

## Acoustique

**Caractérisation et mesurage des bruits  
de l'environnement****Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation**

E : Acoustics — Description and measurement of environmental noise —  
Basic quantities and general evaluation methods

D : Akustik — Beschreibung und Messung von Geräuschmissionen —  
Basisgrößen und allgemeinen Verfahren

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 octobre 2005 pour prendre effet le 5 novembre 2005.

Remplace la norme homologuée NF S 31-110, de février 1985.

**Correspondance**

À la date de publication du présent document, il existe des normes internationales traitant du même sujet.

**Analyse**

Le présent document fixe les grandeurs fondamentales à utiliser pour la caractérisation des bruits de l'environnement. Il décrit les méthodes générales pour la détermination de ces grandeurs en spécifiant l'appareillage de mesurage, les emplacements de mesurage, les intervalles de temps pour les mesurages en fonction des données acoustiques et météorologiques de la situation examinée ainsi que les méthodes de saisie des données acoustiques.

Il permet la comparabilité entre les résultats obtenus selon la méthodologie de chacune des normes particulières. À cet effet, il privilégie le recours à une méthode utilisant le Leq court dans chacun des domaines particuliers.

Il constitue ainsi le cadre pour le mesurage des bruits de l'environnement. Des précisions supplémentaires sont données dans des normes d'application adaptées à l'étude de situations spécifiques.

Le présent document n'est pas en concordance technique avec la série des normes ISO 1996.

**Descripteurs**

**Thésaurus International Technique** : acoustique, bruit acoustique, mesurage acoustique, grandeur, pression sonore, niveau, symbole, instrument de mesurage, emplacement, choix, intervalle de temps, saisie de données, contrôle, environnement, zone d'habitation, protection de l'environnement, définition, conditions climatiques, donnée météorologique, incertitude, traçabilité.

**Modifications**

Par rapport au document remplacé, voir les modifications après la liste des membres de la commission.

**Corrections**

**Membres de la commission de normalisation**

Président : M RUMEAU

Secrétariat : MME BOUVENOT — AFNOR

M	ABRAMOWITCH	SCETAURROUTE
M	AFLALO	BRUEL & KJAER FRANCE
M	ARCE	BRUEL & KJAER FRANCE
M	AUFFRET	AAE — ASSO ACOUSTICIENS ENVIRONNT
M	BEAUMONT	INRETS
M	BELAUD	CERIB
M	BERT	DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	BONHOMME	CETE LAB REG PONTS ET CHAUSSÉES
MME	BOUVENOT	AFNOR
M	CELLARD	LNE
M	CHAZAL	SNCF
M	DEBOUT	BNAE
M	DEFRANCE	CSTB
MME	DINE	SNCF — AGENCE ESSAI FERROVIAIRE
M	DURANG	LAB RÉGIONAL DE L EST PARISIEN
M	ESCARON	SNCF DION INGÉNIERIE
M	FICHEUX	UTAC UDS
MME	FILLOL	RATP
MLLE	FÜRST	CERTU
M	GARDIN	DGAC SCE DES BASES AÉRIENNES
MME	GAULUPEAU	BUREAU VÉRITAS
M	GAUVREAU	LCPC LABO CENTRAL PONTS CHAUSSÉES
M	GRENETIER	DION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ
M	GUIGNOUARD	LASA
M	GUILLEN	01DB ACOUSTICS & VIBRATION
M	JACQUES	INRS
M	JOLY	FÉDÉRATION FRANCAISE DE TIR
M	JUILLÉ	SME — SNPE MATÉRIAUX ÉNERGETIQUES
M	JUNKER	EDF R&D
M	LAMBERT	INRETS
M	LECOCQ	CIAL
M	LECONTE	SAINT GOBAIN ISOVER
M	LEGAL	APPAVE — APAVE PARISIENNE
M	LETOURNEAUX	SNCF — AGENCE ESSAI FERROVIAIRE
M	MARTIN	DGAC STNA
M	MERIEL	BERNARD MERIEL
MME	MOCH	UNIVERSITÉ DE PARIS X
M	MOTTARD	DION PRÉVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	RANCHIN	CABINET ASE
M	REHFELD	SAINT GOBAIN GLASS FRANCE
M	ROBLIN	NORISKO ÉQUIPEMENTS
M	ROZWADOWSKI	01DB METRAVIB
M	RUMEAU	PRÉFECTURE DE POLICE — LABO CENTRAL
M	SCHIEL	RENAULT SAS
M	SERVANT	SOCOTEC
MME	SOYER	MONIQUE SOYER
M	TERRIER	BNAE
M	VALERI	MARIO VALERI
M	VOUAGNER	01DB METRAVIB

Les membres de la Commission de normalisation S30M «Acoustique des milieux extérieurs» ont également participé à l'élaboration de cette norme.

Président : M MERIEL

Secrétariat : MME BOUVENOT — AFNOR

M	ABRAMOWITCH	SCETAUROUTE
M	AFLALO	BRUEL & KJAER France
MME	ANFOSSO	LCPC — LABO CENTRAL PONTS CHAUSSÉES
M	ARCE	BRUEL & KJAER France
M	AUDY	ASSO ACOUCITE
M	BEAUMONT	INRETS
M	BERENGIER	LCPC — LABO CENTRAL PONTS CHAUSSÉES
M	BESNARD	SETRA
M	BONHOMME	CETE LAB REG PONTS ET CHAUSSÉES
M	BOUDAUD	DION DEPT DE L ÉQUIPEMENT
MME	BOUVENOT	AFNOR
M	CHAZAL	SNCF
M	DEFRANCE	CSTB
M	DELORME	LAB RÉGIONAL DE L EST PARISIEN — BNSR
M	DESVIGNES	SNCF
M	DIEUTEGARD	ARCADIS
M	DIMITRI	MFP MICHELIN
MME	DINE	SNCF — AGENCE ESSAI FERROVIAIRE
MME	DOISY	LABO REG CETE EST
M	DURANG	LAB RÉGIONAL DE L EST PARISIEN
M	DUTILLEUX	LABO REG CETE EST
MME	FILLOL	RATP
MLLE	FÜRST	CERTU
MME	GAUTHIER	BNSR
M	GAUTIER	USIRF
M	GAUVREAU	LCPC — LABO CENTRAL PONTS CHAUSSÉES
M	GOTHIE	CETE DE LYON
M	HAMET	INRETS
M	JACQUES	INRS
M	LEFEVRE	CETE LAB REG PONTS ET CHAUSSÉES
M	LEGAL	APPAVE — APAVE PARISIENNE
M	LEGRAND	BNA
M	LETOURNEAUX	SNCF — AGENCE ESSAI FERROVIAIRE
MLLE	LEVY	BNF
M	MERIEL	BERNARD MERIEL
M	PREMAT	CETE DE LYON
MME	ROGER	DGUHC
M	ROSEN	ACOUSTB
M	ROZWADOWSKI	01DB METRAVIB
M	RUMEAU	PRÉFECTURE DE POLICE — LABO CENTRAL
M	SAMAIN	ENVITEC
M	SAUVAGE	CERIB
MME	SERVE	LABO REG CETE EST
M	SOULAGE	DION DEPT DE L'ÉQUIPEMENT
M	VALENTIN	DION PRÉVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	VERHEE	USIRF

**Modifications par rapport au document remplacé**

- Intégration du calcul comme méthode de description, pour couvrir tout le domaine de la caractérisation et du mesurage ;
- modification et mise en cohérence des définitions de l'ensemble des normes du domaine «Bruit environnemental» et introduction des notions de niveau d'exposition et de niveaux fractiles ;
- intégration d'un tableau des symboles et abréviations et d'un schéma (informatif) exposant le lien entre la présente norme et les normes particulières du domaine couvert ;
- introduction sur le plan technique d'une partie très développée sur la prise en compte de la météorologie, de la possibilité de mesure en présence de vent fort, avec des spécifications appropriées ;
- révision de l'expression des exigences initiales en matière d'instrumentation et généralisation de la méthode de contrôle de l'instrumentation issue de la norme NF S 31-010 ;
- introduction d'un article consacré aux incertitudes de mesure ;
- la partie «zonage acoustique» de l'ancienne annexe A a été supprimée puisqu'elle fait l'objet de la norme NF S 31-130 ;
- définition d'une chaîne de mesure de pression pour les forts niveaux.

## Sommaire

		Page
<b>Avant-propos</b> .....		6
<b>Introduction</b> .....		6
<b>1</b>	<b>Domaine d'application</b> .....	6
<b>2</b>	<b>Références normatives</b> .....	7
<b>3</b>	<b>Termes et définitions</b> .....	8
<b>4</b>	<b>Symboles</b> .....	14
<b>5</b>	<b>Méthode de description</b> .....	15
<b>6</b>	<b>Mesurages des niveaux de pression acoustique</b> .....	16
<b>7</b>	<b>Conditions météorologiques</b> .....	23
<b>8</b>	<b>Prévision des niveaux de pression acoustique</b> .....	32
<b>9</b>	<b>Incertitude</b> .....	33
<b>10</b>	<b>Rapport</b> .....	34
<b>11</b>	<b>Traçabilité</b> .....	35
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Organisation des normes particulières</b> .....		37
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Recueil des données caractérisant les conditions météorologiques</b> .....		38
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Spécifications d'une chaîne de mesure de pression</b> .....		48
<b>Annexe D</b> (informative) <b>Liste type de contrôles pertinents pour un usage général</b> .....		49
<b>Bibliographie</b> .....		50

## Avant-propos

*Le domaine de l'acoustique de l'environnement est couvert par des normes particulières. L'objet de la présente norme est de constituer un cadre commun de définitions et de méthodes de base permettant d'atteindre la comparabilité entre les résultats obtenus selon la méthodologie précisée par chacune des normes particulières.*

## Introduction

Le bruit dans l'environnement est souvent composé de bruits émis par plusieurs sources et la distribution des différentes sortes de bruit peut évoluer d'un moment à l'autre. Les méthodes et procédés décrits dans le présent document sont destinés à s'appliquer aux bruits émis par toutes les sources, individuellement et en combinaison, qui contribuent au bruit total dans un site.

Dans la plupart des cas, il est possible de satisfaire cette contrainte avec une bonne approximation en adoptant le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A comme grandeur fondamentale. Les résultats devront autant que possible être exprimés au moins avec cette grandeur.

Le présent document décrit des méthodes générales pour le mesurage et la caractérisation des bruits de l'environnement, pertinentes pour la prise en compte des facteurs acoustiques dans l'utilisation des espaces.

Il y est traité de différentes méthodes de mesurage et d'analyse telles que l'intégration continue, la technique d'échantillonnage et de stockage, les post-traitements basés sur l'utilisation du  $L_{eq}$  court (intégration linéaire de courte durée) et le mesurage dans des conditions météorologiques spécifiées.

Le présent document a pour but :

- de fournir des descripteurs de la situation sonore de l'environnement des collectivités. À partir des principes exposés dans le présent document, il est possible de fixer des limites de bruit dans un cadre réglementaire ou contractuel, et la conformité avec ces limites peut être contrôlée ;
- de fournir des méthodes de saisie des données pour la caractérisation des bruits de l'environnement. À partir de ces données, il est possible d'établir une procédure de choix :
  - 1) de l'utilisation appropriée des espaces, sur le plan purement acoustique, pour une zone donnée ;
  - 2) des sources de bruit — existantes ou en projet — acceptables pour une utilisation existante ou projetée des espaces ;
- de spécifier certains des éléments nécessaires aux méthodes de calcul prévisionnel.

## 1 Domaine d'application

Le présent document décrit la méthodologie de base pour la caractérisation de la situation sonore de l'environnement (existante ou prévisible). Il fixe les grandeurs fondamentales à utiliser et expose les méthodes générales de détermination de ces grandeurs.

Il donne des directives générales pour la saisie des données en vue de fournir des descripteurs qui permettent notamment :

- a) la description d'une façon univoque des bruits aériens dans l'environnement dans un espace donné ;
- b) l'étude acoustique de l'utilisation de l'espace et des sols en fonction des activités existantes ou projetées (à l'exclusion de l'acoustique des salles) ;
- c) l'établissement de cartes de bruit ;
- d) le contrôle de la conformité de situations acoustiques spécifiques à des limites de bruit spécifiées.

Des normes d'application à des situations spécifiques devront préciser la méthode de mesurage de façon adaptée aux conditions et aux buts des essais (voir, par exemple, NF S 31-085 pour les bruits émis par la circulation routière). Ces normes devront également préciser, dans la mesure du possible, l'incertitude globale des résultats en adaptant l'appareillage et la méthodologie aux objectifs de mesurage : vérification de valeurs limites, contrôle, expertise, planification de l'utilisation des sols, enquêtes, instruction de plaintes, etc.

## 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 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 EN 60942, *Électroacoustique — Calibreurs acoustiques* (indice de classement : S 31-139).

NF EN 61672-1, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1 : Spécifications* (indice de classement : S 31-009-1).

NF EN 61672-2, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 2 : Essais d'évaluation d'un modèle* (indice de classement : S 31-009-2).

NF ENV 13005, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (indice de classement : X 07-020).

NF S 30-101, *Vocabulaire de l'acoustique — Définitions générales*.

NF S 31-085, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier — Spécifications générales de mesurage*.

prNF S 31-113, *Acoustique — Méthodes d'analyse spectrale*.

prNF S 31-117, *Contrôle du matériel de mesure acoustique*.

NF S 31-130, *Acoustique — Cartographie du bruit en milieu extérieur — Élaboration des cartes et représentation graphique*.

NF S 31-132, *Acoustique — Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur — Typologie des méthodes de prévision*.

NF ISO 5725-1, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1 : Principes généraux et définitions* (indice de classement : X 06-041-1).

NF ISO 5725-2, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2 : Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée* (indice de classement : X 06-041-2).

NF ISO 5725-3, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 3 : Mesures intermédiaires de la fidélité d'une méthode de mesure normalisée* (indice de classement : X 06-041-3).

NF ISO 5725-4, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 4 : Méthodes de base pour la détermination de la justesse d'une méthode de mesure normalisée* (indice de classement : X 06-041-4).

NF ISO 5725-5, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 5 : Méthodes alternatives pour la détermination de la fidélité d'une méthode de mesure normalisée* (indice de classement : X 06-041-5).

NF ISO 5725-6, *Application de la statistique — Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 6 : Utilisation dans la pratique des valeurs d'exactitude* (indice de classement : X 06-041-6).

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent :

#### 3.1

##### acoustique

pour les définitions générales de l'acoustique, se reporter à la Norme NF S 30-101

En outre, dans le cadre du présent document, les définitions suivantes sont applicables :

##### 3.1.1

##### niveau de pression acoustique, $L_p$

le niveau de pression acoustique est donné, en décibels, par la formule :

$$L_p = 10 \lg \left[ \frac{p^2}{p_0^2} \right]$$

où :

$p$  est la pression acoustique efficace (en pascals) ;

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

Lorsque la pression acoustique est pondérée en fréquence, on l'indique en faisant suivre la grandeur utilisée (ici  $L_p$ ) du symbole utilisé pour la pondération.

##### EXEMPLE

Si la pondération fréquentielle «A» est utilisée, le niveau de pression acoustique est noté  $L_{pA}$  et exprimé en dBA.

