

**CFA '18 LE HAVRE ■ 23-27 avril 2018**  
**14<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique**



**Caractérisation de conduits d'évacuation d'eau sous écoulement stationnaire ou transitoire**

S. Bailhache, P. Ducruet et C. Guigou Carter  
CSTB, 24 Rue Joseph Fourier, 38400 Saint Martin D'Hères, France  
[simon.bailhache@cstb.fr](mailto:simon.bailhache@cstb.fr)

Les bruits aériens et structuraux émis par les conduits d'évacuation d'eaux usées peuvent être caractérisés en laboratoire selon la norme NF EN 14366. La méthode de caractérisation fait appel à un écoulement d'eau dont le débit est maintenu constant, permettant la mesure d'un niveau continu équivalent. Le débit rencontré sur site – correspondant à l'action d'une chasse d'eau par exemple – présente cependant des fluctuations au cours de temps et dépend de l'installation considérée. Dans ce travail, un conduit d'évacuation en matériau synthétique est caractérisé en laboratoire sous des débits d'eau constants de 0,5, 1,0, 2,0 et 4,0 L/s. La mesure est également effectuée en générant l'écoulement d'eau avec un WC suspendu. Dans ce cas, les résultats sont exprimés sous forme d'un niveau maximum avec pondération temporelle Fast ou Slow. Différentes conditions d'installation sont ainsi testées, à savoir : le conduit droit, en dévoiement avec deux 2 coudes à 45° et en configuration horizontale (soffite). Pour chaque condition d'installation, des caractérisations sont effectuées avec le conduit fixé à sa paroi support par le biais de fixations rigides ou bien antivibratiles. Les résultats des caractérisations sont présentés et commentés.

## 1 Introduction

Les bruits générés dans les bâtiments par les conduits d'évacuation des eaux usées sont une source de nuisance fréquemment mentionnée par les occupants dans les bâtiments d'habitation. Afin de minimiser ces nuisances, la conception acoustique peut s'appuyer sur une caractérisation en laboratoire de ces systèmes selon la norme européenne EN 14366 [1]. Un écoulement d'eau avec un débit constant est généré et des mesures de niveau de pression acoustique sont effectuées dans le local où le conduit est installé et dans le local adjacent ou superposé, le conduit étant alternativement attaché ou détaché de la paroi séparative. Cette méthode permet de distinguer les bruits aériens et les bruits structuraux. Les caractéristiques ainsi obtenues sont exprimées sous forme de niveaux de pression acoustique normalisés à une aire d'absorption de 10 m<sup>2</sup> notés respectivement  $L_{an}$  et  $L_{sn}$ . Ces caractéristiques peuvent ensuite être utilisées dans le modèle de calcul de la norme EN 12354-5 [2] afin de prédire les niveaux sonores générés sur site.

Une limite à cette approche est que les écoulements d'eau rencontrés sur site sont rarement stationnaires au cours du temps. Dans le cas d'une chasse d'eau par exemple, le débit atteint sa valeur maximale rapidement après le déclenchement puis diminue au bout de quelques secondes. Les phénomènes physiques mis en jeu peuvent alors être différents de ceux rencontrés dans la configuration du laboratoire, où le débit ne doit pas s'écarter de plus de 5 % de sa valeur nominale pendant la période de mesurage. Ce comportement transitoire du bruit d'équipement est pris en compte dans le Guide de Mesures Acoustiques [3] qui préconise de mesurer un niveau de pression acoustique maximal avec pondération temporelle Slow (durée d'intégration 1 s). Pour que les résultats des prévisions soient comparables à ceux des mesures sur site, il est courant de baser les calculs sur les caractéristiques de l'équipement au débit de 2 L/s. Il faut noter que d'autres pays d'Europe basent leur réglementation sur le niveau maximum avec pondération temporelle Fast (durée d'intégration 125 ms).

