

## Le monitoring acoustique au service de la qualité sonore du cadre de vie

*Le bruit est bien connu pour être vécu comme la principale des nuisances environnementales, mais il est aisé de constater que cette donnée n'est pas encore prise en compte dans tous les domaines. Or des outils existent aujourd'hui pour surveiller le bruit et permettre une gestion pertinente et réactive des activités bruyantes. Retour d'expérience, sur le cas d'un chantier urbain à Strasbourg.*

---

Christine AUJARD  
01dB-Metravib  
Laurent DROIN  
Acouphen Environnement

---

⇒ Le constat est bien connu : le bruit, ou plus exactement l'excès de bruit, constitue un préjudice à la qualité de vie, voire à la santé des individus.

La définition d'un bruit a de multiples facettes mais celle d'un excès de bruit est encore plus délicate à cerner. En effet, quand et comment peut-on dire qu'un bruit est excessif ?

S'agit-il d'un problème de quantité, et si oui est-ce en termes absolus (niveau sonore en décibel) ou en termes relatifs (émergence par rapport au bruit de fond) ?

S'agit-il d'un problème de « sonorité » (sifflement strident, grondement sourd...) ?

S'agit-il d'un problème d'instant (la nuit) ou de lieu (chambre) ?

En réalité, évidemment, c'est souvent un peu tout cela à la fois.

L'excès de bruit pèse sur notre quotidien mais, curieusement, les politiques de réduction des nuisances sonores restent très marginales au sein des politiques environnementales ou de santé publique. La raison en est sans doute qu'un bruit

est volatile, non rémanent, et qu'il se propage peu (par rapport à d'autres formes de risques environnementaux ou sanitaires). De plus, comme le bruit est synonyme de vie, d'animation, de communication, de travail... La notion d'excès de bruit est d'autant plus difficile à appréhender.

Néanmoins, le bruit offre un avantage sur d'autres nuisances : il est facilement mesurable. L'excès de bruit est donc facilement objectivable... Toute considération d'ordre psychosociologique mise à part.

L'excès de bruit est révélateur d'un dysfonctionnement. Il signale une dérive. Dans de nombreux cas, la dérive est d'ordre comportemental (tapage...), mais elle peut être liée à un process (défaut d'entretien...) ou à une mauvaise conception initiale (un bâtiment, un plan de circulation...).

Le fait de pouvoir surveiller le bruit, en continu et sur de longues durées, permet donc d'observer des dérives, à la manière

des dispositifs de monitoring utilisés en médecine, avec une triple fonction :

- fonction « active » d'alerte ;
- fonction « passive » de suivi d'indicateurs ;
- fonction pédagogique de compréhension des phénomènes.

### **Surveiller le bruit : pourquoi faire ?**

Mettre en place aujourd'hui un suivi continu et en temps réel des niveaux sonores permet non seulement d'afficher une transparence certaine vis à vis des situations acoustiques mais également de gérer les dérives avec une grande réactivité, et désamorcer les éventuels conflits de demain.

En effet, les mesures de bruit réalisées en continu peuvent permettre de valider ou non le fondement d'une plainte manifestée suite à un évènement. Répondre aux besoins des maîtres d'œuvre, des gestionnaires d'infrastructures de transport terrestre et d'aéroports, des industriels,



Photo 1 : La surveillance de l'environnement sonore est judicieuse aux abords des chantiers de construction et d'aménagement urbains.

... des acteurs urbains en matière de connaissance sur les situations sonores locales... Tels sont les enjeux de la surveillance acoustique, en vue d'informer les populations locales, d'agir en connaissance de cause et de programmer un ensemble de priorités avec réactivité pour limiter les effets des nuisances sonores générées....

Ainsi, il s'avère judicieux de déployer de telles surveillances de l'environnement sonore notamment aux abords des chantiers de construction et d'aménagement urbains (photo 1), à proximité des voies routières ou ferroviaires, de plateformes aéroportuaires, en bordure de zones industrielles ou au cœur de zones urbaines sensibles.

