		25
	ANNEXE D .....		26

## 0 INTRODUCTION

La présente norme décrit une méthode de mesure de caractéristiques acoustiques intrinsèques d'écrans installés en champ acoustique libre.

Elle est basée sur l'utilisation d'un signal acoustique transitoire et nécessite, de ce fait, pour l'analyse des résultats, l'emploi de techniques de transformation de représentations du signal du domaine temps au domaine fréquence. L'analyseur employé pourra être assisté de tout moyen annexe d'exploitation des résultats (par exemple : analyseur numérique assisté d'un ordinateur).

La mise en œuvre sur le terrain ne nécessite, qu'une instrumentation légère ce qui la rend d'une utilisation rapide.

Outre ce fait, elle présente les avantages majeurs suivants :

- 1 — Elle est utilisée ici pour évaluer les quantités d'énergie acoustique passant par les chemins suivants : transmission, réflexion.
- 2 — Les résultats d'un mesurage concernent essentiellement le rayonnement d'une fraction réduite de la surface (de la paroi (environ 2 m<sup>2</sup>), ce qui permet de contrôler l'homogénéité de la construction et certaines caractéristiques acoustiques de l'écran.
- 3 — Elle est utilisable à la fois pour tester les caractéristiques des modules de l'écran avant réalisation et pour effectuer des contrôles in situ de l'écran en place. Elle est, de ce fait, bien adaptée aux écrans acoustiques construits en milieu extérieur, tels que ceux placés en bordure des voies de circulation.

## 1 OBJET

La présente norme décrit une méthode de mesure permettant la détermination de caractéristiques acoustiques intrinsèques d'un écran, installé dans un champ acoustique libre. Ces caractéristiques sont les pertes d'énergie acoustique en réflexion et en transmission.

Elle peut permettre, en outre, de rechercher et d'identifier l'origine des principales variations des caractéristiques acoustiques de l'écran en essai (fuite, par exemple).

## 2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme est destinée à l'évaluation des propriétés précitées en matière de réflexion et de transmission des parois utilisées comme écran acoustique en milieu extérieur ou en champ acoustique considéré comme libre.

Note : la méthode de mesure peut être applicable à des écrans acoustiques ne répondant pas en tout point au domaine de validité de la norme (écrans de dimensions inférieures ; irrégularités de surface plus importantes ; fenêtres d'analyse différentes, etc.).

Dans le cas où des tests sont effectués sur de tels écrans ou dans de telles conditions, le compte rendu de mesure doit clairement porter la mention «dérage au domaine de validité de la norme NF S 31-089».

## 2.1 Environnement de l'échantillon testé

L'objet testé doit être impérativement implanté en milieu extérieur ou dans un champ acoustique pouvant être considéré comme libre, au sens de la définition du paragraphe 4.1.4 de la présente norme.

## 2.2 Géométrie de l'échantillon

### 2.2.1 Dimensions minimales

Le respect du domaine de validité de la norme impose, du fait de la nécessité de séparation temporelle des signaux, que les dimensions minimales des échantillons testés soient de 3 m de hauteur et :

- de 4 m de largeur dans le cas d'un test en réflexion ;
- de 3 m de largeur dans le cas d'un test en transmission. Pour ce dernier type de test, on admet que la structure testée ne possède qu'une largeur de 2 m si l'ensemble l'accueillant fait au moins 3 m de large.

### 2.2.2 Irrégularités de surface

Pour le mesurage de la perturbation locale d'énergie acoustique en réflexion :

- si la surface testée de l'écran en essai présente à l'intérieur de sa surface active des discontinuités de profondeur  $c$ , la bande de fréquences d'analyse est limitée supérieurement à la fréquence  $f_{max}$  telle que :

$$f_{max} = \frac{c}{4e}$$

où :

- $c$  est la célérité du son dans l'air, soit 340 m/s environ, dans les conditions normales de température et de pression.

- si la surface testée (hors poteaux de maintien et jonction des modules) est composée de plusieurs éléments de nature différente et si une des dimensions de la surface d'un des éléments n'est pas inscrite dans un cercle de diamètre 0,2 m, il est nécessaire de calculer une valeur moyenne à partir de plusieurs mesurages effectués en des points situés à proximité les uns des autres (voir figure 1). On entend par valeur moyenne, la moyenne quadratique par tiers d'octaves des modules des facteurs de réflexion pour l'ensemble des séries de mesures. On entend par éléments de nature différente, des éléments constitués de matériaux différents ou d'un même matériau de relief différent.

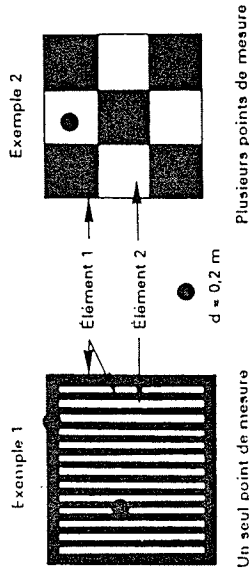


Figure 1 — Écrans composites

## 3 RÉFÉRENCES

- NF C 97-010 Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.
- NF S 30-103 Vocabulaire de l'acoustique — Appareillage acoustique.
- NF S 31-009 Sonomètres — Règles.
- NF S 31-109 Sonomètres intégrateurs.
- NF X 06-902 Vocabulaire des signaux aléatoires — Statistique.

## 4 DÉFINITIONS

Dans le cadre de la présente norme, les définitions suivantes sont applicables.

### 4.1 Définitions générales

#### 4.1.1 Écran acoustique

Paroi, non jointive sur au moins une de ses dimensions, s'interposant à la propagation du son.

Des écrans acoustiques sont notamment implantés en bordure des voies de circulation routière ou ferroviaire et en milieu industriel entre postes de travail ou entre une source de bruit et des postes de travail.

#### 4.1.2 Parement

Revêtement venant recouvrir toute ou partie d'une paroi et comprenant un ou plusieurs matériaux, avec son système de fixation.

#### 4.1.3 Module

C'est la plus petite partie de l'écran (exemples : caisson métallique ; panneau de bois ; revêtement entre profilés éventuellement constitué de plusieurs éléments).

#### 4.1.4 Bruit de fond

Tout bruit qui est relevé aux emplacements de mesurage autre que celui produit par la source de bruit utilisée pour les essais.

#### 4.1.5 Champ libre

Le champ acoustique est considéré comme libre si l'on peut s'affranchir des réflexions produites par des obstacles situés à proximité immédiate de l'écran ou du parement dans les conditions d'utilisation du présent code d'essai.

Par exemple, la configuration suivante :

Pas d'obstacle dans le périmètre défini par les minima suivants :

- 3 m de la face avant,
- 2 m de la face arrière,
- 1 m de la périphérie.

permet, pour un écran, le respect de cette condition.

## 4.2 Définitions relatives au principe de la méthode

### 4.2.1 Signal transitoire

Voir définition dans la norme NF X 06-902.

Signal nul en dehors d'un certain intervalle.

La fonction qui le décrit est bornée et à support borné.

### 4.2.2 Transformation de Fourier

Opération intégrale sur un domaine infini qui permet de relier les présentations temporelle et fréquentielle d'un signal. Elle s'exprime par la relation :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot e^{-2i\pi vt} dt \stackrel{\text{T.F.}}{=} \int_{-\infty}^{+\infty} F(v) \cdot e^{2i\pi vt} dv$$

où :

t désigne le temps,

v désigne la fréquence.

Note : par convention d'écriture, les fonctions sont désignées par des lettres minuscules dans le domaine temporel et leurs transformées de Fourier dans le domaine fréquentiel sont symbolisées par la même lettre écrite en majuscule.

### 4.2.3 Autospectre

Quantité réelle et positive, notée  $S_{xx}(v)$ , définie à partir de la transformée de Fourier du signal temporel  $x(t)$  par :

$$S_{xx}(v) = X(v) \cdot X^*(v) = |X(v)|^2$$

avec :

T.F.

$$x(t) \stackrel{\text{T.F.}}{=} X(v)$$

$X^*(v)$  est le nombre conjugué complexe de  $X(v)$ .

### 4.2.4 Filtrage

Opération appliquée à un signal et dont le résultat est une pondération :

- soit de la durée du signal, la pondération est alors fonction de l'instant ; le filtrage est dit « temporel »,
- soit une fonction spectrale du signal, la pondération est alors fonction de la fréquence ; le filtrage est dit « fréquentiel ».

### 4.2.5 Divergence sphérique et rotation géométrique

Au cours de son trajet dans l'air, l'onde acoustique traverse un filtre dont le module de la fonction de transfert est appelé la divergence sphérique et dont la phase est appelée la rotation géométrique.

Si on néglige l'absorption du son dans l'air (cas des petites distances de propagation), le module est indépendant de la fréquence tandis que la phase ne l'est pas.

Dans le cas de la réflexion d'une onde sur un plan (voir figure 2), on définit pour l'onde réfléchie au point  $M_1$  un facteur de correction de divergence sphérique,  $K_v$ , dont :

- le module (divergence sphérique) est :

$$K_v = \frac{SM_1'}{SM_1} = \sqrt{\frac{d'^2 + (H+h)^2}{d^2 + (H-h)^2}}$$

- la phase (rotation géométrique) est :

$$\Phi_r(v) = -\frac{2\pi v}{c} (SM_1' - SM_1)$$

- S : Source
- M<sub>1</sub> : Récepteur
- M<sub>1</sub>' : Récepteur image
- θ : Angle d'incidence

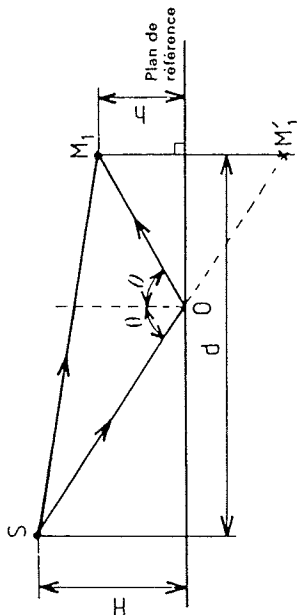


Figure 2 — Réflexion d'une onde acoustique sur un plan réfléchissant

Dans le cas de la transmission d'une onde à travers un plan (voir figure 3), on définit pour l'onde transmise au point M<sub>2</sub> un facteur de correction de divergence sphérique, K<sub>1</sub>, dont :

— le module (divergence sphérique) est :

$$K_1 = \frac{SM_2}{SM_1}$$

— la phase (rotation géométrique) est :

$$\phi_1(v) = -\frac{2\pi v}{c} (SM_2 - SM_1)$$

Note : les formules ci-dessus sont basées sur l'hypothèse que l'onde transmise à travers le plan est une onde sphérique de même centre que l'onde incidente.

- S : Source
- M<sub>1</sub> : Récepteur onde incidente
- M<sub>2</sub> : Récepteur onde transmise

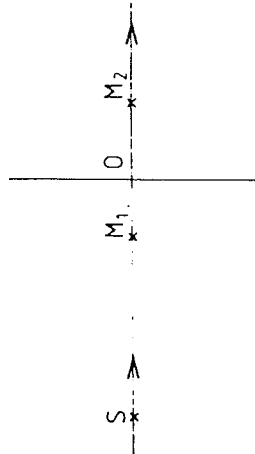


Figure 3 — Transmission d'une onde acoustique à travers un plan

### 4.3 Définitions relatives à la perte locale d'énergie acoustique en réflexion

#### 4.3.1 Facteur de réflexion : r

Rapport complexe de la pression acoustique de l'onde réfléchie à la pression acoustique de l'onde incidente, au point de réflexion.

#### 4.3.2 Perte locale d'énergie acoustique en réflexion : TL<sub>R</sub>

Perte locale de niveau de pression acoustique efficace en réflexion pour une direction particulière, mesurée conformément aux spécifications de la présente norme.

Elle est exprimée en décibels et est calculée par la formule :

$$TL_R = 10 \lg \frac{1}{|r|^2}$$

#### 4.3.3 Angle d'incidence

Angle formé par la droite qui joint la source S au point récepteur image M<sub>1</sub>' avec la normale élevée au point d'intersection entre le plan réfléchissant et cette droite (voir figure 2).

#### 4.3.4 Surface active

Surface contenue dans le plan de réflexion qui contribue, pour un signal incident donné, à la formation du signal réfléchi.

Notes 1 : dans le cas d'une incidence normale, la surface active est limitée par un cercle, centré sur le point d'incidence, de rayon r<sub>m</sub> donné par la relation :

$$r_m = \frac{1}{H + h + cT} \sqrt{\left(H + h + \frac{cT}{2}\right) \left(H + \frac{cT}{2}\right) (2h + cT) cT}$$

où :

- H est la distance source-plan réfléchissant, en mètres,
- h est la distance récepteur-plan réfléchissant, en mètres,
- c est la célérité du son dans l'air, en mètres par seconde,
- T est la largeur de la fenêtre d'analyse, en secondes.

2 : dans le cas d'une incidence oblique, la surface active est la figure géométrique déterminée par l'intersection du plan de réflexion et de l'ellipsoïde de révolution dont les foyers sont la source S et le récepteur M et de grand axe :

$$a = cT + \sqrt{(H + h)^2 + d^2}$$

(voir figure 2)

où :

d est la distance source-récepteur projetée sur le plan réfléchissant, en mètres.

#### 4.4 Définitions relatives à la perte locale d'énergie acoustique en transmission

##### 4.4.1 Facteur de transmission $\tau$

Rapport des carrés des modules de la pression acoustique de l'onde transmise et de la pression acoustique de l'onde incidente.

##### 4.4.2 Perte locale d'énergie acoustique en transmission : $TL_T$

Perte locale de niveau de pression acoustique efficace en transmission pour une direction particulière, mesurée conformément aux spécifications de la présente norme.

Elle est exprimée en décibels, et est calculée à partir du facteur de transmission,  $\tau$ , par la formule :

$$TL_T = 10 \lg \tau$$

## 5 PRINCIPES GÉNÉRAUX DE MESURAGE

### 5.1 Limites de validité en fréquence de la méthode

Les limites de validité en fréquence de la méthode sont :

- pour la fréquence inférieure le tiers d'octave 200 Hz ;
- pour la fréquence supérieure soit le tiers d'octave 5 000 Hz, soit la fréquence :  $f_{max} = c/4c$ ,

Dans ces limites, le domaine de fréquences représentatif est réduit aux bandes de fréquences dans lesquelles le rapport signal/bruit en réception est d'au moins 10 dB, en intégrant les effets météo.

Toute mesure faite en dehors de ces limites est hors domaine d'application du présent code d'essai.

### 5.2 Source de bruit impulsive

La source de bruit impulsive utilisée doit être telle que le niveau de pression acoustique crête mesuré en champ libre à 1 m de la source soit inférieur à 160 dB, pour rester dans les conditions linéaires de propagation, et être omnidirectionnelle (à  $\pm 1$  dB près) à l'intérieur du domaine de fréquences représentatif, au moins en ce qui concerne tous les points de la surface active (voir 4.3.4).

De plus, pour pouvoir utiliser la source dans tous les cas, il est recommandé que la source ait les caractéristiques en champ libre suivantes :

- durée de l'impulsion voisine de 1 ms afin d'obtenir un spectre d'énergie suffisant dans la bande de fréquences à analyser ;
- signature telle que la pente du spectre d'énergie ne soit pas supérieure à 6 dB par octave.

Une telle source peut être obtenue à partir d'un revolver ou d'un pistolet d'alarme muni, le cas échéant, d'un filtre adéquat et positionné de façon que ni l'extrémité du canon ni l'éjection ne soient orientées vers la surface active.

### 5.3 Appareillage de mesure

La chaîne de mesure utilisée (microphone, enregistreur, analyseur) doit avoir des caractéristiques électro-acoustiques compatibles avec les spécifications des sonomètres de classe 1, selon la norme NF S 31-009, et de catégorie P, selon la norme NF S 31-109.

La mémorisation du signal à analyser s'effectue soit directement dans une mémoire numérique soit sur un support magnétique, ou tout autre moyen compte tenu de l'état des techniques de mémorisation.

Si l'on enregistre les signaux en vue d'un décodage ultérieur en laboratoire, il faut s'assurer que le transfert d'enregistrement (lecture est plat à  $\pm 1$  dB, dans le domaine de fréquences représentatif. De plus, en raison de l'utilisation de signaux transitoires, il faut veiller à ce que l'enregistrement du signal utile ne soit pas saturé par la crête de bruit. En conséquence, l'enregistreur doit être équipé d'un indicateur de crête.

Si l'on considère la chaîne d'acquisition, partant du capteur et se terminant par un système de mémorisation de type analogique ou numérique, sa dynamique est définie par la différence entre le niveau maximal du signal et son niveau minimal que peut accepter instantanément la chaîne ou les éléments considérés.

Le rapport signal/bruit représente alors la différence entre le signal utile nominal et le bruit de fond d'origine acoustique au moment de la capture du phénomène utile, d'autres phénomènes acoustiques parasites peuvent intervenir : électronique (bruit rapporté par l'instrumentation), magnétique (si une mémorisation du signal est effectuée par un enregistreur magnétique analogique ou numérique).

On signale que la méthode est utilisée dans de bonnes conditions avec une dynamique de 70 dB.

Notes 1 : en cas de manque de dynamique de la chaîne d'acquisition (enregistrement analogique par exemple) pour des mesures de transmission une technique utilisable sera d'augmenter le gain même si d'éventuels signaux en dehors de la fenêtre d'analyse deviennent saturés (signal diffracté en particulier).

- 2 : si le signal présente des composantes importantes en basse fréquence, il est recommandé d'utiliser un enregistreur à modulation de fréquence.

### 5.4 Calibrage

Au moins avant et après chaque série de mesurages, un calibre acoustique de précision  $\pm 0,5$  dB doit être appliqué aux microphones pour calibrer la chaîne de mesure complète, y compris les câbles et l'enregistreur magnétique éventuellement utilisés, à une ou plusieurs fréquences. Une de ces fréquences doit être comprise entre 250 Hz et 1 000 Hz.

Si l'écart entre ces deux calibrages est supérieur ou égal à 0,5 dB, la série d'essais doit être considérée comme sans valeur.

Le calibre acoustique doit être vérifié au moins annuellement pour s'assurer que son niveau de sortie n'a pas varié.

L'étalonnage complet de la chaîne de mesure doit également être effectué périodiquement.

### 5.5 Séparation temporelle des signaux

Avant chaque série de mesure, on doit s'assurer que les signaux sont séparables temporellement entre eux et qu'ils ne sont pas perturbés par des échos parasites (échos renvoyés par le sol, par les supports de microphones, par les opérateurs, par des obstacles,...).

En particulier aucun de ces signaux parasites ne doit être susceptible d'apparaître dans la fenêtre spécifiée au 5.5.2.

#### 5.5.1 Nature de la fenêtre d'analyse

Pour l'analyse, le filtrage temporel doit être réalisé par des fenêtres temporelles rectangulaires dont la largeur doit être ajustée de façon à prendre en compte la totalité du signal transitoire à analyser, en isolant des autres signaux « parasites » reçus par le microphone. On doit également tenir compte du fait que la résolution fréquentielle de l'analyse est égale à l'inverse de la largeur de la fenêtre temporelle utilisée.

#### 5.5.2 Longueur des fenêtres d'analyse

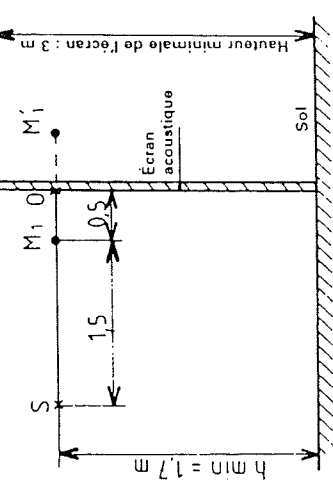
Pour la mesure de la pente locale d'énergie acoustique en réflexion, on utilisera la même longueur de fenêtre pour l'analyse des signaux incidents et réfléchis.

La configuration géométrique de mesure fixée dans la norme, correspond à une fenêtre d'analyse d'une longueur totale de 2,9 ms environ dans le cas de l'incidence normale et de 2,3 ms environ dans le cas de l'incidence oblique.



**6.1.1 Mesurage en incidence normale**

La disposition de mesurage pour la détermination de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion en incidence normale est décrite à la figure 4.



- Dimensions en mètres  
 S : Source  
 M<sub>1</sub> : Microphone de réception  
 M<sub>1</sub>' : Récepteur image

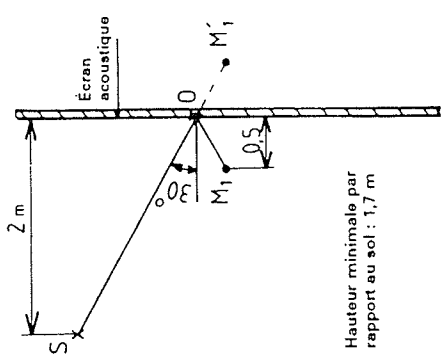
Figure 4 — Disposition de mesurage pour la détermination de TL<sub>R</sub> en incidence normale (vue en coupe)

La surface active est, dans ce cas, un cercle centré sur O et de rayon d'environ 1,1 m, pour un signal réfléchi de durée T = 3 ms.

**6.1.2 Mesurage en incidence oblique**

La détermination de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion en incidence oblique doit être effectuée avec l'angle d'incidence  $\theta = 30^\circ$ .

La disposition de mesurage correspondant à cet angle d'incidence est décrite à la figure 5. Le sens de cette mesure (direction source-microphone) sera le même que le sens de la circulation sur la voie la plus proche.



- Dimensions en mètres  
 S : Source  
 M<sub>1</sub> : Microphone de réception  
 M<sub>1</sub>' : Récepteur image

Figure 5 — Disposition de mesurage pour la détermination de TL<sub>R</sub> en incidence oblique (30°) (vue de dessus)

L'intersection de la surface active avec le plan de la figure 5 est, pour un signal réfléchi de durée T = 2,3 ms, un segment de droite de longueur 2 m environ et dont l'une des extrémités coïncide approximativement avec la projection de la source S sur l'écran en essai.

Pour la mesure de la perte locale d'énergie acoustique en transmission, les analyses des signaux incidents et transmis devront également être faits avec la même longueur de fenêtre. Cette longueur de fenêtre est fixée d'après les exigences de séparation du signal le plus contraignant et doit ensuite être reportée sur l'autre signal. A la configuration de mesure fixée dans la norme correspond une longueur de fenêtre de l'ordre de 3 ms.

Dans tous les cas les longueurs de fenêtres choisies doivent figurer dans le procès-verbal de l'essai. Si elles diffèrent de plus de 0,2 ms des valeurs citées précédemment, le compte rendu de mesure doit porter clairement la mention «hors domaine de validité de la norme NF S 31-089».

Dans le domaine de validité de la norme les longueurs de fenêtres seront choisies sur les intervalles ci-dessus définis, et en respectant si possible le critère de passage à zéro pour chaque signal.

**5.6 Nombre de mesurages**

Afin d'obtenir des résultats significatifs et indépendants de la reproductibilité de la source, il est nécessaire d'enregistrer pour chaque essai de réflexion ou de transmission, une série d'une dizaine d'impulsions.

Dans le cas d'écrans composites (voir 2.2.2) on procédera à trois séries de tirs au moins.

**5.7 Expression des résultats**

Les résultats doivent être exprimés par bande de fréquences de tiers d'octave et d'octave, et en valeurs globales pondérées A vis-à-vis des spectres de référence rose et route (définis aux annexes A.7 et A.8) si le domaine de validité fréquentiel le permet.

Les bandes de fréquences de tiers d'octave sont le résultat d'une recombinaison faite à partir d'analyse en bande étroite (voir annexes A.1 et A.3).

Les logiciels de synthèse tiers d'octave doivent être testés selon la procédure décrite dans l'annexe A.2.

Les résultats en bandes d'octave sont déduits des valeurs par tiers d'octave (voir annexe A.4).

Les valeurs globales pondérées A seront calculées comme l'indique l'annexe A.5.

L'annexe C présente un organigramme de calcul de TL<sub>R</sub> et TL<sub>T</sub>.

Note : les bandes de fréquences (octave et tiers d'octave) seront conformes à la norme NF C 97-010.

**6 DÉTERMINATION DE LA PERTE LOCALE D'ÉNERGIE ACOUSTIQUE EN REFLEXION : TL<sub>R</sub>**

**6.1 Positionnement du matériel**

La détermination de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion doit être réalisée par mesurages en incidence normale (voir 6.1.1) et en incidence oblique (voir 6.1.2).

Les mesures sont effectuées dans les deux cas à l'aide d'un seul microphone de réception M<sub>1</sub>, placé près de l'écran acoustique en essai, qui reçoit successivement l'onde incidente et l'onde réfléchie.

Plan de référence : dans le cas de la réflexion d'une onde sur un plan (voir 4.2.5, figure 2), le calcul de la divergence géométrique dépend de la position du plan de référence par rapport à la source S. Celui-ci est défini comme le plan tangent à l'élément le plus saillant du module testé (à l'exclusion des poteaux ou éléments de support).

Dans chaque configuration le positionnement de la source et du microphone doivent être tels que :

- la surface active (voir 4.3.4), pour l'onde incidente considérée soit totalement incluse dans l'écran en essai,
- les spécifications du paragraphe 5.5 concernant la séparation temporelle des signaux incident et réfléchis échos parasites, soient respectés.

La source S et les microphones M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> doivent être situés sur un même axe. Les distances respectives entre la source et le microphone M<sub>1</sub> ainsi qu'entre M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> et l'écran acoustique en essai doivent être telles que :

- les spécifications de séparation temporelle des signaux données en 5.5 soient respectées, notamment en ce qui concerne la séparation temporelle du signal incident et du signal réfléchi par l'écran acoustique en M<sub>1</sub>, ainsi qu'entre le signal transmis et le signal diffracté par la bordure la plus proche de l'écran en M<sub>2</sub> ;
- le rapport signal/bruit de fond soit supérieur à au moins 10 dB au niveau du microphone M<sub>2</sub> (voir 5.1).

**7.1.2 Mesurage en incidence normale**

La disposition de mesurage pour la détermination de la perte locale d'énergie acoustique en incidence normale est décrite à la figure 6.

Dimensions en mètres

- S : Source
- M<sub>1</sub> : Microphone de réception du signal incident
- M<sub>2</sub> : Microphone de réception du signal transmis

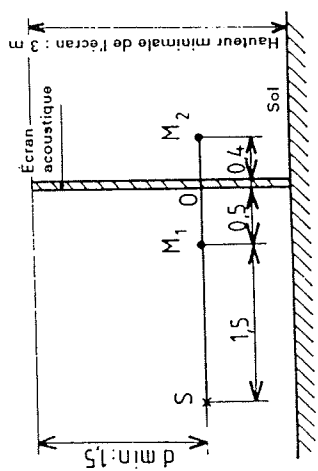


Figure 6 — Disposition de mesurage pour la détermination de TL<sub>T</sub> en incidence normale (vue en coupe)

Les exigences données en 7.1.1 conduisent à imposer une distance minimum de 1,5 m entre d'une part la droite reliant la source aux deux microphones et d'autre part le sommet de l'écran ou les bords latéraux.

**7.2 Calcul de la perte locale d'énergie acoustique en transmission : TL<sub>T</sub>**

Pour chaque mesurage, les signaux transitoires de l'onde incidente, p<sub>i</sub>(t), provenant du microphone M<sub>1</sub>, et de l'onde transmise, p<sub>t</sub>(t), provenant du microphone M<sub>2</sub>, doivent être isolés sur un analyseur de signaux transitoires au moyen de fenêtres temporelles de largeur appropriée (voir 5.5). Le facteur de transmission, T<sub>j</sub>, pour le j<sup>ème</sup> mesurage, est alors obtenu, par bande de fréquences, par le carré du module du rapport des transformées de Fourier du signal transmis, P<sub>t</sub>(v), en M<sub>2</sub>, et du signal incident, P<sub>i</sub>(v), en M<sub>1</sub>, corrigé par le facteur K<sub>i</sub> de divergence sphérique entre M<sub>1</sub> et M<sub>2</sub> (voir 4.2.5) :

$$T_j = \frac{|P_t(v)|^2}{|P_i(v)|^2} \cdot K_i^2$$

où :

$$K_i = \frac{SM_2}{SM_1}$$

**3.1.3 Hauteur du plan de mesure**

Pour les deux mesures la hauteur minimale de l'ensemble source-microphone par rapport au sol doit être de 1,7 m.

**3.2 Calcul de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion : TL<sub>R</sub>**

Pour chaque mesurage, les signaux transitoires de l'onde incidente, p<sub>i</sub>(t), et de l'onde réfléchie, p<sub>r</sub>(t), qui arrivent sur le micro M<sub>1</sub>, doivent être isolés sur un analyseur de signaux transitoires au moyen de fenêtres temporelles de largeur appropriée (voir 5.6).

Le module du facteur de réflexion, |r<sub>j</sub>|, pour le j<sup>ème</sup> mesurage est alors obtenu, par bande de fréquences, par le rapport des modules des transformées de Fourier du signal réfléchi p<sub>r</sub>(v) en M<sub>1</sub> et du signal incident p<sub>i</sub>(v) en M<sub>1</sub>.

Les signaux incidents et réfléchis étant prélevés sur un microphone unique M<sub>1</sub>, on doit corriger le module du facteur de réflexion par le facteur K<sub>r</sub>, de divergence sphérique entre M<sub>1</sub> et M<sub>1</sub> (voir 4.2.5) :

$$|r_j| = \frac{|P_r(v)|}{|P_i(v)|} \cdot K_r$$

Ce coefficient r<sub>j</sub> est compris entre 0 et 1 strictement et les valeurs supérieures éventuelles doivent être ramenées à 1.

La perte locale d'énergie acoustique en réflexion, pour la surface active considérée, doit être calculée par la formule :

$$TL_R = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |r_j|^2$$

où :

|r<sub>j</sub>| est le module du facteur de réflexion calculé pour le j<sup>ème</sup> mesurage,

n est le nombre de valeurs retenues pour le calcul de la moyenne.

Pour valider le résultat d'une série d'essais, le calcul de la moyenne arithmétique des carrés des modules des facteurs de réflexion doit porter sur au moins cinq valeurs (n ≥ 5).

**6.3 Expression des résultats (voir annexe B)**

Pour chaque disposition de source et de microphone, on doit donner, en respectant les indications générales données au 5.7, sous forme graphique et de tableaux (voir 8), les valeurs calculées conformément à 6.2, de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion en fonction de la fréquence, dans le domaine de fréquence représentatif.

**7 DÉTERMINATION DE LA PERTE LOCALE D'ÉNERGIE ACOUSTIQUE EN TRANSMISSION : TL<sub>T</sub>**

**7.1 Positionnement du matériel**

**7.1.1 Généralités**

La détermination de la perte locale d'énergie acoustique en transmission doit être effectuée par mesurages en incidence normale (voir 7.1.2). Elle nécessite l'utilisation de deux microphones :

- un microphone M<sub>1</sub>, placé près de l'écran acoustique en essai, du même côté que la source de bruit, qui recueille le signal incident ;
- un microphone M<sub>2</sub>, placé également près de l'écran acoustique en essai, mais du côté opposé à la source de bruit, qui recueille le signal transmis.

la perte locale d'énergie acoustique en transmission pour la surface active considérée, doit être calculée par la formule :

$$TL_T = 10 \lg \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^n \tau_j}$$

où :

$\tau_j$  est le facteur de transmission calculé pour le  $j^{\text{ème}}$  mesurage,  
 $n$  est le nombre de mesurages retenus pour le calcul.

Pour valider le résultat d'une série d'essais, le calcul de la moyenne arithmétique des facteurs de transmission doit porter sur au moins cinq valeurs ( $n \geq 5$ ).

### 7.3 Expression des résultats (voir annexe B)

Pour chaque disposition de source et des microphones, on doit donner, en respectant les indications générales données au 5.7, sous forme de graphiques et de tableaux (voir 8) les valeurs, calculées conformément à 7.2, de la perte locale d'énergie acoustique en transmission, en fonction de la fréquence, dans le domaine de fréquences représentatif.

## 8 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Dans le domaine de fréquences représentatif, les résultats des essais doivent être donnés sous forme de graphiques et de tableaux, par bande de fréquences tiers d'octave et d'octave.

L'expression des valeurs des pertes locales en réflexion et en transmission, doit être arrondie au décibel le plus proche ; le calcul de la valeur globale se faisant à partir des valeurs exactes.

Lors de la présentation graphique des résultats par bande de fréquences, les résultats d'essais doivent être reliés par des segments de droite. Les fréquences doivent être portées en abscisse sur une échelle logarithmique et les valeurs de  $TL_R$  ou  $TL_T$  doivent être portées en ordonnée sur les échelles linéaires suivantes : 1,5 cm pour 10 dB pour  $TL_T$  et 1,5 cm pour 5 dB pour  $TL_R$ . La distance en ordonnée entre les valeurs minimales et maximales de  $TL_R$  ou  $TL_T$  doit être égale aux deux tiers de la longueur correspondant à cinq octaves en abscisse.

## 9 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal doit comporter les indications suivantes :

- le nom de l'organisme qui a effectué les mesurages,
- la date et le lieu des essais,
- la description aussi complète que possible de l'écran acoustique en essai, accompagnée de croquis et des conditions de montage, dont notamment dimension, épaisseur, masse surfacique, composition, etc.,
- les dispositions d'essai retenues, en indiquant sur un plan ou un croquis coté, les positions de la source et du (ou des) microphone(s),
- les conditions météorologiques régnant pendant les essais (présence de pluie, de vent, température),
- l'appareillage de mesurage et d'analyse utilisé, y compris la source de bruit, en précisant le type, et le nom du constructeur,
- la description de la source de bruit utilisée pour les essais : type, diagramme de rayonnement,
- l'écart-type de répétabilité des mesures, s'il est connu.

Il devra de plus obligatoirement comporter en annexe la fiche de synthèse dont le modèle est donné à l'annexe B de la présente norme.

## 10 BIBLIOGRAPHIE

- NF S 30-106 Vocabulaire de l'acoustique — Acoustique architecturale.  
 NF X 06-903 Vocabulaire des signaux aléatoires — Transformation d'un signal.  
 LEGEAY, V., SEZNEC, R., Sur la détermination des caractéristiques acoustiques des matériaux absorbants, *Acustica*, 53, n° 4, 1983-pp. 171-192.  
 DELANNE, Y., BÉGENGIER, M., LEGEAY, V., SEZNEC, R., Application d'une méthode transitoire pour la caractérisation en absorption et en transmission des structures en place. *Revue d'Acoustique* 65, 1983-pp. 90-96.  
 BÉRENGIER, M., DELANNE, Y., Détermination des caractéristiques intrinsèques d'une structure par une méthode impulsionnelle. *Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées*, 139, 1985.

ANNEXE A

(fait partie intégrante de la norme)

**A.1 Algorithme de recombinaison d'un spectre de fréquence en bande de tiers d'octave à partir d'une analyse en bandes étroites**

Les notations suivantes sont utilisées (voir également figure 7) :

- k : rang de la bande de tiers d'octave considérée,
- n<sub>k</sub> : nombre de bandes étroites de fréquences ayant une contribution énergétique dans la bande de tiers d'octave d'indice k,
- S<sub>j</sub> : valeur de l'autospectre (spectre énergétique) dans la bande étroite d'indice j (j = 1, ..., n<sub>k</sub>),
- δ : largeur de la bande étroite d'analyse, en hertz.

Le niveau dans la bande de tiers d'octave de rang k doit être calculé selon la formule :

$$L_k = 10 \lg \left[ \frac{\delta_1}{\delta} S_1 + \sum_{j=2}^{n_k-1} S_j + \frac{\delta_{n_k}}{\delta} S_{n_k} \right]$$

où :

- δ<sub>1</sub> est la largeur réduite, en hertz, de la bande étroite inférieure (j = 1), comprise entre sa fréquence de coupe supérieure et la fréquence de coupe inférieure de la bande de tiers d'octave considérée,
- δ<sub>n<sub>k</sub></sub> est la largeur réduite, en hertz, de la bande étroite supérieure (j = n<sub>k</sub>), comprise entre sa fréquence de coupe inférieure et la fréquence de coupe supérieure de la bande de tiers d'octave considérée.

Pour des raisons de simplification d'écriture dans la suite de la présente annexe, la fonction entre crochets dans la formule précédente est symbolisée par θ :

$$\theta^{n_k}(S) = \frac{\delta_1}{\delta} S_1 + \sum_{j=2}^{n_k-1} S_j + \frac{\delta_{n_k}}{\delta} S_{n_k}$$

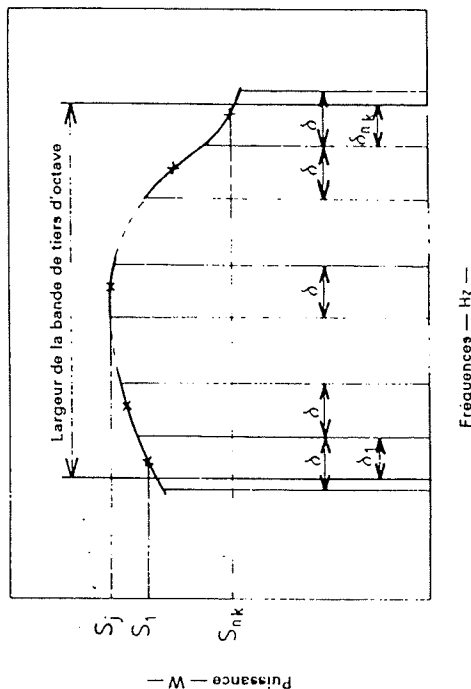


Figure 7 — Calcul d'un spectre en bande de tiers d'octave à partir d'une analyse en bande étroite

Note : lorsque les fréquences de coupe des bandes étroites extrêmes (j = 1 et j = n<sub>k</sub>) coïncident avec les fréquences de coupe de la bande de tiers d'octave considérée, la formule ci-dessous se simplifie :

$$L_k = 10 \lg \sum_{j=1}^{n_k} 10^{S_j/10}$$

Les fréquences médianes exactes des filtres bandes de tiers d'octaves sont déterminées par les formules suivantes (norme NF C 97-010) :

$$f_m = 1\,000 \times 10^{n/10}$$

où n est un entier positif, négatif ou nul possédant les valeurs suivantes :

Fréquences préférentielles (Hz)	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000	
n pour les filtres tiers d'octave		.7	.8	.5	.4	.3	.2	.1	0	1	2	3	4	5	6	7

Les fréquences limites de la bande de tiers d'octave f<sub>1</sub> pour la limite inférieure et f<sub>2</sub> pour la limite supérieure sont déterminées par les formules suivantes :

$$f_1 = \frac{f_m}{\sqrt{2}} \text{ et } f_2 = \frac{f_m}{\sqrt{2}}$$

**A.2 Procédure de test des logiciels de synthèse tiers d'octave**

Le logiciel effectuant la synthèse tiers d'octave à partir de l'algorithme de recombinaison présenté en annexe A.1 doit être testé pour s'assurer qu'il n'existe aucune anomalie dans le traitement des données. Le test doit être fait en considérant, pour un bruit rose à l'émission, que le facteur de transmission calculé dans la bande étroite d'indice j est donné par l'expression :

$$\tau_j = 10^{-2} \left( \cos \frac{2\pi f_j}{1\,200} \right) e^{-10^{-2} \tau_j}$$

où :

f<sub>j</sub> est la fréquence centrale de la bande étroite considérée.

En effectuant le calcul des pertes locales d'énergie acoustique, conformément à l'annexe A.4 ci-après, et en substituant τ<sub>j</sub> calculé (exprimé directement en décibels d'après la formule précédente) au τ<sub>j</sub> mesuré (corrections incluses), les valeurs de pertes d'énergie acoustique en transmission qui doivent être obtenues sont les suivantes :

Fréquence Médiane (Hz)	Perte TL <sub>R</sub> (dB)		Tolérance (sur les tiers d'octave)
	1/3 d'octave	Octave	
200	7,98	3,58	± 0,07
250	3,67		
315	1,38	8,47	± 0,03
400	5,26		
500	10,29		
630	10,16	3,84	
800	3,99		
1 000	2,93	1,47	
1 250	4,80		
1 600	1,79	0,31	
2 000	1,55		
2 500	1,08		
3 150	0,59		
4 000	0,26		
5 000	0,09		

La tolérance permet de tenir compte des écarts observables lorsque l'analyse est réalisée avec des largeurs de bandes étroites comprises entre 4 et 25 Hz.