Dans cette étude, un conduit en polypropylène de diamètre nominal 110 mm est testé selon la norme EN 14366 sous des débits constants de 0,5, 1, 2 et 4 L/s. Trois configurations sont considérées : conduit droit (vertical), conduit en dévoiement avec deux coudes à 45° et conduit horizontal (soffite). Pour chaque configuration, le conduit est testé avec des fixations rigides et des fixations antivibratiles. En complément, des caractérisations sont effectuées sous écoulement transitoire en remplaçant le système d'alimentation continue en eau par un WC

suspendu. Les niveaux de bruit aérien et structural sont alors exprimés sous la forme d'un niveau maximal avec pondération Slow ou Fast.

La méthode de caractérisation adaptée pour la mesure en régime transitoire est décrite en section 2 de cet article. Les résultats des caractérisations menées selon les deux approches sont ensuite comparés entre eux. Les niveaux de bruit aérien et structural pour le conduit fixé rigidement à la paroi support sont présentés en section 3 pour les trois configurations étudiées. En section 4, l'influence du dispositif de fixation est analysée en termes de perte par insertion des colliers antivibratiles.

## 2 Méthode de caractérisation en régime transitoire

Pour la caractérisation du bruit généré avec un écoulement non stationnaire, un système composé d'un WC suspendu avec son bâti support est installé en partie supérieure du laboratoire. La capacité du réservoir est de 6 L. Pour des raisons d'encombrement, la hauteur de chute est réduite de 5,80 m à 4,88 m (configuration conduit droit ou horizontal). Un schéma du dispositif expérimental est donné en Figure 13 à la fin de cet article.

La valeur maximale du niveau de pression acoustique est mesurée et normalisée à une aire d'absorption de 10 m<sup>2</sup> afin d'être directement comparable aux indicateurs  $L_{an}$  et  $L_{sn}$ . Les spectres de niveau de pression acoustique maximal présentés dans la suite de cet article sont des résultats moyennés sur 12 lâchers d'eau consécutifs.

Dans le local de mesure du bruit structural, le microphone mobile sur bras tournant utilisé pour la mesure en régime stationnaire est remplacé par 3 microphones fixes. Dans le local de mesure du bruit aérien, la mesure est effectuée à l'aide du microphone mobile. La période de rotation du bras tournant est réglée à 16 s. Malgré cette différence de protocole, la dispersion des résultats de mesure obtenue sur une série de 12 lâchers d'eau est comparable pour le bruit aérien et le bruit structural.

## 3 Performances des conduits rigidement fixés

Dans cette section, les niveaux de pression acoustique normalisés mesurés en régimes stationnaire et transitoire sont présentés et comparés entre eux pour les différents montages avec fixations rigides et les différents débits considérés.

### 3.1 Bruit aérien

Les spectres de pression acoustique normalisés du bruit aérien mesurés pour les trois configurations d'installation sont représentés en Figures 1 à 3. Les indices uniques associés (niveaux globaux avec pondération A) sont indiqués dans la légende.

Pour le conduit droit, on observe que les spectres  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  issus des mesures en régime transitoire sont globalement compris entre les résultats obtenus sous écoulement stationnaire aux débits de 1 L/s et 2 L/s. On note toutefois certaines valeurs plus proches des résultats correspondant à 4 L/s (aux tiers d'octave 160 et 200 Hz notamment). L'écart entre les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  est d'environ 3 dB en basses fréquences et 2 dB en hautes fréquences.

