|  |  |
| --- | --- |
|  | **METHODE QUALITE SANITAIRE ET ENERGETIQUE DES RENOVATIONS** |

**Mesure DU NIVEAU sonore**

**(isolement de façades et bruit d’équipements)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **© BOSE** |

Date de création : 22 septembre 2022

Date de mise à jour : 19 novembre 2022

Référence CSTB/ SC-QEI-2022-179

Nom du fichier : QSE\_Niveau sonore\_V1.docx

Document confidentiel à l’usage exclusif des utilisateurs de la méthode QSE

|  |
| --- |
| **LISTE DES CHAPITRES N° de page** |
| [1- Objet 4](#_Toc119751865)  [2- Materiel de mesure 4](#_Toc119751866)  [2.1- Appareil mobile Android avec microphone externe 4](#_Toc119751867)  [2.2- Enceinte nomade 4](#_Toc119751868)  [3- Stratégie de mesure 5](#_Toc119751869)  [3.1- Indicateurs visés 5](#_Toc119751870)  [3.2- Durée des mesures 6](#_Toc119751871)  [3.3- Nombre et localisation des points de mesure par bâtiment 6](#_Toc119751872)  [3.3.1- Logements 6](#_Toc119751873)  [3.3.2- Bâtiments à usage d’école ou de bureau 7](#_Toc119751874)  [3.4- Types de mesure 8](#_Toc119751875)  [3.5- Conditions opératoires 9](#_Toc119751876)  [3.5.1- Configuration des pièces de mesure 9](#_Toc119751877)  [3.5.2- Conditions d’occupation des pièces de mesure 9](#_Toc119751878)  [3.5.3- Conditions de réalisation des mesures 9](#_Toc119751879)  [3.5.4- Conditions de fonctionnement des équipements 10](#_Toc119751880)  [4- Paramétrage du matériel 11](#_Toc119751881)  [4.1- Installation de l’application Sound Analyzer App 11](#_Toc119751882)  [4.2- Installation de l’application VLC for Android 12](#_Toc119751883)  [4.3- Récupération du fichier audio 14](#_Toc119751884)  [4.4- Description de l’enceinte nomade 15](#_Toc119751885)  [4.4.1- Allumer/éteindre l’enceinte nomade 16](#_Toc119751886)  [4.4.2- Appairer l’enceinte nomade à l’appareil mobile 16](#_Toc119751887)  [4.4.3- Régler le volume de l’enceinte nomade 17](#_Toc119751888)  [4.4.4- Vérifier le niveau de charge de l’enceinte nomade 17](#_Toc119751889)  [4.5- Précautions d’utilisation 18](#_Toc119751890)  [4.5.1- Le microphone externe 18](#_Toc119751891)  [4.5.2- L’enceinte nomade 18](#_Toc119751892)  [4.5.3- Importance de l’ordre de raccordement 18](#_Toc119751893)  [5- Mise en place des appareils sur site 19](#_Toc119751894)  [5.1- Mise en place du microphone 19](#_Toc119751895)  [5.2- Mode analyseur de spectre 20](#_Toc119751896)  [5.3- Bandes de fréquence 20](#_Toc119751897)  [5.4- Pondération fréquentielle 21](#_Toc119751898)  [5.5- Intégration temporelle 21](#_Toc119751899)  [5.6- Lancer la mesure 22](#_Toc119751900)  [5.7- Interrompre la mesure 22](#_Toc119751901)  [5.8- Transférer le fichier de mesures vers une adresse email 23](#_Toc119751902)  [5.9- Réinitialiser la mesure 23](#_Toc119751903)  [6- Mesures pour l’estimation de l’isolement de façade 24](#_Toc119751904)  [6.1- Positionner la source de bruit à l’extérieur 24](#_Toc119751905)  [6.2- Mesure du bruit de fond 25](#_Toc119751906)  [6.3- Générer le bruit artificiel 25](#_Toc119751907)  [6.4- Mesure de bruit ambiant intérieur 26](#_Toc119751908)  [6.5- Mesure de bruit ambiant extérieur 26](#_Toc119751909)  [7- Mesures du bruit des équipements 28](#_Toc119751910)  [7.1- Choisir l’ordre des mesures BDF et BAI en fonction de l’état de fonctionnement des équipements 28](#_Toc119751911)  [7.2- Mesure de bruit de fond 28](#_Toc119751912)  [7.3- Mesure de bruit intérieur dû à l’équipement 28](#_Toc119751913)  [8- Récupération des fichiers de mesures 29](#_Toc119751914)  [9- Annexe – Fiche de mesure à renseigner 30](#_Toc119751915) |

# Objet

Le présent document définit la procédure de mesure du niveau sonore (isolement de façade et bruit d’équipements intérieurs) à utiliser dans le cadre de méthode QSE. Un questionnaire perceptif à destination des occupants et sous format numérique est proposé en complément de ces mesures.

# Materiel de mesure

## Appareil mobile Android avec microphone externe

Les mesures acoustiques demandées font appel au mesurage de niveaux sonores avec :

* un appareil mobile Android (smartphone ou tablette) ;
* une application mobile assurant la fonction de sonomètre analyseur (par bandes de d’octave de 63 Hz à 8000 Hz), intégrateur-moyenneur. L’application sonomètre doit permettre l’enregistrement temporel du niveau de pression acoustique moyenné sur la durée de la mesure (niveau continu équivalent Leq), par bande d’octave, sur une durée totale de 15 secondes. La plage de mesure doit permettre à l'appareil de mesurer des niveaux allant de 30 à 100 dB environ. L’application mobile gratuite Sound Analyzer App[[1]](#footnote-1), disponible sous Android répond à ces exigences ;
* un microphone de mesure externe utilisé à la place du microphone interne de l’appareil mobile. Le microphone externe utilisé doit avoir une réponse aussi plate que possible sur la gamme de fréquences audibles (20-20000 Hz) et être omnidirectionnel. Le microphone MicW i436 (Figure 1) de marque Thomann répond à ces exigences.

****

Fig 2.

