



Comment améliorer l'information sur le bruit et sa gestion opérationnelle au sein des agglomérations européennes ?



GUIDE MÉTHODOLOGIQUE

Mettre en œuvre
les outils développés
dans le cadre du projet
Life Harmonica



Le projet Harmonica (HARMOnized Noise Information for Citizens and Authorities) est un projet qui a été cofinancé du 1^{er} octobre 2011 au 31 décembre 2014 par la Commission européenne dans le cadre du programme Life.

Le projet poursuivait plusieurs objectifs :

- **Rendre accessibles et proches du ressenti des populations les informations sur le bruit** en s'affranchissant des termes techniques difficilement compréhensibles par des non-initiés.
- **Évaluer de manière harmonisée les actions de réduction du bruit** et valoriser les actions efficaces, afin d'aider les autorités compétentes à construire leurs plans d'action en application de la directive 2002/49/CE.
- **Favoriser le transfert de cette approche auprès des agglomérations européennes** afin de mieux accompagner les politiques mises en place pour réduire le bruit dans l'environnement et améliorer l'accès à l'information pour le grand public.
- **Contribuer à l'élaboration d'une culture commune et partagée** permettant à chacun de mieux comprendre le bruit pour agir.



Le pilote du projet : Bruitparif, Observatoire du bruit de la région Île-de-France (12 000 km², 12 millions d'habitants)

Bruitparif est une association loi 1901 créée en 2004 à l'initiative du Conseil régional d'Île-de-France pour développer un outil de caractérisation objective de l'environnement sonore francilien et d'aide à la décision. L'association fédère plus de 100 membres, acteurs de la lutte contre le bruit en Île-de-France : le Conseil régional, les services et établissements publics de l'Etat, les collectivités territoriales, les activités économiques, les professionnels de l'acoustique et les associations de défense de l'environnement et de protection des consommateurs. Dans le cadre de ses missions, Bruitparif développe le réseau de surveillance du bruit Rumeur, pilote un projet de cartographie régionale du bruit, réalise des études et des enquêtes, accompagne les acteurs publics dans la prise en compte du bruit dans les politiques d'aménagement et de transport et sensibilise les Franciliens à l'importance de la qualité de l'environnement sonore.

Bruitparif a assuré le pilotage et la coordination du projet Life Harmonica. L'association s'est particulièrement investie dans la phase de construction scientifique de l'indice Harmonica, dans la production des fiches permettant de valoriser des actions de lutte contre le bruit et dans la réalisation des outils en ligne d'information (plateforme de calcul opérationnel de l'indice Harmonica, base de données collaborative sur les actions, conception du site internet www.noiseineu.eu). Bruitparif a également assuré les tâches transversales de gestion administrative, de management et de communication autour du projet.

Le partenaire associé : Acoucity, Observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon (516 km², 1,3 millions d'habitants)

Acoucity est une association loi 1901 créée en 1996 à l'initiative du Grand Lyon et de membres fondateurs issus du domaine scientifique et technique (IFSTTAR, ENTPE, CERTU, CSTB...) en vue de développer l'observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon et de favoriser les échanges entre les centres de recherche et les besoins opérationnels des collectivités. Acoucity est également associée aux projets d'aménagements urbains en vue de maîtriser les niveaux de bruit et de valoriser le patrimoine sonore. Acoucity accompagne aussi d'autres agglomérations en France (Communauté d'agglomération Grenoble-Alpes Métropole, Communauté d'agglomération du Pays d'Aix, Communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole, Métropole Nice-Côte d'Azur, Toulouse Métropole) à développer leur propre observatoire du bruit.

Dans le cadre du projet Life Harmonica, Acoucity a participé aux travaux de mise au point de l'indice Harmonica et à la rédaction de fiches de valorisation d'actions de lutte contre le bruit. Elle a également apporté ses compétences en sciences sociales et humaines pour élaborer les protocoles, mettre en œuvre les enquêtes, analyser les résultats afin de recueillir les attentes de la population et évaluer la pertinence des nouveaux outils.



LES PORTEURS DU PROJET LIFE HARMONICA



Edito

« *Bruit des transports, activités industrielles, commerciales et de loisirs... Les sources de bruit sont nombreuses, en particulier dans les environnements urbains denses. Particulièrement prégnante en ville, la pollution sonore, est trop souvent considérée comme une fatalité face à laquelle citoyens et décideurs publics sont souvent désarmés.*

Augmenter l'appropriation de la problématique du bruit par le grand public et les autorités constitue un levier nécessaire et indispensable pour accroître l'efficacité des politiques de réduction du bruit dans l'environnement.

C'est dans ce contexte et pour répondre à cet objectif que Bruitparif et son partenaire Acoucité ont proposé à la Commission européenne de soutenir le projet Harmonica afin de développer des outils innovants et pédagogiques d'information et d'aide à la décision. »



Julie Nouvion,
Présidente de Bruitparif

Sommaire

Introduction.....	2	PARTIE 3 : Partager les bonnes pratiques à l'échelle européenne	20
PARTIE 1 : Un réseau de mesure du bruit : pourquoi, comment ?	4	• Une plateforme collaborative en ligne.....	20
• Quelles sont les méthodes d'évaluation du bruit ?.....	4	• Des exemples d'initiatives.....	22
• Quels sont les acteurs et les pilotes des réseaux de mesure ?.....	5	PARTIE 4 : Utiliser et contribuer à la plateforme Noise In EU	24
• Quels sont les objectifs poursuivis à travers la mise en place d'un réseau de mesure du bruit ?.....	6	• La plateforme Noise In EU, qu'est-ce que c'est ?.....	24
• Comment élaborer la stratégie de surveillance et le dimensionnement du réseau ?.....	6	• Quelle est la déontologie de cette plateforme ?.....	25
• Choix des échelles temporelles en fonction des objectifs de surveillance.....	7	• Pourquoi contribuer à la plateforme Noise In EU ?.....	25
• Comment installer et exploiter un réseau de mesure ?.....	8	• Comment tester l'indice Harmonica ?.....	26
• Des exemples de réseaux de mesure au sein des villes ou régions européennes.....	12	• Comment diffuser les résultats d'indice au sein de la plateforme Noise In EU ?.....	26
PARTIE 2 : Informer à travers l'indice Harmonica	14	• Comment diffuser les résultats d'indice au sein de son propre site internet ?.....	27
• Pourquoi l'indice Harmonica a-t-il été développé ?.....	14	• Valoriser une action ou une initiative menée au sein d'un territoire.....	28
• Les étapes de la construction de l'indice Harmonica.....	15	• La plateforme Noise In EU évaluée par le grand public.....	29
• La représentation de l'indice.....	17	Perspectives	30
• L'indice Harmonica : un indice de pollution sonore plébiscité par le grand public.....	18	Remerciements	31
• Exemples de résultats de l'indice Harmonica sur des stations de mesure.....	19	Références	32

Introduction

Le bruit produit par les activités humaines est une nuisance environnementale très présente dans les agglomérations européennes qui concentrent plus de 40% des citoyens des Etats membres.

Selon une enquête d'opinion sur la qualité de la vie réalisée dans 75 villes européennes et publiée en mars 2010 par la Commission européenne (Flash Eurobaromètre), plus de la moitié des répondants reconnaissait que le bruit représentait un problème majeur dans leur ville. Les enquêtes et statistiques publiées par différents instituts de sondage ces dernières années montrent l'importance du bruit en tant que source prépondérante de dégradation de la qualité de vie et d'atteinte du bien-être.

Cette situation exprimée par les populations est le fait d'une très forte exposition au bruit. De l'ordre de 60% de la population qui vit en zone urbaine, ce qui représente environ 120 millions d'européens, serait ainsi exposée à des niveaux de bruit générés par les transports considérés comme gênants et pouvant avoir un impact sur leur santé.

Le bruit dans l'environnement constitue ainsi un grave problème sanitaire et est considéré par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme la seconde cause de morbidité derrière la pollution atmosphérique. Selon la publication d'avril 2011 de l'OMS et du Centre commun de recherche de la Commission (CCR), le bruit causé par les transports pourrait en effet coûter chaque année dans les États membres et les autres pays d'Europe occidentale plus d'un million d'années de vie en bonne santé. De nombreuses études ont établi un lien entre exposition au bruit dans l'environnement et problèmes de santé tels que troubles du sommeil, gêne et stress, risques cardio-vasculaires accrus, retards dans les apprentissages.

La pollution sonore a des impacts sociaux et territoriaux majeurs et génère un coût économique très important pour la collectivité. Les coûts des dommages sont relatifs aux coûts sociaux liés aux impacts sanitaires du bruit (traitement médical des maladies cardiovasculaires, arrêts de travail, frais d'assurances, coûts immatériels liés à la perte de bien-être, au manque de concentration, à la fatigue, aux douleurs, à la souffrance des malades et de leurs proches) ainsi qu'aux répercussions économiques du bruit en termes de dévaluation des prix de l'immobilier, de perte d'attractivité de certains secteurs et de perte de productivité due aux effets du bruit sur la santé. Les coûts des dommages induits par le bruit généré par les transports routier et ferroviaire dans l'Union européenne ont été estimés récemment à 40 milliards d'euros, ce qui représente environ 0,4% du PNB total de l'Union européenne.

Face à cette situation, le bruit ne peut plus être considéré comme une fatalité, une nuisance inévitable et incontrôlable, le prix à payer de la modernité. Cette conception qui est à l'origine du fait que pendant longtemps le bruit a été considéré comme le « parent pauvre » des politiques environnementales est aujourd'hui révolue. En témoignent la publication de la directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement et l'émergence volontariste d'observatoires du bruit au sein de plusieurs agglomérations qui s'inscrivent clairement dans une démarche de développement durable des territoires visant à répondre aux attentes de plus en plus pressantes des citoyens d'être mieux informés sur un des premiers facteurs environnementaux responsables de la qualité de leur cadre de vie et de leur santé.



Le projet Harmonica a permis de mettre au point des outils innovants pour renforcer l'appropriation de la problématique du bruit par le public et aider les acteurs à prendre les bonnes décisions pour préserver et améliorer l'environnement sonore.

Ces outils sont au nombre de trois :

- **L'indice Harmonica**, un indice de pollution sonore développé pour être facile à comprendre et correspondre davantage à la perception des individus de leur environnement sonore. Une plateforme en ligne sur internet permet de diffuser les résultats d'indice au sein des villes européennes.
- **Une base de données collaborative** sur les actions de lutte contre le bruit mises en place au sein des agglomérations européennes afin de

faciliter les échanges entre acteurs et dynamiser les politiques de prévention du bruit.

- **Une plateforme www.noiseineu.eu** permettant de diffuser les résultats de l'indice Harmonica au sein des villes européennes et de partager les bonnes pratiques.



Le guide est structuré en quatre parties :

- **La première partie** du guide explique l'intérêt et les objectifs des réseaux de mesure du bruit et propose une méthodologie pour le développement d'un tel projet sur un territoire donné, nourrie des retours d'expérience menés au sein de certaines villes ou régions européennes.
- **La seconde partie** présente l'indice Harmonica, la manière dont ce nouvel indice a été développé pour répondre aux besoins d'information des populations ainsi que les premiers retours quant à son appropriation par le grand public.
- **La troisième partie** fournit un aperçu de la base de données collaborative sur les actions de lutte contre le bruit qui a été mise au point afin de faciliter les échanges de bonnes pratiques entre villes européennes.
- **La quatrième et dernière partie** invite à découvrir le site www.noiseineu.eu développé pour diffuser les résultats du projet Harmonica et fournit les clés pour utiliser les outils et rejoindre la communauté des participants à la plateforme Noise In EU.

Le guide s'adresse à de multiples acteurs :

Il vise principalement trois groupes d'acteurs concernés par les problématiques de bruit :

- **Élus et services techniques** des collectivités territoriales qui ont en charge la préservation de l'environnement.
- **Responsables des réseaux de mesure ou des observatoires** du bruit qui sont déjà déployés sur certains territoires.
- **Acteurs institutionnels, organismes publics, gestionnaires de grandes infrastructures de transport** qui contribuent à la réduction des expositions au bruit des populations et souhaitent valoriser leurs actions et innovations en la matière.

Ce guide méthodologique vise à fournir les clés pour contribuer à la mise en œuvre et à l'enrichissement des nouveaux outils au sein des agglomérations européennes.

Un réseau de mesure du bruit : pourquoi, comment ?

Dispositif de caractérisation objective de l'exposition au bruit des populations, un réseau de mesure est aussi un véritable outil d'aide à la décision permettant d'accompagner les pouvoirs publics dans la mise en œuvre de leurs politiques de prévention des nuisances sonores. Il se veut également un vecteur de sensibilisation à la problématique du bruit et un outil de communication à destination de chaque citoyen. Retour sur les objectifs et principes de mise en place d'un réseau de mesure.

Pour évaluer le bruit dans l'environnement, il est possible de faire appel à différentes méthodes complémentaires entre elles, comme la modélisation, la mesure et la réalisation d'enquêtes auprès de la population.

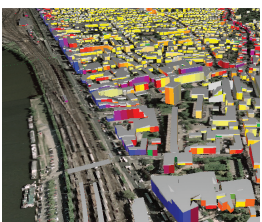
■ Quelles sont les méthodes d'évaluation du bruit ?

La modélisation est la méthode employée prioritairement pour réaliser les cartes stratégiques de bruit rendues obligatoires par la Directive européenne 2002/49/CE. Il s'agit par le calcul d'obtenir une estimation sur un large territoire des niveaux de bruit moyennés sur une période de temps donnée. Les cartes élaborées concernent généralement les infrastructures de transports terrestres, le trafic aérien ainsi que l'activité de certaines industries. Pour les établir, sont collectés les principaux paramètres qui influencent le bruit et sa propagation : données sur les trafics, topographie, implantation du bâti, nature du sol, présence ou non de protections acoustiques... puis des logiciels de calcul des émissions sonores et de leur propagation dans l'environnement sont mis en œuvre pour évaluer les niveaux de bruit en tout point du territoire.

Si elles constituent un premier état des lieux, les cartes établies par ces techniques de modélisation ne peuvent néanmoins pas être fidèles à ce qui se passe véritablement sur le terrain. En effet, celles-ci permettent une approche macroscopique sur de grands territoires et s'attachent à documenter des situations moyennes mais elles ne permettent pas de retranscrire le caractère événementiel de certains bruits : phénomènes intempestifs ponctuels de type klaxons, passages de véhicules de secours, livraisons, succession de pics de bruit lié au trafic aérien et au trafic ferroviaire... La modélisation n'est pas non plus bien adaptée pour les rues de centres urbains denses où les vitesses de circulation ne sont pas bien établies (nombreuses accélérations / décélérations dues à la présence de feux tricolores ou de situations congestionnées...).