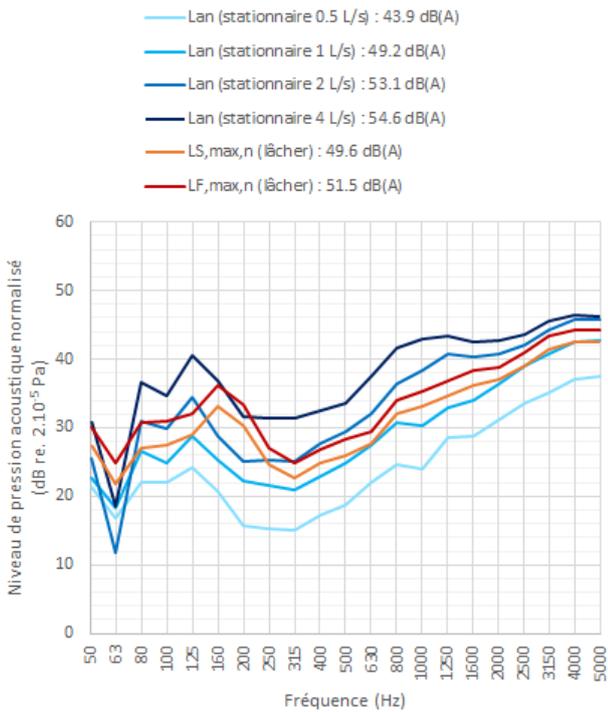


Figure 1 – Bruit aérien émis par le conduit droit.

Pour le conduit en dévoiement, les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire sont très proches l'un de l'autre et du même ordre que le niveau  $L_{an}$  sous écoulement stationnaire à 1 L/s.

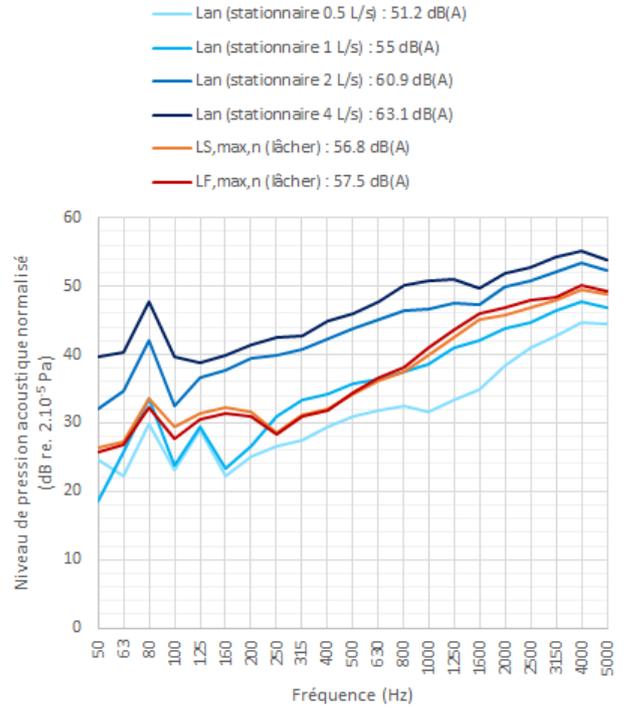


Figure 2 – Bruit aérien émis par le conduit en dévoiement.

Pour le conduit horizontal, les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire sont globalement proches du niveau  $L_{an}$  sous écoulement continu au débit de 2 L/s. Cependant, jusqu'à 160 Hz, ils sont plus élevés et parfois supérieurs au niveau  $L_{an}$  obtenu à 4 L/s. L'écart entre les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  est d'environ 3 dB en basses fréquences et 2 dB en hautes fréquences.

