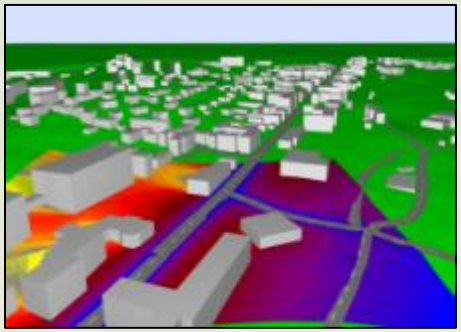
ECUM
49e École urbaine de l'ARAU
Le bruit de la ville

Bruxelles, le 20 mars 2018

Acoucité, 20 ans d'observatoire de l'environnement sonore orienté vers l'action, au service des agglomérations

Bruno Vincent, directeur

acoucité



Observatoire de l'environnement sonore
04 72 91 86 00
24, rue St-Michel
69007 Lyon

acoucité

Acoucité

- Association 1901 fondée en 1996
- Développer, déployer et gérer un observatoire sur des sites pilotes
- Mission de recherches répondant aux besoins des collectivités
- Pôle de compétences partenarial
- Informer, communiquer auprès du public
- Accompagner les politiques publiques

1 directeur (PhD) 1 assistante direction 5 ingénieurs
1 informaticien 1 sigiste 2 techniciens mesures

Sonomètres Prise de son SIG Modélisation Enquêtes

acoucité

Membres et partenaires

MEMBRES FONDATEURS

- GRAND LYON — Mission Ecologie Urbaine
- CEREMA — ex CERTU/CETE
- CSTB — Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- IFSTTAR — ex INRETS
- ENTPE — École Nationale des Travaux Publics Lab. Sciences Sociales de l'Habitat

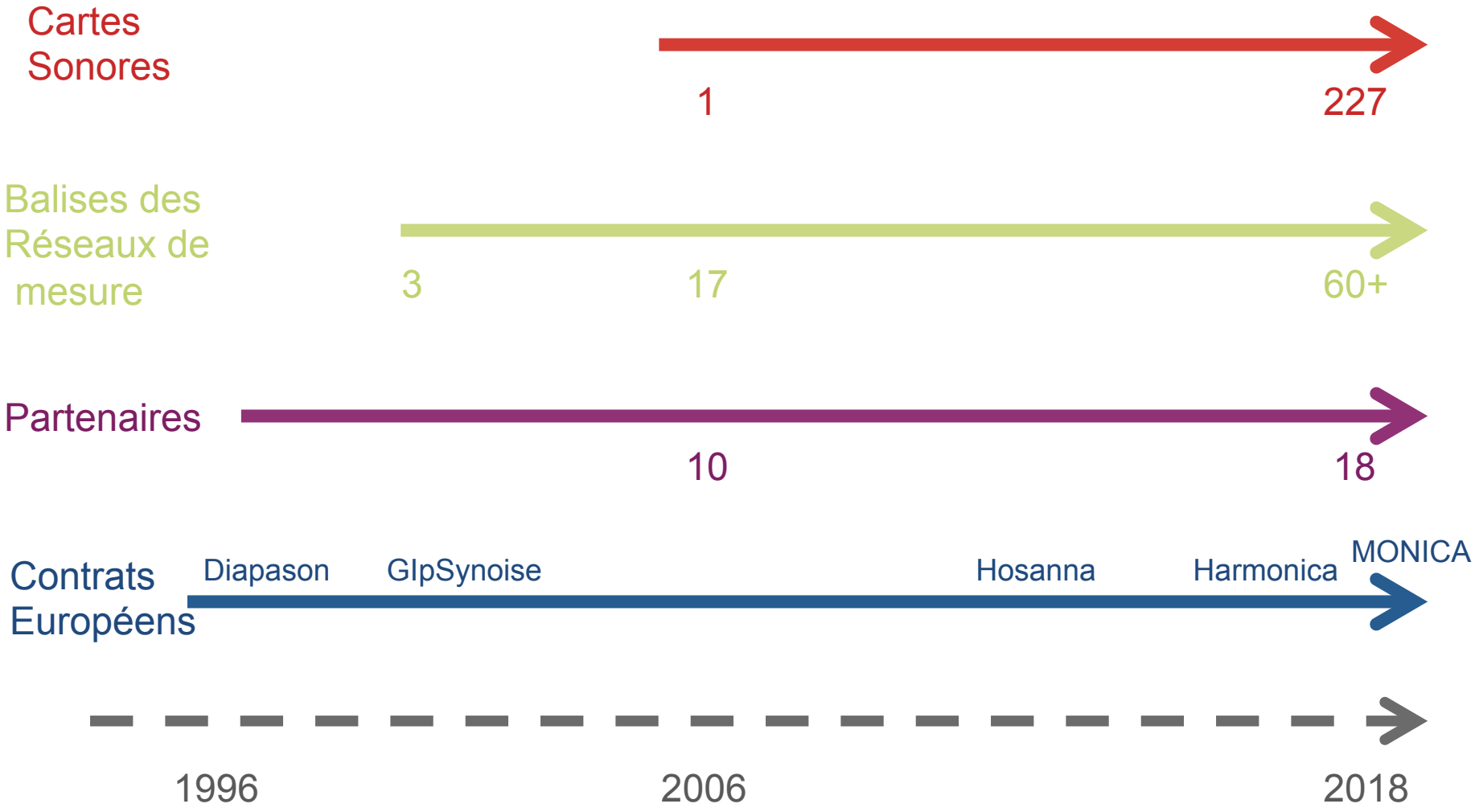
TERRITOIRES

Aix en Provence, Grenoble, Monaco, Lille, Montbéliard, Nancy, Nice, Saint-Etienne, Toulouse, Clermont-Ferrand, Valence, Villeurbanne…

PARTENAIRES

- AITF — Groupe Bruit de l'Association des Ingénieurs Territoriaux de France
- CIDB — Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit
- SEPAL et SYTRAL — SCoT et PDU
- Athmo AuRA — Air-Bruit

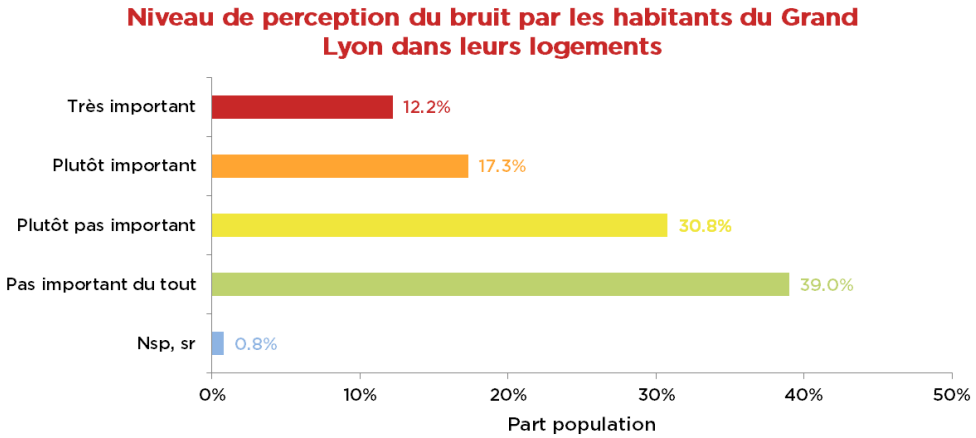
Un peu d'histoire contemporaine…

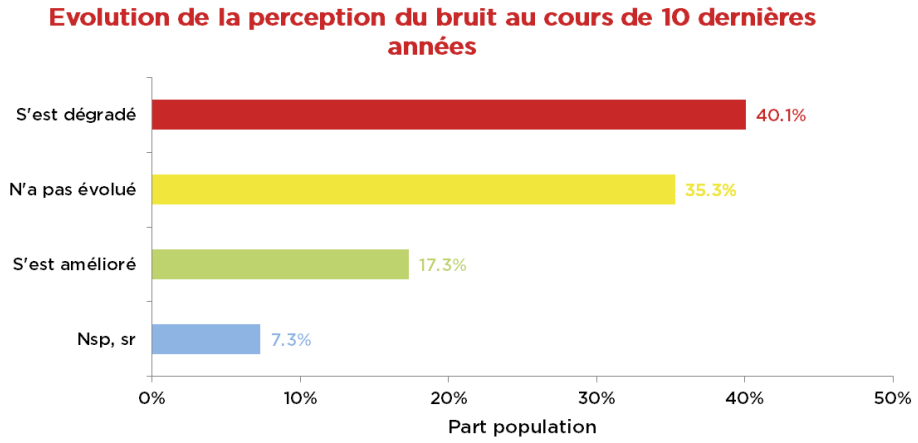


acoucité

Le bruit

Enquête 2002, Grand Lyon





Source :
Cahier Bruit, volet environnemental Agenda 21

acoucité

Qu’est-ce le bruit?

Mélange confus de sons perçus comme étant sans harmonie, par opposition à la musique (Larousse) (Littré)

Manifestation sonore déplaisante (extrait du Dictionnaire de l’Académie française, huitième édition, 1932-1935)

Qu’est-ce qu’un son?