Le calcul des pertes locales d'énergie acoustique globales conformément à l'annexe A.5 doit donner :

$$TL_R = 3,56 \text{ dB(A) pour un bruit route}$$

$$TL_T = 2,96 \text{ dB(A) pour un bruit rose}$$

**A.3 Calcul des pertes locales d'énergie acoustique en réflexion et en transmission,  $TL_R$  et  $TL_T$ , par bande de tiers d'octave à partir des résultats d'essai en bande étroite**

Les calculs doivent être faits, à l'intérieur de chaque bande de tiers d'octave considérée, en référence au spectre d'émission théorique correspondant à un bruit rose.

Soit  $x_j$  la valeur des facteurs de réflexion ou de transmission, mesurée dans la bande étroite d'indice  $j$ ,

$$x_j = |r_j|^2 \text{ dans le cas du calcul de la perte en réflexion,}$$

$$x_j = \tau_j \text{ dans le cas du calcul de la perte en transmission.}$$

Soit  $S_j$  la valeur du spectre d'émission de référence dans la bande étroite  $j$  (la formule de calcul de l'auto-spectre d'un bruit rose par bande étroite de fréquences est donnée en A.6).

Le facteur de réflexion ou de transmission dans la bande de tiers d'octave  $k$  est donné par la formule suivante :

$$x_k = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} \Theta(x_j S_j)}{\sum_{j=1}^{n_k} \Theta(S_j)}$$

où  $\Theta(S_j)$  est la fonction définie en A.1.

avec :

$$r_k = |r_k|^2 \text{ dans le cas du calcul de la perte en réflexion,}$$

$$\tau_k = \tau_k \text{ dans le cas du calcul de la perte en transmission.}$$

La valeur de la perte locale d'énergie acoustique en réflexion :  $TL_R$  dans la bande de tiers d'octave de rang  $k$ , est alors donnée par :

$$TL_R = 10 \lg |r_k|^2$$

La valeur de la perte locale d'énergie acoustique en transmission :  $TL_T$  dans la bande de tiers d'octave de rang  $k$ , est alors donnée par :

$$TL_T = 10 \lg \tau_k$$

**A.4 Calcul des pertes locales d'énergie acoustique en réflexion et en transmission,  $TL_R$  et  $TL_T$ , par bande d'octave à partir des résultats exprimés en tiers d'octave**

Les calculs doivent être effectués en référence au spectre d'émission théorique correspondant à un bruit rose.

Soit, pour chaque bande de tiers d'octave de rang  $k$  :

$S_k$  : la valeur du spectre d'émission de référence (pour le spectre de bruit rose,  $S_k$  est constant dans toutes les bandes de fréquences).

$TL_{X_k}$  : la valeur de la perte locale d'énergie acoustique calculée selon les indications de A.3 pour un spectre de référence rose, avec :

$$TL_{X_k} = TL_{R_k} \text{ pour la perte en réflexion,}$$

$$TL_{X_k} = TL_{T_k} \text{ pour la perte en transmission.}$$

$B_k$  : la valeur du spectre de bruit en réception.

Dans chaque bande de tiers d'octave de rang  $k$ , on calcule :

$$B_k = S_k - TL_{X_k}$$

La perte locale d'énergie acoustique  $TL_{X_k}$  dans la bande d'octave de rang  $i$  composée des tiers d'octave  $k, l$  et  $m$ , sera calculée ensuite, pour un spectre d'émission rose, par la formule :

$$TL_{X_i} = S_i - B_i$$

avec :

$S_i$  = résultat de la composition des spectres d'émission  $S_k, S_l$  et  $S_m$ ,

$B_i$  = résultat de la composition des spectres de réception  $B_k, B_l$  et  $B_m$ .

**A.5 Calcul des pertes locales d'énergie acoustique globales  $TL_R$  et  $TL_T$  exprimées en décibels A vis-à-vis d'un spectre de référence**

Ce calcul des pertes locales d'énergie acoustique globales  $TL_R$  et  $TL_T$  exprimées en décibels A vis-à-vis d'un spectre de référence permet d'exprimer par une seule valeur les caractéristiques de réflexion ou de transmission de l'écran acoustique en essai.

Le calcul doit être fait à partir des résultats calculés en A.3 (calcul par bande de tiers d'octave). La pondération doit être effectuée sur la bande de fréquences comprises entre les tiers d'octave centrés sur 200 Hz et sur 2 500 Hz. Si  $f_{max}$  (voir 2.2.2) est inférieure à 2 820 Hz, le calcul global en réflexion ne sera pas effectué.

Soit, pour chaque bande de fréquences d'indice  $k$  :

$S_k$  : la valeur du spectre d'émission de référence (pour le spectre de bruit rose,  $S_k$  est constant dans toutes les bandes de fréquences ; pour le spectre de bruit routier,  $S_k$  est donné en A.7).

$C_k$  : la valeur de la pondération A (voir A.8).

$TL_{X_k}$  : la valeur de perte locale d'énergie acoustique calculée conformément à A.3, avec :

$$TL_{X_k} = TL_{R_k} \text{ pour la perte en réflexion,}$$

$$TL_{X_k} = TL_{T_k} \text{ pour la perte en transmission.}$$

Le niveau global pondéré A du spectre théorique d'émission,  $X_E$ , est donné par :

$$X_E = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{(S_k + C_k)/10}$$

Le niveau global pondéré A du spectre théorique de réception,  $X_R$ , est donné par :

$$X_R = 10 \lg \sum_{k=1}^m 10^{(S_k + R_k + C_k)/10}$$

avec :

$m = 12$  (calculs par bande de tiers d'octave).

Les pertes locales d'énergie acoustique en réflexion et en transmission globales sont données par :

$$TL_R = X_E - X_R \quad \text{et} \quad TL_T = X_E - X_R$$

**A.6 Formule de calcul de l'autospectre d'un bruit rose par bande étroite de fréquences**

L'autospectre d'un bruit rose par bande étroite de fréquences est donné par la formule suivante :

$$S_i = f_i$$

où :

$f_i$  est la fréquence centrale de la bande étroite d'indice  $i$ .

**A.7 Valeurs  $S_k$  du spectre de référence du bruit routier par bande de tiers d'octave par rapport à la bande de fréquence centrée sur 1 000 Hz**

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fréquence médiane (Hz)	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
$S_k$ (dB)	+5	+5	+3	+2	+1	+1	0	+1	-1	-1	-2	-4	-6	-8	-10

**A.8 Valeurs  $C_k$  de la pondération A par bande de tiers d'octave**

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fréquence médiane (Hz)	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
$C_k$ (dB)	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9	0,8	0	+0,8	+1,0	+1,2	+1,3	+1,2	+1,0	+0,5

**ANNEXE B**

(fait partie intégrante de la norme)

**MODÈLE DE FICHE DE SYNTHÈSE À ANNEXER AU PROCÈS-VERBAL DE L'ESSAI**

ESSAI ACOUSTIQUE SELON NF S 31-089

---

FICHE DE SYNTHÈSE ANNEXÉE AU PROCÈS-VERBAL N° .....

---

Demandeur : .....

Date de l'essai : .....

Lieu de réalisation : .....

Références : .....

Essai n° : .....

---

Descriptif du produit :

Schémas de principe cotés : Coupe

Elevation

— Étanchéité : - verticale  — État visuel du produit : sec  humide  détrempé

- horizontale

---

RÉSULTATS DE L'ESSAI

— Pertes locales d'énergie acoustique en RÉFLEXION

20															
10															

Fréquence par bandes d'octave  
 —  $\theta = 0^\circ$  — — — — —  $\theta = 30^\circ$

**CONDITIONS DE L'ESSAI**

— Domaine de validité en fréquence :  $f_{max} = \dots$  Hz

— Longueur de la fenêtre d'analyse : .....

- incidence normale : .....

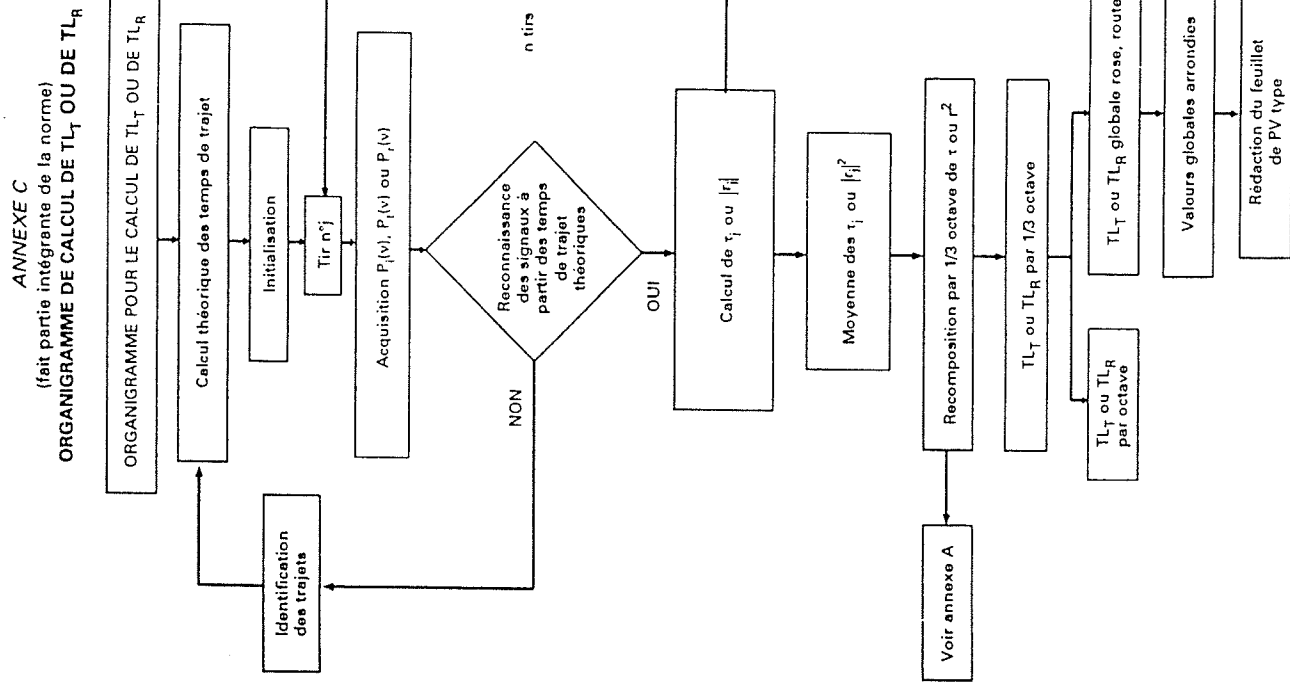
- incidence oblique : .....

Perte locale d'énergie acoustique en réflexion : TLR en dB	En réponse au bruit	
	rose	route
	$\theta = 0^\circ$	
	$\theta = 30^\circ$	

---

DATE : ..... SIGNATURE : .....

<p>ESSAI ACOUSTIQUE SELON NF S 31-089</p> <p>FICHE DE SYNTHÈSE ANNEXÉE AU PROCÈS-VERBAL N° .....</p>																																																													
<p>Demandeur : .....</p> <p>Date de l'essai : .....</p> <p>Lieu de réalisation : .....</p> <p>Références : .....</p>																																																													
<p>Descriptif du produit :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">Coupe</p> </div>																																																													
<p>— Étanchéité :   ·  verticale                   ·  horizontale</p> <p>— État visuel du produit :   aoc   <input type="checkbox"/>   humide   <input type="checkbox"/>   détrémpé   <input type="checkbox"/></p>																																																													
<p>RÉSULTATS DE L'ESSAI</p>																																																													
<p>— Pertes locales d'énergie acoustique en TRANSMISSION</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">TL<sub>T</sub> en dB</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">250</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">1000</td> <td style="text-align: center;">2000</td> <td style="text-align: center;">4000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Fréquence par bandes d'octave θ = 0°</p>		TL <sub>T</sub> en dB	60										50										40										30										20											250	500	1000	2000	4000			
TL <sub>T</sub> en dB	60																																																												
	50																																																												
	40																																																												
	30																																																												
	20																																																												
		250	500	1000	2000	4000																																																							
<p>CONDITIONS DE L'ESSAI</p> <p>— Domaine de validité en fréquence : f<sub>max</sub> = ..... Hz</p> <p>— Longueur de la fenêtre d'analyse : ..... ms</p> <p>— incidence normale : .....</p>																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Perte locale d'énergie acoustique en transmission : TL<sub>T</sub> en dB</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">En réponse au bruit rose            route</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> </tr> </table>		Perte locale d'énergie acoustique en transmission : TL <sub>T</sub> en dB	En réponse au bruit rose            route																																																										
Perte locale d'énergie acoustique en transmission : TL <sub>T</sub> en dB	En réponse au bruit rose            route																																																												
<p>DATE : .....</p> <p style="text-align: right;">SIGNATURE : .....</p>																																																													



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 Lärm im Freien — Ausarbeitung  
der Karten und graphische Darstellung

### Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 5 mai 1995 pour prendre effet le 5 juin 1995.

### Correspondance

À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux traitant du même sujet.

### Analyse

Le présent document spécifie les méthodes à mettre en œuvre 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

### Corrections





## Acoustique des milieux extérieurs AFNOR S30M

### Membres de la commission de normalisation

Président : M BAR

Secrétariat : MME POTTEVIN — AFNOR

M	ABRAMOWITCH	OPEN ROME
M	BAR	MINISTERE DE L'EQUIPEMENT DU LOGEMENT ET DU TOURISME — DION DES ROUTES
M	BEAUMONT	ENTPE
M	BERNOST	EUROPE ETUDES GECTI SA
M	BERENGIER	LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES
M	BESNARD	SETRA
M	CAMPAGNA	CAMPAGNA ET VARENNE SA
M	DELANNE	LCPC LABO CENT PONTS CHAUSSEES
M	DEMIZIEUX	CETE DE L EST
M	DESIGNES	BNCF
M	DURANG	LAB REGIONAL DE L EST PARISIEN
M	FODIMAN	SNCF
M	JACOUES	INRS
M	LUCQUIAUD	UTAC
M	MERIEL	CETE LAB REG PONTS ET CHAUSSEES
M	PARODI	01DB SA
M	RAPIN	CSTB
M	RUMEAU	LABORATOIRE CENTRAL DE LA PREFECTURE DE POLICE
M	SALVAGE	CEBTP
M	SCHMELTZ	MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT — DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	SCHNEIDER	MICHELIN ET CIE
M	SOULAGE	CERTU
M	ZULIANI	BUREAU VERITAS

### Sommaire

1	Domaine d'application	4
2	Références normatives	4
3	Définitions	5
4	Types de cartes	10
5	Détermination des niveaux acoustiques	12
6	Élaboration des cartes	16
7	Représentation graphique	19
8	Présentation des documents	20
9	Bibliographie	21
	Annexe A (informative) Types de cartes — Données résumées	22
	Annexe B (normative) Code de mesures du bruit d'origine routière	23
	Annexe C (normative) Code de couleurs	27
	Annexe D (informative) Liste d'activités potentiellement bruyantes à repérer sur les cartes de type 1	28

## 1 Domaine d'application

Le présent document a pour objet de spécifier les méthodes à mettre en œuvre 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 aéroports.

La carte de bruit peut être soit le constat d'une situation existante, soit le résultat d'une étude prévisionnelle. Elle pourra être utilisée pour élaborer des documents administratifs comme, par exemple, un plan d'occupation des sols ou d'autres documents d'urbanisme.

## 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 mesurage des bruits de l'environnement — Instruction de plaintes contre le bruit dans une zone habitée.
- NF S 31-013 Évaluation 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 <sup>1)</sup> Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire.
- NF EN 60804 Sonomètres-Intégrateurs-Moyennes (indice de classement : S 31-109).
- NF S 31-110 Acoustique — Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement — Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation.
- Z 13-150 Traitement de l'information géographique numérique — Échanges de données informatisées dans le domaine de l'information géographique (EDIGEO).

1) En cours de préparation.

## 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 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.

#### 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  $\tau$ . 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. Elle est généralement de durée inférieure ou égale à 1 min et peut être choisie de manière à ce que  $L_{Aeq,court}$  représente un niveau de pression acoustique de constante de temps lente ou rapide.

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.

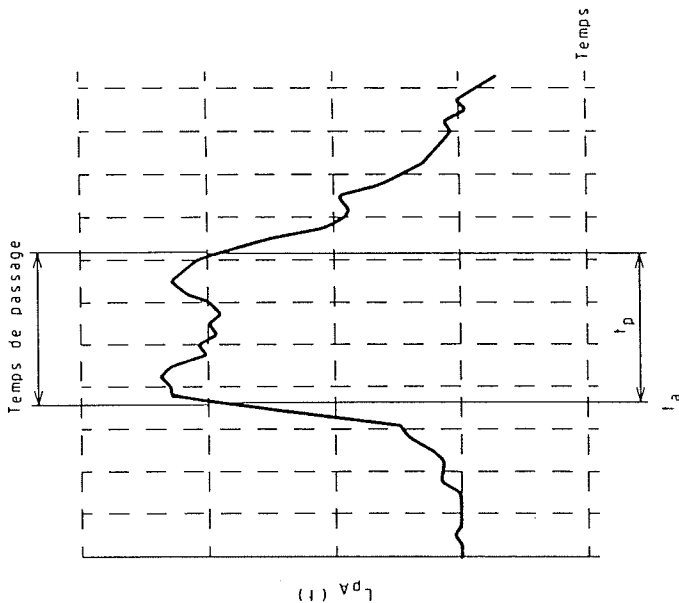


Figure 1

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 :

$$L_{Aeq,tp} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_p} \left( \int_{t_a}^{t_a+t_p} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right) \right]$$

où :

- $t_a$  correspond à l'instant du passage de la tête du train devant le point de mesure ;
- $t_a + t_p$  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 de la route et à 10 m au-dessus du plan de la chaussée. Cette route est rectiligne, à bords dégagés, placée sur un sol horizontal réfléchissant, de mêmes caractéristiques de trafic que la situation réelle.

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 est équipée d'une plate-forme rectiligne à bords dégagés, placée sur un sol naturel horizontal, de mêmes caractéristiques de trafic que la situation réelle.

3.1.7 point de référence

— site «tissu ouvert» (voir 3.2.4) : point conventionnellement situé à 10 m du bord de l'infrastructure 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 «rue 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 du trafic mesurée ou estimée,  $V_{est}$  (en kilomètres par heure)

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

- la vitesse maximale autorisée sur l'axe considéré ;
- la vitesse médiane définie comme  $V_{50}$  (vitesse atteinte ou dépassée par 50 % des véhicules) ;
- la vitesse  $V_{50}$  à laquelle est ajoutée la moitié de l'écart-type des vitesses ;
- pour les axes où la vitesse déterminée selon l'une des manières ci-dessus est inférieure à 20 km/h,  $V_{est}$  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 dans une situation donnée 2).

### 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  $L_{Aeq,t}$ , 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 mesures acoustiques et de trafic sont jugées significatives.

### 3.1.13 état standard

Il correspond aux conditions climatiques suivantes :

- sans précipitation ;
- sans neige sur le sol ;
- chaussée sèche ;
- sans gradient de température et de vent.

## 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 ;
- 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  $T$ .

2) 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.

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

À 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 : 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.

### 3.2.1.2 arc ferroviaire

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

Dans le cas de tramways ou équivalent qui ne sont pas en site propre :

- si la route constitue la source principale, on néglige le tramway ;
  - si les deux sources sont équivalentes, on cumule la contribution de chacune d'elles en  $L_{Aeq,T}$ .
- 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 ;
  - nature et géométrie du tissu urbain environnant.

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

À 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».

### 3.2.2 nœud

Un nœud est le point d'articulation d'au moins deux arcs différents.

### 3.2.3 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 7 m de chaque côté de l'infrastructure ;
- /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 0,2. 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.

### 3.2.4 site «tissu ouvert»

On appelle site «tissu ouvert» l'ensemble constitué par une infrastructure de transport et des espaces ou des infrastructures :

- en zone 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.

## 3.2.5 Autres définitions relatives aux objets cartographiques

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

## 4 Types de cartes

Trois types de cartes sont définis.

Les principales caractéristiques de ces trois types de cartes sont synthétisées dans un tableau en annexe A.

## 4.1 Carte de type 1

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. Elle est utilisable pour le classement des infrastructures en fonction de leur niveau sonore et de l'influence sonore des plans de circulation automobile. Elle est également utilisable pour 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 (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 au point de référence et augmentés de 3 dB(A), dans les sites «tissu ouvert» (voir note).

La carte de type 1 est une carte de niveaux sonores calculés. Il est possible, dans certains cas, de prendre en compte les résultats de mesure si celles-ci sont effectuées 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 conditions météorologiques, s'agissant d'évaluation à faible distance.

NOTE : Pour éviter toute ambiguïté ou erreur d'interprétation, l'ensemble des niveaux sonores représentés sur les cartes de type 1 est exprimé en façades de bâtiments.

L'acquisition des données distingue les cas rencontrés dans la réalité :

- niveaux en façade avec réflexion simple ;
- niveaux en façade dans une zone comportant de nombreux bâtiments proches qui génèrent de nombreuses réflexions acoustiques (cas, par exemple, des «rues en U») ;
- niveaux en champ libre (absence d'obstacle).

NOTE : 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 comme indication utile à la représentation cartographique ;
- les niveaux sonores calculés ou mesurés en champ libre sont conventionnellement majorés d'une valeur de 3 dB(A) pour être reportés sur la carte. 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.

#### 4.2 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 mesures complémentaires aux calculs sont prévues (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 la mesure 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 : À titre d'exemple, le Guide du Bruit des Transports Terrestres répond à ces spécifications.

##### 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.

NOTE : La méthode peut, le cas échéant, prendre en compte une correction de carrefour et le revêtement de la chaussée.

#### 5.1.2 Méthode détaillée

Cette méthode permet d'évaluer et de prévoir des niveaux sonores  $L_{Aeq,T}$  en «rue 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.

NOTE : La méthode peut être basée sur une modélisation linéaire ou une décomposition ponctuelle de la source.

##### 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 — 130 km/h ;
- au moins quatre types d'écoulement : fluide continu, pulsé continu, pulsé accéléré, pulsé décéléré ;
- rampe : nulle ou faible, montée, descente.

NOTE : 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.

##### Carrefours

Les carrefours doivent faire l'objet d'un traitement spécifique, notamment 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».

**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.

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

**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 mesures 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.

Il existe une banque de données de ces niveaux sonores.

**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 ;
- le 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).

NOTE : 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 ;
- 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.

NOTE : 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 — température pour l'évaluation de l'atténuation liée à la propagation.

### 5.3 Mesures

Pour les bruits d'origine routière, il convient de se reporter au guide de mesure (voir annexe B).

Pour les bruits d'origine ferroviaire, il convient de se reporter aux normes NF S 31-110 et NF S 31-088 <sup>3)</sup>.

Pour les autres types de bruits, il convient de se référer aux normes NF S 31-110 et NF S 31-010. Sinon, un procès-verbal spécifiant les conditions des mesures doit être joint (cadre dérogatif).

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

La prise en compte de conditions complémentaires aux exigences minimales doit être mentionnée sur la carte conformément aux instructions du 8.1.

## 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 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» sera la suivante : aplati pour les «rues en U» et pointillés 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.

Le cartouche ou le titre de la carte comporte la mention suivante :

- «niveaux sonores :
- à 10 m de distance du bord de l'infrastructure et à 5 m de hauteur dans les conditions définies pour le point de référence augmentés de 3 dB(A) en «tissu ouvert» ;
- en façade des bâtiments et à 5 m de hauteur dans les «rues en U».»

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

Désignation	Symboles	Images
Grands équipements de transport	Carré	Voiture, bus, train
Activités de loisir et de sport	Rond	Ballon
Industries et activités commerciales	Triangle	Toit d'usine

3) En cours de préparation.

### 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. Il est possible de représenter un  $L_{Aeq,T}$  sur une période autre que réglementaire, auquel cas il convient de le préciser clairement.

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. 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. Il est possible de représenter un  $L_{Aeq,T}$  sur une période autre que réglementaire, à condition de le préciser clairement.

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.

Pour les «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 mesure

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

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

Les mesures sont réalisées conformément :

- à l'annexe B dans le cas de sources routières ;
- aux normes NF S 31-110 et NF S 31-088 <sup>4)</sup> dans le cas de trafic ferroviaire.

Le nombre de points de mesure 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 mesure 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 mesures n'ont pas lieu d'être.

4) En cours de préparation.



### 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 mesure

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

- 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 mesure 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 mesures n'ont pas lieu d'être.

Les mesures sont réalisées conformément :

- à l'annexe B dans le cas de sources routières ;
- aux normes NF S 31-110 et NF S 31-088<sup>5)</sup> dans le cas de trafic ferroviaire.

5) *En cours de préparation.*

### 6.3.4 Représentation cartographique

Les niveaux de pression acoustique sont représentés par une vue en plan suivant des courbes isophones par intervalles 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 aplats et de 2 dB(A) pour les représentations par isophones.

### 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 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 ;
- 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 ;
- la nature de la source prise en compte pour l'évaluation des niveaux sonores représentés sur la carte ;
- l'indicateur de niveau sonore ;
- l'intervalle de référence pour lequel la carte est établie ;
- le code de couleurs utilisé ;
- le cas échéant, les paramètres météorologiques pris en compte pour les cartes de types 2 et 3.

### 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 mesures (hypothèses de calcul, trafic divers, définition des conditions 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'exigence 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 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 influant sur les résultats d'évaluation des niveaux sonores sont mentionnés 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.

## Annexe A

(informative)

## Types de cartes — Données résumées

Pour toute précision, voir le contenu de la norme.

Tableau A.1

Type de carte et échelle de représentation	Données cartographiques	Détermination des niveaux sonores	Représentation
Carte de type 1 Ville, région ou zone étendue Échelle 1/25 000, 1/10 000 ou 1/5 000	— Infrastructures de transport routières ou ferroviaires. — Liste des établissements potentiellement bruyants. — Situation acoustique conventionnelle : au point de référence, en façade.	— 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 2 Voisinage des sources (quelques centaines de mètres) Échelle 1/5 000 ou 1/2 000	— Sol, bâti, infrastructures routières ou ferroviaires. — Situation acoustique existante ou projetée aux points considérés.	— Calcul du niveau sonore pour chaque bâtiment sur la façade la plus exposée à 3 m ou 5 m de hauteur. — $L_{Aeq,T}$ (T à préciser). — Mesures 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	— Sol, bâti, infrastructures routières ou ferroviaires à une échelle fine. — Situation acoustique existante ou projetée aux points considérés.	— Calcul des niveaux sonores en tout point du site, selon un maillage et une hauteur à préciser. — $L_{Aeq,T}$ (T à préciser) ou autres indicateurs pour d'autres sources. — Mesures 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).

## Annexe B

(normative)

## Code de mesures du bruit d'origine routière

## B.1 Domaine d'application

La présente méthode spécifie la technique de mesurage *in situ* du bruit émis par la circulation sur une route existante. Conforme aux principes de la norme NF S 31-085, elle en constitue une adaptation spécifique aux problèmes de la cartographie.

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 reçu(s) en un (des) point(s) récepteur(s), 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, représentatif du champ acoustique sur le site. Les résultats fournis peuvent faire l'objet d'une validation statistique prévue dans ce code de mesures.

## 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.

## B.3 Mesurages acoustiques

## B.3.1 Appareillage de mesurage

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

### B.3.2 Étalonnage et calibrage

L'appareillage de mesurage 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 mesurage 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

#### B.3.4.1 Zone urbanisée (*urbanisme dense ou ouvert*)

Conformément aux exigences de la norme NF S 31-110, les emplacements de mesurage à proximité de bâtiments doivent être situés à 2 m au moins en avant des parties les plus avancées des façades des immeubles et, si possible, au centre des façades. Si l'emplacement de mesurage se trouve en face d'une entrée, celle-ci doit être fermée pendant le mesurage.

**B.3.4.2** Ces dispositions s'appliquent aux points récepteurs situés en vue directe et à moins de 100 m d'une source ; dans le cas contraire, la norme NF S 31-085 s'applique intégralement.

**B.3.4.3** Le principe de mesures simultanées entre un point de longue durée et des points de courtes durées (valeur relative se rapportant au point de mesure de longue durée) peut être retenu. Il faut alors assurer que la source mise en cause est la même et que le signal mesuré par prélèvement est ensiblement 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, les mardis et jeudis correspondent aux meilleures conditions de représentativité du trafic.

ans le même esprit, doivent figurer de façon privilégiée dans la période de mesurage les plages horaires suivantes : 10 h 00 — 11 h 30 et 14 h 30 — 16 h 00.

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 type 2, la durée de mesurage est au moins de 1 h. Pour une carte de type 3, la mesure doit être faite conformément au paragraphe 5.6 de la norme NF S 31-085.

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 comptage ponctuel pendant la durée des mesures. 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.

À 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 mesuré ;

$Q_{réf}$  est le trafic de référence avec une variance acceptée de PL de 3 %.

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

$$C = 20 \log V_{mes}/V_{est}$$

où :

$V_{mes}$  est la vitesse mesurée au cours de la mesure ;

$V_{est}$  est la vitesse avec laquelle les calculs sont développés.

### 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 de la mesure, celle-ci doit être recommencée.

**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'un mesurage de constat.
- c) description du site :
    - plan de situation avec indication d'orientation ;
    - plan 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, force, présence ou absence de rafales,...) ;

**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,...) ;
- rampe (en pourcentage).

**f) appareils de mesurage utilisés :** type, dénomination, numéro de série et nom du constructeur des appareils 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,  $L_{Aeq,T}$ , en décibels  $A$ , calculé conformément à l'article 5 en précisant les ajustements effectués en fonction des conditions de trafic et météorologiques 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	ocre
65-70	orange
70-75	rouge
75-80	violet
supérieur à 80	noir

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 colorisée 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 60-70 dB(A), on utilisera les couleurs suivantes :

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

## 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 de terrain.

À 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, mesures de bruit,...).

#### 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 grands lignes ;
- aéroport (reporter la surface touchée par le Plan d'Exposition au Bruit s'il existe et le joindre en annexe ;

- héliport, 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 ;
- piano-bar, 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.

C1) 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.

C2) activités commerciales :

- grand centre commercial ;
- entrepôt avec trafic important.

Acoustique

## Prévision du bruit des transports terrestres

Descriptif technique des logiciels

E : Acoustics — Prevision of ground transportation noise —  
 Technical description of software  
 D : Akustik — Vorhersage des Landverkehrsärms —  
 Technische Beschreibung der Software

### Norme expérimentale

publiée par l'AFNOR en octobre 1996.

Les observations relatives à la présente norme expérimentale doivent être adressées à l'AFNOR avant le 31 juillet 1997.

### Correspondance

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

### Analyse

Le présent document décrit les informations minimales à fournir en accompagnement d'un logiciel de prévision du bruit de transports terrestres en milieu extérieur. Il introduit la notion de « dossier de présentation du logiciel » en normalisant la nature de ces informations et la forme sous laquelle elles doivent être présentées.

Le présent document n'est pas destiné à porter un jugement de valeur sur les logiciels.

### Descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, bruit acoustique, extérieur, transport terrestre, transport routier, transport par fer, calcul, traitement de l'information, logiciel, information, document technique, présentation.

### Modifications

### Corrections

Membres de la commission de normalisation

Président : M BAR

Secrétariat : MME POTTEVIN — AFNOR

M	ABRAMOWITCH	OPEN ROME
M	ANFOSSO	LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
M	BAR	MINISTERE DE L'EQUIPEMENT — DION DES ROUTES
M	BEAUMONT	ENTPE
M	BENOIST	EUROPE ETUDES GECTI SA
M	BERENGIER	LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
M	BESNARD	SETRA
M	CAMPAGNA	CAMPAGNA & IND
M	COURBIN	CETE DE L'EST
M	DELANNE	LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
M	DESVIGNES	SNCF
M	OULAU	CETE DE L'EST
M	DURANG	LABORATOIRE REGIONAL DE L'EST PARISIEN
M	FODIMAN	SNCF
M	FRITSCH	MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT — DPPR
M	JACQUES	INRS
M	LUCQUAUD	UTAC
M	MERIEL	LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
M	PARODI	01DB SA
M	RAPIN	CSTB
M	RUMEAU	LABORATOIRE CENTRAL DE LA PREFECTURE DE POLICE
M	SAUVAGE	CEBTP
M	SCHNEIDER	MFP MICHELIN
M	SOULAGE	CERTU
M	SOULE	MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT — DPPR
M	WILD	BRUEL ET KJAER FRANCE
M	ZULIANI	BUREAU VERITAS

Sommaire

Avant-propos .....	Page
0 Introduction .....	4
1 Domaine d'application .....	4
2 Références normatives .....	5
3 Définitions .....	5
4 Informations relatives aux méthodes et formules acoustiques .....	6
5 Informations relatives à la validation .....	8
6 Informations relatives aux limites d'utilisation du logiciel .....	10
7 Informations relatives à l'environnement informatique .....	10
8 Autres informations .....	10
9 Dossier de présentation d'un logiciel .....	11
Annexe A (normative) Descriptif Technique .....	12
Annexe B (informative) Définitions des termes utilisés dans l'annexe A .....	17
Annexe C (informative) Informations relatives aux limites d'utilisation d'un logiciel .....	22
Annexe D (informative) Bibliographie .....	23



## Avant-propos

*Le présent document revêt un caractère particulier dans la série des normes S 30, dans la mesure où il aborde des problèmes nouveaux posés par l'utilisation croissante de l'informatique et des outils logiciels dans le traitement du bruit en milieu extérieur et notamment dans sa prévision par calculs.*

*Cela explique notamment que certains aspects n'y soient traités que de manière qualitative, faute de méthodes suffisamment élaborées à l'heure actuelle pour faire l'objet d'un consensus et faute d'autres normes existant sur le sujet.*

*Cela ne remet pas en cause son intérêt dans la clarification du marché des logiciels de prévision du bruit des transports terrestres et des relations client/fournisseur, dans la mesure où les points abordés qualitativement (tels que la démarche de validation) se veulent explicatifs et incitatifs.*

*L'utilisation de cette norme pourra utilement être complétée par l'application d'autres normes, lorsque ces dernières seront disponibles, sur les classes de méthodes de calcul et sur les jeux d'essais des logiciels, par exemple.*

## 0 Introduction

L'acuité croissante des problèmes de bruit dans l'environnement amène les acteurs à se poser des questions sur l'aptitude à répondre aux besoins des clients, des outils de prévision du bruit des transports terrestres mis sur le marché.

La multiplication des logiciels mis à la disposition des acteurs rend nécessaire une meilleure connaissance de leurs possibilités réelles, de leurs limites et de leurs domaines d'emploi.

Le présent document a pour but d'inciter les auteurs, éditeurs ou distributeurs de logiciels, ainsi que les prestataires d'études utilisant ces logiciels, à apporter les éléments d'information nécessaires à l'évaluation des performances du logiciel, de son domaine d'emploi et à la compréhension de ses limites.

Il a également pour but d'inciter les clients à demander ces éléments.

## 1 Domaine d'application

Le présent document décrit les informations minimales qui doivent être fournies en accompagnement d'un logiciel de prévision du bruit des transports terrestres en milieu extérieur. Il introduit la notion de «dossier de présentation du logiciel», en normalisant la nature de ces informations et la forme sous laquelle elles doivent être présentées.

Ce dossier de présentation est destiné à informer un consommateur ou un utilisateur potentiel sur le contenu, les possibilités et les limites du logiciel présenté, lors de sa distribution ou de son utilisation dans le cadre d'une prestation d'étude.

Il contient les informations minimales permettant d'acquérir une bonne connaissance de la manière dont le logiciel calcule les niveaux sonores et d'en assurer la transparence vis-à-vis des clients.

Il comporte les informations relatives :

- aux méthodes et formules acoustiques utilisées ;
- à la précision et au domaine de validité ;
- aux limites d'utilisation du logiciel ;
- à l'environnement informatique.

Le présent document n'a pas pour objet de porter un jugement de valeur sur les logiciels, celui-ci étant de la responsabilité du client, éclairé par le descriptif conforme à la norme.

Le présent document ne s'applique qu'aux logiciels de prévision du bruit des transports terrestres en milieu extérieur (routier et ferroviaire exclusivement).

Le terme «logiciel» utilisé dans cette norme regroupe l'ensemble des méthodes de traitement automatique de l'information telles que définies dans la norme ISO/CEI 2382-1.

Ce terme regroupe à la fois les progiciels (voir NF Z 67-122), ainsi que les programmes qui ne seraient pas distribués mais utilisés à des fins d'études pour des tiers (exemple d'un bureau d'étude utilisant son propre programme pour réaliser ses prestations, mais sans le distribuer).

## 2 Références normatives

Ce 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 ce document 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 S 31-085	Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier.
NF S 31-088	Acoustique — Mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire en vue de sa caractérisation.
NF S 31-110	Acoustique — Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement — Grands fondamentales et méthodes générales d'évaluation.
NF S 31-130	Acoustique — Cartographie du bruit en milieu extérieur — Élaboration des cartes et représentation graphique.
NF Z 67-121:1987	Traitement de l'information — Identification minimale des progiciels — Partie 2 : Fiche signalétique détaillée.
NF Z 67-122:1988	Traitement de l'information — Documentation d'utilisation des progiciels.
NF ISO/CEI 2382-1	Traitement des données — Vocabulaire — Partie 1 : Termes fondamentaux.

## 3 Définitions

Pour les définitions générales de l'acoustique, se reporter aux normes NF S 30-101 et NF S 31-110.

Les définitions relatives aux termes informatiques introduites par la norme NF Z 67-122 s'appliquent.

Pour les besoins du présent document, on introduit les définitions complémentaires suivantes :

### 3.1 client

Le terme «client» utilisé dans le présent document regroupe les différentes notions suivantes :

- consommateur ou utilisateur, au sens de la norme NF Z 67-122, d'un logiciel ou d'un progiciel ;
- commanditaire d'une étude réalisée par un prestataire à l'aide d'un progiciel ou d'un logiciel.

### 3.2 source sonore (ou source)

Au sens du présent document, on appelle source sonore, ou par simplification «source», une infrastructure routière ou ferroviaire considérée comme génératrice de bruit.

Un site donné peut donc comporter plusieurs sources de même type ou de types différents.

### 3.3 source sonore élémentaire (ou source élémentaire)

Toute source telle que définie en 3.2 peut être décomposée, pour les besoins de la modélisation acoustique, en un ensemble de sources sonores élémentaires. En règle générale, les sources élémentaires sont des points sources, des lignes sources, ou des surfaces (rubans) sources.

## 4 Informations relatives aux méthodes et formules acoustiques

Le présent document propose une liste d'éléments relatifs aux méthodes et aux formules acoustiques employées dans un logiciel de prévision du bruit des transports terrestres.

Dans le but de répondre à l'objectif d'information et de clarté recherché et vu la complexité des notions à exprimer, la présentation des éléments à renseigner est également normalisée sous forme d'un descriptif en annexe A.

La définition des termes utilisés dans l'annexe A est fournie en annexe B.

Le présent article décrit les principes généraux à suivre pour renseigner le descriptif de l'annexe A, ainsi que les points particuliers relatifs à chaque élément de ce descriptif.

### 4.1 Descriptif technique

Les informations à fournir sont décrites sous la forme d'une liste d'éléments ordonnée par grandes catégories d'objets ou de phénomènes (voirie, sol, air, obstacles, etc.).

Pour chaque élément identifié, deux types d'informations sont à fournir :

- le cas est-il traité par le logiciel ? (partie gauche du descriptif).
- si le cas est effectivement traité directement par le logiciel, il convient d'inscrire la lettre «D» (pour «Direct») dans la case située directement à la droite du libellé.

Il arrive assez fréquemment qu'un logiciel puisse traiter un cas non pas spécifiquement mais indirectement, en faisant appel à d'autres possibilités du logiciel. Dans ce cas, il convient d'inscrire la lettre «I» (pour «Indirect») et il est alors possible de fournir un commentaire dans la partie droite du descriptif, ou de le joindre au descriptif sur un document annexe.