Aussi, afin de compléter les informations fournies par la modélisation et de mieux comprendre et caractériser l'environnement sonore sur un site donné, il est utile de recourir à **la mesure**. Réalisée sur le terrain à l'aide d'un sonomètre ou d'une station automatique, la mesure permet d'analyser finement les variations du bruit au cours du temps, seconde après seconde. Elle met en évidence de nombreuses informations que ne contiennent pas les cartes de bruit établies par modélisation sur la base de niveaux moyennés. Ce sont notamment les cycles de variation du bruit au cours de la journée ou de la semaine, les évolutions des nuisances sonores au cours du temps, la distinction entre les niveaux de bruit de fond et les événements ponctuels de type klaxons, passages d'avions, de trains ou de véhicules motorisés bruyants. Les résultats issus de la mesure sont généralement mieux compris par le public car plus proches de la réalité des nuisances perçues. Ils permettent également de déterminer la contribution de chaque source de bruit afin de permettre aux décideurs de mettre en œuvre les actions adaptées. Les mesures des niveaux sonores peuvent également être complétées par des prises de son.

Afin de compléter les diagnostics physiques établis par la mesure et la modélisation, **des enquêtes** peuvent également être réalisées auprès de la population de manière à mieux prendre en compte le caractère sociologique et perceptif du bruit. De multiples facteurs (contextuels et individuels) complexifient en effet les relations qui existent entre niveaux sonores et gêne exprimée.



■ Quels sont les acteurs et les pilotes des réseaux de mesure ?

On distingue essentiellement quatre types d'acteurs à l'initiative de projets de réseaux de mesure.

Les collectivités territoriales

Par la mise en place ou le soutien au développement d'un réseau de mesure, la collectivité fait preuve d'un engagement volontariste qui reflète sa volonté affichée de maîtriser les nuisances sonores sur son territoire, d'intégrer la problématique bruit dans sa politique globale de management environnemental et de mettre en place un vecteur de sensibilisation, d'information et de concertation avec la population. Il s'agit également d'un outil de valorisation de l'action politique.

La collectivité peut décider de piloter le réseau de mesure directement, en régie ou avec l'aide d'un prestataire ou de le déléguer à une structure extérieure. Ainsi, au moins trois types de pilotage peuvent être identifiés :

- **Pilotage direct par la collectivité et gestion internalisée** : le réseau est la propriété de la collectivité et l'exploitation est assurée par elle-même par l'intermédiaire de ses services techniques. La collectivité est propriétaire des données collectées.
- **Pilotage par la collectivité et gestion sous-traitée** : le réseau est la propriété de la collectivité, elle est garante de son exploitation et propriétaire des données collectées. L'installation des équipements, leur maintenance et le traitement des données sont sous-traités à un ou plusieurs prestataires extérieurs.
- **Pilotage par la collectivité et gestion sous convention avec un partenaire extérieur** : le réseau et les données sont la propriété de la collectivité. Le fonctionnement, la maintenance, l'exploitation et la valorisation des données sont confiés à un organisme extérieur avec lequel la collectivité a mis en place une convention de partenariat. Un exemple de tel fonctionnement peut-être rencontré entre le Grand Lyon et Acoucity, structure associative qui exploite le réseau de mesure mis en place par le Grand Lyon sous convention.

Des organismes indépendants

Certains organismes peuvent être en charge de la création et du développement d'un réseau de mesure du bruit sur un territoire donné. C'est l'organisme qui est propriétaire du réseau et des données et qui assure leur exploitation ainsi que l'information et la valorisation des données, en toute indépendance et transparence. C'est le cas par exemple, de l'observatoire Bruitparif, structure associative collégiale qui réunit l'ensemble des acteurs de la lutte contre le bruit au sein de la région Île-de-France (services de l'Etat, collectivités territoriales, gestionnaires d'infrastructures et activités économiques, associations de défense de l'environnement et de protection des consommateurs).

Les gestionnaires d'infrastructures, notamment aéroportuaires

De nombreux aéroports ont développé des réseaux de mesure du bruit lié à l'impact de l'activité aérienne. Cela peut être lié parfois à une mission réglementaire confiée par les pouvoirs publics.

Les initiatives citoyennes de mesure du bruit

Il existe un certain nombre d'initiatives citoyennes de mesure du bruit dans l'environnement.

Une des plus structurées à ce jour concerne la mesure du bruit des aéronefs par des associations environnementales présentes dans plusieurs pays d'Europe (Allemagne, France, Grèce, Pays-Bas, Autriche, Suisse) qui installent des stations de mesure sur les territoires survolés, transmettent les données et les diffusent au sein de la plateforme EANS (European Aircraft Noise Services) : www.eans.net

D'autres initiatives sont basées sur des démarches participatives avec des mesures réalisées par des citoyens volontaires à l'aide d'applications téléchargées sur leur téléphone portable. Ces initiatives posent la question de la validité des mesures effectuées et de leur interprétation.

Le développement d'un réseau de mesure du bruit répond à trois enjeux principaux

■ Quels sont les objectifs poursuivis à travers la mise en place d'un réseau de mesure du bruit ?

Enjeu de compréhension des phénomènes

Mieux connaître les facteurs d'influence du bruit (conditions de trafic, paramètres météorologiques, tissu urbain...).

Suivre l'évolution du bruit au cours du temps en relation avec les évolutions des technologies, des déplacements, des attentes sociales...

Disposer de données d'exposition pour permettre la réalisation des études épidémiologiques « bruit et santé » ou des études des impacts socio-économiques du bruit.

Compléter la démarche de cartographie du bruit en disposant d'éléments de validation ou de calage.

Faciliter la connaissance, donc la maîtrise et la mutualisation des effets des transports en matière de bruit mais aussi de pollution, d'impact paysager...

Enjeu d'évaluation des actions

Documenter l'impact de mesures prises de façon prolongée ou ponctuelle et évaluer l'efficacité de ces actions.

Anticiper, suivre et capitaliser les connaissances lors de la réalisation de grands projets.

Disposer d'indicateurs de suivi de l'impact de la prise en compte du bruit dans les politiques de déplacement et d'aménagement du territoire.

Enjeu d'information et de porter à connaissance

Répondre à une des principales préoccupations des habitants concernant la qualité de leur cadre de vie et leur santé.

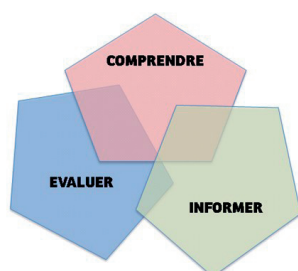
Apporter une information publique, claire, transparente et indépendante, sur l'état actuel et sur les évolutions en matière d'environnement sonore, les résultats de mesure bénéficiant d'une crédibilité plus élevée auprès de la population que la modélisation et la prévision issues des calculs.

Donner aux citoyens et aux différentes parties prenantes de la lutte contre le bruit, les moyens de comprendre et d'analyser les nuisances sonores.

Permettre une quantification de l'exposition au bruit plus précise et plus ciblée que ce que permet la cartographie obtenue par modélisation.

Fournir des bilans statistiques de l'environnement sonore sur un territoire.

Mettre à disposition des données objectives utiles dans le cadre des consultations du public et des réunions de concertation.



■ Comment élaborer la stratégie de surveillance et le dimensionnement du réseau ?

Le bruit est une pollution d'une nature particulière, qui revêt un caractère beaucoup plus localisé que la pollution de l'air par exemple. Les sources de bruit ont généralement un impact plus local, les niveaux mesurés décroissant rapidement en fonction de la distance à la source, et un rideau de bâtiments pouvant par exemple suffire à constituer une protection efficace contre une route à grande circulation. Seul le bruit du trafic aérien échappe en partie à cette spécificité.

Ainsi, l'implantation d'un réseau de mesure est une tâche particulièrement délicate en termes de stratégie de surveillance. Le nombre de points de mesure est certes dépendant de l'étendue du territoire mais il serait illusoire de couvrir un territoire, même restreint, d'un réseau de mesure exhaustif. L'approche alternative consiste donc à

définir une sélection de sites qui doivent présenter une certaine représentativité territoriale et répondre à des objectifs précis tenant compte des enjeux du territoire.

Le travail de cartographie du bruit qui a été réalisé dans le cadre de la mise en place de la directive européenne constitue en général un préalable important à la définition de la stratégie de déploiement d'un réseau de mesure. L'analyse des cartographies du bruit élaborées dans le cadre de la directive européenne 2002/CE/49 s'avère en effet être un bon point de départ pour hiérarchiser les enjeux en termes de contribution des différentes sources de bruit (trafic routier, ferroviaire, aérien, activités industrielles...) à l'exposition des populations.

La conduite de campagnes de mesures temporaires de grande envergure permet également de recueillir des informations permettant de compléter et d'affiner les analyses établies à l'aide des cartes de bruit, notamment concernant les autres sources de bruit potentielles (bruit des activités commerciales ou de loisirs par exemple).

A un niveau plus local, le travail de concertation avec les élus locaux, régionaux, les représentants institutionnels, les citoyens organisés ou non en associations permet également une remontée d'informations sur les situations nécessitant prioritairement une observation.

Enfin la stratégie de surveillance doit également s'alimenter des évolutions à venir en matière

d'aménagement du territoire (grands projets d'infrastructures, grandes opérations de renouvellement urbain, schéma directeur d'urbanisme...).

A l'échelle d'un territoire, il est généralement utile de proposer une répartition des sites de mesure relativement équilibrée afin de faciliter l'acceptation par le grand public et les autorités locales.

Fort de la collecte de toutes ces informations, de leurs analyses, et de l'existence de volontés et de financements sur lesquelles il sera possible de s'appuyer, un plan d'implantation des secteurs visés pour l'installation de mesures peut être élaboré.

■ Choix des échelles temporelles en fonction des objectifs de surveillance

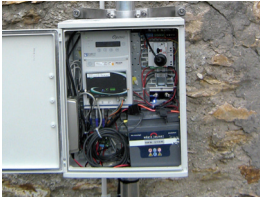
- **Mesures de long terme** (durée indéterminée) effectuées à l'aide de stations fixes permanentes afin de disposer d'indicateurs de suivi de l'évolution globale des nuisances sonores dans le temps.
- **Mesures de court terme** (plusieurs heures à plusieurs semaines) réalisées à l'aide de matériels semi-mobiles (valises sonométriques, véhicule laboratoire) afin de compléter le dispositif de mesure permanent par :
 - la documentation fine (approche de type « zoom ») de l'ambiance sonore d'un secteur d'intérêt (zones de bruit critique, lieux emblématiques, zones calmes, situations de multi-exposition à différentes sources de bruit...);
 - la quantification de l'impact d'événements particuliers temporaires (grande manifestation, chantier, événement festif de rue, journée sans voiture, aménagements provisoires...);
 - la réalisation de campagnes de mesure sur un nombre de points de référence sélectionnés pour la mise en cohérence ou la validation des cartes de bruit.
- **Mesures de moyen terme** (sur des durées compatibles avec les phénomènes à mettre en évidence pouvant aller de quelques semaines à plusieurs années) afin d'évaluer l'impact acoustique de modifications structurelles telles que des grands projets urbains (créations ou modifications de voiries, création des parcs urbains, éco-quartiers...), des modifications de trajectoires et de procédures de vol pour les aéronefs,... ou de mises en place de solutions de réduction du bruit (remplacement de revêtements de chaussée, réduction de vitesse,...).

Différents types de mesure peuvent être mis en œuvre selon les objectifs poursuivis.

Mise en place de différents types de mesure.



■ Comment installer et exploiter un réseau de mesure ?



L'installation d'un réseau de mesure et son exploitation implique de rassembler des compétences très variées et transversales, qui peuvent être mobilisées, selon les cas, soit en interne, soit par l'intermédiaire de sous-traitances ou de partenariats extérieurs :

- **Des compétences technologiques** afin de pouvoir faire les bons choix en termes de matériels de mesure. Il peut s'agir de matériels acoustiques mais aussi de matériels permettant d'acquérir des informations connexes comme des stations météorologiques, des systèmes de comptage du trafic routier...
- **Des compétences mécaniques et électriques** afin d'être en mesure d'adapter l'installation des matériels aux différentes configurations d'implantation qui peuvent être rencontrées sur le terrain.
- **Des compétences en informatique et en télécommunications** afin d'être en capacité d'assurer le rapatriement des données acquises par les stations de mesure et de mettre en œuvre les solutions matérielles et logicielles adaptées au stockage, à la sauvegarde, au traitement et à la diffusion des données de mesure collectées. Un réseau de mesure doit reposer sur un système d'information performant permettant de mettre à la disposition des citoyens, les données observées ainsi que les indicateurs produits.
- **Des compétences en métrologie acoustique** afin d'être en mesure de vérifier au quotidien la qualité des données produites et mettre en œuvre les procédures nécessaires de vérification, d'étalonnage et de maintenance des matériels.
- **Des compétences en traitement de données** afin d'exploiter les données collectées par les stations et de produire des rapports d'analyse ou des études.

La gestion d'un réseau de mesure nécessite par ailleurs de travailler avec de multiples partenaires, comme les gestionnaires de transport afin de pouvoir disposer de données sur les trafics routier, ferroviaire et aérien, nécessaires à l'exploitation des mesures de bruit.

Choix des matériels

Une station de mesure du bruit est généralement constituée :

- **d'une unité microphonique anti-intempéries** constituée au minimum d'un microphone métrologique, d'un préamplificateur et d'une protection anti-intempéries ;
- **d'une unité d'analyse des signaux recueillis** : les stations de mesure permettent en général de mesurer différents indicateurs élémentaires comme les niveaux L_{eq} , L_{slow} et L_{fast} en pondération fréquentielle A, C ou Z ;
- **d'une mémoire interne** permettant le stockage des données en local pendant une période suffisamment longue pour ne pas perdre de données en cas de panne ;
- **d'une interface de communication** permettant de récupérer de manière automatique l'ensemble des données et informations via le réseau de transmission déployé. Cette interface de communication doit en outre pouvoir être commandée à distance pour effectuer des opérations de type arrêt/démarrage de la mesure, paramétrage, déclenchement des auto-vérifications ou des calibrages automatiques.

Les chaînes de mesure doivent être capables de synchroniser périodiquement leur horloge interne sur une référence extérieure via le réseau informatique, un signal GPS ou un signal radio.

Le choix du type de station dépend du type de bruit mesuré, des contraintes techniques liées à la nature du site et des objectifs de surveillance.

Lorsque le gestionnaire souhaite acquérir du matériel de bonne qualité métrologique, il devra vérifier que celui-ci répond aux critères définis dans la norme IEC 61672-1 : 2002, ou tout autre document équivalent, pour les instruments de classe 1 (respectivement de classe 2).

Outre les qualités métrologiques, une station de mesure du bruit doit également présenter des qualités techniques minimales afin de garantir sa pérennité sur le domaine extérieur (discrétion, solidité, respect des normes de sécurité d'un équipement du domaine public, résistance aux intempéries notamment étanchéité, traitement anticorrosion, gamme de fonctionnement compris au minimum entre -20°C et $+50^{\circ}\text{C}$, compatibilité électromagnétique).