Sensation auditive engendrée par une onde acoustique

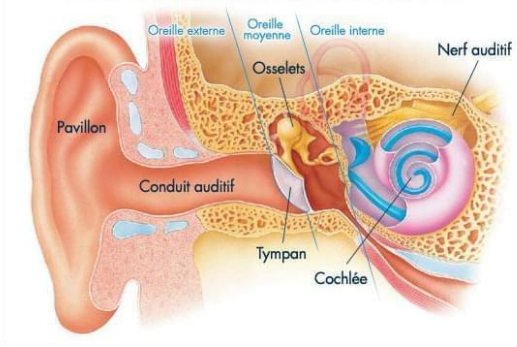
Toute vibration acoustique considérée du point de vue des **sensations auditives ainsi créées** (Larousse)

acoucité

Le bruit

Physique
(onde acoustique)

Sensorielle
(sensation auditive)

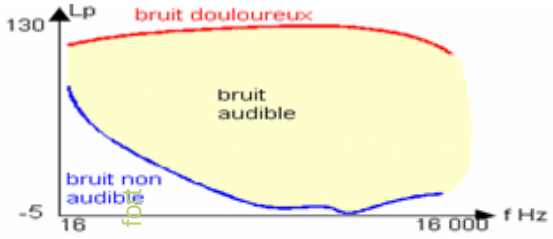


Cognitive
(représentation mentale)

acoucité

Le bruit - Physique

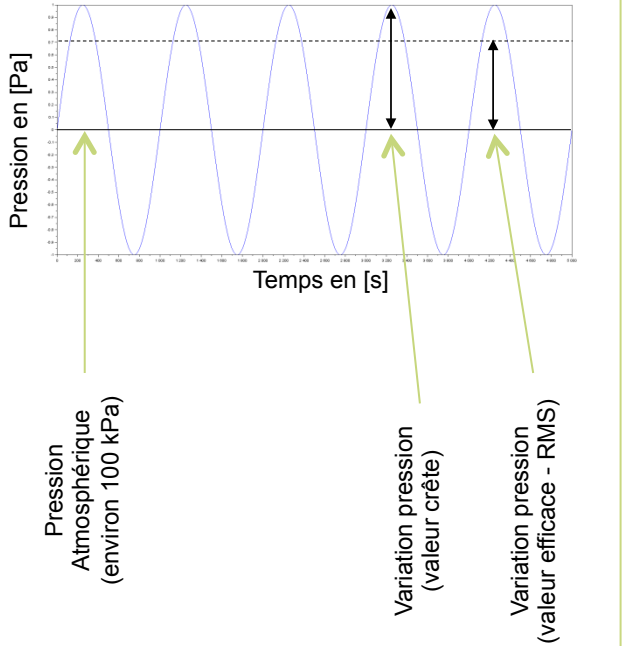
- Onde mécanique qui se propage dans un milieu élastique (i.e.: air)
- Variations de pression autour de la pression atmosphérique (compression et raréfaction successive au passage de l'onde)
- Paramètres servant à le décrire:
  - Amplitude
  - Fréquence
  - Temps



acoucité

Le bruit – Physique - Amplitude

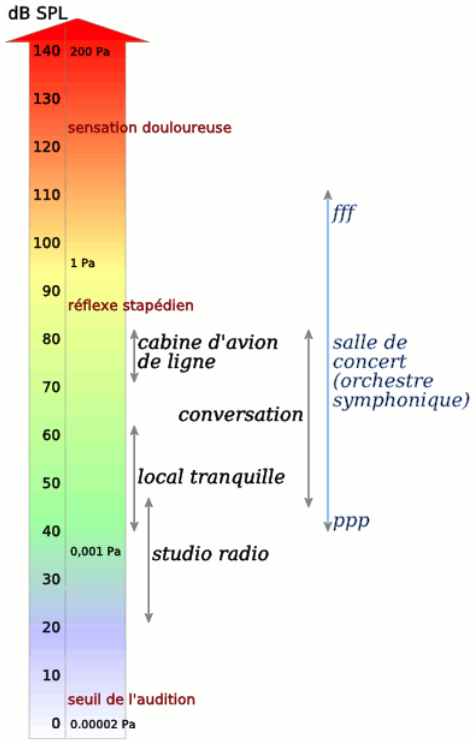
- **Le décibel (dB)**



En termes de pression

Plage de valeurs de pression trop importante:

- **Seuil audition= 0.00002 Pa**
- **Seuil de douleur= 20 Pa**



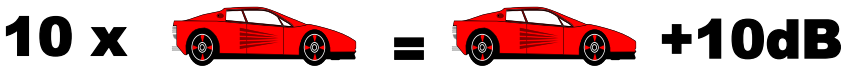
En termes de niveau de pression

acoucité

Le bruit – Physique - Amplitude

- **L'addition de décibels:** Le doublement de l'excitation sonore se traduit par une augmentation de 3dB des niveaux de bruit.

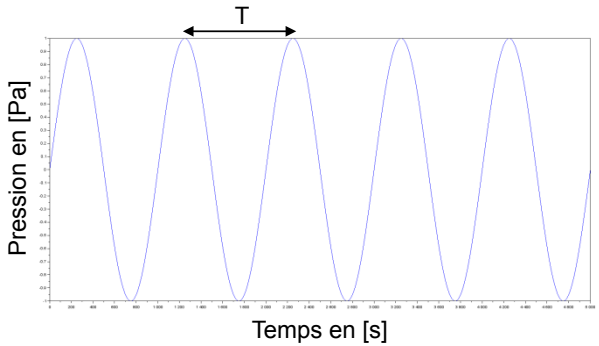
- Multiplier la source par 10 revient à augmenter le niveau de 10 dB.



- Un individu a la sensation que le bruit double lorsque l'énergie acoustique est multipliée par 10.

Le bruit – Physique - Fréquence

- **<u>Fréquence: nombre d'oscillations par seconde</u>**



Fréquence=1/T en Hertz [Hz]

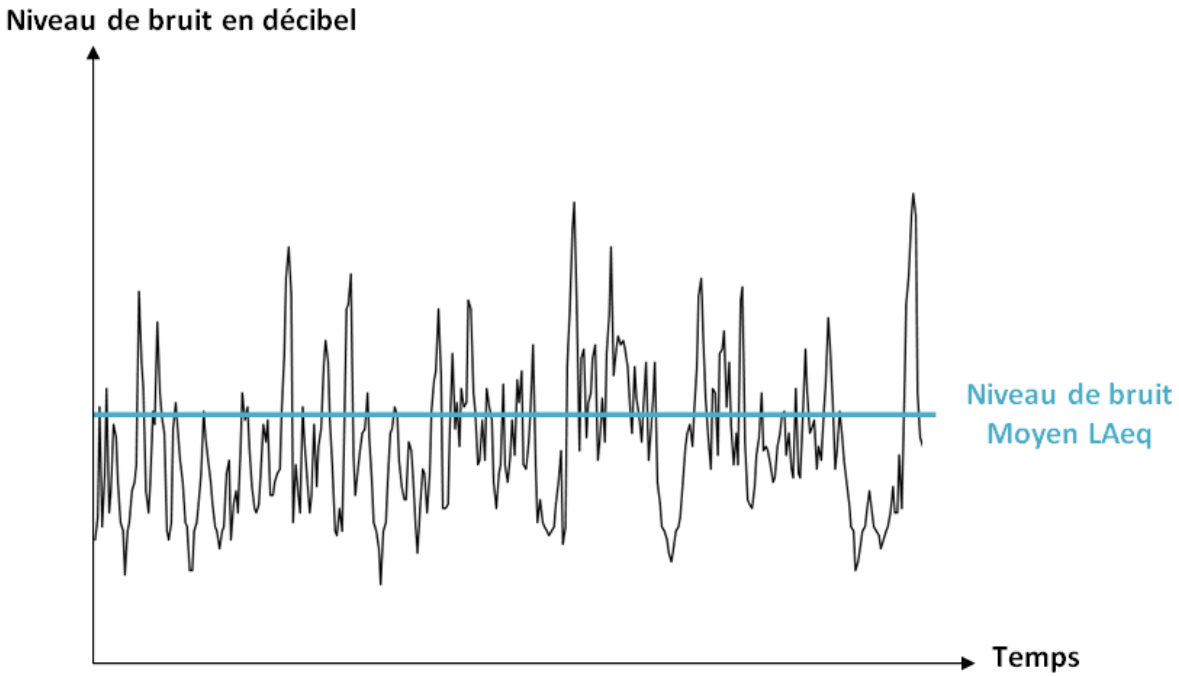
- Son grave=basse fréquence;
- Son aigu=haute fréquence
- Plage audible: 20 Hz à 20 kHz

Les infrasons sont des sons avec des fréquences inférieures à 20 Hz. Les infrasons peuvent être entendus (où tout au moins ressentis) si les niveaux sont suffisamment élevés.
Des seuils d'audition peuvent être déterminés.

acoucité

Le bruit – Physique - Temps

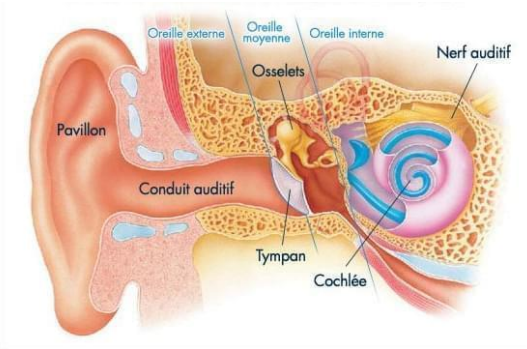
- Un bruit qui varie dans le temps peut être caractérisé par sa valeur moyenne énergétique sur une période donnée