EXEMPLE : une infrastructure en tranchée peut être modélisée soit en utilisant directement le modèle «tranchée» du logiciel, auquel cas on inscrit la lettre «D» dans la case correspondante, soit en nécessitant la part de l'utilisateur une intervention manuelle utilisant, par exemple, deux écrans en vis-à-vis, auquel cas on inscrit la lettre «I».

- comment le cas est-il traité par le logiciel ? (partie droite du descriptif).

Dans cette partie du descriptif, il convient d'indiquer comment le cas est traité par le logiciel, en remplissant les deux cases correspondant à chaque question à l'aide des symboles suivants :

- première case :
  - A pour Abaques. Le terme « abaque » se dit d'un ensemble de valeurs forfaitaires, généralement d'origine expérimentale, mis sous forme graphique, et ne permettant de traiter que les situations pour lesquelles ils ont été établis (exemple : les abaques de propagation dans le guide du bruit des transports terrestres. Contre-exemple : les abaques de Maekawa pour la diffraction qui permettent de traiter de façon continue les effets de diffraction dans le cas d'écrans minces) ;
  - B pour Base de données : s'utilise lorsque les valeurs sont obtenues par exploitation d'une base de données, qui peut éventuellement être évolutive ;
  - C pour formule de Calcul (y compris celles issues de données expérimentales mais ne rentrant pas dans la catégorie des abaques).
- deuxième case :
  - G pour calcul en niveau Global pondéré A ;
  - F pour calcul par bandes de Fréquences.

Dans le cas où le logiciel est la transcription <sup>1)</sup> informatique d'une méthode publiée, officielle ou normalisée, il convient de donner la référence de cette méthode.

Le descriptif technique s'applique aussi bien à la prévision du bruit routier que ferroviaire. Lorsqu'un logiciel traite à la fois ces deux aspects, il est possible de ne remplir qu'un seul formulaire. Toutefois, il arrive que certains points ne soient pas traités de la même manière dans la partie routière et dans la partie ferroviaire ; dans ce dernier cas, il convient de fournir deux descriptifs différents : un pour la partie routière et un autre pour la partie ferroviaire.

### 4.2 Informations complémentaires à fournir

Pour certaines rubriques de l'annexe A, il est utile de fournir des renseignements complémentaires sous forme littéraire. Ces renseignements peuvent être fournis soit directement sur le descriptif, soit sur un document annexe renvoyant à la ligne correspondante du descriptif.

Toutefois, les informations suivantes doivent obligatoirement être fournies :

- hypothèses d'émission sonore unitaire par type de véhicules (global et spectres) ;
- le type de représentation spectrale (octave, tiers d'octave ou bandes fines) et les bandes de fréquence prises en compte, le cas échéant ;
- la méthode de calcul de la diffraction (y compris la prise en compte des réflexions sur le sol, le cas échéant) ;
- la méthode de calcul de l'effet de sol (la prise en compte de la distance et de la hauteur du trajet au-dessus du sol doit être indiquée, le cas échéant) ;
- les modalités de prise en compte des effets météorologiques (les conditions météorologiques prises en compte, ainsi que la méthode de calcul doivent être précisées) ;
- l'origine et la référence des abaques ou des formules utilisés, le cas échéant ;
- la liste des paramètres bornés de façon automatique ou déterminés par défaut ;
- la description du contenu, la date de dernière mise à jour, les modalités de mises à jour (périodicité,...) dans le cas d'utilisation de bases de données.

1) La transcription informatique d'une même méthode publiée ne conduit pas systématiquement aux mêmes résultats d'un logiciel à l'autre. Elle dépend notamment des différents choix et hypothèses de programmation réalisés.

## 5 Informations relatives à la validation

### 5.1 Considérations générales

Il est difficile de calculer de façon formelle la précision des résultats pour des logiciels mettant en œuvre à la fois des méthodes et des formules où les sources d'incertitudes sont multiples. Par conséquent, des méthodes conventionnelles peuvent le plus souvent être utilisées pour qualifier ou quantifier la précision des logiciels de prévision du bruit des transports terrestres. De telles méthodes sont en général basées sur l'utilisation de jeux d'essais, c'est-à-dire d'un ensemble de cas fictifs ou réels pour lesquels on dispose de valeurs de niveaux de bruit pouvant être considérées comme constituant une référence fiable et consensuelle (notion de «benchmark»).

En l'absence de telles méthodes normalisées, le présent article expose les principes auxquels doivent répondre les procédures utilisées pour valider les logiciels de prévision du bruit. Ces procédures sont donc basées sur la comparaison de valeurs calculées avec des valeurs mesurées. Ces principes sont adaptés aux logiciels calculant des Leq.

**NOTE :** Notion de précision. La précision peut être définie, pour une situation donnée (source, site, récepteur, conditions de propagation, conditions météorologiques), comme la valeur en dessous de laquelle se situe avec une probabilité donnée, la différence entre un niveau de pression acoustique calculé et le niveau de pression acoustique réel correspondant.

On peut considérer que la précision d'un résultat fourni par un logiciel de prévision du bruit est évaluée par référence au niveau de pression acoustique réel moyenné sur une période suffisamment longue, une année par exemple, pour intégrer l'ensemble des variations des différents facteurs intervenant dans le niveau de bruit reçu en un point.

Dans ces conditions, la précision n'est donc généralement pas une valeur unique, mais plutôt un ensemble de valeurs correspondant chacune à un ensemble de situations.

La précision d'un résultat calculé dépend des facteurs suivants :

- facteurs intrinsèques :
  - constantes utilisées dans le logiciel ;
  - méthodes et formules utilisées dans le logiciel ;
  - phénomènes et situations négligés ou non pris en compte dans le logiciel.
- facteurs extrinsèques :
  - qualité des données d'entrée ;
  - rigueur et savoir faire de l'utilisateur, notamment pour la modélisation du site et du projet.

Les facteurs extrinsèques sont par nature extrêmement variables et non spécifiquement liés au logiciel. C'est pourquoi, la documentation associée au logiciel devrait décrire l'ensemble des règles de l'art à appliquer dans l'utilisation de l'outil pour permettre d'obtenir la meilleure précision. Ces règles portent à la fois sur la qualité des données d'entrée et les procédures d'analyse des résultats proposées par le logiciel.

### 5.2 Démarche de validation

En l'absence de jeux d'essais de logiciels normalisés, la démarche de validation doit être basée sur la comparaison entre des résultats calculés et des valeurs mesurées selon les normes NF S 31-085 et NF S 31-088. La démarche de validation recommandée par le présent document préconise que ces comparaisons soient réalisées sur la plus grande variété de situations possibles couvrant le domaine des limites d'utilisation du logiciel spécifiées par son auteur, et en cherchant à minimiser l'influence des facteurs extrinsèques cités en 5.1.

Les trois critères suivants doivent au minimum être respectés :

- les points de comparaisons doivent être répartis dans un intervalle de distance par rapport à la voie allant de la distance minimale à la distance maximale que le logiciel peut prendre en compte ;
  - les niveaux sonores calculés doivent couvrir une plage de niveaux suffisamment grande par rapport aux objectifs du logiciel, en faisant varier les atténuations préférentiellement à l'émission ;
  - les comparaisons doivent être réalisées sur au moins 20 points pour lesquels on dispose de mesures de niveau de pression acoustique de longue durée, selon les normes en vigueur.
- Dans le cas du bruit routier, on peut compléter cet échantillon de points de longue durée par des points de courte durée réalisés conformément aux prescriptions de la norme NF S 31-085.
- Par exemple, dans le cas d'un logiciel destiné à réaliser des calculs dans le cadre d'études d'impact acoustique d'une infrastructure routière ou ferroviaire et de dimensionnement de protections acoustiques, les deux premiers critères sont les suivants :
- les points de comparaisons doivent être répartis dans un intervalle de distance par rapport à la voie allant de 0 m à 500 m (sauf si une limite inférieure est spécifiée par l'auteur) ;
  - les niveaux sonores calculés doivent être répartis dans un intervalle allant au minimum de 50 dB(A) à 70 dB(A).

Les situations suivantes doivent être traitées :

- propagation sans obstacles traitant les cas suivants :
  - infrastructures au niveau du terrain naturel ;
  - infrastructures en remblai ;
  - infrastructures en déblai.
- rue en U (telle que définie dans la norme NF S 31-130) ;
- points en zone d'ombre d'un écran acoustique ;
- points en exposition indirecte vis-à-vis de l'infrastructure (façade arrière d'un bâtiment ou vue totalement masquée par un obstacle autre qu'un écran acoustique).

À l'issue de cette démarche et au vu des résultats obtenus, l'auteur du logiciel se fixe l'écart maximal entre les mesures et les calculs sur lequel il s'engage, et définit le domaine de validité correspondant.

Les résultats de cette démarche et leurs conclusions sont consignés dans le document de validation du logiciel, qui comprend :

- la description des situations traitées ;
- les résultats des calculs et des mesures ;
- un graphique faisant apparaître le niveau sonore mesuré en abscisse et le niveau sonore calculé en ordonnée. L'échelle doit être choisie identique entre les deux axes et la droite identité ( $x = y$ ) doit être représentée. Le graphique peut, le cas échéant, être complété par des indications telles que :
  - la droite de régression entre les niveaux sonores mesurés et calculés ;
  - le coefficient de corrélation et le nombre de points ;
  - les écarts mesures/calculs minimaux et maximaux ;
  - le domaine de validité du logiciel et la valeur de l'écart maximum par rapport aux mesures annoncées.

L'auteur doit pouvoir fournir sur demande le document de validation de son logiciel.

## 9 Dossier de présentation d'un logiciel

### 9.1 Composition du dossier

Le dossier de présentation du logiciel est constitué des éléments suivants :

- le descriptif technique décrit en annexe A ;
- les informations complémentaires associées ;
- le document de validation ;
- le tableau relatif aux limites d'utilisation du logiciel (annexe C) ;
- les informations relatives à l'environnement informatique ;
- les autres informations prévues à l'article 8.

Toutes autres informations susceptibles d'éclairer le client peuvent être incluses dans ce dossier.

### 9.2 Mise à jour du dossier de présentation

À chaque évolution du logiciel ou du progiciel, le dossier de présentation doit être mis à jour et notamment dans les deux cas suivants :

- modification des algorithmes conduisant à une mise à jour du logiciel ou à un changement de version,
- modification des bases de données auxquelles fait appel le logiciel ou des documents d'accompagnement.

### 5.3 Domaine de validité

Le domaine de validité d'un logiciel est défini essentiellement par l'ensemble des situations traitées par le logiciel dont les résultats de calcul ont un faible risque de s'écarter de plus de  $x$  dB des valeurs réelles. La valeur de  $x$  est fixée par l'auteur du logiciel lui-même et constitue un engagement de sa part. L'engagement de l'auteur sur cette valeur ne porte que sur les calculs réalisés par lui-même. Il n'inclut donc pas l'influence des facteurs extrinsèques (voir note en 5.1).

Un même logiciel peut ainsi posséder différents domaines de validité, imbriqués les uns dans les autres, correspondant chacun à des niveaux de précision différents.

Par exemple, l'auteur d'un logiciel pourra donner le domaine de validité de son logiciel correspondant à un écart probable de  $\pm 3$  dB par rapport aux valeurs réelles et le domaine de validité, plus étendu que le précédent, correspondant à un écart de  $\pm 5$  dB.

NOTE : Il est sous-entendu que pour les situations traitées par le logiciel mais non reprises dans le domaine de validité annoncé, l'auteur ne s'engage pas sur la validité des résultats.

Tout engagement de l'auteur d'un logiciel sur un niveau de précision doit être accompagné d'un domaine de validité. Tout auteur d'un logiciel doit s'engager sur au moins un niveau de précision associé à son domaine de validité.

### Informations relatives aux limites d'utilisation du logiciel

Par sa conception, un logiciel possède un certain nombre de limites qui sont liées à des contraintes informatiques (taille maximale d'un site, par exemple), à des contraintes techniques (distance maximale de propagation, par exemple) ou à des choix de programmation (ordre de réflexion maximal, par exemple).

Le façon à assurer la meilleure information possible du client, l'auteur du logiciel doit fournir l'ensemble de ces limites sous forme chiffrée et regroupées dans un même document. Les informations minimales devant être fournies se trouvent en annexe C.

### Informations relatives à l'environnement informatique

Les informations à fournir dans cet article sont celles spécifiées dans la norme NF Z 67-121:1987 « Traitement de l'information — Identification minimale des progiciels — Partie 2 : Fiche signalétique détaillée ». Toutefois, pour les besoins du présent document, il est demandé de fournir les informations décrites au paragraphe 3.2 de la norme citée ci-dessus et considérées comme facultatives (données en entrée, données en sortie, communication).

### Autres informations

Les informations suivantes sont utiles au client afin de l'éclairer sur les prestations complémentaires accompagnant le logiciel :

- nature et composition de la documentation (voir NF Z 67-122:1988) ;
- existence de prestations de formation, et le cas échéant le type de formation, sa durée et les organismes la délivrant ;
- existence de prestations d'assistance et d'aide à l'utilisation ;
- existence d'un contrat de maintenance.

Annexe A

(normative)

Descriptif Technique

Identification

Logiciel :	
Version :	
en date du :	
Raison sociale :	
Auteur :	
Distributeur :	
Raison sociale :	

Les cas suivants sont-ils traités ?  
 Donner ci-dessous l'ensemble des informations relatives à la manière dont le cas est traité (formulations acoustiques, hypothèses de calcul, finalités du calcul)

Indiquer « D » si le cas est traité directement et « A » s'il est traité indirectement

Ne rien indiquer si le cas n'est pas traité.

1<sup>er</sup> case : A pour Abaques — B pour Base de données — C pour formule de Calcul  
 2<sup>e</sup> case : G pour Global A ou F pour Fréquence

Dans chaque double case, répondre par :

1.1	prise en compte du profil en long réel								
1.2	profil en travers de type remblai								
1.3	profil en travers de type déblai								
1.4	tranchée								
1.5	profils en travers de type mixte (déblai, remblai, tranchée)								
1.6	de 1,2 à 1,5 variation continue en tout point du profil en long								
1.7	prise en compte de la pente réelle des talus								
1.8	viaduc								
1.9	couche de roulement route								
1.9.1	influence variable par type de véhicules								
1.9.2	influence variable en fonction de la vitesse								
1.10	couche de roulement fer								
1.10.1	influence du ballast								
1.10.2	influence du rail								
1.11	traitement des discontinuités (carrefours, péages, aiguillages,...)								
1.12	ruie en U (voir NF S 31-130)								

2.1	écran plan mince et vertical								
2.2	écran incliné								
2.3	écran bas (hauteur < 2 m)								
2.4	écran épais ou bâtiment								
2.5	absorption des parois de l'obstacle								
2.5.1	homogène sur la surface								
2.5.2	variable sur la surface								
2.6	butte								
2.7	de 2,1 à 2,6 var. continue de la hauteur								
2.7	le long du profil en long								
2.8	couverture partielle ou casquette								
2.9	tunnel sans transmission								
2.10	couverture totale								
2.11	interaction véhicule routier/écran								
2.12	interaction véhicule ferroviaire/écran								
2.13	végétation								

3.1	caractérisation acoustique du sol								
3.1.1	homogène								
3.1.2	hétérogène								
3.2	relief								
3.2.1	par courbes de niveaux								
3.2.2	par points cotés								
3.2.3	par arêtes								
3.2.4	interpolation passant par les points définis								
3.1	impédance								
3.1.1	effet de sol								
3.1.2	effet de sol								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	impédance								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1	autre coefficient								
3.1.2	réflexion								
3.2	diffraction sur relief								
3.1.1									

4.1	émission bruit routier	puissance	directionnalité	
4.2	émission bruit ferroviaire	puissance	directionnalité	
4.3	décomposition			
4.3.1	par points avec pas uniforme			
4.3.2	par points avec pas non uniforme			
4.3.3	par lignes			
4.3.4	par surfaces			
4.4	spectre routier de référence unique			
4.4.1	spectre différencié VL — PL			
4.5	spectre ferroviaire de référence			
4.5.1	spectre différencié par type de train			
4.6	spectre variable avec la vitesse des véhicules routiers			
4.7	spectre variable avec la vitesse des trains			
4.8	hauteur de source routière variable			
4.9	hauteur de source ferroviaire variable			

Caractérisation du Trafic Routier

5.1	VL			
5.2	PL			
5.3	autres véhicules routiers			
5.4	débit saisi par l'opérateur			
5.5	débit forfaitaire par type de voie			
5.6	débit journalier/débit horaire			
5.7	vitesse saisie par l'opérateur			
5.8	vitesse forfaitaire par type de voie			
5.9	courbes débit/vitesse			
5.10	allures prises en compte			
5.11	prise en compte de la rampe dans le calcul d'émission			
5.11.1	par classe			
5.11.2	calcul automatique à partir du profil en long			
5.12	distribution du trafic par sens			
5.13	distribution par voie de circulation			
5.14	distribution par type de véhicule			

Caractérisation du Trafic Ferroviaire

6.1	composition par type de matériel et voie de circulation			
6.2	vitesse d'exploitation par voie de circulation			
6.3	vitesse d'exploitation/type de train et voie			
6.4	composition par voie de circulation			
6.5	prise en compte de la rampe dans le calcul d'émission			
7.1	absorption atmosphérique	valeurs de température et d'hygrométrie forfaitaires	valeurs de température et d'hygrométrie définies par l'utilisateur	
7.2	conditions de propagation conventionnelles			
7.2.1	calcul en conditions favorables			
7.2.2	calcul en conditions homogènes			
7.3	prise en compte des conditions météorologiques réelles	gradient de vent	gradient de température	atmosphère turbulente
7.3.1	uniforme sur l'ensemble du site			
7.3.2	différenciée selon des zones			

Récepteur

8.1	par point			
8.2	par ligne			
8.3	par surface			
8.4	par volume			
8.5	en champ libre			
8.6	en façade			
8.7	en façade fictive			
8.8	hauteur par rapport au sol modifiable			
8.9	possibilité de maillage			
8.9.1	hauteur constante par rapport au sol			
8.9.2	horizontal			
8.9.3	vertical			

Définitions des termes utilisés dans l'annexe A

(informative)

Annexe B

Voiture

1.1	prise en compte du profil en long réel	correspond au cas où le logiciel peut modéliser le profil en long réel de la voie
1.2	profil en travers de type remblai	correspond au cas où le logiciel peut modéliser une voie placée au-dessus du Terrain Naturel
1.3	profil en travers de type déblai	correspond au cas où le logiciel peut modéliser une voie placée au-dessus du Terrain Naturel
1.4	tranchée	correspond au cas où le logiciel peut modéliser un déblai avec parois verticales
1.5	profils en travers de type mixte (déblai, remblai, tranchée)	correspond au cas où le logiciel traite une situation de 1,2 à 1,4 d'un côté de la voie et une autre situation de 1,2 à 1,4 de l'autre côté
1.6	prise en compte de la pente réelle de la voie en long	prise en compte de l'altitude réelle des arêtes diffractantes, déblai ou tranchée en tout point du profil en long
1.7	prise en compte de la pente réelle des talus	prise en compte de la pente réelle des talus pour des remblais, déblais en tout point du profil en long
1.8	viaduc	voie au-dessus du Terrain Naturel sans remblai laissant libre la propagation sous viaduc
1.9	couche de roulement route	correspond au cas où le logiciel prend en compte la nature du revêtement de la chaussée
1.9.1	influence variable par type de véhicules	
1.9.2	influence variable en fonction de la vitesse	
1.10	couche de roulement fer	
1.10.1	influence du ballast	
1.10.2	influence du rail	
1.11	traitement des discontinuités (carrefours, péages, aiguillages,...)	cas où le logiciel prend en compte la variation d'émission du bruit en fonction de la proximité de discontinuités du type péages, carrefours, etc.
1.12	rue en U (voir NF S 31-130)	

Méthode utilisée	Indicateur calculé	Leq	Ln (précisez n)	Lmax	Autres
9.1	analytique				
9.2	géométrique				
9.2.1	2D				
9.2.2	3D ou 2D1/2				
9.3	numérique				
9.3.1	2D				
9.3.2	3D				
9.4	tables				
9.5	base de données				
9.6	abaques				
9.7	calcul en fréquence				
10.1	indicateur calculé				
10.2	quel(s) période(s)				
10.3	contributions par voie				
10.3.1	par sens				
10.3.2	par voie de circulation				
10.3.3	par zone				
10.3.4	par source élémentaire				
10.3.5	par trajet (méthode géométrique)				
10.4	cumul des sources				
10.5	détail des diffractantes atténuations				
10.6	tableau de résultats				
10.7	cartes de bruit conformes à la norme NF S 31-130				
10.8	cartes d'isophones				
10.9	autres cartes				
10.10	visualisations 2D du site				
10.11	visualisations 3D du site				
10.12	coups en travers				
10.13	examen des chemins de propagation				
10.14	édition des hypothèses de calcul				

5.1	écran plan mince et vertical	correspond à un élément plan mince et vertical de hauteur > 2 m, d'épaisseur ≤ 50 cm et pour lequel l'énergie transmise est considérée comme négligeable par rapport à l'énergie diffractée par son sommet
2.2	écran incliné	correspond à un élément identique au 2.1 mais qui au lieu d'être vertical peut être incliné d'un côté ou de l'autre par rapport à la verticale
2.3	écran bas (hauteur < 2 m)	correspond à un élément identique au 2.1 ou au 2.2 mais dont la hauteur est < 2 m
2.4	écran épais ou bâtiment	doit au moins respecter le 2.1 mais avec une épaisseur d'au moins 50 cm. Il faut alors préciser ce qui est traité en plus
2.5	absorption des parois de l'obstacle	cas où le logiciel prend en compte l'absorption acoustique par au moins une face de l'obstacle dans le calcul de la propagation
2.5.1	homogène sur la surface	cas où cette absorption est uniforme sur la surface
2.5.2	variable sur la surface	cas où cette absorption est variable sur la surface
2.6	butte	variation naturelle ou artificielle du relief apte à s'opposer à la propagation du sol
2.7	de 2.1 à 2.6, var. continue de la hauteur le long du profil	correspond à un élément identique à 2.6 mais avec la prise en compte de l'altitude réelle des arêtes diffractantes de l'obstacle
2.8	couverture partielle ou casquette	obstacle constitué dans sa partie supérieure d'un élément incliné revenant vers l'infrastructure
2.9	tunnel sans transmission	galerie souterraine donnant passage à une voie de communication
2.10	couverture totale	peut être assimilé à un tunnel avec la possibilité de transmission par les parois
2.11	interaction véhicule routier/écran	cas où le logiciel prend en compte la possibilité de transmission par les parois
2.12	interaction véhicule ferroviaire/écran	cas où le logiciel prend en compte les réflexions entre l'écran et le véhicule ferroviaire
2.13	végétation	prise en compte de tout élément végétal susceptible de modifier la propagation. Ces effets étant très faibles, précisez la façon dont le cas est traité
3.1	caractérisation acoustique du sol	correspond aux éléments intervenant dans l'influence du sol sur la propagation sonore
3.1.1	homogène	les éléments caractérisant le sol sont identiques sur tout le site
3.1.2	hétérogène	les éléments caractérisant le sol ne sont pas identiques sur tout le site
3.2	relief	manière dont la topographie du sol est représentée
3.2.1	par courbes de niveaux	
3.2.2	par points cotés	
3.2.3	par arêtes	
3.2.4	interpolation passant par les points définis	cas de lignes reliant un ensemble de points cotés
4.1	émission bruit routier	caractéristiques élémentaires de l'émission routière de la voie indépendamment du trafic
4.2	émission bruit ferroviaire	caractéristiques élémentaires de l'émission ferroviaire de la voie indépendamment du trafic
4.3	décomposition	méthode pour représenter une décomposition de sources sur la voie
4.3.1	par points avec pas uniforme	représentation matérialisée par des points sources régulièrement espacés
4.3.2	par points avec pas non uniforme	représentation matérialisée par des points sources irrégulièrement espacés
4.3.3	par lignes	représentation matérialisée par des lignes sources de longueurs variables
4.3.4	par surfaces	représentation matérialisée par des surfaces sources de surfaces variables
4.4	spectre routier de référence unique	cas où le logiciel utilise toujours le même spectre d'émission pour toutes les sources
4.4.1	spectre différencié VL — PL	cas où le logiciel utilise un spectre différencié VL/PL
4.5	spectre ferroviaire de référence unique	cas où le logiciel utilise toujours le même spectre d'émission ferroviaire pour toutes les sources
4.5.1	spectre différencié par type de train	cas où le logiciel utilise un spectre différencié pour chaque type de trains
4.6	spectre variable avec la vitesse des véhicules routiers	cas où le logiciel utilise un spectre d'émission variable en fonction de la vitesse et (ou) de l'allure des véhicules routiers
4.7	spectre variable avec la vitesse des trains	cas où le logiciel utilise un spectre d'émission variable en fonction de la vitesse et (ou) de l'allure des trains
4.8	hauteur de source ferroviaire variable	cas où la hauteur de source peut être différente en fonction de la nature des trains et (ou) de leur vitesse
4.9	hauteur de source ferroviaire variable	cas où la hauteur de source peut être différente en fonction de la nature des trains et (ou) de leur vitesse
5.1	VL	Véhicules Légers : véhicules dont le Poids Total en Charge est < 3,5 tonnes. Si une définition différente est utilisée dans le logiciel, précisez
5.2	PL	Poids lourds correspond généralement aux véhicules dont le Poids Total en Charge est > 3,5 tonnes. Précisez pour toute autre définition utilisée ici
5.3	autres véhicules routiers	le logiciel peut distinguer d'autres types de véhicules. Dans ce cas précisez la liste et les caractéristiques des véhicules
5.4	débit saisi par l'opérateur	l'opérateur peut saisir lui-même les débits
5.5	débit forfaitaire par type de voie	le logiciel propose un débit forfaitaire en fonction du type de voie
5.6	débit journalier/débit horaire	le cas où le logiciel utilise un débit journalier, précisez ici la correspondance débit journalier/débit horaire
5.7	vitesse saisie par l'opérateur	la vitesse utilisée ici est celle généralement atteinte ou dépassée par 50 % des véhicules. Précisez la définition de la vitesse dans les autres cas
5.8	vitesse forfaitaire par type de voie	le logiciel propose une vitesse forfaitaire en fonction du type de voie
5.9	courbes débit/vitesse	le logiciel permet de calculer la vitesse connaissant les courbes débit/vitesse
5.10	allures prises en compte	le terme correspond au caractère stabilisé ou non de la vitesse du flot. « Fluide, accéléré, décélééré, puisé, etc. » sont généralement utilisés, si autres précisez
5.11	prise en compte de la rampe dans le calcul d'émission	le logiciel tient compte pour le calcul d'émission de l'influence de la rampe du profil en long sur le calcul d'émission des véhicules
5.11.1	par classe	exprime si la valeur de la rampe est défini par classe (cf. norme NF S 31-185) en fonction de la pente de la rampe
5.11.2	calcul automatique à partir du profil en long	le logiciel calcule l'effet de la rampe automatiquement à partir du profil en long de la voie
5.12	distribution du trafic par sens	le logiciel permet de différencier le trafic par sens
5.13	distribution par voie de circulation	le logiciel permet de différencier le trafic par voie de circulation
5.14	distribution par type de véhicule	le logiciel permet de différencier le trafic par type de véhicule, pour chaque sens ou voie de circulation

1) Dans la cas des écrans épais, l'absorption du sommet peut intervenir dans le calcul de la propagation — Bâtiment = construction entre qu'écran faisant obstacle à la propagation du son.

2.1	écran plan mince et vertical	correspond à un élément plan mince et vertical de hauteur > 2 m, d'épaisseur ≤ 50 cm et pour lequel l'énergie transmise est considérée comme négligeable par rapport à l'énergie diffractée par son sommet
2.2	écran incliné	correspond à un élément identique au 2.1 mais qui au lieu d'être vertical peut être incliné d'un côté ou de l'autre par rapport à la verticale
2.3	écran bas (hauteur < 2 m)	correspond à un élément identique au 2.1 ou au 2.2 mais dont la hauteur est < 2 m
2.4	écran épais ou bâtiment	doit au moins respecter le 2.1 mais avec une épaisseur d'au moins 50 cm. Il faut alors préciser ce qui est traité en plus
2.5	absorption des parois de l'obstacle	cas où le logiciel prend en compte l'absorption acoustique par au moins une face de l'obstacle dans le calcul de la propagation
2.5.1	homogène sur la surface	cas où cette absorption est uniforme sur la surface
2.5.2	variable sur la surface	cas où cette absorption est variable sur la surface
2.6	butte	variation naturelle ou artificielle du relief apte à s'opposer à la propagation du sol
2.7	de 2.1 à 2.6, var. continue de la hauteur le long du profil	correspond à un élément identique à 2.6 mais avec la prise en compte de l'altitude réelle des arêtes diffractantes de l'obstacle
2.8	couverture partielle ou casquette	obstacle constitué dans sa partie supérieure d'un élément incliné revenant vers l'infrastructure
2.9	tunnel sans transmission	galerie souterraine donnant passage à une voie de communication
2.10	couverture totale	peut être assimilé à un tunnel avec la possibilité de transmission par les parois
2.11	interaction véhicule routier/écran	cas où le logiciel prend en compte la possibilité de transmission par les parois
2.12	interaction véhicule ferroviaire/écran	cas où le logiciel prend en compte les réflexions entre l'écran et le véhicule ferroviaire
2.13	végétation	prise en compte de tout élément végétal susceptible de modifier la propagation. Ces effets étant très faibles, précisez la façon dont le cas est traité
3.1	caractérisation acoustique du sol	correspond aux éléments intervenant dans l'influence du sol sur la propagation sonore
3.1.1	homogène	les éléments caractérisant le sol sont identiques sur tout le site
3.1.2	hétérogène	les éléments caractérisant le sol ne sont pas identiques sur tout le site
3.2	relief	manière dont la topographie du sol est représentée
3.2.1	par courbes de niveaux	
3.2.2	par points cotés	
3.2.3	par arêtes	
3.2.4	interpolation passant par les points définis	cas de lignes reliant un ensemble de points cotés



Caractérisation du Trafic Ferroviaire		Méthode utilisée	
6.1	composition par type de matériel et voie de circulation	9.1	analytique
6.2	vitesse d'exploitation/type de train et voie de circulation	9.2	géométrique
6.3	vitesse d'exploitation/type de train et voie de circulation	9.2.1	ZD
6.4	composition par voie de circulation	9.2.2	3D ou ZD/z
6.5	prise en compte de la rampe dans le calcul d'émission de l'influence de la rampe du profil en long sur le calcul d'émission des trains	9.3	numérique
7.1	absorption atmosphérique	9.3.1	ZD
7.2	conditions de propagation conventionnelles	9.3.2	3D
7.2.1	calcul en conditions favorables	9.4	tables
7.2.2	calcul en conditions homogènes	9.5	base de données
7.3	prise en compte des conditions météorologiques réelles	9.6	abaques
7.3.1	uniforme sur l'ensemble du site	9.7	calcul en fréquence
7.3.2	différenciée selon des zones		
8.1	par point	10.1	indicateur calculé
8.2	par ligne	10.2	quelques périodes
8.3	par surface	10.3	contributions d'une partie de la source
8.4	par volume	10.3.1	par sens
8.5	en champ libre	10.3.2	par voie de circulation
8.6	en façade	10.3.3	par zone
8.7	en façade fictive	10.3.4	par source élémentaire
8.8	hauteur par rapport au sol modifiable	10.3.5	par trajet (méthode géométrique)
8.9	possibilité de maillage	10.4	cumul des sources
8.9.1	hauteur constante par rapport au sol	10.5	détail des différentes atténuations
8.9.2	horizontal	10.6	tableau de résultats
8.9.3	vertical	10.7	cartes de bruit conformes à la norme NF S 31-130
		10.8	cartes d'isophones
		10.9	autres cartes
		10.10	visualisation 2D du site
		10.11	visualisation 3D du site
		10.12	coups en travers
		10.13	examen des chemins de propagation
		10.14	édition des hypothèses de calcul
			le logiciel doit préciser l'indicateur de bruit calculé
			le logiciel doit préciser l'indicateur de bruit calculé
			le calcul est effectué à partir d'une formule analytique sans tenir compte du trajet de propagation
			la méthode distingue les trajets de propagation entre les sources et le récepteur (rayon par exemple)
			le calcul est défini sur une coupe en travers unique (préciser si elle est perpendiculaire)
			le calcul peut être réalisé sur des coupes en travers variables
			le logiciel permet de résoudre numériquement l'équation de propagation
			le logiciel fournit le résultat du niveau sonore à partir d'une table
			le logiciel fournit le résultat du niveau sonore à partir d'une base de données
			le logiciel fournit le résultat du niveau sonore à partir d'abaques de propagation
			cette case est à renseigner si l'ensemble des calculs acoustiques est effectué en fréquence
			le calcul est défini dans un plan vertical
			ce maillage peut être défini à une altitude constante
			ce maillage peut être défini à une hauteur constante par rapport au sol
			en vue de tracer des cartes de bruit ou d'isophones, le logiciel peut définir automatiquement un maillage de points récepteurs
			le récepteur peut être placé à différentes hauteurs
			le récepteur est placé en champ libre et l'on rajoute + 3 dB pour tenir compte d'une façade fictive
			en façade, le récepteur est automatiquement placé à 2 m de la façade
			le logiciel permet de placer un récepteur à plus de 2 m d'une paroi
			le logiciel fournit un niveau sonore associé à un volume donné
			le logiciel fournit un niveau sonore associé à une surface donnée
			le logiciel fournit un niveau sonore associé à une ligne donnée
			le logiciel fournit un niveau sonore en un seul point donné
			correspond à la prise en compte des différentes caractéristiques de l'atmosphère dans le calcul de la propagation
			correspond à la prise en compte de conditions météorologiques conventionnelles
			le logiciel calcule dans des conditions météorologiques favorables à la propagation (rayons sonores incurvés vers le sol)
			le logiciel calcule dans des conditions météorologiques homogènes (rayons sonores rectilignes)
			correspond à la prise en compte des différentes conditions météorologiques réelles existant sur le site
			l'ensemble du site est soumis à des conditions météorologiques identiques
			le site est composé de zones soumises à des conditions météorologiques différentes
			le logiciel tient compte pour le calcul d'émission de l'influence de la rampe du profil en long sur le calcul d'émission des trains
			nombre de trains total par voie de circulation
			voir NF S 31-130
			voir NF S 31-130
			composition par type de matériel et voie de circulation
			le logiciel distingue un choix de répartition du trafic par type de véhicule

**Annexe C**  
(informative)

**Informations relatives aux limites d'utilisation d'un logiciel**

	minimum	maximum
taille du site (longueur par largeur)		
nombre de points du projet		
nombre d'objets		
taille d'un objet (nombre de points)		
nombre de sources élémentaires		
nombre de sources élémentaires intervenant dans le calcul en un point		
nombre de points récepteurs		
pas de décomposition des sources en sources élémentaires		
distance d'un point récepteur par rapport à une source élémentaire		
longueur d'un trajet de propagation		
nombre de points par trajet		
taille d'une maille utilisée pour le calcul du relief		
nombre de mailles utilisées pour le calcul du relief		
nombre de voies de circulation d'une route		
nombre de voies de circulation d'une plate-forme ferroviaire		
nombre de types de véhicules par routes		
nombre de types de trains par voies		
nombre de types de revêtements de chaussées		
vitesse des véhicules légers VL		
vitesse des poids lourds PL		
vitesse des trains		
nombre de types d'allure de trafic		
largeur de l'infrastructure		
hauteur des bâtiments		
hauteur des écrans		
épaisseur des écrans		
angle d'inclinaison des écrans et (ou) des murs de soutènement		
hauteur des déblais - remblais		
pentés des talus de déblais - remblais		
ordre de réflexion		
nombre de diffractions verticales successives		
nombre de diffractions horizontales successives		
nombre de types d'absorbants pour les écrans		
nombre de types d'absorbants pour le sol		
domaine de fréquence		
nombre de couleurs par carte de bruit		
NOTE : Ce tableau n'a qu'une valeur documentaire. Il fixe la taille maximale et minimale de chacun des paramètres. Dans la pratique, il est fréquent compte tenu de l'interdépendance des variables, que certaines valeurs maximales ne puissent être atteintes simultanément.		

Dans le cas où l'information demandée n'est pas pertinente au vu du type de logiciel considéré, il suffit de spécifier « sans objet » au regard de l'item en question. Dans le cas où le logiciel ne possède pas de limite pour l'item en question, il convient d'inscrire « pas de limite » ou « fonction de la capacité mémoire de l'ordinateur » ou tout autre commentaire approprié.

Les cases grisées sont sans objet.

**Annexe D**  
(informative)  
**Bibliographie**

Guide du bruit des transports terrestres — Préviation des niveaux sonores — Ministère de l'environnement et du cadre de vie — Ministère des transports — CETUR novembre 1980.

## Acoustique

## Mesurage du bruit émis par les cyclomoteurs à deux roues en mouvement — Méthode d'expertise

E : Acoustics — Measurement of noise emitted by two-wheeled mopeds in motion — Engineering method  
D : Akustik — Fahrmessung der Geräuschemission von zweirädrigen Mopeds — Verfahren der Genauigkeitsklasse 2

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 5 juin 1990 pour prendre effet le 5 juillet 1990.

### correspondance

La présente norme française reproduit intégralement la norme internationale ISO 9645 : 1990.

### analyse

La présente norme décrit une méthode d'expertise pour le mesurage du bruit émis par les cyclomoteurs à deux roues en mouvement. La méthode est prévue pour satisfaire aux conditions requises de simplicité, dans la mesure où celles-ci sont compatibles avec la reproductibilité des résultats et le fonctionnement effectif du cyclomoteur. Les prescriptions visent à reproduire le niveau de bruit émis dans une circulation urbaine de caractère irrégulier, nécessitant la pleine utilisation de la puissance du moteur.

### descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit acoustique, bruit de moteur, cyclomoteur, essai acoustique, conditions d'essai.

### modifications

### corrections

Membres de la commission de normalisation  
chargée du suivi des travaux internationaux relatifs à la présente norme

Président : M LUCQUIAUD

Secrétaire : M LAFONT — AFNOR

M	BAR	CETUR
M	BARBARA	INRS
M	BEHAGHEL	CH SYND CONST AUTOMOBILES
M	BLANC	UTAC
M	BOILEAU	DAEI
M	BONDoux	RNUR
M	BOURDES	BNAE
M	CANAL	RATP
M	DALLEST	RATP
M	DENIMAL	MICHELIN ET CIE
M	DEPITRE	MIN TRANSPORTS
M	DESCHAMPS	DAEI
M	FAVRE	RNUR
M	FLEURY	EDF
M	FOURNIER	MICHELIN ET CIE
M	JACQUES	INRS
M	JOCTEURMONROZIER	RVI
M	LAFARGEAS	UTAC
M	LOUIT	MIN TRAVAIL ET EMPLOI
M	LUCARELLI	GRAM MASSIF CENTRAL
M	LUCAS	LCPC
M	LUCQUIAUD	UTAC
M	MARTIN	MIN TRANSPORTS
M	MAUCLAIRE	SNCF
M	MOLA	MIN ENVIRONNEMENT
M	MOTTARD	MIN ENVIRONNEMENT
M	PACHIAUDI	INRETS
M	PERULLI	UTC
M	SERGET	RVI
M	SOUCHET	DSCR
M	TOURSEL	PSA

## AVANT-PROPOS

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes internationales mentionnées au chapitre 2 « Références normatives » et les normes françaises est la suivante :

ISO 4164 : NFR 21-510  
ISO 7116 : NFR 21-511  
CEI 651 : NFS 31-009

## Sommaire

	Page
Avant-propos .....	iii
1 Domaine d'application .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Définitions .....	1
4 Interprétation des résultats .....	2
5 Équipement de mesurage .....	2
6 Environnement acoustique, conditions météorologiques et bruit de fond .....	2
7 Mode opératoire .....	2
8 Conditions de fonctionnement .....	3
9 Rapport d'essai .....	4

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9645 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*.