Figure 1 - Microphone MicW i436 (source : micwaudio.com)

## Enceinte nomade

Pour estimer l’isolement de façade, ce protocole demande de générer artificiellement du bruit à l’extérieur du bâtiment, puis de mesurer le niveau sonore à l’extérieur et à l’intérieur de celui-ci. Pour ce faire, un extrait sonore est joué sur un appareil mobile (celui-ci peut être identique à celui utilisé pour la mesure du niveau sonore) relié à une enceinte mobile via une connexion sans fil. L’enceinte nomade doit avoir une réponse aussi plate que possible sur la gamme de fréquences audibles (20-20000 Hz). Elle doit permettre un compromis acceptable en termes d’encombrement/poids et d’autonomie. Sa conception doit être robuste adaptée à une utilisation en extérieur.

Le modèle Bose SoundLink Micro répond à ces exigences (Figure 2). Elle fonctionne sur batterie et peut être connectée à un appareil mobile via liaison Bluetooth. Elle intègre également un microphone pour utilisation en mode vidéoconférence. Elle est équipée d’une sangle d’attache en face arrière. Ses caractéristiques principales sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

|  |  |
| --- | --- |
| Une image contenant noir  Description générée automatiquement |  |

Fig 4.

Figure 2 - Enceinte Bose SoundLink Micro (source : Bose.com)

L’extrait sonore utilisé comme signal est un bruit rose de durée 90 s, fourni au format MP3. Un fondu en entrée et en sortie sont appliqués sur la première et la dernière seconde du fichier audio.

L’extrait sonore peut être joué à l’aide de n’importe quel lecteur audio présent sur l’appareil mobile utilisé. Cependant, si le même appareil mobile est utilisé pour jouer l’extrait sonore et réaliser les mesures de niveau sonore, alors le lecteur audio risque d’être automatiquement désactivé lors de l’utilisation de l’application sonomètre. Un lecteur audio restant actif en arrière-plan doit alors être utilisé.

L’application mobile gratuite VLC for Android répond à cette exigence. Elle est développée en open source et permet de lire de nombreux formats multimédia, audio comme vidéo.

# Stratégie de mesure

## Indicateurs visés

Ce protocole fait appel à des indicateurs de confort physique basés sur le niveau sonore dû aux bruits en provenance de l’extérieur ou générés par certains équipements de bâtiment étudié. Ces indicateurs font appel à la mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent Leq en fonction du temps, à l’intérieur et à l’extérieur des bâtiments (par bandes d’octave sur la gamme 63-8000 Hz).

On distingue ainsi :

* La mesure du **bruit ambiant extérieur** généré par la source de bruit artificiel (enceinte nomade) afin d’estimer l’isolement de façade de manière simplifiée ;
* La mesure du **bruit ambiant intérieur** dû à la source de bruit artificiel (afin d’estimer l’isolement de façade) ou à certains équipements présents dans le bâtiment[[2]](#footnote-2), considérés séparément ;
* La mesure du **bruit de fond** (bruit ambiant intérieur sans aucun bruit particulier en provenance de l’extérieur ou de l’intérieur du bâtiment) afin de vérifier si celui-ci a une influence sur le niveau de bruit d’un équipement ou sur l’estimation de l’isolement de façade.

La transmission des bruits en provenance des pièces voisines au sein du même bâtiment ne fait pas l’objet de mesures dédiées. Elle est évaluée sur la base du questionnaire perceptif uniquement.

## Durée des mesures

Les mesures à effectuer sont des niveaux de pression acoustique continus équivalents (Leq) dans chaque bande d’octave considérée, sur une période de **15 secondes**.

## Nombre et localisation des points de mesure par bâtiment

### Logements

En général, **deux ou trois pièces par logement** font l’objet de mesures et celles-ci différent selon les indicateurs à mesurer et le type de logement : logement avec une cuisine fermée (Tableau 1) ou logement avec une cuisine ouverte sur le séjour/salon/salle à manger (Tableau 2).

Tableau 1- Logements disposant d’une cuisine fermée et séparée du séjour/salon/salle à manger

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indicateurs mesurés** | **Chambre principale (sinon autres chambres)** | **Séjour/salon/salle à manger** | **Cuisine**  **fermée** |
| Isolement de façade (ISO) | X | X | - |
| Bruit Ventilation Mécanique Controlée (VMC) | X (si VMC DF) | X (si VMC DF) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Chaudière (CHA) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Pompe à chaleur (PAC) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Climatisation (CLI) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |

Tableau 2- Logements disposant d’une cuisine ouverte sur le séjour/salon/salle à manger

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Indicateurs mesurés** | **Chambre principale (sinon autres chambres)** | **Cuisine ouverte sur le séjour/salon/salle à manger** |
| Isolement de façade (ISO) | X | X |
| Bruit Ventilation Mécanique Controlée (VMC) | X (si VMC DF) | X |
| Bruit Chaudière (CHA) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Pompe à chaleur (PAC) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Climatisation (CLI) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |

**L’isolement de façade** de chaque logement est quantifié systématiquement dans deux pièces du logement :

* la **chambre principale du ménage** (ou sinon, une des autres chambres),
* du **séjour/salon/salle à manger**. Dans le cas d’un séjour ouvert sur la cuisine, il conviendra de réaliser la mesure au centre de la pièce unique.

Le **bruit généré par les systèmes de ventilation mécanique contrôlée** (VMC) équipant les logements est mesuré **systématiquement dans la cuisine** (qu’elle soit fermée ou ouverte sur le séjour/salon/salle à manger auquel cas la mesure est réalisée au centre de la pièce unique). En présence d’une **VMC double flux (VMC DF)**, en plus de la mesure dans la cuisine, la mesure est également réalisée dans :

* la **chambre principale du ménage** (ou sinon, une des autres chambres),
* le **séjour/salon/salle à manger** si celui-ci est séparé de la cuisine. Dans le cas d’une cuisine ouverte sur le séjour/salon/salle à manger, la mesure dans cette unique pièce a déjà été réalisée.

Le **bruit généré par les autres équipements (chaudière, pompe à chaleur, climatisation)** est mesuré dans la **chambre principale du ménage** (ou sinon, une des autres chambres), le **séjour/salon/salle à manger** ou **la cuisine** ou la pièce unique composée d’une cuisine ouverte sur le séjour/salon/salle à manger si au moins un de ces équipements est présent.

### Bâtiments à usage d’école ou de bureau

**Pour les bâtiments d’enseignement ou à usage de bureaux**, des mesures sont réalisés à l’intérieur respectivement des 3 salles de classes ou des 3 espaces de bureaux sélectionnés (Tableau 3).