Vis-à-vis des nuisances sonores produites par des infrastructures de transport et surtout des aéronefs, (dont les bruits présentent un caractère « événementiel »), le monitoring acoustique permet aux acteurs concernés de disposer de résultats permettant :

- le partage de l'information et la sensibilisation du public ;
- la gestion des dérives ponctuelles anormales, en termes de niveaux sonores, d'horaire... ;
- le suivi d'indicateurs statistiques sur le long terme ;
- la validation d'un état des lieux (situation de référence avant modification...)
- le calage de modèles informatiques (référentiel cartographique).

De même en ce qui concerne les gestionnaires de territoires (villes, communautés

d'agglomération, départements...), la surveillance acoustique est un outil de formalisation de certains de leurs engagements environnementaux en lien avec la qualité de l'environnement sonore local, grâce à :

- la constitution d'une base de données de long terme, de type « observatoire » du bruit ;
  - la fourniture d'indicateurs sur les effets induits des actions de leur plan de déplacement urbain ;
  - l'aide à la qualification des zones de calme à préserver ;
  - l'objectivation indiscutable de certaines situations posant des problèmes récurrents ;
  - l'établissement d'un référentiel, la traçabilité d'un état des lieux ;
  - la communication auprès du grand public avec affichage des niveaux de bruit dans des lieux stratégiques.
- A diverses échelles et pour différents types d'usage, plusieurs collectivités locales mettent en place un réseau de mesure du bruit, à l'instar de Lille Métropole, du Grand Lyon, ou encore de la région Île-de-France via l'association BruitParif...

Certains sites industriels en milieu urbanisé, ou même des sites d'activités de loisirs (circuits de karting...) s'équipent de systèmes de surveillance du bruit émis en limite de propriété ou à distance, soit dans une démarche d'autocontrôle (cadre d'une certification ISO 14000 par exemple), soit dans le souci de vivre en bonne intelligence avec leur voisinage en se dotant de moyens d'objectivation

partagée de leurs émissions sonores. Enfin, après les aéroports, dont les plus importants sont acoustiquement « surveillés » aujourd'hui à l'aide de stations de mesure (Aéroports de Paris, Bordeaux, Lyon, Montpellier, Nantes, Lille, Toulouse<sup>(1)</sup>) c'est au tour des chantiers urbains en secteurs sensibles de faire de plus en plus souvent l'objet de ce type de démarche.

Les objectifs de la surveillance acoustique et/ou vibratoire d'un chantier visent :

- la protection des habitations riveraines, des activités commerciales ou hôtelières, des salles informatiques voisines, des ouvrages d'art et des bâtiments implantés à proximité des travaux ;
- la constitution de bases de données sur les engins et les matériels impliqués ;
- la facilitation de la concertation et l'objectivation du dialogue avec les riverains ou l'Administration ;
- l'identification indiscutable de l'origine des bruits (séparation des bruits imputables au chantier des bruits « parasites » d'origine extérieure) ;
- l'optimisation de l'organisation, des choix de matériels ou process de travaux, et la sensibilisation des personnels quant aux effets des dérives...

## Utilisation d'un système d'analyse acoustique environnementale

A titre d'exemple, on peut citer l'approche menée par l'équipe de maîtrise d'œuvre du chantier de la gare de Strasbourg<sup>(2)</sup>

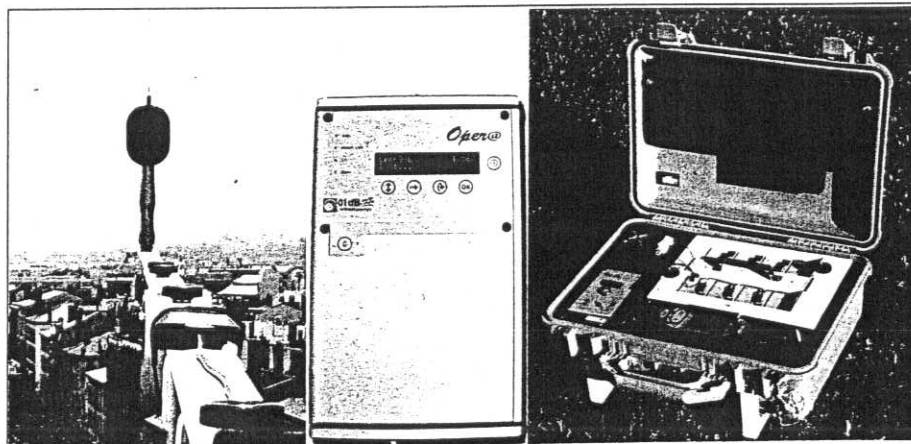


Photo 2 : Les stations de mesure, équipées de capteurs microphoniques, peuvent être fixes (à gauche) ou mobiles (à droite).