# Acoustique — Mesurage du bruit émis par les cyclomoteurs à deux roues en mouvement — Méthode d'expertise

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'expertise pour le mesurage du bruit émis par les cyclomoteurs à deux roues en mouvement (tels qu'ils sont définis dans l'ISO 3833<sup>1)</sup>).

La méthode est prévue pour satisfaire aux conditions requises de simplicité, dans la mesure où celles-ci sont compatibles avec la reproductibilité des résultats et le fonctionnement effectif du cyclomoteur.

Les prescriptions visent à reproduire le niveau de bruit émis dans une circulation urbaine de caractère irrégulier, nécessitant la pleine utilisation de la puissance du moteur.

NOTE — La méthode d'essai nécessite un environnement acoustique qui ne peut être réalisé que sur un terrain découvert étendu. Ces conditions peuvent généralement être remplies lorsqu'il s'agit de mesurages effectués :

- soit en vue de la réception du type de cyclomoteur,
- soit en cours de fabrication,
- soit aux stations d'essais officielles.

Il convient de remarquer que les contrôles sur route de cyclomoteurs en service peuvent rarement être effectués dans un environnement acoustique idéal. S'il est nécessaire d'exécuter des mesurages sur route dans un environnement acoustique qui ne satisfait pas aux conditions indiquées dans la présente Norme internationale, il est recommandé de tenir compte du fait que les résultats obtenus sont susceptibles d'être sensiblement différents des résultats obtenus en respectant les conditions prescrites. Une méthode mieux adaptée au contrôle sur route des cyclomoteurs en service sera prescrite dans une Norme internationale ultérieure.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties pertinentes des accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 4164 : 1978, *Véhicules routiers — Cyclomoteurs — Code d'essai des moteurs — Puissance nette*.

ISO 6726 : 1988, *Cyclomoteurs et motocycles à deux roues — Masses — Vocabulaire*.

ISO 7116 : 1981, *Véhicules routiers — Méthode de mesurage de la vitesse maximale des cyclomoteurs*.

CEI 651 : 1979, *Sonomètres*.

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 cyclomoteur en ordre de marche:** Cyclomoteur se trouvant dans la condition définie comme «masse en ordre de marche» dans l'ISO 6726.

**3.2 vitesse maximale par construction :** Vitesse que le cyclomoteur ne peut pas dépasser, mesurée selon l'ISO 7116 et déclarée par le constructeur.

<sup>1)</sup> ISO 3833 : 1977, *Véhicules routiers — Types — Dénominations et définitions*.

4 Interprétation des résultats

Les résultats obtenus selon la présente méthode donnent une mesure objective du bruit émis dans les conditions d'essai prescrites. Cependant, il faut tenir compte du fait que l'estimation subjective de la gêne produite par différentes catégories de véhicules n'est pas seulement fonction des indications d'un sonomètre.

L'incertitude de détermination du bruit émis par les cyclomoteurs est mesurée conformément à la présente Norme internationale est de l'ordre de  $\pm 1$  dB.

5 Équipement de mesure

5.1 Appareillage de mesure acoustique

Le sonomètre (ou système de mesure équivalent) doit au moins être conforme aux exigences pour un instrument de classe 1, prescrites dans la CEI 651.

Les mesurages doivent être effectués avec la caractéristique de pondération fréquentielle A et avec la caractéristique de pondération temporelle F.

L'étalonnage du sonomètre doit être vérifié selon les instructions du constructeur ou avec une source sonore étalon (par exemple pistonphone) au début des mesurages, et vérifié à nouveau et enregistré à la fin des mesurages. Tout écart doit être consigné dans le rapport d'essai. Si cet écart est supérieur à 1 dB au cours d'une série de mesurages, l'essai doit être considéré comme non valable.

Si l'on utilise un écran antivent, il doit être du type prescrit par le constructeur pour convenir au microphone utilisé. On doit s'assurer auprès du constructeur que l'utilisation de l'écran ne compromet pas de façon sensible l'exactitude du sonomètre pour les conditions de l'essai.

5.2 Appareillage de mesure de vitesse

La fréquence de rotation du moteur ainsi que la vitesse du véhicule pendant la phase d'approche doivent être mesurées avec une exactitude égale à 3 % ou meilleure.

6 Environnement acoustique, conditions météorologiques et bruit de fond

6.1 Site d'essai

Le site d'essai doit être sensiblement horizontal; la piste d'essai doit être sèche et son état de surface ne doit pas provoquer un bruit excessif de contact pneumatique/chaussée.

Le site d'essai doit être tel que, lorsqu'une petite source de bruit omnidirectionnelle est placée sur sa surface au point O de la figure 1, les écarts par rapport aux conditions de divergence hémisphérique n'excèdent pas  $\pm 1$  dB.

Dimensions en mètres

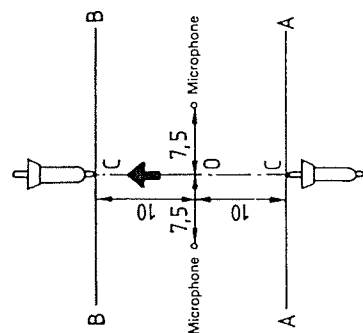


Figure 1 — Site d'essai

Cette condition peut être considérée comme remplie si les exigences suivantes sont remplies:

- a) dans un rayon de 50 m autour du centre de la piste, l'espace doit être dépourvu d'objets réfléchissants de grandes dimensions tels que clôtures, rochers, ponts ou immeubles;
- b) la piste d'essai ainsi que la surface comprise dans un rayon de 10 m autour du centre O de la piste doivent être constituées de béton, d'asphalte ou d'un matériau dur analogue; elles doivent être exemptes de revêtements absorbants tels que de la neige poudreuse, de hautes herbes ou des cendres;
- c) il ne doit y avoir, au voisinage du microphone, aucun obstacle susceptible de perturber le champ acoustique; aucune personne ne doit se trouver entre le microphone et la source de bruit, et l'observateur lisant l'enregistrement doit se placer de façon à éviter toute influence sur l'indication du sonomètre.

6.2 Conditions météorologiques

Les mesurages ne doivent pas être effectués dans de mauvaises conditions atmosphériques.

Les mesurages ne doivent pas être faussés par des rafales de vent. Les mesurages effectués avec des vitesses moyennes de vent dépassant 5 m/s au niveau du microphone doivent être considérés comme non valables.

6.3 Bruit de fond

Le bruit de fond (y compris le bruit dû au vent) doit être d'au moins 10 dB inférieur à celui qui est produit par le cyclomoteur en essai.

7 Mode opératoire

7.1 Position de microphone

La distance des positions de microphone à la ligne de référence CC (voir figure 2) sur la piste d'essai doit être égale à 7,5 m  $\pm$  0,2 m.

Le microphone doit être placé à une hauteur de 1,2 m  $\pm$  0,1 m au-dessus du sol. Sauf indications particulières du fabricant, l'axe de référence du sonomètre pour les conditions de champ libre (voir CEI 651) doit être horizontal et perpendiculaire au parcours du cyclomoteur (ligne CC).

8 Conditions de fonctionnement

8.1 Cyclomoteurs conçus pour une vitesse maximale inférieure ou égale à 30 km/h

8.1.1 Conditions générales

Le cyclomoteur doit approcher de la ligne AA, ses roues s'avant le plus près possible de la ligne CC, dans les conditions définies de 8.1.2.1 à 8.1.2.3, selon le cas.

Il doit approcher de la ligne AA et effectuer tout le parcours AA-BB à une vitesse stabilisée égale à la vitesse maximale prévue.

8.1.2 Conditions particulières

8.1.2.1 Cyclomoteurs sans boîte de vitesse ou munis d'une transmission automatique sans sélecteur

Pas d'exigence particulière.

8.1.2.2 Cyclomoteurs à transmission automatique avec sélecteur

On doit utiliser la position du sélecteur recommandée par le constructeur, permettant d'atteindre la vitesse maximale prévue.

8.1.2.3 Cyclomoteurs à boîte de vitesse non automatique

On doit utiliser le rapport le plus élevé de la boîte de vitesses.

8.2 Cyclomoteurs conçus pour une vitesse maximale supérieure à 30 km/h

8.2.1 Conditions générales

Le cyclomoteur doit approcher de la ligne AA, ses roues s'avant le plus près possible de la ligne CC, dans les conditions définies de 8.2.2.1 à 8.2.2.3, selon le cas.

Il doit approcher de la ligne AA à une vitesse stabilisée égale à 30 km/h.

Lorsque l'avant du cyclomoteur atteint la ligne AA, la commande des gaz doit être ouverte à fond aussi rapidement que possible et être maintenue dans cette position jusqu'à ce que l'arrière du cyclomoteur atteigne la ligne BB. On doit alors refermer la commande des gaz aussi rapidement que possible.

8.2.2 Conditions particulières

8.2.2.1 Cyclomoteurs sans boîte de vitesses ou munis d'une transmission automatique sans sélecteur

Pas d'exigence particulière.

Figure 2 — Positions de microphone pour les mesurages

7.2 Nombre de mesurages

On doit effectuer au moins trois mesurages de chaque côté du cyclomoteur.

7.3 Lectures à effectuer

Le niveau maximal de pression acoustique pondéré A, indiqué avec la caractéristique de pondération temporelle F pendant chaque passage du cyclomoteur entre les lignes AA et BB (voir figure 2) doit être relevé. Si une crête de caractère évident anormal par rapport au niveau général est constatée, la mesure doit être annulée.

On doit considérer les résultats comme valables lorsque la différence entre les valeurs extrêmes de trois mesures consécutives effectuées sur le même côté du cyclomoteur ne dépasse pas 2 dB.

Pour chaque côté du cyclomoteur, on doit calculer la valeur moyenne arithmétique des relevés valables. La valeur la plus élevée des deux valeurs moyennes, arrondie au demi-décibel le plus proche, constitue le résultat d'essai.

7.4 Préparation du cyclomoteur

Le cyclomoteur doit être en ordre de marche. La masse totale du conducteur, de l'équipement d'essai et du lest éventuel doit se situer entre 70 kg et 80 kg.

Les pneumatiques du cyclomoteur doivent être d'un type normalement monté par le constructeur et être gonflés à la (aux) pression(s) recommandée(s) par le constructeur pour le cyclomoteur dans sa condition d'essai.

Avant le début des mesurages, le moteur doit être porté à ses conditions normales de fonctionnement en ce qui concerne les températures et le réglage. Il doit être équipé du carburant, de la (des) bougie(s), du (des) carburateur(s), recommandés par le constructeur.

8.2.2.2 Cyclomoteurs à transmission automatique avec sélecteur

On doit utiliser la position du sélecteur recommandée par le constructeur, permettant d'atteindre la vitesse prescrite en 8.2.1.

8.2.2.3 Cyclomoteurs à boîte de vitesses non automatique  
On doit utiliser le rapport le plus élevé de la boîte de vitesses, permettant de passer sur la ligne AA, avec une fréquence de rotation du moteur supérieure ou égale à la moitié de la fréquence de rotation,  $n$ , à laquelle le moteur développe sa puissance nette maximale, déterminée conformément à l'ISO 4164.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes :

- a) référence de la présente Norme internationale;
- b) description du site d'essai, nature de la surface de roulement et conditions météorologiques;

c) identification de l'équipement de mesurage (y compris l'écran antivent, s'il a été utilisé) et valeurs d'étalonnage obtenues avant et après les essais;

d) niveau de pression acoustique pondéré A du bruit de fond;

e) identification du cyclomoteur, de son moteur et de son système de transmission;

f) vitesse maximale par construction du cyclomoteur;

g) fréquence de rotation du moteur,  $n$ , à laquelle il développe sa puissance nette maximale, déterminée conformément à l'ISO 4164;

h) rapport de la boîte de vitesse ou position du sélecteur utilisé pendant l'essai;

i) vitesse du véhicule et régime du moteur à la ligne AA;

j) nombre de mesurages et niveaux de pression acoustique pondérés A relevés, en décibels;

k) résultat d'essai.

NORME FRANÇAISE ENREGISTRÉE	VÉHICULES ROUTIERS AVERTISSEURS SONORES Essais après montage sur le véhicule	NF R 14-313 Février 1984 ISO 6969
--------------------------------	--	--

AVANT - PROPOS

*La présente norme reproduit intégralement le texte de la norme ISO 6969 approuvée par le Comité Membre français.*

NORME ISO 6969 (1981)

*Véhicules routiers - Avertisseurs sonores - Essais après montage sur le véhicule*

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.

La présente norme internationale spécifie les essais des avertisseurs sonores, conformes à l'ISO 512, à effectuer après montage sur le véhicule.

Les dispositions suivantes s'appliquent exclusivement à la vérification des caractéristiques des avertisseurs sonores montés sur des types nouveaux de véhicules routiers.

2. RÉFÉRENCES.

- ISO 512 - Véhicules routiers - Avertisseurs sonores - Spécifications techniques. (1)
- ISO 3833 - Véhicules routiers - Types - Dénominations et définitions. (2)
- Publication CEI 51 - Recommandations pour les appareils de mesure électriques, indicateurs à action directe et leurs accessoires.  
Publication CEI 179 - Sonomètres de précision.  
Publication CEI 225 - Filtrés de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.

3. APPAREILS DE MESURE.

Le mesurage des niveaux de pression sonore doit être fait en utilisant un sonomètre conforme à la Publication CEI 179.

Si l'on utilise un dispositif protégé-vent, il faut tenir compte de son influence sur la précision de mesurage conformément aux indications du fabricant.

Les mesurages électriques doivent être faits en utilisant des appareils de mesure de la classe 0,5, conformément à la Publication CEI 51.

Les mesurages de longueurs doivent être faits de telle manière que l'erreur maximale soit inférieure ou égale à 0,1 m.

(1) Reprise par la norme NF R 14-312.

(2) Reprise par la norme NF R 18-001.

Enregistrée par décision du 29 Janvier 1984 pour prendre effet le 29 Février 1984

BNA

Reproduction interd.

Road vehicles - Sound signalling devices - Tests after mounting on vehicle  
Strassenfahrzeuge - Akustische Warngeräte - Prüfungen nach Anschluss am Fahrzeug

#### 4. EXPRESSION DES RÉSULTATS.

Les résultats des mesurages de niveaux de pression acoustique doivent être spécifiés par rapport à  $2 \times 10^{-5} \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$  pondérés selon la courbe A, et exprimés en décibels (A).

#### 5. CONDITIONS D'ESSAI.

##### 5.1. EMPLACEMENT D'ESSAI ET CONDITIONS D'AMBIANCE.

Le véhicule étant placé en terrain découvert constitué, par exemple, par un espace ouvert de 50 m de rayon, dont la partie centrale, destinée à l'exécution des mesurages, doit être pratiquement horizontale sur au moins 20 m de rayon, recouverte de béton, d'asphalte ou d'un matériau similaire, et dégagée d'herbes hautes, de sol meuble ou de cendre.

Les mesurages doivent être effectués par temps clair.

Aucune autre personne que l'observateur faisant la lecture de l'appareil ne doit rester à proximité de l'avertisseur sonore ou du microphone, car la présence de spectateurs peut influencer sensiblement les lectures de l'appareil.

Le niveau du bruit ambiant dans toute la gamme couverte par les fréquences des composantes du son émis par l'avertisseur doit être inférieur d'au moins 10 dB au niveau sonore de chacune de ces composantes. Toutefois, cette exigence ne s'applique pas à des composantes dont le niveau de pression sonore mesuré est inférieur à 70 dB (A).

On ne procédera pas à des mesurages lorsque la vitesse du vent est supérieure à 5 m/s.

La température ambiante pendant les mesurages doit être comprise entre  $+ 10 \text{ }^\circ\text{C}$  et  $+ 30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Les mesurages doivent être effectués en utilisant la constante de temps rapide.

##### 5.2. EMPLACEMENT DU MICROPHONE.

###### 5.2.1. Orientation.

L'axe de sensibilité maximale du microphone doit être horizontal et parallèle au plan longitudinal médian du véhicule. Il sera orienté vers l'avant du véhicule.

###### 5.2.2. Distance horizontale.

Le microphone doit être placé de façon que sa membrane soit située à 7 m du hors tout avant du véhicule.

###### 5.2.3. Hauteur.

Le microphone doit être placé à l'intérieur d'un cercle de rayon égal à 0,5 m, et dont le centre est situé à 1 m au-dessus du sol dans le plan longitudinal médian du véhicule.

##### 5.3. CONDITIONS D'ALIMENTATION.

###### 5.3.1. Alimentation par courant alternatif.

Pour les avertisseurs sonores alimentés en courant alternatif (catégorie I), les mesurages doivent être faits avec le moteur en marche pour trois régimes de rotation du générateur correspondant à 50, 75 et 100 % de la vitesse maximale du véhicule indiquée par le constructeur.

Les mesures doivent être effectuées en excluant toute autre charge électrique.

###### 5.3.2. Alimentation par courant continu.

L'avertisseur doit être alimenté, selon les cas, sous une des tensions d'essai de 6,5 ou 13 ou 26 V mesurés à la sortie de la source d'énergie électrique, le ou les avertisseurs étant en fonctionnement, et correspondant respectivement à une tension nominale de 6, 12 ou 24 V.

Si, pour l'essai, une source de courant redressé est utilisée, la composante alternative de la tension aux bornes, mesurée de crête à crête lors du fonctionnement des avertisseurs, ne doit pas dépasser 0,1 V. Dans le cas des avertisseurs électropneumatiques, le raccordement entre les trompes et l'électrocompresseur doit être fait suivant les indications du fabricant.

###### 5.3.3. Alimentation par air comprimé.

Les avertisseurs sonores pneumatiques doivent être alimentés suivant les indications du fabricant.

#### 5.4. MESURAGES.

Les mesurages doivent être effectués après recherche du maximum du niveau acoustique à l'intérieur du cercle défini en 5.2.3.

Le temps de fonctionnement de l'appareil au cours des essais doit être aussi court que possible. En aucun cas, il ne doit dépasser 30 s consécutives, après quoi il faut laisser refroidir l'avertisseur durant au moins 20 min.

5.5. Les pointes paraissant sans rapport avec les caractéristiques du niveau sonore général ne doivent pas être prises en considération dans la lecture.

#### 6. RÉSULTATS D'ESSAI.

6.1. Les avertisseurs sonores doivent émettre un son continu et uniforme; leur spectre acoustique ne doit pas varier sensiblement pendant le fonctionnement. Pour les avertisseurs sonores alimentés en courant alternatif, cette exigence n'est applicable qu'à une vitesse constante du générateur, cette vitesse étant comprise dans la gamme spécifiée en 5.3.1.

6.2. Mesurée dans les conditions spécifiées dans les paragraphes précédents, la valeur du niveau maximal de l'appareil en essai doit être au moins égale aux valeurs suivantes:

- a) 75 dB (A) pour les avertisseurs sonores installés principalement sur les cyclomoteurs;
- b) 80 dB (A) pour les avertisseurs sonores installés principalement sur les motocycles d'une puissance inférieure ou égale à 12 kW;
- c) 93 dB (A) pour les avertisseurs sonores installés principalement sur les véhicules à quatre roues et plus, et sur les motocycles d'une puissance de plus de 12 kW.

6.3. Dans le cas où un véhicule est équipé de plusieurs avertisseurs fonctionnant simultanément, la valeur maximale prescrite doit être atteinte en faisant fonctionner tous les appareils en même temps.



norme européenne  
**norme française**

NFEN 22922  
ISO 2922  
Novembre 1993

Indice de classement : S 31-018

Acoustique

**Mesurage du bruit émis par les bateaux  
de navigation intérieure et portuaire**

E : Acoustics — Measurement of noise emitted by vessels on inland  
water-ways and harbours  
D : Akustik — Messung der Lärmemission von Wasserfahrzeugen auf  
Binnenwässern und in Häfen

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'AFNOR  
le 5 octobre 1993 pour prendre effet le 5 novembre 1993.

Remplace la norme homologuée NF S 31-018, de septembre 1973.

**correspondance**

La norme européenne EN 22922:1993 a le statut d'une norme française.  
Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 2922.

**analyse**

Le présent document donne les conditions d'obtention de résultats de  
mesurage reproductibles et comparables, du niveau de bruit émis par les  
bateaux de tout type sur les voies de navigation intérieure et portuaire.

**descripteurs**

Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit  
acoustique, bateau, essai, bruit de machine.

**modifications**

Parrapport à la norme NF S 31-018, de septembre 1973, modifications d'ordre  
rédactionnel.

**corrections**

Membres de la commission de normalisation

Président : M GUEGUEN

Secrétariat : AFNOR

- M AYZAC
- M BICHON
- M CAUDE
- M CHAPON
- M DALAISE
- M DESPINOY
- M DOUTRE
- M DURAND
- M FAY
- M GRIES
- M GUEGUEN
- M HENRIOT
- M HERBINOT
- M LACOSTE
- M LAFONT
- M LE GOFF CANEL
- M LEMAIRE
- M LEMOINE
- M LOUIS
- M MAISTRE
- M MEDAL
- MME MIUS
- M MIUS
- M OUDOT
- M PECH
- M PLOUVIER
- M SIMONIN
- M URTADO
- M WALBRECC
- FEDERATION FRANCAISE DU TOURISME FLUVIAL
- COMITE DE SURVEILLANCE DE BORDEAUX — BUREAU VERITAS
- MINISTERE DES TRANSPORTS — DIRECTION DES TRANSPORTS TERRESTRES
- VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
- COMITE DES ARMATEURS FLUVIAUX
- GEORGES DESPINOY SARL
- COMITE DE SURVEILLANCE DE LYON
- SOGESTRAN SA
- COMITE DE SURVEILLANCE DE LYON
- COMITE DE SURVEILLANCE DE STRASBOURG
- AFNOR
- BRIGADE FLUVIALE
- COMITE DE SURVEILLANCE DE NANTES
- COMITE DE SURVEILLANCE DE TOULOUSE
- AFNOR
- COMITE DE SURVEILLANCE DE ROUEN
- SERVICE TECHNIQUE CENTRAL DES PORTS MARITIMES
- COMITE DE SURVEILLANCE DE PARIS
- COMITE DE SURVEILLANCE DE LILLE
- CONSEIL GENERAL DES PONTS ET CHAUSSEES
- SERVICE DE NAVIGATION DE LA SEINE
- MINISTERE DES TRANSPORTS — DIRECTION DES TRANSPORTS TERRESTRES
- CONSEIL GENERAL DES PONTS ET CHAUSSEES — NAVITEC
- COMITE DE SURVEILLANCE DE NEVERS
- COMITE DE SURVEILLANCE DE LILLE
- COMITE DES ARMATEURS FLUVIAUX
- COMITE DE SURVEILLANCE DE NANCY
- OFFICE NATIONAL DE LA NAVIGATION
- CHAMBRE NATIONALE BATELLERIE ARTISANALE

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article « Références » et les normes françaises identiques est la suivante :

Publication CEI 225 : NFC 97-010

L'autre norme mentionnée à l'article « Références » n'a pas de correspondance dans la collection des normes françaises ; elle peut être obtenue auprès de l'AFNOR.

NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

EN 22922

Juillet 1993

CDU 534.6:534.83:629.12

Descripteurs : acoustique, mesurage acoustique, bruit acoustique, bateau, essai, bruit de machine.

Version française

Acoustique — Mesurage du bruit émis par les bateaux de navigation intérieure et portuaire (ISO 2922:1975)

Akustik — Messung der Lärmemission von Wasserfahrzeugen auf Binnenwässern und in Häfen (ISO 2922:1975)

Acoustics — Measurement of noise emitted by vessels on inland water-ways and harbours (ISO 2922:1975)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1993-07-20.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

Les normes européennes existent en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

© CEN 1993

Droits de reproduction réservés aux membres du CEN.

Ref. n° EN 22922:1993 F

## Acoustique — Mesurage du bruit émis par les bateaux de navigation intérieure et portuaire

### Avant-propos

La présente norme européenne a été reprise par le Comité Technique CEN/TC 211 «Acoustique» des travaux de l'ISO/TC 43 «Acoustique» de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO).

La présente norme européenne a été soumise à la procédure d'acceptation unique (UAP) et a été adoptée par le CEN comme norme européenne.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en janvier 1994, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en janvier 1994.

Conformément au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

### Notice d'entérinement

Le texte de la norme internationale ISO 2922:1975 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

### 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie les conditions d'obtention de résultats de mesurages, reproductibles et comparables, du niveau et du spectre du bruit émis par les bateaux de tous types sur les voies de navigation intérieure et portuaire. Elle est également applicable aux petits navires de mer, aux bateaux de servitude et aux dragueurs.

On trouvera, en annexe, des spécifications pour le mesurage du bruit à l'admission ou à l'échappement et pour les mesurages sur les bateaux en stationnement.

#### NOTES

1 Les méthodes d'essai spécifiées dans la présente Norme Internationale sont des méthodes d'expertise aux termes de l'ISO 2204, *Acoustique — Guide pour le mesurage du bruit et l'évaluation de ses effets sur l'homme*, mise à part l'analyse en bandes de fréquence qui est prescrite seulement pour les essais de type.

2 On pourra effectuer des mesurages de sources qui émettent des bruits impulsionnels si l'on emploie un sonomètre impulsionnel (voir chapitre 5).

### 2 RÉFÉRENCES

Publication CEI 179, *Sonomètres de précision*.

Publication CEI 225, *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave, destinés à l'analyse des bruits et des vibrations*.

### 3 NATURE DES ESSAIS

3.1 **essais de type** : Mesurages effectués en vue de contrôler que le bateau livré par le chantier correspond aux spécifications de bruit.

On doit respecter, dans toute la mesure du possible, les conditions spécifiées pour chaque essai, mais si l'on ne peut éviter de s'en écarter, on doit en rendre compte dans le procès-verbal d'essai.

3.2 **essais de contrôle** : Mesurages effectués en vue de contrôler que le bruit des bateaux est encore dans les limites prescrites, et qu'aucun changement notable ne s'est produit depuis la réception effectuée à la livraison ou après modifications, selon le cas.

Pour les essais de contrôle, de légères variantes aux conditions d'essai recommandées pour les essais de type peuvent être tolérées, par exemple pour le site d'essai, le bruit de fond, la distance entre le microphone et le bateau, et les conditions de fonctionnement.

Toute variante doit être décrite dans le procès-verbal d'essai.

### 4 GRANDEURS MESURÉES

4.1 Toutes les lectures sont à faire avec la caractéristique dynamique «rapide».

4.2 Les valeurs à mesurer dans toutes les positions du microphone, lors des essais de type et de contrôle, sont les niveaux de pression acoustique pondérés A (niveaux de pression  $L_A$ , exprimés en décibels (dB)).

NOTE — Si l'on ne mentionne pas, d'autre part, la courbe de pondération utilisée, les valeurs mesurées doivent être exprimées en dB (A).

4.3 Pour l'analyse spectrale lors des essais de type et pour la détermination de certaines caractéristiques acoustiques spéciales des véhicules, les valeurs à mesurer sont les niveaux de pression acoustique par bande d'octave ou de tiers d'octave, en décibels (dB).

### 5 APPAREILS DE MESURAGE

5.1 Le sonomètre doit être conforme à la Publication CEI 179.

5.2 Si d'autres appareils de mesurage, y compris, par exemple, un enregistreur magnétique et/ou un enregistreur de niveau, sont utilisés, leurs caractéristiques électro-acoustiques globales doivent être conformes aux chapitres correspondants de la Publication CEI 179.

5.3 Pour le mesurage des spectres de bruit, les filtres doivent être conformes à la Publication CEI 225.

5.4 On doit vérifier la réponse acoustique globale de l'appareillage de mesure suivant les instructions du constructeur, de préférence avec une source étalon (par exemple pistophone) au début et à la fin de chaque série de mesurages.

Ju moins tous les 2 ans, on doit étalonner le sonomètre pour assurer sa conformité à la Publication CEI 179.

On peut utiliser un écran antiven pour réduire l'influence du vent sur la lecture.

Si l'on peut disposer d'un sonomètre impulsionnel conforme à l'annexe 1) à la Publication CEI 179, il est recommandé d'utiliser, en outre, la valeur lue avec la pondération A et la caractéristique dynamique impulsionnelle, symbole  $L_{A, d}$ , et d'exprimer la valeur en décibels (dB), pour la mesure des bruits impulsionnels. Les valeurs doivent être exprimées en dB (A) si l'on ne mentionne pas, d'autre part, la courbe de pondération et la caractéristique «rampe impulsionnelle».

**SITE ACOUSTIQUE, CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES, NIVEAU DU BRUIT AMBIANT**

Le site d'essai doit être tel que la propagation du son fasse sensiblement en champ libre.

La condition peut être considérée comme remplie si l'espace autour du microphone jusqu'à une distance de 3 m est dépourvu d'objets réfléchissants de grande dimension, tels que clôtures, collines, rochers, ponts ou meubles.

On doit y avoir, au voisinage du microphone, aucun obstacle susceptible de perturber le champ sonore. Aucune sonne ne doit se trouver entre le microphone et la source de bruit, et l'observateur doit se placer de façon à éviter l'influence sur l'indication de l'appareil de mesure.

La surface comprise entre le bateau en essai et le microphone de mesure doit être une surface libre d'eau de terrain, aussi dépourvue que possible de revêtements réfléchissant le son, tels que herbe ou neige.

À des vitesses de vent supérieures à 10 m/s, la propagation du son peut être perturbée, et les mesurages ne peuvent pas être effectués. On doit, de préférence, choisir des conditions météorologiques où la vitesse du vent est inférieure à 5 m/s.

Pour les essais de type, le niveau de pression acoustique pondéré A dû à d'autres sources de bruit (par exemple clapotis sur le bateau de mesure ou la rive, autres eaux, installations industrielles ou portuaires) ou à l'effet du vent, doit être d'au moins 10 dB en dessous du niveau de pression acoustique pondéré A du bruit produit par le bateau.

On analyse le bruit, cette différence doit être d'au moins 3 dB dans les bandes de fréquences utilisées.

En cas d'essai de contrôle, le niveau de pression acoustique pondéré A du bruit ambiant doit être d'au moins 3 dB en dessous du niveau de pression acoustique pondéré A de la lecture obtenue pendant le passage du bateau. Il convient de corriger la lecture de la façon suivante :

En préparation.

Accroissement du niveau de pression acoustique pondéré A pendant le passage du bateau	Correction à appliquer au niveau de pression acoustique pondéré A relevé pendant le passage du bateau
dB	dB
≥ 10	0
6 à 9	-1
4 à 5	-2
3	-3

**7 PARCOURS D'ESSAI ET MESURAGE DE LA DISTANCE**

7.1 Le parcours d'essai doit être tel que la profondeur du plan d'eau soit suffisante pour la manœuvre normale du bateau.

7.2 Au cours de l'essai, la trajectoire du bateau doit être aussi rectiligne que possible, et sa distance au microphone doit être celle qui est spécifiée dans le chapitre 9.

Pour les essais sur les voies navigables intérieures, le bateau doit naviguer contre le courant ou la marée, ou en eau stagnante.

7.3 La distance entre le microphone et le bordé du bateau doit être mesurée par des moyens optiques, par exemple par télémétrie, ou par des procédés photographiques, à moins qu'on ne la mesure en faisant faire au bateau un parcours déterminé devant un microphone placé en un point donné. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'adopter des bases d'essai fixes, munies de marques d'alignement.

**8 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DU BATEAU PENDANT L'ESSAI**

8.1 Distance du microphone

Le parcours d'essai doit commencer à une distance suffisante du microphone pour obtenir un fonctionnement stable des machines lors du passage devant le microphone.

8.2 Conditions de chargement

Les conditions de chargement du bateau doivent être indiquées dans le procès-verbal d'essai.

8.3 Moteurs principaux

Pour les essais de type, les moteurs principaux doivent tourner à au moins 95 % de leur vitesse nominale.

8.4 Hélices à pas variable et propulseurs de Voith-Schneider — si existants

Dans la position de pleine puissance.

**8.5 Moteurs auxiliaires**

Tous les moteurs auxiliaires nécessaires à un service continu doivent fonctionner à leur vitesse normale.

**8.6 Portes et fenêtres**

Pendant les essais de type, les mesurages doivent d'abord être effectués fenêtres et portes des salles de machines fermées; on doit indiquer séparément les niveaux obtenus en ouvrant ces portes et fenêtres.

Pendant les essais de contrôle, le bateau doit naviguer dans les conditions normales de route, les fenêtres et portes des compartiments moteurs devront être ouvertes si cela est habituel en fonctionnement normal.

**9 POSITION DU MICROPHONE**

Le microphone doit être placé sur un bateau, un appontement, ou sur la rive, à une hauteur comprise entre 1,2 et 1,5 m au-dessus du sol, et, si possible, comprise entre 3 m et 6 m au-dessus de la surface de l'eau. Le microphone doit être dirigé perpendiculairement au parcours du bateau en essai.

Lorsque le bateau passe devant le microphone, la distance recommandée entre le bordé du bateau et le microphone devrait être de 25 m.

NOTE — Il est possible que l'indication la plus élevée du sonomètre soit relevée après le passage du bateau, lorsque la distance de celui-ci au microphone est supérieure à 25 m, à cause de la directivité du champ acoustique.

Si, au cours du passage, la distance entre microphone et bateau s'écarte de la distance de référence de 25 m, les résultats doivent être corrigés conformément à 10.4; cependant, les distances supérieures à 35 m ou inférieures à 20 m doivent être évitées dans toute la mesure du possible, particulièrement lors des essais de type.

**10 CONDUITE DES ESSAIS**

10.1 On doit retenir le niveau maximal de pression acoustique pondéré A indiqué pendant le passage du bateau. On ne doit pas tenir compte de toute pointe à caractère évidemment anormal, étant donné le niveau de pression acoustique général qu'on lit.

10.2 Pour les essais de type, on doit faire au moins deux passages, et la valeur moyenne des mesures doit être arrondie au nombre entier de décibels le plus proche.

Si le rayonnement acoustique du bateau est évidemment dissymétrique par rapport à son axe longitudinal, le mesurage doit être effectué sur le côté où le niveau de pression acoustique est le plus élevé.

NOTE — En général, la dispersion entre deux résultats de mesurage pendant les deux passages ne doit pas être supérieure à 3 dB. Dans le cas contraire, une nouvelle série de mesurages doit être effectuée.

Pour les essais de contrôle, il est suffisant d'effectuer un seul mesurage.

10.3 Si la distance  $d$  entre le microphone et le bordé du bateau diffère de la valeur de référence (25 m) pendant le passage, le niveau de pression acoustique pondéré  $A$ ,  $L_{A, d}$ , mesuré à la distance  $d$ , doit être corrigé selon la formule suivante pour obtenir le niveau de pression acoustique pondéré  $A$ ,  $L_{A, 25}$ , pour la distance de référence de 25 m :

$$L_{A, 25} = L_{A, d} + 20 \log \frac{d}{25} = L_{A, d} + \Delta L$$

( $L_{A, 25}$ ,  $L_{A, d}$  et  $\Delta L$  en décibels,  $d$  en mètres)

TABLEAU — Valeurs de  $\Delta L$  correspondant aux valeurs arrondies de  $d$

Distance $d$ , m	20	22	25	28	32	35
$\Delta L$ , dB	-2	-1	0	1	2	3

10.4 La présence de sons purs facilement audibles ou d'un bruit à caractère nettement impulsionnel doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

**11 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI**

Le procès-verbal d'essai doit contenir une référence à la présente Norme Internationale et les indications suivantes :

- 11.1 La nature des essais.
- 11.2 Le site d'essai, les conditions du plan d'eau et les conditions météorologiques, par exemple la température, la pression barométrique et la vitesse du vent, s'il y a lieu.
- 11.3 Les appareils de mesure.
- 11.4 Le niveau du bruit ambiant.
- 11.5 Le bateau, ses moteurs principaux, la vitesse pendant les essais, et la position des hélices à pas variable ou des propulseurs de Voith-Schneider.
- 11.6 Les moteurs et les appareils auxiliaires, ainsi que leurs conditions de fonctionnement.
- 11.7 Le chargement du bateau.
- 11.8 La position du microphone.
- 11.9 Les niveaux de pression acoustique pondérés  $A$ ,  $L_{A, d}$  et  $L_{A, 25}$ , et, si nécessaire, le spectre du bruit.
- 11.10 La présence de sons purs ou d'un bruit à caractère impulsionnel.
- 11.11 La position, ouverte ou fermée, des portes et fenêtres de la salle des machines.

ANNEXE

MESURAGES SUPPLÉMENTAIRES

A.1 MESURAGES SUR BATEAU EN STATIONNEMENT

Pour les mesurages de bruit à l'extérieur des bateaux à ancre ou sur des bateaux spéciaux tels que dragueurs, bateaux de sauvetage, bateaux de plongée, il est recommandé de placer le microphone à 25 m du bord du bateau en essai doivent tourner à leur vitesse normale quand le bateau est à l'ancre ou au travail.

A.2 MESURAGE DU BRUIT À L'ADMISSION OU À L'ÉCHAPPEMENT

Lorsqu'on mesure des niveaux de pression acoustique à l'admission ou à l'échappement du moteur, ou des installations de conditionnement d'air et de réfrigération, il est recommandé de placer le microphone en dehors du jet gazeux à une distance de 1 m du bord de l'orifice d'admission ou d'échappement, sous un angle de 30° par rapport à la direction du jet gazeux (voir la figure) et aussi loin que possible de surfaces réfléchissantes.

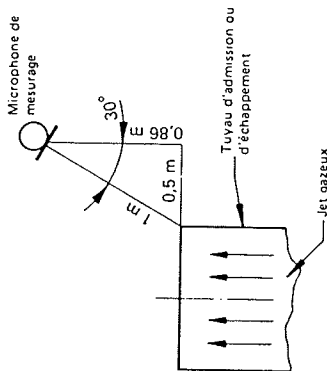


FIGURE — Position du microphone de mesurage par rapport à l'orifice d'admission ou d'échappement

# normalisation française

S 31-007  
Juillet 1986  
ISO 362

Acoustique

## Mesurage du bruit émis par les véhicules routiers en accélération

### Méthode d'expertise

E : Acoustics — Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles — Engineering method  
D : Messung des von beschleunigten Strassenfahrzeugen abgestrahlten Geräusches — Genauigkeitsklasse 2

Fascicule de documentation publié par l'afnor en Juillet 1986.

Remplace le fascicule de documentation de même indice, de juillet 1965.

### correspondance

Le présent fascicule de documentation reproduit la norme ISO 362:1981, en y intégrant son amendement publié en 1985. Il est conforme, avec des écarts techniques mineurs, à la directive 84/424/CEE (J.O.CE du 1984-09-06).

### analyse

Le présent fascicule de documentation spécifie les conditions d'essai pour le mesurage du bruit émis par les véhicules routiers en accélération : environnement d'essai, mode opératoire et fonctionnement du véhicule. Les résultats visent à reproduire les niveaux de bruit maximaux produits par les véhicules routiers dans une circulation urbaine à caractère irrégulier.

### descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit acoustique, bruit de moteur, véhicule routier, conditions d'essai.

### modifications

Par rapport au fascicule de documentation de même indice de juillet 1965, modification des conditions de fonctionnement des véhicules.

### corrections

**AVANT-PROPOS**

Le présent fascicule de documentation présente avec la directive 84/424/CEE les divergences techniques suivantes :

- les conditions d'essai des véhicules à transmission automatique sont décrites dans des termes plus généraux, de façon à ne pas interférer avec des développements technologiques ultérieurs,
- les conditions d'essai des véhicules « à haute performance » ne sont pas traitées.

La correspondance entre les normes internationales citées au chapitre 2 « Références » et les normes françaises est précisée dans le tableau suivant :

Norme internationale	Norme française
ISO 1176	NF R 10-005
CEI 651	NF S 31-009

**SOMMAIRE**

1	Objet et domaine d'application	Page
2	Références	3
3	Définitions	3
4	Prescriptions générales	3
5	Équipement de mesurage	3
6	Environnement acoustique, conditions météorologiques et bruit de fond	4
7	Mode opératoire	4
8	Rapport d'essai	6

**1. Objet et domaine d'application**

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'expertise pour le mesurage du bruit émis par les véhicules routiers en accélération.

La méthode est prévue pour satisfaire aux conditions requises de simplicité, dans la mesure où celles-ci sont compatibles avec la reproductibilité des résultats et le fonctionnement effectif du véhicule.