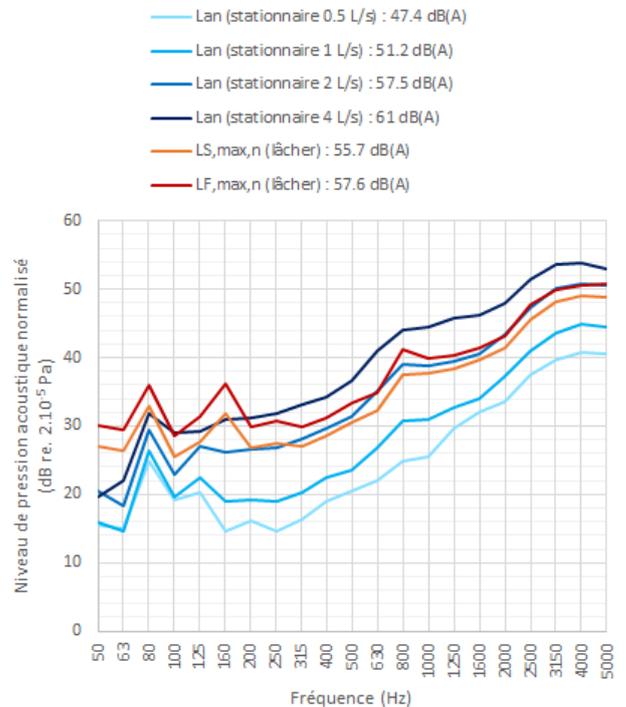


Figure 3 – Bruit aérien émis par le conduit en soffite.

### 3.2 Bruit structural

Les spectres de pression acoustique normalisés du bruit structural mesurés pour les trois configurations d'installation sont représentés en Figures 4 à 6.

Pour le conduit droit, les spectres  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  issus des mesures en régime transitoire sont proches du niveau  $L_{sn}$  obtenu au débit constant de 2 L/s. L'écart entre les niveaux maximum avec pondération Slow et Fast est d'environ 3 dB en basses fréquences et 2 dB en hautes fréquences.

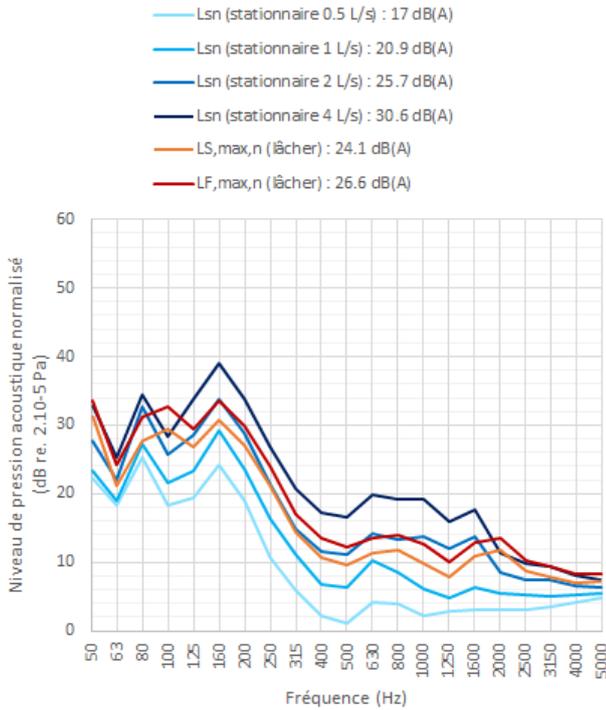


Figure 4 – Bruit structural émis par le conduit droit.

Pour le conduit en déviation, les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire sont proches du niveau  $L_{sn}$  sous écoulement continu à 1 L/s. L'écart entre les niveaux maximum avec pondération Slow et Fast est d'environ 2 dB.

