# **Journée technique du CNEJAC**

## Sommaire

[Le contradictoire et l’inopiné 2](#_Toc468260425)

[Les sources de basses fréquences dans les concerts 12](#_Toc468260426)

[Jacky LEVECQ 12](#_Toc468260427)

[La nouvelle norme NF S 31 135 et les mesures en basses fréquences 17](#_Toc468260428)

[Guillaume DUTILLEUX 17](#_Toc468260429)

[Phénoménologie des basses fréquences d’origine musicale 21](#_Toc468260430)

[David ROUSSEAU 21](#_Toc468260431)

## Le contradictoire et l’inopiné

Michel RUMEAU

Le problème de l’inopiné a donné lieu à de nombreux échanges de mails en début d’année 2016. Cette succession de réponses tous azimuts nous a conduits à penser qu’il convenait de revenir sur ce thème. Yves Couasnet était à l’origine de ces discussions et je lui ai donc demandé de resituer le débat, pour que nous puissions en débattre et que chacun exprime les difficultés qu’il rencontre en la matière. Nous n’avons pas pour objectif de définir une position du CNEJAC et un dogme : nous pouvons donc avoir des pratiques différentes.

##### Exposé introductif

Yves COUASNET

La mesure inopinée intervient dans plusieurs cas. Une ordonnance de référé peut ainsi fixer à l’expert les missions suivantes : « se rendre sur place, y compris de manière inopinée, de jour comme de nuit », « au besoin, réaliser des interventions inopinées et en rendre compte aux parties après exécution ». Le point diffère si l’information des parties doit être préalable. L’ordonnance précise les circonstances de manière assez précise sur les mesures à effectuer et les conditions de la mission (de nuit…).

Alain CHAMBOISSIER

D’autres Cours d’appel évoquent la mesure inopinée, sans préciser les conditions.

Yves COUASNET

L’article 493 du Code de procédure civile stipule que *« l’ordonnance sur requête est une décision provisoire non contradictoire dans les cas où le requérant est fondé à ne pas appeler de partie adverse »*.

Pierre POUBEAU

En est-il de même pour le tribunal administratif ?

Yves COUASNET

Non. Le tribunal administratif ne se fonde pas sur le Code de procédure civile.

Pierre POUBEAU

Le tribunal administratif m’a interdit une mesure inopinée.

Michel RUMEAU

Dans une affaire, le tribunal administratif a fini par accepter une mesure inopinée demandée par le plaignant, à condition de rendre le point contradictoire par la suite. Si les mesures effectuées de manière non contradictoire ont donné satisfaction au défendeur, il convient ensuite de procéder à une mesure contradictoire.

Il n’existe donc pas d’interdiction générale de principe.

Frédéric BOTTE

Dans quel délai la mesure inopinée peut-elle être effectuée après l’ordonnance du juge ?

Yves COUASNET

Il convient en premier lieu d’attendre la notification de versement de la provision.

L’objectif est la recherche de la vérité d’un contexte de nuisances sonores.

Sur les mesures inopinées et l’origine d’un bruit de voisinage, je distingue les mesures concertées qui visent les bruits d’équipements (extracteur, pompe à chaleur, climatisation, bruit de mobilier, sonorisation, etc.) et les mesures inopinées pour les bruits en lien direct avec le comportement des personnes (exclamations de voix, chants, activités bruyantes, déplacements sur revêtements de sol, présence d’animaux, bruit de mobilier, sonorisation, etc.).

Gérard OLAZCUAGA

Il arrive que les personnes modifient le fonctionnement des équipements quand nous réalisons une intervention concertée, notamment sur les pompes à chaleur. Ces équipements peuvent donc également requérir une intervention inopinée.

Jacques FORET

Pourquoi la sonorisation figure-t-elle dans les deux types de mesures ?

Yves COUASNET

Nous pouvons réaliser les deux.

Pierre DUCLOS

Je demande généralement au demandeur si le bruit mesuré correspond bien à ce qu’il entend habituellement.

Yves COUASNET

Quand nous réalisons des mesures inopinées, le demandeur doit effectivement nous fournir des informations.

Identifier le comportement de la personne est important, par exemple pour les claquements de portes.

Marc DUHIL

Pouvons-nous demander au demandeur de nous prévenir 30 minutes à l’avance, en cas de soirée par exemple ?

Yves COUASNET

La mesure des caractéristiques d’isolement de construction du logement doit être réalisée en tout état de cause puisqu’un simple faux plafond peut résoudre le problème.

Quand un équipement est à l’origine d’une nuisance, la mesure inopinée peut présenter un intérêt lorsque le matériel peut être modifié.

La mesure inopinée peut intervenir avant la première réunion d’expertise, ou après, après information des parties ou après plusieurs interventions. Il convient de se renseigner sur l’activité de l’établissement sur Internet (organisation de concerts, périodicité…) pour choisir le moment adéquat pour l’intervention.

L’accès au lieu peut être organisé de différentes façons. Une lettre peut être adressée au conseil du demandeur pour obtenir le code de l’immeuble et le numéro de téléphone du demandeur. Il convient de se reporter à l’assignation qui peut décrire les jours, les horaires, les périodes, le lieu le plus audible du bruit… Il convient en outre de se montrer discret lors de l’accès au lieu de mesure.

La mesure doit tenir compte du mode d’occupation habituelle des lieux, de l’ouverture ou de la fermeture de la fenêtre (potentiellement en réalisant les deux mesures), mais aussi observer l’environnement (équipements du lieu de mesure, bruit habituel, météo, réfrigérateur, VMC, ordinateur, pendule, équipements ménagers…). La norme NF S31-010 mentionnait les fenêtres entrouvertes de 10 centimètres pour la mesure.

Il faut également identifier la nature du bruit sur la période temporelle relevée (grincements, couinements, impacts, chocs, musique…).

Yves GOIBERT

J’ai identifié 82 bruits différents.

Yves COUASNET

Enfin, un relevé temporel doit être réalisé au moment de l’apparition du bruit audible, sachant que l’acuité auditive diffère selon les personnes.

En annexe, j’ai joint une déclaration d’indépendance. Certaines cours d’appel ou tribunaux envoient une telle déclaration en présentant les six critères de récusation définis par le Code de procédure civile. J’ai également joint une note sur les cas d’incompatibilité et une référence à l’article 662 du Code civil sur le mur mitoyen.

##### Questions des participants

Michel TURCATO

Que faut-il faire pour des bâtiments anciens sans aucune mesure réglementaire ?

Yves COUASNET

S’il existe une nuisance sonore, l’acousticien peut trouver des solutions pour mieux isoler le bâtiment.

Pierre POUBEAU

Inopinée ne signifie pas à l’insu de tout le monde, mais que l’expert décide lui-même du moment de son intervention. Il peut alors avertir le faiseur de bruit que la mesure est en cours.

Thierry MIGNOT

La mesure évoquée dans l’exposé est unilatérale.

Marc DUHIL

Si la mission ne précise pas « inopinée », devons-nous suivre la justice ou prendre des initiatives ?

Yves COUASNET

Il faut obligatoirement rester dans le cadre de sa mission. A défaut, la mission risque d’être annulée. L’expert peut consulter le juge du contrôle de l’expertise et demander une extension de mission.