Niveau de pression acoustique de la pression acoustique pondérée A :

$$L_{pA} = 10 \lg \left[ \frac{p_A^2}{p_0^2} \right]$$

##### 3.1.2

##### niveau de pression acoustique continu équivalent, $L_{eq,T}$

valeur du niveau de pression acoustique 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 :

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

où :

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

$p_0$  est la pression acoustique de référence (20  $\mu\text{Pa}$ ) ;

$p(t)$  est la pression acoustique fonction du temps, du signal acoustique.

NOTE Lorsque l'on désire préciser les bornes de l'intervalle de mesurage,  $L_{eq,T}$  peut être écrit  $L_{eq(t_1,t_2)}$  ; par exemple,  $L_{eq(6h,22h)}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent déterminé entre 6 h 00 et 22 h 00.

Lorsque la pression acoustique est pondérée en fréquence par la pondération «A», le niveau équivalent pondéré A de la pression acoustique est noté  $L_{Aeq,T}$ , et exprimé en dBA

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p(t)_A^2}{\rho_0^2} dt \right]$$

### 3.1.3

#### niveau acoustique d'exposition, $L_E$ (en décibels)

dix fois le logarithme décimal du rapport de l'exposition acoustique,  $E$ , et de l'exposition acoustique de référence,  $E_0$ , où l'exposition acoustique est l'intégrale temporelle sur un intervalle de temps  $T$ , ou la durée d'un événement, des pressions acoustiques instantanées pondérées en fréquence,  $p(t)$ , élevées au carré

NOTE 1 L'exposition acoustique de référence  $E_0$  est égale au carré de la pression acoustique de référence de 20 micropascals ( $\mu\text{Pa}$ ), multiplié par le temps de référence de 1 s [ $400 (\mu\text{Pa})^2\text{s}$ ].

$$L_E = 10 \lg \left( \frac{E}{E_0} \right) \text{dB}$$

avec

$$E = \int_T p^2(t) dt$$

NOTE 2 Le niveau d'exposition acoustique est exprimé en décibels (dB).

NOTE 3 L'exposition acoustique est exprimée en Pascals carrés secondes ( $\text{Pa}^2\text{s}$ ).

NOTE 4 Pour la mesure du niveau d'exposition pendant une durée spécifique, la durée d'intégration doit être mentionnée et la notation doit être  $L_E$ .

$$L_E = L_{aeq}(T) + 10 \lg (T/T_0) \text{ avec } T_0 = 1 \text{ s}$$

NOTE 5 Pour le niveau d'exposition d'un événement, la nature de l'événement doit être spécifiée.

NOTE 6 Si la pondération A est utilisée, l'exposition acoustique est désignée par  $L_{AE}$ .

NOTE 7  $L_E$  est parfois désigné par SEL (Sound Exposure Level) sur les sonomètres.

### 3.1.4

#### niveau de pression acoustique de crête, $L_{pc}$

il est donné, en décibels, par la formule :

$$L_{pc} = \left[ 10 \lg \frac{\rho_c^2}{\rho_0^2} \right]$$

où :

$\rho_c$  est la valeur maximale de la pression acoustique instantanée ;

$\rho_0 = 20 \mu\text{Pa}$  est la pression acoustique de référence.

### 3.1.5

#### $L_{pAF \text{ max}}$

valeur maximale du niveau de pression acoustique pondéré A, en décibels, déterminée sur la période de mesure, en utilisant la pondération temporelle F

### 3.1.6

#### niveau acoustique fractile, $L_{N,\tau}$ , $L_{AN,\tau}$

par analyse statistique de  $L_{eq}$  courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé «Niveau acoustique fractile» ; Son symbole est  $L_{N,\tau}$

Par exemple,  $L_{90,1s}$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1 s.

Lorsque la pondération A est utilisée, il est noté  $L_{AN,\tau}$ .

### 3.1.7

#### intervalle d'observation

intervalle de temps à l'intérieur duquel sont compris tous les intervalles de mesure, soit en continu, soit par intermittence

### 3.1.8

#### intervalle de référence

intervalle retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes

Il peut être spécifié dans des normes, des textes réglementaires ou des cahiers des charges, de manière à englober les activités humaines typiques et les variations des sources de bruit dans une situation donnée.

Il est composé d'un nombre entier d'intervalles de base, éventuellement disjoints.

### 3.1.9

#### intervalle de mesure

intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique quadratique est intégrée et moyennée

Dans le cas d'un mesurage utilisant les  $L_{eq}$  courts, intervalle au cours duquel la pression acoustique quadratique est échantillonnée en intervalles élémentaires.

### 3.1.10

#### intervalle de base

intervalle pour lequel les mesures sont jugées statistiquement représentatives du fonctionnement des sources ou infrastructures et pour lequel les conditions météorologiques sont jugées stationnaires

### 3.1.11

#### intervalle élémentaire

intervalle sur lequel est mesuré le  $L_{eq}$  court (en général, de l'ordre de la seconde, ou moins)

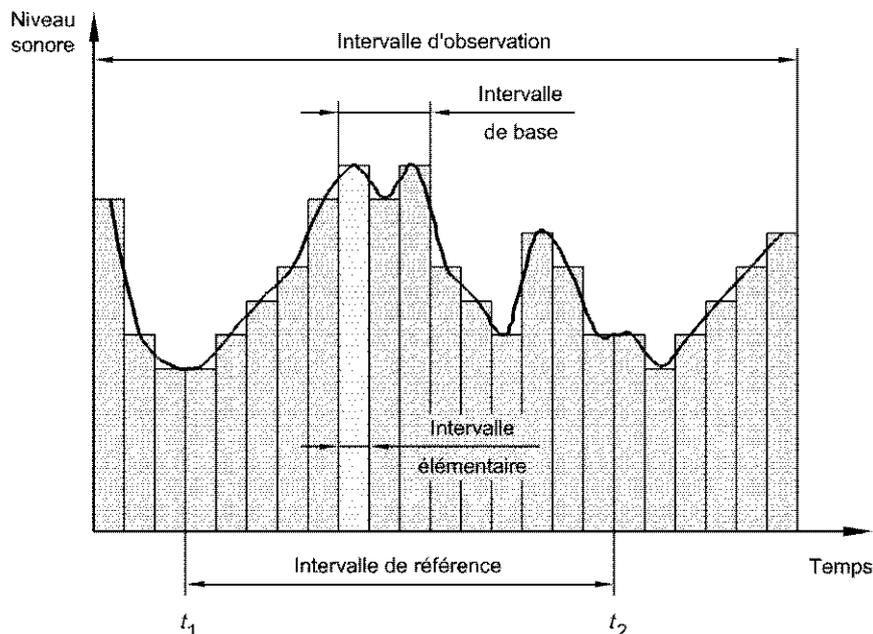


Figure 1

**3.1.12****niveau de pression acoustique représentatif du long terme,  $L_{eq,LT}$** 

niveau de pression acoustique continu équivalent considéré comme représentatif de la situation acoustique pour l'intervalle de référence considéré. Il correspond à des conditions moyennes de fonctionnement des sources et à des conditions météorologiques moyennes, représentatives d'une situation de long terme

Il peut être déterminé :

— soit à partir de mesurages sur une série d'intervalles de référence, appelée intervalle de long terme, conformément à la formule suivante :

$$L_{eq,LT} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1(L_{eq,T})_i} \right]$$

où :

$N$  est le nombre d'intervalles de référence ;

$(L_{eq,T})_i$  est le niveau acoustique continu équivalent pendant le  $i$ ème intervalle de référence.

NOTE L'écart-type calculé sur la série de valeurs  $(L_{eq,T})_i$  permet d'apprécier l'importance des fluctuations des mesures.

— soit à partir de mesurages sur un intervalle de référence en se ramenant, par le calcul, dans les conditions moyennes des principaux paramètres d'influence (par exemple, conditions météorologiques, débits de véhicules, etc.). Dans ce cas, l'intervalle de long terme est l'intervalle de temps pendant lequel ces conditions moyennes demeurent inchangées.

— soit à partir de calculs prévisionnels.

Lorsque la pondération A est utilisée, il est noté  $L_{Aeq,LT}$

**3.1.13****niveau acoustique d'évaluation,  $L_{Ar,T}$** 

niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour un intervalle de référence spécifié, ajusté en fonction du caractère tonal et/ou de la présence de bruits impulsionnels

**3.1.14****niveau acoustique d'évaluation représentatif du long terme**

niveau acoustique d'évaluation considéré comme représentatif de l'intervalle de référence retenu

Il est déterminé de façon analogue au niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique, les ajustements n'étant effectués que pour les intervalles de temps pendant lesquels le caractère tonal et/ou impulsionnel est présent.

**3.1.15****niveau composite**

niveau de pression acoustique continu équivalent pour un intervalle de référence spécifié, composé à partir des niveaux caractérisant des périodes successives de l'intervalle de référence

Chacun de ces niveaux peut supporter une pondération, éventuellement différente des autres.

$$Lr_{di} = 10 \lg \sum_i \left[ \left( \frac{di}{24} \right) \cdot 10^{\frac{(L_i + k_i)}{10}} \right] \text{dB}$$

avec

$$\sum_i di = 24$$

où :

- $d_i$  est le nombre d'heures dans la  $i^{\text{e}}$  période ;
- $L_i$  est le niveau sonore pour la  $i^{\text{e}}$  période ;
- $k_i$  est le terme correctif ajouté au niveau d'évaluation de la  $i^{\text{e}}$  période ;
- $L_i + k_i$  est le niveau d'évaluation pour la période  $i$ .

Par exemple, un niveau d'évaluation journalier jour — nuit,  $L_{\text{rdn}}$  (souvent noté  $L_{\text{dn}}$ ), est donné par :

$$L_{\text{dn}} = 10 \lg \left[ \left( \frac{d}{24} \right) \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + \left( \frac{24-d}{24} \right) \cdot 10^{\frac{(L_n + k_n)}{10}} \right] \text{dB}$$

où :

- $d$  est le nombre d'heures en journée ;
- $L_d$  est le niveau sonore pour la période de jour ;
- $L_n$  est le niveau sonore pour la période de nuit ;
- $k_n$  est le terme correctif pour la période de nuit ;
- $L_n + k_n$  est le niveau d'évaluation pour la période de nuit.

Dans le cas d'évaluations de long terme, il convient d'utiliser des moyennes de long terme qui représentent une fraction significative d'une année (par exemple, 3 mois, 6 mois, un an).

### 3.1.16

#### $L_{\text{den}}$

cas particulier de niveau composite, où les périodes retenues sont au nombre de trois :

- période de jour
- période de nuit
- période intermédiaire

$$L_{\text{den}} = 10 \lg \left[ \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n + 10}{10}}}{24} \right] \text{dB}$$

Dans l'exemple ci-dessus, la période de soirée «e» est comptée pour 4 heures.

### 3.1.17

#### émergence

modification temporelle du niveau du bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier, perceptible sans exiger d'effort d'attention particulier

Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

## 3.2

### catégories de bruits

#### 3.2.1

##### bruit ambiant

bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées

NOTE Le bruit ambiant, mesuré à un instant donné et en un emplacement donné, pour caractériser une situation acoustique dont la modification est envisagée peut être appelé le bruit initial. Il doit être associé à une référence de date et d'heure.

### 3.2.2

#### **bruit particulier**

composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête

### 3.2.3

#### **bruit résiduel**

bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s) considéré(s)

### 3.2.4

#### **Bruit stable**

Bruit dont les fluctuations de niveau sont négligeables au cours de l'intervalle de base : les fluctuations de niveaux sont contenues dans un intervalle de 2 dB pendant une durée de 1 min avec une durée d'intégration de 1 s

### 3.2.5

#### **bruit fluctuant**

bruit dont le niveau varie, dans un intervalle supérieur à 2 dB au cours de l'intervalle de mesurage

### 3.2.6

#### **bruit périodique**

bruit apparaissant et disparaissant de façon régulière, et dont le niveau maximum reste identique

### 3.2.7

#### **bruit répétitif**

bruit composé d'une succession périodique d'événements acoustiques discrets semblables

### 3.2.8

#### **bruit impulsionnel**

bruit consistant en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique ayant chacune une durée inférieure à 1 s ou de l'ordre de 1 s et séparées par des intervalles de temps de durées supérieures à 0,2 s

### 3.2.9

#### **événement acoustique**

modification du niveau ou de la tonalité d'un son ou d'un bruit, dans les limites de la détection

La succession d'une telle modification puis de la modification inverse (retour à l'état antérieur) est également appelée événement acoustique.

Un événement acoustique peut être de durée indéterminée à l'échelle de l'observation (relèvement d'un niveau, apparition d'un sifflement) ou finie (bruit de passage d'un véhicule).

### 3.2.10

#### **événement acoustique discret**

phénomène acoustique identifiable de durée courte et limitée (en général moins de quelques minutes), et pouvant se répéter plusieurs fois au cours de l'intervalle

## 3.3

### **métrologie**

#### 3.3.1

##### **étalonnage**

ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs de la grandeur indiquées par un appareil de mesure ou un système de mesure et les valeurs correspondantes de la grandeur réalisées par des étalons

#### 3.3.2

##### **calibrage**

positionnement matériel de chaque repère (éventuellement de certains repères principaux seulement) d'un instrument de mesure en fonction de la valeur lue correspondante

NOTE Ne pas confondre le calibrage, qui ne comporte qu'un seul repère, avec l'étalonnage, qui peut porter sur une gamme de valeurs, et pour lequel en outre les conditions d'ambiance sont maîtrisées.

**3.3.3 autovérification**  
procédure de contrôle mise en œuvre périodiquement ou avant chaque campagne de mesurage (si la périodicité n'a pas été respectée) par un opérateur afin de vérifier le bon fonctionnement de la chaîne de mesure

**3.3.4 traçabilité**  
aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées  
Dans le contexte du présent document, l'entité est constituée de :

- la chaîne de mesure,
- les processus de mesurage et de calcul.

## 4 Symboles

Les symboles des niveaux acoustiques sont rassemblés dans le Tableau 1 ci-après

**Tableau 1 — Symboles des principales grandeurs acoustiques utilisées dans cette norme**

Grandeurs	Symboles	Unité	Observations
Niveau de pression acoustique	$L_p$	dB	
Niveau de pression acoustique pondéré A	$L_{pA}$	dBA	
Valeur maximale du niveau de pression acoustique pondéré A, en décibels, déterminée sur la période de mesure, en utilisant la pondération temporelle F	$L_{pAFmax}$	dBA	L'intervalle de mesurage auquel se rapporte le $L_{pAFmax}$ doit être spécifié.
Niveau de pression acoustique de crête	$L_{pc}$	dB	
Niveau de pression acoustique de crête pondéré «C»	$L_{Cpc}$	dBC	
Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A	$L_{Aeq,T}$	dBA	L'intervalle de temps doit être spécifié.
Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A court	$L_{Aeq,court}$	dBA	La durée d'intégration doit être spécifiée.
Niveau acoustique fractile pondéré A	$L_{AN,t}$	dBA	La durée d'intégration doit être spécifiée.
Niveau acoustique d'exposition pondéré A	$L_{AE}$	dBA	Pour événements acoustiques discrets.
Niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique	$L_{Aeq,LT}$	dBA	L'intervalle de temps doit être spécifié.
Niveau acoustique d'évaluation pondéré A	$L_{Ar,T}$	dBA	L'intervalle de temps et les ajustements doivent être spécifiés.
Niveau acoustique d'évaluation moyenne de long terme pondérée A	$L_{Ar,LT}$	dBA	L'intervalle de temps et les ajustements doivent être spécifiés.
Émergence	e	dB, dBA	
Cadence de répétition		ips	impulsion par seconde

## 5 Méthode de description

### 5.1 Stratégie générale

Le descripteur préférentiel est le niveau équivalent rapporté à une période déterminée et pour une source déterminée.

D'autres descripteurs du bruit de l'environnement définis dans le présent document peuvent être utilisés dans un grand nombre d'applications ; les nombreuses situations possibles rendent très difficile la spécification en détail des méthodes à utiliser dans chaque cas particulier. Les méthodes à appliquer dans certains cas spécifiques seront décrites dans les normes appropriées.

#### 5.1.1 Méthode du niveau équivalent «court», $L_{eq,\tau}$

Niveau de pression acoustique continu équivalent obtenu sur un intervalle de temps «court». Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole  $\tau$ .

Le  $L_{eq}$  court est utilisé pour obtenir une représentation fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesure. 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 s.

$$L_{eq,\tau} = 10 \lg \left[ \frac{1}{\tau} \int_{\tau} \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right]$$

On peut calculer le niveau de pression acoustique continu équivalent d'un bruit particulier par la formule suivante :

$$L_{Aeq,T_{part}} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_{part}} \sum_{i=1}^{i=N} \tau \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,\tau})_i} \right]$$

où :

$T_{part}$  est la durée d'apparition totale du bruit particulier :  $T_{part} = \tau \times N$  ;

$\tau$  est la durée d'intégration choisie pour la détermination des  $L_{Aeq}$  courts ;

$N$  est le nombre total de valeurs de  $L_{eq}$  courts décrivant la contribution énergétique du bruit particulier considéré.

Lorsque la pondération  $A$  est utilisée, il est noté  $L_{Aeq,\tau}$ .

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

## 5.2 Descripteurs particuliers

### 5.2.1 Analyse spectrale

Une analyse spectrale peut être conduite en sus selon les spécifications de la norme particulière prS 31-113 <sup>1)</sup>.

---

1) En cours de préparation.

## 6 Mesurages des niveaux de pression acoustique

### 6.1 Appareillage

#### 6.1.1 Généralités

La chaîne de mesure doit être conçue pour permettre de déterminer :

- a) soit le niveau de pression acoustique continu équivalent (en conformité avec la définition donnée en 3.1.2) dans le cas général ;
- b) soit, dans le cas où la mesure porte sur de forts niveaux, la pression acoustique.

En fonction de l'objet du mesurage et du type de bruit à caractériser, les spécifications nominales de l'appareillage de mesure <sup>2)</sup> doivent être conformes aux spécifications de la norme NF EN 61672-1 pour les grandeurs mesurées et dans les conditions d'usage prévues.

La gamme d'analyse fréquentielle courante couvre l'intervalle de 50 Hz à 10 kHz. Les normes particulières peuvent prévoir une gamme différente.

Certaines de ces spécifications doivent faire l'objet de contrôles réguliers, cités au 6.1.3.

Le dispositif de mesure est complété par un calibre dont les spécifications sont conformes à celles de la norme NF EN 60942.

Certaines de ces spécifications doivent faire l'objet de contrôles réguliers, cités au 6.1.3.

L'appareillage de mesure peut notamment comprendre en fonction du type de bruit à caractériser :

- a) un sonomètre intégrateur réglé sur la pondération fréquentielle A ;
- b) un sonomètre intégrateur adapté pour les mesurages de niveau acoustique d'exposition d'événements discrets ;
- c) un sonomètre intégrateur à mémoire ;
- d) en vue de la mesure de forts niveaux de pression acoustique, une chaîne de mesure de pression, constituée d'un capteur de pression, un conditionneur, un dispositif d'enregistrement et/ou de stockage, et/ou de reproduction. Les caractéristiques de ses composants doivent être conformes aux spécifications de l'Annexe C. Les divers composants de cette chaîne doivent être clairement identifiés et répertoriés. Cette chaîne de mesure fera l'objet d'une procédure d'étalonnage appropriée à l'objet du mesurage, et dont la traçabilité sera assurée.

Les dispositifs d'enregistrement numérique constituent la méthode préférée.

Les dispositifs analogiques sont tolérés s'ils sont accompagnés des vérifications régulières pertinentes permettant d'en évaluer les performances pour l'usage attendu : un exemple de vérifications pour les systèmes analogiques est fourni par le prS 31-117 <sup>3)</sup>.

L'appareillage peut être muni d'un dispositif d'analyse fréquentielle.

Avant tout mesurage, s'assurer que la dynamique et le bruit de fond de la chaîne de mesure (ou du sonomètre) sont compatibles avec les signaux à mesurer.

Les sonomètres utilisés lors de la mesure doivent être équipés d'un indicateur de surcharge, permettant de contrôler la validité de la mesure.

Lors de l'utilisation d'un enregistreur, il est nécessaire de vérifier les contraintes de dynamique et de bruit de fond, et de s'assurer de la compatibilité des supports utilisés avec les réglages de l'appareil.

Les calibrages doivent être enregistrés sur le même support.

Il convient de s'assurer de la bonne qualité des transferts.

Dans le cas d'une surveillance de longue durée, la possibilité de contrôle par des moyens non acoustiques (par exemple par insertion de tension ou par insertion de charge) est acceptée : elle doit être complétée par des contrôles acoustiques à intervalles réguliers.

---

2) *Sauf pour les chaînes de mesure de pression.*

3) *En préparation.*

Chaque séance de mesure impliquant un déplacement de la chaîne de mesure doit être précédée d'un contrôle fonctionnel de la chaîne de mesure comportant l'assemblage (y compris les connexions de signal) et un test acoustique.

NOTE 1 Il faut tenir compte du fait que la précision des caractérisations acoustiques dans le cadre du présent document n'est pas seulement fonction de la précision de l'appareillage de mesure utilisé, mais également d'autres facteurs tels que facteurs météorologiques, conditions de fonctionnement des sources de bruit, nature des sols, etc.

### 6.1.2 Choix du type de sonomètre intégrateur suivant l'objet du mesurage

Les mesures sont effectuées de préférence avec une chaîne de mesure (par exemple, un sonomètre) de classe 1. La classe 2 est autorisée sous conditions dans certaines normes particulières.

L'utilisation d'un sonomètre intégrateur de classe 1 est d'autant plus recommandée que les niveaux relevés sont proches de valeurs spécifiées.

### 6.1.3 Contrôle de l'appareillage

L'appareillage de mesure (sonomètre ou chaîne de mesure, et calibre associé) doit faire l'objet :

— de contrôles périodiques portant sur les critères pertinents compte tenu de l'utilisation envisagée et pouvant être délégués à un organisme qualifié. À titre indicatif, la périodicité recommandée est de deux ans.

Une liste type de contrôles pertinents pour un usage général est citée en Annexe D.

— de contrôles périodiques personnels :

Le sonomètre ou la chaîne de mesure doit être auto-vérifié(e) au moins tous les six mois ou après chaque modification ou après une surcharge importante : le guide technique S 31-117<sup>4)</sup> expose une méthode compatible avec cette exigence. À défaut, il est possible d'employer une méthode équivalente et documentée faisant l'objet d'une procédure d'assurance qualité. Le descriptif de cette méthode doit être disponible et pouvoir être joint au rapport de mesurage.

— de contrôles sur site lors de chaque opération :

L'utilisateur doit faire au moins avant et après chaque série de mesurages, un calibrage de l'appareillage à l'aide d'un calibre d'une classe au moins équivalente à celle de la chaîne de mesure, à au moins une fréquence comprise entre 250 Hz et 1 000 Hz. Si les valeurs lues lors des calibrages s'écartent de plus de 0,5 dB, les mesurages doivent être recommencés.

## 6.2 Précautions de mesurage

### 6.2.1 Précautions générales

En présence d'une possibilité de perturbation du mesurage, les mesurages sont organisés de façon à minimiser les effets des intempéries.

En fonction des objectifs recherchés et du domaine d'application, les protocoles de mesurage doivent préciser :

- les conditions minimales de mesurage ou de prévision permettant la comparaison des résultats et leur utilisation au regard des objectifs de la norme ;
- les méthodes permettant de rapporter des mesures ou des prévisions à des conditions standards, aux fins de comparaison ;
- éventuellement une description des précautions ou spécifications minimales des dispositifs de mesurage.

---

4) En préparation.

### 6.2.2 Conditions conventionnelles

Les mesures ne sont pas effectuées si l'une au moins des conditions suivantes est présente :

- présence de pluie marquée ;
- vitesse de vent au voisinage du microphone supérieure à 5 m/s en vitesse moyenne de court terme, tel que 30 s. Selon les normes, cette vitesse sera mesurée (plutôt pour disposer des conditions pendant une longue durée plus que pour approcher une inutile précision) ou évaluée par des effets décrits et recensés dans une liste précisément renseignée ;
- conditions de température ou d'humidité incompatibles avec les recommandations du constructeur de la chaîne sonométrique (en général : température inférieure à  $-10\text{ °C}$  ou supérieure à  $+50\text{ °C}$  et plus de 90 % d'humidité).

Dans ces dernières conditions, aucune évaluation spécifique des effets des conditions météorologiques n'est requise.

Les conditions où les mesures peuvent être effectuées (c'est-à-dire lorsque aucune des conditions citées ci-dessus n'est réalisée) sont appelées «conditions conventionnelles».

### 6.2.3 Conditions spécifiques

Si néanmoins des mesures ont lieu pendant ces conditions, ces conditions sont appelées «conditions spécifiques». Dans ce cas, il est impératif (dans le cadre de la présente norme) de prendre toutes les précautions appropriées, de décrire précisément les conditions et de vérifier leur incidence sur la mesure, par exemple dans le cas d'un vent fort, et en particulier lorsqu'on se propose de procéder à des mesures en présence de vent caractérisé par une vitesse au point de mesure comprise entre 5 m/s et 10 m/s.

NOTE Le bruit du vent sur les obstacles proches fait partie de l'objet de la mesure. Le bruit du vent sur le microphone ne fait pas partie de l'objet de la mesure.

Deux situations sont à considérer :

- a) Dans le cas où on peut arrêter la source (par exemples : musique, éoliennes, etc.), il est possible de procéder à une mesure d'émergence sans correction de bruit aéroulque, en faisant l'hypothèse que le vent et le bruit sont restés inchangés.

Dans ce cas, cette hypothèse doit être vérifiée et la vitesse du vent à proximité du microphone doit être mesurée.

- b) Cas où la source ne peut être arrêtée (bruit éolien sur les lignes, ou sur d'autres obstacles)

Dans le but d'éviter la perturbation de la mesure par les effets du vent sur le microphone, il est possible d'utiliser un dispositif protecteur spécifique (ogive, double boule, filtre BF et c, etc.). Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier la modification apportée au spectre et de tenir disponible dans le dossier le protocole de vérification ainsi que les résultats expérimentaux.

Un dispositif de correction peut agir selon trois méthodes :

- filtrage électrique du signal (par exemple, filtre «C») ;
- enveloppe autour du microphone, affaiblissant le signal dans certaines portions du spectre (par exemple, boule) ;
- ogives, pouvant produire un bruit aéroulque qui s'ajoute au signal si l'écoulement n'est pas continu.

Ces modifications doivent être connues (données constructeur ou mesures). Le rapport «signal/bruit» doit être connu en global et dans la bande de fréquence utile.

## 6.3 Emplacements de mesurage

### 6.3.1 Généralités

Le choix des emplacements de mesurage à retenir dépend de l'objet du mesurage, spécifié dans les normes particulières applicables.

Les mesurages pour la vérification de la conformité aux limites de bruit doivent être effectués aux emplacements et aux hauteurs indiquées pour la limitation du bruit. Des emplacements supplémentaires (dits : «emplacements spécifiques») peuvent être choisis quand les emplacements conventionnels se révèlent insuffisants pour une évaluation correcte du bruit reçu de la source considérée.

Les emplacements spécifiques doivent être choisis de façon à ce que les niveaux de bruit soient reliés à ceux des emplacements conventionnels.

L'emplacement et l'orientation du microphone doivent être documentés.

La méthode d'analyse permettant de justifier la qualité de la mesure doit être précisée, soit par la description de la situation lorsque les points de mesure sont surveillés, soit par la mise en œuvre de méthodes de contrôle lorsque les points ne sont pas surveillés.

### 6.3.2 Mesurages à l'intérieur des immeubles

Quand il est nécessaire d'effectuer des mesurages à l'intérieur des immeubles, ces mesurages doivent être effectués, si les conditions de mesurage le permettent, au centre des pièces où l'on désire connaître la situation sonore, à une hauteur de 1,50 m. Si nécessaire, des points additionnels de mesurage peuvent être retenus, de préférence à au moins 1 m des parois ou des autres grandes surfaces réfléchissantes, entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du plancher.

Dans le cas de volumes supérieurs à 150 m<sup>3</sup>, ces emplacements additionnels sont nécessaires. Les positions de microphones doivent alors être consignées dans le rapport d'essai.

Les mesurages sont effectués soit avec les fenêtres fermées, soit avec les fenêtres ouvertes selon l'objet du mesurage.

### 6.3.3 Mesurages à l'extérieur

#### 6.3.3.1 Position du microphone

Le microphone doit être fixé à la hauteur (réelle ou présumée) du récepteur choisi .

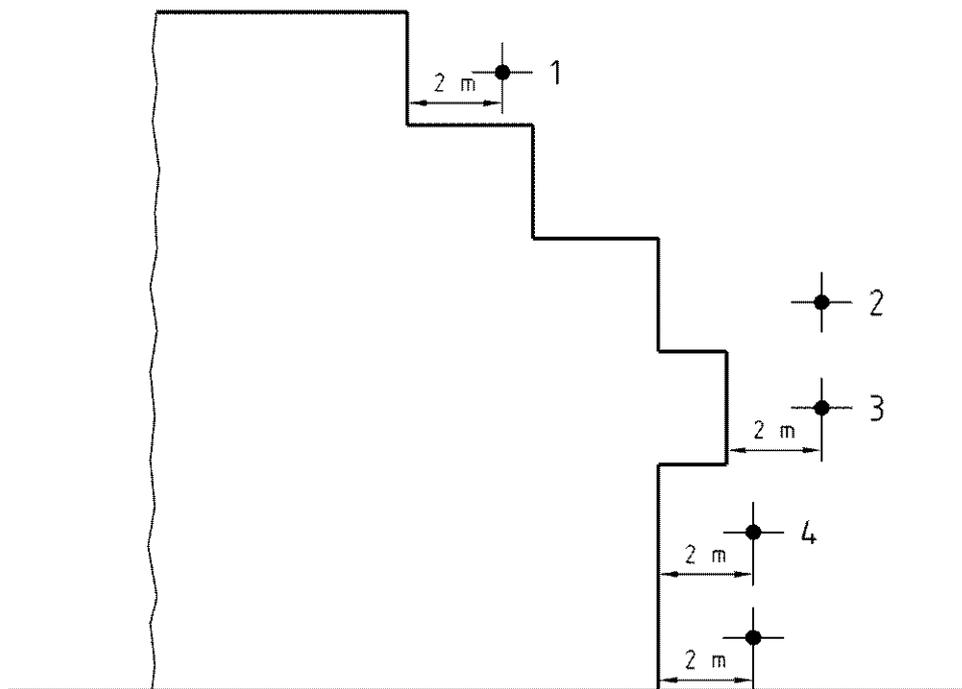
Les positions de microphone doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Sauf spécification contraire, les emplacements de mesurage doivent être situés à 2 m au moins des surfaces réfléchissantes.

#### 6.3.3.2 Mesurages à proximité d'immeubles considérés comme récepteurs

Dans le cas de mesurages à l'extérieur près de bâtiments, on doit effectuer les mesurages aux emplacements où on désire évaluer le bruit auquel un bâtiment est exposé.

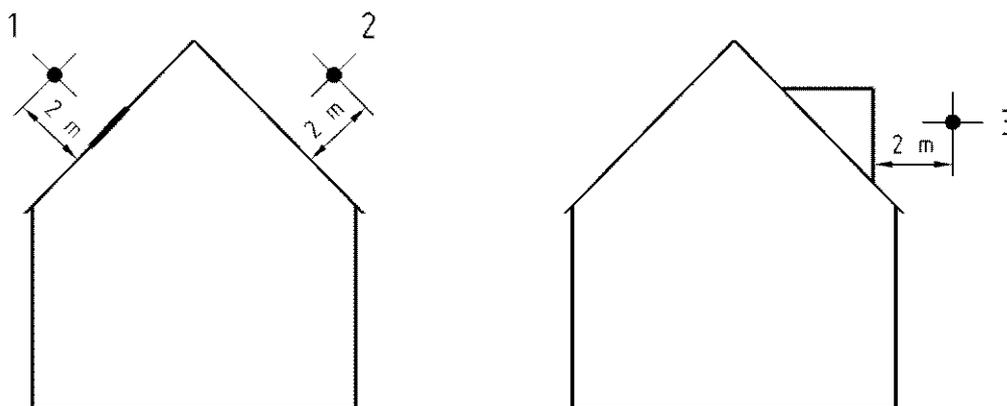
Si l'emplacement de mesurage se trouve en face d'une fenêtre, celle-ci doit être fermée pendant les mesurages. L'entrebâillement de la fenêtre pour un passage de câble est toléré.



### Légende

- 1 Terrasse en retrait
- 2 Balcon
- 3 Loggia
- 4 Fenêtre en façade

### a) Positionnement en façade



### Légende

- 1 Fenêtre en toiture
- 2 Toiture sans fenêtre
- 3 Lucarne ou chien-assis

### b) Positionnement en toiture

Figure 2 — Exemples de positionnement du microphone à l'extérieur

### **6.3.4 Localisation et nombre des emplacements de mesurage à l'extérieur**

Les emplacements de mesurage doivent être indiqués sur un plan ou sur un croquis coté.

La localisation et le nombre des emplacements de mesurage dépendent de la résolution spatiale requise pour l'environnement considéré.

Le nombre d'emplacements de mesurage peut être réduit quand on peut calculer les niveaux de pression acoustique en divers emplacements.

On peut suivre trois approches pour le choix des emplacements de mesurage :

#### **6.3.4.1 Maillage d'une zone**

La densité de maillage d'une zone dépend de la résolution spatiale requise pour l'étude considérée et de la variabilité spatiale des niveaux de pression acoustique. Cette variabilité est plus forte au voisinage des sources et des obstacles importants. La densité du maillage devrait par conséquent être plus élevée dans ces régions. En général, il ne devrait pas y avoir des différences supérieures à 5 dB entre points adjacents du maillage. En présence de différences plus importantes, il faudrait utiliser des points supplémentaires.

#### **6.3.4.2 Emplacements représentatifs d'une zone**

Quand les variations spatiales des niveaux de pression acoustique sont faibles ou quand on ne considère qu'une petite surface, on peut choisir l'emplacement de façon que le mesurage soit représentatif de toute la zone. Un contrôle préliminaire peut être utile pour identifier ces emplacements.

#### **6.3.4.3 Emplacements utilisés pour évaluer les contributions d'une ou de plusieurs sources**

Quand on veut évaluer les contributions d'une ou de plusieurs sources de bruit, individuellement ou par famille, les emplacements de mesurage peuvent être choisis au voisinage de chaque source afin de réduire l'influence des autres.

Le niveau de pression acoustique aux autres emplacements peut être estimé par un calcul qui tient compte de l'atténuation due à la dissipation spatiale de l'énergie acoustique, à l'absorption atmosphérique, aux effets de sol, aux effets d'écrans, etc.

## **6.4 Éléments de choix des intervalles de temps pour les mesurages**

### **6.4.1 Intervalle de référence**

Afin de choisir les intervalles de référence et de mesurage appropriés, il peut être nécessaire d'observer la situation acoustique sur des durées relativement longues pendant lesquelles on peut effectuer des mesurages de contrôle pour évaluer la répétabilité des mesures.

On peut choisir, par exemple un intervalle de référence de 24 h ou des intervalles de référence pour les périodes de jour, de nuit, de soirée, de fin de semaine ou de jour férié.

### **6.4.2 Intervalle de long terme**

Le choix de l'intervalle de référence de long terme (qui sera appelé intervalle de long terme) est lié aux objectifs du contrôle du bruit, à la nature et à l'activité du récepteur, au fonctionnement des sources et aux variations des conditions de propagation.

L'intervalle de long terme doit être choisi de façon à recouvrir les variations à long terme de l'émission de bruit et des conditions de propagation. Son ordre de grandeur sera fréquemment de quelques mois. Si la situation est limitée à une partie de l'année bien définie, par exemple période d'été avec activités particulières, l'intervalle de long terme peut être réduit à cette partie de l'année.

Aux fins d'instruction de plaintes spécifiques concernant une source de bruit particulière, l'intervalle de long terme doit être restreint à un intervalle de temps dont la durée est liée à la période d'apparition du motif de la plainte.

### 6.4.3 Intervalle d'observation

Les mesurages peuvent être effectués de façon continue ou par intermittence pendant un intervalle d'observation, de durée telle, que les résultats puissent être considérés comme représentatifs de la situation acoustique considérée.

### 6.4.4 Intervalle de mesurage

On doit choisir les intervalles de mesurage de façon à recouvrir toute variation significative de l'émission et de la transmission du bruit. En outre, le choix de l'intervalle de mesurage doit être relié à la précision requise pour le niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique (ou pour le niveau acoustique d'évaluation moyenne de long terme).

#### 6.4.4.1 Choix en fonction de facteurs acoustiques

Si le bruit paraît, à l'évidence, périodique, les intervalles de mesurage doivent recouvrir un nombre entier de périodes. Si on ne peut effectuer un mesurage continu pendant cette période, on doit choisir les intervalles de mesurage de façon à ce que chacun représente une partie du cycle et que leur ensemble représente le cycle total.

Si le niveau de pression acoustique varie par paliers, on doit choisir les intervalles de mesurage de façon à ce que chacun représente une durée pendant laquelle le bruit peut être considéré comme approximativement stable.

Si le bruit varie de façon aléatoire, on doit choisir les intervalles de mesurage de façon à obtenir suffisamment d'échantillons indépendants donnant une estimation significative du niveau de la moyenne de long terme de la pression acoustique.

#### 6.4.4.2 Choix en fonction des conditions météorologiques

Les mesures de bruit sont influencées par les conditions météorologiques particulièrement lorsque la distance de propagation est grande.

On peut :

- soit effectuer les mesurages dans des conditions météorologiques variables pendant le mesurage. Ces conditions pourront être échantillonnées selon différents types de conditions de propagation, correspondant chacun à des conditions stables de propagation du son et permettant éventuellement par leur variété la description de la situation de long terme ;
- soit effectuer la totalité des mesures dans des conditions météorologiques d'un seul type. Les résultats obtenus ne pourront alors donner lieu qu'à des comparaisons avec des mesures effectuées dans les mêmes conditions.

## 6.5 Détermination du niveau acoustique d'évaluation

### 6.5.1 Principe des ajustements

Les mesurages mentionnés dans le présent document sont destinés à donner une représentation physique objective du bruit reçu dans l'environnement. Pour évaluer les réactions de l'homme au bruit, il est quelquefois nécessaire d'introduire des ajustements aux valeurs mesurées pour aboutir à des données plus significatives pour cette évaluation.

Lorsqu'on applique de tels ajustements à la valeur du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, on obtient le niveau acoustique d'évaluation,  $L_{A,T}$ .

Le niveau acoustique d'évaluation doit être déterminé sur des intervalles de référence appropriés aux caractéristiques de la (des) source(s) et du (des) récepteur(s) et suffisamment longs pour recouvrir, le cas échéant, au moins un cycle typique de variation.

Le niveau acoustique d'évaluation est déterminé dans chaque intervalle de référence par la formule :

$$L_{Ar,T} = \sum_{i=1}^N \left[ \left( L_{Aeq,T} \right)_i + K_{1i} + K_{2i} \right]$$

où :

$\left( L_{Aeq,T} \right)_i$  est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, mesuré pendant le  $i^{\text{e}}$  intervalle de référence ;

$K_{1i}$  est un ajustement tonal applicable au  $i^{\text{e}}$  intervalle de référence ;

$K_{2i}$  est un ajustement d'impulsivité applicable au  $i^{\text{e}}$  intervalle de référence.

Si les caractéristiques tonales ou impulsives n'existent que pendant une partie de l'intervalle de référence, les valeurs de  $K_1$  et  $K_2$  peuvent être ajustées pour la durée.

### 6.5.2 Ajustement tonal, $K_1$

Si, pendant un intervalle de temps spécifié, un bruit présente des composantes tonales marquées, on peut appliquer un ajustement, pendant cet intervalle de temps, au niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A mesuré. La valeur de cet ajustement doit être indiquée.

La détection de ces émergences tonales est faite selon les indications du projet de norme spécialisée S 31-113 <sup>5)</sup>.

La définition précise de l'ajustement relève de normes particulières.

### 6.5.3 Ajustement d'impulsivité, $K_2$

Si, dans un intervalle de temps spécifié, l'impulsivité est une caractéristique essentielle du bruit, on peut appliquer un ajustement, pendant cet intervalle de temps, au niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A mesuré. Sa valeur doit être indiquée.

La définition précise de l'ajustement relève de normes particulières.

## 7 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent influencer sur le résultat de deux manières :

- par perturbation du mesurage en agissant, localement, sur le microphone ;
- par modification des conditions de propagation sonore entre la source et le récepteur pouvant conduire à une mauvaise interprétation des mesures en particulier lorsque les conditions de reproductibilité sont indispensables. On peut citer en exemple la comparaison des mesures par rapport à une valeur limite ou la comparaison de mesures successives entre elles (vérification de l'efficacité d'un moyen de protection ; mesures avant/après).

Il convient généralement de considérer deux zones d'éloignement :

- la distance source-récepteur est inférieure à 100 m ;
- la distance source-récepteur est supérieure à 100 m.

Cette limite peut être réduite par des normes particulières, pour lesquelles l'influence des conditions météorologiques sont appréciées différemment.

---

5) En préparation.

Ainsi, selon la nature des mesurages et les besoins d'analyse détaillée des niveaux sonores relevés (mesure de constat/estimation d'un niveau sonore long terme trafic et/ou long terme météorologique), le relevé des conditions météorologiques peut être réalisé sous deux formes :

- l'une qualitative, qui permet de caractériser globalement les conditions météorologiques sur l'ensemble du site de mesurage, grâce à un recueil des données à large représentativité spatiale mais comportant une part d'interprétation de l'observateur ;
- une autre quantitative, qui permet de caractériser localement les conditions météorologiques en un point du site de mesurage, grâce à un recueil de données enregistrées assurant la traçabilité de la mesure mais ayant une représentativité localisée.

Les deux méthodes peuvent être utilisées en complément l'une de l'autre.

## **7.1 Description de l'influence des conditions météorologiques sur le mesurage**

### **7.1.1 Actions localisées des conditions météorologiques**

L'influence des conditions météorologiques sur le microphone ou sur l'appareillage de mesure se traduit par :

- la création d'un bruit de fond aléatoire au niveau du microphone, non corrélé au signal sonore, objet des mesurages, diminuant le rapport «signal/bruit» (influence du vent) ;
- amorçage au niveau de la membrane du microphone créant un court-circuit sur le capteur et une interruption temporaire des signaux électriques (influence de la pluie et/ou de l'humidité) ;
- la modification du spectre sonore au point de réception, objet des mesurages, par une modification spectrale, à la source, des bruits de roulement (influence de la pluie et/ou de l'humidité) ;
- la mise hors service des systèmes électroniques par dérive des composants ou par chute de la force électromotrice des batteries d'alimentation (influence de la température en particulier du froid).

### **7.1.2 Actions des conditions météorologiques sur la propagation sonore**

L'influence des conditions météorologiques sur la propagation du bruit se traduit par la modification de la courbure des rayons sonores entre la source et le récepteur résultant de l'interaction du gradient de température, du gradient de vitesse, de la direction du vent et de l'effet de sol. Détectable dès que la distance source — récepteur atteint une quarantaine de mètres, cet effet devient significatif au-delà de 100 m et est d'autant plus important que l'on s'éloigne de la source.

Afin d'évaluer les effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore pendant la durée de mesurage, les conditions de propagation sonore doivent être classées en trois catégories :

- conditions défavorables pour la propagation sonore ;
- conditions homogènes pour la propagation sonore ;
- conditions favorables pour la propagation sonore.

Pour garantir une reproductibilité de mesure maximale, il faut essayer de réaliser la totalité des mesures acoustiques dans des conditions micro-météorologiques favorables à la propagation sonore. C'est en effet pour ces familles de conditions météorologiques que l'écart-type de mesures acoustiques successives est le plus faible, bien qu'au sein d'une même classe de conditions de propagation sonore, les niveaux acoustiques mesurés peuvent fluctuer.

Inversement, on peut trouver des cas où l'on ne recherche pas une précision aussi importante ; par exemple dans le cas d'une première approche ou dans des zones où l'on est certain d'être loin des niveaux sonores limites. Dans ces conditions, on accepte plus facilement une imprécision dans l'estimation des conditions météorologiques ou réserve de ne pas confondre les deux grandes familles de propagation «conditions défavorables» et «conditions favorables». Si les conditions météorologiques sont telles qu'elles risquent de mener à ce type d'indétermination, il est souhaitable de reporter la campagne d'acquisition. On peut, ainsi, alléger, plus ou moins, en fonction des circonstances locales, la méthodologie de prise en compte des informations météorologiques. Au minimum, on doit connaître la direction du vent et la vitesse de celui-ci ainsi que le rayonnement.

Enfin, pour des mesurages réalisés en-deçà de 100 m, ces conditions étant spécifiées clairement dans les normes particulières, la prise en compte des conditions météorologiques n'est pas nécessaire et on peut donc simplifier la procédure de mesure.

## 7.2 Choix d'une méthode d'acquisition des conditions météorologiques

Les dispositions proposées dans ce paragraphe visent à résoudre au mieux les compromis «simplicité de mesurage/représentativité des effets» des conditions météorologiques.

### 7.2.1 Appréciation qualitative des conditions météorologiques

L'objet de cette partie est de proposer une méthode simple d'appréciation des conditions de propagation sonore en fonction des conditions météorologiques interprétées à l'aide d'une grille d'analyse (Tableau 4).

Les données d'entrée de la grille d'analyse sont volontairement décrites de façon peu précise afin de rester en cohérence :

- avec l'aspect qualitatif des données de sortie ;
- avec le caractère statistique des résultats d'observation.

À partir des Tableaux 2 et 3 qui synthétisent les conditions aérodynamiques et thermiques observées sur le site, on détermine les coordonnées ( $U_i, T_i$ ) de la grille d'analyse (Tableau 4). On en déduit les conditions de propagation désignées par les sigles --, -, Z, + et ++.

**Tableau 2 — Définitions des conditions aérodynamiques**

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible	U3	U3	U3	U3	U3

À titre indicatif, l'Annexe B fournit des conseils pour l'appréciation qualitative des conditions météorologiques (définition des catégories de vent, de sol, de rayonnement, de couverture nuageuse, etc.).

**Tableau 3 — Définitions des conditions thermiques**

Période	Rayonnement/ couverture nuageuse	Humidité	Vent	Ti
Jour	Fort	Sol sec	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen ou fort	T2
	Moyen à faible	Sol sec	Faible ou moyen ou fort	T2
			Sol humide	Faible ou moyen
		Fort		T3
Période de lever ou de coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel nuageux		Faible ou moyen ou fort	T4
	Ciel dégagé		Moyen ou fort	T4
			Faible	T5

Les indications «jour» et «nuit» ont ici le sens courant et ne renvoient pas à une période réglementaire.

**Tableau 4 — Grille (U<sub>i</sub>,T<sub>i</sub>)**

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	++	++
T5		+	+	++	

-- Conditions défavorables pour la propagation sonore

- Conditions défavorables pour la propagation sonore

Z Conditions homogènes pour la propagation sonore

+ Conditions favorables pour la propagation sonore

++ Conditions favorables pour la propagation sonore

Les catégories de vent «U» et de température «T» sont définies ci-après :

— U1 : vent fort (3 à 5 m/s) contraire au sens de la source-récepteur

— U2 : vent moyen contraire ou vent fort, peu contraire ou vent moyen peu contraire

— U3 : vent faible ou vent quelconque soufflant de travers

— U4 : vent moyen portant ou vent fort peu portant (45°) ou vent moyen peu portant

— U5 : vent fort portant.

— T1 : jour ET rayonnement fort ET surface du sol sèche ET (vent moyen ou faible) ;

— T2 : jour ET [rayonnement moyen à faible OU surface du sol humide OU vent fort] (Si toutes les conditions reliées par des OU sont remplies, on se retrouve dans T3) ;

— T3 : période de lever du soleil OU période de coucher du soleil OU [jour et rayonnement moyen à faible ET surface du sol humide ET vent fort] ;

— T4 : nuit ET (nuageux OU vent fort, moyen) ;

— T5 : nuit ET ciel dégagé ET vent faible

Les couples (T2, U5), (T3, U4 ou U5), (T4, U3 ou U4 ou U5), (T5, U2 ou U3 ou U4), sont ceux qui offrent la meilleure reproductibilité.

Les informations nécessaires à l'utilisation de la grille U<sub>i</sub>T<sub>i</sub> nécessite un recueil de données sur le site. Cela implique en général la présence d'un observateur sur place et l'utilisation éventuelle d'appareils de mesures légers. Le cas échéant, l'observateur peut s'aider avec des données issues d'une station météorologique permanente proche du site de mesure. Lorsque c'est possible, l'observation locale des conditions météorologiques pour apprécier les conditions de propagation doit être privilégiée.

Il est ainsi possible d'estimer les paramètres suivants :

— la direction du vent ;

— la vitesse du vent ;

— le rayonnement ;

— la couverture nuageuse ;

— l'humidité du sol (pluviométrie) ;

— les heures de lever et de coucher de soleil.

Les définitions et des conseils pour l'observation locale des conditions météorologiques sont données en Annexe B. Pour permettre une analyse des conditions de propagation sonore sur un intervalle de référence, cette observation doit être réalisée pendant toute la durée de l'intervalle de référence considéré.

Lorsque la présence d'un observateur n'est pas possible sur place pendant toute la durée du mesurage, par exemple pour les périodes nocturnes, les observations locales peuvent alors être couplées avec les données fournies par une station météorologique fixe proche du site de mesure.

Ces données issues de la station météorologique la plus proche pourront être utilisées sous réserve des conditions suivantes :

- la station météorologique est proche du site de mesure :
- le site de la station météorologique et celui de la zone à étudier sont comparables du point de vue topographique, de l'occupation et de la nature du sol :
- le site est relativement plat et horizontal, dégagé avec peu d'obstacles hauts (excepté la façade objet de la mesure et les abords immédiats des sources) :
- le site est dépourvu de grandes masses d'eau (lacs, rivières larges).

Sur l'ensemble du territoire français, les stations météorologiques de Météo France ainsi que d'autres réseaux permettent de recueillir des informations qui donnent une estimation des conditions météorologiques en un site donné. Les valeurs ainsi recueillies doivent être ensuite exprimées en fonction des paramètres de la grille UITI. Des éléments d'exploitation de ces informations sont fournis en Annexe B.

### 7.2.2 Appréciation quantitative des conditions météorologiques

L'objet de ce paragraphe est de proposer une méthode de détermination quantitative des conditions de propagation sonore en fonction d'une appréciation quantitative des conditions météorologiques locales.

Cette méthode nécessite l'utilisation de matériel sophistiqué et doit être envisagée sous réserve que la configuration du site s'y prête. En effet, sa pertinence est liée à la possibilité d'implantation d'un mât équipé de capteurs permettant un mesurage local des facteurs météorologiques, en un emplacement représentatif du site considéré. À titre informatif, l'Annexe B fournit des conseils pour l'implantation d'un mât sur certains types de topographie.

Les données recueillies sont interprétées selon les valeurs du gradient vertical de vitesse du son, pour une direction de propagation du son et pour chaque intervalle de base.

La valeur du gradient vertical de vitesse du son est calculée à partir des valeurs moyennées de la direction du vent, du gradient vertical de vitesse de vent, du gradient vertical de température et de la température locale de l'air selon la Formule (1). Ce calcul est effectué pour une direction de propagation du son, un intervalle de base et à une hauteur donnée.

$$G_{\text{son}}(z) = \frac{k}{\sqrt{T(z)}} \times G_T(z) + G_W(z) \times \cos\beta \quad \dots (1)$$

où :

$$k = 10,0407 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1/2}$$

$G_{\text{son}}(z)$  est le gradient local vertical de vitesse du son (en  $\text{s}^{-1}$ ) selon la direction du vent par rapport à la direction de propagation du son considéré, à une hauteur  $z$  donnée ;

$T(z)$  est la température locale de l'air (en degrés K), à la hauteur  $z$  ;

$G_T(z)$  est le gradient local vertical de température (en  $\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$ ), à la hauteur  $z$  ;

$G_W(z)$  est le gradient local vertical de vitesse de vent (en  $\text{s}^{-1}$ ), à la hauteur  $z$  ;

$\cos\beta$  est le terme correspondant à la projection du gradient local vertical de vitesse de vent sur la direction de propagation considérée du son  $\beta$ .

En première approximation, on peut considérer que la vitesse du vent et la température varient en fonction du logarithme népérien de la hauteur par rapport au sol (Formules 2 et 3) :

$$V_{\text{vent}}(z) = a_w \times \ln(z) + b_w \quad \dots (2)$$

et

$$T(z) = a_t \times \ln(z) + b_t \quad \dots (3)$$

où :

$a_w$  et  $a_t$  (les pentes) sont calculées par régressions log-linéaires en fonction de  $z$ , appliquée aux valeurs de  $V_{\text{vent}}(z)$  et  $T(z)$  mesurées par des capteurs du même mât.

Les gradients locaux verticaux de vitesse de vent et de température à la hauteur  $z$  sont alors estimés respectivement par les Formules (4) et (5) :

$$G_W(z) = \frac{a_w}{z} \quad \dots (4)$$

et

$$G_T(z) = \frac{a_t}{z} \quad \dots (5)$$

où :

$a_w$  et  $a_t$  sont les pentes respectives des régressions log-linéaires précédentes.

Les limites des trois types de conditions de propagation, exprimées en termes de gradient local vertical de vitesse du son, sont les suivantes :

- zone en conditions défavorables pour la propagation sonore :  $G_{\text{son}} < A$  (zone -- et - de la grille qualitative) ;
- zone en conditions homogènes pour la propagation sonore :  $A \leq G_{\text{son}} \leq B$  (zone Z de la grille qualitative) ;
- zone en conditions favorables pour la propagation sonore :  $G_{\text{son}} > B$  (zone + et ++ de la grille qualitative).

Les valeurs indicatives de A et B, actuellement retenues (de façon empirique), sont décrites dans le Tableau 5.

**Tableau 5 — Valeur de A et B en fonction de la hauteur**

Hauteur d'estimation du gradient (m)	A (s <sup>-1</sup> )	B (s <sup>-1</sup> )
3	- 0,015	+ 0,015
6	- 0,01	+ 0,01
10	- 0,007	+ 0,007

Le gradient local vertical de vitesse du son est évalué à la hauteur moyenne source-récepteur la plus proche des hauteurs proposées dans le Tableau 5.

Le gradient local vertical de vitesse du son est évalué à la hauteur moyenne source-récepteur la plus proche des hauteurs proposées dans le Tableau 5.

Les données nécessaires au calcul du gradient vertical de vitesse du son sont obtenues, par des mesures sur site des conditions météorologiques locales, à l'aide d'un mât équipé de capteurs permettant un mesurage local à diverses hauteurs des valeurs de :

- température de l'air ;
- vitesse du vent ;
- direction du vent.

Il est recommandé de placer un mât par zone de propagation homogène en termes d'obstacles, de relief, de nature de sol et de conditions météorologiques locales. Les capteurs sont installés sur au moins deux hauteurs.

Les hauteurs souhaitables des capteurs doivent vérifier les critères suivants :

- dans tous les cas, la hauteur des capteurs les plus bas ne doit pas être inférieure à deux fois la hauteur de la végétation au droit du point de mesure ou inférieure à 1 m ;
- dans tous les cas où le montage est effectué pour deux hauteurs seulement :
  - au-dessus d'un sol nu ou couvert d'une végétation de hauteur inférieure à 50 cm, les hauteurs privilégiées des deux séries de capteurs sont 1 m et 3 m ;
  - dans les cas où la hauteur de végétation est supérieure à 50 cm, les hauteurs privilégiées de deux séries de capteurs sont égales à deux fois la hauteur de la végétation et quatre fois la hauteur de la végétation.

Les capteurs comprennent à chaque hauteur au moins un anémomètre et une sonde de température. A la plus grande hauteur, une girouette doit être installée pour mesurer la direction du vent. La durée des intervalles élémentaires des mesures doit permettre l'obtention de valeurs moyennes sur les intervalles de base. L'implantation du mât doit être telle que les mesures réalisées correspondent aux conditions les plus représentatives de la propagation du bruit entre l'émetteur et le récepteur.

Des conseils d'implantation du mât sont présentés en Annexe B.

### 7.3 Généralisation à des conditions météorologiques non stables

#### 7.3.1 Taux d'occurrence obtenu à partir des données qualitatives des conditions météorologiques

La caractérisation dans une classe  $U_iT_i$  est valable pour des conditions météorologiques stables qui peuvent être observées pendant des durées variant de 10 min à 2 h (la base de 1h est à conseiller). Pour des périodes d'observation plus longue, il faut estimer les taux d'occurrence dans les classes  $U_iT_i$ .

Pour cela :

- déterminer le pourcentage d'occurrence dans une classe  $U_iT_i$  donnée ;
- sommer les pourcentages d'occurrence dans les classes  $U_iT_i$  correspondants aux mêmes effets météorologiques.

On obtient ainsi un histogramme de répartition des occurrences des différents effets météorologiques comme précisé dans le Tableau 6.

**Tableau 6 — Répartition des occurrences des effets météorologiques**

Effet météorologique	Classes météorologiques $U_iT_i$	Pourcentage d'occurrence
--	U2T1 et U1T2	$\frac{t_1}{T_{ref}}$
-	U1T3, U1T4, U2T2, U2T3, U3T1, U3T2 et U4T1	$\frac{t_2}{T_{ref}}$
Z	U2T4, U3T3 et U4T2	$\frac{t_3}{T_{ref}}$
+	U2T5, U3T4, U3T5, U4T3, U5T2 et U5T3	$\frac{t_4}{T_{ref}}$
++	U4T4, U4T5 et U5T4	$\frac{t_5}{T_{ref}}$
$t_1 =$ durée cumulée d'apparition d'un effet météorologique donné. $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = T_{ref}$		

Les mesures réalisées pour les classes - et -- sera d'autant plus pertinent que les classes + et ++ seront d'une occurrence plus élevée.

### 7.3.2 Taux d'occurrence obtenu à partir des données quantitatives des conditions météorologiques

Sur un intervalle de référence considéré, pour une ou chaque direction de propagation du son  $\varphi$  et pour chaque intervalle de base validé le composant, on détermine les conditions de propagation sonore suivant la méthode définie en 7.2.2.

On note alors  $n_{\varphi,f}$ ,  $n_{\varphi,h}$  et  $n_{\varphi,d}$  les grandeurs correspondantes aux nombres d'intervalle de base disjoints inclus dans l'intervalle de référence considéré, pour lesquels les conditions sont respectivement favorables, homogènes et défavorables pour la propagation du son.

Pour une ou chaque direction de propagation du son donnée, les taux d'occurrence de chaque condition de propagation sont :

— taux d'occurrence de conditions défavorables pour la propagation sonore :

$$p_{\varphi,d,mes} = \frac{n_{\varphi,d}}{n_{base}}$$

— taux d'occurrence de conditions homogènes de propagation sonore :

$$p_{\varphi,h,mes} = \frac{n_{\varphi,h}}{n_{base}}$$

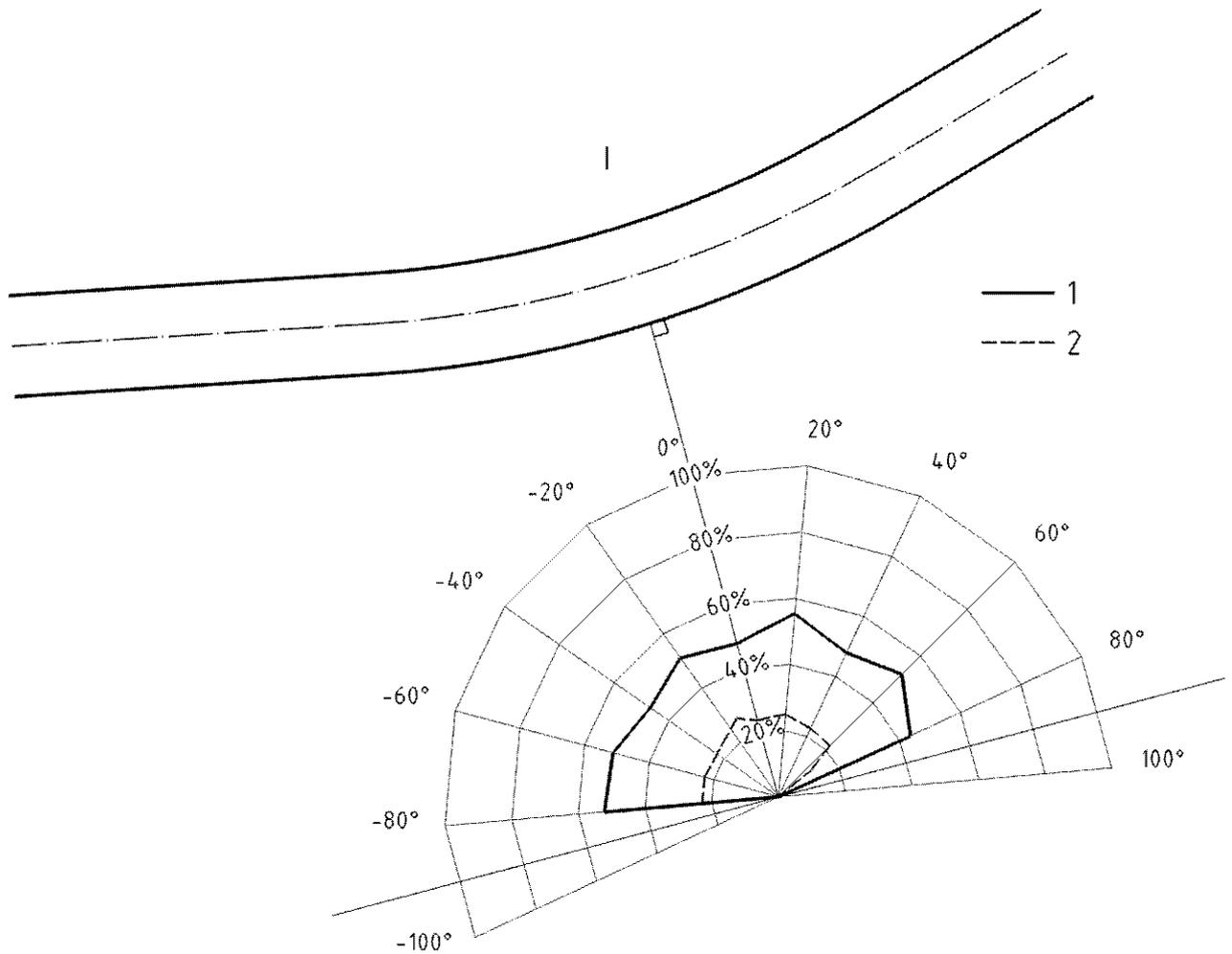
— taux d'occurrence de conditions favorables pour la propagation sonore :

$$p_{\varphi,f,mes} = \frac{n_{\varphi,f}}{n_{base}}$$

où :

$n_{base}$  est le nombre d'intervalles de base validés contenus dans l'intervalle de référence retenu.

La Figure 3 représente, dans le cas d'une infrastructure de transport routière, la répartition angulaire des taux d'occurrence de conditions favorables et défavorables pour la propagation sonore.



#### Légende

- I Infrastructure routière
- 1 Conditions de propagation favorables
- 2 Conditions de propagation défavorables

**Figure 3 — Exemple de répartition angulaire des taux d'occurrence de conditions favorables et défavorables sur un intervalle de référence par rapport à la perpendiculaire à l'infrastructure considérée**

#### 7.4 Description du sol

L'atténuation due aux propriétés acoustiques du sol (effet de 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 vers le récepteur.

Cette atténuation est liée :

- d'une part à la nature plus ou moins absorbante des terrains au-dessus desquels le son se propage ;
- d'autre part à la hauteur de la source et du récepteur au-dessus du sol.

Elle est également très dépendante des conditions atmosphériques régnant lors de la propagation, dans le sens où la courbure des rayons modifie la hauteur du trajet au-dessus du sol et donne plus ou moins d'importance aux terrains situés près de la source, près du récepteur ou entre les deux.

Dans le cas où cette atténuation est probable, le rapport de mesure doit contenir une description succincte de la nature des sols et de son état au moment de la mesure près de la source, près du récepteur et entre la source et le récepteur.

La nature des sols est décrite, par exemple, selon les termes choisis parmi les suivants :

- sol «réfléchissant» : revêtement de chaussée, plan d'eau, terrain empierré ou compacté, surface bitumée ou bétonnée, etc. ;
- sol «absorbant» : forêt fortement couverte de feuilles ou d'aiguilles, sol cultivé fraîchement labouré ou couvert d'une épaisse culture, prairie naturelle, pelouse engazonnée et parc urbain, terrain de sport, ballast, etc.

Le Tableau 7 présente une classification des sols en fonction de leur résistance spécifique à l'écoulement de l'air. Une correspondance avec les classes citées ci-dessus y est aussi associée.

**Tableau 7 — Classification acoustique des sols**

Type de sol	Résistance spécifique à l'écoulement de l'air en Rayls C.G.S (1 Rayls C.G.S = 1 000 Pa.s/m <sup>2</sup> SI)	Caractéristique d'absorption
Neige fraîche	3 à 5	Très absorbant
Sous-bois sec (feuilles, épinés)	20 à 80	
Prairies, terres fraîchement labourées	150 à 300	Absorbant
Gazon, terrain de stade	300 à 500	
Terre compactée, terre roulée et déchaumée	1 000 à 4 000	
Revêtements routiers fermés	50 000 à 100 000	Réfléchissant
Eau, glace, bétons lisses et peints	> 100 000	

Les conditions de propagation sont influencées par l'état du sol dans la plupart de ces situations. C'est pourquoi, il est recommandé de caractériser cet état par référence au Tableau 7 pour faciliter l'interprétation des résultats de mesurage.

## 8 Prédiction des niveaux de pression acoustique

Le but de la description du bruit de l'environnement est de caractériser la situation sonore résultant d'installations existantes ou projetées, telles que des infrastructures de transport ou des bâtiments industriels, etc.

De telles situations peuvent être évaluées par analogie, par l'utilisation d'abaques, ou de modèles de calcul adaptés, ou par des investigations sur maquettes.

La méthode doit être indiquée et justifiée.

Les informations suivantes doivent être consignées avec les résultats de calcul (ou de modèles expérimentaux) :

- a) les méthodes de calcul ou les dispositifs de mesurage sur modèle ;
- b) les emplacements et paramètres caractérisant l'émission sonore de la (des) source(s), par exemple l'intensité de trafic et ses caractéristiques, les niveaux de puissance acoustique, le spectre de fréquences ;
- c) les conditions météorologiques et climatiques choisies ;
- d) les conditions de propagation (absorption par le sol, bâtiments, etc.) ;
- e) les emplacements des récepteurs, en tenant compte des effets de parois des bâtiments en projet.

Cette évaluation doit faire l'objet d'un calcul spécifique concernant :

- le calage ;
- la précision des données d'entrée, par exemple pour les simulations successives ;
- le logiciel lui-même.

## 9 Incertitude

### 9.1 Objet

Cet article constitue une méthode transitoire applicable dans l'attente du guide méthodologique d'évaluation de l'incertitude (prS 31-115 <sup>6)</sup>).

Le présent article s'applique lorsque la grandeur à décrire est :

- soit une pression acoustique instantanée, éventuellement localisée ;
- soit un niveau équivalent ;
- soit une émergence.

Dans ce cadre, des applications particulières telles que la détection d'une émergence spectrale peuvent donner lieu à une méthodologie spécifique dans le cadre d'une norme particulière (voir projet de norme S 31-113 <sup>6)</sup>).

Une évaluation de l'incertitude doit être fournie de façon détaillée et chiffrée.

### 9.2 Principes généraux

On examine séparément les méthodes de mesurage et les méthodes de calcul.

D'une façon générale, pour conduire l'évaluation de l'incertitude, on distingue parmi les paramètres qui ont une influence prévisible sur la grandeur à mesurer (et dont la liste peut être renseignée dans les documents méthodologiques utilisés) l'incertitude attachée aux valeurs obtenues dans le respect des prescriptions de la présente norme ; elle doit être effectuée :

- si possible selon les indications du GUM ;
- soit selon les indications de la norme ISO 5725, autant que nécessaire.

### 9.3 Incertitude attachée à des mesurages

L'incertitude doit être évaluée en tenant compte au moins des facteurs suivants :

- l'instrumentation ;
- le type de bruit et le choix des bornes de la période de mesurage ;
- l'hétérogénéité spatiale du champ sonore sur le site de mesure, et la disposition du microphone ;
- les conditions météorologiques au point de mesurage ;
- le niveau de bruit de fond ;
- les méthodes de post-traitement ;
- les opérateurs, facteur dont rendent compte les valeurs de reproductibilité (par des équipes différentes) et de répétabilité (par un même opérateur avec les mêmes instruments) ;
- les méthodes d'échantillonnage, le choix des périodes observées et leur représentativité.

À cette fin, il est recommandé de s'aider de la méthode exposée dans le document S 31-115 <sup>6)</sup>.

Cette méthode est fondée dans la plupart des cas sur une approche expérimentale et sur la connaissance de l'étendue de mesure pour chacun des paramètres.

---

6) *En préparation.*

## 9.4 Incertitude attachée à des simulations

En ce qui concerne les simulations, il conviendra d'évaluer autant que possible la qualité des données d'entrée. Chaque norme spécifique déterminera les modalités d'applications.

Les incertitudes attachées au processus mathématique utilisé, lorsqu'elles sont connues (par ex. celles attachées à la limitation d'un nombre d'itérations) devront faire l'objet d'une mention dans le rapport. Les informations nécessaires devront être recherchées auprès du développeur.

## 9.5 Expression de l'incertitude

L'incertitude élargie, lorsqu'elle est mentionnée, doit être accompagnée de l'intervalle de confiance à 95 %. Des indications relatives aux méthodes de détermination de l'intervalle de confiance figurent également dans le guide méthodologique d'évaluation de l'incertitude cité ci-avant.

# 10 Rapport

## 10.1 Rapport de mesurages

Un rapport de mesurages doit faire référence au présent document et comporter au moins les points suivants :

- a) la date d'établissement du rapport ;
- b) le but des mesurages ;
- c) les documents de référence (normes, réglementation, cahier des charges, etc.) ;
- d) la méthode de mesurage utilisée ;
- e) pour chaque emplacement de mesurage et pour chaque intervalle : date, horaires et durée des intervalles ;
- f) description du site, nature et état du sol, localisation précise des emplacements de mesurage ainsi que de la ou des sources ;
- g) conditions météorologiques (température, humidité, vitesse et direction du vent) pendant chaque intervalle de base ;
- h) conditions de fonctionnement et de charge de la (des) source(s) de bruit considérée(s), notamment les périodes de fonctionnement ;
- i) chaîne(s) de mesurage et d'analyse utilisée(s) (nature, marque, type, n° de série) ;
- j) types d'analyses effectuées (analyse globale, analyse statistique, analyse spectrale, etc.) ;
- k) mesures acoustiques relevées ;
- l) tout procédé de post-traitement des mesurages ;
- m) résultats accompagnés de l'incertitude et leur interprétation d'un point de vue acoustique ;
- n) le rapport de mesurage doit indiquer en outre les circonstances particulières et les incidents éventuels susceptibles d'avoir agi sur les résultats ;
- o) toute autre information prescrite par les documents de référence ;
- p) le nom du ou des opérateurs, et du coordinateur des mesures en cas d'opérateurs multiples ;
- q) la date d'établissement du document et le nom du responsable des mesurages ;
- r) la référence des sources documentaires utilisées pour la détermination des incertitudes forfaitaires de mesurage, le cas échéant. On peut utiliser une méthode interne si elle est documentée et si les documents de validation sont accessibles.

## 10.2 Rapport d'étude

Le rapport d'étude doit faire référence au présent document et donner toutes les indications utiles :

- a) but des calculs prévisionnels et des mesurages utilisés ;
- b) paramètres géographiques et topographiques de la surface ou de l'emplacement ;
- c) nature et utilisation des sols, existante et projetée ;
- d) sources de bruit, existantes et projetées ;
- e) intervalles de référence ;
- f) intervalle de long terme s'il y a lieu ;
- g) conditions météorologiques utilisées ;
- h) méthode de calcul ou description de dispositifs de mesurage sur maquette, le cas échéant ;

L'emploi de calculs doit être accompagné notamment d'une évaluation de l'incertitude afférente aux paramètres d'entrée et de ses conséquences sur le résultat final ; Cette évaluation peut faire l'objet d'une déclaration du développeur ;

- i) les limitations liées à la méthode de simulation (limitation du nombre des paramètres pris en compte, précision d'affichage des résultats, etc.) ou au modèle utilisé doivent donner lieu à une indication de l'intervalle de validité des résultats. Lorsque la méthode utilisée suit une norme ou un document méthodologique comprenant une évaluation de l'incertitude, cette mention reste nécessaire, mais la référence à cette méthode suffit à y pourvoir ;
- j) niveaux acoustiques d'évaluation pour chaque intervalle de référence, en précisant les ajustements retenus.

Le nombre et la précision des calages doivent être indiqués, les points de calage doivent être identifiés dans le rapport.

## 10.3 Dispositions communes

Des données, telles que celles mentionnées ci-après, peuvent être significatives pour l'interprétation des résultats :

- a) localisation de l'origine du bruit ;
- b) identification de la source de bruit ;
- c) nature de la source de bruit ;
- d) caractère du son ;
- e) connotation du son.

## 11 Traçabilité

### 11.1 Dispositions communes

La traçabilité est assurée pour une période d'au moins deux ans.

### 11.2 Techniques de mesurage

Le gestionnaire de la chaîne de mesure doit tenir une fiche de vie de chaque élément de cette chaîne; un exemple est donné dans le document relatif à l'autocontrôle du matériel de mesure acoustique (prS 31-117)<sup>7)</sup>.

La dernière fiche de vérification ou d'auto-vérification doit pouvoir être produite (voir Annexe D).

Tous les éléments intervenants dans la chaîne de mesure (câbles, connexions, boules de protection, etc.) doivent être repérés de façon à pouvoir donner lieu à un suivi.

---

7) En préparation.

### **11.3 Résultats**

Les données brutes (issues directement de la mesure, quel que soit le support d'enregistrement) doivent être conservées aussi longtemps que les autres éléments du dossier. Les dispositifs nécessaires à la lecture ou à l'interprétation de ces données primaires doivent être conservés en état de marche pendant la même durée, de façon à permettre la lecture des données.

Le rapport de mesurage doit être conservé au moins deux ans.

### **11.4 Incertitude**

La documentation méthodologique et expérimentale utilisée pour l'évaluation de l'incertitude doit être conservée dans les mêmes conditions que le reste du dossier d'affaire.