Tableau 3- Bâtiments à usage d’école ou de bureaux

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Indicateurs mesurés** | **Dans chacune des 3 salles de classes** | **Dans chacun des 3 espaces de bureaux** |
| Isolement de façade (ISO) | X | X |
| Bruit Ventilation Mécanique Controlée (VMC) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Chaudière (CHA) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Pompe à chaleur (PAC) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |
| Bruit Climatisation (CLI) | X (si présence dans cette pièce) | X (si présence dans cette pièce) |

**L’isolement de façade** de chaque bâtiment à usage d’école ou de bureaux est quantifié systématiquement pour les 3 salles de classes

ou les 3 espaces de bureaux sélectionnés.

Le **bruit généré par les équipements** est mesuré systématiquement pour les 3 salles de classes ou les 3 espaces de bureaux sélectionnés à condition que ces derniers soient présents dans ces pièces :

* **Présence de bouches d’extraction** du système VMC SF et ou **de bouches d’insufflation du système VMC DF ;**
* **Présence d’une chaudière ;**
* **Présence d’une pompe à chaleur ;**
* **Présence d’un système de climatisation.**

## Types de mesure

La mesure du niveau du **bruit de fond** (BDF) est réalisée dans la pièce de mesure, portes et fenêtres fermées (donnant sur l’extérieur ou l'intérieur), en veillant toutefois à ce que les systèmes d'occultation (volets) soient ouverts, lorsque la source de bruit extérieur (bruit généré par l’enceinte) et les équipements sont à l’arrêt dans la mesure du possible en fonction des contraintes spécifiques au site.

La mesure du bruit **ambiant extérieur** (BAE) est réalisée à l’extérieur de la pièce de mesure, en passant le bras au dehors, par une des fenêtres de la pièce testée lorsque la source de bruit extérieur (bruit généré par l’enceinte) est en fonctionnement. Il convient que les autres fenêtres et toutes les portes (intérieures ou extérieures) soient fermées en veillant toutefois à ce que les systèmes d'occultation (volets) soient ouverts.

La mesure du bruit **ambiant intérieur** (BAI) est réalisée à l’intérieur de la pièce de mesure, portes et fenêtres fermées (donnant sur l’extérieur ou l'intérieur), en veillant toutefois à ce que les systèmes d'occultation (volets) soient ouverts, lorsque l’équipement étudié dans la pièce ou la source de bruit extérieur (bruit généré par l’enceinte) est en fonctionnement.

Pour l’estimation de **l’isolement de façade**, il est nécessaire de réaliser les trois mesures dans chaque pièce car cet indicateur est calculé de la façon suivante : **BAI-BAE en corrigeant avec le BDF**

Pour l’estimation des **bruits d’équipements**, il est nécessaire de réaliser deux des trois mesures dans chaque pièce car cet indicateur est calculé de la façon suivante : **BAI en corrigeant avec le BDF**

## Conditions opératoires

### Configuration des pièces de mesure

Les mesurages doivent être réalisés après avoir configuré les pièces de mesure de la façon suivante, suivant le type de mesure.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Indicateurs mesurés** | **BDF** | **BAI** | **BAE** |
| ISO | Portes et fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur à l’arrêt | Portes et fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur en fonctionnement | Portes fermées  +  Une fenêtre ouverte  +  Les autres fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur en fonctionnement |
| Bruit VMC**\*** | Portes et fenêtres fermées | Portes et fenêtres fermées | - |
| Bruit CHA**\*** | Portes et fenêtres fermées | Portes et fenêtres fermées | - |
| Bruit PAC**\*** | Portes et fenêtres fermées | Portes et fenêtres fermées | - |
| Bruit CLI**\*** | Portes et fenêtres fermées | Portes et fenêtres fermées | - |

**\*il faut noter que pour la mesure de ces indicateurs, l’enceinte n’est pas utilisée (source de bruit à l’extérieur à l’arrêt)**

### Conditions d’occupation des pièces de mesure

Les mesurages doivent être réalisés dans des pièces inoccupées (à l’exception de l’opérateur). Si les occupants sont présents dans le bâtiment pendant les mesurages, il convient de leur demander de rester silencieux pendant les quelques secondes que dure chaque mesurage et, si possible, dans une pièce différente de celle où les mesurages sont en cours. Par ailleurs, lorsque plusieurs mesures sont réalisées dans une même pièce, le nombre d’opérateurs présents dans cette pièce doit idéalement rester le même d’une mesure à l’autre.

### Conditions de réalisation des mesures

D'une manière générale, pour être significative, la mesure doit se faire en l'absence de tout autre bruit que celui que l'on souhaite mesurer (bruit de fond, bruit d'un équipement ou bruit artificiel généré à l’extérieur). On exclura donc la réalisation de la mesure en présence de bruit de tondeuse, passage de véhicules avec sirène ou deux-roues bruyants, engins de chantier, aboiements de chien, etc. Pour réaliser des mesures dans ces conditions, il convient de profiter des périodes de calme entre deux périodes bruyantes (par exemple, dans le cas d’un chantier, pendant la pause du midi ou à la fin de la journée). L’opérateur doit également veiller à minimiser les bruits parasites produits par leurs mouvements, leurs pas, leur respiration, etc. pendant les mesurages.

### Conditions de fonctionnement des équipements

De façon générale, les équipements ciblés dans ce protocole (Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux ou double flux, chaudière, pompe à chaleur, climatiseur) doivent être dans des conditions de fonctionnement représentatives d’un usage courant, rappelées ci-après.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Indicateurs mesurés** | **BDF** | **BAI** |
| Bruit VMC | VMC à l’arrêt  ou  Bouches d’extraction (ou d’insufflation) obstruées avec un chiffon  +  CHA, PAC, CLI à l’arrêt | VMC en fonctionnement en débit de base ou en débit de pointe (à indiquer dans la fiche de mesure)  +  CHA, PAC, CLI à l’arrêt |
| Bruit CHA | CHA en fonctionnement  VMC à l’arrêt ou bouches obstruées  +  PAC, CLI à l’arrêt |
| Bruit PAC | PAC en fonctionnement en mode chauffage ou en mode refroidissement  +  VMC à l’arrêt ou bouches obstruées  CHA, CLI à l’arrêt |
| Bruit CLI | CLI en fonctionnement quelle que soit la position de réglage  +  VMC à l’arrêt ou bouches obstruées  CHA, PAC à l’arrêt |

Si pendant les mesures, d’autres équipements sont présents dans la pièce et ne peuvent pas être arrêtés, alors il faudra préciser quels appareils étaient en fonctionnement lors de la mesure dans la fiche de mesure.