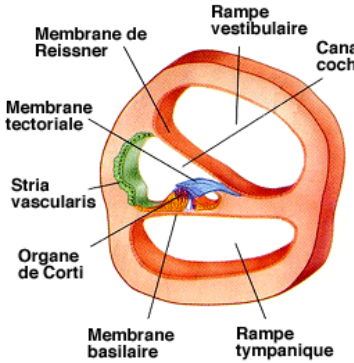


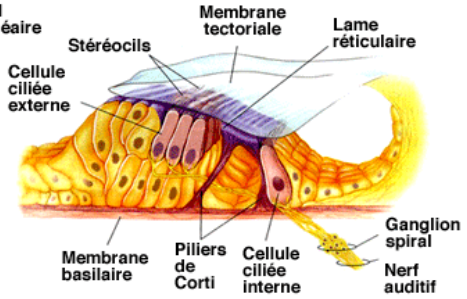
acoucité

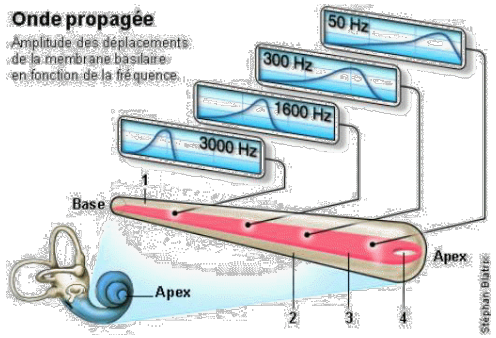
Le bruit - Sensoriel

- Comment fonctionne l'appareil auditif?









acoucité

Le bruit – Cognitif et Psychologique

- Contexte (interférence avec l'activité)
- Mémoire, histoire (signification, sensibilité individuelle…)
- Réactions végétatives* (autonome, involontaire, reflexes…)

*Les réactions végétatives ne sont pas issues d'une activité du cortex cérébral.
Donc, on ne peut pas dire que c'est un phénomène purement « cognitif ».

acoucité

Les effets du bruit sur la santé

- Effets directs

- Effets indirects

Les effets du bruit sur la santé

Effets directs :

- **Surdité passagère**

Déplacement temporaire du seuil d'audition (TTS) suite à une exposition occasionnelle à des niveaux de bruit élevés (concert...)

- **Surdité définitive**

Déplacement définitif du seuil d'audition (PTS) suite à une exposition répétée à des niveaux de bruit élevés (bruit au travail…)

Les effets du bruit sur la santé

Effets indirects

- Maladies cardiovasculaires
- Perturbations du sommeil
- Troubles fonctionnels (palpitations, troubles digestifs)
- Troubles de l'apprentissage chez l'enfant
- Diminution de la vigilance
- Diminution de l'efficacité au travail
- Effets chroniques (stress): comportement dépressif, anxiété…
- Gêne

D'une façon générale : pas d'habituation physiologique au bruit

« Effets du bruit sur la santé : données épidémiologiques récentes » http://www.john-libbey-eurotext.fr

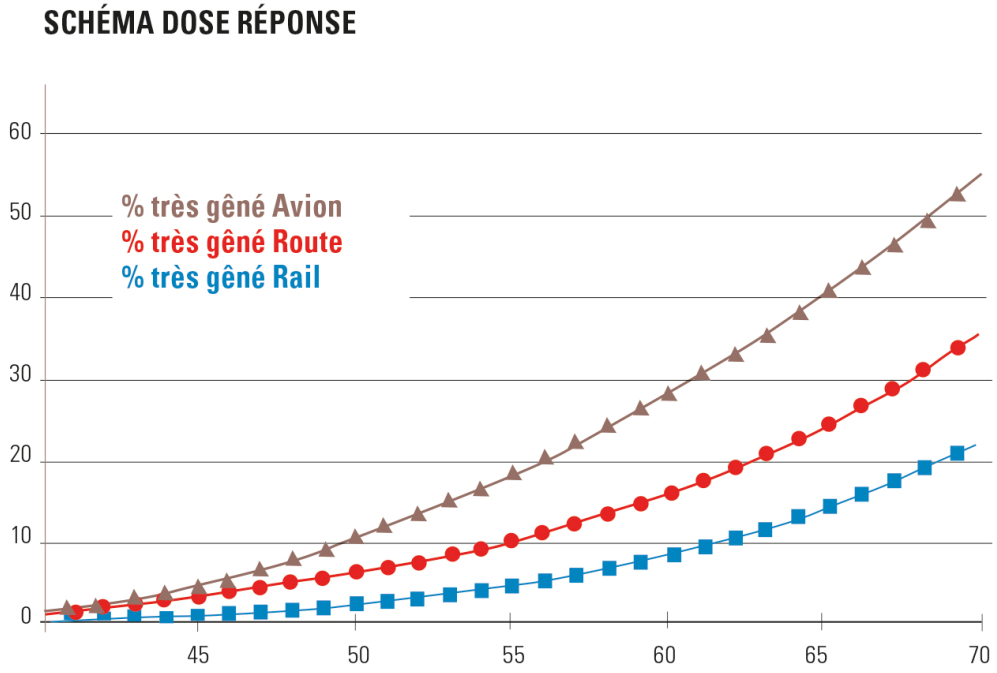
acoucité

Les effets du bruit sur la santé

Qu'est ce que la gêne?

«La gêne peut se définir comme une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement dont l'individu (ou le groupe) connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé.»

O.M.S. Le bruit, critère d'hygiène de l'environnement N° 12, 1980



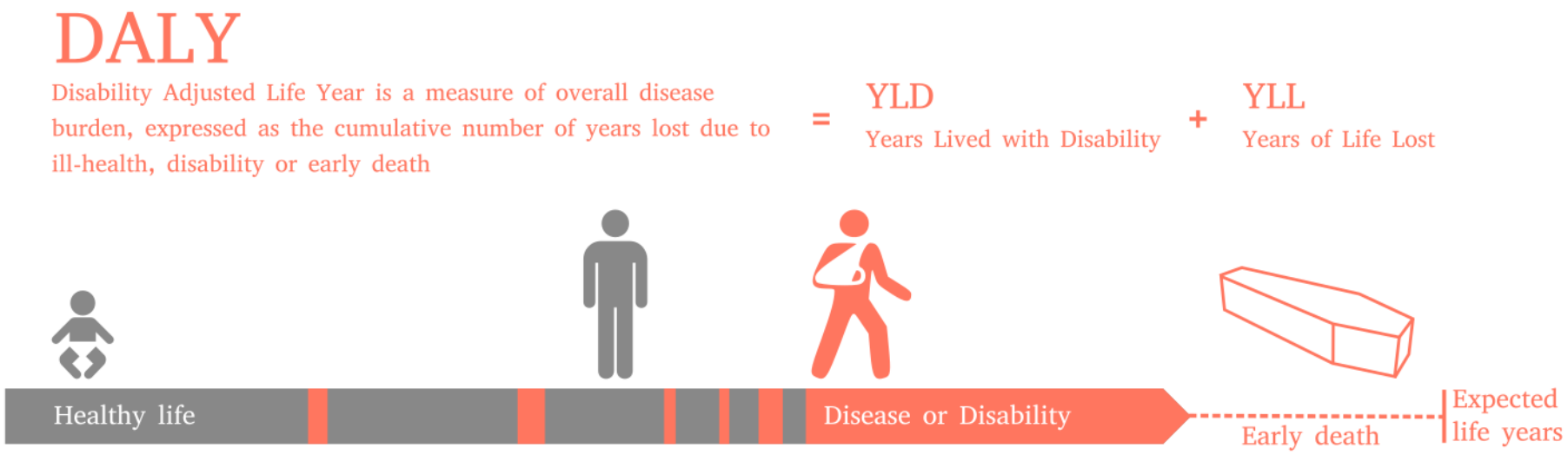
- Facteurs acoustiques
- Facteurs contextuels
- Facteurs individuels

LDEN en façade
Relations dose-réponse bruit (LDEN – 24h) et gêne long terme selon 3 modes de transport
20 Février 2002 - *Position Paper WG 2*

acoucité

Les effets du bruit sur la santé

- DALY : Années de vie en bonne santé qui sont perdus



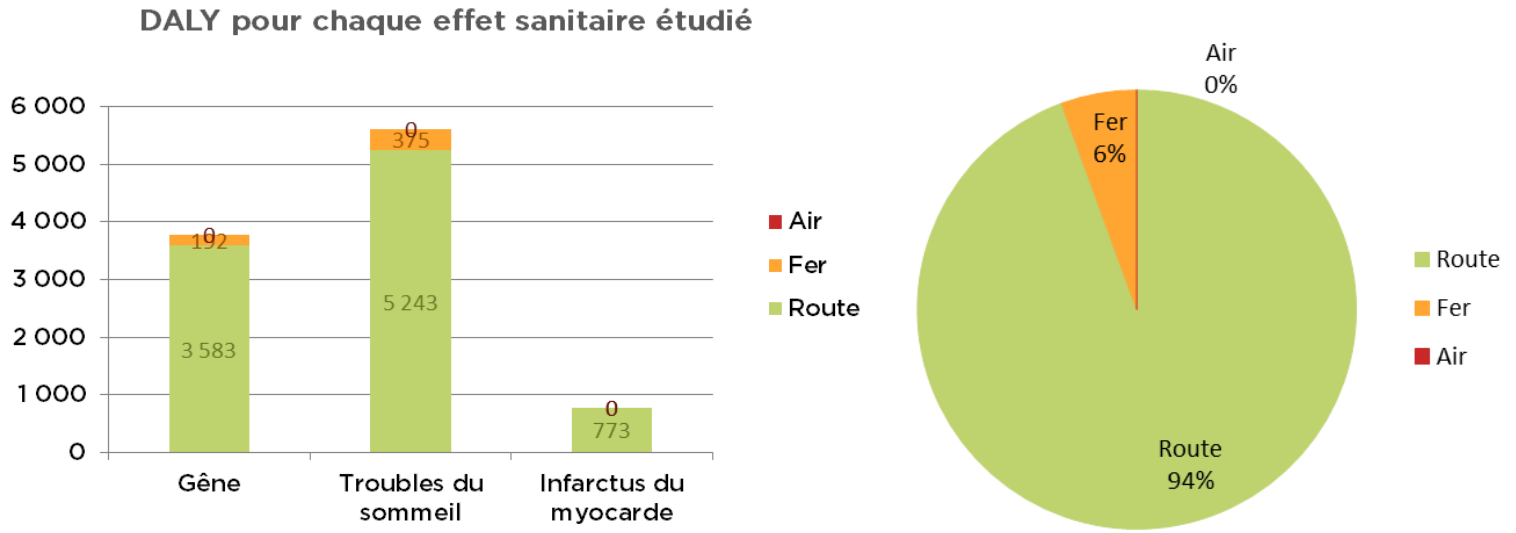
By Original:PlanemadVector:Radio89 - This file was derived from DALY disability affected life year infographic.png:, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20278903