Eric VIVIE

Nous devons seulement rendre compte aux parties après exécution. Nous pouvons faire des mesures inopinées.

Anne SINGLER FERRAND

Les ordonnances de mission ne comprennent jamais le terme « inopiné ». Il m’arrive de le proposer et de le faire, en présentant la procédure utilisée en contradictoire.

Yves COUASNET

Lors de la première réunion des parties, l’expert peut effectivement prévenir qu’il réalisera des mesures inopinées.

Anne SINGLER FERRAND

La mesure doit être représentative de l’environnement.

Yves COUASNET

La méthodologie doit être bien définie.

Gérard OLAZCUAGA

J’évoque ce point à la première réunion d’expertise et demande aux parties de me donner leur accord.

Thierry MIGNOT

Tu n’as pas à leur demander leur accord.

Gérard OLAZCUAGA

Effectivement. Le juge peut alors donner son accord.

Thierry MIGNOT

L’édition Dalloz du Code de procédure civile indique que l’expert a la possibilité d’intervenir de manière inopinée. Ce point ne fait pas débat, dès lors qu’il est présenté aux parties. Il convient de distinguer l’unilatéral et l’inopiné.

Frédéric BOTTE

Pouvons-nous effectuer ces mesures jusqu’à un an après l’ordonnance du juge ? Nous saurions si le faiseur de bruit est réellement de bonne volonté. Les mesures doivent être effectuées avec fenêtre ouverte et fermée.

Un audiogramme du demandeur ou du défendeur peut-il être demandé ?

Yves COUASNET

Il m’est arrivé d’annoncer que j’effectuerai des mesures d’inopinées et que l’avocat me demande si j’ai déjà réalisé ces mesures.

Thierry MIGNOT

Je réponds que je me réserve le droit de procéder à ces mesures.

Michel RUMEAU

La déclaration aux parties n’est pas obligatoire, mais présente des avantages. Les avocats livrent souvent une partie de leur argumentation à cette occasion.

Quatre questions se posent. Les questions posées par les adversaires concernent l’identification du bruit, avec des investigations à mener, la justification des données habituelles de production du bruit, avec des notions de répétitivité et des précisions sur les rythmes qui doivent être instruits, avec de nouvelles investigations à mener.

Sur les constats sur requête, vous trouverez dans l’enregistrement de la précédente réunion, une intervention d’un avocat déclarant qu’il connaissait ce dispositif, mais n’y était pas favorable.

Sur les mesures à bas niveau, j’ai entendu citer le cas des logements avec un très faible bruit ambiant. Un tel élément de raisonnement doit s’appuyer sur de vraies mesures si cet argument doit être utilisé par la suite.

Yves COUASNET

Je suis intervenu sur requête du tribunal après avoir déposé mon rapport.

Thierry MIGNOT

Ce peut également être effectué avant.

Eric VIVIE

Peut-on faire des mesures inopinées avant la première réunion des parties ?

Yves COUASNET

Oui.

Eric VIVIE

Quand débute l’expertise ? Je l’avais demandé au juge du contrôle qui me l’a refusé.

Frédéric BOTTE

Jusqu’à quand peut-on pousser la mesure ?

Yves GOIBERT

Jusqu’au dépôt du rapport.

Pierre POUBEAU

Lorsque je prévois des mesures inopinées et que j’ai prévenu les parties, si l’expertise me semble conflictuelle, je demande un délai d’un an supplémentaire au magistrat pour pouvoir intervenir quand le naturel sera revenu. J’ai toujours obtenu satisfaction de la part du magistrat.

Jacques FORET

Il existe des micros extrêmement sensibles pour mesurer les bruits de fond très faibles. J’ai ainsi relevé des bruits de 14 ou 15 DB.

Concernant les fenêtres ouvertes et fermées, la question de la saison se pose. Le bruit n’est pas constant en fonction de la température extérieure et de l’humidité relative.

Yves COUASNET

La météo influe encore plus.

Eric VIVIE

Ce point n’est pas propre à la mesure inopinée.

Jacques FORET

Il existe des instruments mesurant à un douzième d’octave.

Yves COUASNET

Je mesure du global et du tiers d’octave.

Marc DUHIL

Dans une expertise récente avec de faibles niveaux sonores, en basses fréquences, je récupérais des niveaux très faibles, en dessous du niveau auditif normal.

Yves GOIBERT

Il ne faut pas faire de niveau d’émergence si le niveau sonore est inférieur au seuil d’audibilité.

Marc DUHIL

Il n’est pas incongru d’entendre des bruits en dessous de ce seuil.

Yves GOIBERT

J’ai eu une expertise avec un malvoyant qui entendait un climatiseur au quatrième sous-sol. Certaines personnes n’entendent qu’en dessous de 100 hertz. Il faut alors écrire au tribunal que rien ne peut être entendu, mais qu’il est certain que la personne est gênée par le bruit.

Pierre DUCLOS

Pour renseigner le tribunal, je rappelle toujours que le décibel est le plus petit écart audible.

David ROUSSEAU

Le spectrogramme permet d’établir des corrélations plus fines entre ce qu’on visualise et ce qu’on entend sur les basses fréquences. Cette mesure permet d’obtenir une présentation très claire sur le fonctionnement des machines et donc d’analyser le bruit bien plus précisément, notamment pour trouver les fréquences pures.

Pierre POUBEAU

Est-ce que le but de la mesure inopinée n’est pas de caractériser le bruit perturbateur, et non le bruit résiduel ?

Yves COUASNET

Le magistrat recherche le niveau de bruit et la vérité sur le comportement de la personne.

Thierry MIGNOT

Nous ne devons pas vouloir à tout prix mettre en évidence un inconvénient. J’ai l’habitude de dire que la mesure inopinée constitue un avantage pour toutes les parties. L’intérêt du contradictoire n’est pas de piéger, mais est au contraire pédagogique. L’unilatéral est relativement facile à présenter aux parties.

Dans la rédaction du rapport, je distingue inopiné et unilatéral. Quand j’entre au domicile du bruité, c’est de l’unilatéral.

Yves COUASNET

Pour les bruits liés aux comportements des personnes, je réalise souvent une mesure inopinée suivie d’une mesure concertée, en demandant aux avocats de se placer dans les deux appartements et au faiseur de bruit de marcher sur le parquet. L’intérêt de cette démarche contradictoire est réel.

Jacques FORET

J’effectue trois mesures et trouve des différences de 10-15 DB.

Frédéric BOTTE

Les courbes ISO sont dans la première norme et sont maintenant des courbes NR en Angleterre, mais il faut prendre des NC.

Yves GOIBERT

A 63 hertz, l’écart est de 2 DB. C’est une équation.

Frédéric BOTTE

Pourquoi parlez-vous de cela par rapport aux mesures inopinées ?

Yves GOIBERT

J’en parlais puisque le bruit de fond résiduel est inférieur à ces courbes. L’émergence est-elle de 25 DB ou seulement de 5 ou 6 ? Il ne convient pas d’évoquer des chiffres énormes sur

Thierry MIGNOT

Nous évoquons là le sujet de la mise en évidence de l’audibilité.

Marc DUHIL

Si une mission ne précise pas le caractère inopiné et que ma lettre de convocation à la première réunion précise ce point, puis-je effectuer une mesure inopinée avant la première réunion ?

Yves COUASNET

Si les parties sont informées, elles peuvent s’exprimer.

Thierry MIGNOT

Il convient alors de faire un tour de table.

Michel RUMEAU

J’ai déjà eu une mission qui commençait en me demandant de faire des mesures non contradictoires avant toute réunion, par crainte de la disparition de la preuve. Cette crainte justifie des mesures avant la première réunion, sous réserve d’en rendre compte immédiatement à la première réunion. Il n’existe pas de contre-indications fondamentales à condition qu’elle soit compensée par d’autres mesures.

Yves GOIBERT

Une mission me demandait de procéder à une mesure inopinée dès consignation, avant la première réunion.

Yves COUASNET

Quand la mission le précise, j’attends la consignation puis adresse une note à l’avocat du demandeur pour obtenir les informations d’accès et procède à la mesure. Si la mission ne le précise pas, j’attends la première réunion. Si tout le monde est d’accord, je m’y rends souvent dès le lendemain.

Yves CHAPAT

Je réalise toujours les mesures acoustiques inopinées après la première réunion, en précisant les conditions de cette mesure. Si la mesure ne figure pas dans l’ordonnance, je demande une nouvelle ordonnance. Je n’ai jamais réalisé de mesure inopinée avant la première réunion, sauf ordonnance de requête. On arrive toujours à effectuer une mesure acoustique valable, puisque les mauvaises habitudes reviennent.

Emmanuel CHELOTTI

J’en informe les parties lors de la première réunion et le note dans le compte rendu. J’avais fait une fois l’erreur de demander l’autorisation.

Frédéric BOTTE

Il m’est arrivé de faire des mesures concertées pour le défendeur pour une étude d’impact dans un bar à Paris.

Camille HAMEL

Il me semble important d’effectuer plusieurs mesures inopinées pour tirer des conclusions. Dès ma première convocation, je mentionne que je me réserve le droit de procéder à des mesures inopinées. J’en fais souvent avant la première réunion, jamais après la note de synthèse.

Richard DENAYROU

J’ai récemment interprété une ordonnance me demandant d’effectuer les mesures nécessaires comme le droit de procéder à des mesures inopinées.

Yves COUASNET

Il faut prendre acte quand les personnes ne sont plus gênées par un bruit.

Jean-Philippe DELHOM

Le tribunal de Toulouse ne précise jamais le point dans la mission. Je réalise des mesures inopinées en informant les personnes à la première réunion. Quand je crains un changement des comportements, je demande une prolongation de la durée de la mission.

Michel TURCATO

Je la mentionne à la première réunion et réalise des mesures inopinées ensuite, en essayant d’effectuer trois mesures. Des problèmes de financement se posent toutefois.

Pierre POUBEAU

La mesure inopinée n’est qu’un élément informatif de l’expertise et non la mesure attendue de l’expertise. Lorsque le faiseur de bruit fait du bruit, volontairement ou non, le bruit peut varier dans les mesures simulées, à la demande de l’expert. Ce dernier doit relever les bruits à toutes les vitesses de fonctionnement de la machine puis relever, lors de la mesure inopinée, le bruit auquel correspond le fonctionnement réel de la machine. La mesure inopinée vise à piéger le faiseur de bruit.

Alain CHAMBOISSIER

Je réalise toujours les mesures inopinées demandées après la première réunion et commence toujours par des mesures contradictoires, pour comprendre le problème. Si le demandeur considère que les mesures contradictoires ne sont pas représentatives des bruits habituellement entendus, je procède alors à des mesures inopinées. Cette mesure inopinée n’est pas nécessaire dans le cadre d’une expertise.

Jean-Pierre ODION

Dès que le problème concerne des problèmes de comportement, nous perdons beaucoup de temps et d’énergie pour procéder à ces mesures. Le temps que nous arrivions, après appel du demandeur, le bruit est terminé. La seule solution, dans ces situations, consiste en la requête.

Alexandre GARCIA

La première réunion d’expertise est nécessaire pour que les parties s’expriment, de manière contradictoire. Je n’effectue jamais de mesure inopinée avant la première réunion, d’autant que cette dernière me permet de comprendre le problème – puisque l’assignation ne fournit pas toujours toutes les informations utiles – et d’instaurer un climat de confiance entre les parties et l’expert. Effectuer des mesures inopinées avant risque de conduire à des situations de blocage. Une expertise acoustique prend toujours du temps pour obtenir les bonnes mesures.

Anne SINGLER FERRAND

Je n’ai jamais fait d’inopiné avant la première réunion, puisque l’ordonnance ne le mentionne jamais. La première réunion des parties est importante : nous devons expliquer notre rôle d’expert et les mesures pour instaurer une certaine confiance. J’explique que l’inopiné est au service des deux parties, avec un intérêt pédagogique.

Je décris la procédure dans la note aux parties, en leur laissant le temps de réagir.

Marc DUHIL

Je n’ai jamais fait d’inopiné. Comment savoir si la mesure est représentative ?

Cédric COUSTAURY

Je fais souvent des mesures inopinées, toujours après la première réunion qui me permet d’obtenir les informations utiles. J’explique les conditions de ces mesures.

Bernard ROCHERON

Je n’ai jamais réalisé de mesures inopinées avant la première réunion d’expertise. Je demande aux parties si les mesures contradictoires sont représentatives de leur gêne. Selon leur réponse, j’effectue ou non des mesures inopinées.

Jacques FORET

Il m’est arrivé parfois de faire des mesures inopinées avant la première réunion d’expertise, même si je les fais généralement après.

Pierre DUCLOS

Que la mesure inopinée soit demandée ou non, elle n’intervient qu’après la première réunion des parties pour savoir ce qui se passe et visiter les lieux pour situer le local d’émission et de réception. Je peux alors savoir si la mesure inopinée est utile ou non. La procédure doit être bien expliquée. La mesure inopinée est acquise, en acoustique, même si nous préférons prévenir les parties. La question se pose toujours de savoir si la mesure inopinée est représentative ou non.

Gérard OLAZCUAGA

Effectuer des mesures avant l’ouverture des opérations – et la première réunion – est problématique. Des avocats refusent parfois la notion d’inopinée. Je demande alors une ordonnance pour passer outre ce refus.

Thierry MIGNOT

La mesure réalisée avant la première réunion ne garantit pas d’obtenir la vraie mesure de l’exposition puisque les modifications de comportements peuvent intervenir dès l’assignation. Il appartient d’identifier la source et l’auteur. La première réunion s’avère donc indispensable.

Eric VIVIE

Il m’est arrivé une fois de vouloir faire une mesure inopinée avant la réunion des parties, mais le juge me l’a refusé. Je réserve cette mesure aux cas les plus problématiques de comportements. Le résultat est toutefois très aléatoire.

Pierre DUCLOS

Les tribunaux administratifs prévoient que l’expert doit essayer de concilier les parties, dans la mesure du possible.

Yves COUASNET

Le code de justice administrative diffère, sur ce point, du Code de procédure civile qui pourrait toutefois évoluer.

Pierre DUCLOS

Le juge rappelle, dans les formations, que l’expert n’a pas le droit de concilier les parties, mais que l’expert ne s’y oppose pas.

Yves COUASNET

Je vous invite à regarder les assignations qui mentionnent parfois de simples nuisances sonores. Il est possible de demander aux parties de qualifier ces nuisances.

Je fais systématiquement un reportage photo, avec l’autorisation aux parties, pour situer les mesures. Nous n’avons pas pour mission d’administrer la preuve des parties.

Souvent, dans ces expertises, les parties sont en conflit et il convient de calmer les parties.

Yves GOIBERT

Quand une partie, conseillée par un confrère, fait preuve de mauvaise foi absolue, il faut pouvoir y répondre.

Eric VIVIE

Le reportage photo exhaustif à la première réunion est primordial en cas de destruction de preuve.

Michel RUMEAU

Les pratiques sont très diverses, mais nous convergeons sur les conditions.

## Les sources de basses fréquences dans les concerts

### Jacky LEVECQ

#### Agi-son

Le sujet qui vous intéresse concerne la réception des basses fréquences, plutôt chez les riverains. J’ai travaillé sur la mesure à la source, avec le système Opéra, pour sept festivals en plein air et 133 concerts, avec des mesures réalisées par les Agences régionales de santé qui voulaient connaître l’impact de la nouvelle réglementation. L’objectif était de savoir si les concerts respectaient la réglementation de 1998 sur les 105 décibels, et j’ai inclus la nouvelle réglementation de 102 décibels. Au total, 6 concerts dépassaient les 105 décibels et 30 les 102, sur les 15 minutes les plus bruyantes, mesurées en régie. Les valeurs réglementaires de l’époque sont globalement respectées, à 1,5 dBA. L’écart dBA et dBC est compris entre 4 et 17,5.

Un autre tableau porte sur les lieux clos, déjà soumis à la réglementation, avec 44 concerts investigués dans sept lieux différents. Sur deux lieux, nous avons travaillé avec l’ARS et le BACN. Seuls 8 concerts dépassaient les valeurs. Ces dernières sont extrêmement variables, avec un lieu de 70 places ayant un résultat de 115,5 pendant 15 minutes. Cet établissement comprenait un limiteur, mais le groupe présent sur scène générait des volumes très puissants. La régie se trouve en front de scène, ce qui explique un écart de -4.

Pierre POUBEAU

Les musiciens jouaient-ils avec des écouteurs ou avec des retours ?

Jacky LEVECQ

Le problème concernait le matériel utilisé par le groupe. Les bandes de fréquence et les tiers d’octave prédominante sont intéressants, avec un écart entre 63 et 200 dans la petite salle. Tout dépend du système de sonorisation du lieu, du local, de la musique jouée et du son de plateau. Dans un grand lieu de musique électro, de 7 000 places, seuls deux concerts dépassaient la norme de 1,5 dBA.

Nous avons effectué des mesures en régie et en front de scène, avec une forte proximité des subs posés au sol, dans les petites salles. En front de scène, sur 22 mesures, 18 dépassent les 102 décibels, contre seulement 8 en régie. Les niveaux sonores en tout point accessible au public ne sont pas forcément les mêmes en dBA et dBC. De nombreuses salles, même d’assez grande capacité, ne comprennent pas d’outils de gestion sonore. Un des objectifs d’Agi-son est de doter les salles de bons outils de gestion, avec du dBA, du dBC et du tiers d’octave.

L’écart entre la chaîne et l’afficheur est présenté et est, dans une salle, entre -2,7 et 6,1.

Pour les concerts en plein air, en dBA, les niveaux sonores mesurés en tout point accessible au public sont souvent inférieurs à ceux enregistrés en régie. Le point diffère en dBC selon le positionnement de la personne face au sub. Ceci vaut aussi en discothèque.

Frédéric BOTTE

Vous avez pris en compte la nouvelle valeur de la réglementation de 102 décibels. Le delta entre Leq dBA et dBC est de 17,5 au maximum.

Jacky LEVECQ

Pour Musilac, je dispose de sept points de mesures, dont cinq mobiles, ainsi qu’une balise à un kilomètre. Les basses fréquences s’entendaient à 18 kilomètres, sachant qu’un lac sépare la commune du festival, le tout entouré de montagnes.

Je vous cite l’exemple d’une salle avec une régie, à 39 mètres de la scène, qui disposait d’un afficheur, mais pas d’enregistrement. Toute l’énergie se concentre dans le 40 hertz, avec un maximum de 112 décibels pour un groupe, en tiers d’octave, sur un leq particulier sur 1 heure 30 de concert. Seuls des DJ interviennent dans cette salle. Les lignes 40 , 50 et 63 hertz sont celles avec le plus d’énergie.

Des débats ont eu lieu, dans le cadre de la réglementation, pour savoir si les 63 hertz devaient être mesurés.

L’impact de la nouvelle réglementation sera important, particulièrement dans les petits lieux. Chaque lieu devra s’équiper d’outils de gestion corrects. Ne pas introduire d’incorrection de mesure semble problématique.

Richard DENEROU

Il faut peut-être travailler sur l’émergence.

Jacky LEVECQ

Si un agent de contrôle intervient, des contentieux risquent de survenir pour savoir si la contravention est bien fondée.

Yves CHAPAT

La nouvelle réglementation évoquera-t-elle les limiteurs ?

Jacky LEVECQ

Oui. Ce point figure dans le décret. La mesure doit valoir en tout point accessible au public, en dBA et dBC.

Frédéric BOTTE

Je pense que le texte doit mentionner des dosimètres, avec des personnes de l’ARS, non pas en tout point accessible au public.

Jacky LEVECQ

La réglementation prévoit 102 dBA sur 15 minutes et 120 dBC sur 15 minutes. Le 63 hertz n’a pas été retenu pour le moment.

Jacques FORET

Pourquoi ne pas prévoir plusieurs mesures et prendre la moyenne ou le maximum séquentiellement ?

Jacky LEVECQ

C’est une question d’équipements.

Jacques FORET

Il vaut mieux mettre moins de micros précis, mais en mettre plus.

Jacky LEVECQ

Les mesures de contrôles sont réalisées par des appareils de classe 1 et les afficheurs de classe 2.

Michel RUMEAU

Je vous invite à regarder le projet de norme et le passage sur les incertitudes. Vous verrez que la part d’incertitudes la plus importante ne concerne pas l’instrumentation, mais le micro et son orientation. Se posent des problèmes d’intervention sans fin.

Jacky LEVECQ

Au Printemps de Bourges, je me suis rendu dans une salle où intervenait un prestataire extérieur qui a réglé le limiteur en positionnant son microphone à 1,5 mètre de la façade en intégrant des fonctions de transfert. Il avait pris une telle marge de sécurité que les valeurs relevées à la régie étaient inférieures à celles affichées par le système de gestion en régie. Les mesures ont toutefois été faites sans que les groupes jouent, ce qui a faussé les valeurs mesurées en front de scène.

L’étude d’impact sera obligatoire pour les lieux clos, mais aussi pour les festivals en plein air. L’organisateur devra prouver que son événement n’impacte pas le voisinage. Le bureau d’étude devra connaître la programmation et mettre des valeurs bornes.

Richard DENAYROU

Un groupe de travail du Ministère de l’Écologie a conclu qu’il n’était pas possible de réglementer les festivals en extérieur comme en intérieur, faute d’isolement contractuel. Un ensemble de mesure a été proposé : optimisation de la sonorisation, nombre de concerts, durée des concerts, niveau en façade des riverains les plus exposés…

Le seul moyen en extérieur est de considérer et traiter le problème dans sa globalité, en optimisant la sono et sa directivité, en limitant les événements organisés sur un site et en aidant les riverains à procéder à une isolation phonique.

Anne SINGLER FERRAND

Quand il est impossible de réduire le bruit à la source, il convient d’organiser une concertation avec les populations, d’instaurer des comités de suivi, de définir un planning… L’association des personnes participe à leur acceptation.

Jacky LEVECQ

Le problème ne se pose pas pour les grands festivals qui sollicitent du personnel compétent, mais au niveau des petits lieux soumis à de nombreux paramètres.

Marc DUHIL

Les salles polyvalentes disposent souvent de limiteurs à coupure qui se déclenchent.

Jacky LEVECQ

Sur les petits lieux musicaux, ces dispositifs n’existent pas, alors qu’ils peuvent accueillir 150 personnes, dans un environnement peu adapté, comme des caves en Bourgogne. Les professionnels qui travaillent dans ces milieux ont souvent intégré ces problématiques. Les sonorisateurs se trouvent sous la responsabilité du gestionnaire de la salle, alors que le sonorisateur du groupe porte le projet du groupe. Le groupe n’a jamais une idée précise de ce qui se passe en façade. Le système Opéra permet d’effectuer les enregistrements audio quand les valeurs sont dépassées et le son est souvent mauvais, ce qui étonne le groupe. Le point est plus complexe pour le spectacle vivant.

Richard DENAYROU

Les nouveaux textes identifient mieux le responsable du bruit, alors que la chaîne de responsabilité actuelle peut être très complexe.

Jacky LEVECQ

C’est effectivement le gestionnaire.

Frédéric BOTTE

Dans les salles de spectacle, trois licences existent : gestionnaire, producteur et diffuseur. Ce point est important pour le développement de la culture en France et l’avenir des petits lieux.

Jacky LEVECQ

Les petits lieux sont ceux où émergent les nouveaux groupes. L’impact culturel doit effectivement être pris en compte. La seconde étape du travail, quand la réglementation sera adoptée, consistera à travailler avec les professionnels pour accompagner le changement et les doter d’outils pour les responsabiliser. Les artistes doivent être sensibilisés, puisque les musiciens formés ne connaissent pas le fonctionnement de leur outil de travail, leur oreille.

Michel RUMEAU

La culture est responsable dans l’ensemble. Le débat ne prend toutefois pas en compte les préoccupations fréquentielles et basses fréquences.

Jacky LEVECQ

La profession doit maîtriser les choix esthétiques, les systèmes de diffusion et les outils de gestion.

Le travail réalisé à la Cigale est probant, car le sonorisateur de la salle communique les informations disponibles en live. Le personnel des établissements est demandeur de ces outils.

Richard DENAYROU

Les sonorisateurs des petites salles ne savent pas utiliser les basses fréquences. De grandes dispersions sont donc observées sur ces fréquences, à cause de la répartition spatiale.

Anne SINGLER FERRAND

Le projet de réglementation vise la protection auditive du public, et non une protection de l’environnement.

Jacky LEVECQ

La diminution du niveau sonore a toutefois une conséquence positive sur les riverains. Le HCSP a rapproché ces valeurs de celles du bruit au travail, sachant que le travail dure huit heures par jour pendant 40 ans, alors que les personnes fréquentent en moyenne trois concerts par an.

Le CMB travaille avec les intermittents pour monter des campagnes de prévention et de sensibilisation. Le point est plus complexe pour les musiciens, pour des raisons culturelles.

Michel RUMEAU

Le principe de précaution a été appliqué, en s’appuyant sur les données du Code du travail qui vise aussi les données d’exposition réduites.

Jacques FORET

Pour mesurer les basses fréquences, il faut multiplier le nombre de micros.

## La nouvelle norme NF S 31 135 et les mesures en basses fréquences

### Guillaume DUTILLEUX

#### Cerema Est

Je rappelle que l’enquête sur la norme NF S 31 310 s’achève le 25 novembre.

J’anime la commission du CEREMA consacrée aux bruits dans l’environnement et ai animé le groupe de travail basses fréquences chargé d’élaborer une norme. La norme sera XP (expérimentale) avant d’être NF.

La préoccupation concernait les éoliennes, accusées d’être source de basses fréquences et de causer des troubles, même si ceci reste à prouver, et les surpressions engendrées par les tirs de mine dans certains chantiers ou les carrières. Ce n’est pas la vibration qui cause le plus de plaintes, mais la surpression aérienne.

Le sujet a été largement traité à l’étranger, avec une norme allemande actuellement en révision qui traite de l’audibilité des sons, une norme danoise sur les éoliennes et les navires. On peut également citer les travaux menés au Royaume-Uni par Geoff Leventhall et ceux de l’université de Salford.

Le domaine d’application de la norme s’intéresse à l’environnement extérieur et à l’habitat. Les sources sont les tirs de mines, les explosions non accidentelles (feux d’artifice), les transports terrestres et aériens, les sites industriels, les aérogénérateurs et la musique amplifiée. Les applications sont la prévision et la surveillance des impacts, le travail autour d’équipements sensibles (laboratoires) et, partiellement, le traitement des plaintes.

Sont exclus de la norme les lieux de travail et l’habitacle des véhicules, les bangs soniques et les stands de tir. La norme couvre une gamme de 1 à 150 hertz qui recouvre l’essentiel de l’énergie des phénomènes impulsionnels et correspond aux normes usuelles pour les transports et les bâtiments. Cette gamme est à la portée des microphones ½ pouce.

La discussion a porté sur la définition : basses fréquences ou infrasons ? Le terme de basses fréquences a finalement été privilégié puisqu’un infrason est un son auquel on ne peut donner une hauteur. Une variabilité importante de l’audiogramme, ou du perceptogramme, existe d’un sujet à l’autre. L’oreille fonctionne à des fréquences aussi basses que 1 hertz. L’expression générique de basses fréquences a donc été privilégiée. Les infrasons se mesurent avec un baromètre.

La préoccupation initiale portait sur des bruits impulsionnels et stationnaires. Pour ces derniers, trois situations existent dans un local, en dessous de la fréquence, en dessous de la limite de Schroeder ou au-deçà de la fréquence limité de Schroeder. La mesure de prise en compte de cette variabilité du champ repose sur deux points de mesure conventionnels posés dans un angle 3D à un tiers de la diagonale. La mesure s’effectue aussi à un point représentatif de l’usage de la pièce. Le nombre de cycles et la durée dépendent du type de source. Les sonomètres de classe I sont autorisés dans certaines circonstances. Seul un sonomètre a actuellement une gamme de fréquences débutant à un hertz.

Pour les bruits impulsionnels, les indicateurs sont l’amplitude crête de la surpression exprimée en pascal ou en décibels ou l’impulsion, ou l’intégration du signal de pression dans une phase positive ou négative.

Le calibrage n’a pas été résolu, puisqu’il n’existe pas d’étalon primaire. Deux solutions ont été proposées pour les bruits stationnaires : un pistonphone raccordé à 250 hertz, qui est toutefois hors gamme de mesure, ou un calibreur basse fréquence qui n’est pas raccordé, de 0,27 à 100 hertz.

Emmanuel CHELOTTI

Que signifie raccordé ?

Guillaume DUTILLEUX

Ceci dépend de l’étalonnage primaire et secondaire.

La solution est encore plus compliquée pour les bruits impulsionnels puisque le pistonphone ne peut être utilisé.

Pour conclure, le texte devrait prochainement être publié par l’AFNOR. Il ne suffit pas pour traiter les plaintes. Le CEREMA a toutefois traduit un document de l’université de Salford qui précise la manière de traiter une plainte. Le plaignant doit alors tenir un journal pendant que des mesures de longue durée sont réalisées à son domicile. La norme française ne traite pas le caractère audible d’un bruit. Il serait intéressant de fournir ultérieurement une procédure sur ce point. A long terme, il conviendrait enfin de développer un étalon primaire.

Je remercie les membres du groupe de travail, actif pendant cinq ou six ans.

Jacques FORET

Existe-t-il une relation entre les accéléromètres et le son perçu par les micros ?

Guillaume DUTILLEUX

Ceci concerne la vibroacoustique.

L’isolement peut augmenter avec la fréquence, mais il peut tout de même y avoir des phénomènes vibratoires sur la paroi.

Emmanuel CHELOTTI

Existe-t-il une surface de pièce minimale ?

Guillaume DUTILLEUX

Nous avons fixé la limite à 25 mètres cubes, ce qui correspond à 10 mètres carrés.

Emmanuel CHELOTTI

Avez-vous échangé sur l’intégration du 63 hertz dans la nouvelle réglementation ?

Guillaume DUTILLEUX

Nous avons identifié une lacune sur la partie basse du spectre, renforçant l’intérêt de mesurer cette gamme. Dans le bâtiment, la norme ISO 16 283 décrit la mesure de bruit de choc et d’isolement à basse fréquence, mais ne descend que jusqu’à 30 hertz.

David ROUSSEAU

Tu parlais d’analyser la réponse impulsionnelle en pression sur l’amplitude maximale.

Guillaume DUTILLEUX

Nous enregistrons le signal de pression, pas la réponse impulsionnelle.

David ROUSSEAU

Quand je mesure sur une impulsion, je transforme les hertz avant d’obtenir des valeurs énergétiques.

Guillaume DUTILLEUX

Le groupe de travail a mis en relation deux mondes qui ne se connaissaient pas : des spécialistes de carrières, d’explosion et de bruit d’armes qui utilisent des instruments que nous ne connaissons pas.

Alexandre GARCIA

Il existe forcément une constante de temps.

Michel RUMEAU

Nous n’étions alors pas dans les mêmes conditions d’attente pour la comparaison ou l’étalonnage puisque l’Institut Saint-Louis dispose d’un appareil qui pourrait servir d’étalon primaire.

Nous n’avons pas d’étalon primaire, mais recommandons toutefois l’utilisation du pistonphone, ce qui donne un élément de comparaison. Des projets existent toutefois sur ce point.

Guillaume DUTILLEUX

Sur les bruits impulsionnels, nous n’avons pas de solution de calibrage. La norme impose donc de procéder à une vérification périodique en laboratoire, puisque certains disposent de sources de référence, avec une périodicité bien plus importante que les sources acoustiques.

Pierre DUCLOS

Comment avez-vous tracé ces courbes ?

Guillaume DUTILLEUX

C’est la traduction hypothétique d’un signal de pression.

Pierre DUCLOS

Existe-t-il un baromètre suffisamment rapide pour établir de telles mesures ?

Eric VIVIE

L’échelle de temps ne doit pas être une seconde, mais une microseconde.

Pierre DUCLOS

Sur l’impulsion, le milieu s’amortit lentement.

Michel RUMEAU

Ces courbes sont reprises de ceux qui travaillent habituellement sur les carrières.

Jacques FORET

Pourquoi ce système a-t-il une fréquence inférieure à un hertz alors que la norme commence à un hertz ?

Marc DUHIL

La norme ne me semble pas très adaptée à nos préoccupations de basses fréquences en musique amplifiée. La norme 16 283 est-elle plus adaptée ?

Guillaume DUTILLEUX

Elle ne vise pas cet objectif.

Emmanuel CHELOTTI

L’avez-vous appliquée à des mesures dans des lieux musicaux ?

David ROUSSEAU

L’angle crée un cône qui nous fait modifier tous nos référentiels, ce qui constitue une première difficulté. Cette mesure est à la défaveur de l’exploitant.

Guillaume DUTILLEUX

Ces points sont dits conventionnels dans un souci de reproductivité des mesures, puisque le point représentatif de l’usage de la pièce est toujours plus contestable.

David ROUSSEAU

Cette mesure n’est toutefois pas plus juste. La courbe de réponse comprend des montées et des descentes, jusqu’à la fréquence de Schroeder. Etendre la gamme de fréquences nécessite plus de microphones calibrés en phase.

Le faire en séquentiels peut fonctionner, avec des sweep,

Eric VIVIE

J’ai dit que le mesurage du 63 dans les pièces ne présentait pas un grand intérêt. Or, les spectres montrent en fait qu’une émergence peut être enregistrée à 63 et non à 125. Il convient donc de positionner le micro au niveau de l’oreille du plaignant et de faire du Leq très court pour mettre en valeur les impulsions à cette fréquence.

David ROUSSEAU

Il convient effectivement de mettre en place des Leq courts pour mettre en avant l’aspect impulsionnel de la musique. A 20 ms, la mesure n’est pas juste si le filtre engendre des phénomènes de lissage temporel. Il faut trouver le juste compromis entre le temps d’analyse et l’information impulsion.

Guillaume DUTILLEUX

La norme impose un gabarit en amplitude sans aucune caractéristique en phase.

Jacques FORET

C’est bien dommage.

David ROUSSEAU

L’ondelette peut adapter la longueur d’analyse à la fréquence.

Michel RUMEAU

Tout le monde peut disposer d’une chaîne de mesure relativement classique. Si on veut développer une analyse par ondelette, les constructeurs vendent du matériel, mais sans raccordement avec d’autres mesures. Le point est donc réservé à la recherche, pour le moment.

## Phénoménologie des basses fréquences d’origine musicale

### David ROUSSEAU

J’ai créé des systèmes de mesure pour obtenir une visualisation de ce que j’entends, pour en vérifier la cohérence.

Les capacités technologiques en termes de génération de grave ont beaucoup évolué, avec des haut-parleurs qui tiennent maintenant 2 500 W, voire 5000, contre 35 en 1975.

Les musiques ont évolué, avec une compil techno avec 15 dB de plus à 31 hertz que *Money*, de Pink Floyd, et 11 de plus en 63 hertz. Tous les concepts se retrouvent faussés par les proportions de basses maintenant utilisées. Avec 125 dB à 63 hertz, l’essentiel de l’énergie réside dans les basses fréquences. La fréquence de coupure basse est à 25 hertz pour les haut-parleurs. Les ingénieurs du son déplacent les fréquences dans l’infra puisqu’elles sont mieux perçues par le public. De très gros niveaux sont donc enregistrés en infragraves, en 31 ou 40 hertz. Les niveaux sonores actuellement utilisés en sonorisation à la console varient de 98 à 105 en dBA et de 115 à 125 en dBC. Le 105 est mieux respecté, car le dBA génère une douleur, contrairement aux basses fréquences.

J’ai réalisé une cinquantaine de mesures pour étudier les problèmes liés à la position physique du point de mesurage et la cartographie des niveaux sonores. L’écart type et de 3,9 dB sur une octave en 63 hertz en émission. La bonne solution consiste à effectuer la mesure en plusieurs points.

Une cartographie réalisée dans une salle de spectacle, à Paris, montre l’écart maximum et minimum en fonction de la position, avec une différence de 30 dB à 56,3 hertz par exemple. Les cartes ne sont pas superposables selon les fréquences, ce qui montre que la pièce ne se comporte pas de la même manière selon les fréquences et prouve la nécessité de multiplier les mesures. L’écart type diminue avec le nombre de points pris pour calculer la moyenne. Sur une seule mesure, la variance est de 14 dB. A partir de cinq points de mesure à 63 hertz, la variance passe à 2 dB. Ceci revient à faire un moyennage dans l’espace. La mesure dans l’angle est intéressante en détection et en recherche d’optimisation, pas en qualification du résultat. Ces mesures ont été réalisées dans une pièce de 12 mètres carrés, en réception.

Si cinq mesures sont réalisées, l’écart type est le même à 63 hertz qu’à 125 hertz.

Pierre POUBEAU

Qu’était le signal émis ?

David ROUSSEAU

De la musique, avec des bruits musicaux passés séquentiellement par fréquence, et du bruit rose. L’objectif était de voir que cinq points de mesure suffisaient.

Pierre POUBEAU

Avec uniquement du bruit rose, même filtré, combien de points faut-il ?

David ROUSSEAU

Le même nombre. Il faut 2 000 fois plus de puissance avec un bruit rose qu’avec un sweep.

L’avantage d’envoyer des signaux off/on est de voir si les mêmes données sont récupérées à la réception, d’observer l’émergence et de voir si les mesures sont bien identiques, ce qui donne un indice de fiabilité à la mesure.

Marc DUHIL

Quelle est l’échelle temporelle ?

David ROUSSEAU

Je fais des cycles de 15 secondes, jamais de plus de 30 secondes.

Emmanuel CHELOTTI

Vous utilisez cette méthode quand vous ne mettez pas d’oreille à la réception ? On voit qu’un signal est perturbé à la réception.

David ROUSSEAU

Ceci permet de faire des moyennes en sélectionnant les mesures les plus cohérentes.

Une autre technique pour estimer un isolement consiste à enregistrer le niveau à l’émission puis la réception dans deux appartements. Un traitement statistique est ensuite réalisé, en prenant les points les plus bruyants, sur une heure de concert, pour calculer l’isolement sur ces points. Une courbe de statistique permet ensuite d’observer le nombre d’occurrences où la valeur a été enregistrée en isolement. Ceci permet de voir si le pic est espacé.

Eric VIVIE

Je fais les isolements en ne retenant que les L10.

David ROUSSEAU

Je me sers en plus la cohérence temporelle pour évacuer les parasites.

Pierre POUBEAU

Cette analyse est-elle faite par tiers d’octave ?

David ROUSSEAU

Oui.

Emmanuel CHELOTTI

Avez-vous comparé l’isolement obtenu dans un concert et d’autres isolements ?

David ROUSSEAU

Oui. La précision est meilleure lorsque la courbe de Gauss est resserrée. Dans les festivals importants, cette méthode permet d’utiliser l’énergie fournie sans être intrusive vis-à-vis du sonorisateur.

Emmanuel CHELOTTI

Le caractère impulsionnel de la source n’a donc pas d’impact sur le résultat de l’isolement.

Alain CHAMBOISSIER

Le rose est toujours meilleur.

David ROUSSEAU

Sur des fréquences pures, le raisonnement serait le même en bandes fines.

Pierre POUBEAU

La durée de corrélation n’est pas forcément la même sur toutes les bandes.

David ROUSSEAU

Le sweep permet d’utiliser des algorithmes

Avec un bruit rose, l’énergie est répartie sur toute la bande. L’utilisation d’un sinus donne lieu à 26 dB de plus. Il vaut donc mieux concentrer l’énergie sur une fréquence, plutôt que l’étaler.

Le repliement temporel permet d’envoyer de l’énergie sur un temps long puis de la remettre sur une seconde au lieu de 10 000, obtenant un sweep maximisé en énergie. Cette technique améliore le rapport signal sur bruit. Sur un sweep de 48 secondes, on gagne 34 décibels.

Emmanuel CHELOTTI

Vous l’utilisez à quelle occasion ?

David ROUSSEAU

Dès que je n’arrive pas à obtenir une émergence significative.

Plus la durée du signal est importante, plus le gain l’est. Si vous voulez gagner 3 décibels, vous pouvez le faire en 3 secondes. Il faut sinon 48 secondes pour gagner 34 décibels.

Michel RUMEAU

L’exemple donné vaut dans un cas sans perturbation.

Pierre POUBEAU

Avec 34 décibels gagnés, on s’affranchit des bruits de fond.

Michel RUMEAU

Sur la partie basse qui est présentée comme un intérêt, je ne vois pas des courbes similaires.

David ROUSSEAU

On diminue l’énergie. Quand on est à zéro, la modification sur la courbe de réponse est nulle. Sur le bruit rose, à partir de 30 décibels d’atténuation, le bruit rose varie en termes de courbe de réponse alors que le bruit en sweep est bruité beaucoup plus tard. Le sweep n’est pas intuitif.

Michel RUMEAU

Faire le test sur une puissance concentrée met en jeu les caractéristiques de la paroi. En présence d’une structure non complexe, avec un certain nombre de résonnances, on peut tabler sur des accidents de réponse.

David ROUSSEAU

C’est exact.

Pierre DUCLOS

Nous avons fait des mesures avec filtrage en fréquence et en bruit rose complet et n’avons pas trouvé d’écarts.

David ROUSSEAU

Un rose analysé en bande fine et un sweep donnent les mêmes résultats, en régime linéaire.

Marc DUHIL

Qu’en est-il en termes de musique amplifiée ?

David ROUSSEAU

Plus on est en note marquée, plus il faut analyser en bande fine.

Pierre POUBEAU

Comment faire le sweep ?

David ROUSSEAU

C’est un traitement du signal enregistré. Toutes ces mesures sont faites avec un enregistreur audio.

Pierre POUBEAU

Tout le monde peut donc utiliser la technique.

Eric VIVIE

Qu’en est-il du sweep wobulé ?

David ROUSSEAU

C’est compliqué à interpréter.

Quand je suis à la réception, je fais une mesure en bande fine et la pondère A. Ceci me permet de voir quelle fréquence est la plus problématique chez le plaignant. Je commence par une source omni, je caractérise les points faibles et cherche la manière dont les fréquences passent pour créer un système directif.

Jacky LEVECQ

Avec plusieurs points de réception n’ayant pas les mêmes caractéristiques, la signature spectrale diffère.