# Paramétrage du matériel

## Installation de l’application Sound Analyzer App

L’application visée est décrite sur la page suivante :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dom.audioanalyzer>

|  |  |
| --- | --- |
| Elle peut être téléchargée et installée sur l’appareil depuis le Play Store de Google en sélectionnant « Installer ». |  |
| Lors de la première utilisation, une demande d’autorisation à enregistrer des fichiers audio s’affiche. Sélectionner « Autoriser ». | Une image contenant texte  Description générée automatiquement |

## Installation de l’application VLC for Android

L’application visée est décrite sur la page suivante :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.videolan.vlc>

|  |  |
| --- | --- |
| Elle peut être téléchargée et installée sur l’appareil depuis le Play Store de Google en sélectionnant « Installer ». |  |
| Lors de la première utilisation, un message d’information s’affiche. Cliquer sur la flèche en bas à droite |  |
| Une demande d’autorisation à accéder aux fichiers s’affiche ensuite. Sélectionner « Autoriser ». | Une image contenant texte  Description générée automatiquement |
| A l’étape suivante, des paramètres d’analyse des fichiers présents sur l’appareil sont disponibles. Désactiver l’option « Laisser VLC analyser les médias sur mon appareil » puis cliquer sur la flèche en bas à droite. |  |
| Enfin, un message d’information s’affiche. Cliquer sur « Terminé ». |  |
| Vous accédez alors à l’écran principal qui permet de parcourir le système de fichiers de l’appareil. |  |

## Récupération du fichier audio

L’extrait audio à utiliser pour les mesures de bruit ambiant extérieur et intérieur dû à la source artificielle est nommé « BruitRose90s\_QualitéStd.mp3 ».

Un effet *fade-in* (augmentation progressive de volume) est appliqué pendant la 1ère seconde de lecture du fichier. Au-delà, le signal peut être considéré comme stable. De même, un effet *fade-out* est appliqué pendant la dernière seconde de lecture.

|  |  |
| --- | --- |
| Le fichier doit être téléchargé sur l’appareil mobile et stocké à un emplacement défini par l’opérateur (par exemple « /Stockage interne/Music »). Une fois l’opération réalisée, le fichier doit être visible dans l’application VLC for Android à l’emplacement retenu. |  |

## Description de l’enceinte nomade

|  |  |
| --- | --- |
| L’enceinte nomade Bose SoundLink Micro possède 3 boutons en face avant et 2 boutons sur la tranche supérieure. | Source : Bose.com |
| Sur la tranche supérieure, on trouve également le connecteur USB Type B utilisé pour recharger la batterie, ainsi que deux voyants à LED :   * Indicateur On/Off * Témoin de charge à 5 niveaux | Source : Bose.com |

### Allumer/éteindre l’enceinte nomade

Pour allumer l’enceinte nomade, appuyer brièvement sur la touche de mise sous/hors tension. Les voyants à LED s’allument alors. Un message vocal indique le pourcentage de charge de la batterie et si l’enceinte est connectée à un appareil mobile.

Pour éteindre l’enceinte nomade, appuyer brièvement sur la touche de mise sous/hors tension.

### Appairer l’enceinte nomade à l’appareil mobile

Une fois l’enceinte nomade sous tension, appuyer longuement sur la touche « Bluetooth ». Le voyant « On/Off » devient alors bleu et un message vocal indique que l’enceinte est prête à être connectée.

|  |  |
| --- | --- |
| Activer la liaison Bluetooth sur l’appareil mobile et attendre quelques secondes que l’enceinte soit détectée. Un appareil nommé « **LE-Bose Micro SoundLink**» apparaît alors dans la liste des appareils disponibles. Cliquer sur le nom de l’appareil. | Une image contenant texte  Description générée automatiquement |
| Au bout de quelques secondes, une demande d’appairage est affichée. Sélectionner « Ok ».  La connexion est alors établie et confirmée par un message vocal émis par l’enceinte. | Une image contenant texte  Description générée automatiquement |

Remarque 1 : cette opération d’appairage n’est nécessaire qu’une fois pour un appareil mobile donné. Les fois suivantes, si l’enceinte nomade est sous tension et la fonction Bluetooth de l’appareil mobile activée, alors la liaison s’effectue automatiquement (à condition de respecter la portée maximale de 9 m).

Remarque 2 : lorsque la liaison est établie, une demande d’autorisation d’accès aux contacts peut être demandées. En effet, l’enceinte nomade peut être utilisée pour diffuser le son des appels et capter la voix. Le choix effectué n’a pas d’incidence sur la réalisation des mesures.

### Régler le volume de l’enceinte nomade

Le volume de l’enceinte nomade peut être réglé de deux façons :

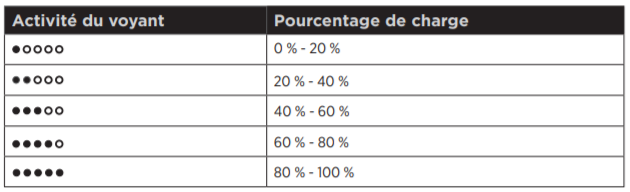
* A l’aide des boutons situés sur la face avant
* A l’aide du contrôle de volume de l’appareil mobile lorsque la liaison Bluetooth est établie.

Pour les mesures demandées dans ce protocole, il est recommandé de régler le volume au maximum.

### Vérifier le niveau de charge de l’enceinte nomade

Le niveau de charge est indiqué par un message vocal à l’allumage de l’appareil, ainsi que par le biais du voyant dédié. Celui-ci ne reste allumé que quelques secondes.

À tout moment, le niveau de charge peut être visualisé en maintenant enfoncée la touche de mise sous/hors tension.



Source : Bose.com

Un message vocal est également émis lorsque la batterie est faible et nécessite un rechargement.

Pour recharger la batterie, connecter le cordon USB fourni à une source de courant électrique (port USB d’un ordinateur ou transformateur mural). L’enceinte est conçue pour recevoir une alimentation 5V / 1.5 A.