acoucité

Les effets du bruit sur la santé

- DALY : Résultats sur le territoire de la Métropole de Lyon

Source	Gêne	Troubles du sommeil	Infarctus du myocarde	Total
Route	3 583	5 243	773	**9 599**
Fer	192	375	/	**567**
Air	0	0	/	**0**
Total	**3 775**	**5 619**	**773**	**10 166**



acoucité

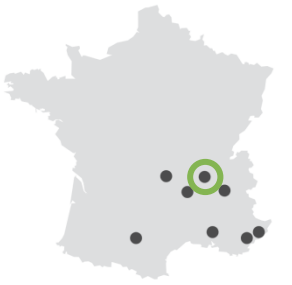
DALYs : Extrapolation statistique pour une vie entière sur l'agglomération Lyonnaise pour le bruit des transports

- Données 2015 INSEE, moyenne espérance de vie **82,05 ans**.
- VSLY Value of Statistical Life Year : 50 000 € (OMS)
- Sur le territoire de la Métropole de Lyon :
- **8,03 mois** perdus en moyenne sur une vie entière par habitant.
- Coûts économiques de la charge de la morbidité **508 millions d'euros**.

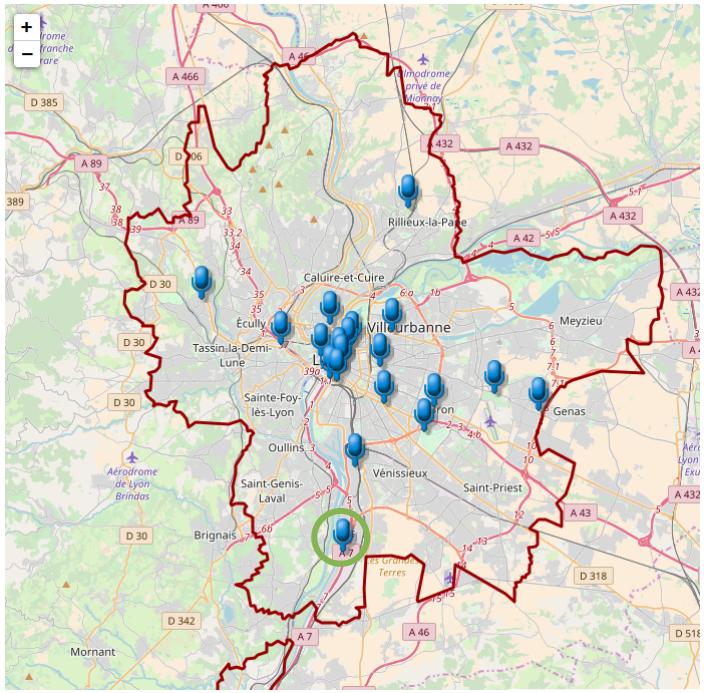
acoucité

Acoucité - Actions

- Réseaux de mesure permanente **2008**, avec le soutien de l'Ademe et de la Mission bruit du MEDDE, Acoucité publie le premier **guide méthodologique pour les observatoires du bruit**, actualisé et traduit en anglais en 2010.



Réseaux de mesure accompagnés par Acoucité



acoucité

Objectifs et missions des observatoires

Rendre compte des évolutions du bruit et des ambiances sonores

zones de bruit critiques

Points Noirs Bruits

Espaces prioritaires pour l'action publique : niveaux élevés, fortes densités et /ou fragilité population

zones à enjeux

Aménagement ou changement

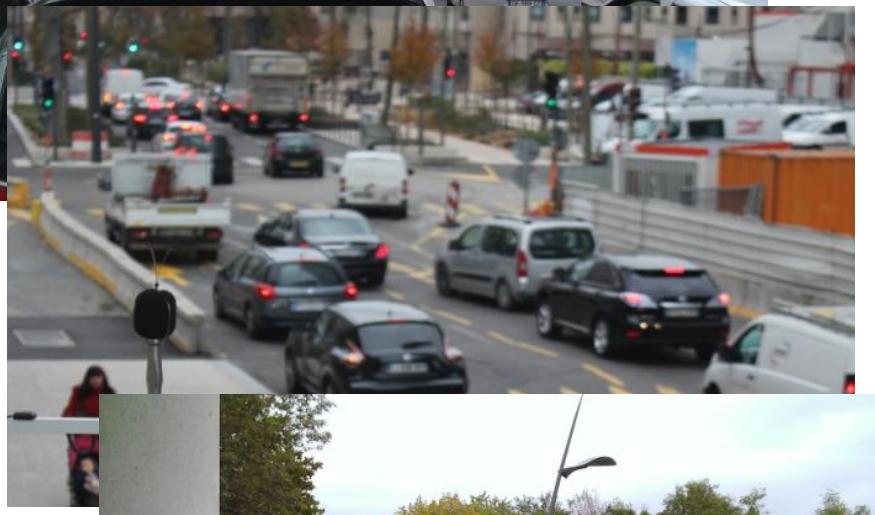
Espaces à évolutions des usages et des fonctions urbaines prévisibles (voirie, ZAC…)

zones calmes

Espaces urbains apaisés

Niveaux sonores faibles ET bonne appropriation en termes d'usages

- *suivre et évaluer les actions*
- *alimenter le débat public*
- *capitaliser des retours d'expériences*



acoucité

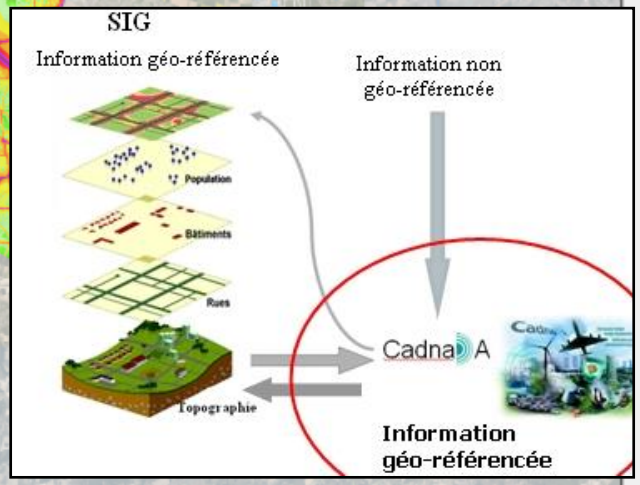
Cartographie du bruit routier (type A)
Territoire du Grand Lyon
Indicateur : Lden (24h) - Situation 2012

Les cartes de bruit

acoucité
Observatoire de l'environnement sonore

GRANDLYON
communauté urbaine

Réaliser,
Améliorer
Accompagner



Topographie
- Réseau ferré
- Réseau routier
- Ecrans routiers
- Pistes aéroport
- Bâtiments
- Hydrographie
- Communes

Niveaux sonores
- < 45 dBA
- 45 - 50 dBA
- 50 - 55 dBA
- 55 - 60 dBA
- 60 - 65 dBA
- 65 - 70 dBA
- 70 - 75 dBA
- >= 75 dBA

N

Cartographie : ACOUCITE, Grand Lyon - Edition : octobre 2013
Sources : Grand Lyon, CETE Lyon, DDT, DREAL, RFF

0 2.5 5 10 15 Kilomètres

Echelle : 1 / 175 000
Format d'impression : A3

Les approches sensibles

Le bruit, une perception…

- questionnaires
- entretiens individuels
- entretiens téléphoniques
- micro-enquêtes « trottoirs »
- observation des usages et comportements
- questionnaires de groupe

acoucité

Les enregistrements audio

- Illustrer, au même titre qu'une photo pour le visuel, ce qui est entendu et perçu.