### Annexe A (informative)

## Organisation des normes particulières

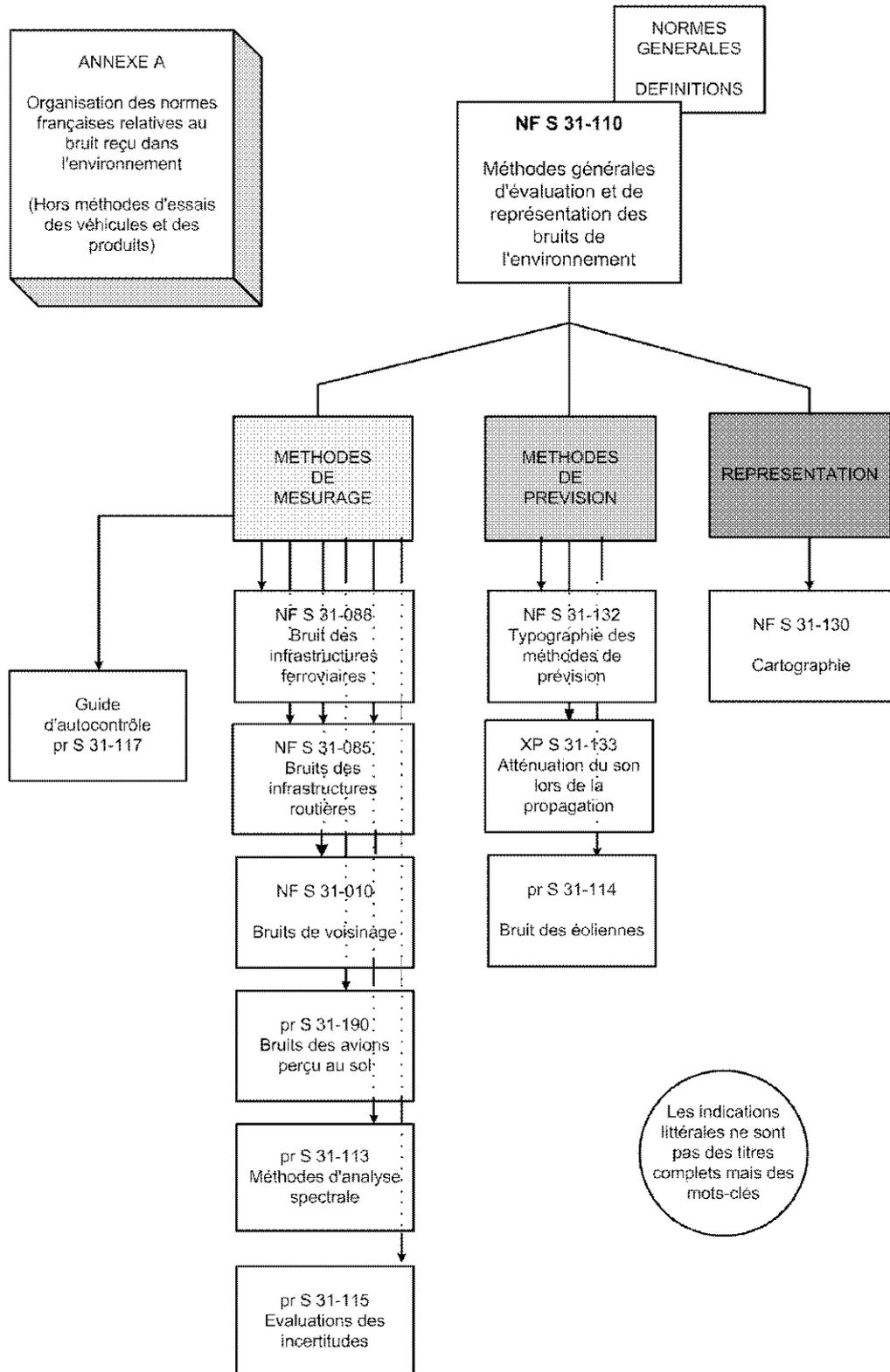


Figure A.1

**Annexe B**  
(normative)  
**Recueil des données caractérisant  
les conditions météorologiques**

## B.1 Définitions

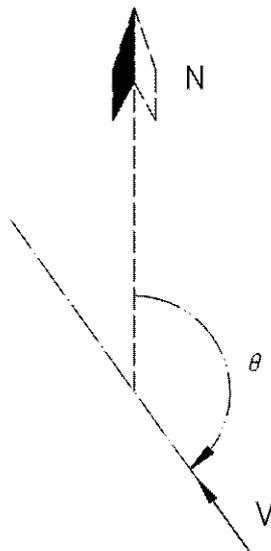
### B.1.1 Direction du vent

Selon la nature des sources sonores étudiées et le contexte environnemental, cette annexe présente les conventions de repérage de la direction du vent pour :

- une source sonore quelconque ;
- une source linéaire.

#### B.1.1.1 Cas général

La direction du vent est caractérisée par l'angle moyen, noté  $\theta$ , formé, pendant un intervalle de base donné, par la direction d'où vient le vent par rapport à la direction du nord géographique.  $\theta$  est exprimé en degrés comptés dans le sens horaire (Figure B.1).



#### Légende

- N Nord
- $\theta$  Direction du vent
- V Vitesse du vent

Figure B.1 — Direction du vent

### B.1.1.2 Référentiel pour le mesurage d'une source dite linéaire

L'effet du vent sur la propagation du son étant variable selon la direction source-récepteur considérée, un découpage en secteurs angulaires de la ligne «source» s'avère nécessaire pour une analyse cohérente des niveaux sonores en fonction des données météorologiques.

Le découpage en secteurs angulaires est réalisé par découpage équiangulaire : les angles définis depuis le récepteur ont tous la même valeur (Figure B.2). Compte tenu de la précision de la localisation de la direction du vent donnée par les stations fixes et de la fluctuation de cette direction autour d'une valeur moyenne, un découpage par angles de  $20^\circ$  est recommandé. Pour une approche qualitative, il est admis un découpage par angles de  $40^\circ$  ou  $45^\circ$ .

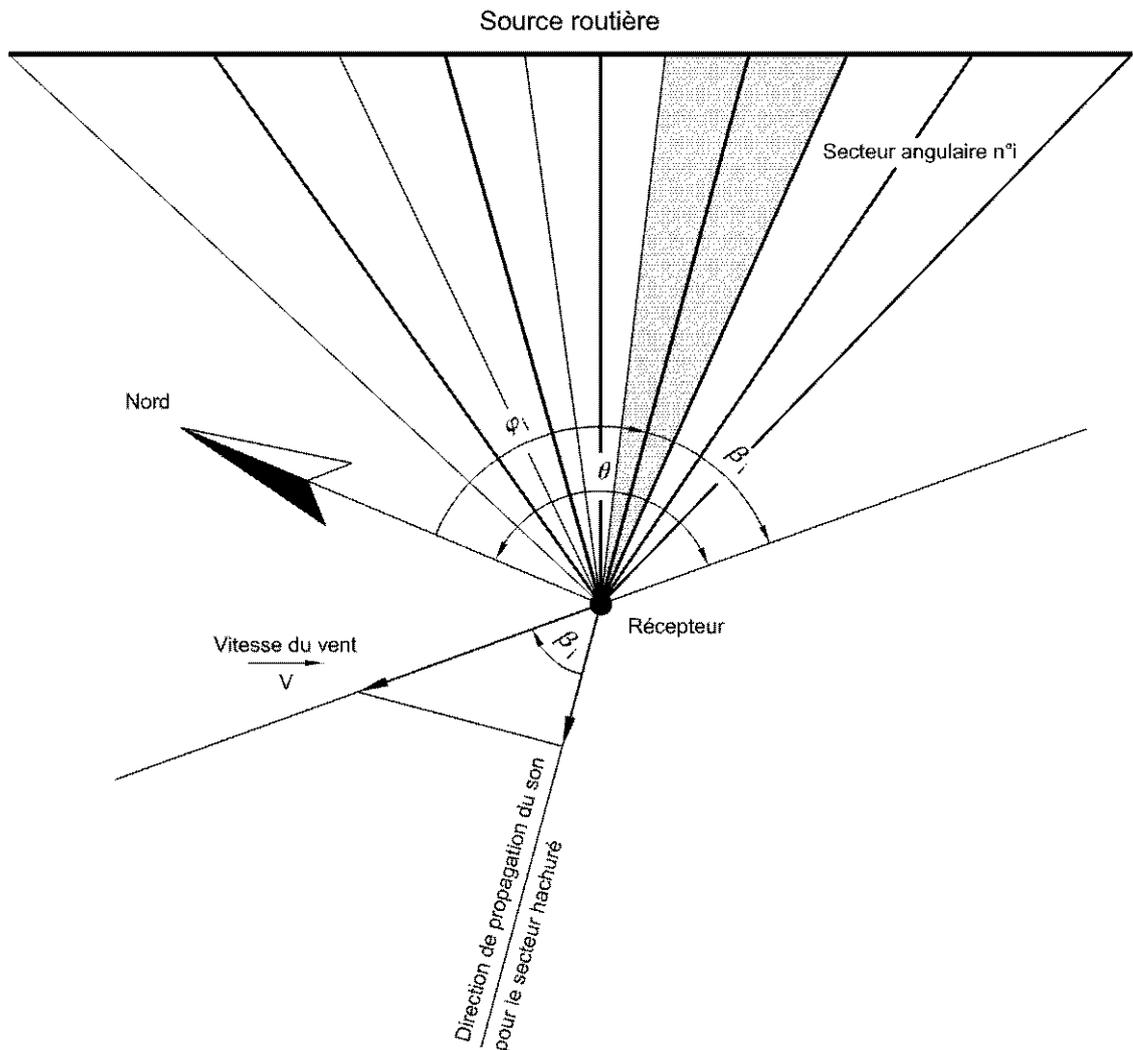


Figure B.2 — Direction du vent par rapport à une direction de propagation du son

Ainsi, la direction du vent  $\beta_i$ , pour chacun des secteurs angulaires repéré par un numéro  $i$  et auquel correspond une direction de propagation du son notée  $\varphi_i$ , correspond à l'écart entre les angles  $\varphi_i$  et  $\theta$ .  $\beta_i$  est exprimé en degrés comptés dans le sens horaire (voir Figure B.2). L'angle  $\theta$  est défini dans B.1.1.1.

### B.1.2 Gradient vertical de vitesse du vent

C'est la variation de vitesse horizontale du vent ramenée à la distance verticale entre deux points rapprochés de l'espace. Le gradient vertical de vitesse du vent varie avec la hauteur du couple de points considérés. Il s'exprime en  $s^{-1}$ .

### B.1.3 Gradient vertical de température

C'est la variation de température de l'air ramenée à la distance verticale entre deux points rapprochés de l'espace. Le gradient vertical de température varie avec la hauteur du couple de points considérés. Il s'exprime en °C/m.

### B.1.4 Rayonnement

Il quantifie l'énergie d'origine solaire moyenne arrivant sur le sol, pendant un intervalle de base, par unité de temps et par unité de surface. Le rayonnement dépend de la hauteur du soleil et de la couverture nuageuse. Il est variable suivant le lieu, la saison et l'heure de la journée. Il s'exprime en Watt/m<sup>2</sup>.

### B.1.5 Couverture nuageuse

C'est le pourcentage de surface nuageuse, pendant un intervalle de base, par rapport à la totalité de ciel observable au-dessus du site étudié. Elle s'exprime en octas. Par exemple 0/8 correspond à un ciel parfaitement dégagé ; 8/8 correspond à un ciel totalement couvert.

### B.1.6 Heures de lever et de coucher du soleil

Il s'agit d'heures légales. À titre indicatif, elles peuvent correspondre respectivement à la demi-heure après l'heure locale de lever de soleil et la demi-heure avant l'heure locale de coucher de soleil. Un élargissement de ces périodes peut être possible en hiver car l'établissement des gradients est plus lent qu'en été.

## B.2 Définitions des catégories

La définition des catégories de vent ou de type de sol peut faire l'objet de spécifications particulières à chaque norme.

Une catégorisation préférentielle est proposée dans la présente norme de façon à permettre une compatibilité au moins dans un sens entre les descriptions faites selon des normes différentes.

### B.2.1 Catégorie de vent

Les différentes catégories de vent sont définies par référence au secteur d'où vient le vent.

Il est recommandé d'effectuer la répartition des secteurs de vent par 6 secteurs ou par multiples de six. Les différentes catégories de vent citées ci-dessous sont définies de façon descriptive afin de pouvoir être utilisées dans une approche qualitative. Une liste d'appellations préférentielles est citée ci-dessous :

#### B.2.1.1 *Vent portant*

Vent soufflant dans une direction moyenne de  $\pm 45^\circ$  de part et d'autre de la direction source-récepteur.

#### B.2.1.2 *Vent peu portant*

Vent soufflant dans une direction moyenne par rapport à la direction de la source, comprise entre  $45^\circ$  et  $90^\circ$  ou entre  $270^\circ$  et  $315^\circ$ .

#### B.2.1.3 *Vent de travers*

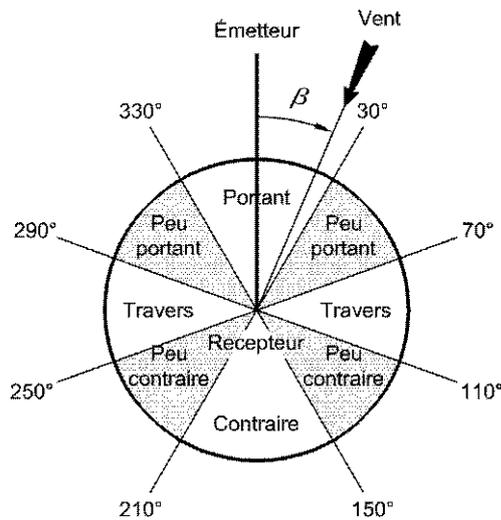
Vent soufflant dans une direction moyenne de  $\pm 22,5^\circ$  de part et d'autre de la direction normale à la direction source-récepteur.

### B.2.1.4 Vent peu contraire

Vent soufflant dans une direction moyenne comprise entre 90° et 135° ou entre 225° et 270° par rapport à la direction de la source.

### B.2.1.5 Vent contraire

Vent soufflant dans une direction moyenne comprise entre 135° et 225° par rapport à la direction de la source.



**Figure B.3 — Caractérisation du vent par rapport à la direction source-récepteur**

La vitesse du vent est caractérisée de façon conventionnelle à 2 m au-dessus du sol par les termes suivants :

- vent fort ;
- vent moyen ;
- vent faible.

## B.2.2 Catégorie de sol

### B.2.2.1 Sol sec

Il n'y a pas eu de pluies dans les 48h précédant le mesurage et pas plus de 2 mm dans le courant de la semaine précédant le mesurage.

### B.2.2.2 Sol humide

Il est tombé au moins 4 mm à 5 mm d'eau dans les dernières 24 h.

Ces états correspondent à des états particuliers. En réalité, la surface du sol passe de façon continue d'un état à un autre. La description donnée consiste à préciser l'état dont elle est le plus proche.

## B.2.3 Catégorie de rayonnement

On distingue de façon conventionnelle les deux classes suivantes :

- rayonnement fort ;
- rayonnement moyen à faible.

### B.2.4 Catégorie de couverture nuageuse

La couverture nuageuse est appréciée de façon conventionnelle selon les deux catégories suivantes :

- ciel nuageux : correspondant à plus de 20 % du ciel caché ;
- ciel dégagé : correspondant à plus de 80 % du ciel dégagé.

## B.3 Conseils pour l'appréciation qualitative des conditions météorologiques

À titre indicatif, on donne ci-dessous des valeurs chiffrées de grandeurs d'entrée de la grille UiTi. Ces valeurs correspondent à des valeurs moyennes observées sur la totalité de l'intervalle de base considéré.