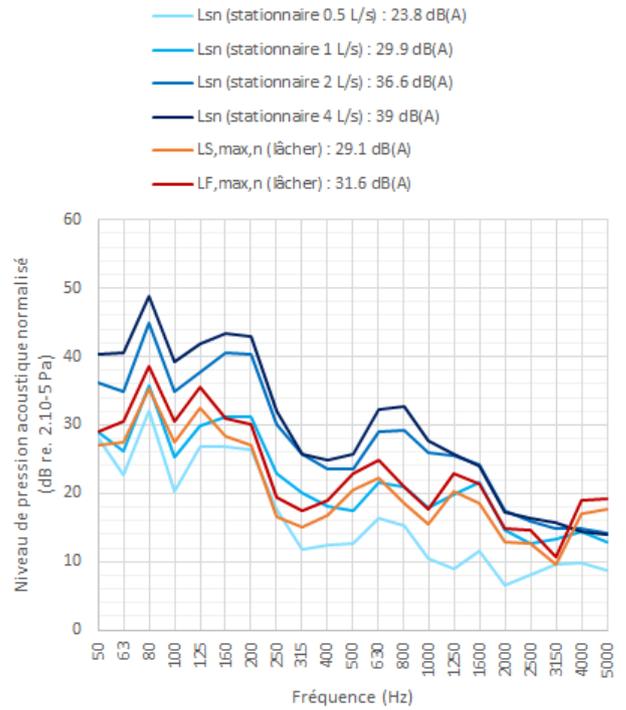


Figure 5 – Bruit structural émis par le conduit en déviation.

Pour le conduit horizontal, les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire sont comparables voire supérieurs au niveau  $L_{sn}$  obtenu au débit de 4 L/s. Ils sont proches du niveau  $L_{sn}$  à 2 L/s sur la gamme 500 – 1600 Hz. L'écart entre les niveaux maximum avec pondération Slow et Fast est d'environ 3 dB en basses fréquences et diminue jusqu'à être inférieur à 1 dB aux tiers d'octave les plus élevés.

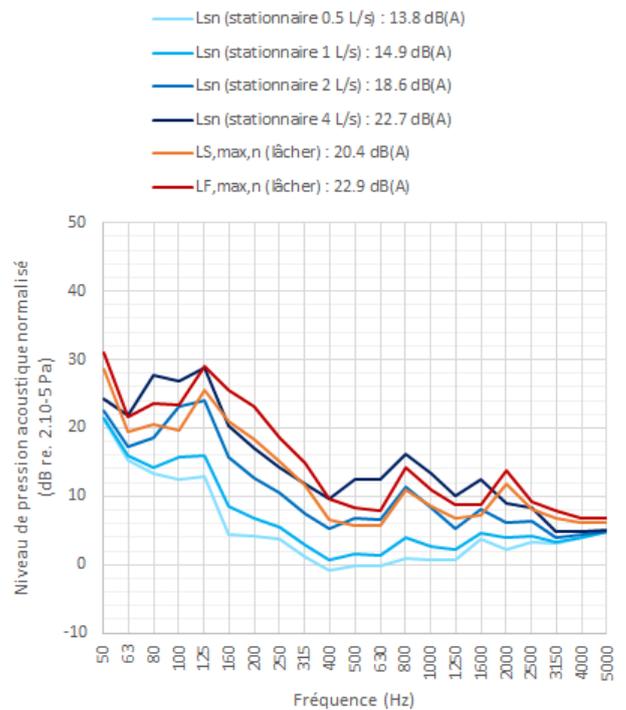


Figure 6 – Bruit structural émis par le conduit en soffite.

## 4 Performances des fixations antivibratiles

Dans cette section, la réduction du niveau de pression acoustique normalisé due à l'introduction de fixations antivibratiles (perte par insertion) est présentée pour les différents montages. Les résultats obtenus selon les deux méthodes de caractérisation (avec écoulement stationnaire ou transitoire) sont comparés entre eux.

### 4.1 Bruit aérien

La perte par insertion des fixations antivibratiles pour les trois configurations d'installation est représentée en Figures 7 à 9. La réduction correspondante du niveau de pression acoustique pondéré A est indiquée dans la légende.

On note que la perte par insertion évaluée à partir des niveaux  $L_{an}$  mesurés sous écoulement stationnaire est proche de 0 dB en moyenne pour les trois configurations. Des variations de quelques dB sont observées en basses fréquences. Les résultats sont relativement indépendants du débit d'eau.

Pour le conduit droit et le conduit en soffite, en basses et moyennes fréquences, la perte par insertion est légèrement plus élevée lorsqu'elle est évaluée à partir des niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire. Elle ne dépend pas de l'intégration temporelle utilisée (Slow ou Max).

Au contraire, pour le conduit en dévoiement, la perte par insertion évaluée à partir des mesures effectuées sous écoulement transitoire est négative et dépend de l'intégration temporelle (autour de -3 dB pour les niveaux  $L_{S,max,n}$  et -5 dB pour les niveaux  $L_{F,max,n}$ ).

Remarque : pour les trois configurations et quelle que soit la méthode de mesure considérée, la perte par insertion des fixations antivibratiles est quasiment nulle en hautes fréquences, où le bruit aérien est maximal. Par conséquent, les niveaux de pression acoustique globaux en dB(A) sont peu influencés par le type de fixations.

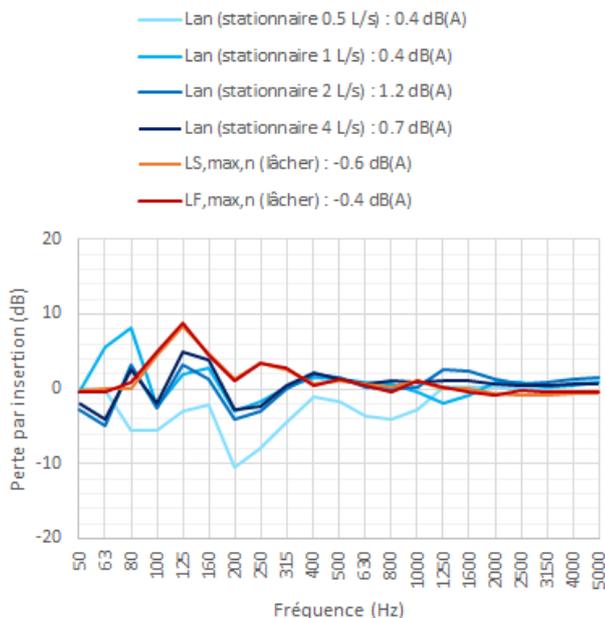


Figure 7 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit aérien émis par le conduit droit.

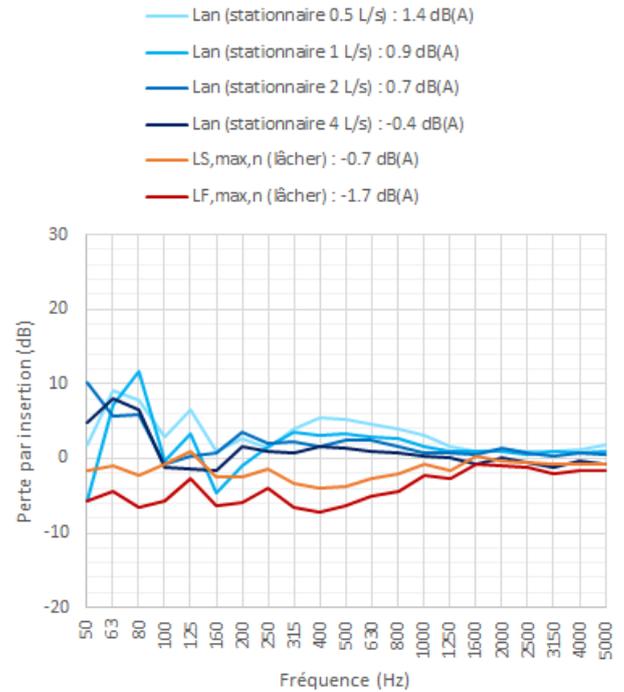


Figure 8 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit aérien émis par le conduit en dévoiement.

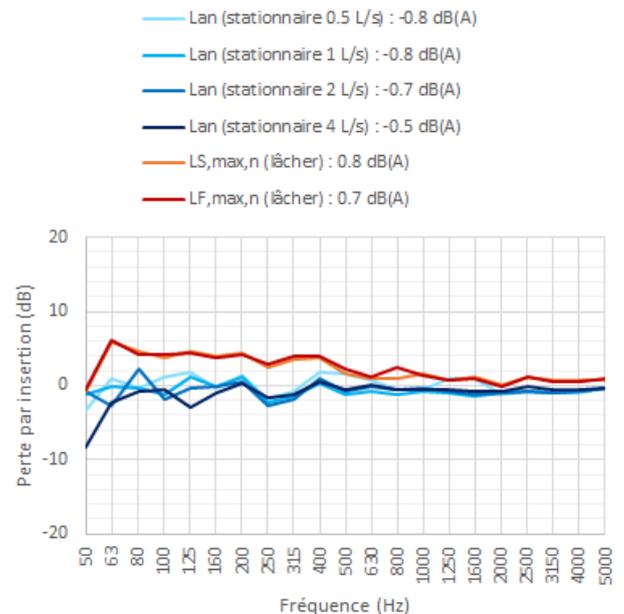


Figure 9 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit aérien émis par le conduit en soffite.

### 4.2 Bruit structural

La perte par insertion des fixations antivibratiles pour les trois configurations d'installation est représentée en Figures 10 à 12.

Pour le conduit droit et le conduit en soffite, la perte par insertion est globalement positive et conserve une allure similaire selon qu'elle est évaluée sur les niveaux  $L_{sn}$  sous écoulement stationnaire ou sur les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire. Elle est parfois plus élevée dans le cas des mesures avec lâchers d'eau.

Le cas du conduit en dévoiement est particulier : en effet, la perte par insertion évaluée à partir des niveaux  $L_{sn}$  sous écoulement stationnaire est clairement positive (autour

de 8 dB), indiquant une réduction claire du bruit structural. En comparaison, la perte par insertion évaluée à partir des niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  sous écoulement transitoire est proche de 0 dB, indiquant une influence négligeable des fixations sur le bruit structural.

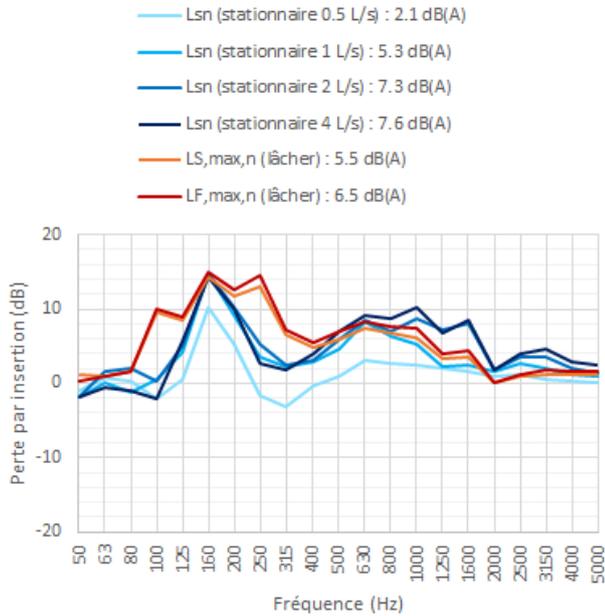


Figure 10 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit structural émis par le conduit droit.

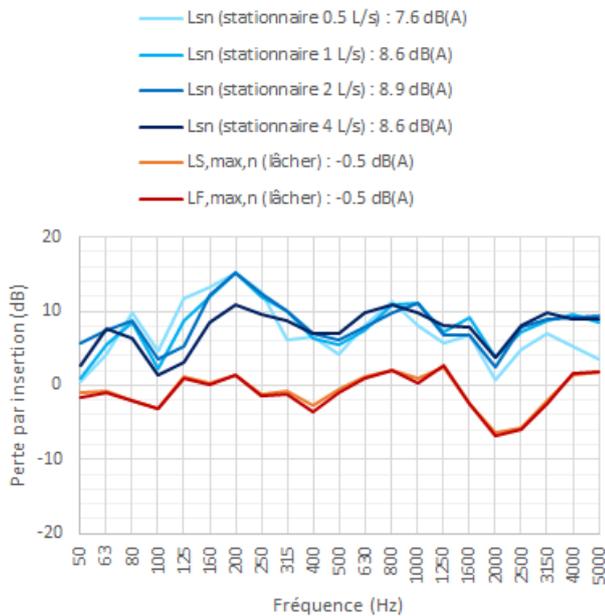


Figure 11 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit structural émis par le conduit en dévoiement.

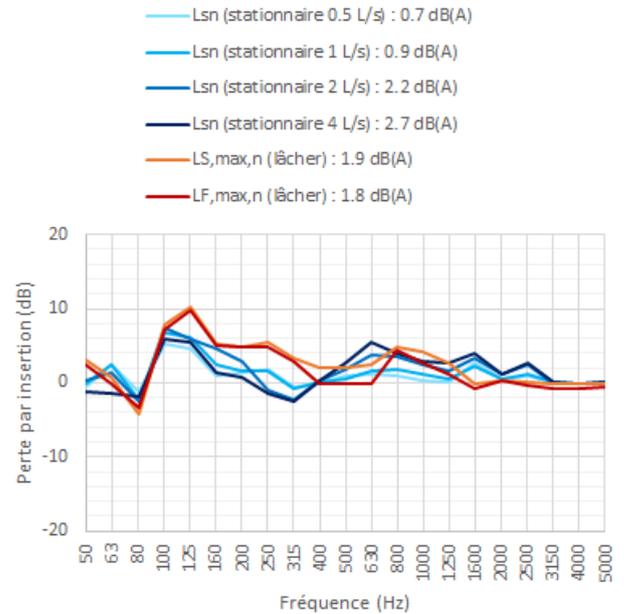


Figure 12 – Influence des fixations antivibratiles sur le bruit structural émis par le conduit en soffite.

## 5 Conclusions

Dans cette étude, un système d'évacuation d'eau a été caractérisé en laboratoire selon la norme EN 14366 avec un écoulement d'eau à débit constant. Afin de se rapprocher des conditions de mesure sur site, une seconde caractérisation a été menée en remplaçant le système d'alimentation continue en eau par un WC suspendu. Le niveau de pression acoustique maximal avec intégration Slow et Fast a alors été mesuré au cours de 12 lâchers d'eau successifs.

Les résultats montrent que le niveau  $L_{S,max,n}$  atteint au cours d'un lâcher d'eau est souvent compris entre les niveaux continus équivalents obtenus avec un débit constant de 1 et 2 L/s. Dans ces conditions, utiliser les résultats de caractérisation à 2 L/s pour prévoir le niveau sonore généré sur site par une chasse d'eau semble une approche réaliste et conservatrice. Quelques exceptions ont été cependant observées, notamment pour le bruit structural du conduit en soffite entre 160 et 315 Hz, où les niveaux  $L_{S,max,n}$  et  $L_{F,max,n}$  mesurés lors des lâchers d'eau sont supérieurs au niveau  $L_{sn}$  mesuré avec un débit constant de 4 L/s.

Pour le conduit en dévoiement avec 2 coudes à 45°, il apparaît que le niveau maximum du bruit structural lors des lâchers d'eau n'est pas significativement affecté par le type de fixations. En comparaison, les mesures avec débit d'eau constant indiquent une réduction du niveau sonore d'environ 8 dB avec des fixations antivibratiles. Par conséquent, des calculs de niveau sonore in situ basés sur le niveau  $L_{sn}$  mesuré en laboratoire à débit constant risquent de conduire à une sous-estimation. Toutefois, ce phénomène n'est pas observé pour le conduit en soffite, où l'écoulement d'eau rencontre également un obstacle (2 coudes à 45° successifs).

Par ailleurs, les résultats montrent que l'emploi de fixations antivibratiles peut avoir un effet sur le bruit aérien, avec des réductions ou des amplifications modérées selon les cas. Cette influence des fixations est observée essentiellement en basses fréquences, d'où une faible