...

dans le cadre de l'arrivée du TGV Est, entre Mai 2006 et Juillet 2007. Cet important chantier de construction et de réaménagement de la place de la gare nécessitait une prise en compte assez fine des émissions sonores compte tenu d'une part de sa nature (process travaux) et des horaires de travail (jour/nuit), d'autre part de la sensibilité des immeubles riverains (hôtels principalement).

Les mesures ont été effectuées au moyen de deux stations de mesure « Opera » (photo 2). Ces stations, compactes et visuellement discrètes, étaient reliées en réseau pour constituer un système de surveillance acoustique du chantier en continu. Le dispositif collectait et transmettait les données acquises par WiFi et par connexion au réseau ADSL vers un serveur informatique distant, qui se trouvait dans les locaux d'Acouphen Environnement, à Villeurbanne. Les données ainsi acquises ont permis la réalisation de traitements, d'expertises, d'archivages ou de publications acousti-

ques, essentiels en matière d'aide à la décision.

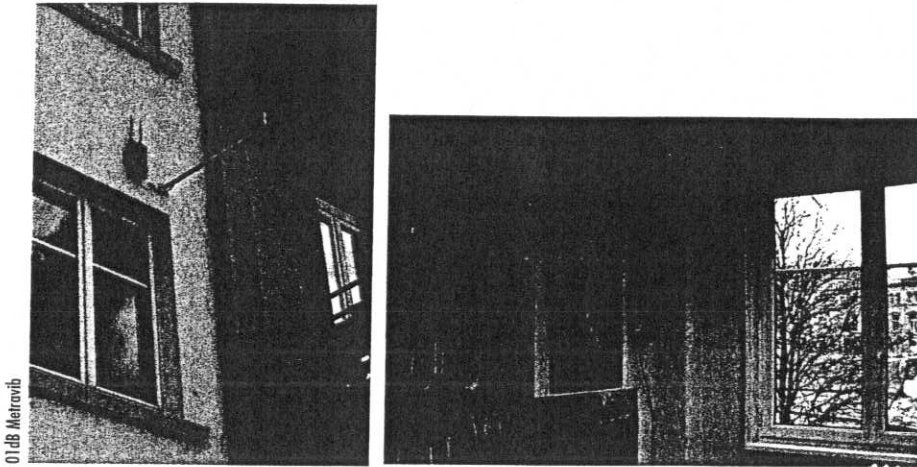
D'une manière générale, les stations de mesure, équipées de capteurs microphoniques, doivent être installées sur des lieux pertinents pour effectuer le travail de surveillance : au cœur et/ou en périphérie de chantier, en limite de propriété industrielle, aux abords d'un établissement aéroportuaire, en façade de bâtiment, sur le mobilier urbain (lampadaire, panneau publicitaire, feux de signalisation), etc. Dans le cas du chantier de Strasbourg, elles avaient été disposées de part et d'autre de la place de la gare, en façades d'immeubles, afin de « couvrir » autant que possible l'ensemble du périmètre de travail (photo 3).