Les spécifications visent à reproduire les niveaux de bruit émis dans une circulation urbaine de caractère irrégulier, nécessitant l'usage de rapports intermédiaires avec pleine utilisation de la puissance du moteur disponible sur ces rapports.

**NOTE** — La méthode d'essai nécessite un environnement acoustique qui ne peut être réalisé que sur un terrain découvert étendu. Ces conditions peuvent généralement être remplies lorsqu'il s'agit de mesurages effectués :

- soit en vue de la réception du type du véhicule,
- soit en cours de fabrication,
- soit aux stations d'essais officielles.

Il convient de remarquer que les contrôles sur route de véhicules au hasard sont rarement effectués dans un environnement acoustique idéal. S'il est nécessaire d'écouter des mesurages sur route dans un environnement acoustique qui ne satisfait pas aux conditions indiquées dans la présente Norme internationale, il faut tenir compte du fait que les résultats obtenus sont susceptibles d'être sensiblement différents des résultats obtenus en respectant les conditions prescrites.

**2 Références**

ISO 1176, *Véhicules routiers* — Poids — Vocabulaire.  
 Publication CEI 651, *Sonomètres*.

**3 Définitions**

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

**3.1 rétrogradation automatique** : Enclenchement d'une combinaison de vitesse inférieure (rapport de démultiplication plus élevé) se produisant indépendamment du conducteur.

**3.2 rétrogradation forcée** : Enclenchement d'une combinaison de vitesse inférieure (rapport de démultiplication plus élevé) provoqué par l'action du conducteur. Elle peut être provoquée, par exemple, par un changement de pression sur la pédale d'accélérateur ou par un changement de position de celle-ci, actionnant un dispositif qui effectue la rétrogradation.

**4 Prescriptions générales**

**4.1 Conditions de l'essai**

La présente Norme internationale est basée sur un essai effectué sur des véhicules en marche, qui est l'essai de référence ISO. Les mesures doivent se rapporter aux conditions de fonctionnement du véhicule qui donnent le plus haut niveau de bruit compatible avec la conduite en ville et qui entraînent une émission de bruit reproductible. En conséquence, il est prescrit un essai d'accélération à pleins gaz, à partir d'un régime déterminé.

**4.2 Interprétation des résultats**

Les résultats obtenus selon la présente méthode donnent une mesure objective du bruit émis dans les conditions d'essai prescrites. Cependant, il faut tenir compte du fait que l'estimation subjective de la gêne produite par différentes catégories de véhicules n'est pas seulement fonction des indications d'un sonomètre.

**5 Équipement de mesurage**

**5.1 Appareillage de mesure acoustique**

Le sonomètre (ou le système de mesurage équivalent) doit au moins être conforme aux exigences pour un instrument de classe 1 spécifiées dans la Publication CEI 651.

Les mesurages doivent être effectués avec la pondération fréquentielle «A» et avec la pondération temporelle «F».

L'étalement du sonomètre doit être vérifié et effectué selon les instructions du constructeur ou avec une source sonore étalon (par exemple pistonphone) au début des mesurages, et vérifié à nouveau et enregistré à la fin des mesurages. Toute variation doit être consignée dans le rapport d'essai.

Il est recommandé, si les erreurs du sonomètre lors de ces étalonnages varient de plus de 1 dB au cours d'une série de mesurages, de considérer l'essai comme non valable.

#### NOTES

- 1 Au moins tous les 2 ans, le sonomètre doit être étalonné pour vérifier sa conformité avec la Publication CEI 651.
- 2 Si l'on utilise un écran antivenit, il doit être du type spécifié par le constructeur pour convenir au microphone utilisé. On doit s'assurer auprès du constructeur que l'utilisation de l'écran ne compromet pas de façon sensible la précision du sonomètre pour les niveaux de bruit ambiant de l'essai.

### 5.2 Appareillage de mesure de vitesse

La vitesse de rotation du moteur ainsi que la vitesse du véhicule pendant la phase d'approche doivent être mesurées avec des appareils ayant une précision égale à 3 % ou meilleur.

### 6 Environnement acoustique, conditions météorologiques et bruit de fond

#### 6.1 Site d'essai

Le site d'essai doit être sensiblement horizontal; la piste doit être sèche et son état de surface ne doit pas provoquer un bruit excessif de pneumatiques.

Le site d'essai doit être tel que les conditions de champ libre soient réalisées, à 1 dB près, entre la source sonore et le microphone.

Cette condition peut être considérée comme remplie si les exigences suivantes sont remplies.

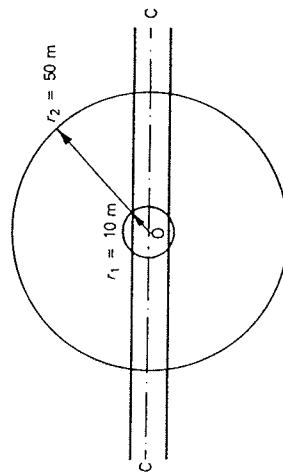


Figure 1 — Site d'essai

Dans un rayon de 50 m autour du centre de la piste, l'espace doit être dépourvu d'objets réfléchissants de grandes dimensions tels que clôtures, rochers, ponts ou immeubles.

La piste d'essai ainsi que la surface comprise dans un rayon de 10 m autour du centre O de la piste doivent être constituées de béton, d'asphalte ou d'un matériau dur analogue. Elle doit être exempte de revêtements absorbants tels que de la neige poudreuse, de hautes herbes ou des cendres.

Il ne doit y avoir, au voisinage du microphone, aucun objet susceptible de perturber le champ acoustique. Aucune personne ne doit se trouver entre le microphone et la source de bruit, et l'observateur lisant l'enregistrement doit se placer de façon à éviter toute influence sur l'indication du sonomètre.

### 6.2 Conditions météorologiques

Les mesurages ne doivent pas être effectués dans de mauvaises conditions atmosphériques.

Les mesurages ne doivent pas être faussés par des rafales de vent.

Il est recommandé de ne pas exécuter les mesurages si la vitesse du vent dépasse 5 m/s à la hauteur du microphone.

### 6.3 Bruit de fond

Le bruit de fond (y compris le bruit dû au vent) doit être de moins 10 dB inférieur à celui qui est produit par le véhicule à l'essai.

### 7 Mode opératoire

#### 7.1 Positions de microphone

La distance des positions de microphone à la ligne de référence CC (voir figure 2) sur la route doit être égale à 7,5 m.

Le microphone doit être placé à une hauteur de 1,2 m au-dessus du sol. Sauf indications particulières du fabricant du sonomètre, son axe de référence pour les conditions de champ libre (voir Publication CEI 651) doit être horizontal et perpendiculaire au parcours du véhicule (ligne CC).

#### 7.2 Nombre de mesurages

On doit effectuer au moins deux mesurages de chaque côté du véhicule.

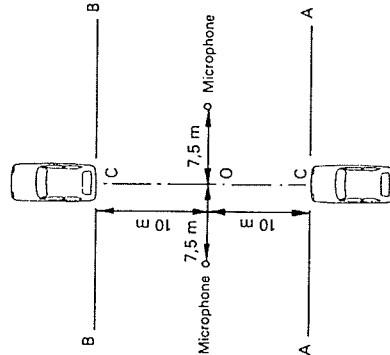


Figure 2 — Positions de microphone pour les mesurages

### 7.3 Lectures à effectuer

Le niveau maximal de pression acoustique indiqué pendant chaque passage du véhicule entre les lignes AA et BB (voir figure 2) doit être noté. Si une pointe de caractère évidemment anormal par rapport au niveau général est constatée, la mesure doit être annulée.

On considère les résultats comme valables lorsque la différence entre deux mesures consécutives, sur le côté du véhicule qui donne le plus haut niveau de pression sonore, ne dépasse pas 2 dB.

La valeur la plus élevée donnée par ces mesures constitue le résultat.

### 7.4 Préparation du véhicule

Les mesurages doivent être effectués sur le véhicule à vide, à l'exception du conducteur, et, sauf dans le cas de véhicules indissociables, sans remorque ou semi-remorque.

Les pneumatiques du véhicule doivent être d'un type normalement monté par le constructeur sur ce véhicule et être gonflés à la pression ou aux pressions recommandées par le constructeur.

Avant le début des mesurages, le moteur doit être porté à ses conditions normales de fonctionnement en ce qui concerne les températures et le réglage. Il doit être équipé du carburant, des bougies, du ou des carburateurs, etc., recommandés par le constructeur.

### 7.5 Conditions de fonctionnement

#### 7.5.1 Conditions générales

Le véhicule doit approcher de la ligne AA, son axe devant suivre le plus près possible la ligne CC, dans les conditions définies de 7.5.2.1 à 7.5.2.3, selon les cas.

Lorsque la partie antérieure du véhicule atteint la ligne AA, on doit, aussi rapidement que possible, ouvrir la commande des gaz le plus complètement possible de façon à produire l'accélération sans rétrogradation forcée (par exemple mise en action du «kick-down», s'il existe) et la maintenir dans cette position jusqu'à ce que la partie postérieure du véhicule atteigne la position BB; on doit alors fermer les gaz aussi rapidement que possible.

Dans le cas de véhicules articulés non séparables, les remorques ne doivent pas être prises en considération en ce qui concerne le franchissement de la ligne BB.

Si le véhicule a plus de deux roues motrices, il doit être essayé tel qu'il est censé être utilisé normalement sur route.

Si le véhicule est doté d'un équipement spécial tel que mélangeur de béton, compresseur, etc., cet équipement ne devra pas fonctionner pendant l'essai.

NOTE — Il est recommandé d'effectuer des mesurages complémentaires avec l'équipement en fonctionnement.

### 7.5.2 Conditions particulières

#### 7.5.2.1 Véhicules sans boîte de vitesses

Le véhicule doit approcher la ligne AA à une vitesse uniforme correspondant

- soit à une vitesse de rotation du moteur égale aux trois quarts de celle,  $n$ , à laquelle le moteur développe sa puissance nette maximale,

- soit aux trois quarts de la vitesse de rotation maximale du moteur permise par le régulateur dans les conditions de pleine charge du moteur,

- soit à 50 km/h,

en choisissant la vitesse la plus petite.

#### 7.5.2.2 Véhicules à boîte de vitesses à commande manuelle

a) Vitesse d'approche

Le véhicule doit approcher de la ligne AA à une vitesse uniforme correspondant

- soit à une vitesse de rotation du moteur égale aux trois quarts de celle,  $n$ , à laquelle le moteur développe sa puissance nette maximale,

- soit aux trois quarts de la vitesse de rotation maximale du moteur permise par le régulateur dans les conditions de pleine charge du moteur,

- soit à 50 km/h,

en choisissant la vitesse la plus petite.

b) Choix de la combinaison de boîte de vitesses

Les véhicules commerciaux de poids total maximum autorisé inférieur à 3,5 tonnes et les véhicules particuliers équipés d'une boîte avant au plus quatre rapports de marche avant doivent être essayés sur le deuxième rapport. Ceux qui sont équipés d'une boîte avant plus de quatre rapports de marche avant doivent être essayés successivement sur les deuxième et troisième rapports. On doit calculer la moyenne arithmétique des niveaux retenus pour chacune de ces deux conditions de passage.

Les véhicules commerciaux de poids total maximum autorisé supérieur à 3,5 tonnes, et les autobus, dont le nombre total de rapports de marche avant est  $N$  (y compris les rapports obtenus au moyen d'une boîte de vitesses auxiliaire ou d'un pont à plusieurs rapports) doivent être essayés successivement sur les rapports dont le rang est supérieur ou égal à  $N/2$ . On doit retenir seulement la condition qui donne le niveau de pression sonore maximal.

Les motocycles équipés d'une boîte ayant au plus quatre rapports doivent être essayés sur le deuxième rapport. Les motocycles équipés d'une boîte ayant plus de quatre rapports doivent être essayés sur le troisième rapport si leur cylindrée est inférieure ou égale à 350 cm<sup>3</sup>, et sur le deuxième rapport si leur cylindrée est supérieure à 350 cm<sup>3</sup>. Si, avec le choix des rapports ainsi défini, les prescriptions de 7.5.2.2 a) conduisent à un régime d'approche inférieur à  $n/2$ , les essais du motocycle doivent être recommencés avec le régime  $n/2$ .

#### 7.5.2.3 Véhicules à boîte de vitesses automatique

Trois cas peuvent se présenter :

- Les véhicules qui ne sont pas pourvus d'un sélecteur manuel doivent être essayés à différentes vitesses d'approche uniformes 30, 40 et 50 km/h, ou aux trois quarts de la vitesse maximale sur route si cette valeur est plus faible. On doit retenir seulement la condition qui donne le niveau de pression sonore maximal.
- Si le véhicule est équipé d'un sélecteur manuel, l'essai doit être réalisé avec la position du sélecteur correspondant à la conduite normale en ville. La rétrogradation forcée (par exemple par «kick-down») ainsi que la rétrogradation automatique sur le premier rapport, dans le cas de boîtes de vitesses ayant plus de deux rapports discrets, doivent être exclues.
- Si le véhicule est équipé d'une boîte auxiliaire à commande manuelle ou d'un pont à plusieurs rapports, on doit utiliser la position correspondant à la circulation urbaine normale.

Dans tous les cas, doivent être exclues les positions spéciales du sélecteur destinées aux manœuvres lentes ou au freinage ou au rangement.

### 8 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes :

- référence de la présente Norme internationale;
- description du site d'essai, nature de la surface de revêtement et conditions atmosphériques;
- identification de l'équipement de mesurage (y compris l'écran antivent, s'il a été utilisé);
- niveau de pression acoustique pondéré A du bruit fond;
- identification du véhicule, de son moteur et de son système de transmission;
- rapports de boîte utilisés pendant l'essai;
- vitesses et régimes du moteur au début de l'acquisition;
- identification de l'équipement auxiliaire éventuel et conditions de fonctionnement;
- nombre de mesurages et niveaux de pression acoustique relevés, en décibels.

NORME FRANÇAISE HOMOLOGUÉE		ACOUSTIQUE CODE D'ESSAI POUR LE MESURAGE DU BRUIT A BORD DES BATEAUX ET NAVIRES		NF S 31-017 Octobre 1981	
SOMMAIRE					
1	Objet et domaine d'application	Page	1		
2	Références	2	2		
3	Nature des essais	2	2		
4	Grandeurs mesurées	2	2		
5	Appareils de mesurage	2	2		
6	Site acoustique, conditions météorologiques, niveau du bruit ambiant	3	3		
7	Parcours d'essai	3	3		
8	Conditions de fonctionnement du navire pendant l'essai	3	3		
9	Position du microphone	4	4		
10	Conduite des essais	5	5		
11	Procès-verbal d'essai	6	6		
<b>AVANT-PROPOS</b>					
<p><i>La présente norme est pour l'essentiel en concordance technique avec la norme ISO 2923. Cependant, les conditions de chargement du navire sont différentes. Par ailleurs, le tableau des valeurs de correction à appliquer, en fonction du niveau de bruit de fond, au niveau de pression acoustique pondéré A relevé à bord du navire n'a pas été repris dans la présente norme.</i></p>					
<b>1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION</b>					
<p>La présente norme spécifie les conditions d'obtention de résultats de mesurages, reproductibles et comparables, du niveau et du spectre de bruit à bord de tous les types de navires de mer et des bateaux de navigation intérieure, désignés par la suite sous le terme générique «Navire».</p> <p>Les résultats peuvent servir, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— à établir des comparaisons,</li> <li>— à définir le confort acoustique à bord,</li> <li>— à orienter un programme de mesurage plus élaboré, en vue d'étudier les méthodes de réduction de bruit.</li> </ul>					
<p>Notes : 1 Les méthodes d'essai spécifiées dans la présente norme sont des méthodes d'expertise aux termes du fascicule de documentation S 30-008 «Acoustique — Guide pour la mesure du bruit et l'évaluation de ses effets sur l'homme». Cependant, l'analyse par bande de fréquence n'est seulement prescrite que pour les essais de recette.</p> <p>2 On pourra effectuer des mesurages de sources qui émettent des bruits impulsifs si l'on emploie un sonomètre équipé de la caractéristique temporelle I.</p>					
Homologuée par arrêté du 1981.09.11 (J.O. 1981-09-23) effet le 1981.10.11		La présente norme remplace la norme expérimentale S 31-017 d'Octobre 1972.		© afnor 1981 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays	

éditée par l'association française de normalisation (afnor) — tour europe cedex 7 92000 paris la défense — tél. (1) 778-13-28

Télé Communication

NF S 31-017 1<sup>er</sup> Tirage 81-09

Acoustics — Noise measurements on watercrafts  
Akustik — Geräuschmessungen auf Schiffen



## 2 RÉFÉRENCES

- S 30-008 Guide pour la mesure du bruit et l'évaluation de ses effets sur l'homme ;  
 NF S 31-009 (1981) Sonomètres ;  
 NF C 97-010 Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.

## 3 NATURE DES ESSAIS

### 3.1 ESSAIS DE RECETTE

Mesurages effectués pour établir que le navire livré par le chantier correspond aux spécifications de l'armateur, ainsi que mesurages effectués pour prouver que le navire est conforme aux prescriptions réglementaires s'il y a lieu.

On doit respecter, dans toute la mesure du possible, les conditions spécifiées pour chaque essai, mais si l'on ne peut éviter de s'en écarter, on doit en rendre compte dans le procès-verbal d'essai.

### 3.2 ESSAIS DE CONTRÔLE

Mesurages effectués en vue de contrôler que le bruit des navires est encore dans les limites prescrites, et qu'aucun changement notable ne s'est produit depuis la réception effectuée à la livraison ou après modifications, selon le cas.

Pour les essais de contrôle, de légères variantes aux conditions d'essai recommandées pour les essais de recette peuvent être tolérées, par exemple le nombre de positions de mesurage et le nombre de conditions de fonctionnement des moteurs peuvent être réduits.

Toute variante doit être décrite dans le procès-verbal d'essai.

## 4 GRANDEURS MESURÉES

4.1 Toutes les lectures sont à faire avec la caractéristique temporelle S (lente).

4.2 Les valeurs à mesurer dans toutes les positions du microphone, lors des essais de recette et de contrôle, sont les niveaux de pression acoustique pondérés A, L<sub>A</sub>, exprimés en décibels A (dB).

4.3 Lors des essais de recette avec analyse spectrale en différentes positions sélectionnées du microphone, les valeurs à mesurer sont les niveaux de pression acoustique par bande d'octave ou de tiers d'octave, en décibels (dB).

Note : Si l'on prévoit qu'il existe des composantes à basse fréquence, on étendra par accord, entre les parties, l'analyse spectrale au-dessous de 50 Hz.

## 5 APPAREILS DE MESURAGE

5.1 Le sonomètre doit être conforme aux spécifications de la classe I de la norme NF S 31-009 (1981).

5.2 Si d'autres appareils de mesurage, y compris, par exemple, un enregistreur magnétique et/ou un enregistreur de niveau, sont utilisés, leurs caractéristiques électroacoustiques globales doivent être conformes aux chapitres correspondants de la norme NF S 31-009 (1981).

5.3 Pour le mesurage des spectres de bruit, les filtres doivent être conformes à la norme NF C 97-010.

5.4 On doit avant et après toute série de mesurages vérifier l'étalonnage de l'appareillage de mesure suivant les instructions du constructeur, de préférence avec une source étalon (par exemple pistonphone).

Au moins tous les 2 ans, on doit vérifier les réponses du sonomètre pour assurer sa conformité à la norme NF S 31-009 (1981).

Note : Si l'on utilise un écran antivent, il sera nécessaire de tenir compte de son influence sur les résultats des mesurages suivant les indications données par le fabricant.

## 6 SITE ACOUSTIQUE, CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES, NIVEAU DU BRUIT AMBIANT

6.1 La profondeur d'eau sous le navire et la présence de grandes surfaces réfléchissantes dans son voisinage peuvent affecter les lectures obtenues et doivent donc être mentionnées dans le procès-verbal d'essai.

Ceci s'applique dans tous les cas aux bateaux de navigation intérieure et dans le cas d'essais à l'arrêt dans les conditions portuaires (voir paragraphe 8.2.1) aux navires de mer.

6.2 Les conditions météorologiques (comme le vent, la pluie, la pression atmosphérique, etc.) ont une influence sur les mesures. Elles devront être choisies de façon à ne pas influencer notablement les résultats.

Pour les navires de mer on considérera qu'il en est ainsi si les mesurages sont faits par mer calme ou peu agitée, le vent n'excédant pas 5 m/s (limite supérieure de l'échelle 3 Beaufort).

Pour les bateaux de navigation intérieure, on considérera qu'il en est ainsi si les mesurages sont effectués lorsque le vent n'excède pas 5 m/s, lorsque le bateau n'est pas placé au droit d'un mur de quai, ni trop près du bord, et lorsque la profondeur d'eau sous le bateau n'est pas inférieure à 1 mètre en rivière et 0,5 m en canal.

Les conditions météorologiques existant effectivement lors des mesurages seront mentionnées dans le procès-verbal d'essai.

6.3 On doit veiller à ce que les bruits parasites n'influencent pas le niveau de pression acoustique pondéré A à bord du navire aux positions de mesurage. Cette condition sera considérée comme remplie si les différences entre les bruits parasites et les bruits mesurés sont au moins égales à 10 dB. Si nécessaire, les lectures peuvent être corrigées suivant le principe de sommation de l'énergie.

## 7 PARCOURS D'ESSAI

7.1 Au cours de l'essai, la trajectoire du navire doit être aussi rectiligne que possible.

7.2 Pour les essais sur les voies navigables intérieures, le bateau doit naviguer contre le courant ou la marée, ou en eau morte.

## 8 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DU NAVIRE PENDANT L'ESSAI

Les mesurages de bruit doivent être effectués dans les conditions suivantes :

### 8.1 ÉTAT DU NAVIRE

#### 8.1.1 Conditions de chargement

Pour les essais de recette, le chargement sera celui prévu par le contrat ou la spécification pour ces essais. Des essais complémentaires peuvent être faits dans d'autres conditions de chargement (par exemple, sur lest, complètement chargé, etc.)

#### 8.1.2 Ameublement et équipement des locaux

L'ameublement et l'équipement des locaux ont une influence sur les mesures. Les mesurages devraient être faits dans les locaux garnis de tout l'ameublement et l'équipement nécessaire.

#### 8.1.3 Portes, fenêtres, hublots, claire voies et panneaux

— fermés

— ouverts pour des mesurages supplémentaires aux emplacements où ces conditions sont normales ; par exemple dans la timonerie où la porte du côté sous le vent est habituellement ouverte.

## 8.2 SOURCES DE BRUIT

### 8.2.1 Appareils propulsifs

Les essais doivent être effectués à la puissance correspondant à la vitesse d'exploitation normale.

Dans le cas de pousseurs, prévoir un essai haut le pied, c'est-à-dire sans convoi, et un essai avec convoi. Dans le cas de remorqueurs, prévoir un essai haut le pied, c'est-à-dire sans convoi et un essai en traction.

Des essais complémentaires peuvent être effectués :

- à vide, c'est-à-dire avec inverseurs débrayés, dans le cas des moteurs équipés de réducteurs, inverseurs et embrayages ou avec hélices en drapeau, dans le cas de moteurs entraînant des hélices à pas variables.
- à vitesse réduite comme cela peut se présenter par temps de brume ou dans la marche en canal
- navire à l'arrêt dans les conditions portuaires.

#### 8.2.2 Auxiliaires

Les groupes électrogènes, compresseurs, etc., tourneront dans les conditions d'exploitation normale (nombre et puissance).

#### 8.2.3 Installations de chauffage, de conditionnement d'air, de ventilation ou de réfrigération (chambres froides ou armoires frigorifiques)

- en fonctionnement
- arrêtées pour mesurages complémentaires.

#### 8.2.4 Locaux spéciaux

Dans les locaux radio, dans les cuisines et dans les offices, les mesurages seront faits avec les appareils équipant les locaux intéressés non en fonctionnement y compris les hottes aspirantes pour les cuisines.

#### 8.2.5 Signaux acoustiques d'alarme

- signaux acoustiques destinés à la protection des personnes :
  - le mesurage des niveaux sonores des signaux acoustiques d'alarme destinés à la protection des personnes n'entrent pas dans le cadre de la présente norme.
- signaux acoustiques destinés à la protection des matériels :
  - le mesurage des niveaux sonores des signaux acoustiques d'alarme destinés à la protection des matériels seront pris en compte uniquement dans les locaux habités, dans lesquels l'alarme n'est pas destinée à être entendue.

### 9 POSITION DU MICROPHONE

Si cela n'est pas spécifié autrement, les mesurages doivent être effectués avec le microphone dirigé vers le haut, à une hauteur comprise entre 1,2 et 1,5 m au-dessus du plancher.

Tous les points de mesurage ne doivent pas être à moins de 0,5 m des parois de tout local et, si possible, devraient être à au moins 1 m.

#### 9.1 LOCAUX HABITÉS TELS QUE CABINES, SALLES DE RÉUNIONS, INFIRMERIES, SALLES A MANGER, SALONS

Un mesurage doit être effectué au milieu du local. Des mesurages supplémentaires doivent être effectués en d'autres points, si des différences appréciables de niveau de bruit se produisent dans le local, spécialement près de l'emplacement de la tête d'une personne assise ou couchée. Dans les grands locaux, la distance entre points de mesurage doit être inférieure à 7 m.

#### 9.2 SALLE DES MACHINES

Les mesurages doivent être effectués dans les principaux postes de travail et de surveillance de l'équipage, dans la salle des machines et, éventuellement, dans la salle de commande adjacente, en faisant spécialement attention aux postes téléphoniques et aux emplacements où la compréhension de la parole ou d'autres signaux est importante.

En outre, des mesurages doivent être effectués à une distance d'environ 1 m de toute machine ou de tout appareil particulièrement bruyant.

#### 9.3 POSTES DE COMMANDEMENT

Le bruit doit être mesuré en tous les points où le personnel travaille, y compris les locaux radio.

Si, à l'intérieur de ces locaux, des différences appréciables dans le niveau de bruit se produisent, des mesurages supplémentaires doivent être effectués en tous les points intéressants où ces différences existent.

#### 9.4 AUTRES EMPLACEMENTS PARTICULIÈREMENT BRUYANTS

En plus des emplacements mentionnés en 9.1 à 9.3, les mesurages doivent être effectués dans tous les emplacements spécialement bruyants où les membres de l'équipage ou les passagers peuvent se tenir, même pour des périodes relativement courtes, ou au voisinage d'appareils à usage particulier, tels que pompes de déchargement.

#### 9.5 PONT

Sur le pont, des positions du microphone doivent être prévues à tous les emplacements où l'équipage ou les passagers peuvent se tenir, spécialement près de l'admission et de l'échappement des moteurs ou des installations de conditionnement d'air ou de réfrigération, et près des ouvertures, des claire-voies et panneaux de la salle des machines.

#### 9.6 ORIFICE D'ADMISSION OU D'ÉCHAPPEMENT

Lorsqu'on mesure des niveaux de pression acoustique à l'admission ou à l'échappement du moteur et des installations de ventilation, de conditionnement d'air ou de réfrigération, il est recommandé de placer le microphone en dehors du jet gazeux à une distance de 1 m du bord de l'orifice d'admission ou d'échappement, sous un angle de 30° par rapport à la direction du jet gazeux (voir la figure) et aussi loin que possible de surfaces réfléchissantes.

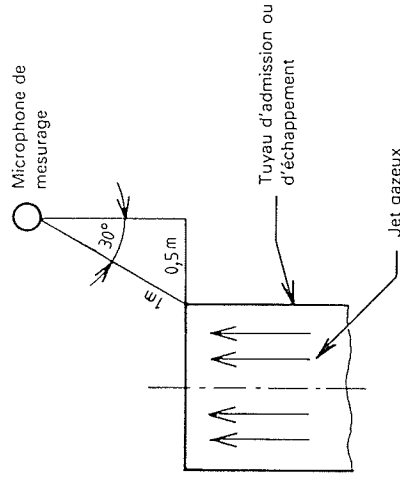


Figure — Position du microphone de mesurage par rapport à l'orifice d'admission ou d'échappement

#### 9.7 AILERONS DE PASSERELLE

Sur les ailerons de passerelle, les mesurages doivent être effectués du côté sous le vent.

### 10 CONDUITE DES ESSAIS

10.1 Pendant les mesurages de bruit, seules les personnes nécessaires à la conduite du navire et les personnes procédant aux mesurages seront présentes dans l'espace concerné.

10.2 Pour chaque mesurage dans des conditions de fonctionnement stable, on doit disposer d'une durée de mesurage d'au moins 5 s.

Note : Il peut être utile de déplacer le microphone horizontalement ou verticalement sur une distance de 1 m environ pour obtenir une indication plus significative. Dans ce cas, on doit retenir la valeur moyenne.

Si le niveau fluctue, on doit estimer la valeur moyenne (ou la valeur la plus probable) de la lecture.

En outre, on doit indiquer l'intervalle moyen de fluctuation.

La lecture doit être arrondie au nombre entier de décibels le plus proche.

On ne doit pas tenir compte de toute élévation notable du niveau de pression acoustique mesuré, due à un phénomène parasite.

10.3 La présence de sons purs facilement audibles ou d'un bruit à caractère nettement impulsionnel doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

10.4 Les mesurages lors des opérations de mouillage, de relevage des ancres ou de manœuvre d'urgence n'entrent pas dans le cadre de la présente norme.

## 11 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit contenir une référence à la présente norme et les indications suivantes :

11.1 La date et la nature des essais (le nom du navire et de son constructeur, les dimensions principales et le type du navire ainsi que sa jauge brute, s'il y a lieu) ;

11.2 Le site d'essai, la profondeur de l'eau sous la quille et les conditions météorologiques, par exemple la température, la pression barométrique et la vitesse du vent, s'il y a lieu ;

11.3 Les appareils de mesurage (nom, type, numéro de série et nom du constructeur) ;

11.4 Les conditions de chargement du navire ;

11.5 Les conditions de fonctionnement des moteurs de propulsion, des organes de transmission aux propulseurs et des appareils auxiliaires. Indiquer également si les moteurs aspirent dans la salle des machines ou à l'extérieur par des tuyauteries ou gaines ;

11.6 Les positions du microphone ;

11.7 Les niveaux de pression acoustique pondérés,  $L_A$  et les spectres du bruit (s'il y a lieu) ;

11.8 La présence de sons purs ou d'un bruit à caractère impulsionnel ;

11.9 La position, ouverte ou fermée, des portes, fenêtres, hublots, claire-voies et panneaux ainsi que leur emplacement respectif.

ÉDITÉE PAR L'ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR), Tour EUROPA CEDEX 7 92 000 PARIS LA DÉFENSE, Tél. (1) 788-11-11.

ACOUSTIQUE		NF
NORME FRANÇAISE HOMOLOGUÉE		S 31-019
CODE D'ESSAI POUR LA MESURE DU BRUIT ÉMIS PAR LES VÉHICULES CIRCULANT SUR RAILS		Septembre 1973
SOMMAIRE		
	Page	
AVANT-PROPOS .....	2	
1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION .....	2	
2. NATURE DES ESSAIS .....	2	
2.1 ESSAIS DE RÉCEPTION .....	2	
2.2 ESSAIS DE CONTRÔLE .....	2	
3. GRANDEURS MESURÉES .....	3	
4. APPAREILS DE MESURE .....	3	
5. ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE, CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES, BRUIT AMBIANT .....	4	
6. CONDITIONS RELATIVES A LA VOIE .....	5	
7. CONDITIONS RELATIVES AU VÉHICULE .....	5	
7.1 CHARGEMENT DES VÉHICULES .....	5	
7.2 PORTES ET FENÊTRES, ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE .....	5	
7.3 VITESSE DE DÉPLACEMENT .....	6	
7.4 CONDITIONS RELATIVES AUX MOTEURS POUR LES VÉHICULES A L'ARRÊT .....	6	
8. POSITIONS DU MICROPHONE .....	6	
8.1 MESURES SUR VÉHICULES EN MOUVEMENT .....	6	
8.2 MESURES SUR VÉHICULES A L'ARRÊT .....	7	
9. MÉTHODES D'ESSAI .....	7	
10. PROCÈS-VERBAL D'ESSAI .....	7	
COMMENTAIRES NON HOMOLOGUÉS .....	8	

Homologuée  
par arrêté du 15-9-73  
J.O. du 18-9-73

© AFNOR 1973. Droits de  
reproduction et de traduction  
réservés pour tous pays.

Imprimerie Nouvelle, Orléans

NF S 31-019 1<sup>er</sup> TIRAGE 9-73

Measurement of noise emitted by railbound vehicles  
Aussengeräuschmessungen an Schienenfahrzeugen

## AVANT-PROPOS

A la date d'homologation de la présente norme, celle-ci est en concordance technique avec le projet de norme internationale 3095 qui traite du même sujet.

Les divergences sont uniquement d'ordre rédactionnel.

### 1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme spécifie les conditions requises pour obtenir des résultats de mesure reproductibles et comparables du niveau et du spectre du bruit émis par tous les types de véhicules circulant sur rails ou tous autres véhicules à déplacement guidé.

On trouvera en commentaires (page 7) des spécifications pour la mesure du bruit d'échappement, pour les mesures sur véhicules en stationnement et en accélération et pour les mesures dans les gares, sur les ponts ou viaducs et dans les tunnels.

#### NOTE

La méthode d'essai décrite dans ce document est une méthode d'expertise aux termes de NF S 30-008 (\*) bien que l'analyse en fréquence ne s'applique qu'aux essais de réception et que les bruits impulsifs ne soient pas exclus.

### 2. NATURE DES ESSAIS

#### 2.1 ESSAIS DE RÉCEPTION

Mesures effectuées pour contrôler que le véhicule livré par les constructeurs correspond aux spécifications de bruit.

Pour les essais de réception, on doit suivre les méthodes d'essais spécifiées. Si des variantes sont effectuées, elles doivent être mentionnées dans le procès-verbal d'essai.

#### 2.2 ESSAIS DE CONTRÔLE

Mesures effectuées pour contrôler que le bruit des véhicules est encore dans les limites prescrites et qu'aucun changement notable ne s'est produit depuis la réception.

Pour le contrôle, de légères variantes aux conditions d'essais spécifiées pour les essais de réception peuvent être tolérées, par exemple pour le site d'essais, le bruit de fond et les conditions de fonctionnement.

### 3. GRANDEURS MESURÉES

Les valeurs à mesurer lors des essais de réception et de contrôle sont les niveaux acoustiques pondérés A, ( $L_{A}$ ), pour les niveaux acoustiques globaux exprimés en décibels A. Toutes les lectures doivent être faites avec la caractéristique dynamique appelée « rapide ».

Pour l'analyse spectrale, les valeurs à mesurer sont les niveaux de pression acoustique en bandes d'octave ou de tiers d'octave exprimés en décibels. L'analyse spectrale est effectuée pour les essais de réception.

### 4. APPAREILS DE MESURE

Le sonomètre doit être de la classe dite de précision selon la norme NF S 31-009 « Sonomètres de précision ».

Si d'autres appareils de mesure, y compris par exemple un enregistreur magnétique et un enregistreur de niveau sont utilisés, leurs caractéristiques électroacoustiques globales doivent être conformes aux clauses correspondantes de la norme NF S 31-009.

4.3 Pour la mesure des spectres de bruit, les filtres doivent être conformes à la publication C.E.I. 225.

#### NOTE 1

L'étalement du sonomètre doit être vérifié selon les instructions du constructeur ou avec une source sonore étalon (par exemple pistonphone) au début et à la fin de chaque série de mesures.

#### NOTE 2

Au moins tous les deux ans, le sonomètre doit être étalonné pour vérification de sa conformité avec la norme NF S 31-009.

#### NOTE 3

On pourra utiliser un écran à vent convenable pour réduire l'influence du vent sur la lecture.

#### NOTE 4

Si l'on peut disposer d'un sonomètre impulsionnel conforme à l'amendement de la publication C.E.I. 179 (en préparation), il est recommandé d'indiquer en outre la valeur lue avec la pondération A et la caractéristique dynamique « impulsion » désignée par  $L_{A1}$  et exprimée en décibels (A).

### 5. ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES, BRUIT AMBIANT

- 5.1** Le site d'essais doit être tel que les conditions de champ libre soient réalisées à  $\pm 1$  dB près entre la source sonore et le microphone.
- Cette condition peut être considérée comme remplie si l'environnement du microphone jusqu'à 50 mètres est dépourvu d'objets réfléchissants de grande dimension tels que clôtures, collines, rochers, ponts ou immeubles, les mesures étant faites à la distance de référence de 7,5 mètres.
- Il ne doit y avoir au voisinage du microphone aucun obstacle susceptible de perturber le champ sonore. Aucune personne ne doit se trouver entre le microphone et la source de bruit, et l'observateur lisant l'enregistrement doit se placer de façon à éviter toute influence sur l'indication de l'appareil de mesure.

**NOTE :** En pratique, on peut vérifier la convenance du site d'essai au moyen d'une source sonore relativement petite, produisant un bruit à large bande. Le niveau du son produit par cette source doit décroître d'environ 6 dB si dans les conditions normales des mesures on double la distance de mesure (par exemple de 5 mètres à 10 mètres). Si cette condition n'est pas remplie, on doit l'indiquer dans le procès-verbal d'essai.

La surface comprise entre le véhicule en essai et le microphone de mesure doit être aussi dépourvue que possible de revêtements absorbants tels que de hautes herbes, de la neige et le ballast d'autres voies.

- 5.2** A des vitesses de vent supérieures à 10 m/s la propagation du son peut être perturbée et les mesures ne doivent pas être effectuées, spécialement à grande distance entre le véhicule et le microphone. Les mesures ne doivent être effectuées que par temps clair.
- 5.3** Pour les essais de réception, le niveau de pression acoustique pondéré A dû à d'autres sources de bruit (par exemple d'autres véhicules ou des installations industrielles) ou à l'effet du vent doit être d'au moins 10 dB (A) en dessous du niveau de pression acoustique du bruit produit par le véhicule.
- Si on analyse le bruit, cette différence doit être d'au moins 10 dB dans les bandes de filtres utilisés.

Dans le cas d'essais de contrôle, le bruit ambiant doit être d'au moins 3dB (A) au-dessous du niveau de pression acoustique de la lecture obtenue durant le passage du véhicule. Il convient alors de corriger la lecture comme suit :

Augmentation de l'indication du sonomètre pendant le passage du véhicule en décibels (A)	Correction à appliquer à la lecture faite pendant le passage du véhicule en décibels (A)
égal ou supérieur à 10	0
6 à 9	-1
4 à 5	-2
3	-3

### 6. CONDITIONS RELATIVES A LA VOIE

**6.1** Les mesures seront faites sur une voie à lit de ballast (de préférence sèche et non gelée) à traverses en bois.

La voie de la section de mesure doit être rectiligne et plane, exemple d'ondulation et posée sans joint (rails soudés).

**6.2** Les véhicules de type non courant seront essayés sur leur propre voie. On doit décrire dans le procès-verbal d'essai la voie et le montage complet des rails en portant spécialement attention aux détails propres au système considéré.

**6.3** Les conditions spéciales de la voie tels que tunnels, ponts, intersections, gares peuvent causer des bruits supplémentaires. Pour étudier ces influences, il est nécessaire de faire des mesures spéciales. Les conditions de la voie doivent alors être décrites dans le procès-verbal d'essai.

### 7. CONDITIONS RELATIVES AU VÉHICULE

La surface de roulement des roues doit être aussi lisse que possible et exempte de méplats.

**NOTE :** Ces conditions ne sont pas applicables lorsqu'on a en vue le contrôle de véhicules en service.

Si l'on veut essayer des voitures ou des wagons isolément, il y a lieu de prendre les mesures aptes à s'assurer que seul le bruit produit par ce véhicule isolé sera mesuré, par exemple en supprimant les conditions de traction au passage des points de mesure (marche sur l'erre) ou en adoptant une distance entre le véhicule moteur et le véhicule mesuré telle que l'indication des instruments de mesure pour le véhicule à l'essai ne soit pas sensiblement affectée par le bruit du véhicule moteur.

### 7.1 CHARGEMENT DES VÉHICULES

Les véhicules ne doivent pas être chargés. Pour les véhicules moteurs (locomotives) cependant, il faut tendre vers leur poids en ordre de marche.