Deux philosophies complémentaires peuvent être mises en œuvre : une philosophie de système informatique orientée avant tout sur l'évaluation

des tendances et la fourniture d'indication des niveaux globaux et une philosophie de système métrologique orientée vers l'obtention de mesures non discutables en vue de l'application de certaines réglementations. Ces deux philosophies ne s'opposent pas et peuvent être mises en œuvre de manière combinée. C'est le cas par exemple autour des aéroports où l'on souhaite avoir des dispositifs de mesure de très bonne qualité métrologique (classe 1 nécessaire) et qui servent également à l'information du public. Néanmoins, pour certains usages (exemple : collecte de nombreuses données de bruit routier à des fins de calcul ou recalage des cartes de bruit), une précision métrologique de classe 2 peut s'avérer suffisante.

Dans certains cas de figure, des fonctionnalités spécifiques expertes peuvent être recherchées (exemple : fonctionnalité de détection automatique d'événement par analyse de la provenance du son ou par analyse de la signature spectrale du son).

Sélection des sites et types d'implantation

Les choix d'implantation doivent tenir compte des objectifs visés mais également des contraintes de terrain. Plusieurs visites sur site, une concertation avec les services de la collectivité, voire les associations de riverains, et la réalisation préalable de mesures de court terme s'avèrent généralement nécessaires afin de sélectionner l'emplacement adéquat pour installer le matériel de mesure.

Lorsqu'un site est déployé pour surveiller le bruit émis par une source de bruit bien déterminée, il est nécessaire de choisir le site de manière à réduire le plus possible l'impact des autres sources. Les emplacements de mesure sont normalement choisis de telle sorte qu'il y ait une vision claire de la source sonore et de sorte que la propagation du son vers le microphone ne soit pas masquée ou bloquée par des structures qui réduiraient les niveaux de pression acoustique incidente.

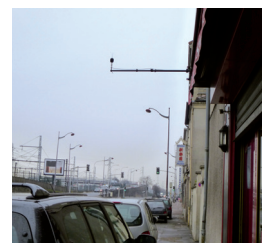
La position du microphone de mesure par rapport aux façades de bâtiments ou d'autres surfaces sonores réfléchissantes est également importante et influence de façon significative les niveaux de pression sonore mesurés. Si le microphone de mesure est situé à plus de quelques mètres de surfaces réfléchissantes, il donnera une indication objective du niveau de pression acoustique incidente. A l'autre extrême, quand un microphone de mesure est placé sur une surface réfléchissante, comme une façade de bâtiment, les niveaux de pression sonore constatés seront augmentés de 6 dB, car les sons directs et réfléchis coïncideront. Certaines normes recommandent une position du

microphone à 2 m de la façade et une correction de 3 dB associée (ISO 1978; ASTM 1992). L'effet des réflexions de façade doit être pris en compte pour représenter le vrai niveau de son incident.

Les implantations de stations peuvent être faites sur le domaine public ou privé. Néanmoins, pour des questions de pérennité des installations et d'accessibilité pour les opérations de maintenance, les implantations sur domaine public sont à privilégier.

Plusieurs types d'implantation peuvent être réalisés :

- **sur poteau d'éclairage public ou de vidéo-surveillance**, en général à une hauteur comprise entre 4 et 6 m du sol, de manière à ne pas être accessible facilement et à limiter l'impact des réflexions du bruit sur le sol ;
- **en terrasse ou en toiture de bâtiment public** (mairie, bâtiments municipaux, établissements d'enseignement ou de santé...), à l'aide d'un mât solidement amarré. Le microphone est généralement positionné à une hauteur de 4 à 6 m au-dessus de la terrasse, de manière à limiter l'impact des réflexions du bruit sur la surface de la terrasse ;
- **en façade de bâtiment**. Il existe différents types d'implantations qui varient en fonction de la hauteur du microphone par rapport au sol et de sa distance à la façade. Certains réseaux privilégient une implantation à 4 m de hauteur par rapport au sol et à 2 m de distance de la façade pour disposer de données de mesure faciles à comparer avec les résultats des cartographies du bruit. Certaines normes nationales exigent également de mesurer le bruit généré par le trafic routier ou le trafic ferroviaire à 2 mètres en avant de la façade la plus exposée. Il existe également des implantations faites directement sur la façade. Pour toutes ces implantations en façade, des facteurs correctifs doivent être appliqués à la mesure pour documenter le bruit incident (cf. plus haut).
- **en champ libre sur l'espace public**. Ce mode d'implantation est particulièrement adapté et recommandé pour la surveillance du bruit des aéronefs, où il est nécessaire de minimiser les perturbations de la propagation de l'énergie acoustique entre la source aérienne et le microphone. Pour cela, on privilégie les implantations sur les terrains relativement plats, dégagés le plus possible de tout obstacle et des surfaces réfléchissantes.





Maintenance

L'installation des matériels doit être faite de manière à respecter la réglementation en vigueur et à garantir la sécurité des personnels qui interviennent pour les opérations de maintenance comme celle du public. Elle doit également permettre de réduire au minimum les dommages possibles (actes de vandalisme, intempéries...).

Il est recommandé de prévoir une convention d'occupation de l'espace public avec la collectivité afin de préciser les caractéristiques d'implantation de la station, les modalités d'alimentation en énergie et de communication des données, les obligations du gestionnaire en matière d'assurance du matériel contre le bris et le vol caractérisé ainsi qu'en termes de responsabilité civile.

Alimentation en énergie

Deux types d'alimentation peuvent être envisagés : raccordement au réseau électrique ou alimentation électrique autonome (panneaux solaires, batteries, piles à combustible).

Le raccordement au réseau électrique reste souvent nécessaire lorsqu'on souhaite utiliser des chaînes de mesure de très bonne qualité ou lorsque que l'on souhaite accompagner la mesure d'un enregistrement audio ou d'autres fonctionnalités avancées nécessitant de la puissance de calcul. Cela est également le cas lorsque l'on souhaite réduire le délai de mise à disposition des mesures en augmentant la périodicité des transferts de données.

Cependant, l'électronique numérique réalise depuis quelques années de grands progrès en termes de minimisation de la consommation électrique, avec l'apparition de composants toujours plus performants nécessitant une tension d'alimentation toujours plus faible. Ainsi, il est devenu possible de déployer des stations permanentes de mesure du bruit tirant exclusivement leur énergie d'un panneau solaire de taille raisonnable, à partir du moment où l'on accepte certains compromis sur la chaîne de mesure, et où l'on accepte également de ne rapatrier les données de mesure sur un serveur central qu'une ou deux fois par jour.

Un autre mode d'alimentation autonome en énergie, la pile à combustible, est utilisé par Bruitparif au sein de mobiliers urbains spécifiquement conçus par l'association (Sonopode™) compatible avec la mise en œuvre de chaîne de mesure de très bonne qualité et la transmission temps réel des données.



Station avec panneau solaire



Pile à combustible

Maintenance et exploitation

Le gestionnaire du réseau doit appliquer, autant que possible, les normes disponibles, notamment si les mesures sont susceptibles de revêtir une valeur réglementaire.

Il est recommandé de mettre en œuvre un plan d'assurance qualité permettant de disposer d'une traçabilité des opérations de maintenance préventive ou corrective des matériels et de suivi de la qualité des mesures.

Les stations de mesure permettent généralement de réaliser des auto-calibrages (au minimum une fois par jour) afin de vérifier qu'il n'y a pas de dysfonctionnement avéré du système de mesure métrologique. Il existe différentes technologies d'auto-vérification allant de la simple injection d'un signal électrique jusqu'à l'intégration d'une source acoustique autonome à l'intérieur du microphone. Il est important de choisir un équipement qui permette réellement de vérifier l'intégrité de l'ensemble de la chaîne de mesure, capsule microphonique comprise. Outre ces opérations d'auto-calibrage, il est nécessaire de procéder régulièrement à des calibrages manuels sur site (par exemple tous les 3 mois) ainsi qu'à un étalonnage en laboratoire tous les 12 ou 18 mois afin de vérifier les caractéristiques minimales suivantes : pondération fréquentielle, linéarité en amplitude, bruit de fond de la station, sélecteur de gamme de niveau, bruit de fond des filtres d'octave, réponse en fréquence d'un filtre d'octave.

Infrastructure de transmission des données

La gestion d'un réseau de mesure nécessite de mettre en place une infrastructure de transmission des données. Celle-ci peut être basée sur des réseaux filaires (liaison téléphonique filaire, fibre optique...) ou des réseaux cellulaires (GSM, GPRS, 3G, 4G...).

Il s'agit dans les différents cas de figure de rechercher une optimisation du mode de transmission (coût, faisabilité, rapidité et volume de transfert), en fonction des contraintes techniques liées aux lieux d'implantation des stations et aux objectifs souhaités d'information.

L'utilisation des réseaux cellulaires présente l'avantage d'offrir une large couverture pour un débit de transmission qui ne cesse d'augmenter et des coûts qui ne cessent de baisser. Par ailleurs, elle est de très loin la plus fiable car elle s'appuie sur les équipes des opérateurs qui doivent de toute manière assurer le fonctionnement de leur réseau de téléphonie mobile. Ainsi, le coût apparent de connexions DATA est largement compensé par

les économies en temps de travail qu'il faudrait consacrer à la maintenance d'une infrastructure télécom alternative, basée par exemple sur le raccordement à des accès wifi ou ADSL chez des particuliers ou au sein de bâtiments publics.

La transmission en temps réel ou quasi-réel des données peut être souhaitée, par exemple pour les besoins d'information transparente du public, ou être rendue nécessaire pour l'activation de modes « alerte » en vue d'une intervention réactive sur un chantier ou dans des lieux de loisirs par les responsables des activités bruyantes...).

Stockage des données

Une station de mesure réalise une série de mesures de l'intensité énergétique puis intègre et/ou applique un traitement statistique à cette intensité sur la période de référence (appelée durée d'intégration) préalablement définie (1/10s, 1s, 10s, 1min, 5min, 15min, 1h...). Elle fournit alors une donnée qu'on qualifiera d'« élémentaire ». Selon les cas, la station de mesure peut fournir des données élémentaires globales en dB(A), dB(C), dB(Z) par exemple ou par bandes de tiers d'octave, ce qui multipliera par 30 environ le volume de données élémentaires.

Enfin, certaines stations proposent de stocker des enregistrements audio numériques.

La question de la transmission des données élémentaires et de leur stockage doit ainsi être posée et réfléchi en fonction des objectifs alloués au réseau de mesure.

Il y a un grand intérêt à pouvoir stocker les données élémentaires fines (données seconde par exemple) afin de pouvoir recalculer a posteriori de nouveaux indicateurs de bruit au cas où les indicateurs réglementaires viendraient à évoluer ou pour les besoins de recherche et de développement des connaissances. Compte tenu du fait que le coût de stockage des données n'est aujourd'hui plus un réel enjeu, il est donc recommandé de viser un stockage des données élémentaires en plus des indicateurs calculés.

Outils d'exploitation

La structuration du réseau doit permettre d'acquérir et d'exploiter des données issues de la mesure de multiples paramètres (niveaux de bruit mais aussi paramètres de trafic associés, trajectoires radar des aéronefs, données météorologiques, enregistrements audio numériques et éventuellement vidéo).

Dans ce cadre, il est crucial de mettre en place des outils d'exploitation qui permettent d'organiser les données et de les interroger (bases de données), de les stocker et de les sauvegarder (procédures de sauvegarde et de restauration), de les consulter (procédures de validation des données) et de les traiter en vue de la production de différents indicateurs et de rapports de mesure.

Plateforme de diffusion et d'information

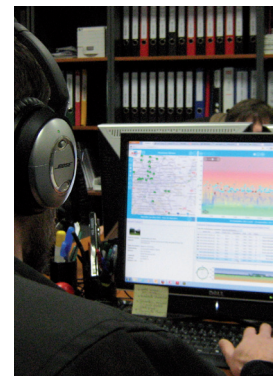
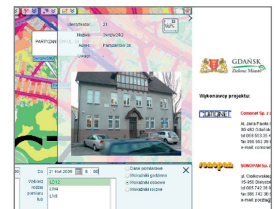
La publication des données est un élément essentiel de l'exploitation d'un réseau de mesure.

Différentes formes de publication des données peuvent être mises en œuvre allant d'un bilan annuel de résultats à la mise en ligne en temps réel de l'ensemble des données. Cela dépend de la stratégie et des objectifs d'information.

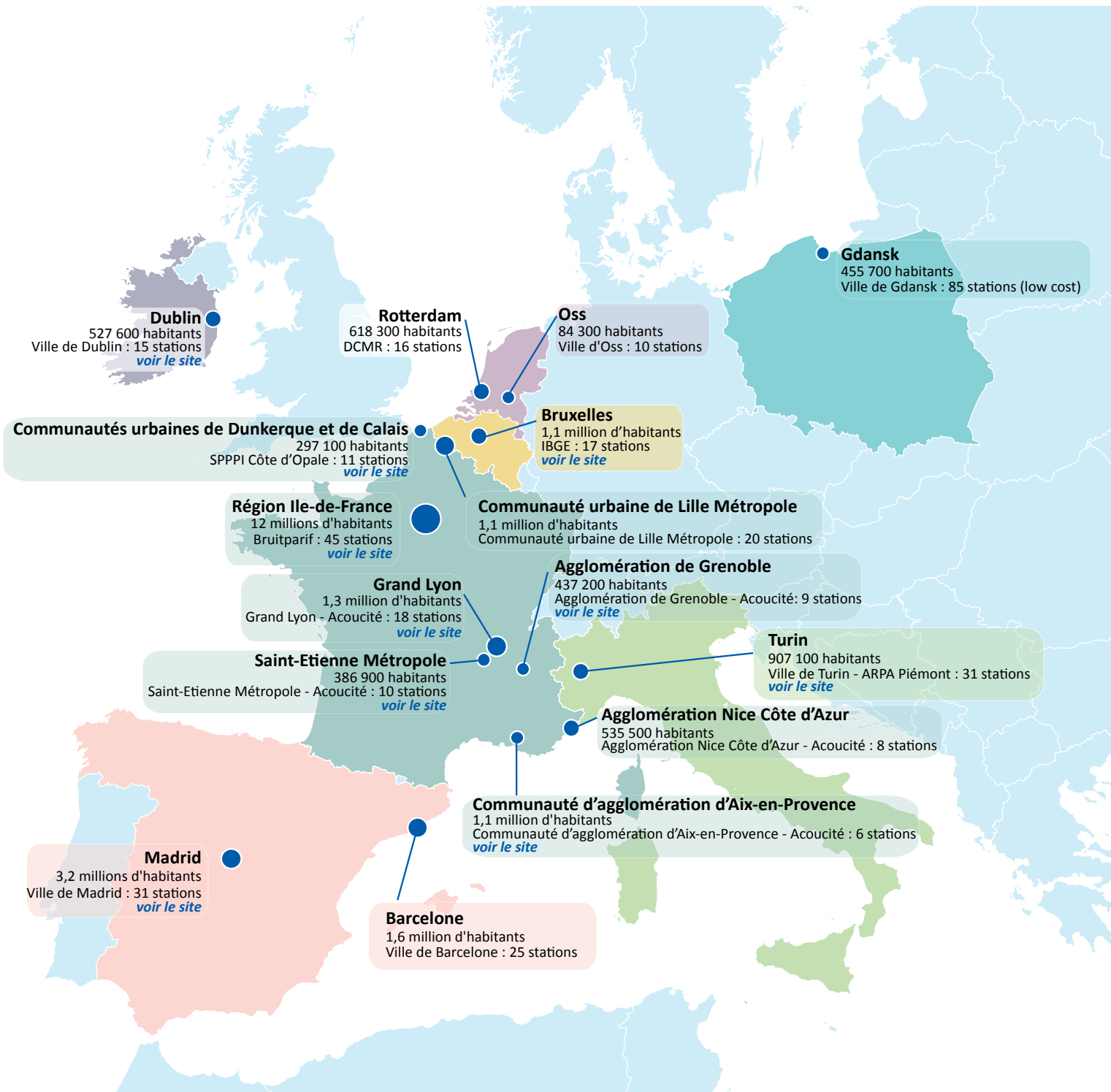
Les informations déliurées peuvent être :

- les cycles de variations du bruit en fonction des heures, du type de jour de la semaine, du mois de l'année ;
- les résultats des indicateurs énergétiques tels que décrits dans les réglementations nationales et européenne (LAeq jour, soir, nuit, diurne, Lden) ;
- les résultats d'indicateurs complémentaires, par exemple des indicateurs événementiels pour le bruit du trafic aérien ;
- la position par rapport aux valeurs de référence (objectifs de qualité de l'OMS et/ou valeurs limites réglementaires).

La performance d'une plateforme de consultation des données (notamment rapidité d'affichage des résultats d'indicateurs) dépend en grande partie du travail d'optimisation de l'infrastructure de rapatriement des données des stations de mesure et du développement de modules experts de traitement informatique de la base de données. La qualité des informations diffusées repose également sur l'implication des personnels qui veillent au quotidien au bon fonctionnement opérationnel des matériels de mesure, à leur maintenance et à la validation des données.

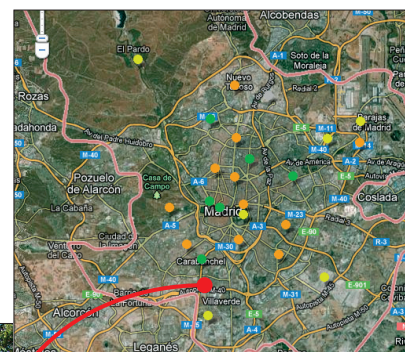
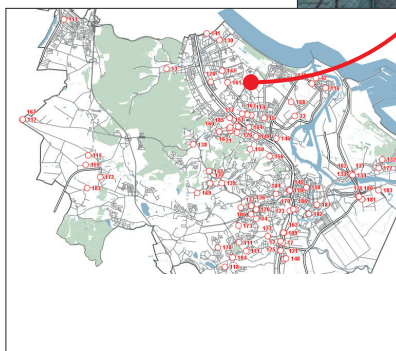
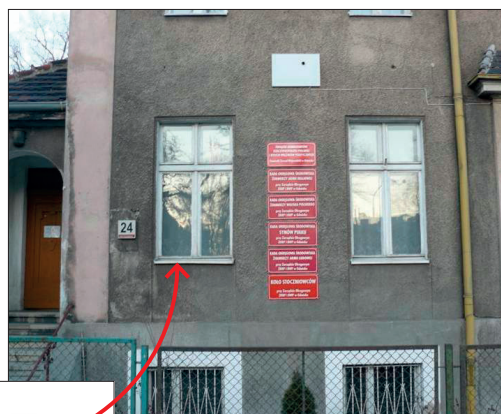
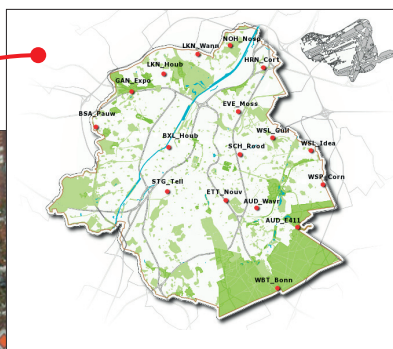


■ Des exemples de réseaux de mesure au sein des villes ou régions européennes

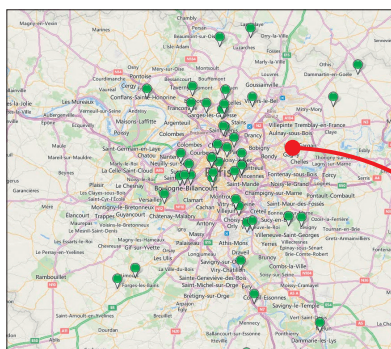
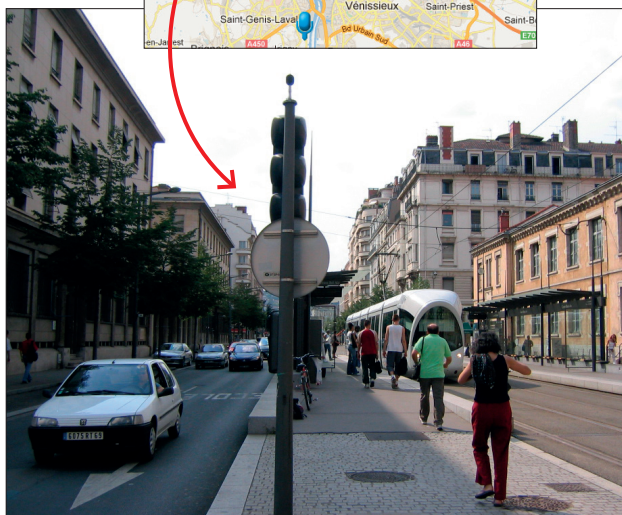
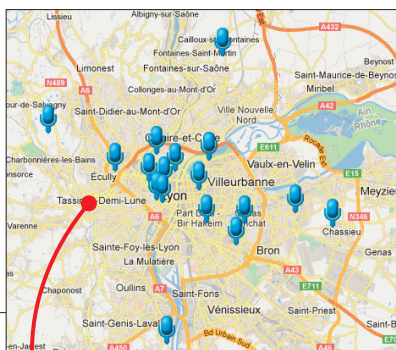


Réseau Gdansk

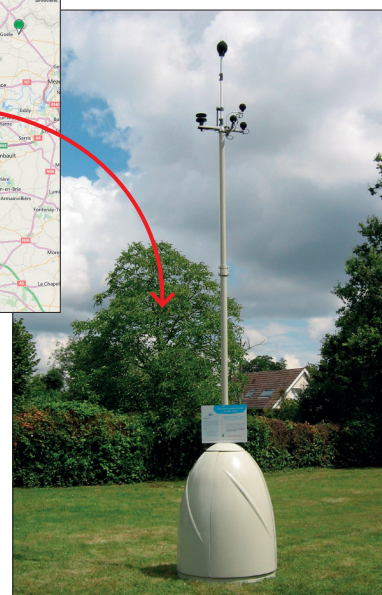
Réseau Bruxelles



Réseau Madrid



Réseau Région Île-de-France



Informer à travers l'indice Harmonica

Concevoir un indice de bruit facile à comprendre et proche de la perception des nuisances sonores pour les riverains, tel était l'objectif au cœur du projet européen Harmonica. Présentation des étapes de son élaboration et de son caractère innovant.

■ Pourquoi l'indice Harmonica a-t-il été développé ?

La question des indicateurs utilisés pour représenter les caractéristiques du bruit sur une période donnée et rendre compte, autant que possible, de la perception qu'ont les gens de leur environnement sonore, apparaît centrale dans l'appropriation par le public et les autorités de la problématique du bruit.

- **Les indicateurs dits « énergétiques »** car représentant la moyenne énergétique du bruit sur une période. L'indicateur énergétique le plus connu est le LAeq (niveau continu équivalent exprimé en dB(A)) qui correspond au niveau sonore moyen sur une période déterminée. Comme le même bruit sera perçu plus gênant la nuit que le jour, il a été décidé de créer un indicateur global harmonisé à l'échelle européenne tenant compte de cette différence de perception : le Lden. Cet indicateur est calculé sur la base des niveaux équivalents sur les trois périodes de la journée : jour, soirée et nuit, auxquels sont appliqués des termes correctifs majorants, prenant en compte un critère de sensibilité accrue en fonction de la période.
- **Les indicateurs dits « événementiels »** qui s'intéressent aux pics de bruit survenus au cours d'une période. Ils permettent dans certains cas (bruit du trafic aérien par exemple) de mieux prendre en compte la gêne et les effets sanitaires

associés au caractère répétitif des événements sonores et à leur émergence par rapport au bruit de fond. Les indicateurs événementiels les plus connus sont le nombre d'événements dont le niveau maximal dépasse un certain seuil (NAseuil).

Un besoin de réconciliation de ces deux approches se faisait ressentir afin de tenir compte à la fois de la charge globale sonore de l'environnement et des perturbations de type pics de bruit qui viennent se surajouter et dont les effets en termes de gêne et d'effets sur la santé (troubles du sommeil notamment) sont de plus en plus reconnus.

Qui plus est, l'unité utilisée pour représenter les niveaux sonores, à savoir le décibel, présente l'inconvénient de ne pas se manipuler aisément. Du fait de l'utilisation de cette unité, les variations du bruit se font selon une échelle logarithmique. Ainsi un doublement d'énergie sonore se traduit par une augmentation de 3 dB. Si deux véhicules produisant chacun séparément 60 dB passent simultanément, le niveau résultant ne sera pas l'addition arithmétique des niveaux, à savoir $60+60=120$ dB, mais 63 dB. La manipulation des décibels rend de ce fait difficile l'appropriation de la problématique du bruit par la population et les autorités.

Une enquête auprès de 800 personnes, réalisée au démarrage du projet Harmonica, a montré que la population a du mal à s'y retrouver avec l'information diffusée jusqu'à présent sur le bruit. L'enquête confirme que les connaissances en acoustique des répondants sont très parcellaires et que ceux-ci ont du mal à associer des niveaux de bruit aux situations d'exposition de la vie quotidienne. Il ressort également des résultats que le public juge qu'une information sur les pics de bruit qui surviennent au cours de la journée offrirait une bonne complémentarité à la documentation du niveau sonore.

Il existe à ce jour deux grands types d'indicateurs.

Voir le film de présentation de l'indice Harmonica sur www.noiseineu.eu



5 objectifs majeurs

La création d'un nouvel indice synthétique sur l'environnement sonore répond à des préoccupations très concrètes :

- > **Facilité de compréhension** par le grand public car évoluant sur une échelle allant de 0 à 10 s'affranchissant des décibels.
- > **Simplicité de calcul** à partir des données de mesure usuellement collectées par les sonomètres ou les stations de mesure du bruit, à savoir les niveaux LAeq,1s (niveau équivalent pondéré A sur 1s).
- > **Calcul au pas de temps horaire**, permettant de représenter les variations de l'indice au cours d'une journée et d'en déduire des moyennes sur tout type de périodes (jour, nuit, 24h, semaine, mois, année).
- > **Pertinence de la représentation physique de l'indice** en prenant en compte 2 composantes majeures impactant l'environnement sonore : le bruit de fond ambiant et les caractéristiques des événements sonores qui émergent de ce bruit de fond.
- > **Traduction concrète de la perception par les individus** de leur environnement sonore, plus que ne le font les indicateurs actuellement utilisés dans la réglementation française et européenne concernant le bruit dans l'environnement.

■ Les étapes de la construction de l'indice Harmonica

Première étape

Sélection des types de paramètres constitutifs de l'indice.

Le choix des paramètres constitutifs de l'indice a reposé sur un travail préliminaire d'analyse statistique réalisé sur une base de données de mesures élémentaires (LAeq,1s) issues de 24 sites représentant 8 typologies différentes d'exposition au bruit (bruit des transports terrestres, bruit lié au trafic aérien, zone calme) dans des contextes urbanistiques variés (zones urbaines, péri-urbaines et rurales). L'objectif était de privilégier la sélection de paramètres acoustiques restituant à eux seuls une forte part de la variabilité d'un grand nombre d'indicateurs acoustiques.

Une soixantaine de descripteurs énergétiques et événementiels disponibles à travers la littérature ou proposés par les équipes de Bruitparif et d'Acoucité ont ainsi été calculés sur une base horaire à partir de ces données élémentaires pour chacun des sites. La corrélation entre les 60 descripteurs a été étudiée afin d'évaluer les descripteurs liés entre eux (redondance), éliminer ainsi ceux qui mesurent la même chose et définir les familles de descripteurs qui sont décorrélées les unes des autres et qui, de ce fait, fournissent des informations complémentaires. Cette méthode d'analyse statistique s'appelle l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

Deux grandes familles de descripteurs physiques indépendants et complémentaires les uns des autres ont pu être définis au moyen de cette

analyse ACP, permettant de restituer la majeure partie de l'information :

- **Le bruit de fond.**
- **Le caractère événementiel du bruit** (prise en compte des événements qui se surajoutent au bruit de fond).

A partir de cette analyse, les équipes de Bruitparif et d'Acoucité ont proposé différentes formulations pour l'indice à partir de la sélection de descripteurs permettant de traduire chacune de ces deux dimensions du bruit (bruit de fond et bruit événementiel).

Deuxième étape

Prise en compte de l'avis et du ressenti du public.

Les principes de formulations d'indice ont ensuite été confrontés au ressenti du public par l'intermédiaire d'entretiens en face à face réalisés auprès de 246 riverains des 8 secteurs sélectionnés pour leur diversité d'exposition au bruit et de la passation de tests en laboratoire (entretiens individuels à l'issue d'écoutes binaurales réactivées pour présenter les 8 sites) auprès de 130 personnes représentant trois panels de publics : grand public, associations et collectivités locales, experts.

Cette phase d'enquête a permis d'évaluer la compréhensibilité, l'acceptabilité et la pertinence des descripteurs sélectionnés et de tenir compte des réponses des personnes dans le travail de construction de l'indice.

Une méthodologie en 3 étapes a été mise en oeuvre pour construire l'indice.

Troisième étape

Élaboration et implémentation de la formule de l'indice.

La formule de l'indice a ensuite été mise au point à partir du test opérationnel des différents descripteurs sélectionnés sur l'ensemble des données de mesure disponibles pour l'année 2013 au sein de l'observatoire Bruitparif.

Ces tests ont permis d'éliminer certains descripteurs qui apparaissaient insuffisamment robustes et d'ajuster les coefficients de la formule de l'indice pour tenir compte de la perception exprimée par

les personnes enquêtées et de la diversité des situations de bruit qui peuvent se rencontrer dans l'environnement. Ils ont également permis de fixer les bornes physiques de représentation de l'indice, avec un objectif précis : pouvoir représenter les variations de l'indice horaire sur une échelle allant de 0 à 10.

Ce travail a permis de définir la formulation mathématique de l'indice et d'implémenter de manière opérationnelle son calcul (voir le détail de la formule et du mode de calcul dans l'encadré ci-dessous).

La formule mathématique de l'indice Harmonica

$$\text{Indice Horaire Harmonica} = 0,2 \times (\text{LA95eq} - 30) + 0,25 \times (\text{LAeq} - \text{LA95eq})$$

$$\text{EVT} = 0,25$$

Avec :

LA95eq : niveau équivalent du bruit de fond au cours de l'heure considérée, le bruit de fond étant évalué chaque seconde à partir du niveau dépassé pendant 95% du temps au cours des 10 minutes les plus proches.

LAeq : niveau équivalent du bruit au cours de l'heure considérée.

L'indice horaire Harmonica se décompose ainsi en deux parties :

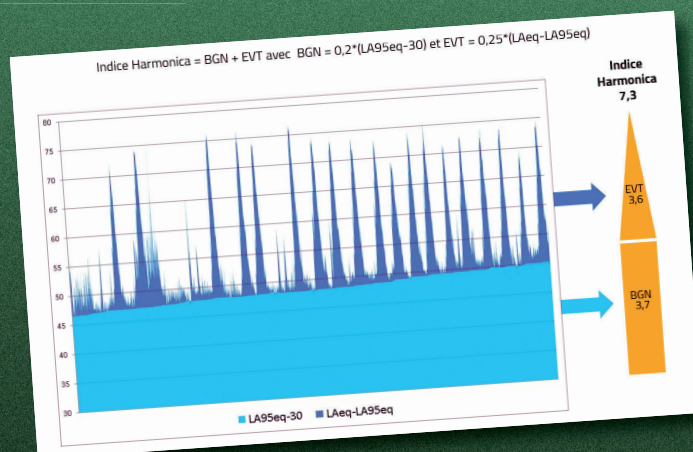
- une composante associée au bruit de fond : sous-indice BGN

$$\text{BGN} = 0,2 \times (\text{LA95eq} - 30)$$

- une composante événementielle qui tient compte de l'énergie acoustique des événements qui émergent du bruit de fond : sous-indice EVT

$$\text{EVT} = 0,25 \times (\text{LAeq} - \text{LA95eq})$$

Afin de garantir une bonne représentativité des résultats, la règle de 80 % de données élémentaires disponibles a été adoptée pour pouvoir calculer un indice horaire (soit plus de 2880 valeurs LAeq1s sur l'heure considérée).



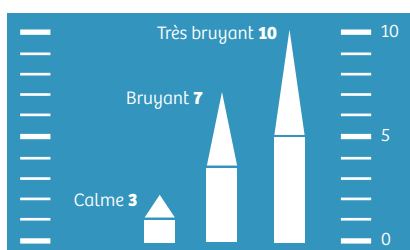
Exemple de calcul de l'indice Harmonica à partir de mesure de bruit d'une heure

■ La représentation de l'indice

La traduction de l'indice en termes graphiques a été particulièrement soignée afin d'apporter, de manière synthétique, compréhensible et parlante, plusieurs informations combinées sur l'environnement sonore. Différents éléments ont été mobilisés pour aboutir à cette représentation.

Une note pour donner le niveau de pollution sonore

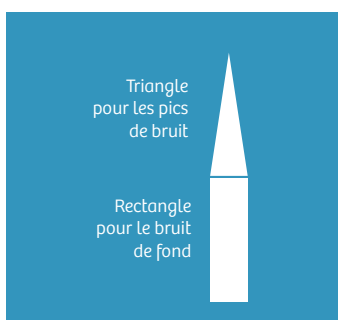
L'indice Harmonica délieure directement une note comprise entre 0 et 10, qui est donnée avec une décimale. Plus la note est élevée et plus l'environnement sonore est dégradé.



Deux formes associées pour distinguer la contribution du bruit de fond et des événements sonores

L'indice est représenté graphiquement par deux formes superposées, un rectangle et un triangle, afin de traduire visuellement et simplement les deux composantes qui le constituent :

- **Le rectangle** représente la composante associée au bruit de fond (BGN) ;
- **Le triangle** représente la composante événementielle (EVT) associée aux événements qui émergent du bruit de fond.

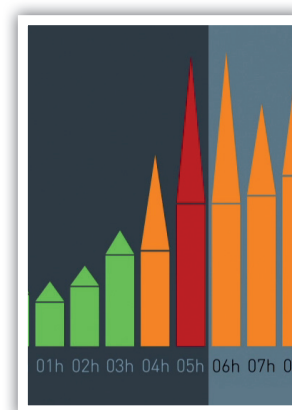


Une couleur pour indiquer la situation par rapport aux valeurs de référence

La couleur de l'indice (vert/orange/rouge) permet de situer l'environnement sonore par rapport aux objectifs de qualité de l'OMS et aux valeurs reconnues comme critiques pour le bruit. Ces couleurs tiennent compte des périodes de la journée (diurne/nocturne) car la sensibilité au bruit est accrue la nuit.

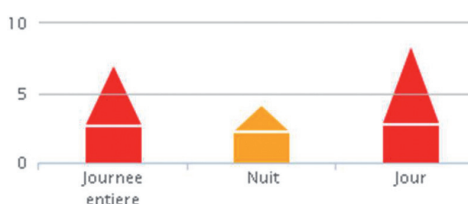
L'échelle des couleurs a été définie pour tenir compte de l'état des connaissances en matière de valeurs de référence :

- **Vert** lorsque l'indice est inférieur à 4 le jour ou à 3 la nuit : respect probable des objectifs de qualité recommandés par l'OMS (50 dB(A) en moyenne de jour, niveau à partir duquel l'OMS considère que le bruit est susceptible d'entraîner une gêne modérée, et 45 dB(A) en moyenne la nuit, niveau à partir duquel l'OMS considère que le bruit extérieur est susceptible de générer des perturbations du sommeil) ;
- **Orange** lorsque l'indice se situe dans la plage 4 à 8 le jour ou 3 à 7 la nuit ;
- **Rouge** lorsque l'indice est supérieur ou égal à 8 le jour ou à 7 la nuit : des indices de 8 le jour ou de 7 la nuit peuvent être obtenus en présence de bruits constants de niveaux respectifs de 70 dB(A) et 65 dB(A), largement reconnus en Europe comme étant des niveaux d'exposition critique au bruit.



Un indice par heure, par période de la journée et par jour

L'indice Harmonica est calculé au pas de temps horaire, à partir des données de mesure élémentaires (LAeq1s) fournies par les matériels de mesure. Une valeur moyenne est également calculée chaque jour pour la période diurne (6-22h), la période nocturne (22-6h) et la totalité de la journée (24h). Il est ensuite facile de calculer des valeurs moyennes d'indice sur de plus grandes périodes (semaine, mois, année) par simple moyenne arithmétique des indices journaliers.



L'indice Harmonica : un indice de pollution sonore plébiscité par le grand public

Une enquête réalisée à la fin du projet par questionnaire en ligne auprès d'un panel de 843 personnes a permis d'explorer l'apport des outils développés dans le cadre du projet Harmonica auprès du grand public en termes :

- d'amélioration des connaissances sur l'environnement sonore ;
- d'appropriation des outils mis à leur disposition.

L'analyse des questions portant sur la pertinence et la compréhension de l'indice Harmonica a démontré très clairement l'intérêt de cette nouvelle approche pour les citoyens.

Pertinence

89 % des personnes interrogées trouvent que l'indice est **pertinent** et correspond bien à leur perception du bruit.

87 % des personnes interrogées jugent utile que l'indice Harmonica tienne à la fois compte du **bruit moyen et des événements bruyants particuliers**.

78 % des personnes interrogées jugent utile que l'indice Harmonica accorde **plus d'importance à la période de nuit**.

Ces réponses permettent de valider les choix qui ont été faits pour l'indice, à savoir, tenir compte du bruit moyen et des événements bruyants, ainsi de donner un poids plus élevé au bruit la nuit.

Clarté, compréhension

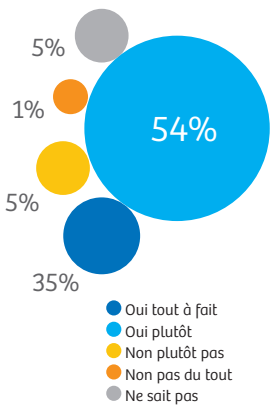
93 % des personnes interrogées trouvent l'indice **facile à comprendre**.

Il semble qu'il y ait notamment une bonne appropriation instinctive des valeurs de l'indice. Ainsi, la majorité des personnes interrogées a compris le sens des couleurs utilisées et de la différence entre le jour et la nuit. Une forte proportion de répondants associe ainsi une valeur de l'indice inférieur à 4 en période de jour pour être vert et une valeur de l'indice supérieur ou égale à 6 en période de nuit pour être rouge.

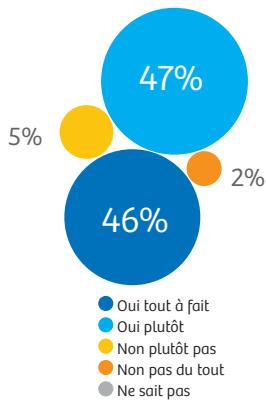
Cible privilégiée : le grand public

97 % des personnes interrogées considèrent que l'indice permet bien de s'adresser **au grand public**.

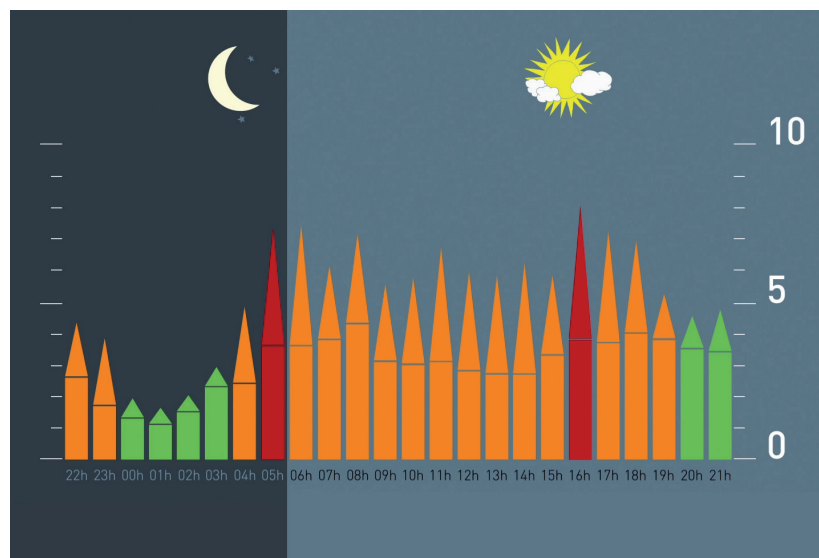
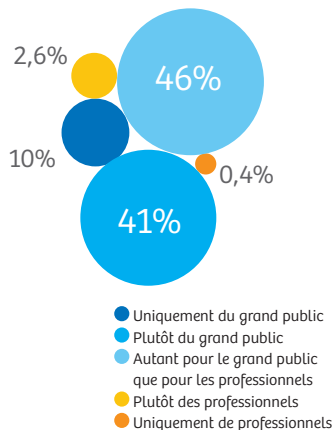
PERTINENCE



CLARTÉ, COMPRÉHENSIBILITÉ



CIBLE PRIVILÉGIÉE



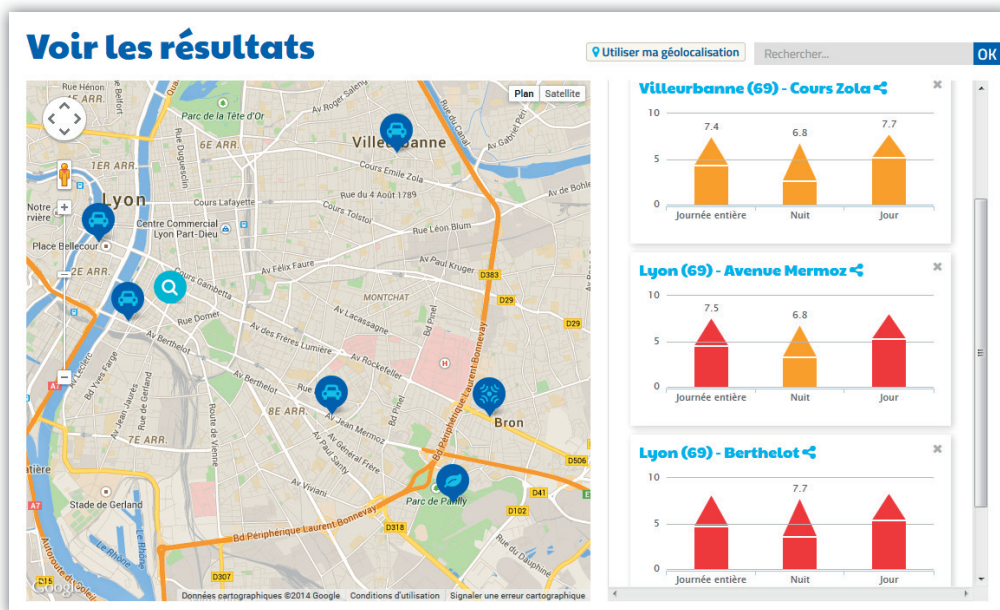
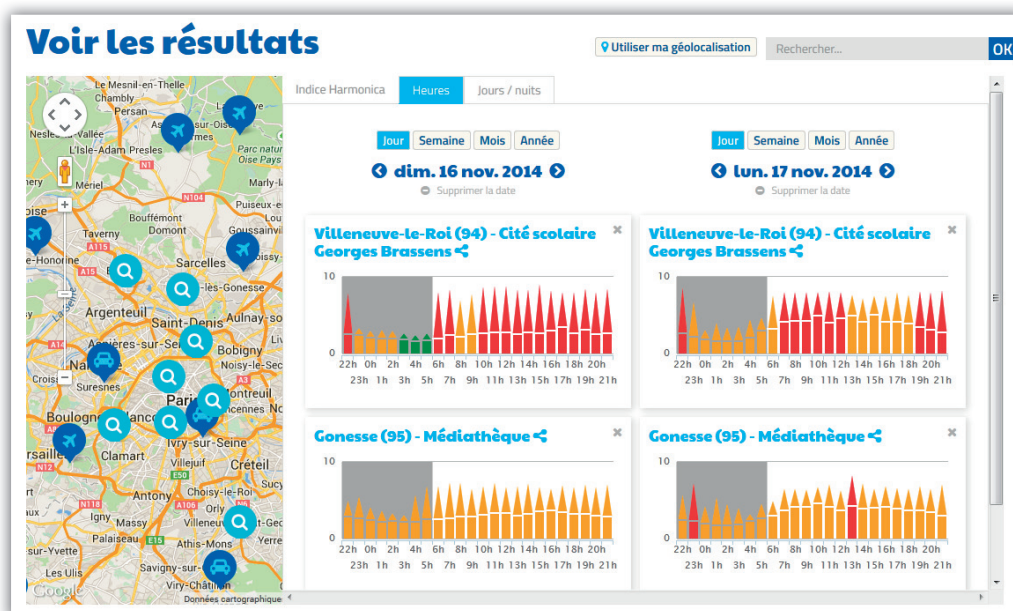
Exemple de variation horaire de l'indice sur 24 heures.

Exemples de résultats de l'indice Harmonica sur des stations de mesure

Au cours de la phase de démonstration du projet Harmonica, une soixantaine de stations de mesure ont été sélectionnées pour envoyer leurs données de mesure à la plateforme de calcul de l'indice Harmonica.

Il s'agit d'une cinquantaine de stations exploitées par Bruitparif au sein de la région Île-de-France et d'une dizaine de stations exploitées par Acoucité sur le territoire du Grand Lyon.

Les résultats d'indice Harmonica sont diffusés en ligne au sein du site www.noiseineu.eu. Le nombre de sites de mesure disponibles au sein de la plateforme augmentera progressivement grâce à la contribution de tous les acteurs en Europe.



Partager les bonnes pratiques à l'échelle européenne

Au-delà des enjeux scientifiques liés à l'effectivité de l'indice Harmonica, l'initiative promue par l'Union européenne vise également à permettre une mise en commun et une valorisation des actions de lutte contre le bruit réalisées au sein des villes européennes par les différents porteurs de projets.

■ Une plateforme collaborative en ligne

Pour faciliter sa diffusion et intégrer un maximum d'actions, cette base de données est mise en ligne via le site internet dédié Noise In EU.

En proposant un outil d'évaluation commun à l'échelle européenne, la création d'un nouvel indice dans le cadre du projet Life Harmonica permet de constituer une base de données de bonnes pratiques et initiatives de lutte contre le bruit menées par les collectivités territoriales, les gestionnaires d'infrastructures ou de transports ainsi que par leurs partenaires associés à l'échelle européenne.

Les actions recensées dans cette base ne sont pas en compétition et ne font l'objet d'aucun classement. Cette base vise essentiellement à répertorier en un site unique l'ensemble des données disponibles. Plateforme collaborative ouverte à tous les acteurs impliqués dans une démarche de lutte contre les nuisances sonores, cette base de données permet le partage d'informations et doit favoriser la prise de décision par les autorités compétentes par des rapprochements d'expériences, d'innovations et de plans d'action.

Toutes les actions entrant dans le cadre de la réduction des nuisances sonores dans l'environnement ont vocation à être présentes dans la base. 3 domaines principaux sont donc concernés. Tout d'abord, la réduction des nuisances à la source, quelle que soit la cause initiale (par exemple : transport, technologie, activité commerciale ou industrielle, activité sociale...). Ensuite, les actions d'aménagement visant la limitation de la propagation du bruit ou la réduction des expositions. Enfin, les opérations de sensibilisation pour une meilleure prise en compte et maîtrise des nuisances sonores générées par les émetteurs et une meilleure prévention des risques.

La base de données a été structurée de manière à permettre de valoriser différents types de solutions

de lutte contre le bruit dans l'environnement en fonction de leur thématique :

- bruit routier, quel que soit le réseau en cause : circulation urbaine, voies rapides, autoroutes...
- bruit ferré issu des grandes lignes, réseaux express, métro et tramways...
- bruit aérien causé par le trafic commercial, l'aviation légère, les hélicoptères ou encore les vols militaires,
- bruit des activités que celles-ci soient industrielles, artisanales, de service...
- bruit des loisirs qui peuvent être diurnes comme nocturnes,
- zones calmes, en termes de création, de préservation, d'amélioration...
- urbanisme et aménagement,
- prévention et sensibilisation, sous toutes leurs formes.

La base de données est pour l'instant essentiellement alimentée par des actions qui ont été répertoriées et documentées sur les territoires des deux partenaires du projet Harmonica, à savoir la région Île-de-France et le Grand Lyon. Elle contient également des actions menées au sein de villes du Sud-est de la France qui bénéficient d'un accompagnement d'Acoucity ainsi que des actions menées sur les villes de Bilbao et de Florence par les partenaires de Bruitparif dans le cadre du projet européen Quadmap (projet consacré à la question des zones calmes).

Le nombre d'actions présentées augmentera progressivement grâce à la contribution de tous les acteurs en Europe.

24 fiches actions sont déjà en ligne à la date d'ouverture du site Noise In EU.

RÉGION ÎLE-DE-FRANCE, FRANCE

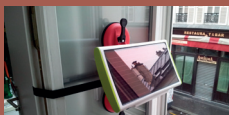
Paris (75) 

Baisse de la vitesse limite de circulation sur le boulevard périphérique



Paris (75)  

Dispositif de concertation autour du bruit des établissements nocturnes



Paris (75)  

Gestion sonore et prévention des risques auditifs lors de la Techno parade



Paris (75) 

Pose de revêtements acoustiques sur le périphérique parisien



Paris (75)  

Réaménagement et passage en zone 30 de l'avenue de Clichy



Pierrefitte-sur-Seine (93)  

Requalification urbaine de l'ex-RN1



Région Île-de-France 

Changement des semelles de frein des rames circulant sur le Réseau Express Régional (RER)



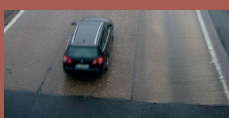
Région Île-de-France 

Relèvement des altitudes à l'arrivée des aéroports



Villabé (91) 

Changement du revêtement routier sur une portion de 16 km de l'autoroute A6



GRAND LYON, FRANCE

Ecully (69)  

Requalification d'une avenue structurante



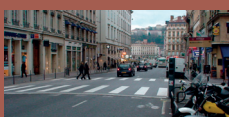
La Mulatière (69) 

Mise en place d'un écran anti-bruit le long de l'autoroute A7



Lyon (69) 

Amélioration acoustique de ralentisseurs en zone 30



Lyon (69) 

Autopont avenue Jean Mermoz



Lyon (69)  

Gestion d'une diffusion sonore amplifiée en plein air



Lyon (69)  

Journée en ville sans ma voiture



Lyon (69)  

Micro écran acoustique végétalisé, quai Fulchiron



Lyon (69) 

Prise en compte de l'acoustique dans la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) de La Buire



Rillieux-La-Pape (69) 

Ecran anti-bruit et amélioration du matériel roulant



AUTRES TERRITOIRES EN FRANCE

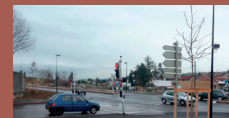
Aix-en-Provence (13)  

Piétonisation en centre-ville



Saint-Chamond  

Aménagement d'une entrée de ville



Vitrolles 

Aménagement d'une avenue en centre-ville



AUTRES ACTIONS EN EUROPE

Bilbao, Espagne  

Réaménagement de la place du général Latorre



Florence, Italie  

Création de zones de calme dans les écoles



Principauté de Monaco 

Agir sur la gêne sonore due à l'hélistation



■ Des exemples d'initiatives

Actions sur le périphérique parisien

Le boulevard périphérique parisien est une voie circulaire d'une longueur de 35 km qui fait le tour de la ville de Paris. Il comporte le plus souvent 4 voies de circulation dans chaque sens et supporte un trafic très dense : 1,3 millions de véhicules l'empruntent chaque jour, ce qui représente 7,7 millions de kilomètres parcourus (chiffre 2013 Ville de Paris). Le flux de véhicules peut dépasser les 270 000 véhicules par jour sur certaines portions. Cet axe concentre 40 % de la circulation automobile de Paris et représente 1 à 2 % du trafic national.

Avec plus de 100 000 habitants le long de son parcours, c'est un axe qui génère une exposition très élevée au bruit. Bruitparif a ainsi évalué qu'environ 40 000 riverains du périphérique sont exposés quotidiennement à des niveaux de bruit qui excèdent les valeurs limites réglementaires françaises.

Depuis 2001, la Mairie de Paris est engagée pour améliorer le cadre de vie des riverains du boulevard périphérique. Plusieurs actions ont déjà permis de réduire les nuisances sonores liées à la circulation, en particulier les couvertures des Portes de Vanves et des Lilas ont été réalisées, mais ces actions sont extrêmement coûteuses et ne peuvent être généralisées partout.

Aussi, la ville de Paris a souhaité mettre en place d'autres types d'actions moins coûteuses et permettant de toucher un plus grand nombre de riverains.

Pose de revêtements acoustiques

Ainsi, entre juin 2012 et juin 2013, la ville de Paris en partenariat avec Bruitparif dans le cadre du projet Harmonica a décidé d'expérimenter la pose de revêtements anti-bruit sur les chaussées et bretelles du boulevard périphérique au niveau de la Porte de Vincennes. Le son émis par le roulement des véhicules est piégé dans les micro-aspérités qui caractérisent ce type de revêtement où il va progressivement perdre sa puissance. Le revêtement permet dès lors d'éliminer une partie des bruits de roulement des véhicules.

Grâce à 4 stations de mesure positionnées sur le périphérique au niveau de ce secteur d'expérimentation (une au niveau du terre-plein central sur le périphérique et 3 en façade des immeubles les plus proches), Bruitparif a pu évaluer l'amélioration significative apportée par la mise en place de ces revêtements tant pour les riverains que pour les automobilistes qui empruntent le périphérique. Un an après leur pose, la diminution moyenne constatée s'élève à 1,3 point d'indice au niveau du terre-plein central et à 0,6 point d'indice en façade des immeubles d'habitation les plus proches, soit l'équivalent ressenti d'une division par environ 2 du trafic routier. Les diminutions ont été constatées de manière identique sur les périodes diurne et nocturne.

Fort de cette expérimentation réussie, la Mairie de Paris a étendu le dispositif à 9 tronçons prioritaires du boulevard périphérique (représentant 10% du périphérique) où se concentrent de nombreuses habitations (de l'ordre de 10 000 riverains au total).



Travaux de mise en place d'un revêtement anti-bruit



Baisse de la vitesse limite autorisée

Afin d'aller encore plus loin dans la réduction des nuisances sonores du boulevard périphérique mais aussi de lutter contre la pollution atmosphérique et de faire baisser le nombre d'accidents, la Ville de Paris avait manifesté son souhait, depuis 2011, de voir baisser la vitesse limite de circulation sur le boulevard périphérique parisien. Le ministre de l'Intérieur a donné une suite favorable à cette demande et, par décret promulgué en janvier 2014 modifiant le Code de la route, la vitesse limite est passée de 80 à 70 km/h.

Grâce à l'exploitation des données de 3 stations de mesure positionnées au niveau du terre-plein central et en façade d'immeubles d'habitation le long du périphérique, Bruitparif a pu quantifier la diminution de bruit générée par cet abaissement de la vitesse limite.

La comparaison des données avant et après entrée en vigueur de la baisse de la vitesse limite fait apparaître une diminution de bruit assez faible mais néanmoins significative qui s'établit à une baisse de 0,2 point d'indice en moyenne en situation riverains. La baisse a été plus marquée la nuit (-0,4 point d'indice) que sur la période diurne (-0,1 point d'indice) car les vitesses de circulation y sont plus élevées et ont donc directement été impactées par l'abaissement de la vitesse limite. Ceci est moins le cas en journée puisqu'il y a davantage de congestion.



Penser l'acoustique pour l'urbanisation de la ville de demain : exemple de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) de la Buire à Lyon

L'aménagement de la ZAC de la Buire à Lyon illustre la manière avec laquelle un espace urbain marqué sur le plan acoustique par la proximité d'axes de transports majeurs peut être urbanisé afin de rendre ce territoire adapté à de l'habitat et à des usages sociaux, tout en permettant un environnement sonore de qualité au niveau des espaces publics extérieurs. Il s'agit d'une action d'urbanisme programmée sur le très long terme qui rend compte de comment l'aménagement et le renouvellement urbain peuvent être l'occasion de développer des approches favorables à une amélioration sonore des espaces publics et de l'habitat.

La BUIRE était un ancien site industriel situé à Lyon à proximité du quartier de La Part-Dieu. Ce territoire se trouve bordé à l'Est par un important axe routier urbain (Boulevard Vivier Merle, environ 27 800 véhicules par jour) ainsi que par l'axe ferroviaire de La Part Dieu un peu plus loin, et au nord par l'avenue Félix Faure (8 400 véhicules par jour).

L'objectif était de développer un aménagement urbain mixte résidentiel et d'activités, une école, une crèche et un parc public, tout en garantissant une grande qualité environnementale.



Chiffres clé :

Surface de l'opération : 5,5 ha
 Nombre de logements : 656
 162 chambres étudiantes
 Activités : 68 000 m² SHON
 Equipements : 8 000 m²
 Espace public : 5 000 m²

Le choix a été fait de développer en premier plan un front bâti composé uniquement de bâtiments de bureaux afin de protéger les cœurs d'îlots, les espaces publics et un parc urbain de 5 000 m².

Aujourd'hui, il s'agit d'un espace urbain apaisé, composé d'habitats, d'activités et de services publics, et garantissant une bonne qualité acoustique. En cœur d'îlots, des espaces végétalisés non accessibles au public permettent de garantir un plus grand confort acoustique fenêtres ouvertes pour les façades calmes des habitations.



Utiliser et contribuer à la plateforme Noise In EU

Vous voulez mettre en application le nouvel indice Harmonica dans votre ville ? Partager les informations sur les nuisances sonores et leur réduction avec le plus grand nombre ? Vous informer sur les bonnes pratiques déjà mises en œuvre ? Contribuer à la connaissance dans tous les pays européens des innovations ou expérimentations en cours ?

Conçu, développé et maintenu par Bruitparif, le site www.noiseineu.eu est fait pour vous !

■ La plateforme Noise In EU, qu'est-ce que c'est ?

Ciblée tout autant sur le grand public que sur les autorités en charge de la gestion des problématiques de nuisances sonores, la plateforme Noise In EU a été développée pour :

- Simplifier et harmoniser l'information en matière de bruit au sein d'une multitude de villes et de régions européennes.
- Améliorer la compréhension des problématiques de bruit par le public et les autorités.
- Permettre de valoriser les bonnes pratiques en matière de gestion de l'environnement sonore.

Le site internet www.noiseineu.eu propose ainsi différents contenus et fonctionnalités permettant à chacun de :

- Mieux appréhender la problématique et les enjeux de l'exposition au bruit environnemental en Europe :
> rubrique « Le bruit en Europe ».
- Mesurer l'évolution décisive que propose le nouvel indice Harmonica en termes d'information sur l'environnement sonore et de prise en compte de la perception du bruit par les individus :
> rubrique « L'indice Harmonica ».

- Accéder aux résultats d'indice issus des stations de mesure du bruit déployées dans plusieurs grandes villes européennes :
> rubrique « Voir les résultats ».
- Consulter des fiches actions détaillées sur les initiatives concrètes prises par les pouvoirs publics et leurs partenaires et envisager des actions à mettre en œuvre dans le cadre de la Directive 2002/49/CE :
> rubrique « Fiches action ».
- Connaître les acteurs mobilisés et les contributeurs à la plateforme Noise In EU ainsi que les moyens de rejoindre la communauté :
> rubrique « Participants ».
- Se tenir au courant des actualités en matière de nouvelles connaissances sur l'évaluation du bruit à l'échelle européenne, les actions mises en œuvre et les événements organisés par les partenaires de la communauté Noise In EU :
> rubrique « Actualités ».

La conception technique, le développement, l'hébergement et la gestion de la plateforme Noise In EU sont assurés par Bruitparif, observatoire du bruit pour la région Île-de-France, qui s'est engagé à maintenir et à faire évoluer cette plateforme après la fin du projet Harmonica.

Toutes les rubriques sont directement accessibles via la page d'accueil du site.



The screenshot shows the homepage of the Noise In EU platform. At the top, there is a navigation bar with the following tabs: LE BRUIT EN EUROPE, L'INDICE HARMONICA, VOIR LES RÉSULTATS, FICHES ACTION, and PARTICIPANTS. Below the navigation bar, there is a main content area with a large illustration of a city street scene. The text on the page includes: "La pollution sonore est si prégnante dans les villes que les citoyens et les autorités ont tendance à la considérer comme une fatalité.", "Le projet Life Harmonica a permis de mettre au point des outils innovants pour mieux informer le public sur son environnement sonore et aider les acteurs à prendre les bonnes décisions pour lutter contre le bruit : l'indice Harmonica, indice de bruit facile à appréhender, et une plateforme pour fournir de l'information sur le bruit dans l'environnement au sein des villes européennes.", "Ce site internet vous permet :", "• de savoir plus sur l'indice Harmonica", "• de consulter les résultats d'indice Harmonica au sein de différentes villes d'Europe", "• de découvrir les actions de lutte contre le bruit mises en œuvre à travers l'Europe", "Vous êtes un acteur local impliqué dans la gestion de l'environnement sonore ou vous gérez un réseau de mesure du bruit.", "REJOIGNEZ LA PLATEFORME ET CONTRIBUEZ !", "SITES DE MESURE", "ACTIONS CONTRE LE BRUIT", "ACTUALITÉS", "20/10/2014", "Participez à la conférence finale du projet Life+ Harmonica, le 9 décembre à Bruxelles.", "INSCRIPTION".

■ Quelle est la déontologie de cette plateforme ?

Le projet Harmonica a été financé par des fonds publics. En conséquence, les résultats sont disponibles pour le grand public, ils n'ont aucun caractère commercial.

L'utilisation des données fournies par le site www.noiseineu.eu n'est autorisée qu'à des visées d'information et d'éducation. Elles ne peuvent être utilisées à des fins commerciales ou pour vérifier la conformité avec les valeurs réglementaires définies au niveau national ou local en Europe. De plus, ces informations n'ont pas pour but de

remplacer les données de bruit disponibles au niveau local ou national, mais d'informer un large public de manière simple et accessible.

Pour toute utilisation des données diffusées sur le site www.noiseineu.eu, la source www.noiseineu.eu doit être mentionnée. Les données brutes de mesure et les éléments diffusés au sein des fiches action restent la propriété des autorités locales correspondantes, des réseaux de surveillance ou des instituts qui sont responsables du contrôle de la qualité des données.

■ Pourquoi contribuer à la plateforme Noise In EU ?

Vous représentez une ville ou une région, une organisation publique, un gestionnaire de réseau de mesure du bruit localisé en Europe ? Vous souhaitez partager de nouvelles approches, pratiques, informations sur le bruit afin qu'elles se disséminent et que la problématique de l'exposition au bruit environnemental puisse enfin être prise en compte au niveau qu'il se doit dans les politiques publiques ?

Alors n'attendez pas, rejoignez la plateforme !

Rejoindre la communauté des participants à la plateforme Noise In EU vous permettra ainsi de :

- **Tester** l'indice Harmonica sur vos données de mesure du bruit.
- **Améliorer** et rendre plus compréhensible l'information diffusée au public sur l'environnement sonore sur votre territoire, à travers une représentation pédagogique facile à appréhender des données de bruit.

- **Contribuer** à l'enrichissement d'une plateforme européenne d'information sur le bruit, de partage de connaissances et d'expériences et en faire un outil de référence pour l'appropriation de la problématique du bruit par le grand public et les autorités.
- **Partager** des expériences et vous enrichir en matière de moyens opérationnels pour lutter contre le bruit, à travers la consultation et l'enrichissement de la base de données en ligne de fiches actions.
- **Rencontrer** les autres villes et les autres acteurs mobilisés en Europe pour préserver l'environnement sonore et échanger avec eux lors des réunions organisées à l'initiative des porteurs du projet Harmonica ou des membres de la communauté.



Un programme de calcul de l'indice Harmonica, nommé « Toots », a été développé et est fourni par Bruitparif, gestionnaire de la plateforme Noise In EU.

■ Comment tester l'indice Harmonica ?

Le programme de calcul de l'indice Harmonica sous Windows, nommé « Toots », est fourni gratuitement sous licence d'utilisation à tout organisme ou toute personne qui en fait la demande en remplissant le formulaire en ligne.

L'objectif de cette licence est de faire partager aux utilisateurs du programme « Toots » les principes communs qui ont été définis pour l'utilisation de ce nouvel outil qu'est l'indice Harmonica. Notamment, il est interdit de tirer un quelconque bénéfice commercial de l'indice Harmonica par la revente de valeurs calculées de cet indice ou de toute représentation textuelle ou graphique de ces valeurs. Il s'agit également de constituer une communauté d'utilisateurs référencés et de garantir que les utilisateurs de l'indice soient informés des évolutions ultérieures de la formule de calcul de l'indice et/ou de la publication de nouvelles versions du programme « Toots ».

Les données doivent provenir d'un sonomètre ou d'une station de mesure de classe 1 ou 2 calibré, c'est-à-dire dont on s'est assuré au préalable que les mesures qu'il effectue sont correctes et qu'il est utilisé dans un contexte où l'incertitude de mesure reste acceptable. **1**

Il faut disposer d'au moins une heure de valeurs LAeq,1s, c'est-à-dire de niveaux sonores équivalents, mesurés avec une pondération fréquentielle de type A. Même s'il est possible de calculer à partir d'un autre indicateur comme le LFast,1s ou le Lslow,1s, LZeq,1s,... cela n'est pas recommandé. Il est également possible d'effectuer des calculs à partir de tout vecteur de données

LAeq échantillonné à une fréquence supérieure, par exemple, un LAeq,500ms, LAeq,100ms ou LAeq,1/8s. Dans ce cas, l'outil de calcul recrée tout d'abord le LAeq,1s à partir de la donnée d'entrée, puis réalise le calcul de l'indice Harmonica et de ses sous-indices. En revanche, il n'est pas possible de calculer l'indice Harmonica à partir de données de fréquence inférieure, par exemple LAeq, 2s, 5s ou 10s.

Plusieurs formats de fichiers de mesure de bruit peuvent être directement reconnus, par exemple certains formats issus directement de matériels de mesure comme le format OPE (01dB-ACOEM/Opera), DAT (Rion/NA37), AZB (Azimut Monitoring). Le gestionnaire de la plateforme Noise In EU peut être amené à enrichir dans le futur la liste des formats en fonction des intérêts manifestés et des collaborations nouées avec les acteurs. Pour les données collectées sous d'autres formats, il convient de les convertir au préalable en un format texte avec séparateur pour qu'elles puissent être intégrées.

« Toots » permet alors de calculer simplement l'indice Harmonica à partir des données brutes de mesure **2** puis d'extraire les valeurs d'indice dans Excel **3** ou encore de générer des graphes **4** qui pourront être copiés/collés ultérieurement dans des documents.

De cette manière, il est possible pour tout utilisateur de calculer lui-même l'indice Harmonica selon la méthode développée dans le cadre du projet Harmonica et d'utiliser les représentations graphiques associées.

■ Comment diffuser les résultats d'indice au sein de la plateforme Noise In EU ?

L'objectif du projet Harmonica est d'amener le maximum de villes européennes à diffuser leurs données d'observation à travers l'indice Harmonica. L'utilisateur qui souhaite envoyer des données issues de mesures temporaires ou permanentes dans la plateforme peut utiliser le mode « demon » de « Toots ».

Il lui faut ensuite déclarer les sites de mesure qu'il souhaite voir figurer au sein de la plateforme et fournir leurs caractéristiques (nom, latitude, longitude, objectif de la mesure, correction éventuelle des niveaux mesurés en cas d'implantation du microphone en façade, sources en présence,...) ainsi que si possible au moins une photo du site de mesure. **5**

Le programme testera alors périodiquement la présence de nouveaux fichiers de mesure dans le(les) dossier(s) correspondant au(x) sites(s) déclaré(s), et effectuera de manière automatique les calculs d'indice et la transmission des résultats sur la plateforme Noise In EU dès qu'un nouveau fichier y sera déposé. Dans ce mode d'utilisation, les seules données envoyées sur le site www.noiseineu.eu correspondent aux valeurs horaires

de l'indice Harmonica et de ses sous composantes (BGN et EVT) **6**. Les données LAeq,1s ne sont pas transmises sur le serveur, et restent stockées localement. « Toots » permet également d'invalider des plages de données, dans le cas où un utilisateur s'apercevrait ultérieurement que certaines données ne sont pas représentatives et doivent faire l'objet d'invalidation. **7**

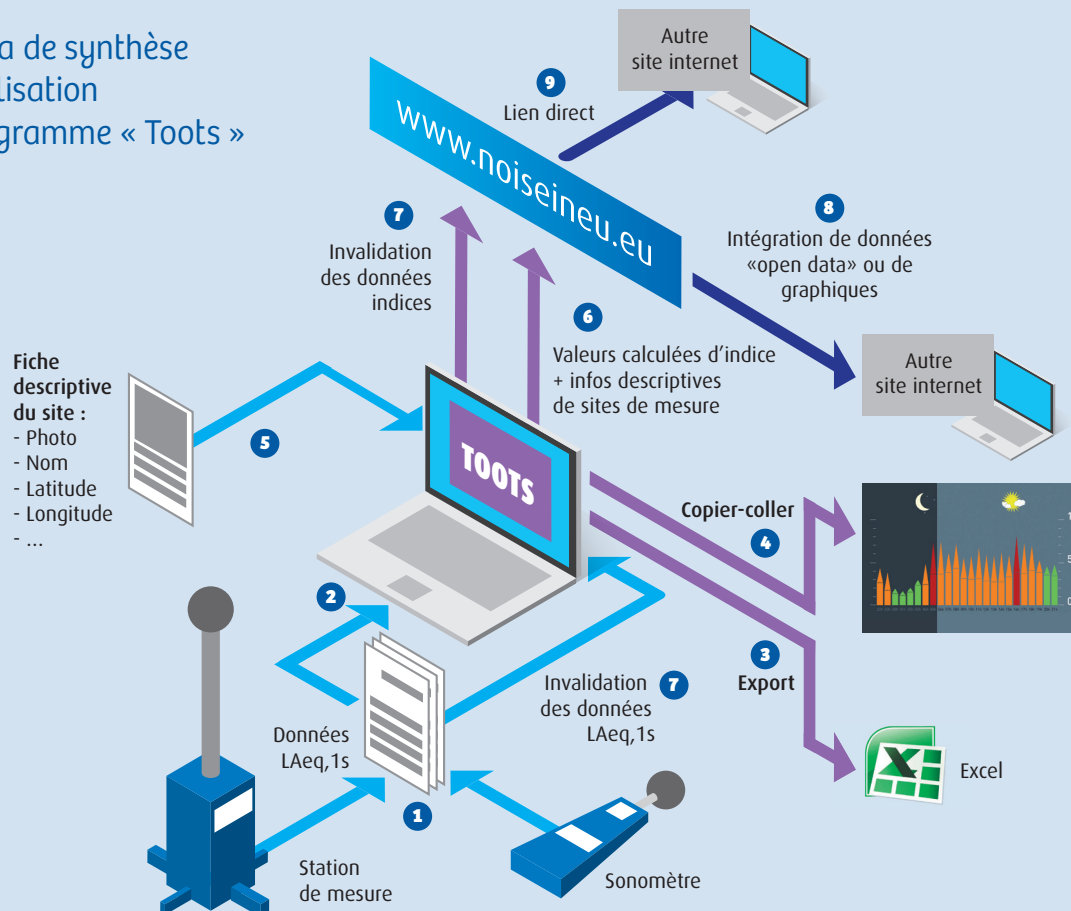
■ Comment diffuser les résultats d'indice au sein de son propre site internet ?

Il est également possible de partager les résultats d'indice Harmonica diffusés sur la plateforme Noise In EU par e-mail ou sur les réseaux sociaux ainsi que de l'intégrer directement au sein d'une page de votre site internet. Pour cela, il faut sélectionner le site de mesure ainsi que la période sur laquelle vous souhaitez voir les résultats et cliquer sur le bouton « Partager » situé en haut à

gauche au-dessus du graphique de résultat sous le nom du site. Après avoir défini quelques options de personnalisation, il n'y a plus qu'à copier/coller le lien HTML proposé dans un e-mail ou au sein de votre site internet. C'est très facile ! **8**

Vous pouvez également intégrer librement dans votre site internet un lien direct sur les pages du site www.noiseineu.eu. **9**

Schéma de synthèse de l'utilisation du programme « Toots »



Si vous souhaitez valoriser et faire partager des actions de lutte contre le bruit mises en oeuvre sur votre territoire, cela est très simple.

■ Valoriser une action ou une initiative menée au sein d'un territoire

Il vous suffit de télécharger le modèle de fiche téléchargeable sur le site www.noiseineu.eu, de remplir une fiche par action et de renvoyer vos fiches, accompagnées des documents à joindre et des illustrations, à l'adresse suivante : join@noiseineu.eu.

Ces fiches seront intégrées très rapidement et soumises à votre validation avant publication. Vos actions seront alors mises en ligne dans les meilleurs délais.

Les rubriques à renseigner au sein de la fiche action :

Territoire
Titre de l'action
Période de l'action
Acteurs de l'action
Organismes ayant évalué l'action
Catégorie d'action
Indiquer des points pour le géo-référencement de l'action : <i>Coordonnées lat/long en degrés décimaux</i>
Accroche : <i>Texte d'intro qui sera mis en avant – Max : 100 mots</i>
Description de l'action : <i>Max : 500 mots</i>
Coût et financement
Indice situation initiale : <i>Indice Harmonica si évalué</i>
Indice situation finale : <i>Indice Harmonica si évalué</i>
Evaluation de l'indice : <i>Indiquer si l'indice indiqué a été évalué sur la période nuit, jour ou 24h</i>
Situation initiale : <i>Max : 100 mots + 1 graphique ou tableau (à joindre spécifiquement)</i>
Situation finale : <i>Max : 100 mots + 1 graphique ou tableau (à joindre spécifiquement)</i>
Bilan : <i>Max : 200 mots</i>

PIERREFITTE-SUR-SEINE (93) Requalification urbaine de l'ex-RN1

2008-2013

Le Conseil général de Seine-Saint-Denis a réaménagé complètement l'ex-RN1 entre 2009 et 2013 afin de permettre l'insertion urbaine de la ligne de tramway (T5), mise en service fin juillet 2013.

Bruitparif a installé une station de mesure le long de cet axe à Pierrefitte-sur-Seine afin de mesurer l'évolution de l'environnement sonore en lien avec ce réaménagement d'axe.

ACTEURS

LOCALISATION



DESCRIPTION



EX-RN1 À PIERREFITTE-SUR-SEINE UNE FOIS RÉAMÉNAGÉE Bruitparif

Situation initiale : 9,0 Situation finale : 7,9 Bilan : -1,1

L'état de l'environnement sonore après réaménagement de l'axe a été évalué sur une période similaire en juillet 2013, une fois les travaux finis et avant la mise en service du tramway. De nouveaux comptages temporaires de trafic routier ont été commandités par le Conseil général entre le 1er et le 7 juillet.