En particulier, les prélèvements ponctuels au cours de l'intervalle de base considéré ne peuvent permettre de caractériser de façon suffisamment précise les conditions météorologiques pendant cet intervalle.

### B.3.1 Vitesse du vent

On peut admettre les valeurs conventionnelles suivantes, définies à une hauteur de 2 m au-dessus du sol :

- vent fort                    vitesse du vent > 3 m/s ;
- vent moyen                1 m/s < vitesse du vent < 3 m/s ;
- vent faible                vitesse du vent < 1 m/s.

### B.3.2 Direction du vent

Le Tableau B.1 présente les équivalences entre les données Météo-France, les mesures à partir de mâts et la classification qualitative pour la grille UiTi par rapport à une direction de propagation du son donnée, référencée comme la direction 0°.

**Tableau B.1 — Correspondance des secteurs angulaires entre les données Météo-France, relevées au moyen d'une station météorologique sur site et la grille UiTi**

Direction du vent Météo-France	Limites angulaires pour classification par anémomètre	Direction de vent équivalente de la grille UiTi dans un cas de propagation Nord-Sud <sup>a)</sup>
340°, 0°, 20°	330° à 30°	Portant
40°, 60°	> 30° à 70°	Peu portant
80°, 100°	> 70° à 110°	Travers
120°, 140°	> 110° à 150°	Peu contraire
160°, 180°, 200°	> 150° à 210°	Contraire
220°, 240°	> 210° à 250°	Peu contraire
260°, 280°	> 250° à 290°	Travers
300°, 320°	> 290° à 330°	Peu portant

*a) Dans tous les autres cas, il faut corriger par rapport à la direction de propagation.*

### B.3.3 Rayonnement

On peut admettre les valeurs conventionnelles suivantes :

- fort rayonnement : rayonnement supérieur à  $400 \text{ W/m}^2$  ;
- rayonnement moyen : rayonnement compris entre  $400$  et  $40 \text{ W/m}^2$  ;
- rayonnement faible : rayonnement inférieur à  $40 \text{ W/m}^2$ .

### B.3.4 Couverture nuageuse

On peut admettre les valeurs conventionnelles suivantes :

- nuageux : pour une valeur comprise entre 3 octas et 8 octas ;
- ciel dégagé : pour une valeur inférieure ou égale à 2 octas.

## B.4 Précaution de mesurage et d'interprétation pour une topographie non plane

Dans le cas d'un site comportant une topographie non plane et des obstacles particuliers, idéalement, il serait nécessaire d'effectuer pour chaque intervalle de base, une estimation tout au long du trajet acoustique pour caractériser un état spatial moyen des caractéristiques micro-météorologiques du site.

Pour cette estimation, on peut faire les remarques suivantes :

### B.4.1 Direction du vent

Il faut veiller à ce que la direction estimée soit bien représentative de l'ensemble du chemin de propagation du son vis-à-vis de la totalité de la source de bruit objet du mesurage.

Près des zones présentant des obstacles en hauteur, on attire l'attention sur le fait que les directions locales et les vitesses horizontales de vent peuvent être très différentes de la direction générale.

Pour l'estimation de la vitesse et de la direction du vent, on peut s'aider d'un matériel simple, permettant de mesurer ces paramètres sur chaque intervalle de base.

### B.4.2 Vitesse du vent

La vitesse peut se mesurer périodiquement avec un matériel à main. Il convient d'échantillonner continûment cette vitesse pendant toute la durée des intervalles de base et d'en faire une estimation quantitative moyenne sur la durée de ces intervalles.

### B.4.3 Rayonnement

Cette valeur est fonction de l'intensité de l'énergie solaire qui arrive au sol. À fin de préciser cette notion, nous donnons ci-après quelques exemples :

- un fort rayonnement se rencontre au moment où le soleil est au voisinage du zénith ( $\pm 3$  h) avec une absence totale de nuages, dans la période allant de l'équinoxe de printemps à celui d'automne,
- un rayonnement moyen se rencontre dans l'une des circonstances suivantes :
  - soleil à  $\pm 3$  h par rapport au zénith mais avec une couverture nuageuse au moins égale à 6 octas,
  - 1 h après le lever du soleil jusqu'à 3 h avant le zénith avec une couverture nuageuse au plus égale à 4 octas,
  - 3 h après le zénith jusqu'à 1 h avant le coucher du soleil avec une couverture nuageuse au plus égale à 4 octas.

#### B.4.4 Couverture nuageuse (la nuit)

La couverture nuageuse durant la nuit peut être évaluée à partir des mesures de rayonnement atmosphérique. Lorsque de telles mesures ne sont pas réalisables, on peut se contenter d'apprécier la présence ou non de nuages.

### B.5 Conditions météorologiques issues d'une station fixe

#### B.5.1 Vitesse du vent

Elle est donnée, en général, à une hauteur de 10 m, exprimée en m/s. Pour se ramener à une hauteur différente, on utilise la formule suivante :

$$V(z) = V(10\text{m}) \times \frac{L_n\left(\frac{z}{z_0}\right)}{L_n\left(\frac{10}{z_0}\right)}$$

où :

$$z_0 \approx \frac{h}{10}$$

$h$  est la hauteur moyenne des éléments présents à la surface du sol (végétation, obstacle, etc.) ;

$V(z)$  est la vitesse du vent à  $z$  mètres de hauteur ;

$V(10 \text{ m})$  est la vitesse du vent à 10 m de hauteur.

Le Tableau B.2 fournit à titre indicatif quelques valeurs de  $z_0$  en fonction de la végétation rencontrée sur le site.

**Tableau B.2**

Nature de la végétation	$z_0$ (m)
Sol nu et lisse, gazon ras	$10^{-3}$
Sol labouré, herbe	$10^{-2}$
Culture basse	$10^{-1}$
Zone semi-urbaine	1

#### B.5.2 Direction du vent

Il s'agit de valeur à 10 m de hauteur. Météo-France fournit, suivant le site, la direction du vent par rapport au Nord géographique par secteurs de 20°, 22,5° ou 45°.

#### B.5.3 Rayonnement

Il s'agit du rayonnement moyen observé sur une année dans cette zone.

### B.5.4 Couverture nuageuse

Elle est donnée en octas. Les valeurs possibles vont de 0 (ciel dégagé) à 8 octas (ciel entièrement couvert).

## B.6 Implantation d'une station météorologique

La position du mât est choisie pour que les informations recueillies soient représentatives de l'état moyen de l'atmosphère entre la source sonore et le récepteur. Il s'en suit, sauf indication contraire, que le mât est en général placé à mi-distance entre la source et le récepteur.

Par conséquent, dans les zones pouvant présenter des turbulences en raison de l'existence d'obstacles, les caractéristiques aérodynamiques peuvent être totalement erronées et ne pas être du tout représentatives.

En outre, si les conditions de propagation le long d'une infrastructure sont très différentes, on pourrait être amené à utiliser plusieurs mâts.

Il ne faut donc pas prendre ces dispositions du mât comme de «bons emplacements» mais plutôt les considérer comme «les moins mauvais».

### B.6.1 Notations utilisées

- S Source sonore,
- R Récepteur,
- D Distance horizontale entre la source et le récepteur,
- M Mât.

La mise en place d'un mât par point récepteur n'est pas imposée. On positionne généralement un mât par zone de propagation sonore homogène vis-à-vis des conditions météorologiques.

### B.6.2 Exemples d'implantation

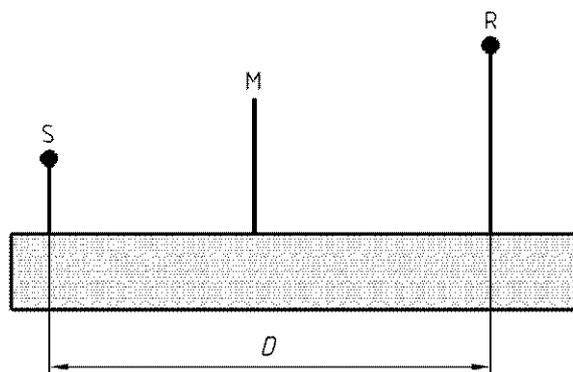


Figure B.4 — Cas d'un sol plan horizontal ou incliné

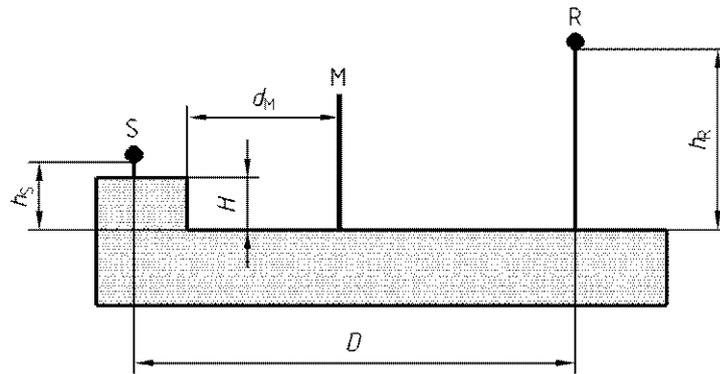


Figure B.5 — Cas d'un sol en escalier

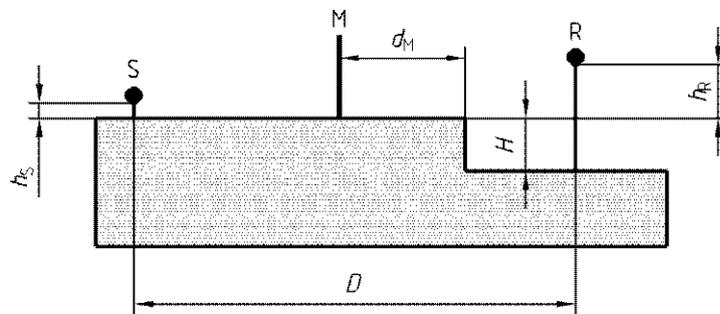
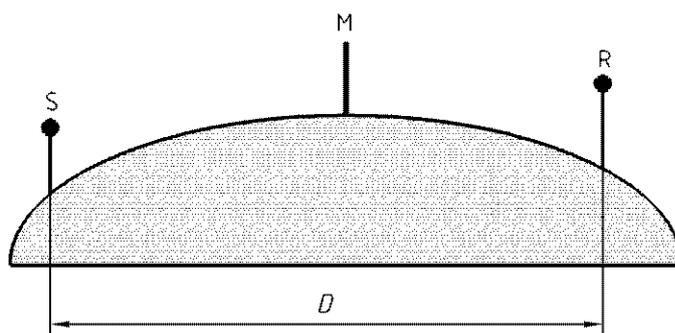
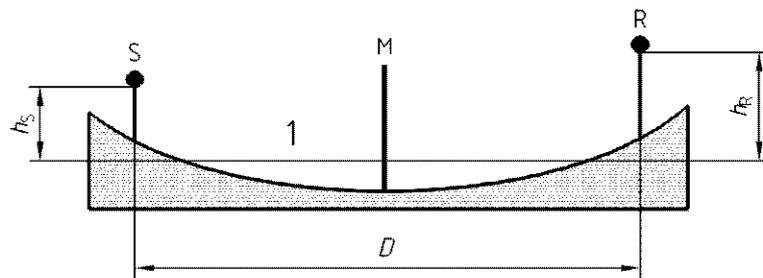
Figure B.6 — Cas d'un sol en escalier —  
Mât implanté à  $D/2$  en respectant  $d_M > 10 H$ 

Figure B.7 — Cas d'un sol convexe



**Figure B.8 — Cas d'un sol concave**

Les directions doivent être renseignées pour les différentes sources principales de même ordre de grandeur, par exemple simultanément pour un site industriel (objet d'une surveillance acoustique) et pour une voie à grande circulation dont le bruit peut être masquant selon les conditions.

## **Annexe C**

(normative)

### **Spécifications d'une chaîne de mesure de pression**

#### **C.1 Domaine d'application**

Les exigences suivantes sont applicables à une chaîne complète, depuis le capteur jusqu'à la restitution du résultat.

#### **C.2 Liste de spécifications pour le choix des instruments**

— Exactitude à pleine échelle :	$\pm 1 \%$
— Linéarité :	$\pm 1 \%$
— Hystérésis :	$\pm 1 \%$
— Bruit :	$- 60 \text{ dB}$
— Réponse en fréquence :	$0 - 100 \text{ kHz } (\pm 3 \text{ dB})$
— Temps de montée :	$10 \mu\text{s}$
— Exactitude de la base de temps :	$\pm 1 \mu\text{s}$

#### **C.3 Liste de spécifications à contrôler**

— Bruit :	$- 60 \text{ dB}$
— Réponse en fréquence :	$0 - 100 \text{ kHz } (\pm 3 \text{ dB})$
— Temps de montée :	$10 \mu\text{s}$
— Exactitude de la base de temps :	$\pm 1 \mu\text{s}$

## Annexe D (informative)

### Liste type de contrôles pertinents pour un usage général

Cette liste est constituée des grandeurs énumérées par l'Annexe A de la Recommandation R 88 de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) comme valeurs à vérifier, dont le texte est reproduit ci-après *in extenso* (à l'exception des inscriptions et marquages).

Les indications entre parenthèses renvoient aux paragraphes correspondants de la norme CEI 804-1985 avec amendements n<sup>os</sup> 1 (1989) et 2 (1993) <sup>8)</sup>.

#### D.1 Caractéristiques acoustiques

- Indication dans les conditions de référence (4.2, 9.1, 9.2.1) ;
- réponse fréquentielle relative en champ libre dans la direction de référence (pondérations fréquentielles aux fréquences sélectionnées) (4.4, 5.1, 9.1, 9.2, 9.2.2) ;
- idem avec accessoires (10.1, 11.2.14, 11.2.15) ;
- fréquence, niveau de pression acoustique et distorsion d'un calibre acoustique (4.2, 9.2.1, voir aussi OIML R 102).

#### D.2 Caractéristiques électriques

- Détecteur quadratique si approprié (7.2, 9.4.2 de CEI 651) ;
- pondération temporelle aux niveaux sélectionnés (4.5, 7.2 à 7.5, 9.4.1, 9.4.3, 9.4.4 de CEI 651) ;
- sélecteur de gammes de niveaux (5.2, 6.4, 9.3.1) ;
- indicateur (6.3, 6.4, 6.6 de CEI 804, 7.6-7.10 de CEI 651 si applicable) ;
- domaine de linéarité à 4 kHz (3.5, 6.2, 9.3.3) ;
- indication de surcharge (4.6, 7, 9.3.5 de CEI 804, 6.5, 9.3.1 de CEI 651 si applicable) ;
- moyennage temporel (4.5, 6.1, 9.3.2) ;
- niveau moyen de pression acoustique pondérée A1 (Annexe B de la Recommandation R 88 édition 1998).

---

8) Ils sont à compléter avec les indications correspondantes de la norme NF EN 61672-1.

## Bibliographie

ISO 1996-1:2003, *Acoustique — Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement — Partie 1 : Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation.*

ISO 1996-2:1987 et ISO 1996-2/A1:1998, *Acoustique — Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2 : Saisie 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 9613-2:1996, *Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 2 : Méthode générale de calcul.*