### 7.2 PORTES ET FENÊTRES, ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE

Pendant les mesures, les portes et fenêtres du véhicule doivent être tenues fermées. L'équipement auxiliaire du véhicule à l'essai susceptible de fonctionner pendant la marche doit être en action si le bruit qu'il émet contribue notablement au niveau de bruit à l'emplacement du microphone. Cependant, si le bruit de l'équipement auxiliaire n'intervient que pendant un temps assez court (par exemple moins d'une minute) et s'il n'affecte le niveau de bruit des autres sources que de moins de 5 dB, il ne sera pas pris en considération au cours des mesures.

### 7.3 VITESSE DE DÉPLACEMENT

Sur la section de voie servant aux mesures, le véhicule en essai doit circuler aux vitesses spécifiées ci-après, stabilisées à 5 % près :

- 1) 80 km/h pour les trains,  
60 km/h pour les métros,  
40 km/h pour les tramways.

2) La vitesse maximale du véhicule en essai et, pour les engins à moteur, en marche à pleine traction.

### 7.4 CONDITIONS RELATIVES AUX MOTEURS POUR LES VÉHICULES A L'ARRÊT

#### 7.4.1 Véhicules moteurs à moteur électrique

Tous les appareils auxiliaires devront être en action. Des mesures supplémentaires peuvent être effectuées, ces appareils fonctionnant isolément et simultanément à charge maximale et, en cas de nécessité et de possibilité, en marche à vide et à des vitesses faibles.

#### 7.4.2 Véhicules moteurs avec moteur à combustion interne

Moteur tournant à vide, ventilateur à vitesse minimale, appareils auxiliaires à charge minimale, compresseur ne fonctionnant pas.

7.4.2.2 Moteur non chargé à vitesse maximale (donnée par le régulateur de vitesse), ventilateur à vitesse maximale si possible, auxiliaires à leur charge nominale, compresseur fonctionnant sous pleine charge.

7.4.3 Véhicules moteurs à turbine et autres engins : doivent être essayés dans des conditions comparables à celles décrites ci-dessus. Les conditions de marche devront être décrites dans le procès-verbal d'essai.

## 8. POSITIONS DU MICROPHONE

Le microphone doit être dirigé perpendiculairement à la voie.

### 8.1 MESURES SUR VÉHICULES EN MOUVEMENT

La distance de référence entre l'axe de la voie et le microphone est de 7,5 mètres.

NOTE :

Dans le cas où les mesures sont effectuées à une distance différente de 7,5 m, on indiquera séparément cette distance de mesure dans le rapport d'essai. Si possible on doit appliquer des corrections pour retrouver la valeur correspondant à la distance de référence.

Les distances normalisées sont : 25 m, 50 m et 100 m.

La distance de mesure de 25 m est recommandée pour les mesures à grande vitesse.

Le microphone doit être placé à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus de la surface supérieure des rails. Une seconde position du microphone à une hauteur de 3,5 m au-dessus des rails est recommandée s'il existe d'importantes sources de bruit à la partie supérieure des véhicules en essai (par exemple dans le cas de véhicules de traction).

NOTE : Pour les mesures à grande distance, la hauteur du microphone au-dessus du sol doit être au moins de 3,5 m.

Si les niveaux acoustiques sont différents des deux côtés du véhicule on retiendra comme résultat de mesure les niveaux relevés sur le côté pour lequel les niveaux acoustiques pondérés A sont les plus élevés.

### MESURES SUR VÉHICULES A L'ARRÊT

8.2

Le microphone doit être placé des deux côtés du véhicule à une distance de 7,5 m de l'axe de la voie, à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus de la surface supérieure des rails et à l'opposé du centre du véhicule. Il est recommandé d'utiliser une seconde position du microphone à une hauteur de 3,5 m au-dessus des rails s'il existe d'importantes sources de bruit à la partie supérieure du véhicule en essai.

## 9. MÉTHODES D'ESSAI

9.1 On relèvera le niveau maximal indiqué au cours du passage du véhicule en essai. Il y aura lieu d'ignorer toute pointe sortant nettement du niveau général lu sur l'appareil (par exemple choc de pression produit par des véhicules se croisant à grande vitesse).

9.2 Pour les essais de réception, en chaque position du microphone et pour chaque condition de mesure on doit faire au moins 3 mesures. La valeur moyenne de chaque ensemble de lectures sera retenue comme résultat de l'essai et sera arrondie à la valeur entière en décibels la plus proche.

Si la dispersion des résultats est supérieure à 3 dB, on devra effectuer une nouvelle série de mesures.

Pour les essais de contrôle il est suffisant de faire une seule mesure.

9.3 On doit indiquer dans le procès-verbal d'essai la présence de sons purs facilement audibles ou de bruits à caractère distinctement impulsif s'il y a lieu.

## 10. PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit donner tous les détails utiles concernant :

1. — La nature des essais.
2. — Le site d'essai, la voie et les conditions atmosphériques.
3. — L'équipement de mesure.

- 4. — Le niveau du bruit de fond.
- 5. — Le véhicule, son moteur et sa vitesse pendant l'essai.
- 6. — L'équipement auxiliaire et ses conditions de fonctionnement.
- 7. — La charge des véhicules.
- 8. — Les positions du microphone.
- 9. — Les niveaux acoustiques  $L_A$  et si nécessaire le spectre de bruit.
- 10. — La présence de sons purs ou de bruits à caractère impulsif.

En outre, le procès-verbal d'essai doit indiquer les circonstances particulières et les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

COMMENTAIRES NON HOMOLOGUÉS

1. MESURES SUPPLÉMENTAIRES SUR VÉHICULE A L'ARRÊT

1.1 Positions du microphone

Le microphone étant placé à une distance de 7,5 mètres de l'axe de la voie, on obtient une distance  $x$  entre le microphone et la paroi du véhicule. Cette distance  $x$  doit être maintenue tout le long du contour comme l'indique la figure 1. La distance entre les positions du microphone parallèlement aux parois du véhicule doit être comprise entre 3 m et 5 m de façon à obtenir trois positions du microphone de chaque côté. Pour les véhicules dont la longueur dépasse 20 m, il faut prévoir plus de trois emplacements de microphone.

Il est recommandé de placer le microphone sur les axes transversaux de la cabine du conducteur et du moteur de traction.

Le microphone doit être placé à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus de la face supérieure des rails. Une seconde position du microphone à une hauteur de 3,5 m au-dessus des rails est recommandée s'il existe d'importantes sources de bruit à la partie supérieure du véhicule en essai.

Le microphone doit être dirigé perpendiculairement au contour.

Si l'on doit mesurer les niveaux à l'admission et à l'échappement du moteur ou du système de conditionnement ou de refroidissement d'air, il est recommandé de placer le microphone en dehors du jet gazeux à une distance de 1 m du bord de l'orifice d'échappement dans une direction faisant un angle de 30° par rapport à la direction d'admission ou d'échappement (voir figure 2) et aussi loin que possible des surfaces réfléchissantes.

1.2 Conditions relatives aux véhicules

Ces conditions sont les mêmes qu'au paragraphe 7.4.

Si le dispositif d'accélération du moteur tournant à vide est mis en pleine action et s'il se produit un niveau de bruit intense pendant un court instant, avant que le régime du moteur ne soit stabilisé, il y a lieu d'indiquer séparément ces niveaux de bruit. Pour l'évaluation du bruit des ventilateurs on fera fonctionner ces derniers à vitesse minimale et à vitesse maximale ; si possible on pourra choisir des conditions intermédiaires.

2. MESURES AU DÉMARRAGE

Cette mesure doit décrire le bruit des véhicules dans les conditions normales de démarrage.

Le microphone doit être placé à une distance de 7,5 m de l'axe de la voie et à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus de la face supérieure des rails de telle sorte que l'on mesure le niveau de bruit ou le spectre de bruit maximal ou caractéristique.

3. BRUIT PRODUIT SUR LES QUAIS ET AUX POINTS D'ARRÊT

Cette mesure doit décrire le bruit causé sur les quais par le passage, l'arrivée ou le départ des véhicules.

3.1 Positions du microphone

Le microphone doit être placé sur le quai à une distance de 3 m de l'axe de la voie la plus proche et à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du quai en des points intéressants pour la mesure du niveau de bruit.

Ces points sont généralement situés au milieu du train, près de la tête et près de la queue du train à l'arrêt.

Le microphone doit être dirigé perpendiculairement à la voie.

On peut faire d'autres mesures aux emplacements correspondants des quais avoisinants.

On retiendra comme mesure le niveau maximal.

Pour les mesures dans les stations souterraines, on donnera dans le rapport un croquis de la section transversale de la station.

3.2 Condition de marche des véhicules

Pendant les essais, les véhicules doivent accélérer et décélérer normalement. Les conditions de marche doivent être maintenues aussi constantes que possible et doivent être décrites dans le rapport d'essais.

4. MESURE DU BRUIT SUR LES PONTS ET DANS LES TUNNELS

Le microphone doit être placé à une hauteur comprise entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus de la face supérieure des rails et à une distance de 7,5 m de l'axe de la voie dans le cas des ponts et viaducs et si possible à 3 m du centre de la voie dans les tunnels.

Pour les ponts il est recommandé d'adopter une position supplémentaire du microphone à 25 m (et si possible à 50 m et à 100 m) de la voie, et à 3,5 m au-dessus du sol.

Les conditions relatives aux véhicules peuvent être les mêmes qu'au chapitre 7.

<p>NORME FRANÇAISE HOMOLOGUÉE</p>	<p>ACOUSTIQUE CODE D'ESSAI POUR LA MESURE DU BRUIT A L'INTÉRIEUR DES VÉHICULES CIRCULANT SUR RAILS</p>	<p>NF <b>S 31-028</b> Mars 1974</p>
<p style="text-align: center;"><b>AVANT-PROPOS</b></p> <p><i>La présente norme est en concordance technique avec le projet de norme internationale ISO 3381 qui traite du même sujet. Les divergences sont uniquement d'ordre rédactionnel.</i></p> <p><b>1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION</b></p> <p>La présente norme a pour objet de spécifier les conditions requises pour obtenir des résultats de mesure reproductibles et comparables du niveau et du spectre du bruit à l'intérieur de tous les types de véhicules (engins moteurs et véhicules tractés) circulant sur rails ou tout autre type de voie.</p> <p>On peut utiliser les résultats par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— pour comparer différents véhicules sur une section de voie répondant aux spécifications du chapitre 6 de la présente norme,</li> <li>— pour caractériser le confort acoustique à l'intérieur de ces véhicules.</li> <li>— pour orienter un programme de mesures plus élaborées en vue de mettre au point un programme de réduction de bruit.</li> </ul> <p><b>NOTE 1 :</b> La méthode d'essai décrite dans ce document est une méthode d'expertise aux termes de NF S 30-008, bien que l'analyse en fréquence ne s'applique qu'aux essais de réception et que les bruits impulsifs ne soient pas exclus.</p> <p><b>NOTE 2 :</b> Pour des sources de bruit à caractère impulsif, les mesures peuvent être effectuées avec un sonomètre impulsionnel (voir chapitre 4).</p> <p><b>2. NATURE DES ESSAIS</b></p> <p><b>2.1 ESSAIS DE RÉCEPTION</b></p> <p>Mesures effectuées pour contrôler que le véhicule livré par les constructeurs correspond aux spécifications imposées.</p> <p>Pour les essais de réception, on doit suivre la méthode d'essai spécifiée. Si des variantes sont inévitables, elles doivent être mentionnées dans le procès-verbal d'essai.</p> <p><b>2.2 ESSAIS DE CONTRÔLE</b></p> <p>Mesures effectuées pour contrôler que le bruit du véhicule est encore dans les limites prescrites et qu'aucun changement notable ne s'est produit depuis la réception, ou qu'il n'existe pas de différence appréciable entre des véhicules d'une même série. Pour le contrôle, on peut réduire le nombre d'emplacements du microphone et le nombre de conditions de fonctionnement du moteur.</p> <p><b>3. GRANDEURS MESURÉES</b></p> <p>Toutes les lectures doivent être faites avec la caractéristique dynamique lente.</p> <p>Les valeurs à mesurer pour toutes les positions du microphone lors des essais de réception et de contrôle sont les niveaux de pression acoustique pondérés, pour les niveaux acoustiques globaux exprimés en décibels (4).</p> <p>Pour l'analyse spectrale, en quelques positions choisies du microphone, lors des essais de réception, les valeurs à mesurer sont les niveaux de pression acoustique en bandes d'octave ou de tiers d'octave, exprimés en décibels.</p>		
<p>Homologuée par arrêté du 25-2-74 J.O. du 28-2-74</p>	<p>NF S 31-028 1<sup>er</sup> TIRAGE 3-74</p>	<p>AFNOR 1974 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tout pays.</p>

Édité par l'ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR), Tour EUROPE CEDEX 7 92080 PARIS LA DÉFENSE Tél. (1) 789-11-11

Measurement of noise inside railbound vehicles  
Geräuschmessungen in Schienenfahrzeugen

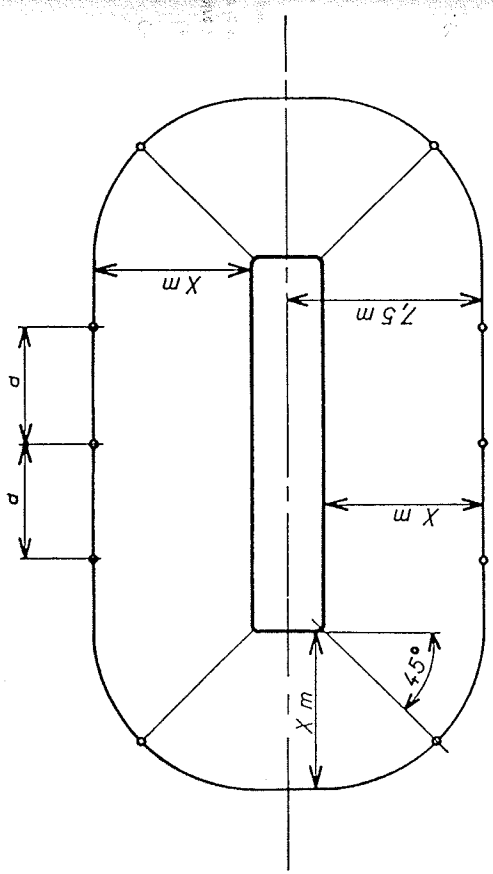


Figure 1  
Emplacements des points de mesure autour du véhicule à l'arrêt.

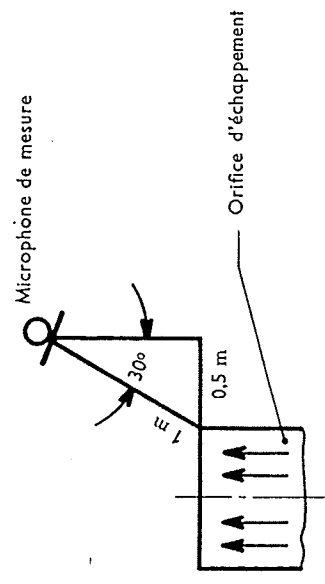


Figure 2  
Emplacement du microphone de mesure à l'orifice d'échappement.



6. CONDITIONS RELATIVES A LA VOIE

6.1 Pour les véhicules traditionnels, les mesures seront faites sur une voie à lit de ballast (de préférence sèche et non gelée) à traverses en bois.

La voie de la section de mesure doit être rectiligne et plane, exempte d'ondulations et posée sans joint (rails soudés).

6.2 Les véhicules de type non courant seront essayés sur leur propre voie. On doit décrire dans le procès-verbal d'essai la voie et le montage complet des rails en portant spécialement attention aux détails propres à ce système.

6.3 Les particularités que peut présenter la voie, telles que tunnels, ponts, intersections, gares, peuvent causer des bruits supplémentaires. Pour étudier ces influences, il peut être nécessaire de faire des mesures spéciales. Le site où sont faites ces mesures doit être décrit dans le procès-verbal d'essai.

7. CONDITIONS RELATIVES AU VEHICULE

7.1 **CHARGEMENT DES VEHICULES**  
Pendant les essais, les véhicules ne doivent être ni chargés ni occupés. Le nombre de personnes présentes doit être réduit au minimum. Les véhicules moteurs, cependant, doivent avoir leur poids en ordre de marche et le personnel normal requis pour leur conduite.

7.2 **PORTES ET FENETRES, EQUIPEMENT AUXILIAIRE, AMENAGEMENTS INTERCHANGEABLES**

Les portes de communication entre voitures, les portières d'accès, les portes intérieures et les fenêtres doivent être fermées, à moins que l'on désire étudier leur influence sur le niveau de bruit à l'intérieur du véhicule.  
L'équipement auxiliaire du véhicule à l'essai susceptible de fonctionner pendant la marche doit être en action si le bruit qu'il émet contribue distinctement au niveau de bruit à l'emplacement du microphone. Cependant, si le bruit de l'équipement auxiliaire n'intervient que peu fréquemment et pendant un temps assez court (moins d'une minute) et s'il n'affecte le niveau de bruit des autres sources que de moins de 5 dB, il ne sera pas pris en considération au cours des mesures. Si certains aménagements à l'intérieur du véhicule sont transformables, tels que les couchettes de voitures couchettes, on doit répéter les mesures pour toutes les configurations des aménagements.

7.3 **ESSAIS A VITESSE CONSTANTE**

Sur la section de voie servant aux mesures, le véhicule en essai doit circuler aux vitesses indiquées ci-après stabilisées à 5 % près :

- 1) 80 km/h pour les trains
- 60 km/h pour les métros
- 40 km/h pour les tramways.

NOTE : Si des mesures supplémentaires sont effectuées à des vitesses supérieures, les vitesses suivantes sont recommandées 120 km/h, 160 km/h, 200 km/h, pour autant que le véhicule et la voie d'essais le permettent.

2) Vitesse maximale du véhicule en essai et, pour les engins moteurs, marche en pleine traction.

7.4 CONDITIONS RELATIVES AUX ESSAIS DES VEHICULES A L'ARRÊT

7.4.1 **Véhicules moteurs à moteur électrique et voitures**

Tous les appareils auxiliaires devront être en action. Des mesures supplémentaires peuvent être effectuées, ces appareils fonctionnant isolément et simultanément à charge maximale et, en cas de nécessité et de possibilité, en marche à vide et à des vitesses faibles.

4. APPAREILS DE MESURE

1 Le sonomètre doit être de la classe dite de précision selon la norme NF S 31-009 « Sonomètres de précision ».

2 Si d'autres appareils de mesure, y compris par exemple un enregistreur magnétique et un enregistreur de niveau sont utilisés, leurs caractéristiques électroacoustiques globales doivent être conformes aux clauses correspondantes de la norme NF S 31-009.

3 Pour la mesure des spectres de bruit, les filtres doivent être conformes à la publication C.E.I. 225.

4 On doit effectuer avant les essais un contrôle de la qualité acoustique globale de l'appareillage complet selon les instructions du constructeur ou avec une source sonore étalon (par exemple un pistonphone) : l'appareillage doit être de nouveau contrôlé immédiatement après chaque série de mesures.

Ces contrôles sur place doivent être complétés par des étalonnages plus poussés en champ libre dans un laboratoire spécialement équipé, effectués au moins tous les deux ans.

NOTE 1 : On pourra utiliser un écran à vent convenable pour réduire l'influence du vent sur la lecture (conditionneurs d'air ou ventilateurs intérieurs au véhicule).

NOTE 2 : Si l'on peut disposer d'un sonomètre impulsif conforme à l'amendement de la Publication C.E.I. 179 (en préparation), il est recommandé d'indiquer en outre la valeur lue avec la pondération A et la caractéristique dynamique « impulsion » désignée par LAI et exprimée en décibels (A1).

5. ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE, CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES, BRUIT AMBIANT

1 Pour les essais des véhicules en marche, le site d'essai doit être tel que le bruit émis à l'extérieur par le véhicule ne contribue au bruit intérieur que par les réflexions sur la voie, à l'exclusion des réflexions sur des bâtiments, des murs ou des objets semblables de grandes dimensions extérieurs à la voie.

Au voisinage immédiat de la voie, il ne doit pas y avoir de neige ou de revêtement absorbant. Dans le cas contraire, on doit le mentionner dans le procès-verbal d'essai.

2 Les conditions météorologiques (température, vent, pluie, etc.) doivent être telles qu'elles n'influencent pas les mesures.

3 Pour les essais de véhicules à l'arrêt, le site d'essais doit être choisi de manière que le niveau acoustique pondéré (A) mesuré à l'intérieur du véhicule, tous les équipements principaux et auxiliaires étant arrêtés, soit inférieur d'au moins 10 dB (A) au niveau relevé dans le véhicule au cours de l'essai. Si cette condition n'est pas remplie ou si la différence dans une quelconque des bandes d'octave ou de tiers d'octave utilisées pour l'analyse est inférieure à 10 dB, on doit corriger les résultats conformément au principe d'addition des énergies, d'après le tableau suivant :

Accroissement de niveau produit par le fonctionnement des équipements, en décibels (A) ou en décibels	Correction à appliquer à la lecture faite lors de l'essai, en décibels (A) ou en décibels
≥ 10	0
6 à 9	- 1
4 à 5	- 2
3	- 3

Si la différence est inférieure à 3 dB, on peut seulement donner une estimation de la limite supérieure du résultat.

NOTE : On doit veiller à ce que des signaux parasites dus à des influences extérieures, par exemple vibrations de l'appareil de mesure et champs électromagnétiques, n'affectent pas la lecture du niveau acoustique ou des niveaux de pression acoustique en bandes de fréquences du véhicule en essai.

## 7.4.2 Véhicules moteurs avec moteur à combustion interne

7.4.2.1 Moteur tournant à vide, ventilateur à vitesse minimale, appareils auxiliaires à charge minimale, compresseur ne fonctionnant pas.

7.4.2.2 Moteur non chargé à vitesse maximale (donnée par le régulateur de vitesse), ventilateur à vitesse maximale si possible, auxiliaires à leur charge nominale, compresseur fonctionnant sous pleine charge.

## 7.4.3 Véhicules moteurs à turbine et autres engins

Ils doivent être essayés dans des conditions comparables à celles décrites ci-dessus. Les conditions de marche devront être décrites dans le procès-verbal d'essai.

## 7.5 ESSAIS EN ACCÉLÉRATION ET DÉCÉLÉRATION

On effectuera sur les véhicules moteurs des essais en accélération maximale et en freinage dans les conditions normales d'exploitation, de la vitesse maximale à l'arrêt ; tous les équipements auxiliaires doivent fonctionner pendant ces essais.

Pour chacun de ces deux essais, on retiendra comme résultat de la mesure le plus haut niveau acoustique pondéré (A) relevé au cours de l'accélération ou de la décélération.

## 8. EMPLACEMENTS DE MESURE

Le niveau acoustique à l'intérieur d'un véhicule peut varier considérablement selon l'emplacement.

En particulier, il est probable que l'on relève un niveau acoustique pondéré (A) plus élevé au-dessus des essieux et des équipements auxiliaires situés sous le plancher. On doit donc choisir un nombre de points suffisant pour obtenir une représentation correcte de la distribution des niveaux acoustiques dans le véhicule.

En général, il suffira de prendre 5 à 7 points, dont certains situés au milieu et aux extrémités du véhicule.

La position exacte des points de mesure sera précisée sur un schéma. Pour faciliter la comparaison des matériels et contrôler les qualités du roulement, le niveau acoustique pondéré (A) sera relevé sous la caisse du véhicule à proximité de l'essieu intérieur de l'un des bogies.

### 8.1 EMPLACEMENT DES MICROPHONES

Dans les trois premiers cas, l'axe de symétrie du microphone doit être orienté verticalement.

3.1.1 Pour les places assises, microphone à 1,2 m au-dessus du plancher, au centre pour un compartiment fermé, sur l'axe et entre deux rangées de sièges dans les autres cas.

8.1.2 Pour les places debout, microphone à 1,6 m au-dessus du plancher, au centre de la surface accessible aux voyageurs.

8.1.3 Cabine de conduite, au centre de la cabine et à 1,6 m au-dessus du plancher, à 0,20 m des oreilles du conducteur, à hauteur d'oreille.

8.1.4 Pour le bruit de roulement, le microphone sera disposé horizontalement sous la caisse, à 1 m d'un essieu intérieur, à égale distance des roues et dans le plan des axes de roulement.

### 8.2 Cas spéciaux

3.2.1 Si l'aménagement est interchangeable (couchettes, wagon-lit), on fera les mêmes mesures aux mêmes points pour chacun des aménagements possibles.

8.2.2 Pour les couchettes et les wagons-lits, un des emplacements du microphone doit être situé à 0,2 m au-dessus de l'oreiller.

3.2.3 Si l'équipement auxiliaire peut fonctionner lorsque le véhicule est à l'arrêt, on fera les mesures aux mêmes emplacements, cet équipement étant en fonctionnement.

9.1

Pour chaque mesure exécutée dans des conditions opératoires constantes la durée de la mesure doit être au minimum égale à 5 s.

Si le niveau est fluctuant, la valeur moyenne retenue doit tendre à être aussi voisine que possible de celle qui serait obtenue avec un dispositif intégrateur d'énergie.

Chaque niveau relevé est arrondi à la valeur entière en décibels la plus proche.

Il y a lieu d'ignorer toute pointe sortant nettement du niveau général lu sur l'appareil.

9.2

On doit indiquer en outre dans le procès-verbal d'essai la présence de sons purs facilement audibles ou de sons à caractère distinctement impulsif.

## 10. PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit faire référence à la présente norme et donner tous les détails utiles concernant :

- La nature des essais
- Le site d'essai, la voie et les conditions atmosphériques
- L'équipement de mesure et le type de microphone
- Le niveau du bruit de fond
- Le véhicule, son système de traction et sa vitesse pendant l'essai
- Les conditions de fonctionnement pendant l'essai
- L'équipement auxiliaire et ses conditions de fonctionnement
- Les positions du microphone indiquées sur un plan
- Les niveaux acoustiques et si nécessaire le spectre de bruit
- La présence de sons purs ou le caractère impulsif du bruit.

D'une manière générale, toutes les dispositions non strictement conformes aux prescriptions de la norme devront être décrites dans le procès-verbal d'essai d'une manière aussi détaillée que possible.

FASCICULE DE DOCUMENTATION	ACOUSTIQUE DESCRIPTION ET MESURAGE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU BANG SONIQUE	NF <b>S 31-029</b> Septembre 1973
<b>AVANT-PROPOS</b>		
<p><i>A la date de publication, le présent fascicule est en concordance technique avec la norme internationale ISO 2249. Les seules divergences sont d'ordre rédactionnel.</i></p>		
<p><b>1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION</b></p> <p>Le présent fascicule de documentation établit la terminologie pour la description des propriétés physiques des bangs soniques produits par un survol d'avion supersonique, et spécifie les performances minimales des équipements et de la méthode destinés à leur mesurage. Les conditions de mesurage envisagées comprennent également celles pour lesquelles le moment et la provenance de la variation de pression, ainsi que son intensité approximative, ne sont pas nécessairement connus à l'avance. Le présent fascicule de documentation fournit, pour le mesurage et la description de la signature de pression du bang sonique, une base adéquate pour évaluer ses effets sur l'homme, les structures, les animaux et les terrains instables.</p> <p><b>NOTE</b> - Les propriétés physiques décrites dans ce code sont celles d'événements acoustiques particuliers (bang sonique) survenant à un endroit donné. Elles ne peuvent pas être considérées comme représentant les caractéristiques d'un aéronef donné, car le résultat de la mesure dépend aussi des conditions prédominantes de la trajectoire, de l'atmosphère et du sol.</p>		
<b>2. TERMINOLOGIE</b>		
<p><b>2.1</b></p>	<p><b>BANG SONIQUE</b> : Phénomène acoustique qui est la manifestation d'un ensemble d'ondes de choc engendrées par un aéronef lorsqu'il se déplace à une vitesse supérieure à la vitesse locale du son.</p> <p>Un exemple typique de la restitution graphique (signature de pression) d'un bang sonique réfléchi par le sol est donné par la Figure. Il permet de mieux comprendre la terminologie ci-dessous.</p> <p>Grosso modo, le phénomène comprend des chocs avant et arrière, avec une décroissance progressive de la pression entre ces deux groupes de chocs. Bien que ces deux groupes puissent être entendus séparément, l'ensemble est conventionnellement défini comme un seul bang sonique.</p>	
<p><b>2.2</b></p>	<p><b>SURPRESSION</b> - Symbole, <math>p</math>; unité, Pa :</p> <p>Différence entre la pression à un instant donné en un point donné et la pression atmosphérique ambiante; elle est positive lorsque la pression est plus grande que la pression atmosphérique ambiante, négative si elle est plus petite.</p> <p><b>NOTE</b> - Le symbole <math>p</math> de la surpression est utilisé dans ce document conformément à <b>NF X 02-201</b>, Grandeurs, unités et symboles d'acoustique, pour la symbolisation de la pression acoustique (instantanée). Le symbole <math>p</math> a été fréquemment utilisé dans le passé pour représenter la surpression du bang sonique.</p>	
<p><b>2.3</b></p>	<p><b>SURPRESSION DE CRÊTE</b> - symbole, <math>p_{max}</math>; unité, Pa :</p> <p>Plus forte valeur positive de la surpression.</p>	
		<p>© AFNOR 1973 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays.</p>

- 2.13.2 temps de montée réfléchi** – symbole,  $\Delta t_r$ ; unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre le début d'un choc après réflexion par le sol ou d'autres surfaces et sa fin conventionnelle.
- 2.14 TEMPS DE MONTÉE-CRÊTE** – symbole,  $\Delta t_m$ ; unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre le début du premier choc et l'instant de la surpression maximale.
- 2.15 IMPULSION** – symbole,  $I$ ; unité, mPa.s :  
Intégrale par rapport au temps de la surpression.
- 2.16 IMPULSION MAXIMALE** – symbole,  $I_{max}$ ; unité, mPa.s :  
Valeur maximale de l'impulsion.
- 2.17 IMPULSION DE PHASE** – symbole,  $I_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ); unité, mPa.s :  
Valeur de l'impulsion pendant une phase complète.
- 2.18 INTERVALLE DE SIGNATURE** – symbole,  $\Delta t$ ; unité, ms :  
Laps de temps entre le début du premier choc et le début du dernier choc de la signature. C'est la somme de tous les intervalles entre chocs.
- 3. ÉQUIPEMENT DE MESURAGE**
- La signature de pression du bang sonique doit être captée par un microphone à pression. Le signal provenant du microphone doit être amplifié et enregistré par un équipement adéquat. Cet équipement doit être conforme aux spécifications ci-après.
- 3.1 SPÉCIFICATIONS POUR LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES**  
La chaîne de mesurage doit avoir une courbe de réponse globale en fréquence, en champ libre pour une gamme de 0,1 Hz à 5 000 Hz au moins, qui doit être plate à  $\pm 2$  dB.  
La réponse en fréquence exigée du système de mesurage dépend, jusqu'à un certain point, du but de mesurage et de la signature en champ libre. Une extension de la gamme de fréquences vers 0,02 Hz ou vers 10 000 Hz est conseillée suivant la durée de la signature et le besoin d'information quant à la répartition de l'énergie acoustique dans toute l'étendue du spectre. Si de telles bandes larges ne peuvent être obtenues qu'avec des écarts plus importants par rapport à une courbe de réponse plate, le spectre de fréquence de la signature doit être corrigé en conséquence.  
**NOTE** – Suivant les besoins du mesurage, la chaîne de mesurage peut couvrir la gamme totale de fréquence ou être aménagée de manière à comprendre une chaîne couvrant l'ensemble de la gamme et une autre couvrant une gamme limitée, par exemple de 100 à 5 000 Hz. Cet usage de deux canaux donne la possibilité d'avoir un meilleur rapport signal/bruit dans la bande des fréquences audibles.
- 3.2 MICROPHONE**  
La courbe de sensibilité du système microphonique au-delà de la gamme de fréquence intéressante doit avoir une pente douce, de façon à restreindre toute distorsion de saturation dans l'enregistrement des bangs soniques qui ont un court temps de montée.
- NOTES**
- La dimension de la surface sensible du microphone détermine le degré de finesse avec laquelle la surpression peut être mesurée en un point. Pour la plupart des cas, une dimension inférieure à 20 mm est recommandée.  
La distorsion harmonique globale du microphone et des amplificateurs associés ne doit pas dépasser 4 % de la valeur maximale de surpression à mesurer.
  - Des capsules entièrement étanches ne doivent être utilisées qu'avec d'extrêmes précautions, de manière à éviter un déséquilibre de pression, soit dans l'étalonnage, soit dans le mesurage.  
Les variations de la sensibilité du microphone causées par l'environnement doivent être corrigées de telle manière que la sensibilité résultante soit à  $\pm 0,3$  dB
- 2.4 SIGNATURE DE PRESSION** : Représentation de la variation de la surpression en fonction du temps.  
**NOTE** – Lorsque la signature du bang en champ libre est représentée graphiquement, elle ressemble souvent à la lettre *N*; elle est alors appelée "onde en *N*".
- 2.5 SAUT DE PRESSION** – symbole,  $\Delta p$ ; unité, Pa :  
Accroissement de pression entre le début et la fin d'un choc donné.  
**NOTE** – Dans la pratique, le moment du début d'un choc est habituellement bien défini, mais sa fin est souvent sujette à l'incertitude d'interprétation et peut être choisie arbitrairement.
- 2.5.1 saut de pression incident** – symbole,  $\Delta p_i$ ; unité, Pa :  
Saut de pression de l'onde de choc arrivant directement au point de mesurage sans avoir été affectée par des réflexions dues au sol ou à d'autres objets.
- 2.5.2 saut de pression réfléchi** – symbole,  $\Delta p_r$ ; unité, Pa :  
Saut de pression de l'onde de choc arrivant au point de mesurage après réflexion par le sol ou d'autres surfaces.
- 2.6 CONDITIONS EN CHAMP LIBRE** : Conditions existant lorsque le sol et les autres surfaces réfléchissantes sont suffisamment éloignés pour que leurs effets sur l'ensemble des ondes de choc soient négligeables. Les quantités mesurées dans les conditions en champ libre sont désignées par des symboles accompagnés de l'indice *f*.
- 2.7 CONDITIONS AU NIVEAU DU SOL** : Conditions existant lorsque, au niveau du sol, les autres surfaces réfléchissantes sont suffisamment éloignées pour que leurs effets sur l'ensemble des ondes de choc soient négligeables. Les quantités mesurées dans les conditions au niveau du sol sont désignées par des symboles accompagnés de l'indice *g*.
- 2.8 COEFFICIENT DE RÉFLEXION PAR LE SOL** – symbole,  $r$  :  
Coefficient défini comme le rapport du saut de pression réfléchi au saut de pression incident, les deux sauts provenant de la même onde.
- 2.9 FACTEUR DE RÉFLEXION PAR LE SOL** – symbole,  $K_r$  :  
Facteur défini par l'équation  
$$K_r = 1 + r$$
- NOTE** – Pour un choc faible et sur un sol plat et dur,  $K_r$  est approximativement égal à 2.
- 2.10 DURÉE TOTALE** (de la signature d'un bang sonique) – symbole,  $\Delta t_r$ ; unité, ms :  
Laps de temps compris entre le début et la fin de la signature de pression.  
Pour une onde en *N*, c'est le laps de temps entre le début du premier choc avant et la fin du dernier choc arrière.
- NOTE** – Comme il est souvent difficile de définir avec précision la fin de la signature de pression, il est d'usage, dans la pratique, d'utiliser une durée approximative.
- 2.11 INTERVALLE ENTRE CHOCS** – symbole,  $\Delta T_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ); unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre le début d'un choc et le début du choc suivant.
- 2.12 DURÉE DE PHASE** – symbole,  $\Delta t_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ); unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre des valeurs nulles successives de la surpression.  
**NOTE** – Les durées de phase doivent avoir une numérotation chronologique.
- 2.13 TEMPS DE MONTÉE** (d'un choc) – symbole,  $\Delta t_r$ ; unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre le début d'un choc et sa fin conventionnelle.
- 2.13.1 temps de montée incident** – symbole,  $\Delta t_i$ ; unité, ms :  
Laps de temps s'écoulant entre le début d'un choc, avant que l'onde de choc soit affectée par la réflexion par le sol ou d'autres objets, et sa fin conventionnelle.

des valeurs d'étalonnage. Le microphone doit être étalonné pour la sensibilité en champ libre : cependant, si le microphone est monté dans les conditions au niveau du sol (voir 6.1), la sensibilité à la pression doit être utilisée pour des fréquences auxquelles la différence entre la sensibilité en champ libre et la sensibilité à la pression n'est pas négligeable.

3 L'étalonnage à très basses fréquences, inférieures à 25 Hz, peut être effectué par un pistonphone placé dans une enceinte avec le microphone. Dans le cas d'un microphone électrostatique, il est essentiel que les conditions de l'étalonnage soient conformes aux conditions que l'on pense rencontrer dans les essais : ceci s'applique à la trajectoire du son entre la source d'étalonnage et le volume d'air derrière le diaphragme. La pression acoustique engendrée est calculée à partir de la course du piston et du volume de la chambre, compte tenu des corrections pour le passage des conditions adiabatiques aux conditions isothermes.

### 3.3 ENREGISTREUR

La dynamique de l'enregistreur doit être au moins de 45 dB, avec comme condition supplémentaire que la distorsion harmonique globale soit inférieure à 1 %, mesurée à 1 000 Hz.

#### NOTES

1 Comme la prévision exacte de la surpression est très délicate, il est difficile d'ajuster à l'avance le meilleur gain du système. Pour cela, il est recommandé d'enregistrer simultanément sur plusieurs canaux avec différents gains espacés de 5 ou 10 dB. Cette méthode assure des enregistrements du bang sonique avec un rapport signal/bruit convenable en utilisant la dynamique entière d'au moins un canal du système d'enregistrement. Un indicateur de surcharge est souhaitable. Cela peut être un indicateur de crête ou un enregistreur automatique de surcharge.

2 La dynamique minimale demandée à l'enregistreur peut être insuffisante pour couvrir la gamme entière d'analyse du bang sonique. Pour ces mesurages, il est souhaitable d'inclure une pré-accélération sur un canal du système d'enregistrement, de manière à améliorer le rapport signal/bruit aux hautes fréquences. L'opération inverse étant effectuée au système de lecture pendant l'analyse en fréquence ; un tel procédé ne devrait pas être utilisé pour l'enregistrement et la reproduction de la signature de pression, sauf s'il est nécessaire pour satisfaire aux spécifications de réponse en fréquence de la chaîne de mesure formulées en 3.1.

### 3.4

#### ÉQUIPEMENT POUR L'ENREGISTREMENT AUTOMATIQUE

L'enregistrement des bangs soniques pendant une longue période peut nécessiter des enregistreurs spéciaux, en remplacement des enregistreurs classiques dont les possibilités sont, dans ce cas, limitées.

L'enregistrement doit être adapté au fonctionnement automatique et à la réponse instantanée aux transitoires. Quand l'opération vise des périodes déterminées de la journée et une réponse immédiate aux bangs soniques, des circuits de commande appropriés doivent être utilisés.

L'équipement doit être autonome avec ses réseaux de traitement de l'information. Des signaux d'étalonnage appropriés pour chaque canal doivent être fournis et enregistrés après chaque enregistrement.

NOTE - L'équipement doit être aussi conforme que possible aux spécifications de 3.1, 3.2 et 3.3. Tout écart doit être signalé.

#### 4. PRINCIPE DE L'ANALYSE

Pour une évaluation préliminaire de la signature de pression du bang sonique, le signal peut être examiné sur un oscilloscope. Pour une analyse détaillée, d'autres appareils de restitution, par exemple un lecteur digital ou un galvanomètre de précision, peuvent être nécessaires selon la précision recherchée.

Le résultat de l'analyse en fréquence du signal doit être donné sous la forme soit d'une fonction de densité spectrale, soit d'une analyse par bande de fréquences.

## 5. ENVIRONNEMENT

### 5.1 CONDITIONS DE RÉFÉRENCE

Deux conditions fondamentales de référence peuvent être définies, à savoir : conditions au sol et en champ libre.

#### 5.1.1 Conditions au sol

Conditions en plein air, espace entièrement dégagé de dénivellations locales et d'obstacles qui ne doivent pas dépasser un angle solide de 0,004 stéradian.

La surface autour du point de mesure doit être réfléchissante et être réalisée sous la forme d'un écran plan rigide solidement fixé et en contact intime avec le sol. L'écran ne devrait pas avoir, de préférence, un diamètre inférieur à 1,5 m.

#### 5.1.2 Conditions en champ libre

Conditions obtenues lorsque les obstacles du demi-espace supérieur forment un angle solide inférieur à 0,004 stéradian et quand le microphone peut être installé à une hauteur suffisante.

#### NOTES

1 La détermination de la signature de pression totale d'un aéronef en vol horizontal en conditions de champ libre peut nécessiter une hauteur supérieure à 100 m. Pour cette raison, les conditions au sol doivent être habituellement préférées. Cependant, pour déterminer les temps de montée, une hauteur au-dessus du sol de 5 m peut être suffisante.

2 Les valeurs de la surpression mesurées dans les conditions en champ libre sont à peu près la moitié de celles mesurées dans les conditions au sol.

### 5.2 ÉCARTS PAR RAPPORT AUX CONDITIONS DE RÉFÉRENCE

Sur des bateaux, en région montagneuse ou bâtie, lorsque les buts sont d'obtenir des valeurs approchées de celles qui seraient obtenues en conditions de référence, les spécifications établies en 5.1 devraient être suivies le plus près possible. Tout écart ou conditions spéciales, par exemple état de la mer, doivent être signalés.

### 5.3 CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT SPÉCIFIQUES

Les mesurages ayant pour objet d'étudier les réponses de l'homme ou des structures aux conditions d'environnement spécifiques du bang, ou prévues sur des terrains non visés en 5.1.1 ou 5.2 doivent être effectués avec des microphones installés aux emplacements appropriés au récepteur. Lorsqu'il s'agit d'un sujet humain assis, par exemple, les mesurages doivent être faits à un niveau voisin de celui de l'oreille (1,2 m au-dessus du sol) et dans des conditions représentant l'environnement acoustique, soit comprenant les surfaces absorbantes et réfléchissantes, obstacles, etc.

## 6. EMPLACEMENT DU MICROPHONE

### 6.1 MESURAGES EN CONDITIONS AU SOL

Le microphone doit être installé avec son axe perpendiculaire au sol, avec sa surface sensible dirigée vers le haut et affleurant une surface dure au niveau du sol.

NOTE - Il existe des conditions telles que celles d'une surface en béton, où un montage à niveau est impossible. Pour de telles conditions, le microphone doit être monté avec son axe soit perpendiculaire, soit parallèle au sol avec sa surface sensible aussi près que possible du sol, évitant une position vers le bas.

Le corps du microphone et son équipement associé doit être soit sous le niveau du sol, soit suffisamment éloigné pour que leur présence n'influe pas sur les mesurages.

### 6.2 ÉLIMINATION DES SIGNAUX PARASITES

L'élimination des signaux parasites doit être réalisée.

Un écran peut être nécessaire, de façon à réduire les effets du vent sur le microphone, ou pour le protéger de la pluie et de la poussière. Un tel écran doit être étudié pour que la courbe de réponse du microphone ne soit pas affectée de façon significative.

Le microphone doit être isolé des chocs de façon convenable afin d'amortir les vibrations transmises par les supports.

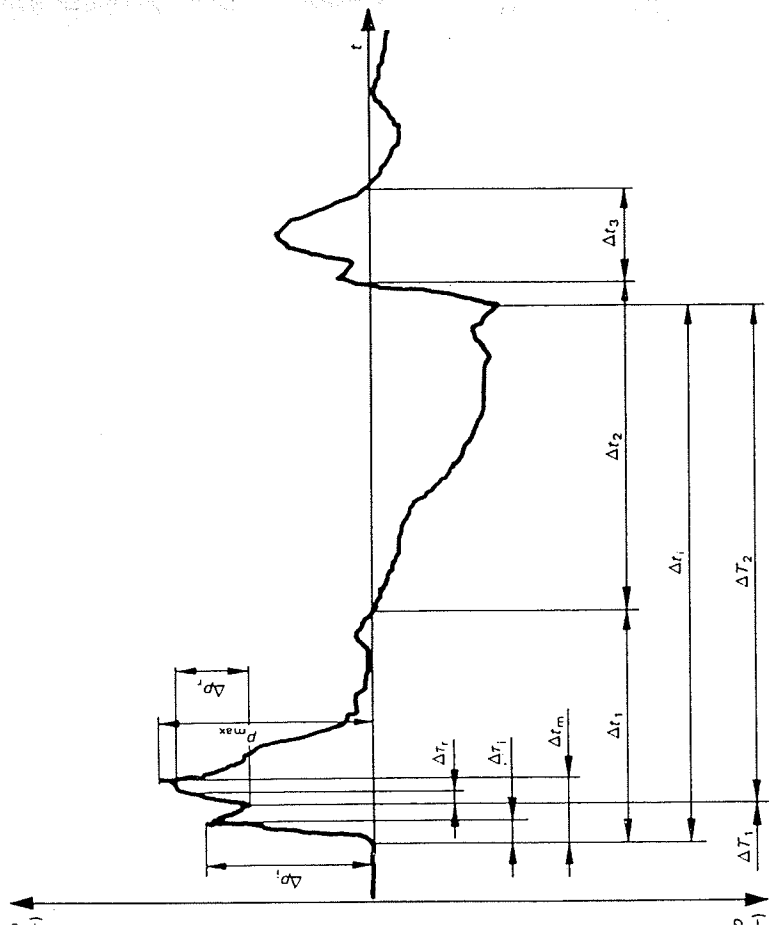


Figure - Exemple de restitution graphique d'un bang sonique réfléchi par le sol.

Acoustique

## Mesurage du bruit émis par les véhicules routiers

Méthode de contrôle au point fixe

E : Acoustics — Measurement of noise emitted by road vehicles — Survey method for stationary vehicles

D : Akustik — Methode für die Messung des Standgeräusches von Strassenfahrzeugen — Genauigkeitsklasse 3

Fascicule de documentation publié par l'afnor en juillet 1986.

Remplace le fascicule de documentation de même indice, de décembre 1976.

### correspondance

Le présent fascicule de documentation reproduit le cahier des charges annexé à l'arrêté du 18 juillet 1985 relatif au contrôle au point fixe du niveau sonore des véhicules à moteur. Il présente des écarts techniques majeurs (voir avant-propos), avec la norme internationale ISO 5130-1982.

### analyse

Le présent fascicule de documentation spécifie les conditions d'essai pour le mesurage du bruit émis par les véhicules routiers au point fixe : environnement d'essai, mode opératoire et fonctionnement du moteur du véhicule. La méthode décrite est essentiellement applicable au contrôle du niveau sonore des véhicules en circulation.

### descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit acoustique, véhicule routier, contrôle, conditions d'essai.

### modifications

Par rapport au fascicule de documentation de même indice de décembre 1976, suppression des mesures à proximité du moteur.

### corrections

**AVANT-PROPOS**

*Le présent fascicule de documentation, qui reproduit le cahier des charges annexé à l'arrêté du 18 juillet 1985 relatif au point fixe du niveau sonore des véhicules à moteur (J.O du 17 septembre 1985), présente, avec la norme ISO 5130, qui traite du même sujet, les divergences techniques suivantes :*

- utilisation de sonomètres de classe 2 pour les contrôles des véhicules en circulation,
- suppression de l'annexe décrivant les conditions de mesurage à proximité du moteur.

*La publication CEI 651 citée au paragraphe 1.1 a été reprise au niveau national dans la norme NF S 31-009.*

**SOMMAIRE**

1	Appareils de mesure .....	3
2	Conditions de mesure .....	3
3	Méthode de mesure .....	3
4	Présentation des résultats .....	3

**1. Appareils de mesure**

**1.1. Appareillage de mesure acoustique**

Le microphone doit être du type omnidirectionnel. En ce qui concerne la réception d'un type de véhicule, et l'homologation d'un dispositif silencieux d'échappement, l'appareil de mesure doit être du type « sonomètre de précision », de qualité au moins égale à celle de la classe 1, selon la publication CEI n° 651.

En ce qui concerne les mesures de contrôle du niveau sonore des véhicules, les appareils de mesure doivent être un sonomètre de qualité au moins égale à celle de la classe 2 au sens de la publication CEI n° 651.

Les mesures sont faites avec le réseau de pondération « A » et avec la caractéristique dynamique « rapide ».

Un écran à vent convenable peut être utilisé pour réduire l'influence du vent sur les lectures.

**1.2. Appareillage de mesure du régime de rotation du moteur**

La mesure du régime-moteur est effectuée au moyen d'un compteur extérieur au véhicule, permettant les mesures avec une erreur inférieure à ± 100.

**2. Conditions de mesure**

**2.1. Nature du terrain.** - Conditions d'environnement présentant pas de perturbation importante.

On considère comme zone de mesure tout site en plein air, constitué d'une aire plane recouverte de béton, d'asphalte ou de matériau dur et à haut pouvoir de réflexion, à l'exclusion de toute surface en terre battue.

Les dimensions de l'aire de mesure sont au moins égales à celles d'un rectangle, dont les côtés sont à trois mètres du contour du véhicule. Il ne doit pas y avoir d'obstacles importants à l'intérieur de ce rectangle. En particulier, on évite d'arrêter le véhicule à moins de 1 mètre de la bordure de trottoir lorsqu'on mesure le bruit d'échappement et aucune personne ne doit se trouver dans la zone de mesure, à l'exception de l'observateur et du conducteur, dont la présence ne doit pas perturber le résultat de la mesure.

**2.2. Bruits parasites et influence du vent**

Les niveaux de bruit ambiant en chaque point de mesure doivent être au moins de 10 dB (A) en dessous des niveaux mesurés aux mêmes points au cours de l'essai.

**3. Méthode de mesure**

**3.1. Nombre de mesures**

Trois mesures au moins sont effectuées en chaque point de mesure. Les mesures ne sont considérées comme valables que si l'écart entre les résultats de trois mesures faites immédiatement l'une après l'autre n'est pas supérieur à 2 dB (A). On retient la valeur la plus élevée donnée par ces trois mesures.

**3.2. Mise en place et préparation du véhicule**

Le véhicule est placé au centre de la zone d'essai, boîte de vitesses au point mort et embrayée.

Avant chaque série de mesures, le moteur doit être porté à sa température normale de fonctionnement et l'on vérifie que le ventilateur de refroidissement ainsi que les autres accessoires nécessaires à la marche du moteur sont en fonctionnement pendant la durée de la mesure.

**3.3. Mesure du niveau sonore au point fixe (Figure 1)**

**3.3.1. Position du microphone :**

Le microphone doit être placé à hauteur de l'orifice de sortie des gaz d'échappement, en aucun cas à moins de 0,2 mètre au-dessus de la surface de la piste. La membrane du microphone doit être

orientée vers l'orifice d'échappement des gaz et placée à une distance de 0,5 mètre de cet orifice. L'axe de sensibilité maximale du microphone doit être parallèle à la surface de la piste et former un angle de 45° ± 10° par rapport au plan vertical contenant la direction de sortie des gaz d'échappement.

Par rapport à ce plan vertical, le microphone doit être placé du côté qui ménage la plus grande distance possible entre le microphone et le contour du véhicule.

Si le système d'échappement comporte plusieurs sorties dont les centres ne sont pas distants de plus de 0,5 mètre et qui, soit racés, soit munis de collecteurs, le microphone doit être orienté vers l'orifice le plus haut par rapport à la surface de la piste. Dans les autres cas, les mesures distinctes sont pratiquées à chaque sortie d'échappement et seule la valeur la plus forte est retenue.

Pour les véhicules munis d'une sortie d'échappement verticale (par exemple véhicules commerciaux), le microphone doit être placé à la hauteur de l'orifice de l'échappement, et être orienté vers le haut, son axe étant vertical. Il doit être situé à une distance de 0,5 mètre de la paroi latérale du véhicule la plus proche de la sortie d'échappement.

Lorsque la configuration du véhicule empêche de placer le microphone conformément à la figure 1 par suite de la présence d'obstacles faisant partie du véhicule (par exemple roue de secours, réservoir à carburant, coffre de batterie), il doit être établi, au moment du mesurage, un dessin indiquant clairement la position choisie pour le microphone. Dans la mesure du possible, ce dernier doit être éloigné de plus de 0,5 mètre de l'obstacle le plus proche et son axe de sensibilité maximale être orienté vers l'orifice de sortie des gaz à l'emplacement le moins masqué par les obstacles susmentionnés.

**3.3.2. Conditions de fonctionnement du moteur :**

- Pour les véhicules relevant du titre II et du titre III, livre I<sup>er</sup>, du code de la route, le régime du moteur est stabilisé aux trois quarts de la vitesse de rotation (S) à laquelle le moteur développe sa puissance maximale.

Lorsque le régime stabilisé est atteint, la commande d'accélération est rapidement ramenée à la position de ralenti. Le niveau sonore est mesuré pendant une période de fonctionnement comprenant un bref maintien du régime stabilisé ainsi que toute la durée de la décélération, le résultat de mesure valable étant celui qui correspond à l'indication maximale du sonomètre.

- Pour les véhicules relevant du titre IV et du titre V du code de la route, le régime du moteur est stabilisé à l'une des valeurs suivantes :

- S si S est supérieur à 5 000 tours/minute ;
- $\frac{3S}{4}$  si S est inférieur ou égal à 5 000 tours/minute,
- $\frac{3S}{4}$  si S est inférieur ou égal à 5 000 tours/minute,

S étant la vitesse de rotation du moteur à laquelle il développe sa puissance maximale.

Dès que le régime stabilisé est atteint, la commande d'accélération est rapidement ramenée à la position de ralenti. Le niveau sonore est mesuré pendant une période de fonctionnement comprenant un bref maintien du régime stabilisé ainsi que toute la durée de la décélération, le résultat de mesure valable étant celui qui correspond à l'indication maximale du sonomètre.

**4. Présentation des résultats**

Le rapport d'essais doit donner tous les détails utiles concernant les mesures, et notamment :

- le type de véhicule contrôlé, en indiquant les anomalies ;
- le site d'essai, la nature du sol, les conditions atmosphériques ;
- l'équipement de mesure ;
- les emplacements et les orientations du microphone ;
- les régimes du moteur au cours des essais ;
- les niveaux de bruit de fond en chaque point de mesure.

Le résultat des mesures obtenues lors de l'essai de référence d'un type de véhicule et les régimes du moteur au cours de l'essai doivent être portés sur la notice descriptive du véhicule.

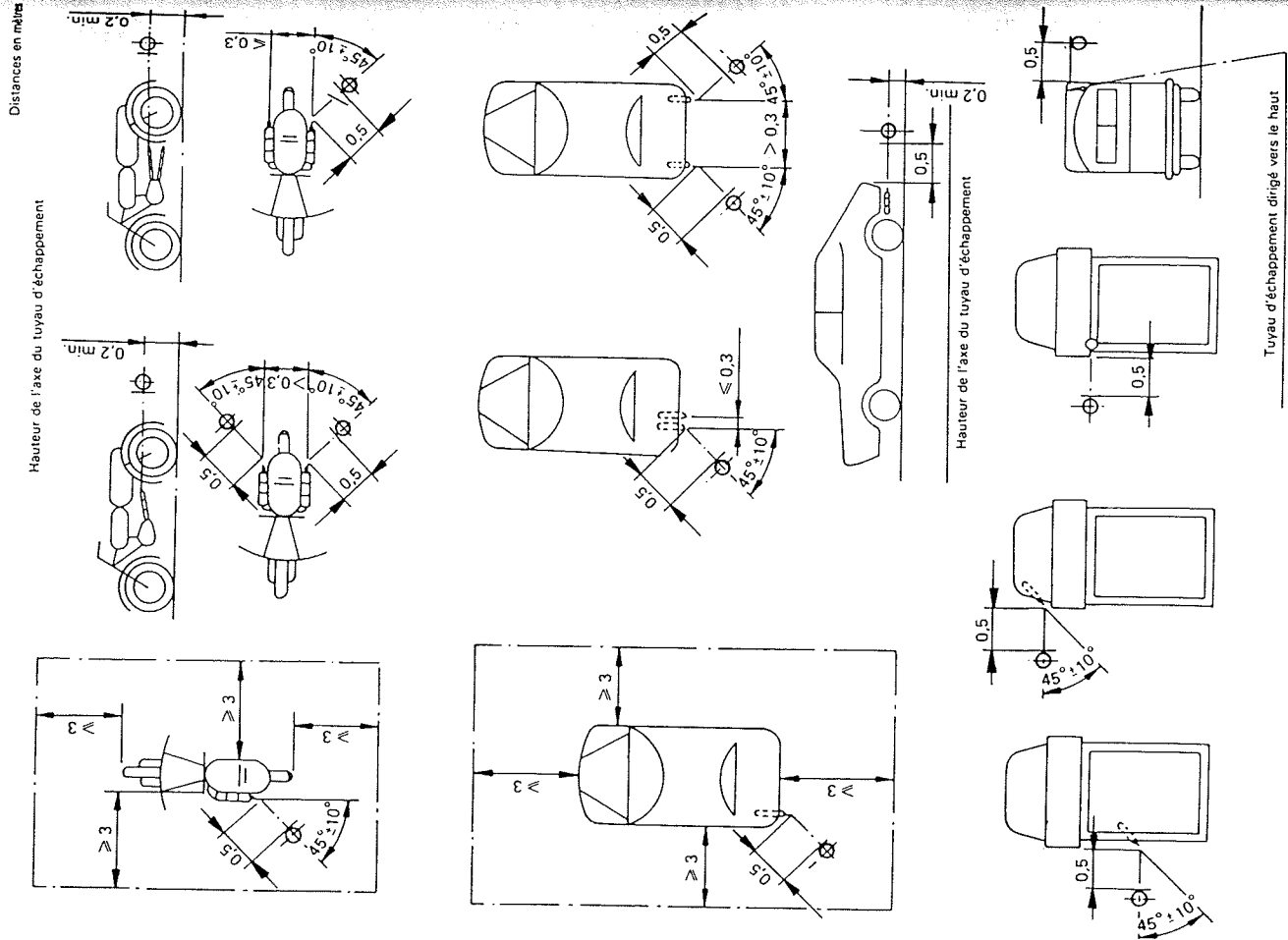


Figure 1 — Site d'essai et positions de microphone pour le mesurage du bruit d'échappement

NORME EXPÉRIMENTALE	ACOUSTIQUE MESURAGE DU BRUIT À L'INTÉRIEUR DES VÉHICULES ROUTIERS Méthode relative aux véhicules de transport en commun du type autobus	S 31-086 Novembre 1984
------------------------	---	---------------------------

SOMMAIRE	
Avant-propos.....	1
1 Objet et domaine d'application.....	2
2 Définitions.....	2
3 Références.....	2
4 Appareillage de mesurage.....	3
5 Environnement d'essai.....	4
6 Préparation du véhicule.....	5
7 Conditions de fonctionnement du véhicule.....	8
8 Positions de mesurage.....	8
9 Résultats des essais.....	10
10 Rapport d'essai.....	11
11 Bibliographie.....	11

**AVANT-PROPOS**

A sa date de publication, il n'existe pas de norme internationale traitant du même sujet. Les conditions d'essai, à l'exception des conditions de fonctionnement décrites dans le chapitre 7, s'inspirent toutefois largement des spécifications de la norme ISO 5128 qui traite du mesurage du bruit à l'intérieur des véhicules à moteur.

La présente norme est publiée avec le statut de norme expérimentale, compte tenu de la nouveauté du sujet, pour la mettre à l'épreuve d'une application pratique, jusqu'au 31 décembre 1986.

Au terme de ce délai, elle fera l'objet d'un nouvel examen et d'une modification de son statut.

Les observations relatives à la présente norme expérimentale doivent être adressées avant le 31 décembre 1986 à l'AFNOR Tour Europe, Cedex 7, 92080 Paris-La Défense.

S 31-086 1<sup>er</sup> tirage 84.10

Acoustics - Measurement of noise inside motor vehicles - Method relating to public transportation vehicles of the bus type

Akustik - Innengeräusmessungen in Kraftfahrzeugen - Verfahren für Bustransportfahrzeuge



## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme spécifie les conditions requises pour obtenir des mesures reproductibles et comparables des niveaux et spectres de pression acoustique à l'intérieur des autobus non articulés ou articulés, à un ou deux étages, conçus et construits pour le transport en commun des personnes et ayant une capacité de plus de seize places assises ou debout, conducteur non compris. Les spécifications visent notamment à évaluer le niveau de bruit à l'intérieur des autobus en circulation urbaine normale.

Note : La méthode d'essai nécessite un environnement acoustique qui ne peut être réalisé que sur un terrain découvert étendu. Les conditions peuvent généralement être remplies lorsqu'il s'agit de mesurages effectués soit en vue de la réception du type de véhicule, soit en cours de fabrication. Il convient de remarquer que les contrôles sur route de véhicules sont rarement effectués dans un environnement acoustique idéal. Les mesurages effectués sur route dans un environnement acoustique qui ne satisfait pas aux conditions spécifiées dans la présente norme, peuvent conduire à des résultats sensiblement différents des résultats obtenus en respectant les conditions prescrites.

## 2 DÉFINITIONS

Au titre de la présente norme, on entend :

- par « autobus » : un véhicule conçu et équipé pour les transports urbains et suburbains ; les véhicules de cette classe ont des sièges et des places destinées à des voyageurs debout, ils sont agencés pour permettre les déplacements des voyageurs correspondant à des arrêts fréquents.
- par « autobus articulé » : un véhicule composé de plusieurs tronçons rigides reliés entre eux par une section articulée. Sur ce type de véhicule, les compartiments voyageurs situés dans chacun des tronçons rigides communiquent entre eux. La section articulée permet la libre circulation des voyageurs entre les deux tronçons rigides.
- par « même type de véhicule » : les véhicules ne présentant pas entre eux de différences essentielles en ce qui concerne les caractéristiques de construction, notamment les points suivants :
  - le groupe moto-propulseur,
  - les organes de transmission,
  - les aménagements et équipements intérieurs.

## 3 RÉFÉRENCES

- VF R 10-005 Véhicules routiers - Poids - Vocabulaire.
- VF R 11-501 Code d'essai des moteurs thermiques - Mesure de la puissance nette (ISO).
- VF C 97-010 Filtrés de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.
- VF S 31-009 Sonomètres.
- VF S 31-109 Sonomètres intégrateurs.

## 4 APPAREILLAGE DE MESURAGE

### 4.1 Appareillage de mesurage acoustique

On utilise un sonomètre, celui-ci doit être conforme aux spécifications de la classe 1, selon la norme NF S 31-009.

On utilise un sonomètre intégrateur, celui-ci doit être conforme aux spécifications de la classe 1 de la norme NF S 31-109.

Pour la détermination du niveau de pression acoustique continu équivalent ( $L_{eq,T}$ ), pondéré A, ou par bande d'octave, un des appareillages suivants doit être utilisé :

- a) un sonomètre intégrateur tel que spécifié ci-dessus,
- b) un appareil comportant :
  - une fonction sonomètre qui doit être conforme aux spécifications de la classe 1 de la norme NF S 31-009,
  - un dispositif de traitement du signal qui effectue le calcul défini par la formule suivante :

$$L_{eq,T} = 10 \lg \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{L_{i,10}/10} t_i$$

où

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

et dans lequel le calcul du niveau de pression acoustique continu équivalent pendant l'intervalle de mesurage, T est caractérisé par un échantillonnage du niveau de pression acoustique,  $L_i$ , à chaque période de durée  $t_i$ . La valeur de la période d'échantillonnage sera telle que  $t_i \leq 0,125$  s. L'appareil devra permettre de diviser la dynamique du signal mesuré avec une résolution supérieure ou égale à 0,5 dB.

Note : La directivité du microphone peut avoir une influence sur les mesures, c'est pourquoi on doit utiliser des microphones omnidirectionnels. Le type de microphone utilisé doit être indiqué dans le rapport d'essai.

Pour le mesurage des spectres de fréquences, les filtres d'octave doivent être conformes à la norme NF C 97-010.

### 4.2 Enregistrement des données

Si d'autres appareils de mesure, y compris par exemple un enregistreur magnétique ou un enregistreur de niveau, sont utilisés, leurs caractéristiques globales doivent être conformes aux clauses correspondantes de la norme NF S 31-009.

Notes : 1 Quand on enregistre les signaux mesurés sur bande magnétique, il faut tenir compte du fait que la dynamique des enregistreurs (non digitaux), même professionnels, peut être inférieure à celle requise dans les spécifications d'appareillages de types précisés en 4.1.

2 Il est recommandé d'enregistrer simultanément le bruit et la vitesse de rotation du moteur du véhicule au cours des essais.

### 4.3 Etalonnage

L'étalonnage du sonomètre doit être effectué selon les instructions du constructeur et être vérifié au début et à la fin des mesurages avec notamment un contrôle acoustique du microphone. Toute variation doit être consignée dans le rapport d'essai. Il est recommandé, si cette variation est supérieure à 1 dB, de considérer l'essai comme non valable.

#### 4.4 Appareillage de mesure de la vitesse

La vitesse de rotation du moteur ainsi que la vitesse du véhicule doivent être mesurées avec une précision égale à 3 % ou meilleure.

### 5 ENVIRONNEMENT D'ESSAI

#### 5.1 Site d'essai

Le site d'essai doit être tel que le bruit émis à l'extérieur par le véhicule ne contribue au bruit intérieur que par les réflexions sur la surface de roulement, à l'exclusion des réflexions sur des bâtiments, des murs ou des surfaces de grandes dimensions.

Pendant le mesurage, la distance du véhicule aux objets réfléchissants de grandes dimensions tels que clôture, rochers, ponts ou immeubles de grandes dimensions doit être supérieure à 20 m.

Note : Dans le cas d'essai in situ, on choisira le site le plus dégagé disponible.

La surface de la piste d'essai doit être sensiblement horizontale, dure, aussi lisse et plane que possible, sans trous ni sillons. Elle doit être de préférence constituée de béton bitumineux ; elle doit être sèche et exempte de revêtements absorbants tels que neige, poussière, feuilles ou cendres.

#### 5.2 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques doivent être telles qu'elles n'influencent pas les mesures. La température ambiante extérieure, mesurée à 1,20 m au-dessus du sol doit être indiquée dans le rapport d'essai.

#### 5.3 Bruit de fond

En chaque emplacement de mesurage des niveaux de pression acoustique par bande de fréquences ou pondérés A, le niveau du bruit de fond ou du bruit propre de l'appareillage de mesurage doit être inférieur d'au moins 3 dB aux niveaux de pression acoustique mesurés. Si la différence est inférieure à 10 dB, on devra appliquer les corrections indiquées dans le tableau 1.

TABLEAU 1 : Corrections pour les niveaux de bruit de fond

Accroissement des niveaux de pression acoustique, pondérés A ou par bande de fréquences, produit par le fonctionnement du véhicule.	dB	Corrections à appliquer au niveau relevé à l'intérieur du véhicule	dB
≥ 10		0	
6 à 9		- 1	
4 à 5		- 2	
3		- 3	

Aucun résultat ne doit figurer sur le procès-verbal si la différence est inférieure à 3 dB.

### 6 PRÉPARATION DU VÉHICULE

#### 6.1 Conditions relatives au moteur et aux pneumatiques

Pendant l'essai, toutes les conditions de fonctionnement du moteur doivent correspondre aux spécifications données par le constructeur, par exemple pour le carburant, l'huile de lubrification, le réglage de l'allumage ou de la pompe d'injection.

Les pneumatiques utilisés doivent être du type qui, selon le constructeur, convient aux conditions d'utilisation normale du véhicule, et ils doivent être gonflés à la pression ou aux pressions recommandée(s) par le constructeur du véhicule.

Les pneumatiques doivent être aussi proches que possible de l'état neuf, particulièrement pour les essais de type. Pour les essais de contrôle le type des pneumatiques et leur état d'usure doivent être indiqués dans le rapport d'essai. Les roues du véhicule doivent être équilibrées statiquement et dynamiquement s'il est prouvé qu'un défaut d'équilibrage des roues peut affecter le niveau de bruit à l'intérieur du véhicule.

Si les radiateurs de refroidissement du moteur sont équipés de dispositifs tels que des rideaux d'obturation, les mesurages doivent être effectués dans les deux conditions d'obturation extrêmes d'ouverture et de fermeture.

#### 6.2 Conditions de chargement du véhicule

Les conditions initiales de chargement du véhicule doivent correspondre aux spécifications de la norme NFR 10-005 pour un véhicule carrossé en ordre de marche. Les véhicules doivent être non chargés.

Seuls doivent se trouver à l'intérieur du véhicule son équipement standard, les appareillages de mesurage et le personnel indispensable aux essais.

#### 6.3 Ouvertures, fenêtres

Les ouvertures telles que les toits ouvrants, les portes d'accès, toutes les fenêtres et les ouvertures d'entrée et de sortie d'air doivent être fermées. Le cas échéant, les rideaux des fenêtres doivent être ouverts.

### 7 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DU VÉHICULE

Le bruit à l'intérieur des autobus doit être mesuré dans les conditions de fonctionnement suivantes du véhicule :

a) au cours d'un cycle représentatif d'un trajet en milieu urbain, sans utilisation des accessoires (voir 7.1). Lorsque l'autobus est prévu pour des vitesses supérieures à 65 km/h, un mesurage complémentaire doit être effectué à vitesse stabilisée (voir 7.2).

b) moteur au ralenti, véhicule à l'arrêt, sans utilisation des accessoires (voir 7.3).

c) moteur au ralenti, véhicule à l'arrêt, chacun des accessoires suivants étant individuellement en fonctionnement (voir 7.4) :

- ouverture - fermeture des portes
- chauffage et ventilation
- expulsion d'air comprimé due à l'agenouillement du véhicule à l'arrêt.

Pendant les essais, les accessoires à déclenchement automatique ne doivent pas être neutralisés. Les autres accessoires tels que essure-glaces, ouverture des portes, etc., ne doivent pas être mis en fonctionnement pendant les essais autres que ceux prévus pour mesurer leur bruit spécifique. Les indicateurs sonores susceptibles de perturber les mesurages doivent être déconnectés.

### 7.1 Mesurage au cours d'un cycle représentatif d'un trajet urbain, sans utilisation des accessoires

Le cycle d'essai représentatif d'un trajet urbain est représenté à la figure 1. Il est composé des quatre phases principales décrites de 7.1.1.1 à 7.1.4.

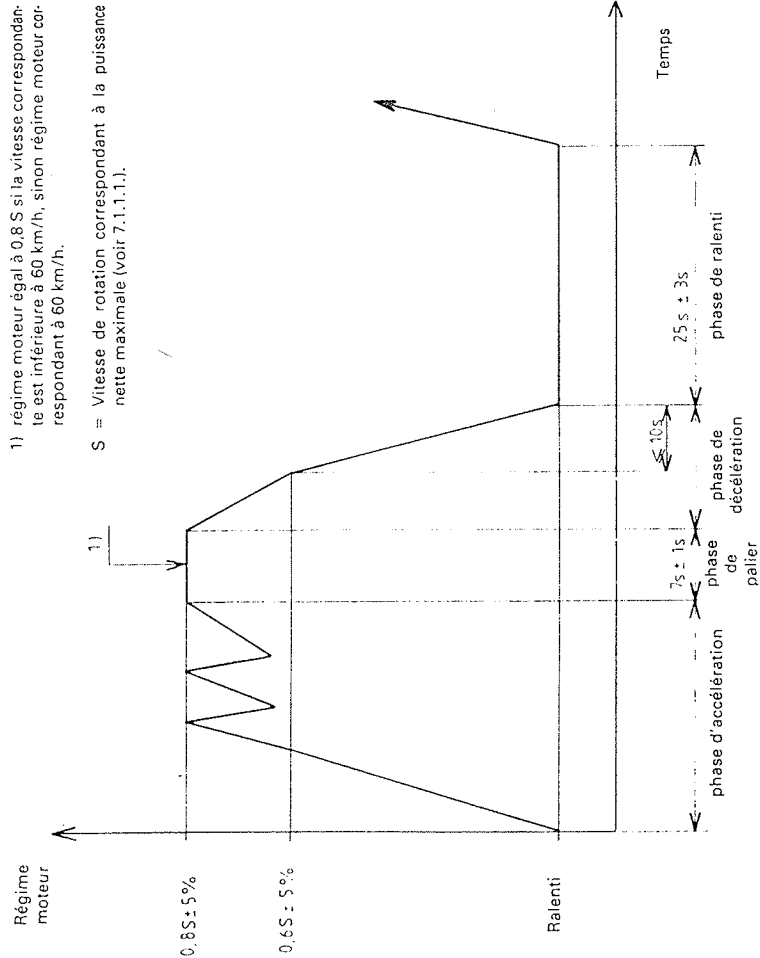


Figure 1 : Diagramme d'essai en cycle représentatif d'un trajet urbain (cas des autobus à boîtes de vitesses à commande manuelle)

#### 7.1.1 Phase d'accélération

##### 7.1.1.1 Véhicule à boîte de vitesses à commande manuelle

Sauf cas de rapports exceptionnels indiqués expressément par le constructeur pour des conditions de charges et de rampe difficiles, il doit être procédé au démarrage du véhicule sur le premier rapport numérique de la boîte de vitesses. Après la période de démarrage du véhicule, qui doit être réalisé sans-à-coup, mais le plus rapidement possible, le conducteur doit accélérer à fond jusqu'à ce que le régime moteur atteigne 80 % (à 5 % près) de la vitesse de rotation, S, correspondant à sa puissance nette maximale (déterminée selon la méthode définie dans la norme NF R 11-501).

Le rapport de boîte immédiatement supérieur doit être enclenché et le conducteur doit accélérer à fond jusqu'à ce que le régime moteur atteigne la même valeur limite. Les rapports de boîte supérieurs seront également enclenchés et explorés successivement de la même manière, sans toutefois dépasser la vitesse de 60 km/h.

##### 7.1.1.2 Véhicules à transmission automatique

Pour un autobus à transmission automatique, l'essai doit être effectué avec la position du sélecteur correspondant à la conduite normale en ville. Le conducteur doit accélérer à fond en permanence jusqu'à arriver à la vitesse du véhicule égale à 0,8 V<sub>max</sub> (à 5 % près), si V<sub>max</sub> est la vitesse maximale de l'autobus spécifiée par le constructeur, sans toutefois dépasser la vitesse de 60 km/h.

#### 7.1.2 Phase de palier

Le palier doit être effectué à la vitesse stabilisée égale à la vitesse atteinte en fin de la phase d'accélération en conservant le même rapport numérique de la boîte de vitesses ; la durée de cette phase doit être de 7 s ± 1 s.

#### 7.1.3 Phase de décélération

La décélération doit être effectuée en deux temps :

##### 7.1.3.1 Décélération naturelle - frein moteur

Dès la fin de la phase de palier, le conducteur doit laisser décroître la vitesse du véhicule, sans agir sur le frein principal du véhicule, jusqu'à ce que, en fin de phase de décélération naturelle :

- dans le cas de véhicule à boîte de vitesses à commande manuelle, la vitesse de rotation du moteur atteigne 0,6 S (à 5 % près),
- ou,
- dans le cas de véhicule à transmission automatique, la vitesse du véhicule atteigne 0,6 V<sub>max</sub> (à 5 % près).

Toutefois, dans le cas d'autobus prévus pour des vitesses supérieures à 65 km/h, la vitesse en fin de phase de décélération naturelle, ne devra pas être supérieure à 45 km/h.

##### 7.1.3.2 Décélération forcée

Dès la fin de la phase de décélération naturelle, le conducteur doit actionner le frein principal et poursuivre ce freinage progressif jusqu'à l'arrêt complet du véhicule ; la durée de cette phase de freinage ne devra pas excéder 10 s.

Note : Pendant toute la durée de la phase de décélération, les systèmes ralentisseurs à commande manuelle seront utilisés dans la condition de fonctionnement normal déterminant la plus faible valeur de décélération du véhicule.

**7.1.4 Phase de ralenti, véhicule immobile**

La durée de cette phase doit être de 25 s ± 3 s.

Si l'autobus est équipé d'une boîte de vitesses à commande manuelle, celle-ci doit être positionnée au point mort.

Si l'autobus possède une transmission automatique, la position du sélecteur correspondant à la conduite normale en ville doit rester enclenchée.

**7.1.5 Nombre de mesurages**

Les niveaux de pression acoustique doivent être mesurés et intégrés au cours d'un trajet total constitué de trois cycles successifs.

**7.2 Essai à vitesse stabilisée**

Pour les autobus dont la vitesse maximale indiquée par le constructeur est supérieure à 65 km/h, un essai complémentaire doit être effectué, le véhicule roulant à une vitesse constante correspondant à sa vitesse maximale.

**7.3 Véhicule immobile, moteur au ralenti, sans utilisation des accessoires**

Le véhicule doit être immobile, le moteur tournant au régime de ralenti indiqué par le constructeur, avec la boîte de vitesses au point mort.

**7.4 Véhicule immobile, moteur au ralenti, mesurage du niveau de bruit dû aux accessoires**

Le véhicule doit être immobile, le moteur tournant au régime de ralenti indiqué par le constructeur, avec la boîte de vitesses au point mort, quel que soit le type de boîte de vitesses.

Chaque ensemble d'accessoires nécessaire à l'exploitation doit être mis individuellement en marche, dans leurs conditions normales de fonctionnement.

Les mesurages peuvent être en particulier effectués sur chacun des ensembles d'éléments auxiliaires ci-après, par exemple :

- portes d'accès (ouverture et fermeture de toutes les ouvertures simultanément),
- systèmes de chauffage et de ventilation, simultanément, à leur capacité maximale,
- systèmes de climatisation,
- agencement du véhicule à l'arrêt.

**8 POSITIONS DE MESURAGE**

Les mesurages du niveau de pression acoustique doivent être effectués en trois points du véhicule :

**8.1 A l'avant**

Ce point de mesurage est relatif essentiellement au bruit perçu par le conducteur. Les résultats peuvent être utilisés pour évaluer l'exposition au bruit du conducteur pendant une journée de travail typique, conformément à la norme NFS 31-013.

Le microphone doit être placé :

LONGITUDINALEMENT : à  $(0,5 \pm 0,05)$  m, en arrière de la projection du centre du volant sur un plan horizontal ; si le volant est réglable, il doit être placé dans sa position moyenne.

LATÉRALEMENT : à  $(0,30 \pm 0,05)$  m, de l'axe longitudinal du siège et du côté de l'axe longitudinal du véhicule.

HAUTEUR : à  $(1,20 \pm 0,05)$  m, au-dessus du plan horizontal d'appui des pieds.

**8.2 Au milieu**

Le microphone doit être placé :

LONGITUDINALEMENT : le plus près possible du milieu du véhicule (écart < 0,50 m),

LATÉRALEMENT : le plus près possible de l'axe longitudinal du véhicule (écart < 0,10 m)

HAUTEUR : à  $(1,60 \pm 0,10)$  m au-dessus du plancher.

**8.3 A l'arrière**

LONGITUDINALEMENT : à  $(1 \pm 0,10)$  m de la face arrière du compartiment fermé,

LATÉRALEMENT : le plus près possible de l'axe longitudinal du véhicule (écart < 0,10 m)

HAUTEUR : à  $(1,60 \pm 0,10)$  m au-dessus du plancher.

**8.4 Disposition commune à toutes les positions de mesurage**

En aucun cas le microphone de mesurage ne doit se trouver à moins de 0,20 m d'un obstacle ; éventuellement les tolérances de positionnement spécifiées de 8.1 à 8.3 pourront être élargies afin de satisfaire à cette obligation.

L'opérateur effectuant les mesurages doit se placer de façon à ne pas perturber les mesurages.

**8.5 Cas des autobus articulés**

Pour les autobus articulés, chaque élément fixe de la caisse doit être considéré comme assimilable à un véhicule indépendant. Mais les deux microphones qui devraient être placés près d'une articulation, seront remplacés par un seul microphone situé au centre de cette articulation, à  $(1,60 \pm 0,10)$  m au-dessus du plancher.

## 9 RÉSULTATS DES ESSAIS

### 9.1 Mesurage au cours d'un ensemble de 3 cycles (voir 7.1)

9.1.1 En chacune des positions du microphone de mesurage, le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A doit être déterminé pour toute la durée du trajet correspondant à l'ensemble des 3 cycles.

9.1.2 A la position du microphone de mesurage correspondant au niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A le plus élevé, le niveau de pression acoustique continu équivalent doit être déterminé par bande d'octave pour toute la durée du trajet dans les bandes d'octave de fréquences médianes comprises entre 63 Hz et 8 000 Hz.

### 9.2 Essais à vitesse stabilisée (voir 7.2)

En chacune des positions du microphone de mesurage, on doit relever la valeur du niveau de pression acoustique pondéré A avec un sonomètre réglé sur la caractéristique temporelle S ou un sonomètre intégrateur.

### 9.3 Véhicule immobile, moteur au ralenti, sans utilisation des accessoires (voir 7.3)

En chacune des positions du microphone de mesurage, on doit relever la valeur du niveau de pression acoustique pondéré A avec un sonomètre réglé sur la caractéristique temporelle S ou avec un sonomètre intégrateur.

A la position du microphone de mesurage correspondant au niveau le plus élevé, il doit être effectué une analyse spectrale du bruit par bande d'octave de fréquences médianes comprises entre 63 Hz et 8 000 Hz.

### 9.4 Véhicule immobile, moteur au ralenti, bruit des accessoires (voir 7.4)

En chacune des positions du microphone de mesurage, on doit relever la valeur maximale du niveau de pression acoustique pondéré A du bruit émis par chacun des accessoires, le sonomètre étant réglé sur la caractéristique temporelle F.

## 9.5 Tableau résumé

Condition d'essai	Résultats de l'essai	Nombre de points de mesurage (cas d'un autobus non articulé)
Cycle représentatif d'un trajet urbain	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A Niveau de pression acoustique continu équivalent par bande d'octave	3 1(1)
Vitesse stabilisée (essais complémentaires)	Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A	3
Véhicule immobile, moteur à l'arrêt	Niveau de pression acoustique pondéré A Niveau de pression acoustique par bande d'octave	3 1(1)
Accessoires en fonctionnement : - Portes - Chauffage, ventilation - Agenouillement	Niveau maximal de pression acoustique pondéré A pour la caractéristique temporelle F	3

(1) Au point qui a donné le niveau le plus fort dans le mesurage précédent.

## 10 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit faire référence à la présente norme et doit donner tous les détails utiles concernant :

- la nature des essais,
- le site d'essai, la surface de roulement,
- les conditions atmosphériques, dont notamment la température extérieure,
- l'appareillage de mesurage : nom, type et numéro de série ainsi que nom du constructeur,
- le niveau du bruit de fond,
- le véhicule, y compris son équipement intérieur (habillage des parois, nombre et habillage des sièges...) et les équipements auxiliaires optionnels, le moteur, les rapports de boîte de vitesses utilisés pendant les essais, les pneumatiques (nature de la bande de roulement et usure constatée), la pression des pneumatiques,
- les conditions de fonctionnement des équipements auxiliaires, l'état des ouvertures et des rideaux, d'obturation du système de refroidissement,
- la charge du véhicule, le nombre de personnes se trouvant à l'intérieur,
- les résultats des essais effectués.

## 11 BIBLIOGRAPHIE

- NFR 18-001 Véhicules routiers - Types - Dénominations - Définitions
- S 30-008 Acoustique - Guide pour la rédaction des normes sur le mesurage du bruit aérien et l'évaluation de ses effets sur l'homme
- NFS 31-013 (1) Acoustique - Evaluation de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du déficit auditif de populations exposées
- NFS 31-048 Bruit émis par les machines et matériels - Directives pour la rédaction des codes d'essais de la classe « Expertise » comportant le mesurage du bruit aux postes de conduite
- ISO 5128 Acoustique - Mesurage du bruit à l'intérieur des véhicules à moteur

# norme française

**NF U 15-171**  
 Décembre 1985

## Acoustique

### Mesurage du bruit aérien émis par les tondeuses à gazon à moteur, tracteurs de pelouse, tracteurs de jardin et de pelouse avec équipements de tonte adaptables

Méthode de vérification de la conformité en ce qui concerne les limites de bruit

E : Acoustics — Measurement of airborne noise emitted by power lawn mowers, lawn tractors, and lawn and garden tractors with moving attachments — Method for checking compliance with noise limits

D : Akustik — Geräuschemissionsmessungen an Motor-Rasenmähern, Rasen-traktoren und Rasen- und Gartentraktoren mit Zusatzmähwerk — Verfahren zur Prüfung auf Einhaltung von Geräuschgrenzwerten

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 novembre 1985 pour prendre effet le 20 décembre 1985.

Remplace la norme homologuée de même indice de septembre 1977.

## correspondance

La présente norme est en conformité, à quelques modifications rédactionnelles près, avec le projet de norme internationale ISO/DIS 5395/5 qui traite du même sujet. Elle est également en conformité technique avec l'annexe 1 de la Directive 84/538/CEE concernant le rapprochement des législations des États-Membres relatives au niveau de puissance acoustique des tondeuses à gazon mais la complète sur certains points (voir l'avant-propos).

## analyse

La présente norme décrit une méthode de détermination de la puissance acoustique émise par les tondeuses à gazon, basée sur les principes généraux décrits dans la norme NFS 31-061. Elle spécifie les critères d'aptitude de l'environnement d'essai, les conditions de fonctionnement des machines et leurs mesurages ainsi que les conditions de mesurage des niveaux de pression acoustique pondérés A émis par les machines.

Elle constitue la méthode de mesurage de référence dans le cadre de la réglementation nationale relative au niveau de puissance acoustique admissible des tondeuses à gazon.

## descripteurs

Thésaurus International Technique : engin horticole motorisé, matériel motorisé jardin et pelouse, tondeuse à gazon, pollution acoustique, mesurage acoustique, bruit aérien, bruit de moteur, puissance sonore, niveau, contrôle, valeur maximale, conditions d'essai.

## modifications

Par rapport à la norme de même indice, publiée en septembre 1977, modification de la disposition des emplacements de microphone ainsi que des conditions d'essai (hauteur de coupe notamment) des tondeuses à gazon.

## corrections

# NF U 15-171

Décembre 1985

## Acoustique Mesurage du bruit aérien émis par les tondeuses à gazon à moteur, tracteurs de pelouse, tracteurs de jardin et de pelouse avec équipements de tonte adaptables

Méthode de vérification de la conformité en ce qui concerne  
les limites de bruit

### AVANT-PROPOS

*À sa date de publication, la présente norme est conforme, à quelques modifications rédactionnelles près, au projet de norme internationale ISO/DIS 5395/5 qui traite du même sujet. Elle est également conforme à l'annexe 1 de la directive 84/538/CEE du 17 septembre 1984 concernant le rapprochement des législations des États-Membres relatives au niveau de puissance acoustique admissible des tondeuses à gazon, qu'elle complète notamment sur les points suivants :*

- conditions d'essai des tondeuses à lames hélicoïdales (exclues du champ d'application de la directive communautaire),
- conditions de relevé des paramètres de fonctionnement de la machine en essai.

### 0 INTRODUCTION

La présente norme, conforme à la norme NF S 31-061, spécifie la détermination des caractéristiques acoustiques d'une machine, exprimées par son niveau de puissance acoustique pondéré A. Les valeurs obtenues selon cette méthode sont les valeurs fondamentales pour caractériser l'émission acoustique de la machine en essai. Le niveau de puissance acoustique pondéré A de la machine est calculé à partir des valeurs du niveau de pression acoustique pondéré A mesuré en diverses positions de microphone, situées sur une surface hémisphérique fictive qui enveloppe la machine. Cependant, le nombre de positions de microphone a pu être, de façon appropriée, diminué par rapport au nombre requis dans la norme NF S 31-061.

La présente norme définit les spécifications acoustiques pour les mesurages en champ libre au-dessus d'un plan recouvert d'herbe. Les conditions de fonctionnement et de montage de la machine en essai sont décrites en détail.

Note : Des études sont en cours pour la mise au point d'une méthode de mesurage sur surface artificielle ayant des propriétés acoustiques équivalentes à celles d'un sol enherbé.

### 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme spécifie une méthode de mesurage des niveaux de pression acoustique pondérés A en des positions prescrites de microphone, à proximité de la machine en essai. On calcule le niveau de puissance acoustique pondéré A à partir de ces valeurs, en vue de vérifier la conformité en ce qui concerne toute limite de bruit.

La présente norme est applicable aux machines suivantes, conçues pour un usage privé ou commercial dans des sites de loisirs, d'agrément et domestiques :

- tondeuses à gazon à moteur ; tondeuses à pousser, tondeuses autotractées et tondeuses à conducteur porté avec, par exemple, des mécanismes de coupe tels que les lames de coupe rotative, cylindrique, à fléau et à faucille, et par référence, à la source motrice : tondeuses électriques alimentées par le secteur, tondeuses électriques alimentées par batterie et tondeuses à moteur à combustion interne,
- tracteurs de jardin et de pelouse ou autres machines de jardin à usages multiples, équipés d'accessoires pour tondre, les mécanismes de coupe étant actionnés, comme pour les tondeuses à gazon à moteur, par des batteries électriques et/ou par des moteurs à combustion interne.

La présente norme n'est pas applicable aux :

- dispositifs tenus ou guidés à la main, par exemple : machines à trancher, cisailles à bordures, ciseaux, actionnés par le secteur ou par batteries,
- machines tractées dont le mécanisme de coupe n'est pas actionné par la machine mais assuré par un système de transmission actionné par les roues de la machine tractée par le véhicule,
- machines agricoles et forestières pour faucher ou récolter l'herbe.

La présente norme ne décrit pas :

- le mesurage des niveaux de pression acoustique au poste de conduite (c'est-à-dire aux oreilles du conducteur),
- la détermination des caractéristiques de directivité du bruit émis,
- la détermination des composantes impulsionnelles du bruit,
- la détermination des caractéristiques fréquentielles, par exemple pour la maîtrise du bruit dans le développement de machines plus silencieuses où l'on utilise habituellement des analyses en fréquence par bande d'octave ou de tiers d'octave.

Notes 1 : Les niveaux de puissance acoustique pondérés A déterminés conformément à la présente norme sont liés à des écarts-types de répétibilité d'environ 1 dB, à condition que le spectre du bruit ne contienne pas de fréquences discrètes prononcées. Dans le cas contraire, les écarts-types de répétibilité seront supérieurs à 1 dB. L'écart-type de 1 dB reflète les effets cumulatifs de toutes les causes d'incertitude de mesurage, à l'exception des variations du niveau de puissance acoustique d'une machine à une autre dans des productions en série plus ou moins importantes.

2 : L'écart-type de reproductibilité entre sites d'essai différents est égal à 2 dB.

### 2 RÉFÉRENCES

NF Q 01-005	Papiers, cartons et pâtes — Vocabulaire.
NF S 31-009	Sonomètres.
NF S 31-025	Acoustique — Détermination de la puissance acoustique émise par les sources de bruit — 4 <sup>e</sup> partie : Méthode d'expertise adaptée à des conditions de champ libre sur plan réfléchissant.

NF S 31-061 Acoustique — Matériels destinés à être utilisés en plein air — Directives pour la rédaction des codes d'essais pour la vérification de la conformité en ce qui concerne les limites du bruit.

NF S 31-109 Sonomètres intégrateurs.

NF U 15-000 Tondeuses à gazon à moteur, tracteurs de pelouse, tracteurs de jardin et de pelouse avec équipements de tonte adaptables — Règles de sécurité et méthodes d'essai — Partie 1 : Définitions.

### 3 DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE

Les définitions relatives aux machines à couper le gazon, à leurs types et à leurs conditions de fonctionnement sont données dans la norme NF U 15-000.

Dans le cadre de la présente norme, et pour la rédaction des procès-verbaux d'essai, les définitions suivantes sont applicables.

#### 3.1 Niveau de pression acoustique, $L_p$ , en décibels

Dix fois le logarithme décimal du rapport du carré de la pression acoustique au carré de la pression acoustique de référence. La pression acoustique de référence est de  $20 \mu\text{Pa}$  ( $\approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ ).  $L_{pA}$  désigne le niveau de pression acoustique pondéré A.

La surface du site d'essai doit être recouverte, au moins sur la projection horizontale de la surface de mesure utilisée, d'herbe naturelle coupée, avant les mesurages, à la hauteur correspondant à la position de coupe la plus basse de la machine en essai, mais non inférieure à 30 mm. La surface doit être exempte d'herbe coupée ou broyée et ne doit être ni humide, ni gelée, ni enneigée.

Les propriétés acoustiques du sol enherbé, exprimées par la correction d'environnement K, doivent être déterminées par l'essai de comparaison absolue, spécifié dans la norme NF S 31-061, en utilisant une source sonore de référence.

Pour cet essai, le niveau de puissance acoustique de la source sonore de référence doit être déterminé dans l'environnement d'essai, comme spécifié aux chapitres 7 et 8, en utilisant une surface de mesure hémisphérique de rayon  $r = 4$  m.

On doit alors calculer la correction d'environnement, K, en utilisant la formule suivante :

$$K = L_{WA} - L_{WAR}$$

où :

$L_{WA}$  est le niveau de puissance acoustique pondéré A de la source sonore de référence, mesuré dans l'environnement d'essai,

$L_{WAR}$  est le niveau de puissance acoustique pondéré A d'étalonnage (certifié) de la source sonore de référence, déterminé dans des conditions de champ libre au-dessus d'un plan (rigide) réfléchissant.

Le site d'essai est qualifié pour les essais si la valeur de K ainsi déterminée est comprise entre  $-0,5$  dB(A) et  $-2$  dB(A).

Notes 1 : Comme le niveau de puissance acoustique de la source sonore de référence mesuré sur le sol enherbé, c'est-à-dire sur un plan partiellement absorbant, doit être inférieur à la valeur d'étalonnage (certifié) qui est déterminée sur un plan totalement réfléchissant, la correction d'environnement, K, doit être négative.

2 : La correction d'environnement, K, obtenue ne doit être exclusivement utilisée que pour vérifier si les propriétés acoustiques du sol enherbé satisfont aux spécifications de la présente norme, et on ne doit pas s'en servir dans le calcul du niveau de puissance acoustique des machines en essai.

#### 4.2 Critère pour le bruit de fond

Aux diverses positions de microphone, le niveau de pression acoustique pondéré A dû à tout bruit de fond doit être inférieur d'au moins 6 dB et, de préférence, de plus de 10 dB au niveau de pression acoustique pondéré A mesuré avec la machine en essai en fonctionnement (voir 7.3).

#### 4.3 Conditions climatiques

Dans un environnement d'essai à l'air libre, la vitesse du vent doit être inférieure à 8 m/s et, de préférence, inférieure à 5 m/s. Pour des vitesses de vent supérieures à 1 m/s, le(s) microphone(s) doit(ont) être équipé(s) d'un écran anémométrique et on doit appliquer les corrections appropriées dues à son utilisation, conformément aux instructions du fabricant.

La température de l'air dans l'environnement d'essai ne doit pas être inférieure à 5 °C.

### 5 APPAREILLAGE DE MESURAGE

#### 5.1 Appareillage pour le mesurage des données acoustiques

L'appareillage de mesurage doit être conçu pour permettre la détermination du niveau pondéré A de la moyenne quadratique temporelle de la pression acoustique. Les tolérances des divers composants de la chaîne de mesure ne doivent pas dépasser les tolérances spécifiées dans les chapitres appropriés de la norme NF S 31-009 pour des sonomètres de classe 1. Si on utilise un sonomètre intégrateur, il doit être conforme aux spécifications de la classe 1 et de la catégorie P, définies dans la norme NF S 31-109.

#### 3.2 Niveau de pression acoustique surfacique pondéré A, $L_{pA}$ , en décibels

Niveau pondéré A de la pression acoustique moyenne sur la surface de mesure (voir chapitre 8).

#### 3.3 Niveau de puissance acoustique, $L_w$ , en décibels

Dix fois le logarithme décimal du rapport d'une puissance acoustique donnée à la puissance acoustique de référence. La puissance acoustique de référence est 1 pW ( $= 10^{-12}$  W).  $L_{WA}$  désigne le niveau de puissance acoustique pondéré A.

#### 3.4 Surface de mesure

Surface fictive, d'aire S, enveloppant la source en essai et sur laquelle les positions de microphone sont situées.

#### 3.5 Bruit de fond

Aux positions de microphone situées sur la surface de mesure, niveau de pression acoustique pondéré A de tout bruit qui n'est pas produit par la machine en essai.

#### 3.6 Vitesse de fonctionnement maximale du moteur (électrique ou à combustion interne)

Vitesse la plus élevée du moteur (électrique ou à combustion interne), toutes tolérances comprises, pour fonctionner avec les dispositifs de coupe embrayés.

#### 3.7 Système de ramassage de l'herbe

Partie ou assemblage de parties permettant de récolter l'herbe coupée ou broyée.

#### 3.8 Largeur de coupe

Pour les tondeuses à axe vertical à une seule lame : diagonale de la lame.

Pour les tondeuses à axe vertical multi-lames : somme des diagonales de lames, diminuée des recouvrements projetés sur la perpendiculaire à la direction d'avancement.

Pour les tondeuses à lames hélicoïdales : distance horizontale entre les extrémités externes des organes de coupe fixés sur l'axe (ou les axes) horizontal(aux).

#### 3.9 Repérages directionnels

Les repérages tels que : avant, arrière, droite, gauche et à gauche, se réfèrent à la direction de déplacement ou à l'orientation de la machine en essai ou de ses parties quand le conducteur est en position normale de conduite.

#### 3.10 Machine

Terme utilisé pour tout type de matériel à tondre le gazon, par exemple : tondeuses à gazon, tracteurs avec accessoires pour tondre.

### 4 ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE

#### 4.1 Critères d'aptitude de l'environnement d'essai

L'environnement d'essai doit être un espace libre au-dessus d'une aire plane et horizontale (pente inférieure à 5/100, le cas échéant), dépourvu visiblement d'objets réfléchissants (bâtements, arbres, poteaux, panneaux indicateurs, etc.) à l'intérieur d'une circonférence de rayon approximativement égal au triple du rayon de la surface hémisphérique de mesure utilisée.



Pour réduire l'influence de l'expérimentateur sur les mesurages, on devrait, de préférence, utiliser un câble entre le microphone et les appareils de mesure. L'expérimentateur ne doit pas se trouver entre l'un des microphones et la machine dont on mesure le niveau de puissance acoustique ni à proximité de l'un des microphones.

Pour assurer la conformité avec les spécifications de la norme NF S 31-009, l'appareillage de mesurage doit être étalonné périodiquement, au moins tous les 2 ans dans un laboratoire spécialisé.

Au moins avant et après chaque série de mesurages, on doit appliquer au(x) microphone(s) un calibre acoustique de précision  $\pm 0,5$  dB afin de contrôler l'étalonnage de la chaîne de mesure complète, y compris le(s) câble(s) de microphone, s'il y a lieu, à une ou plusieurs fréquences. L'une des fréquences de calibrage doit se trouver dans l'intervalle de 250 Hz à 1 000 Hz.

Le calibre doit être contrôlé annuellement pour s'assurer que son niveau de sortie est à l'intérieur des tolérances.

Notes 1 : Un exemple d'appareillage adéquat pour ces mesurages est constitué, dans le cas de bruits stables, par un sonomètre de classe 1 conforme aux spécifications de la norme NF S 31-009.

2 : Un autre exemple d'appareillage adéquat est constitué par un intégrateur qui effectue une intégration analogique ou numérique du carré du signal sur un intervalle de temps spécifié.

## 5.2 Appareillage pour le mesurage des conditions climatiques

La vitesse du vent doit être déterminée avec des appareils de précision  $\pm 10$  %.

La température doit être déterminée avec des appareils de précision  $\pm 1$  °C.

La pression atmosphérique doit être déterminée avec des appareils de précision  $\pm 1$  kPa.

## 5.3 Appareillage pour le mesurage des conditions de fonctionnement des machines

Les vitesses de rotation des machines, des moteurs, des mécanismes de coupe, etc. doivent être mesurées avec des indicateurs de vitesse de précision  $\pm 1$  % dans la gamme des valeurs mesurées.

La tension à la douille (prise) du câble des machines actionnées par le secteur et la tension aux bornes des machines actionnées par batteries doivent être mesurées avec un voltmètre de précision  $\pm 1$  % dans la gamme des valeurs mesurées.

## 6 FONCTIONNEMENT ET EMBLACEMENT DES MACHINES EN ESSAI

### 6.1 Choix des accessoires et réglage des systèmes de coupe

La machine doit être montée complètement pour tondre comme spécifié par le fabricant. Si un système de ramassage de l'herbe est prévu ou fourni, pour la machine, par le fabricant, il doit être monté et être vide.

Pour les tondeuses à lames hélicoïdales (à cylindres), le(s) cylindre(s) rotatif(s) de coupe et/ou le(s) contre-lame(s) fixe(s) doivent être réglés selon l'une des procédures suivantes qui doit être indiquée dans le rapport d'essai :

- ou bien une feuille de papier kraft, comme spécifié dans la norme NF Q 01-005, de grammage (matière) 80 g/m<sup>2</sup> doit être découpée sur au moins 50 % de la largeur de coupe,
- ou bien l'espacement entre les lames fixes et mobiles ne doit pas dépasser au repos 0,15 mm sur la largeur totale de coupe, par vérification avec des jauges calibrées.

Les lames ou les couteaux des tondeuses à lames hélicoïdales (à cylindres) ou à lame de coupe doivent être lubrifiés avec de l'huile de classe SAE 20/50.

La hauteur de coupe doit être réglée à la position disponible la plus basse mais ne doit pas être inférieure à 30 mm (hauteur du gazon de l'environnement d'essai (voir 4.1)). En cas d'impossibilité, on doit retenir la hauteur de coupe la plus proche de 30 mm.

Note : Dans le cas des tondeuses à lames hélicoïdales et à barres de coupe, il faut prendre soin d'éviter la surchauffe des lames par fonctionnement en continu (sans coupe d'herbe) et il faut donc prévoir des pauses appropriées pour le refroidissement et la lubrification.

## 6.2 Préconditionnement de la machine

Pendant cette période de mise en route, les lames ou les couteaux des tondeuses à lames hélicoïdales (à cylindres) doivent être réglés de façon à ne pas s'entrechoquer.

Immédiatement avant chaque série de mesurages acoustiques, la machine complète doit fonctionner durant environ 10 min pour atteindre un régime stabilisé. Dans le cas de tondeuses à lames hélicoïdales (à cylindres) dont la largeur de coupe dépasse 0,6 m, le dispositif de coupe peut être débrayé pendant cette période pour éviter d'endommager les lames.

Les mesurages acoustiques doivent commencer immédiatement après cette période de stabilisation. La machine en essai doit être nettoyée de toute herbe pour les mesurages.

## 6.3 Fonctionnement des moteurs à combustion interne

On doit se conformer aux spécifications du fabricant pour la quantité et la qualité du carburant ou du mélange huile/carburant et de l'huile. Le réservoir de carburant ne doit pas être rempli à plus de la moitié de sa capacité au début des mesurages.

## 6.4 Fonctionnement des moteurs électriques alimentés par le secteur

Les machines à moteurs alimentés par le secteur, conçues pour le courant alternatif (a.c.) ou pour les courants alternatif (a.c.) et continu (d.c.), doivent être alimentées en a.c. à la tension indiquée avec une tolérance de  $\pm 2$  % et à la fréquence de 50 Hz ou 60 Hz selon la fréquence habituelle du pays dans lequel la machine sera utilisée. Si elles sont conçues uniquement pour fonctionner en d.c., elles doivent être alimentées en d.c. à la tension indiquée avec une tolérance de  $\pm 2$  %, à l'exception des moteurs à commutateurs qui doivent être alimentés à la tension indiquée avec une tolérance de  $\pm 1$  %. La tolérance maximale sur la fréquence est de  $\pm 1$  Hz.

Les machines conçues pour fonctionner sur une plage de tension doivent, quand la différence entre les limites de la plage est inférieure à 10 % de la tension moyenne de la plage, être alimentées à la tension moyenne de la plage avec les tolérances indiquées ci-dessus.

Si la différence entre les limites de la plage dépasse 10 %, la machine doit être alimentée à la tension maximale de la plage, avec les mêmes tolérances que ci-dessus.

La tension d'alimentation lorsque la machine est en fonctionnement doit être mesurée aux bornes de la prise du câble non amovible ou à l'entrée auxiliaire si un câble amovible est fourni, mais en aucun cas à l'extrémité du câble d'extension.

## 6.5 Fonctionnement des moteurs électriques alimentés par batteries

On doit commencer les mesurages acoustiques avec les batteries en pleine charge spécifiées par le fabricant, mais on doit les interrompre quand la tension des batteries en service tombe en dessous de 0,9 fois, pour les batteries plomb-acide, ou en dessous de 0,8 fois, pour les autres batteries. La tension des batteries en service au début des mesurages.

La tension des batteries doit être mesurée aux bornes des batteries.

## 6.6 Fonctionnement et emplacement des machines en essai immobiliers

Les machines non autotractées et les machines autotractées ou à conducteur porté équipées de mécanismes de débrayage ou de non-enclenchement des roues motrices pendant l'opération de tonte doivent être immobiliers pendant les mesurages acoustiques, le mécanisme de traction étant débrayé et le conducteur étant absent, et doivent fonctionner à la vitesse de fonctionnement maximale du moteur (électrique ou à combustion interne) et des dispositifs de coupe (voir 3.6).

Les machines devant être mesurées en essai immobile doivent être placées sur la surface du site d'essai de manière à ce que la projection du centre géométrique de leurs parties principales (à l'exclusion des poignées, système de ramassage de l'herbe, etc.) coïncide avec l'origine du système de coordonnées associé aux positions de microphone. L'axe longitudinal de la machine doit être dirigé de la position n° 1 vers la position n° 5, en référence avec la répartition B des positions de microphone sur une surface de mesure hémisphérique définie dans la norme NF S 31-061 (voir figure 1).

### 6.7 Fonctionnement et emplacement des machines en déplacement

Pour les mesurages acoustiques, les machines autoritracées ou les machines à conducteur porté non équipées de mécanisme de débrayage ou de désenclenchement des roues motrices pendant la tonde doivent fonctionner, en déplacement et avec le conducteur en position normale, à la vitesse de fonctionnement maximale du moteur (électrique ou à combustion interne) et des dispositifs de coupe (voir 3.6). Si la machine est munie d'un réglage de vitesse de déplacement indépendant de la vitesse des mécanismes de coupe, on doit choisir un réglage correspondant à la vitesse de déplacement la plus faible. Cependant, si la vitesse de déplacement dépend de la vitesse des mécanismes de coupe, on doit choisir un réglage correspondant à la vitesse de fonctionnement maximale des dispositifs de coupe.

Pendant le déplacement, la projection du centre géométrique de la partie principale de la machine doit se déplacer sur l'axe passant par les positions n° 1 et 5, en référence avec la répartition B des positions de microphone sur une surface de mesure hémisphérique, définie dans la norme NF S 31-061 (voir également figure 1).

## 7 MESURAGE DES NIVEAUX DE PRESSION ACOUSTIQUE PONDÉRÉS A

### 7.1 Surface de mesure et positions de microphone

La surface de mesure doit être un hémisphère fictif, d'aire  $S = 2 \pi r^2$ , qui enveloppe la machine en essai et qui se termine sur la surface du site d'essai.

Le rayon  $r$  de l'hémisphère dépend de la largeur de coupe de la machine en essai et doit être :

- a)  $r = 4$  m pour les machines dont la largeur de coupe est inférieure ou égale à 1,2 m,
- b)  $r = 10$  m pour les machines dont la largeur de coupe est supérieure à 1,2 m.

On doit utiliser six positions de microphone localisées sur l'hémisphère, qui sont les points 2, 4, 6, 8, 10 et 12 de la répartition B des positions de microphone sur une surface de mesure hémisphérique, spécifiée dans la norme NF S 31-061. Ces six positions sont représentées sur la figure 1 et leurs coordonnées sont indiquées dans le tableau 1.

### 7.2 Mesurages des niveaux de pression acoustique

On doit effectuer les mesurages avec la pondération fréquentielle « A ».

Pour les machines en essai immobile, la période d'observation (intervalle de mesure) doit être d'au moins 15 s. Pour les machines en essai en déplacement, la période d'observation doit être égale à la durée du trajet de la machine à vitesse constante sur une distance de 2 m entre les coordonnées  $x = -1$  m et  $x = +1$  m.

Si l'on utilise un sonomètre pour les mesurages et que l'écart total de lecture se situe à l'intérieur d'un intervalle de 5 dB avec la caractéristique temporelle S, on considère que le bruit est stable dans le cadre de la présente norme et le niveau retenu est la valeur moyenne des niveaux maximal et minimal pendant la période d'observation. Si l'écart total de lecture dépasse cette valeur, il est recommandé d'utiliser un appareil intégrateur, la durée d'intégration étant égale à la période d'observation. À défaut, on doit prendre trois à cinq relevés à intervalles égaux pendant la période d'observation et on doit calculer, à partir des relevés, le niveau de pression acoustique quadratique moyenne à chaque position de microphone en utilisant l'équation (1) donnée en 8.1.

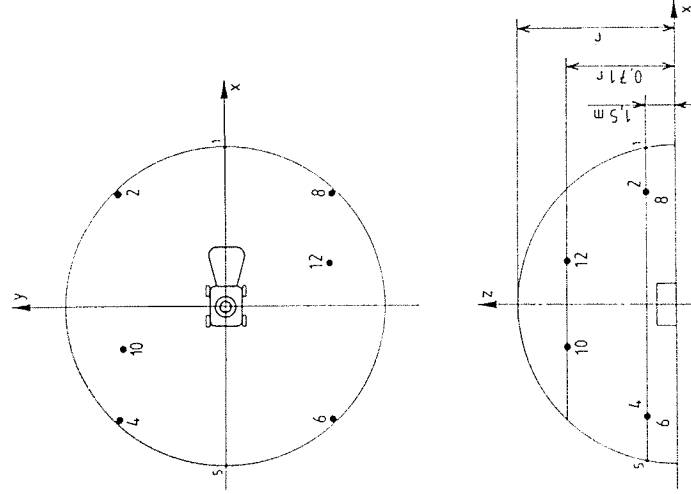


Figure 1 — Positions de microphone sur l'hémisphère

Note : Les positions 1 et 5 ne sont pas utilisées pour les mesurages mais pour le repérage de la position de la machine en essai (voir 6.6 et 6.7).

Tableau 1 — Coordonnées des positions de microphone

Position n°	$\frac{x}{r}$	$\frac{y}{r}$	z
2	0,7	0,7	1,5 m
4	-0,7	0,7	1,5 m
6	-0,7	-0,7	1,5 m
8	0,7	-0,7	1,5 m
10	-0,27	0,65	0,71 r
12	0,27	-0,65	0,71 r

On doit effectuer au moins trois séries de mesurages du niveau de pression acoustique. Si les niveaux de pression acoustique surfacique, calculés à partir de ces mesures conformément à 8.1, diffèrent de plus de 1 dB, on doit effectuer d'autres séries de mesurages jusqu'à l'obtention de deux résultats ne différant pas de plus de 1 dB. On considère que le niveau le plus élevé de ces deux résultats est le niveau de pression acoustique surfacique à retenir pour déterminer le niveau de puissance acoustique de la machine, conformément à 8.2.

Note : Si l'on utilise un sonomètre pour les mesurages dans le cas d'une machine en déplacement, dans la plupart des cas, le niveau de pression acoustique à retenir correspond au relevé au moment où la machine passe au centre de la surface de mesure.

**7.3 Corrections pour le bruit de fond**

Les niveaux de pression acoustique pondérés A relevés à chaque position de microphone doivent être corrigés pour tenir compte de l'influence du bruit de fond, conformément au tableau 2.

Tableau 2 — Corrections pour le bruit de fond

Différence entre le niveau de pression acoustique mesuré avec la machine en fonctionnement et le niveau de pression acoustique dû au bruit de fond seul	Corrections à soustraire du niveau de pression acoustique mesuré avec la machine en fonctionnement pour obtenir le niveau de pression acoustique dû à la machine seule
dB	dB
< 6	Mesures non valables
6	1,0
7	1,0
8	1,0
9	0,5
10	0,5
> 10	0

**8 CALCUL DU NIVEAU DE PRESSION ACOUSTIQUE SURFACIQUE ET DU NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE**

**8.1 Calcul du niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,  $L_{pA}$**

On doit calculer le niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,  $L_{pA}$ , à partir des valeurs mesurées,  $L_{pi}$ , des niveaux de pression acoustique pondérés A (après correction, voir 7.3 et note 1), en utilisant l'équation suivante :

$$L_{pA} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 L_{pi}} \right] \dots (1)$$

où :

- $L_{pA}$  est le niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,
- $L_{pi}$  est le niveau de pression acoustique pondéré A à la i<sup>ème</sup> position de microphone corrigé, si nécessaire, en fonction du bruit de fond et d'autres facteurs d'influence,
- N est le nombre total de mesures, en général N est égal au nombre de positions de microphone.

Notes 1 : On doit corriger, si nécessaire, les niveaux de pression acoustique pondérés A mesurés en fonction de la température, de l'humidité, de l'altitude de l'environnement d'essai, et de l'utilisation d'un écran antiven, conformément aux instructions du fabricant de l'appareillage acoustique.

2 : L'équation (1) peut être utilisée plus généralement, pour déterminer des niveaux de pression acoustique quadratique moyenne, par exemple dans le cas de bruits fluctuants (voir 7.2).

**8.2 Calcul du niveau de puissance acoustique,  $L_{WA}$**

On doit calculer le niveau de puissance acoustique pondéré A de la machine,  $L_{WA}$ , en utilisant l'équation suivante :

$$L_{WA} = L_{pA} + 10 \lg \frac{S}{S_0} \dots (2)$$

où :

- $L_{pA}$  est le niveau de pression acoustique surfacique pondéré A,
- S est l'aire de la surface de mesure,  $S = 2 \pi r^2$ , en mètres carrés,
- $S_0 = 1 \text{ m}^2$ .

Les valeurs de S et de  $10 \lg \frac{S}{S_0}$  pour les hémisphères de rayons r spécifiés en 7.1, sont données dans le tableau 3.

Tableau 3 — Valeurs numériques pour le calcul du niveau de puissance acoustique

r	S	$10 \lg \frac{S}{S_0}$
m	m <sup>2</sup>	dB
4	100	20
10	628	28

**9 INFORMATIONS À CONSIGNER**

Les informations suivantes, quand elles s'appliquent, doivent être recueillies et enregistrées pour tout mesurage effectué selon les exigences de la présente norme.

**9.1 Données générales**

- a) Nom et adresse du laboratoire ayant effectué les mesurages.
- b) Numéro du dossier et date(s) des mesurages.
- c) Nom et adresse de la compagnie ou de l'organisme ayant demandé les mesurages.

**9.2 Description de la machine en essai**

- a) Catégorie de l'équipement (voir chapitre 1).
- b) Système de coupe (voir chapitre 1).
- c) Fabricant ou vendeur, dénomination commerciale.
- d) Identification du modèle ou du type, numéro de série.
- e) Accessoires et équipements de coupe.
- f) Système de ramassage de l'herbe (bac, sac, déflecteur, etc.).
- g) Source motrice de la machine comme spécifié dans le chapitre 1, en précisant la marque, le genre, le type, le modèle et le numéro de série.
- h) Nombre de lames ou de cylindres de coupe.
- i) Type des lames (diamètre en centimètres) conçues pour tondre le gazon ou non, présence d'un ventilateur séparé ou d'une soufflante pour évacuer l'herbe coupée.
- k) Largeur totale de coupe, en centimètres ou en mètres.
- l) Dispositifs acoustiques particuliers (silencieux, carter, matériaux amortissants, isolants ou absorbants, etc.).

### 9.3 Alimentation, carburant et lubrification pour le fonctionnement

- Alimentation électrique : d.c., a.c., tension de service, fréquence de service, tension de batterie et charge; tension et fréquence avec les tolérances pendant les mesurages.
- Carburant : essence, gasoil, mélange huile-essence et volume du réservoir d'essence (en litres).
- Huile : qualité et quantité (en litres).
- Alimentation pour les moteurs hydrauliques.

### 9.4 Préconditionnement de la machine

- Durée de mise en route, en heures.
- Période de stabilisation avant chaque série de mesurages, en minutes.

### 9.5 Conditions de fonctionnement de la machine

- Réglage de la hauteur de coupe, en millimètres.
- Position du(des) réglage(s) de vitesse.
- Procédure du réglage des lames et des couteaux des tondeuses à bobines (à cylindres).
- Vitesse du moteur (électrique ou à combustion interne), en tours par minute.
- Vitesse de rotation ou d'oscillation des cylindres ou des lames, en tours ou oscillations par minute.
- Fonctionnement immobile ou en déplacement avec un conducteur.
- Vitesse de déplacement pendant les mesurages, en kilomètres par heure ou en mètres par seconde.
- Rapport de boîte ou autre transmission pour la traction.
- Fonctionnement avec ou sans système de ramassage de l'herbe.

### 9.6 Environnement d'essai

- Description de l'environnement d'essai : dimensions en mètres, absence d'obstacles réfléchissants, valeur déterminée de la correction d'environnement K de la surface (gazon) d'essai, vérification si la surface satisfait aux critères de 4.1.
- Conditions atmosphériques : température de l'air en degrés Celsius, pression barométrique en pascals, vitesse du vent en mètres par seconde et direction du vent mesurées à 2 m au-dessus du sol.

### 9.7 Appareillage

- Appareillage pour le mesurage des données acoustiques : fabricant, type, classe de précision (selon les normes NF S 31-009 et, le cas échéant, NF S 31-109), numéro de série, Y compris les accessoires (par exemple écrans antivent) avec corrections pour la température, l'altitude, etc.
- Étalonnage de l'appareillage acoustique : calibreur(s) avec nom du fabricant, type, numéro de série, méthode de calibrage de l'appareillage désigné en a), date et lieu du dernier étalonnage périodique de l'appareillage désigné en a) et ci-dessus.
- Appareillage pour le mesurage des conditions climatiques : nom, fabricant.
- Appareillage pour le mesurage des conditions de fonctionnement : nom, fabricant.

### 9.8 Données acoustiques

- Surface de mesure : rayon de l'hémisphère en mètres, aire en mètres carrés.
- Niveaux de pression acoustique pondérés A, en décibels, mesurés à chaque position de microphone pour chaque série de mesurages jusqu'à vérification du critère de 1 dB de différence entre les résultats, conformément à 7.2.
- Niveaux de pression acoustique pondérés A, en décibels, du bruit de fond à chaque position de microphone.
- Corrections relatives à l'appareillage, par exemple pour les écrans antivent.
- Niveau de pression acoustique surfacique pondéré A, calculé,  $L_{pA}$ , en décibels, pour chaque série de mesurages désignée en b).
- Niveau de puissance acoustique pondéré A calculé,  $L_{WA}$ , en décibels, correspondant au niveau final de pression acoustique surfacique pondéré A,  $L_{pA}$ , déterminé en e).
- Remarques sur l'impression subjective causée par le bruit (sons purs audibles, caractère impulsif, caractéristiques temporelles, etc.).

## 10 INFORMATIONS À FOURNIR

On ne doit fournir que les informations consignées conformément au chapitre 9 qui sont utiles aux objectifs des mesurages.

En général, les données suivantes sont essentielles.

### 10.1 Données générales

Données consignées en 9.1, en totalité.

### 10.2 Description de la machine en essai

Données consignées en 9.2, en totalité.

### 10.3 Alimentation, carburant et lubrification pour le fonctionnement

Données consignées en 9.3 a), b) (sauf le volume du réservoir), d).

### 10.4 Conditions de fonctionnement de la machine

Données consignées en 9.5 a), c), d), e), f), g), j).

### 10.5 Environnement d'essai

Données consignées en 9.6 a) (uniquement la correction d'environnement K), b) (uniquement température).

### 10.6 Données acoustiques

Données consignées en 9.8 a) (uniquement le rayon), f) (après arrondissement au décibel entier le plus proche et avec la mention que la valeur a été déterminée en pleine conformité avec la présente norme), g).