- Garder une trace de l'ambiance sonore.
  - cartes postales sonores (depuis 2002)
  - maquettes sonores

- rôle pédagogique

http://educoson.acoucite.org/

- cartes postales sonores sur l'agglomération lyonnaise

http://cartes-sonores.acoucite.org/

acoucité

Les réseaux de mesures

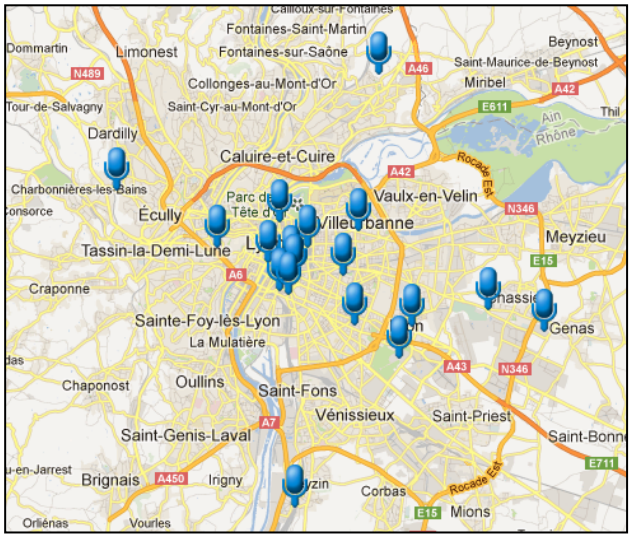
Rendre compte des variations spatiales et temporelles grâce à ses outils (mesures, calculs, enquêtes…)

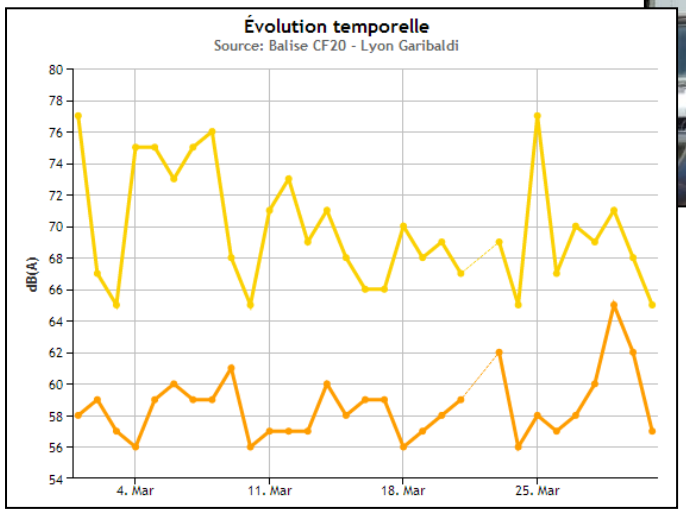
- nombre suffisant de stations

(représentatif des situations sonores)

- Durée suffisante

(comparaison long terme minimisant les incertitudes métro, météoro et méthodo…logiques)





acoucité

Des pas de temps variables sur des sites représentatifs

- Mesures permanentes

- Mesures répétées

Apporter une information sur les tendances en fonction de facteurs nombreux et croisés

acoucité

Un observatoire : un outil d'information…

Porter à la connaissance du plus grand nombre :

- **Citoyens, habitants** (à titre individuel ou collectif)
- **Élus, outils de politique publique**
- **Techniciens et aménageurs**

Produire des indicateurs d'évolution :

- niveaux physiques et variations temporelles
- exposition des populations
- vécu et d'attentes des habitants

…orienté vers l'action

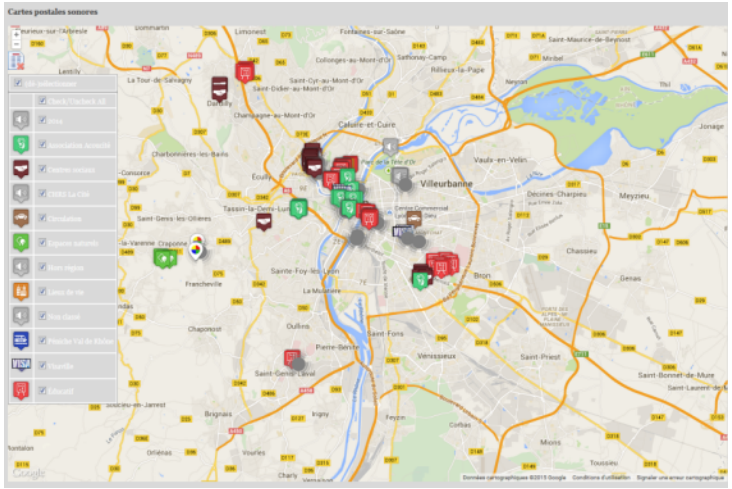
acoucité

Alimenter une sensibilisation citoyenne

Préparer des comportement citoyens

- rôle pédagogique

- cartes postales sonores sur l'agglomération lyonnaise



acoucité

Apporter de la connaissance au public et aux professionnels

- 2007/2/CE (directive Inspire) : les données collectées sont **mises à disposition de tous** dans des formats permettant des traitements aisés

- **Open DATA** de l'agglomération Lyonnaise (données du réseau de mesure et rasters des cartes de bruit) http://data.grandlyon.com/environnement/rfseau-permanent-de-mesure-de-bruit-du-grand-lyon/

- Développements **d'outils numériques à destination des citoyens** (cartes sonores, web, tablettes, smartphones…) avec des bases de données robustes

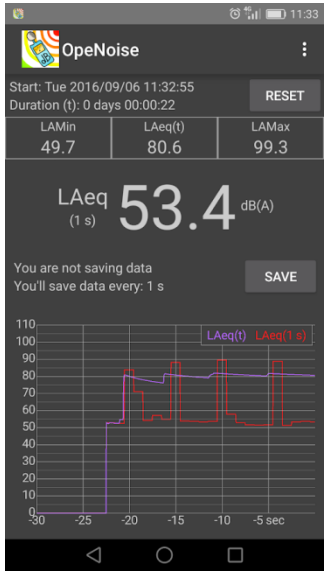
- **le *crowdsourcing*** (production participative de données) : meilleure connaissance du bruit dans l'environnement voire des changements de comportements pour soi-même ou pour la collectivité

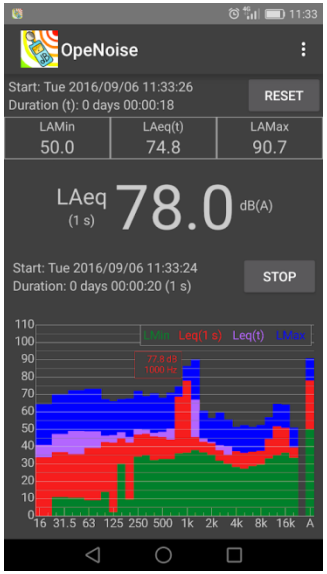
acoucité

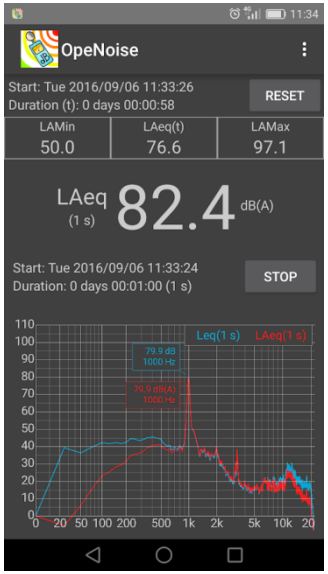
La mesure de l'environnement sonore ouverte à tous

Noise Capture (IFSTTAR-CNRS : un sonomètre sur smartphone

- Mesure en temps réel du niveau de pression sonore avec pondération A (niveaux moyen, minimum et maximum)
- Analyse spectrale en tiers d'octave et bande fine
- Enregistrement de données au format texte
- Calibration



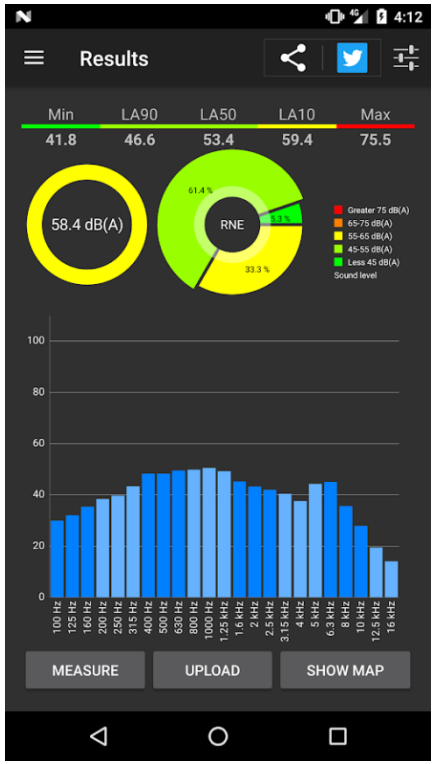


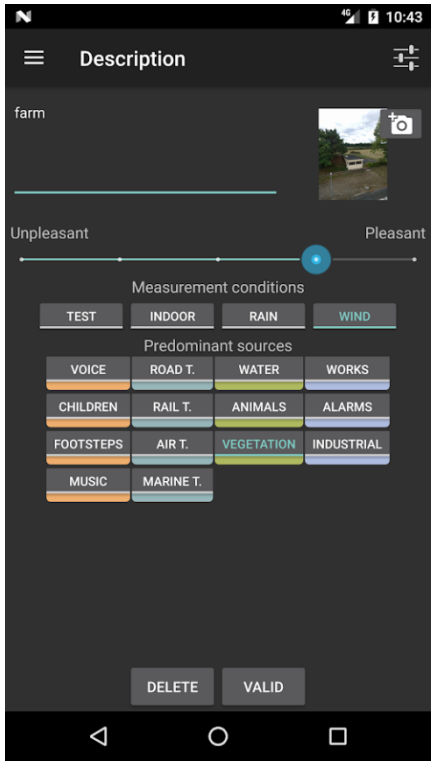


acoucité

La mesure de l'environnement sonore ouverte à tous

- **OpeNoise(ARPA, ISMB, Turin, Italie)** permet de réaliser une mesure de bruit qui vous informera sur votre exposition au bruit