David ROUSSEAU

Je ne m’intéresse alors qu’aux points communs, si une fréquence ressort chez tous les voisins, pour voir quel point structurel traiter.

Richard DENAYROU

Un filtre inverse pourrait être appliqué sur la sono pour renforcer l’isolement.

David ROUSSEAU

Il vaut mieux jouer sur la directivité. Je mets une source pour mesurer également le comportement temporel à la réception pour obtenir le vrai TR qui passe à travers la paroi. La réponse impulsionnelle est décomposée ce qui permet de voir le temps de propagation et de parcours entre la source sonore et le local de réception. Ceci permet de voir les réfections multiples. L’ondelette permet de prendre des petits temps d’observation pour les hautes fréquences et des grands temps pour les petites fréquences. Ce spectogramme s’adapte à la fréquence regardée.

Les résonances du local de réception montrent les phénomènes de traînage identiques, ce qui permet de les associer au local d’émission.

La méthode bruit rose est intéressante si l’émergence est importante. Elle donne des résultats exploitables sans traitement et est facile à utiliser. Elle demande toutefois une très forte puissance et ne permet pas de dissocier le bruit ambiant du bruit de fond, ne donne pas d’information sur la réponse impulsionnelle, mélange le signal et les distorsions et nécessite des mesures longes. En sweep, tout ce qui ne relève pas de la fréquence étudiée est éliminé.

Michel RUMEAU

En sweep, en bande très fine, le gain permet de mesurer des isolements importants.

David ROUSSEAU

Quand on mesure un haut-parleur, il envoie la puissance normale et les distorsions. En sweep, on analyse la réponse impulsionnelle du signal même et, décalées dans le temps, les réponses impulsionnelles liées aux différentes distorsions. Le sweep est bien documenté.

Les sources musicales permettent de mesurer le vrai signal. Elles doivent être utilisées avec beaucoup de précautions.

La source sweep permet de mesurer le niveau et la réponse impulsionnelle en même temps, de s’affranchir des bruits constants et du bruit de fond. Le sweep permet de mesurer toutes les fréquences en 48 secondes et de mesurer virtuellement avec 2 000 fois plus de puissance.

Jean-Pierre ODION

Que peut-on pour modifier la directivité des enceintes ?

David ROUSSEAU

Le principe physique des systèmes cardioïdes permet de prendre deux sources omni et de les placer à un quart de l’onde en distance, à 1,70 mètre par exemple, et d’en retarder une du temps équivalent à la distance. Le retard compense la distance et les haut-parleurs s’additionnent à 6 décibels. L’autre haut-parleur se retrouve virtuellement à une demi-longueur d’ondes et les deux haut-parleurs s’annulent, ce qui permet de diriger le son. En système clos, on gagne 10 décibels.

Le cumul de deux phénomènes, l’effet de cardio et l’effet dipolaire, permet de retirer ce qui se passe à l’arrière et sur le côté et de n’envoyer qu’à l’avant. Ceci ne marche que sur la gamme des fréquences et permet de gagner 15 dBC.

Pierre POUBEAU

Le point concerne bien deux HP côte à côte et non superposées.

David ROUSSEAU

Elles sont distantes d’une demi-longueur d’ondes. Elles peuvent toutefois être distantes sur le côté ou en hauteur de 1,70 mètre.

Les limites d’un système cardioïde sont les suivantes. Un tel système ne fonctionne pas s’il est trop proche d’un mur. Il faut sinon qu’il soit contre un mur, sur le côté, pour ne pas que la source image du mur arrière perturbe le point. Si les distances physiques ne sont pas respectées entre les sub, il faut réduire la largeur de la bande où le système est cardioïde. En général, dans une salle de 1 500 places, le gain réel en isolement dans le local de réception plafonne entre 7 et 10 dB à 50 Hz. En plein air, on obtient jusqu’à 15 dBC de moins de l’avant à l’arrière du système de sonorisation.

Richard DENAYROU

Les sonorisateurs ont donc 15 dB de plus.

David ROUSSEAU

J’utilise une boule constituée de 32 haut-parleurs de 38 centimètres.

Michel RUMEAU

Ce dispositif est destiné à émettre pour procéder à un isolement.

David ROUSSEAU

Tout dépend. Les mesures peuvent être réalisées en sweep ou en rose.

Pierre POUBEAU

On ne peut pas faire du cardioïde.

David ROUSSEAU

Si. Un système multimicros et multisource permet de gérer en temps réel. La réjection est forte, contrairement à la directivité : elle est utilisée pour caractériser le phénomène.

Jean-Pierre ODION

Comment les haut-parleurs ont-ils assez de volumes ?

David ROUSSEAU

Chaque haut-parleur a 50 litres et la boule mesure 1,50 mètre de diamètre.

Pierre DUCLOS

En clair, avec une enceinte bidirectionnelle, on peut faire une enceinte directionnelle.

David ROUSSEAU

J’ai développé des outils de caractérisation en basses fréquences, avec des systèmes de cartographie sonore en temps réel, ainsi qu’un système multi microphone qui sert à l’affichage en salle, ce qui permet à l’ingénieur du son de s’ajuster facilement, grâce à de multiples sondes réparties dans l’espace. Ce système permet d’améliorer le son dans la pièce et de le minimiser à l’extérieur. Un équaliseur donne une courbe de réponse au 24ème octave. Dans un tiers d’octave, il n’y a pas de fréquence marquée. Quatre enceintes sont idéalisées et le bruit rose est décorrélé.

A partir d’un sweep enregistré à partir d’un téléphone portable ou d’un enregistreur audio standard, il est possible d’extraire de nombreux paramètres. La correction appliquée sur le TR est le vrai

Pierre POUBEAU

Le temps pendant lequel la paroi continue à vibrer est mesuré, pas la réverbération.

David ROUSSEAU

L’intérêt est de connaître l’impact du rayonnement de la paroi dans la pièce.

Pierre POUBEAU

Ce n’est pas une réverbération.

David ROUSSEAU

Ce calcul par point permet de connaître le rôle de la résonnance.

Camille HAMEL

Ce n’est effectivement pas la réverbération de l’espace en tant que telle.

Pierre DUCLOS

C’est la façon d’exciter la pièce qui diffère.

David ROUSSEAU

Une analyse en spectro permet de visualiser, grâce à une mesure très précise en fréquence, les différents éléments en les sortant du bruit de fond.

Eric VIVIE

Le spectogramme présente un vrai intérêt en termes de reconnaissance de formes. C’est une image.

Guillaume DUTILLEUX

Est-ce que tu quantifies la météo ?

David ROUSSEAU

Non, je corrige en temps réel à l’émission.

Ce que je maintiens, c’est une émergence chez les riverains, en temps réel.

Guillaume DUTILLEUX

Quand on n’a pas une sonorisation à disposition, l’expérience a été faite avec des mesures inférieures au seuil d’audition pour mesurer les atténuations.

David ROUSSEAU

Une mesure en sweep fait gagner en rapport signal bruit et peut mesurer des mesures non audibles. L’idéal, pour des mesures, est l’ALMS.

Guillaume DUTILLEUX

Cette étude japonaise avait inséré un filigrane avec le MLS qui modulait et comportait une signature dans le bruit.

Ces techniques de mesure de performance sont normalisées dans une norme ISO 18 233.