Les données d'indice sur cette période sont de :

- Indice 24h : 7,9 (BGN=5,3 et EVT=2,6)
- Indice Nuit : 7,6 (BGN=4,1 et EVT=3,5)
- Indice Jour : 9,1 (BGN=5,9 et EVT=2,2)

Les comptages de trafic indiquent des débits de l'ordre de 36 000 véhicules/jour en moyenne (soit de l'ordre de 6 à 7 % de plus qu'en 2008) et des vitesses de circulation autour de 31 km/h sur la période 6-22h (soit inférieures de l'ordre de 20% par rapport à 2008) et de 40 km/h sur la période 22-6h (soit inférieures de l'ordre de 24% par rapport à 2008). La proportion de poids lourds est de 6,5 % le jour (comme en 2008) et de 6,2 % la nuit (soit plus élevée qu'en 2008).

DOCUMENTS ASSOCIÉS À CETTE ÉVALUATION

Exploitation croisée des données acoustiques et des données de trafic routier au niveau de l'ex-RN1 à Pierrefitte-sur-Seine avant et après réaménagement de l'axe

Exemple de fiche action



■ La plateforme Noise in EU évaluée par le grand public

L'enquête réalisée à la fin du projet par questionnaire en ligne auprès d'un panel de 843 personnes a permis de recueillir l'avis du public quant à la plateforme Noise in EU et confirme son apport majeur en matière d'information.

INTÉRÊT

88 % des personnes interrogées trouvent les rubriques du site intéressantes.

CLARTÉ ET ERGONOMIE DU SITE

85 % des personnes interrogées trouvent les informations claires.

84 % des personnes interrogées trouvent que les informations sont bien organisées.

93 % des personnes interrogées trouvent que les informations sont affichées rapidement.

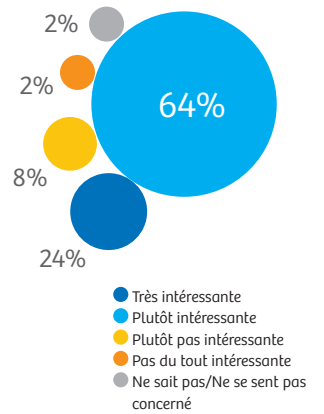
88 % des personnes interrogées trouvent que les informations sont suffisamment lisibles.

Les éléments dynamiques au cœur du site (cartographie des résultats d'indice et base de données des actions) sont plébiscités par les internautes avec 60 % des personnes interrogées qui trouvent que leur présence est nécessaire et adéquate et 34 % qui souhaiteraient même qu'il y en ait davantage. Ces éléments permettent en effet de naviguer librement sur les différents secteurs où l'indice Harmonica est mesuré ou bien sur les territoires où des actions innovantes ont été mises en œuvre.

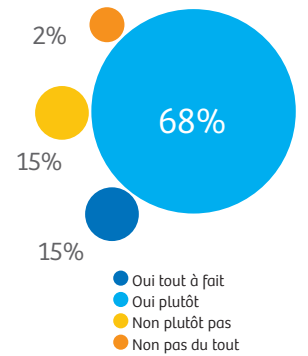
UTILITÉ

83 % des personnes ont vu leurs connaissances sur le bruit s'améliorer (tout à fait et plutôt) après la visite du site.

INTÉRÊT DE LA PLATEFORME



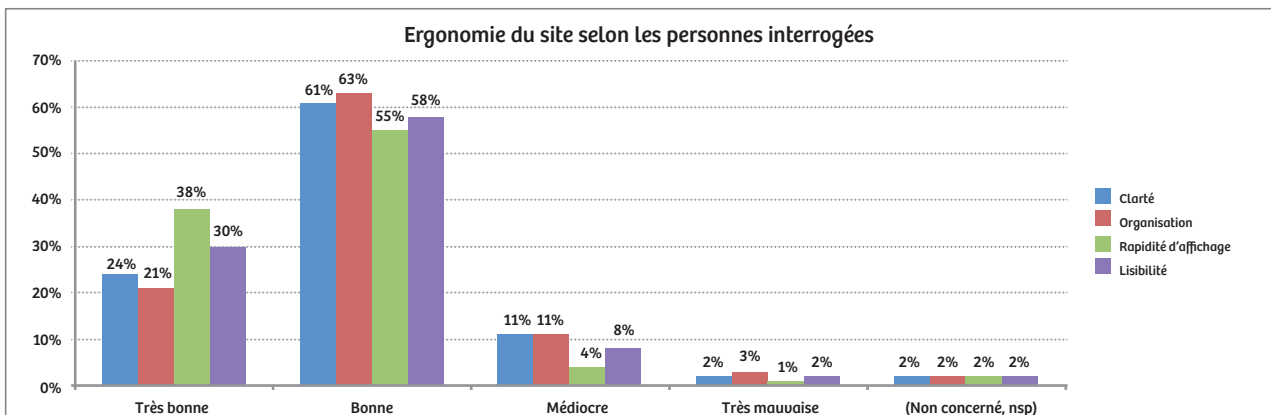
UTILITÉ DE LA PLATEFORME



En conclusion, les résultats obtenus lors de la phase d'enquête finale ont montré que la consultation du site www.noiseineu.eu :

- Favorise l'adhésion des répondants à la mise en œuvre d'actions visant à réduire l'exposition au bruit.
- Augmente certainement le niveau d'implication et de sensibilité à la problématique du bruit.
- Répond parfaitement aux besoins et attentes des internautes vis-à-vis d'un site dédié au bruit.
- Conforte la pertinence et la bonne compréhension de l'indice Harmonica.
- Renforce le niveau de connaissance des visiteurs.
- Confirme la bonne ergonomie du site.
- Valide l'intérêt porté à ses contenus.

Le site apparaît donc parfaitement remplir les objectifs fixés en permettant d'améliorer la compréhension et l'appropriation de la problématique du bruit.



Perspectives

« Les outils qui ont été développés dans le cadre du projet Harmonica et dont l'utilisation a été présentée dans ce guide doivent permettre de **renforcer l'appropriation de la problématique du bruit** par les acteurs et les citoyens de l'Union Européenne afin de favoriser une meilleure prise de conscience des enjeux sanitaires et socio-économiques du bruit et de renforcer les politiques de prévention en la matière.

Par une communication transparente et pédagogique des observations faites au sein des agglomérations européennes à travers l'indice Harmonica, indice de pollution sonore innovant qui répond aux attentes et au ressenti des populations, et par la mise en partage des bonnes pratiques et des initiatives menées par les différents acteurs au sein des agglomérations, **la plateforme Noise In EU entend devenir un outil de référence** en matière d'information sur le bruit environnemental et d'aide à la décision à l'échelle européenne.

Il s'agit donc à présent de **disséminer l'approche** et les outils qui ont été mis au point et testés par Bruitparif et Acoucity, les deux partenaires de projet, sur les territoires d'expérimentation (Région Île-de-France et Grand Lyon) auprès des agglomérations qui disposent de dispositifs d'observation du bruit sur leur territoire ou qui souhaitent en mettre en œuvre. Ce guide méthodologique a été conçu dans le but de fournir les clés pour structurer l'observation et faire émerger les initiatives.

L'enjeu est également de **créer une communauté d'utilisateurs de l'indice Harmonica et de contributeurs à la plateforme Noise In EU** tant par l'intermédiaire de la diffusion de résultats d'indice que par la publication de fiches sur des actions ou initiatives mises en œuvre sur les territoires. Les retours d'expériences des uns et des autres permettront ainsi de faire évoluer les outils, de les améliorer en vue d'une meilleure prise en compte du bruit dans les politiques publiques. »

les porteurs du projet

Du côté de nos partenaires européens

« Les cartes de bruit élaborées dans le cadre de la directive européenne 2002/49/CE sont une bonne base pour donner un premier aperçu des enjeux sur un territoire, mais elles ne sont pas suffisantes car l'information y est présentée de manière statique et elles ne reflètent pas la manière dont le bruit est perçu par la population.

La mesure du bruit est donc nécessaire mais les indicateurs acoustiques utilisés jusqu'à présent restent difficiles à appréhender pour le grand public. Plusieurs villes membres du réseau Eurocities réfléchissent sur ce point au sein d'un groupe de travail sur le bruit.

L'indice développé dans le cadre du projet européen Harmonica intéresse au plus haut point les membres de ce groupe. Des villes comme Bruxelles, Barcelone, Turin, Rotterdam, Pise ont déjà salué le côté pédagogique et parlant de ce nouvel indice. Elles ont hâte de pouvoir l'expérimenter au sein de leur territoire et de contribuer à la plateforme Noise in EU ! »

Henk Wolfert,
responsable des relations européennes à la DCMR EPA Rotterdam,
président du groupe de travail sur le bruit (WGN)
et du focus group « FONOMOC » qui réunissent des villes membres
du réseau Eurocities.



REMERCIEMENTS

Bruitparif et Acoucity tiennent à remercier la Commission européenne, le Conseil régional d'Île-de-France, la Communauté urbaine du Grand Lyon, la ville de Paris ainsi que tous les membres adhérents de leur structure pour leur confiance et leur soutien financier à la réalisation du projet Harmonica.



Ils remercient également les membres du groupe de travail sur le bruit (WGN) d'Eurocities, et notamment son président Henk Wolfert qui ont apporté un soutien très actif au projet.



Spéciale dédicace à Toots Thielemans

Le nom du programme de calcul de l'indice Harmonica « Toots » a été inspiré du célèbre harmoniciste.

Premier à être entré sur la scène du be bop avec un harmonica, il a marqué une évolution sans précédent dans l'histoire de cet instrument et reste sans doute le Belge le plus célèbre de l'histoire du jazz.

Références

■ Publications

- 1999, WHO : Guidelines for Community Noise.
- 2006, programme IMAGINE : rapport sur la détermination du Lden and du Lnight à partir des données mesurées.
- 2006 : Current Trends in Environmental Noise Monitoring in Europe, Bruel & Kjaer.
- 2008 : Working Group Noise : Questionnaire au sujet des réseaux de mesure du bruit des membres d'Eurocities.
- 2008 : Présentations faites lors du colloque CIDB « les réseaux de surveillance acoustique, prémices des Observatoires du bruit.
- 2009, Guide opérationnel « Développement d'un réseau permanent de mesure des bruits de l'environnement à l'échelle des agglomérations », Acoucité avec le soutien de l'Ademe, du Ministère de l'Ecologie et du Grand Lyon.
- 2009, WHO : Night noise guidelines for Europe.
- 2010 : Legislation, regulation and best practice in airport noise management, white paper, Bruel & Kjaer.
- 2011, Internoise : Un observatoire du bruit des agglomérations : enjeux scientifiques techniques, stratégiques et politiques ; une approche systémique complémentaire aux nouvelles exigences des directives européennes, B. Vincent¹, A. Cristini², J. Vallet³, C. Sales⁴, H. Poimboeuf⁵, C. Sorrentini⁶, C. Anselme⁷, 1,7 Acoucité, 2 Communauté Urbaine Nice Côte d'Azur, 3 Mission écologie du Grand Lyon, 4 Communauté du Pays d'Aix, 5 Grenoble Alpes Métropole, 6 Saint-Etienne Métropole.
- 2012, Working Group Noise : Questionnaire au sujet des réseaux de mesure du bruit des membres d'Eurocities dans le cadre du projet Harmonica.
- 2012, Internoise : An innovative approach for long-term environmental noise measurement: RUMEUR network, C. Miettlicki, F. Miettlicki, M. Sineau, Bruitparif.

■ Sites internet

- FONOMOC : « focus group » européen sur les réseaux de surveillance du bruit au sein du Working Group Noise d'Eurocities.
<http://workinggroupnoise.com/fonomoc/>
- Plateformes de consultation sur internet des résultats de mesure du bruit :
 - Bruxelles :**
<http://app.bruxellesenvironnement.be:8080/WebNoise/Home?langtype=2060>
 - Communauté du Pays d'Aix :**
http://www.acoucite.org/Partenaires/CPA/reseau-de-mesure/API_CPA.php
 - Dublin :**
<http://dublincitynoise.sonitussystems.com/>
 - Dunkerque :**
<http://www.spppi-cof.org/Les-actions-du-SPPPI/Les-reseaux-de-mesures-du-bruit>
 - Grand Lyon :**
www.acoucite.org
 - Grenoble-Alpes Métropole :**
http://www.acoucite.org/Partenaires/METRO/reseau-de-mesure/API_METRO.php
 - Île-de-France :**
www.rumeur.bruitparif.fr
 - Madrid :**
<http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/calais/consulta/acustica.html>
 - Turin :**
<http://www.comune.torino.it/ambiente/rumore/monitoraggio-acustico/>

Auteur du guide méthodologique :
Fanny Mietlicki, Directrice de Bruitparif
fanny.mietlicki@Bruitparif.fr

Ce document a été élaboré dans le cadre d'un projet cofinancé par la Commission européenne.
Il ne reflète néanmoins pas nécessairement les positions de la Commission européenne.

Maquette et réalisation : Diagraphie • www.diagraphie.fr



Le projet Harmonica

Ce guide méthodologique a été rédigé dans le cadre du projet Harmonica (HARMONized Noise Information for Citizens and Authorities) afin de favoriser l'utilisation des outils d'information et d'aide à la décision développés au cours du projet.

Le projet Harmonica a été cofinancé d'octobre 2011 à décembre 2014 par la Commission européenne dans le cadre du programme Life. **Le projet Harmonica a été coordonné par Bruitparif, l'Observatoire du bruit en région Île-de-France, en partenariat avec Acoucity, l'Observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon.**

Le projet Harmonica a permis de mettre au point des outils innovants pour renforcer l'appropriation de la problématique du bruit par le public et aider les acteurs à prendre les bonnes décisions pour préserver et améliorer l'environnement sonore.

Ces outils sont au nombre de trois :

- **l'indice Harmonica**, un indice de pollution sonore développé pour être facile à comprendre et correspondre davantage à la perception des individus de leur environnement sonore ;
- **une base de données collaborative** sur les actions de lutte contre le bruit mises en place au sein des agglomérations européennes afin de faciliter les échanges entre acteurs et dynamiser les politiques de prévention du bruit ;
- **une plateforme www.noiseineu.eu** permettant de diffuser les résultats de l'indice Harmonica au sein des villes européennes et de partager les bonnes pratiques.

Pour plus d'informations sur le projet Harmonica

Contactez le coordinateur
du projet Harmonica
BRUITPARIF
Tél : +33 1 83 65 40 40
harmonica@bruitparif.fr

ou consultez le site du projet
www.harmonica-project.eu

Pour plus d'informations sur la plateforme Noise In EU et les outils disponibles

(diffusion en ligne des résultats d'indice Harmonica, base de données collaborative
sur les actions et initiatives de lutte contre le bruit)

Contactez le gestionnaire
de la plateforme Noise In EU
BRUITPARIF
Tél : +33 1 83 65 40 40
contact@noiseineu.eu

ou consultez le site
www.noiseineu.eu



Pour télécharger
la version numérique de ce document :
<http://www.noiseineu.eu/link/gm>