« Ce système a été installé de manière à protéger les riverains du bruit du chantier », explique Camille Mottard, ingénieur chez Arep Ingénierie Technique ; « Le suivi en temps réel des dépassements permet d'intervenir auprès des entreprises

*pour corriger une méthode d'intervention ou d'arrêter certaines tâches pour éviter la simultanéité des nuisances sonores ».*

Avec un tel système, un suivi continu et simultané de toutes les acquisitions *in situ* est réalisé par l'opérateur depuis le PC distant. Des actions en temps réels peuvent alors être automatiquement déclenchées (requête, contrôle,...). L'opérateur peut également de manière rétroactive vérifier la légitimité de plaintes qui lui sont adressées. Des rapports automatiques sont édités quotidiennement, hebdomadairement, mensuellement... et envoyés par e-mail à l'opérateur, l'informant de la situation sonore et des indicateurs d'analyses retenus. Il est ainsi possible de :

- calculer tous les indicateurs acoustiques pertinents faisant l'objet des réglementations (LAeq, spectres en tiers d'octave, indices statistiques ....) ;
- enregistrer le signal audio pour une réécoute et une identification des sources sonores a posteriori ;



01 dB Metrovib

Photo 3 : Implantation des stations de mesure aux abords du chantier de la gare de Strasbourg.

...

- déclencher des actions spécifiques en fonction d'un événement acoustique particulier (codage des sources, envoi d'un signal d'alarme ou alerte (SMS, e-mail, gyrophare,... déclenchement de sorties électriques) ;
- stocker des fichiers de mesure sur une très longue durée ;
- transférer ces fichiers de mesure en utilisant le protocole de communication le plus adapté au contexte local.

## Surveillance active ou veille passive ?

Les deux caractéristiques majeures d'un dispositif de surveillance sont le « temps réel » et le « long terme ». Ainsi, deux types de surveillance acoustique sont utilisés en complémentarité :

- la surveillance active, conduisant à un

ensemble d'actions quasi immédiates ou à très court terme grâce à la disponibilité des informations en temps réel ;

- la surveillance passive, basée sur un post-traitement des données obtenues sur le moyen ou long terme (distributions statistiques, analyses comparatives...).

La surveillance active s'inscrit dans un objectif de réactivité optimale de la part de l'ensemble des acteurs impliqués. Elle vise à prendre en considération en temps réel les niveaux sonores générés sur site en vue de limiter les nuisances liées au bruit. Lorsqu'un seuil acoustique initialement programmé est dépassé, une alerte est envoyée immédiatement et un ensemble d'actions peut alors être déployé sur site afin de retrouver au plus vite la situation antérieure jugée « acceptable ».

A Strasbourg, chacun des dépassements de seuil acoustique (dont le nombre quotidien était très variable selon les phases de chantier) a fait l'objet d'un envoi d'e-mail au responsable de chantier et à l'ingénieur en charge du projet, pour ajuster le fonctionnement du chantier en conséquence (déplacement d'une source, modification d'un procédé ou d'un horaire...). Les seuils acoustiques utilisés en surveillance active ont été « calibrés » à partir de mesures sur site avant démarrage du chantier (situation de référence) : ils portaient sur un ensemble d'indicateurs acoustiques spécifiques tel le LA<sub>max</sub> (1sec) et LA<sub>10, 10 mn</sub> glissantes, représentant respectivement les niveaux de bruit instantanés, intégrés sur 1 seconde, et le niveau atteint ou dépassé pendant 10 % du temps, intégré sur une période de 10 mn glissante (photo 4).

La veille passive s'inscrit dans le moyen ou long terme. Il s'agit d'une démarche visant la constitution de bases de données relatives aux ambiances sonores mesurées et leur exploitation statistique. Elle permet de juger de l'évolution des situations au cours du temps, de l'impact d'une décision sur l'environnement sonore, et facilite l'apprentissage progressif d'une forme de « culture » de la qualité de l'environnement sonore...

Pour la gare de Strasbourg, la surveillance passive consistait en un recueil et une mise en forme mensuelle des données relatives à chaque indicateurs d'analyse (LA<sub>max</sub>, LA<sub>10, 10 mn</sub> glissantes, ainsi