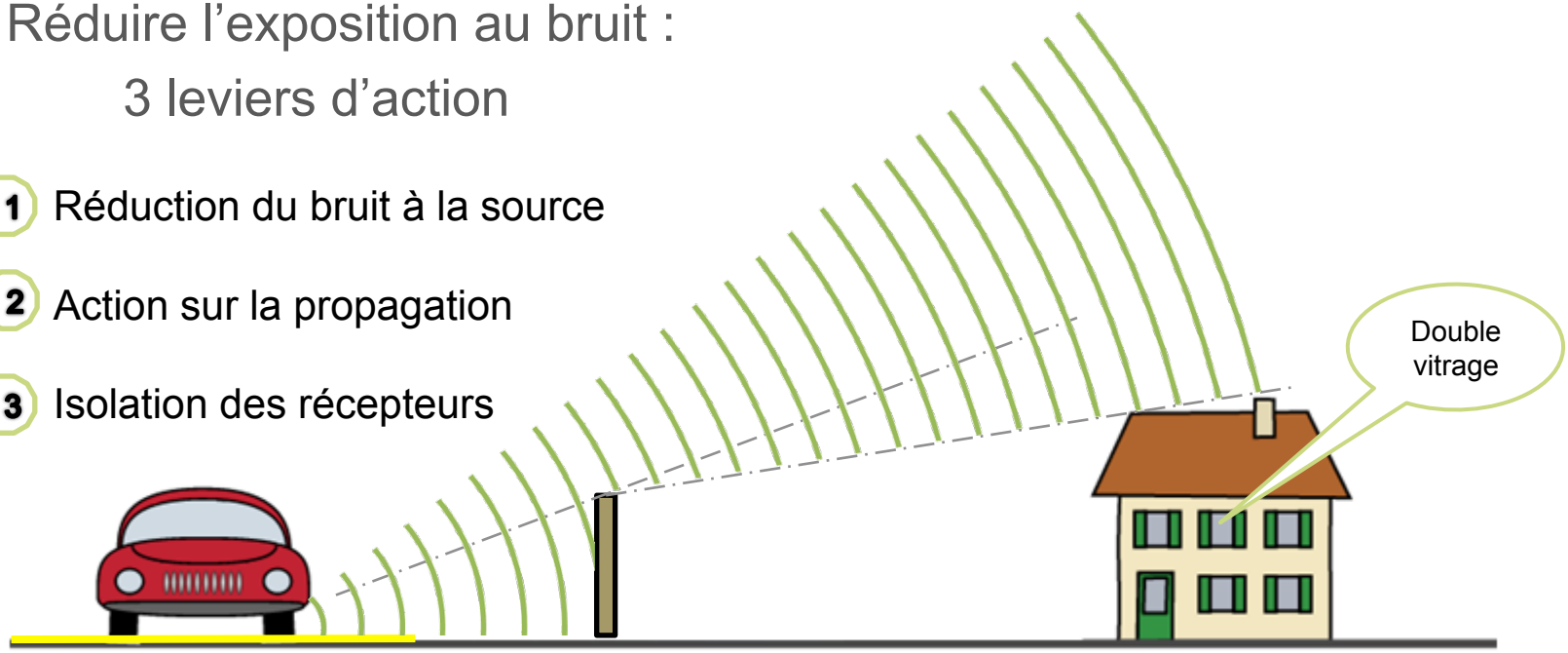


acoucité

AGIR
Réduction de l'exposition au bruit

- Réduire l'exposition au bruit :
  3 leviers d'action

1. Réduction du bruit à la source
2. Action sur la propagation
3. Isolation des récepteurs



1

- Diminution du trafic
- Véhicules plus silencieux
- Revêtements spéciaux
- Comportements

2

- Ecran
- Talus
- Mur jardin

3

- Isolation de façade
- Isolement de toiture
- Contrôle actif ?

acoucité

Acoucité - Actions

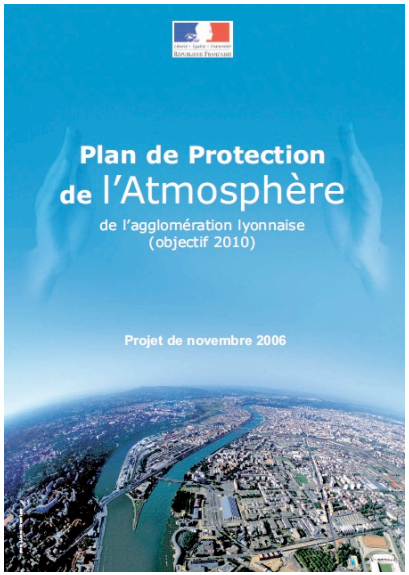
- **Accompagner les Grands Leviers des politiques publiques**

PN(R)SE, PDU, PLU, SCOT, PPA, AVAP, ZPPAUP…

Intégrer la dimension sonore dans une approche élargie

Alimenter la réflexion avant l'action

Approches croisées air/bruit/trafic/urbanisme



PLAN
environnement
SONORE
GRANDLYON

SCOT 2030
AGGLOMÉRATION LYONNAISE
sepal

acoucité

5 exemples de partenariats de recherche

- **Hosanna**

- **Orhane**

ORHANE
Observatoire RHônAlpin
des Nuisances Environnementales

- **Harmonica**

harmonica
Comprendre le bruit pour agir

- **Partenariat Michelin**

- **Monica**

MONICA

acoucité

HOSANNA (7eme PCRD, Europe nature en ville et bruit

http://www.greener-cities.eu/

- Basé sur les formes urbaines et les écrans bas
  - améliorer le confort acoustique
  - favoriser une végétalisation urbaine
  - limiter les ilots de chaleur

http://www.greener-cities.eu/

~ 5 dB(A) d'efficacité

	avec écran	sans écran
moyenne	3,7	7,7

acoucité

Suite : CNEA-U

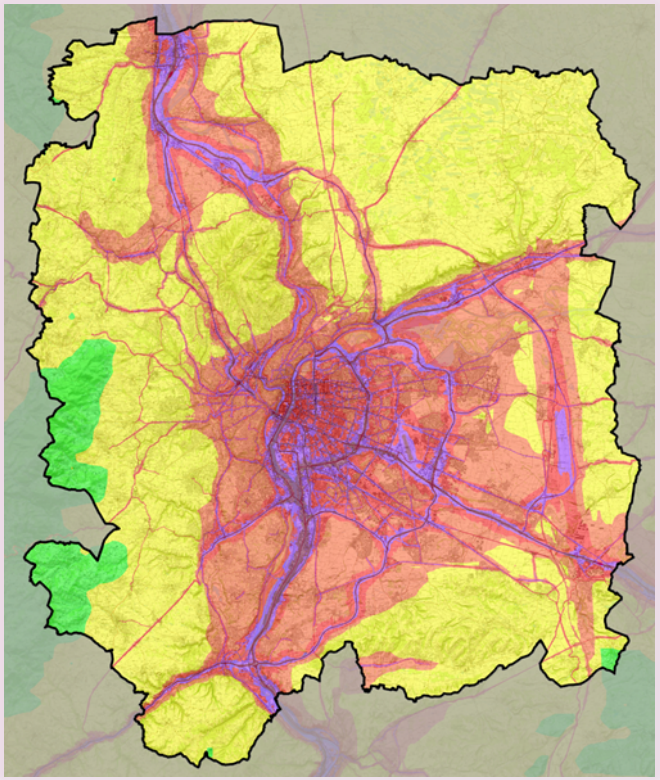
ORHANE
Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales

La Région Auvergne-Rhône-Alpes

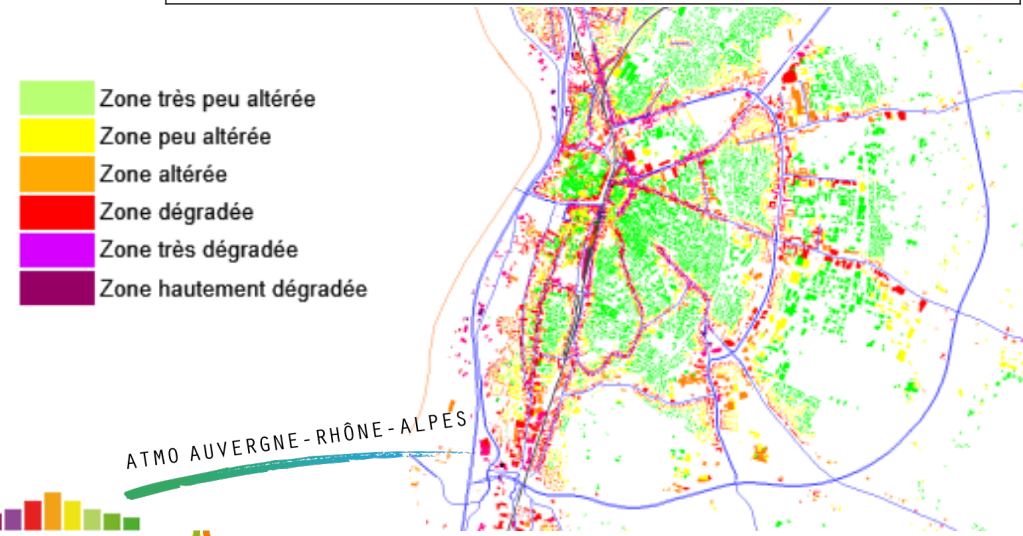
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

PRSE2 Santé Environnement
2e Plan régional 2011>2014
Rhône-Alpes

- Partenariat Cerema Acoucité ATMO soutien DREAL et Région Au-RA
- Plateforme co-exposition **air et bruit** à l'échelle régionale
- meilleure connaissance co-exposition et points noirs environnementaux
- Indicateur agrégé de co-exposition, maillage de 10 mètres
- Diagnostic santé-environnement PRSE
- Approches sanitaires
- mise en ligne en mai 2016