Pendant la charge, le dernier voyant de batterie allumé clignote en blanc. Une fois la batterie complètement chargée, les cinq voyants de batterie s’allument en blanc.

Le temps d’un cycle complet de charge est d’environ 4h.

## Précautions d’utilisation

### Le microphone externe

Le microphone externe est très simple à utiliser puisqu’il est automatiquement détecté une fois branché à l’appareil mobile. Lors du branchement, vérifier que les prises jack 3.5 mm mâle et femelle sont bien raccordées. En effet, le raccordement peut être rendu difficile en présence d’une coque de protection autour de l’appareil mobile par exemple. Si besoin, retirer la coque de protection avant de brancher le microphone.

Eviter tout choc sur le microphone ou chute de celui-ci, au risque de l’endommager.

### L’enceinte nomade

Dans le cas d’une intervention sur site réalisée par une personne seule, l’enceinte peut être amenée à être attachée à un point fixe à l’extérieur du bâtiment, soit dans un espace privatif (ex : balcon, terrasse ou jardin associée à un logement), soit dans un espace commun.

L’enceinte est supposée robuste et moins sensible aux chocs que le microphone. Cependant, il convient d’éviter tout choc ou chute d’une hauteur importante. En particulier si l’enceinte est attachée à un point fixe, il convient de s’assurer qu’elle est solidement fixée. Il convient également de prendre les dispositions nécessaires pour prévenir le vol de l’enceinte, si celle-ci doit être laissée sans surveillance pendant la durée des mesures.

L’enceinte est supposée résister aux intempéries et notamment à la pluie. Elle doit donc pouvoir être utilisée en extérieur quelles que soient les conditions climatiques.

La distance entre l’enceinte nomade et l’appareil mobile utilisé pour la contrôler doit en théorie être inférieure à 9 m.

### Importance de l’ordre de raccordement

Si un seul appareil mobile est utilisé pour générer le bruit artificiel à l’aide de l’enceinte nomade et réaliser les mesures de niveau de bruit, alors il est important de **raccorder le microphone externe avant d’effectuer la connexion Bluetooth avec l’enceinte**. Dans le cas contraire, le microphone risque d’être reconnu comme une paire d’écouteurs, avec pour conséquence l’interruption automatique de la transmission du signal audio à l’enceinte. Il convient alors de désactiver la liaison Bluetooth et de la réactiver, tout en conservant le microphone branché à l’appareil mobile.

# Mise en place des appareils sur site

## Mise en place du microphone

Brancher le microphone externe à l’appareil mobile utilisé pour la mesure, en s’assurant que la prise jack 3.5 mm est totalement enfoncée. Si l’appareil est protégé par une coque amovible et que celle-ci empêche un bon raccordement, retirer la coque de l’appareil avant de brancher le microphone.

Lancer l’application Sound Analyzer App.

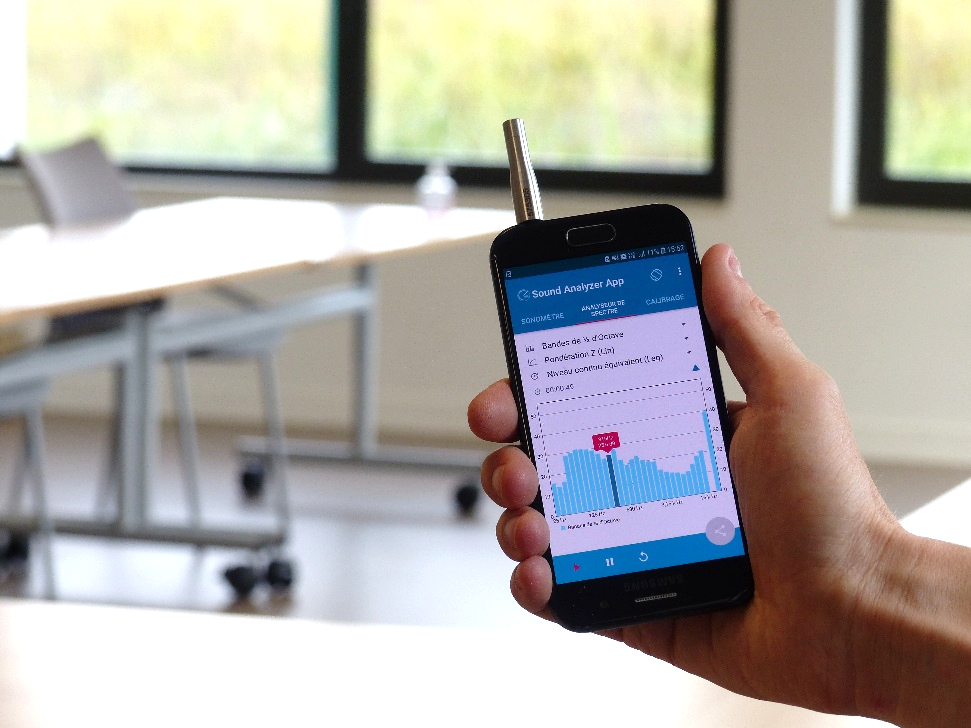
****

Fig. 1. Microphone externe raccordé à un smartphone tenu à la main.

|  |  |
| --- | --- |
| Lors d’une mesure, l’appareil doit idéalement être tenu de façon à ce que le microphone soit orienté vers le haut (et pas vers l’opérateur). Si la prise jack 3.5 mm est située en partie inférieure de l’appareil mobile, il est possible de faire pivoter l’écran de l’application de 180° en cliquant sur le bouton en haut à droite. |  |

## Mode analyseur de spectre

|  |  |
| --- | --- |
| Les mesures demandées consistent à réaliser une analyse fréquentielle du niveau de pression acoustique. Pour cela, sélectionner le menu « Analyseur de spectre ».  Les paramètres par défaut sont utilisés au démarrage :   * Mesure en bandes de tiers d’octave * Pondération fréquentielle « A » * Pondération temporelle « Fast » (intégration sur 125 ms).   Le graphique mis à jour en temps réel représente le niveau de pression acoustique (en dB) en fonction de la fréquence (en Hz). Le niveau global est également affiché tout à droite de l’écran.  Un chronomètre précise la durée de la mesure en cours. |  |

## Bandes de fréquence

|  |  |
| --- | --- |
| Les mesures demandées sont à réaliser en bandes d’octave, c’est-à-dire avec un découpage de la gamme de fréquence trois fois moins fin qu’en bandes de tiers d’octave. Pour cela, cliquer sur la flèche à droite du paramètre des bandes de fréquence.  Sélectionner « Bandes d’Octave ». |  |