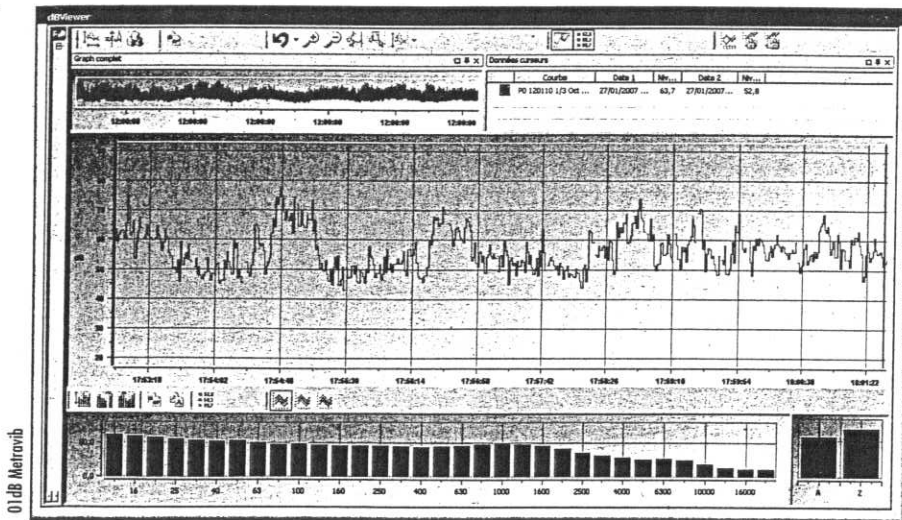


Photo 4 : Surveillance active aux abords de la gare de Strasbourg.

que LAeq Jour/soir/nuite) de manière à suivre l'évolution de ces indicateurs au jour le jour, à la semaine, et au mois, accompagné d'un « avis d'expert » en cas de problème récurrent ou de dérives progressive nécessitant une réflexion de fond.

## Perspectives d'exploitation

Le travail des acteurs de l'environnement sonore (législateurs, ingénieurs, architectes, urbanistes, élus,...) est de faciliter l'objectivation d'un excès de bruit existant ou potentiel, pour en permettre le traitement ou la prévention.

De la même manière que les radars automatiques au bord des routes ont un effet induit d'ordre « pédagogique » sur les comportements des conducteurs, bien au-delà des zones où ils sont placés,

la surveillance acoustique est un outil crédible de sensibilisation et de responsabilisation, à fort impact pédagogique. Il est désormais envisageable avec ce type de dispositif d'avoir connaissance en temps réel de l'environnement sonore d'un territoire géographique étendu (territoire urbain, abords d'un aéroport,...) ou d'un site restreint (chantier, place publique,...), offrant la possibilité d'interagir sur les sources de bruit avec la meilleure réactivité possible en cas de dérives non conforme à un « cahier des charges » prédéfini, ou de traiter des données statistiques fiables et fournir une aide à la décision en toute transparence.

Ainsi, au même titre que la cartographie du bruit<sup>(3)</sup>, la surveillance acoustique est un outil de management environnemental pragmatique et évolutif pour les collectivités locales, les industriels, les gestion-

naires de chantiers. Bénéfice aujourd'hui chiffrable aux abords des aéroports, les plaintes liées aux nuisances sonores ont été divisées par trois, suite à la mise en œuvre sur site de tels systèmes de mesure. Surveillance active et/ou veille passive, le monitoring acoustique facilite la réalisation d'objectifs d'amélioration durable – et mesurable ! - de la qualité du cadre de vie. ■

### Notes :

1. Tous ces aéroports ont été équipés de stations de mesures par la société 01dB-Metravib.
2. Le chantier de la gare de Strasbourg a été conduit sous maîtrise d'œuvre SNCF-DAAB – AREP, architectes : Jean-Marie Duthilleul – François Bonnefille. La surveillance de l'environnement sonore a été confiée à Acouphen Environnement et réalisée au moyen d'équipements de 01dB Metravib.
3. Cf. « Bruit : des nuisances à la carte », *E&T* n°261, novembre 2006 – [www.pro-environnement.com](http://www.pro-environnement.com).

Plus d'infos : [www.01db-metravib.com](http://www.01db-metravib.com)

# Texte C

## Le monitoring acoustique

### SCIENCES

#### QUESTION DE COURS

Expliciter les différentes hypothèses permettant d'établir l'équation de propagation unidimensionnelle des ondes sonores (équation de d'Alembert).