		Zone	Très peu altérée	Peu altérée	Altérée	Dégradée	Très dégradée	Hautement dégradée
Qualité de l'air	NO_2	Concentration dans l'air (µg/m³)	$NO_2 \leq 11$	$11 < NO_2 \leq 29$	$29 < NO_2 \leq 35$	$35 < NO_2 \leq 40$	$40 < NO_2 \leq 60$	$60 < NO_2$
	PM_{10}	Nombre de jours de dépassement	$PM_{10} \leq 10$	$10 < PM_{10} \leq 25$	$25 < PM_{10} \leq 31$	$31 < PM_{10} \leq 35$	$35 < PM_{10} \leq 53$	$53 < PM_{10}$
Bruit	LDEN (equiv. Route)	Indice de multi-exposition (gêne, *Miedema*)	LDEN ≤55	55< LDEN ≤60	60< LDEN ≤65	65< LDEN ≤70	70< LDEN ≤75	75< LDEN
Co-exposition Air-Bruit			Moyenne					



ATMO AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

acoucité Cerema

Harmonica : des actions et un nouvel indice sensible

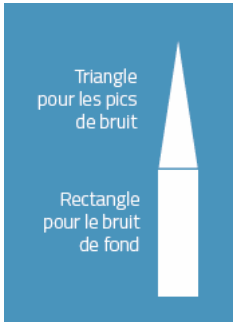
Programme LIFE, BruitParif, Acoucité Noiseineu.eu

- **Indicateur lié aux évènements**

  Élaboré pour s'affranchir des indicateurs classiques

  testé lors de plusieurs enquêtes

- Base de données d'actions de réduction du bruit



L'indice Harmonica : 4 informations en 1

1 note pour donner le niveau de pollution sonore

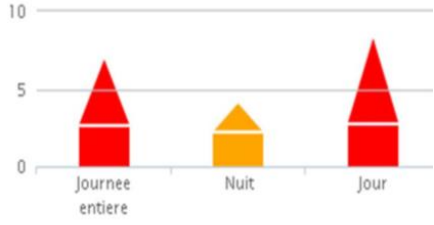
2 formes pour indiquer la contribution du bruit de fond et des pics de bruit

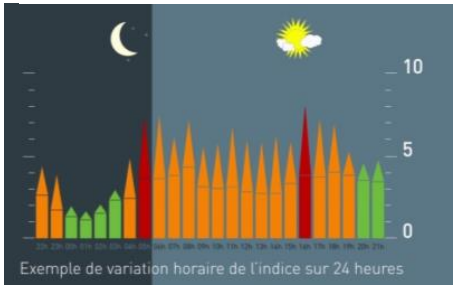
3 couleurs pour indiquer la situation par rapport aux valeurs de référence

4 pas de temps

heure, jour, nuit, 24h

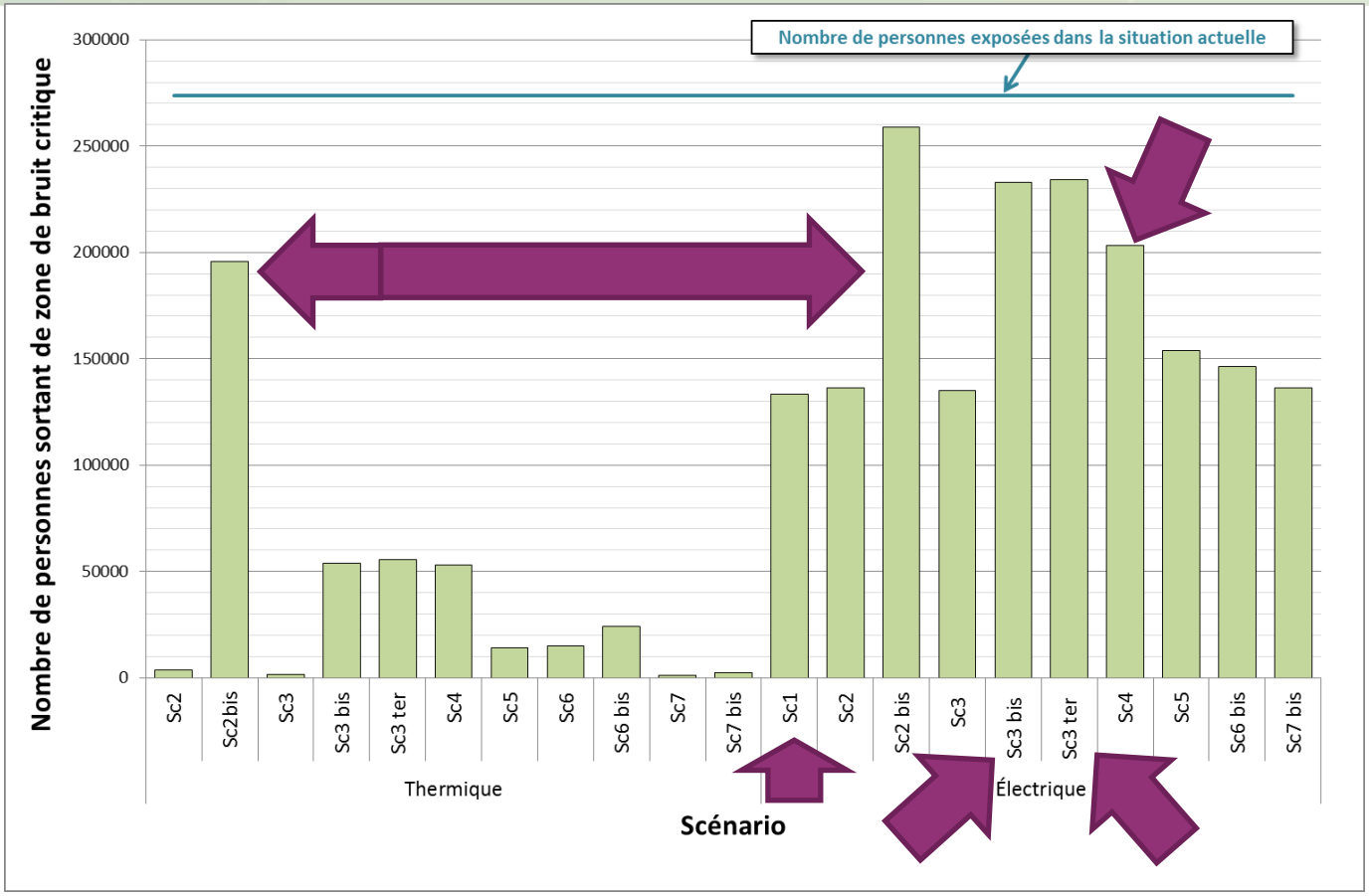
Couleur	Période diurne de 6 à 22h	Période nocturne de 22 à 6h
Dépassement des seuils reconnus comme critiques	8≤ indice	7≤ indice
Dépassement des objectifs de qualité mais respect des seuils reconnus comme critiques	4≤ indice <8	3≤ indice <7
Respect des objectifs de qualité	indice <4	indice <3





acoucité

Autres travaux : Développer au niveau local des approches globales Partenariat Acoucité-Michelin



Motorisation tout électrique : impacte favorable
Prioritairement **véhicules légers**, **tronçons urbains**
Voies rapides :2.1% des tronçons calculés, 1.1% de la population : impact (ainsi que celui des poids lourds) très faible à l'échelle du territoire

- **Sc2 bis:** Toutes les voies de circulation perdent 5dB(A)
- **Sc1:** Tous les véhicules deviennent électriques
- **Sc3 bis:** Les vitesses sont réduites à 30 km/h en ville
- **Sc3 ter:** Sc3 bis + Les vitesses sur voie rapide sont réduites
- **Sc4**: La puissance acoustique du bruit de roulement des VL est réduite de 3 dB(A)
- L'efficacité de SC3 bis et Sc3 ter sont très proches. La réduction de vitesses des voies rapides n'a pas un fort impact sur la diminution du nombre de personnes en zone de bruit critique

acoucité

Projet MONICA - définition

MONICA

Call H2020-IOT
Focus Area Internet of Things
IoT Large-Scale Pilots

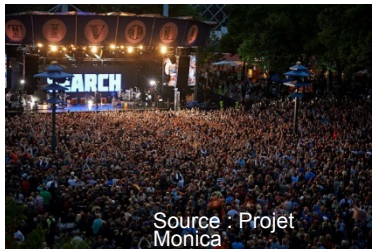
- Management Of Networked IoT Wearables
- Very Large Scale Demonstration of Cultural & Security Applications
- Démonstration à grande échelle de technologies liées à l'internet des Objets
- Objectif : démontrer la faisabilité et l'apport. Participation citoyenne et appropriation du projet
- Programme de recherche européen H2020
- 15 Millions € de financement
- 3 Ans 1.1.2017 – 31.12.2019

Source : Projet Monica

acoucité

Projet MONICA – mise en œuvre

- 29 partenaires , 6 villes, 11 évènements pilotes



Turin

Hambourg

Bonn

Lyon

Copenhague

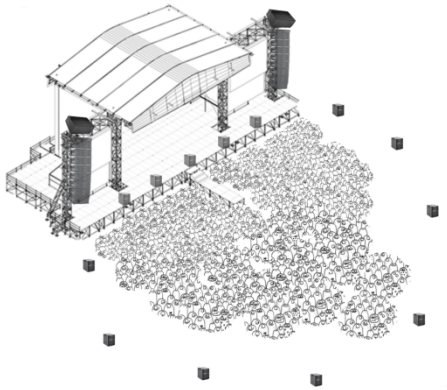
Leeds

acoucité

Projet MONICA – lien avec l'acoustique

- Enjeux
  - Exposition des spectateurs/artistes/riverains
  - Qualité sonore
  - Information et retours riverains/spectateurs
  - Respect des seuils réglementaires
  - Zones de repos et d'échanges
  - Liens avec la sécurité/santé (détection/localisation sonore incidents…)
- Technologies liées à l'environnement sonore
  - Carte de bruit monitoring en temps réel (sound heat map)
  - Enquête de perception/satisfaction via app
  - ASFC, contrôle adaptatif de champ sonore