## Pondération fréquentielle

|  |  |
| --- | --- |
| Les mesures demandées sont à réaliser sans pondération fréquentielle particulière. Pour cela, cliquer sur la flèche à droite du paramètre des pondérations fréquentielles.  Sélectionner « Pondération Z (Lin) ». |  |

## Intégration temporelle

|  |  |
| --- | --- |
| Les mesures demandées sont des niveaux de pression acoustique continus équivalents (Leq). Pour cela, cliquer sur la flèche à droite du paramètre des pondérations temporelles.  Sélectionner « Niveau continu équivalent (Leq) ». |  |

## Lancer la mesure

|  |  |
| --- | --- |
| Pour lancer une mesure, cliquer sur le symbole « play » en bas de l’écran. Celui-ci est affiché en rouge lorsqu’une mesure est en cours. |  |

## Interrompre la mesure

|  |  |
| --- | --- |
| Pour interrompre une mesure en cours, cliquer sur le symbole « pause » en bas de l’écran. Celui-ci est affiché en rouge lorsque la mesure est interrompue. |  |

## Transférer le fichier de mesures vers une adresse email

|  |  |
| --- | --- |
| L’application Sound Analyzer App ne permettant pas de télécharger les résultats de mesure sur l’appareil mobile, il est proposé d’utiliser l’option « Partager » pour envoyer le fichier de mesure vers une adresse email.  **Attention : ne pas lancer de nouvelle mesure ni réinitialiser la mesure avant d’avoir « partagé » le fichier des données venant d’être mesurées !** |  |

## Réinitialiser la mesure

|  |  |
| --- | --- |
| Pour réinitialiser une mesure en cours ou interrompue, cliquer sur le symbole « rafraîchir » en bas de l’écran.  Les valeurs mesurées précédemment sont alors effacées. |  |

# Mesures pour l’estimation de l’isolement de façade

## Positionner la source de bruit à l’extérieur

L’enceinte nomade doit être positionnée en un point fixe dans l’espace extérieur à proximité du bâtiment (terrasse ou balcon du logement testé, jardin, cour, espace public…). Elle doit être orientée vers la façade du local testé.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Veiller à respecter autant que possible les consignes suivantes illustrées sur la Figure 3 :   **distance « d » de l’enceinte par rapport à la façade**   * A minima de 3 m si possible[[3]](#footnote-3) (minimum 2 m de distance entre l’enceinte et le microphone) * Au maximum de 10 m (au-delà, la connexion bluetooth risque de ne plus fonctionner)   **Distance « l » inférieur à « d » de façon à ce que l’angle d’incidence de l’enceinte soit inférieur à 45°**   * Eviter que l’enceinte soit quasi perpendiculaire à la façade (i <<<d) car en situation réelle, les sons proviennent de directions très variables. En incidence normale (enceinte perpendiculaire à la façade) ou rasante (enceinte parallèle à la façade), il y a des risques de tomber sur une singularité de comportement de la fenêtre dont l’isolement mesuré n’aura rien à voir avec ce qu’il se produit en situation réelle. | **< 45°**  Figure 3 - Positions relatives du microphone et de l’enceinte nomade (source : DGALN, Guide de Mesures Acoustiques, 2014). |

1. Renseigner la fiche de mesure

Il est vivement recommandé de renseigner la fiche de mesure présentée en annexe. Elle regroupe toutes les informations utiles pour la récupération des données de l’appareil sur le NEMO Cloud c’est-à-dire :

* L’identifiant du logement/du bâtiment à usage d’école ou du bâtiment à usage de bureau
* La phase d’enquête
* L’identifiant de la pièce de mesure
* L’orientation de la façade concernée par la mesure (exemple façade ouest ou façade donnant sur la rue,….)
* La localisation extérieure de la source de bruit (dans la cour de l’école, sur les places de stationnement devant la résidence, ….)

## Mesure du bruit de fond

1. Les consignes à respecter pour la mesure du bruit de fond sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Opérateur de la mesure** | **Pièce de mesure** |
| Se tenir au centre ou proche du centre de la pièce  +  S’éloigner d’au moins 1 m des parois et des autres grandes surfaces réfléchissantes (ex : table à manger), et à au moins 1,50 m des fenêtres  +  Tenir l’appareil mobile équipé du microphone externe à environ 1.3m de hauteur  +  Pointer le microphone vers la fenêtre qui sera utilisée pour la mesure du BAE | Portes et fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur à l’arrêt  +  Equipements dans la pièce à l’arrêt |

1. Lorsque vous êtes prêt, déclencher le mesurage comme indiqué précédemment. Il est important de veiller à rester silencieux durant les **15 secondes** que dure le mesurage. Dans le cas d’un évènement perturbateur (passage de tondeuse, véhicules avec sirène, engins de chantier, cyclomoteurs bruyants, aboiements de chien, activité des occupants du logement enquêté ou des logements voisins, etc.), il convient d’arrêter le mesurage et de le déclencher à nouveau
2. Une fois que les 15 secondes sont écoulées, arrêter la mesure puis partager le fichier de données par email en indiquant en objet, les informations de la mesure du type «SDC1\_ISO\_BDF»
3. Poursuivre le renseignement de la fiche de mesure et noter le nom du fichier de mesure correspondant à la mesure de mesure du bruit de fond (BDF)

## Générer le bruit artificiel

Appairer l’enceinte nomade à l’appareil mobile et récupérer le fichier audio comme indiqué précédemment.

|  |  |
| --- | --- |
| Dans l’application VLC for Android, une fois au bon niveau d’arborescence, cliquer sur le nom du fichier « BruitRose90s\_QualitéStd.mp3 » ou sur le bouton « play » en bas à droite de l’écran.  Un bandeau apparaît alors en bas avec une barre de progression et un bouton « pause ».  Pour stopper la lecture, appuyer sur « pause ». |  |
| Remarque : l’accès aux commandes de lecture peut également se faire lors de l’utilisation d’une autre application, via le menu contextuel d’Android en haut de l’écran. |  |

## Mesure de bruit ambiant intérieur

1. Les consignes à respecter pour la mesure du bruit ambiant intérieur sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Opérateur de la mesure** | **Pièce de mesure** |
| Se tenir au centre ou proche du centre de la pièce  +  S’éloigner d’au moins 1 m des parois et des autres grandes surfaces réfléchissantes (ex : table à manger), et à au moins 1,50 m des fenêtres  +  Tenir l’appareil mobile équipé du microphone externe à environ 1.3m de hauteur  +  Pointer le microphone vers la fenêtre qui sera utilisée pour la mesure du BAE | Portes et fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur en fonctionnement  +  Equipements dans la pièce à l’arrêt |

1. Lorsque vous êtes prêt, déclencher le mesurage comme indiqué précédemment. Il est important de veiller à rester silencieux durant les **15 secondes** que dure le mesurage. Dans le cas d’un évènement perturbateur (passage de tondeuse, véhicules avec sirène, engins de chantier, cyclomoteurs bruyants, aboiements de chien, activité des occupants du logement enquêté ou des logements voisins, etc.), il convient d’arrêter le mesurage et de le déclencher à nouveau
2. Une fois que les 15 secondes sont écoulées, arrêter la mesure puis partager le fichier de données par email en indiquant en objet, les informations de la mesure du type «SDC1\_ISO\_BAI»
3. Poursuivre le renseignement de la fiche de mesure et noter le nom du fichier de mesure correspondant à la mesure de mesure du bruit de fond (BAI)

## Mesure de bruit ambiant extérieur

1. Les consignes à respecter pour la mesure du bruit ambiant extérieur sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Opérateur de la mesure** | **Pièce de mesure** |
| Ouvrir la fenêtre et tendre le bras à l’extérieur en respectant si possible une distance entre le microphone et le mur extérieur de la façade (ou l'appui de fenêtre ou le garde-corps) de l’ordre de 0.80 à 1 m.  +  Pointer le microphone vers la perpendiculaire à la façade pour maximiser la distance façade-microphone.  En théorie, comme le microphone est omnidirectionnel, son orientation n’a pas d’importance (vers l’enceinte, vers la perpendiculaire à la façade ou vers le haut par exemple). | Portes fermées  +  Une fenêtre ouverte  +  les autres fenêtres fermées  +  Volets ouverts  +  Source de bruit à l'extérieur en fonctionnement  +  Equipements dans la pièce à l’arrêt |

1. Lorsque vous êtes prêt, déclencher le mesurage comme indiqué précédemment. Il est important de veiller à rester silencieux durant les **15 secondes** que dure le mesurage. Dans le cas d’un évènement perturbateur (passage de tondeuse, véhicules avec sirène, engins de chantier, cyclomoteurs bruyants, aboiements de chien, activité des occupants du logement enquêté ou des logements voisins, etc.), il convient d’arrêter le mesurage et de le déclencher à nouveau
2. Une fois que les 15 secondes sont écoulées, arrêter la mesure puis partager le fichier de données par email en indiquant en objet, les informations de la mesure du type «SDC1\_ISO\_BAE»
3. Arrêter la source de bruit extérieur
4. Finaliser le renseignement de la fiche de mesure et noter le nom du fichier de mesure correspondant à la mesure de mesure du bruit de fond (BAE)

# Mesures du bruit des équipements

## Choisir l’ordre des mesures BDF et BAI en fonction de l’état de fonctionnement des équipements

Alors que les systèmes VMC fonctionnent en continu, les autres équipements (CHA, PAC, CLI) peuvent être en fonctionnement ou à l’arrêt. En fonction de leur état, privilégier la mesure BAI avant celle de BDF si l’équipement fonctionne et l’inverse s’il est à l’arrêt.

## Mesure de bruit de fond

1. Les consignes à respecter pour la mesure du bruit de fond sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Opérateur de la mesure** | **Pièce de mesure** |
| Se tenir au centre ou proche du centre de la pièce  +  S’éloigner d’au moins 1 m des parois et des autres grandes surfaces réfléchissantes (ex : table à manger), et à au moins 1,50 m des fenêtres  +  Tenir l’appareil mobile équipé du microphone externe à environ 1.3m de hauteur  +  Pointer le microphone vers les bouches d’extraction/d’insufflation | Portes et fenêtres fermées  +  VMC à l’arrêt ou bouches d’extraction/insufflation obstruées  +  Autres équipements dans la pièce à l’arrêt |

1. Lorsque vous êtes prêt, déclencher le mesurage comme indiqué précédemment. Il est important de veiller à rester silencieux durant les **15 secondes** que dure le mesurage. Dans le cas d’un évènement perturbateur (passage de tondeuse, véhicules avec sirène, engins de chantier, cyclomoteurs bruyants, aboiements de chien, activité des occupants du logement enquêté ou des logements voisins, etc.), il convient d’arrêter le mesurage et de le déclencher à nouveau
2. Une fois que les 15 secondes sont écoulées, arrêter la mesure puis partager le fichier de données par email en indiquant en objet, les informations de la mesure du type «SDC1\_VMC\_BDF» pour le bruit généré par la VMC, « SDC1\_CHA\_BDF» pour le bruit généré par la chaudière, « SDC1\_PAC\_BDF» pour le bruit généré par la pompe à chaleur, « SDC1\_CLI\_BDF» pour le bruit généré par le système de climatisation.
3. Renseigner la fiche de mesure et noter le nom du fichier de mesure correspondant à la mesure de mesure du bruit de fond (BDF)

## Mesure de bruit intérieur dû à l’équipement

1. Les consignes à respecter pour la mesure du bruit intérieur dû à l’équipement sont les suivantes :

|  |  |
| --- | --- |
| **Opérateur de la mesure** | **Pièce de mesure** |
| Se tenir au centre ou proche du centre de la pièce  +  S’éloigner d’au moins 1 m des parois et des autres grandes surfaces réfléchissantes (ex : table à manger), et à au moins 1,50 m des fenêtres  +  Tenir l’appareil mobile équipé du microphone externe à environ 1.3m de hauteur  +  Pointer le microphone vers les bouches d’extraction/d’insufflation | Portes et fenêtres fermées  +  VMC en fonctionnement (débit de base ou de pointe)  +  Autres équipements dans la pièce à l’arrêt |

1. Lorsque vous êtes prêt, déclencher le mesurage comme indiqué précédemment. Il est important de veiller à rester silencieux durant les **15 secondes** que dure le mesurage. Dans le cas d’un évènement perturbateur (passage de tondeuse, véhicules avec sirène, engins de chantier, cyclomoteurs bruyants, aboiements de chien, activité des occupants du logement enquêté ou des logements voisins, etc.), il convient d’arrêter le mesurage et de le déclencher à nouveau
2. Une fois que les 15 secondes sont écoulées, arrêter la mesure puis partager le fichier de données par email en indiquant en objet, les informations de la mesure du type «SDC1\_VMC\_BAI» pour le bruit généré par la VMC, « SDC1\_CHA\_ BAI» pour le bruit généré par la chaudière, « SDC1\_PAC\_ BAI» pour le bruit généré par la pompe à chaleur, « SDC1\_CLI\_BDF» pour le bruit généré par le système de climatisation.
3. Finaliser le renseignement de la fiche de mesure et noter le nom du fichier de mesure correspondant à la mesure de mesure du bruit ambiant intérieur (BAI)

# Récupération des fichiers de mesures

Récupérer l’intégralité des fichiers de mesures transmis par email puis sauvegarder sur le disque dur de votre ordinateur.

# Annexe – Fiche de mesure à renseigner

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Mesure du niveau sonore** | | | | |
|  |  |  |  | |  |
| Identifiant du logement/ bâtiment à usage d’école/ bâtiment à usage de bureau |  |  | Phase d’enquête (une case à cocher) | | o AV (AVANT rénovation)  o AP (APRES rénovation) |
|  |  |  |  | |  |
| Pièce de mesure selon la typologie de bâtiment  (une case à cocher) | Logement | Ecole | | | Bureau |
| o CHB (chambre principale)  o Salon/Séjour/Salle à manger  o Cuisine fermée  o Cuisine ouverte | o SDC1 (salle de classe 1)  o SDC2 (salle de classe 2)  o SDC3 (salle de classe3) | | | o BUR1 (espace de bureau 1)  o BUR2 (espace de bureau 2)  o BUR3 (espace de bureau 3) |
|  |  |  |  |  | |
| **Isolement de façade** | | | | | |
| Date et heure de démarrage des mesures | |  | Informations relatives aux mesures | | |
| Date  (JJ/MM/AAAA) | \_\_ \_\_ /\_\_ \_\_ / 202 \_\_ |  | Orientation de la façade concernée |  | |
| Heure  (HH :MM) | \_\_ \_\_ : \_\_ \_\_ |  | Localisation de la source de bruit |  | |
|  | | | | | |
| Mesure du bruit de fond (BDF), fenêtre fermée et sans la source de bruit à l'extérieur | | Nom du fichier de mesure BDF | |  | |
| Mesure du bruit ambiant intérieur (BAI), fenêtre fermée avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAI | |  | |
| Mesure du bruit ambiant extérieur (BAE), fenêtre ouverte avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAE | |  | |
|  |  |  |  |  | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bruit du système de VMC** | | | | |
| Date et heure de démarrage des mesures | |  | Informations relatives aux mesures | |
| Date  (JJ/MM/AAAA) | \_\_ \_\_ /\_\_ \_\_ / 202 \_\_ |  | Type de VMC | o simple flux (SF)  o double flux (DF) |
| Heure  (HH :MM) | \_\_ \_\_ : \_\_ \_\_ |  | Débit de fonctionnement | o de base  o de pointe |
|  | | | | |
| Mesure du bruit de fond (BDF), fenêtre fermée et sans la source de bruit à l'extérieur | | Nom du fichier de mesure BDF | |  |
| Mesure du bruit ambiant intérieur (BAI), fenêtre fermée avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAI | |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bruit du système de chauffage (chaudière)** | | | | |
| Date de démarrage des mesures | |  | Heure de démarrage des mesures | |
| Date  (JJ/MM/AAAA) | \_\_ \_\_ /\_\_ \_\_ / 202 \_\_ |  | Heure  (HH :MM) | \_\_ \_\_ : \_\_ \_\_ |
|  | | | | |
| Mesure du bruit de fond (BDF), fenêtre fermée et sans la source de bruit à l'extérieur | | Nom du fichier de mesure BDF | |  |
| Mesure du bruit ambiant intérieur (BAI), fenêtre fermée avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAI | |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bruit du système de la pompe à chaleur (PAC)** | | | | |
| Date de démarrage des mesures | |  | Heure de démarrage des mesures | |
| Date  (JJ/MM/AAAA) | \_\_ \_\_ /\_\_ \_\_ / 202 \_\_ |  | Heure  (HH :MM) | \_\_ \_\_ : \_\_ \_\_ |
|  | | | | |
| Mesure du bruit de fond (BDF), fenêtre fermée et sans la source de bruit à l'extérieur | | Nom du fichier de mesure BDF | |  |
| Mesure du bruit ambiant intérieur (BAI), fenêtre fermée avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAI | |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bruit du système de climatisation (CLI)** | | | | |
| Date de démarrage des mesures | |  | Heure de démarrage des mesures | |
| Date  (JJ/MM/AAAA) | \_\_ \_\_ /\_\_ \_\_ / 202 \_\_ |  | Heure  (HH :MM) | \_\_ \_\_ : \_\_ \_\_ |
|  | | | | |
| Mesure du bruit de fond (BDF), fenêtre fermée et sans la source de bruit à l'extérieur | | Nom du fichier de mesure BDF | |  |
| Mesure du bruit ambiant intérieur (BAI), fenêtre fermée avec source de bruit en fonctionnement | | Nom du fichier de mesure BAI | |  |

1. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dom.audioanalyzer&hl=fr&gl=CN> [↑](#footnote-ref-1)
2. Types d’équipements concernés :

   VMC simple flux (SF) ou double flux (DF) (individuelle ou collective dans le cas des logements) : bouches d’extraction et de soufflage ;

   Chaudière ou pompe à chaleur (individuelle dans le cas des logements) ;

   Climatiseur fixe. [↑](#footnote-ref-2)
3. Dans le cas où l’espace extérieur est limité (ex : cas d’un balcon) et qu’il n’est pas possible de respecter la distance de 3m, il est possible de réduire à condition de positionner le microphone à environ 1/3 de cette distance. Exemple : si l’espace disponible entre l’enceinte et la façade est de 2 m, positionner le microphone à 70 cm de la façade et à 1.30 m de l’enceinte. [↑](#footnote-ref-3)