Connaissant la célérité  $c = \frac{1}{\sqrt{\rho_0 \chi_S}}$ , quelle est l'expression de  $c$  dans le cas d'un

gaz parfait d'exposant adiabatique  $\gamma$  (en fonction de  $R$ ,  $T_0$ ,  $\gamma$  et  $M$ ) ?  
Quelle différence aurait-on si la propagation était isotherme ?

#### EXERCICE (Proposer transparent T1)

Lorsqu'un milieu homogène isotrope est parcouru par une onde sonore plane progressive sinusoïdale, son impédance acoustique est définie par le rapport des grandeurs complexes  $\underline{Z} = \underline{p} / \underline{v}$  où  $\underline{p}$  est la surpression acoustique et  $\underline{v}$  la vitesse.

1) Expression de  $\underline{Z}$  pour une onde progressive dans le sens des  $x$  croissants (en fonction de la masse volumique  $\rho$  et de la célérité  $c$ ). Que se passe-t-il si l'onde est régressive ?

2) Expression des coefficients de réflexion et de transmission pour les vitesses à l'interface entre deux milieux d'impédances caractéristiques  $Z_1 > 0$  et  $Z_2 > 0$ .  
Discuter les possibilités de réflexion totale et de transmission intégrale de l'onde.

#### QUESTION(S) SCIENTIFIQUE(S)

Donner un ordre de grandeur de la masse volumique de l'air (aux températures et pressions usuelles).

Donner un ordre de grandeur de la vitesse du son dans l'air.

Classer les vitesses du son dans un gaz, dans un liquide, dans un solide.

Quel est le domaine des fréquences audibles ?

Qu'appelle-t-on intensité en décibel ? Quel en est l'intérêt ?

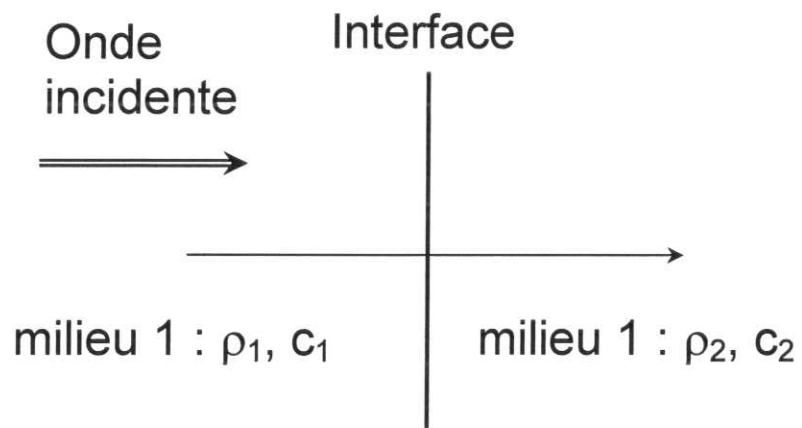
#### QUESTION(S) SCIENTIFIQUE(S) DE CULTURE GENERALE

Citer des exemples courants d'application des ondes sonores.

Comment fonctionne un microphone (ou un haut-parleur) ?

En quel siècle a vécu d'Alembert ?

## Impédance acoustique



**T1 - C**

## SCIENCES HUMAINES

### QUESTION(S) « VOCABULAIRE »

*Définir : décibel ; « ISO 14000 » ; « management environnemental ».*

### QUESTION(S) « COMPREHENSION »

*Quel est l'objectif du « monitoring acoustique » ?*

*Pourquoi les politiques de réduction des nuisances sonores restent-elles marginales ?*

*En quoi la « surveillance acoustique » est-elle un outil de formalisation utile aux collectivités locales ?*

### QUESTION(S) « AXES DE DEVELOPPEMENT »

*Quelles sont les conséquences d'un excès de bruit pour notre société ?*

*Pourquoi est-il nécessaire de mettre en place un suivi continu et en temps réel des niveaux sonores ?*

*Donnez les deux caractéristiques majeures d'un dispositif de surveillance.*

*Expliquez la démarche dans laquelle s'inscrit la « veille passive ».*