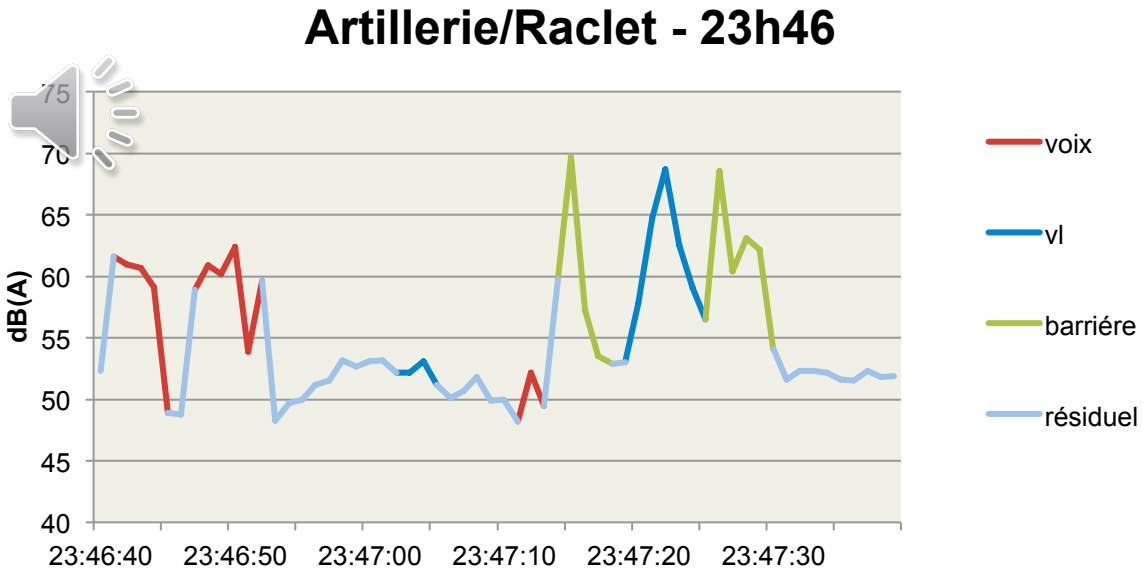
Source : Projet Monica



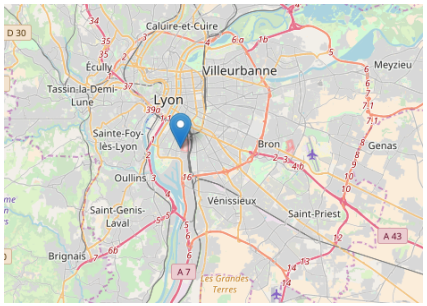
acoucité

Nuits Sonores

- Identification des sources sonores (codage)

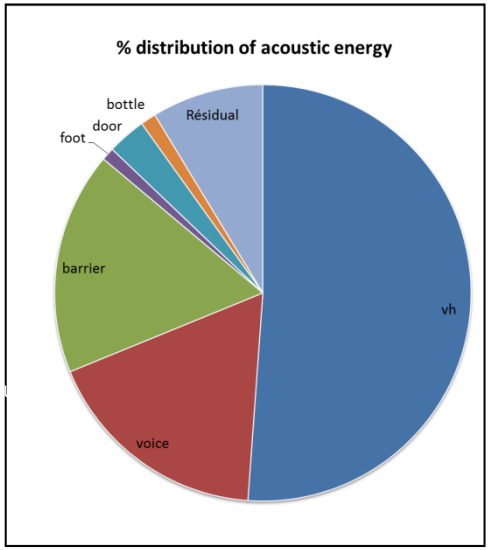


Evolution temporelle du niveau sonore mesuré



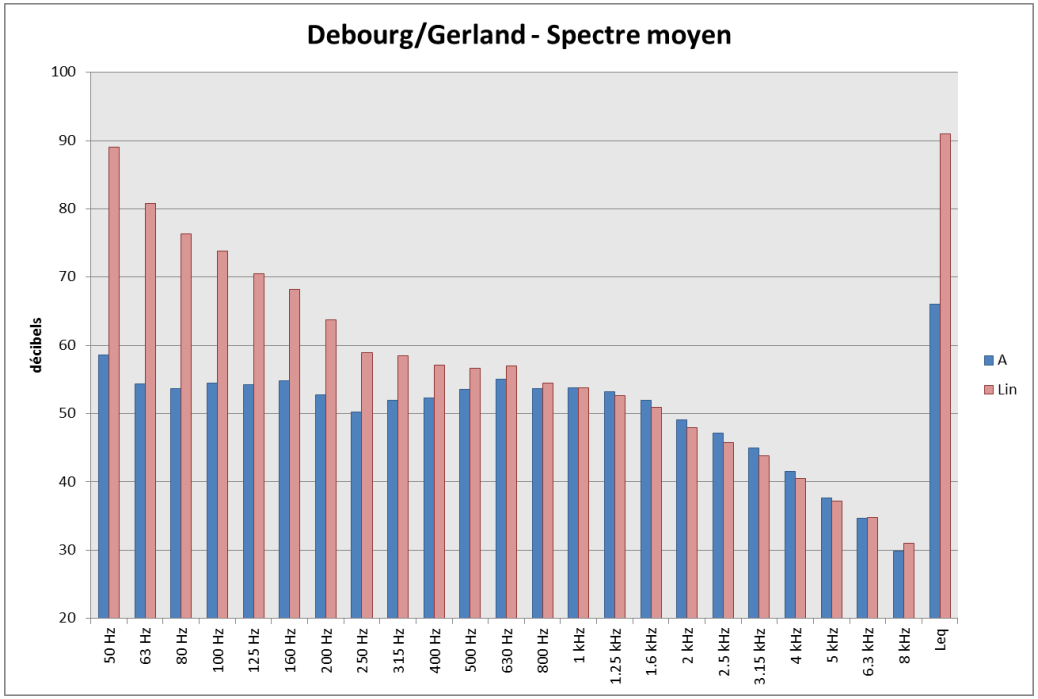
Source : Open Street Map

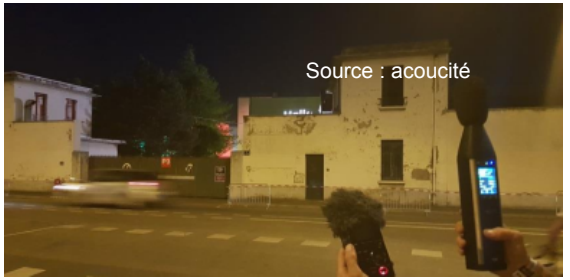
acoucité



Nuits Sonores

- Qualité sonore dans les espaces de détente
- Basses fréquences à l'extérieur du site





acoucité

Merci pour votre attention

www.acoucite.org

acoucité

Références bibliographiques et notes

- Cerema, CSTB, ENTPE, IFSTTAR. 555
- Vincent B., Fradet F. et collectif. *Développement d'un réseau permanent de mesure des bruits de l'environnement à l'échelle des agglomérations.* Guide opérationnel version 2. Publié avec le soutien de l'Ademe et du MEEDDEM, Lyon, mars 2009
- Mats E. Nilsson, and coll. *A soundwalk study on the relationship between soundscape and overall quality of urban outdoor places* Conference paper (acoustic 2012- Hong Kong) in The journal of the acoustical society of America. April 2012.
- Faburel G. et Gourlot N. *Référentiel national pour la définition et la création des zones calmes*. Rapport final, Université de Paris XII Créteil, pour la mission Bruit du MEEDAT, mai 2008, 207 p.
- Acoucité, collectif, *Étude sur les zones calmes en lien avec la directive 2002/42/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement*. Lyon, 2006.
- Vallet J., Vincent B., Fradet F. *Quiet areas management in greater Lyon: from local consultation meeting to agglomeration policy*. Internoise, Lisbon, Portugal, 2010
- Vincent B., Lambert J. *Complementarity between noise monitoring, noise mapping, noise recording and perception survey.* International journey of mobility acoustics, 28-28 august 2008, Escola politecnica, Sao Paulo, Brasil.
- Vincent B., Gissinger V., Vallet J., Mietlicky F., Champelovier P., Anselme C. *How to characterize environmental noise closer to people's expectations.* Internoise, Innsbruck, Austria, 2013.

- *« La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. »*

Préambule à la Constitution de l'Organisation mondiale de la Santé, Conférence internationale sur la Santé, New York, 19-22 juin 1946; signé le 22 juillet1946; (Actes officiels de l'Organisation mondiale de la Santé, n°. 2, p. 100) et entré en vigueur le 7 avril 1948.

- Agence Européenne de l'Environnement, Noise in Europe 2014. EEA Report No 10/2014 http://glossary.eea.europa.eu/terminology/concept_html?term=health%20effect%20of%20noise
- Olny X., Vincent B., Carra S., Miège B., Vittoz T., Reydellet F., Vallet J. *From regional "strategic" maps to microscopic scale models: multi-scales approaches to improve the assessment exposure to pollutants associated with transportation.*
- http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/empirisme/28947 Empirisme :

Théorie philosophique selon laquelle la connaissance que nous avons des choses dérive de l'expérience

Méthode reposant exclusivement sur l'expérience, sur les données et excluant les systèmes a priori.

Manière de se comporter en tenant compte surtout des circonstances et sans principes arrêtés ; pragmatisme.

acoucité

Index des sigles

- **ZAC** Zone d'Aménagement concerté
- **PDU** Plan de Déplacement Urbain
- **PLU** Plan Local d'Urbanisme
- **SCoT** Schémas de Cohérence du Territoire
- **AVAP** Aire de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine
- **ZPPAUP** Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager