

WEBINAR

**INDICATEURS DE BRUIT
3 MAI 2022**



BRUITPARIF

Rappels d'acoustique

Généralités sur le bruit

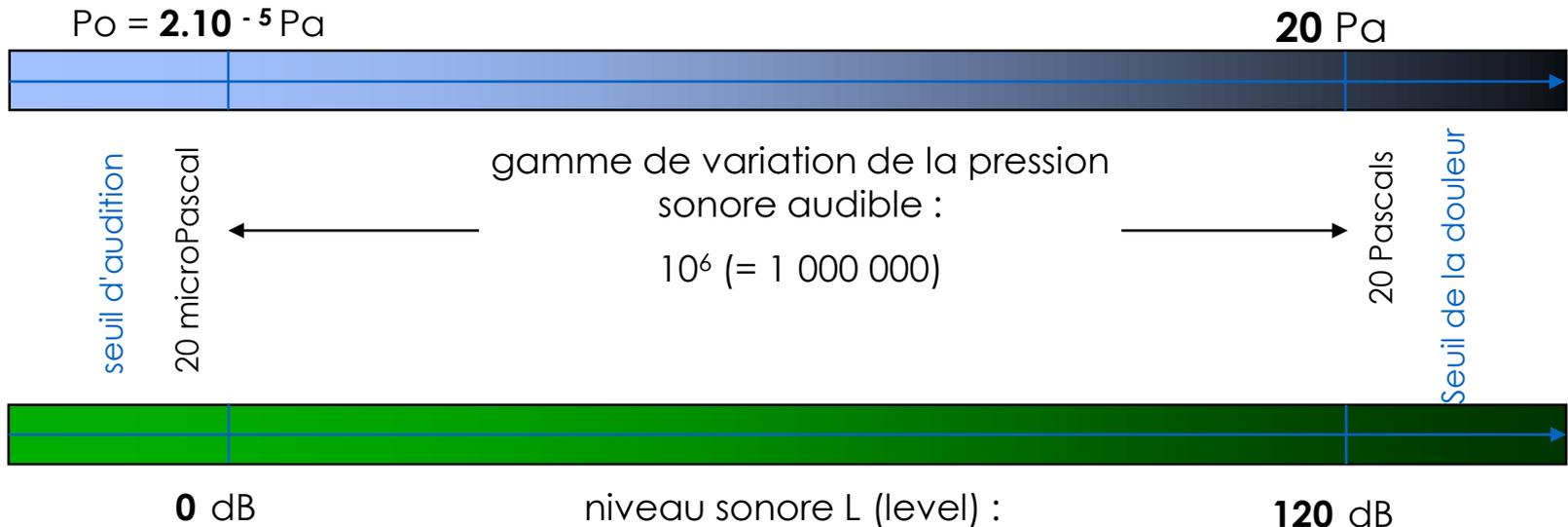
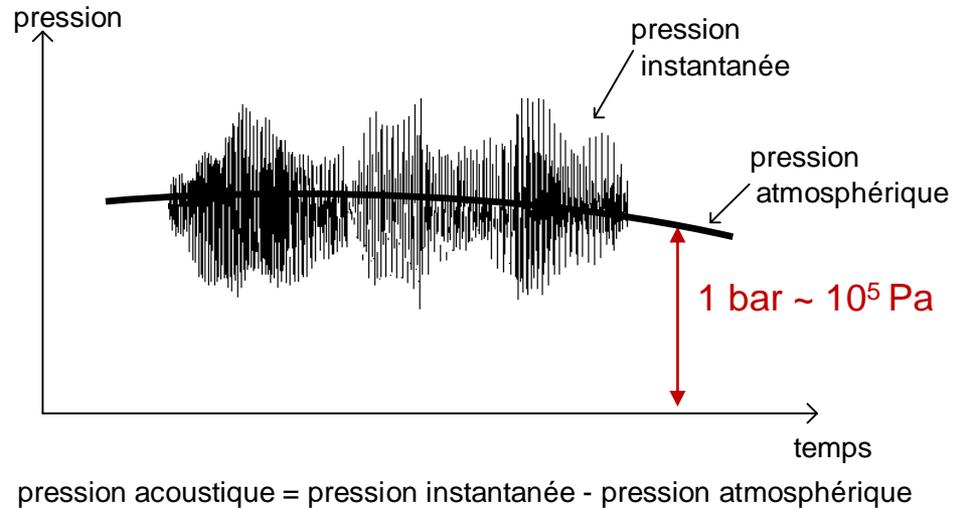


BRUITPARIF

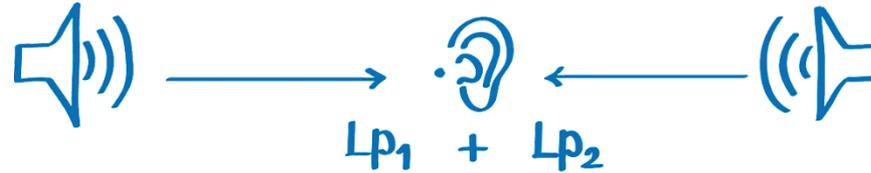
CARACTÉRISTIQUES D'UN SON

La sensation auditive est due à la fluctuation de la *pression acoustique* (p)

$$L_{dB} = 10 \log \frac{p^2}{p_o^2} \longrightarrow L_{dB} = 20 \log \frac{p}{p_o}$$

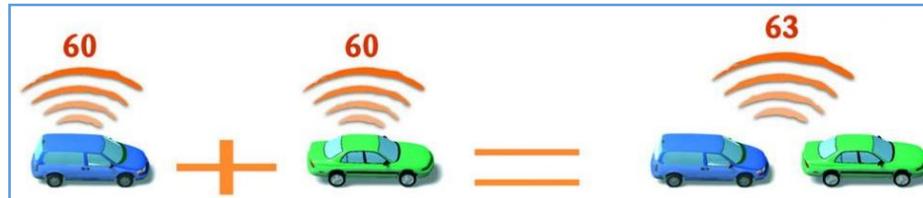


L'ADDITION DES DÉCIBELS



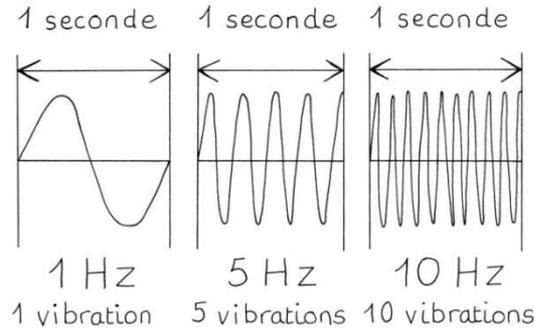
! Niveau global ?

$$L_p = 10 \log (10^{L_{p_1}/10} + 10^{L_{p_2}/10})$$



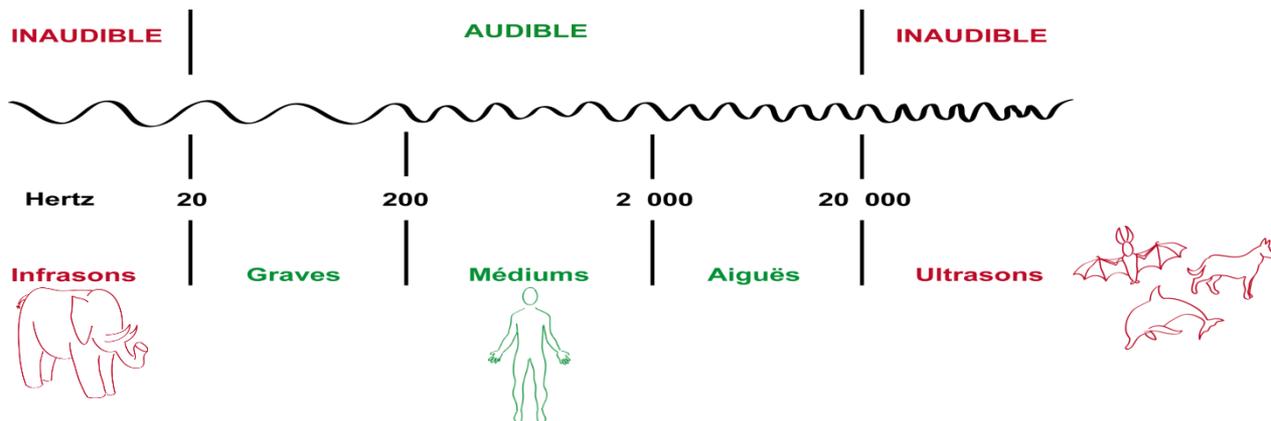
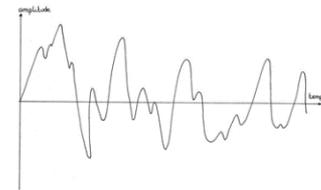
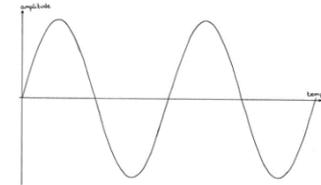
CARACTÉRISTIQUES D'UN SON

- Fréquence en Hz



Son pur :
son composé d'une seule fréquence

Son complexe :
superposition de sons purs de fréquences différentes



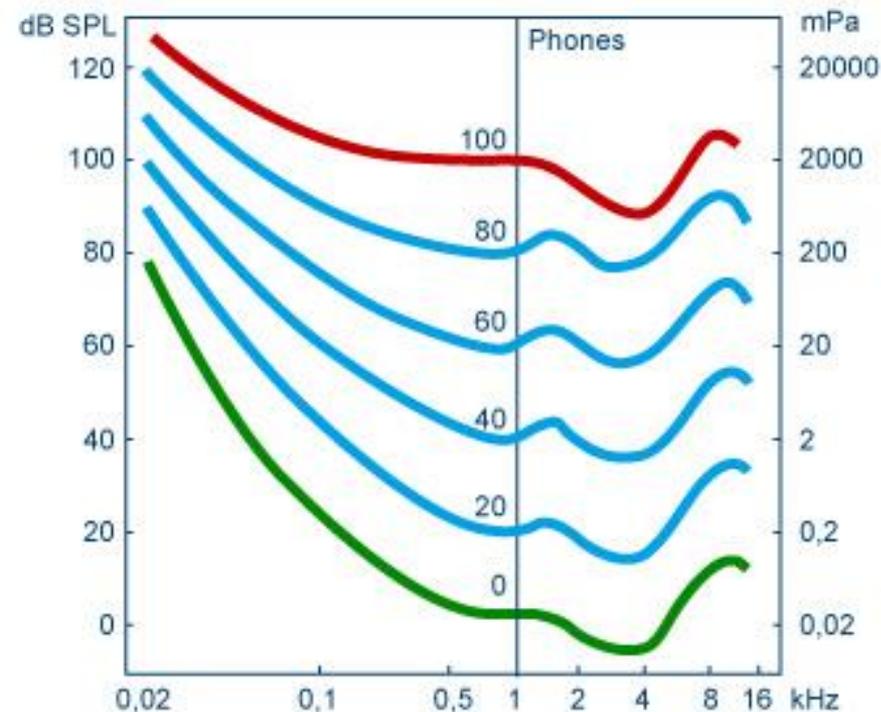
NOTIONS DE PERCEPTION AUDITIVE

La psychoacoustique s'occupe essentiellement des relations entre les caractéristiques du son et la sensation auditive qu'il provoque.

On appelle sonie la composante de la perception auditive subjective liée à l'intensité acoustique et qui nous permet de différencier un son fort d'un son faible.

Courbes d'égales intensités sonores ou courbes isosoniques

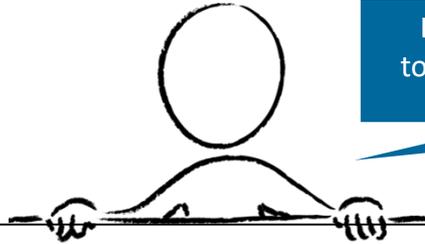
Une ligne isosonique représente l'ensemble des sons purs produisant la même sensation d'intensité, la même sonie, en fonction de la fréquence.



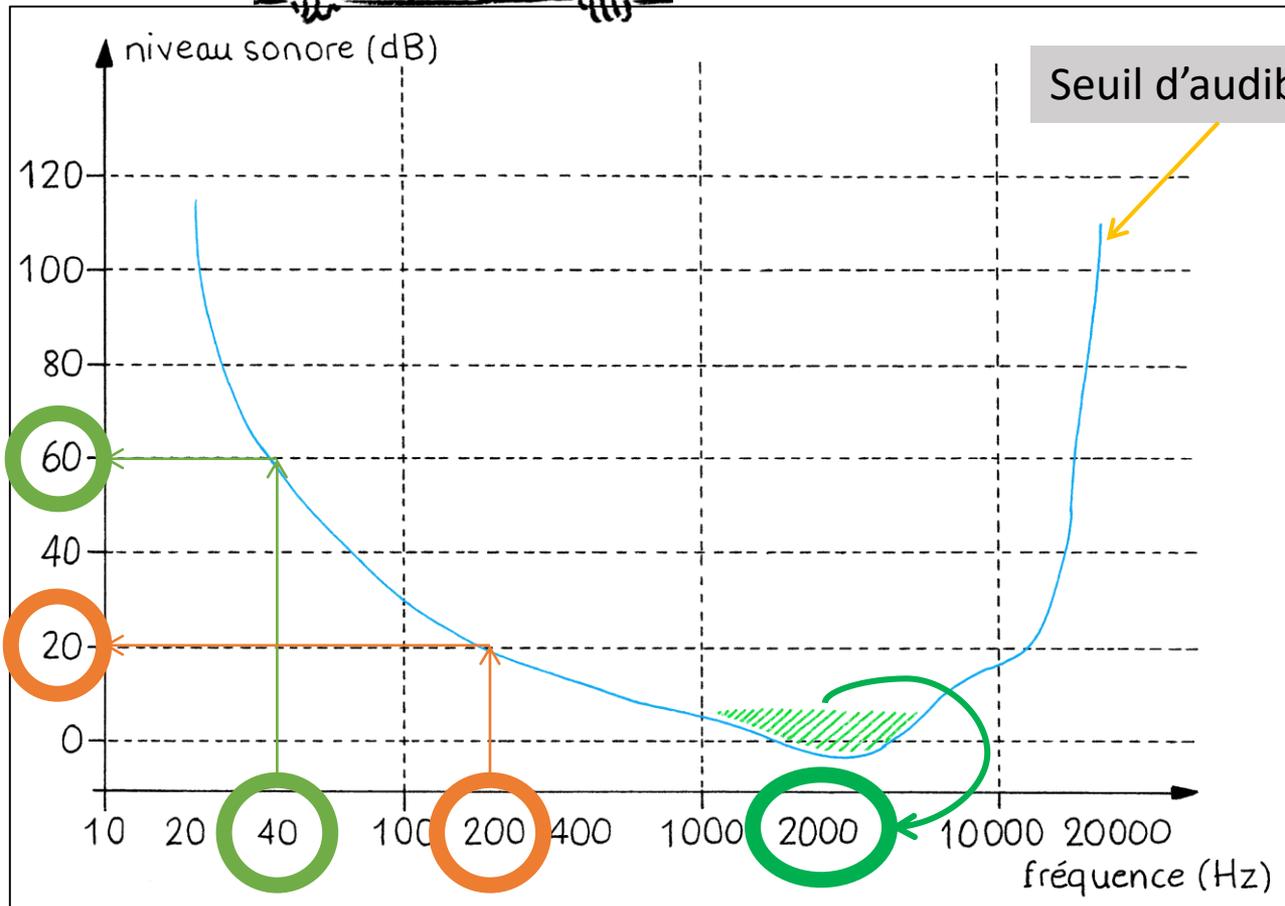
Ce graphe représente les courbes d'isosonies moyennes de 50 sujets (d'après Robinson et Dadson, 1956).

L'unité utilisée pour caractériser une courbe isosonique est le **phone**. Il correspond au niveau sonore exprimé en dB SPL à 1000 Hz.

NOTIONS DE PERCEPTION AUDITIVE



L'oreille humaine n'est pas sensible de la même manière à toutes les fréquences. A niveau équivalent, un son grave sera perçu moins fort qu'un son médium.



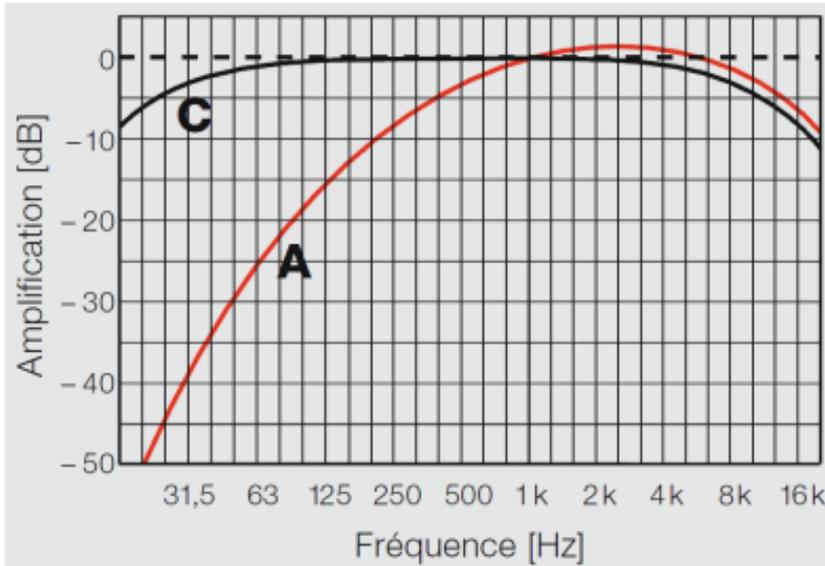
Un son pur à 40 Hz sera entendu seulement s'il fait plus de 60 dB

Mais à 200 Hz l'oreille humaine entendra des sons à partir de 20 dB

C'est autour de 2000 Hz, que l'oreille humaine entend le mieux les sons

La nature est bien faite, c'est la zone de fréquences de la voix humaine

NOTIONS DE PERCEPTION AUDITIVE



La courbe de pondération A est la plus utilisée, pour les bruits courants. On exprime ainsi le niveau d'un bruit en dB(A).

La pondération A correspond à la courbe isosonique d'un son pur de 40 dB à 1 000 Hz

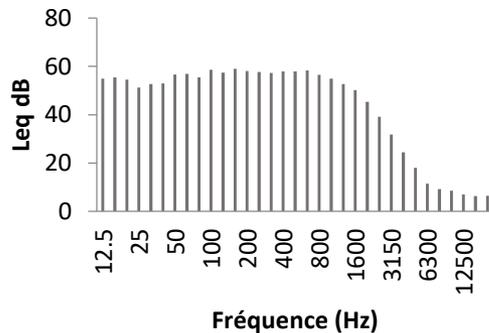
Pour les niveaux plus élevés, la pondération C est plus adaptée



Exemple de pondération A pour la mesure du bruit d'un avion

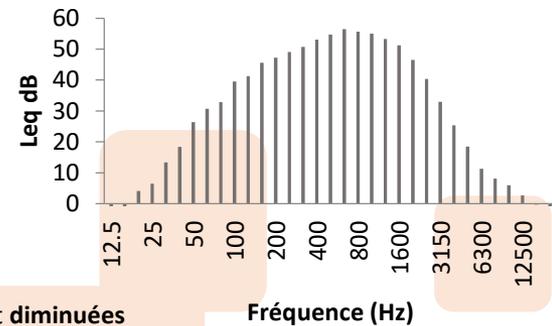
Les avions produisent des sons avec beaucoup de basses fréquences

Niveau moyen = 76 dB



Pondération A

Niveau moyen = 64 dB(A)



Les fréquences graves et aigues sont diminuées

NIVEAU SONORE ET PERCEPTION AUDITIVE

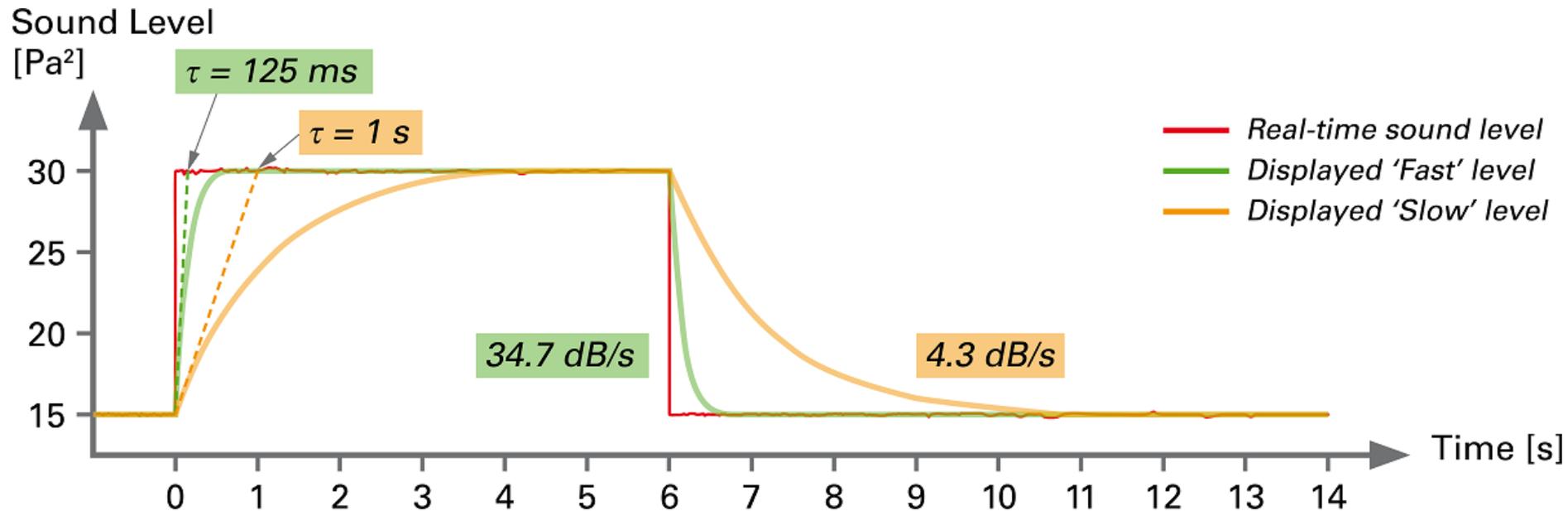
Perception auditive	Niveau sonore	Nombre de sources de bruit	Energie acoustique divisée par :
Niveau de référence	Par. ex. 70 dB(A)		
A peine moins fort	- 1 dB(A)	 - 20 %	/ 1.25
	- 2 dB(A)		/ 1.6
Moins fort	- 3 dB(A)	 - 50 %	/ 2
	- 4 dB(A)		/ 2.5
	- 5 dB(A)		/ 3.15
Nettement moins fort	- 6 dB(A)	 - 75 %	/ 4
	- 7 dB(A)		/ 5
	- 8 dB(A)		/ 6.3
	- 9 dB(A)		/ 8
Deux fois moins fort	- 10 dB(A)	 - 90 %	/ 10

PONDÉRATION TEMPORELLE LORS D'UNE MESURE DE BRUIT

Lors d'une mesure du bruit, une pondération temporelle peut être appliquée au signal pour atténuer les fluctuations et faciliter l'affichage.

Deux pondérations temporelles sont couramment utilisées :

- **Fast (F)**, pour une pondération de 125 millisecondes ($L_{p,AF}$)
- **Slow (S)**, pour une pondération de 1 seconde ($L_{p,AS}$)



TYPES DE BRUIT

Bruit ambiant : Ensemble des bruits sans distinction

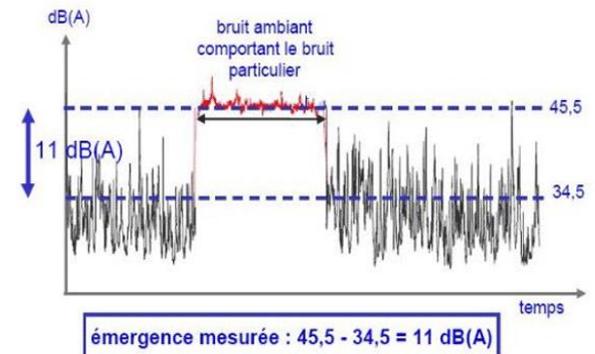
Bruit particulier : Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement notamment car objet d'une requête

- ❑ Pics de bruit de courte durée : trains, avions, deux-roues...
- ❑ Bruit de moyenne durée : ventilation, concert...

Bruit résiduel : Bruit ambiant en l'absence du bruit particulier

Emergence : Modification du bruit ambiant induite par l'apparition d'un bruit particulier perceptible sans effort.

Cette notion est rencontrée dans la réglementation sur les bruits de voisinage →



Bruit ambiant

Indicateurs énergétiques

Indicateurs statistiques



BRUITPARIF

LE NIVEAU SONORE ÉQUIVALENT LEQ

Un niveau sonore équivalent L_{eq} correspond au niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit existant réellement pendant une période T considérée.

$$L_{eq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right]$$

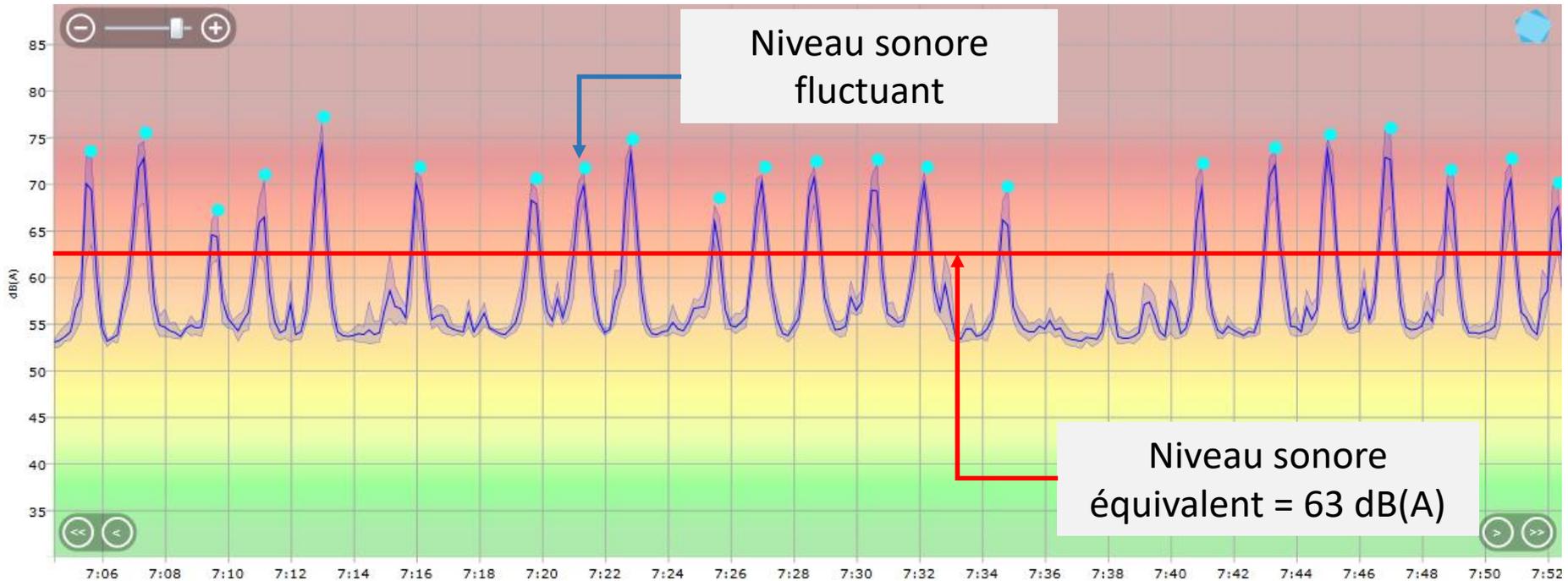
Avec : $P(t)$ = pression acoustique instantanée

P_0 = pression de référence correspondant au seuil d'audibilité soit $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

En pratique, par exemple lors d'une mesure, il correspond à la **moyenne logarithmique** de l'ensemble des échantillons élémentaires sur une période donnée.

Le niveau équivalent est l'indicateur utilisé majoritairement dans la réglementation, il est calculé par périodes de la journée et pour une situation de long terme, par exemple pour une année.

LES INDICATEURS UTILISÉS DANS LA RÉGLEMENTATION



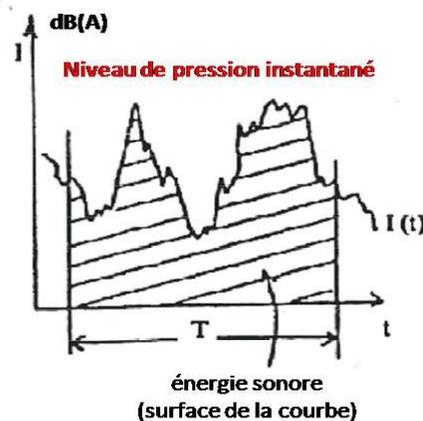
$L_{Aeq,T}$ (Level A equivalent)

niveau sonore équivalent

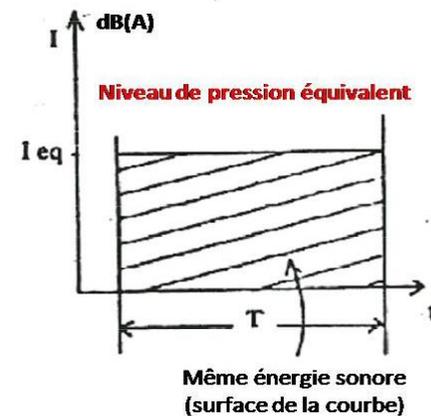
→ L_{day} (L_d) = $L_{Aeq,6-18h}$

→ $L_{evening}$ (L_e) = $L_{Aeq,18-22h}$

→ L_{night} (L_n) = $L_{Aeq,22-6h}$

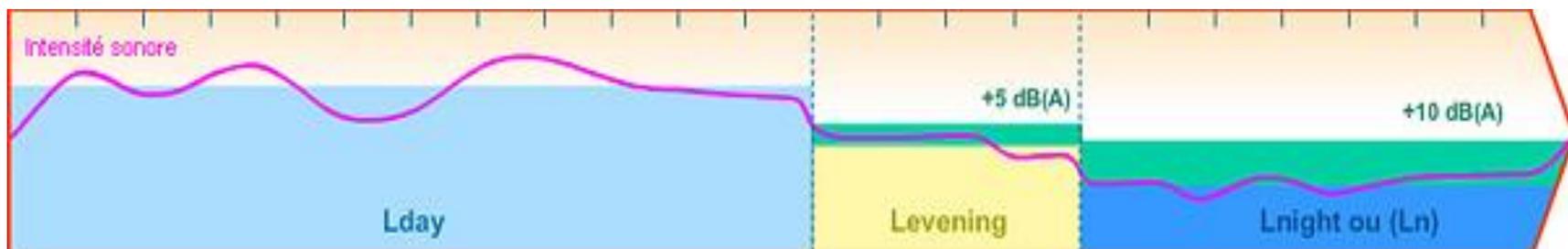


➔
Moyenne énergétique



LES INDICATEURS UTILISÉS DANS LA RÉGLEMENTATION

Indicateur Lden (Level day-evening-night)



Source : <http://bruit.seine-et-marne.fr/indicateurs-l-den-et-l-n>

$$L_{den} = 10 \log \left(\frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}}}{24} \right)$$

NOTIONS DE BRUIT INCIDENT ET DE BRUIT EN FAÇADE

Les niveaux de bruit peuvent être exprimés :

- ❑ En **façade de bâtiment** (avec prise en compte de la réflexion du son sur la façade)
- ❑ En **bruit incident** (sans prise en compte de la réflexion du son sur la façade)

→ En France, les normes de mesure du bruit routier et ferroviaire dans l'environnement préconisent d'évaluer le bruit à 2 mètres en avant des façades les plus exposées.

Les **valeurs limites réglementaires** (Point Noir Bruit) sont exprimées du bruit évalué **en façade** de bâtiment.

→ Les valeurs limites prises en application de la **Directive Européenne** et les valeurs limites **OMS** sont elles exprimées pour du **bruit incident**.

→ De manière forfaitaire, on considère par défaut que :

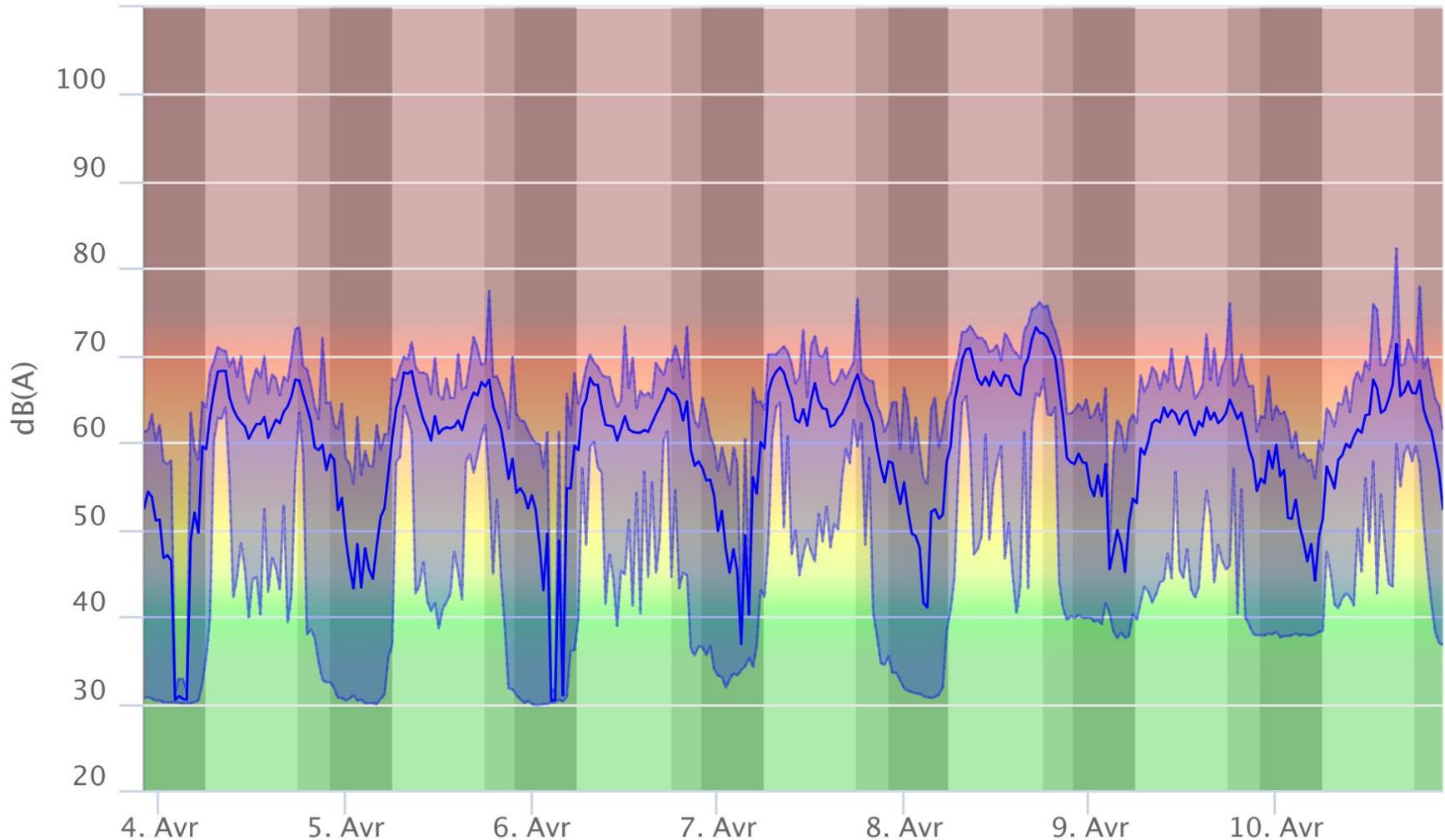
$$\text{Bruit en façade} = \text{bruit incident} + 3 \text{ dB}$$

Certains pays évaluent différemment le bruit, par exemple, dans l'embrasure d'une fenêtre ouverte pour estimer le bruit incident.

EXEMPLES DE REPRÉSENTATION DES NIVEAUX DE BRUIT AMBIANT

Exemple d'évolution temporelle du bruit

➔ L'enveloppe et l'allure de la courbe sont très dépendantes de l'intervalle d'observation

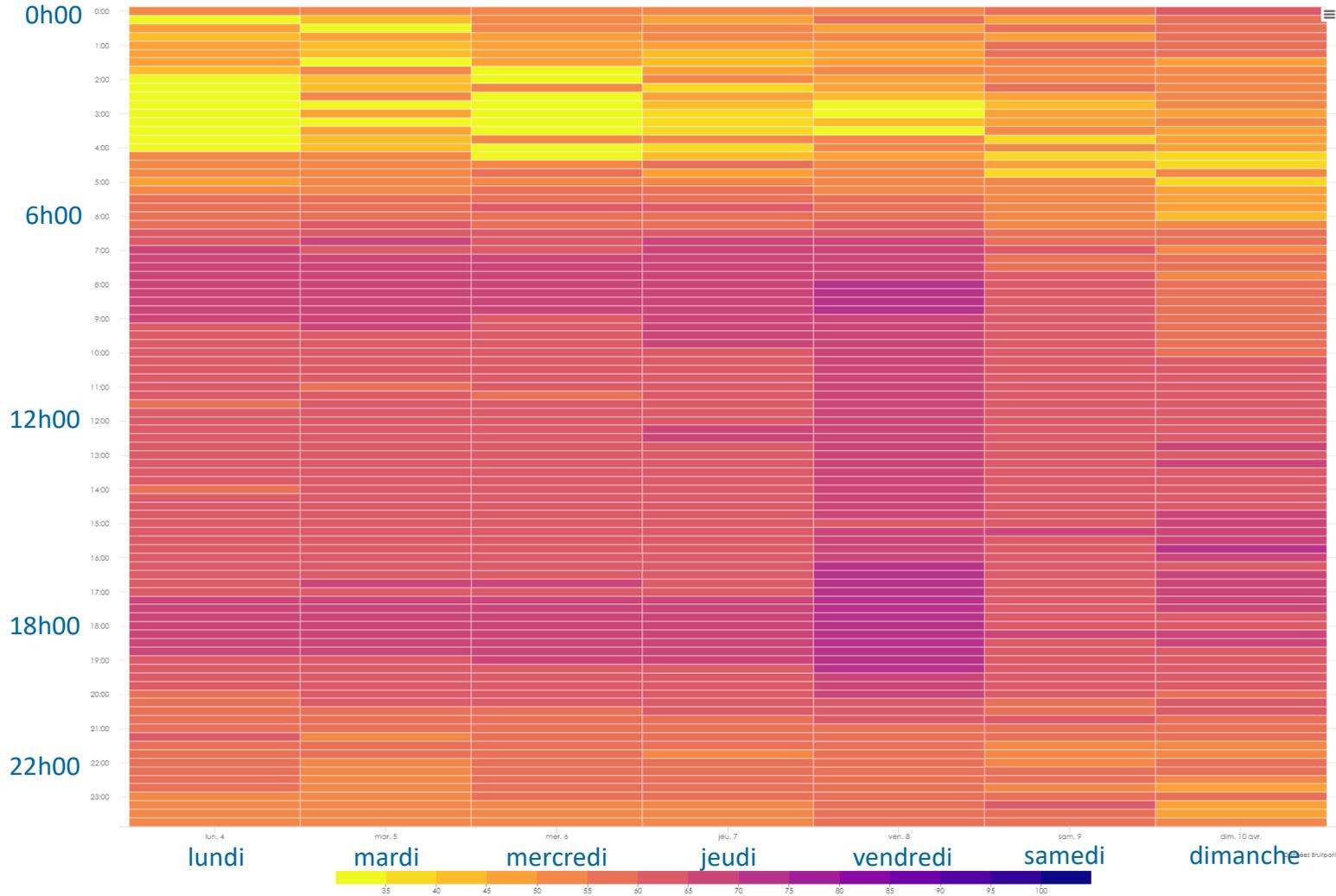


L_{Aeq} par pas de 30 minutes - Route des 17 tournants en Vallée de Chevreuse

EXEMPLES DE REPRÉSENTATION DES NIVEAUX DE BRUIT AMBIANT

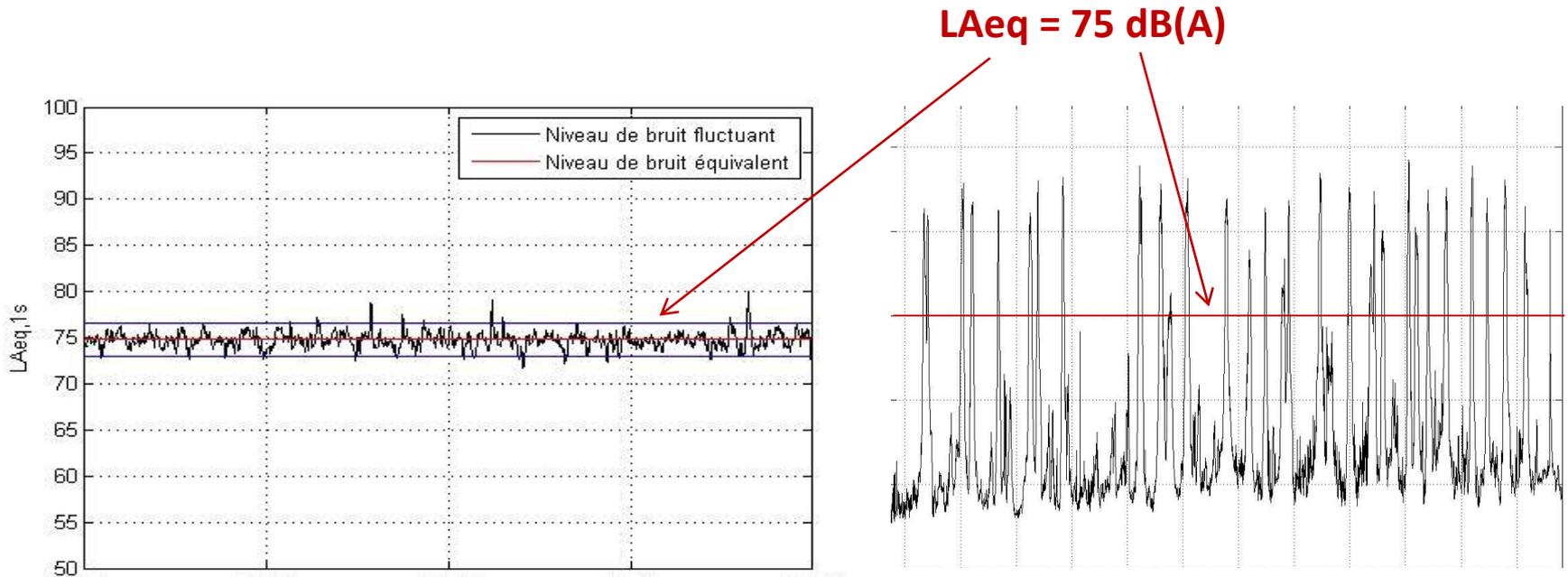
AMBIANT

Représentation des niveaux moyens de bruit ambiant par quart d'heure d'heure → Hebdoscope



Exemple d'hebdoscope - Route des 17 tournants en Vallée de Chevreuse

LIMITES DES INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES



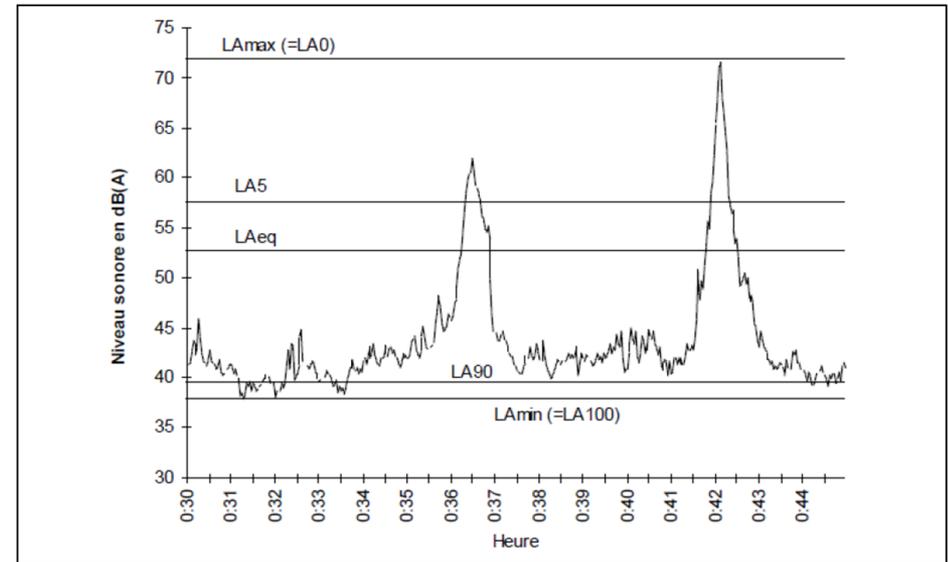
Deux situations sonores bien différentes
mais pourtant le même résultat en L_{Aeq}

Nécessité d'introduire des indicateurs complémentaires événementiels

INDICATEURS STATISTIQUES

Indices statistiques : Niveaux fractiles atteints ou dépassés pendant N% du temps. Ils sont calculés à partir des valeurs élémentaires, par exemple sur les $Leq,1s$

- ❑ **LA90** : niveau global pondéré A atteint ou dépassé pendant 90% du temps (souvent utilisé pour qualifier le bruit de fond)
- ❑ **LA10** : niveau global pondéré A atteint ou dépassé pendant 10% du temps (souvent utilisé pour qualifier les bruits de crête)
- ❑ **LA50** : niveau global pondéré A atteint ou dépassé pendant 50% du temps (médiane statistique)



Source : Bruxelles Environnement

Ces indices statistiques peuvent également être utilisés pour du temps passé au-dessus d'un seuil :

- ❑ **TA70** : Temps passé au-dessus de 70 dB(A)
- ❑ **TA60** : Temps passé au-dessus de 60 dB(A)

Bruit événementiel

Descripteurs acoustiques
Indicateurs énergétiques et
événementiels



BRUITPARIF

BRUIT ÉVÉNEMENTIEL – DÉTECTION DE PICS DE BRUIT

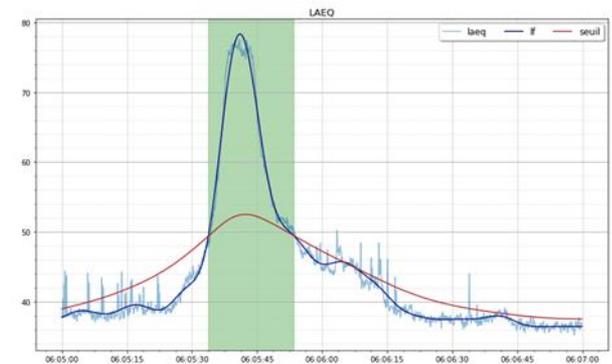
Un bruit événementiel se caractérise par des **pics de bruit émergeant significativement du bruit ambiant**, par exemple : trains, avions, deux-roues motorisés, sirènes, klaxon...

Ces pics de bruit peuvent avoir différentes caractéristiques :

- ❑ En termes de **signature temporelle**, correspondant à la manière dont le niveau sonore fluctue dans le temps
- ❑ En termes de **signature spectrale**, c'est-à-dire sur le contenu fréquentiel du bruit (plus ou moins grave ou aigu)

Lors d'une mesure, la **détection et la classification des pics de bruit** peut être réalisée :

- ❑ **Manuellement** par un opérateur
- ❑ **Automatiquement** via un ou plusieurs algorithmes de traitement du signal



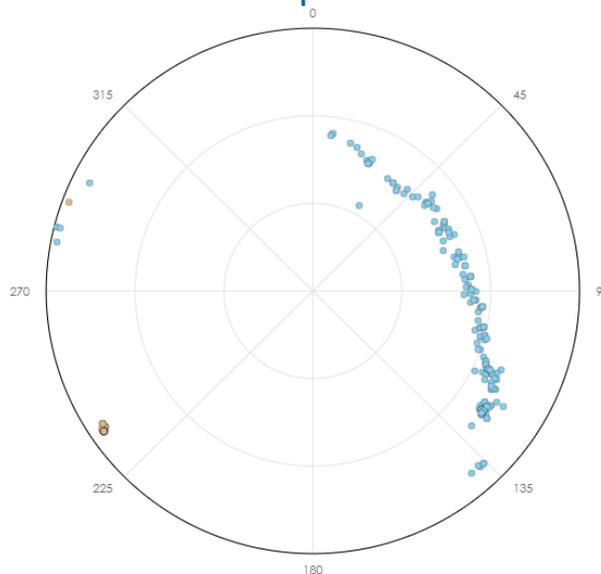
BRUIT ÉVÉNEMENTIEL – DÉTECTION DE PICS DE BRUIT

À Bruitparif, des systèmes de localisation de provenance du bruit sont utilisés pour classer l'origine des événements automatiquement.

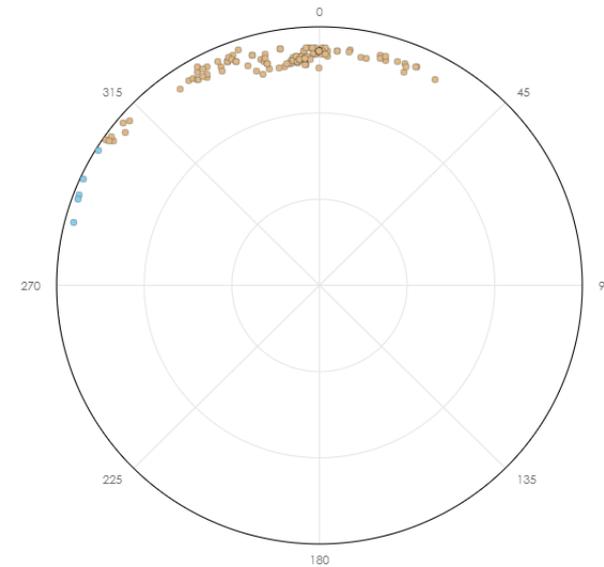


Capteur « Méduse » de Bruitparif

Exemple sur une station installée en toiture d'immeuble et multi-exposée au bruit ferroviaire et au bruit aérien



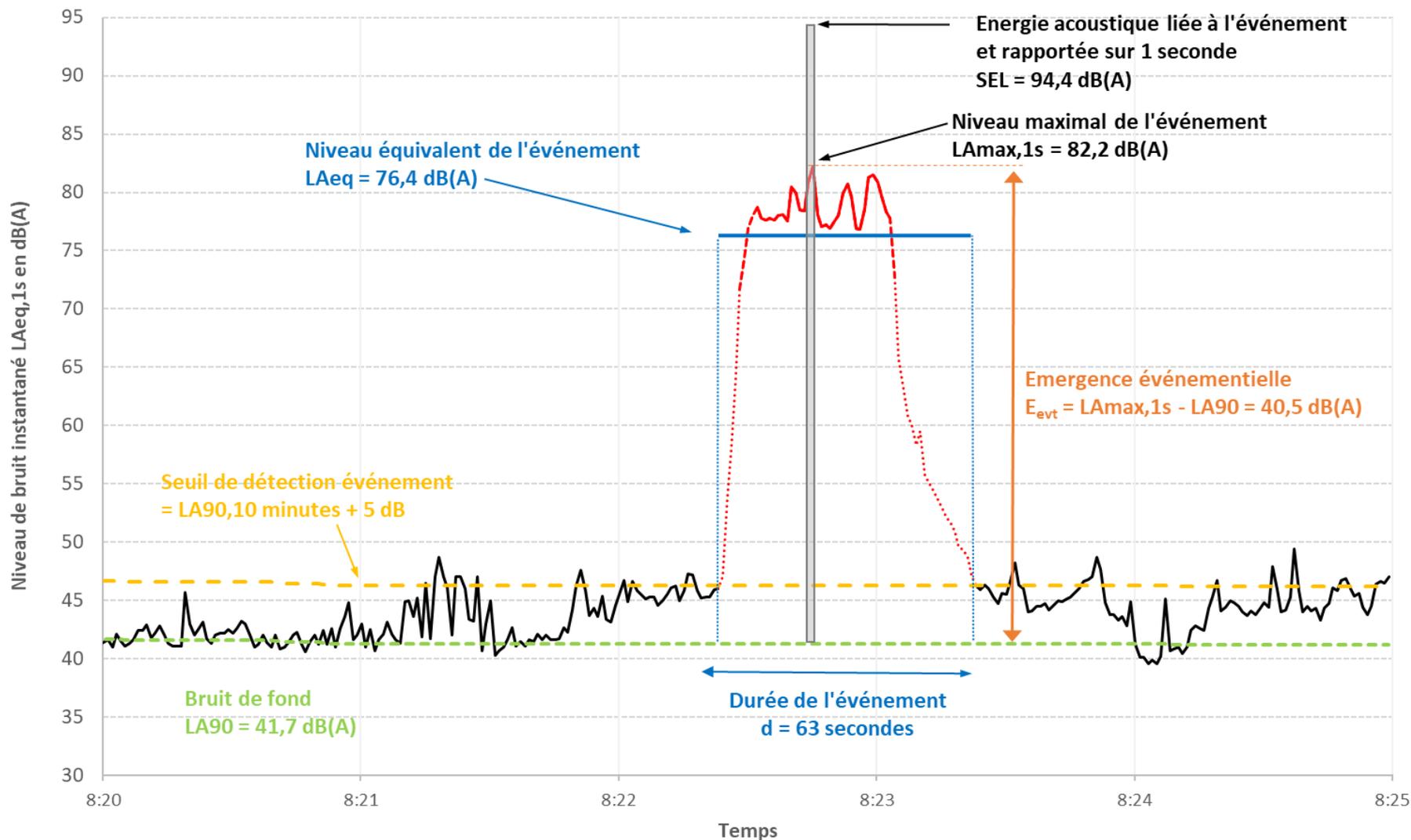
Données acoustiques de trajectographie au cours d'un survol d'avion
==> angles d'élévation positifs entre 15 et 45°



Données acoustiques de trajectographie au cours d'un passage de train
==> angles d'élévation négatifs d'environ -9°

DESCRIPTEURS ACOUSTIQUES D'UN ÉVÉNEMENT SONORE

Indicateurs acoustiques caractéristiques d'un événement sonore



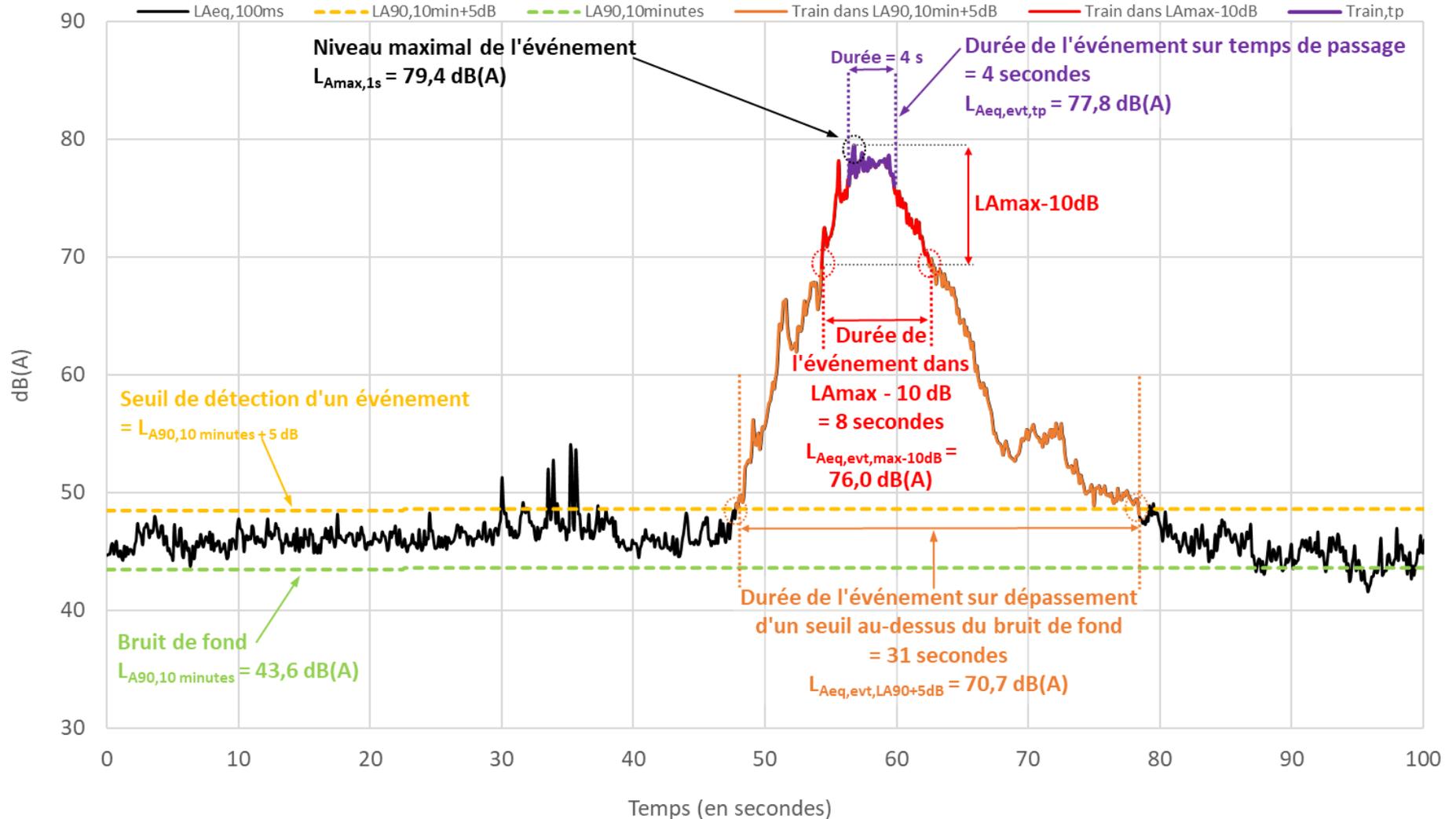
$$LA_{eq, evt} = 10 \log \left[\frac{1}{T_{, evt}} \int_{T_{, evt}} \frac{P(t)^2}{P_0^2} dt \right]$$

$$SEL = LA_{eq, evt} + 10 \log(T_{evt}/T_0) \text{ avec } T_0 = 1 \text{ s}$$

DESCRIPTEURS ACOUSTIQUES D'UN ÉVÉNEMENT SONORE

Définition de la durée d'un événement sonore ferroviaire

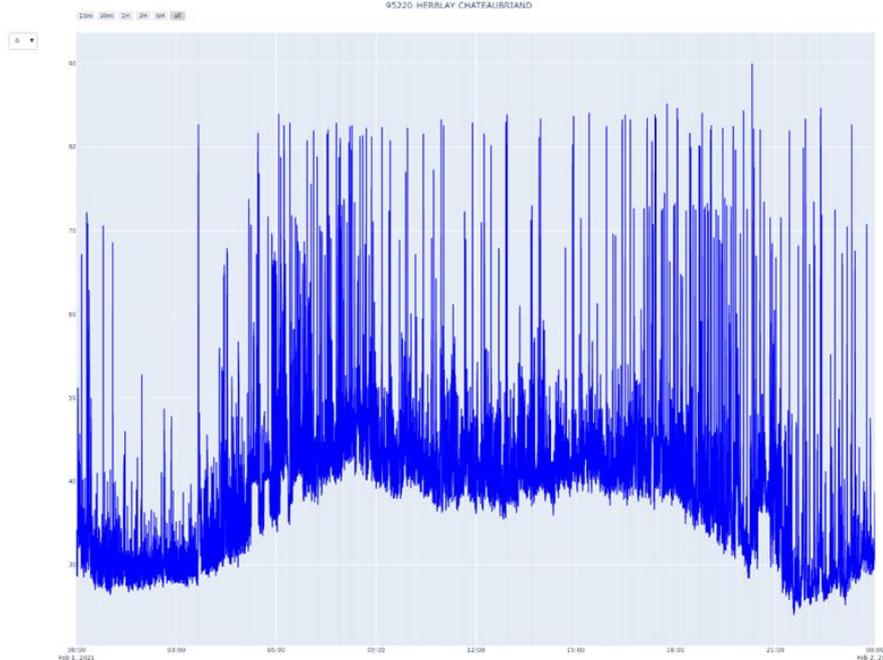
Exemple du passage d'un TGV double à 330 mètres de distance



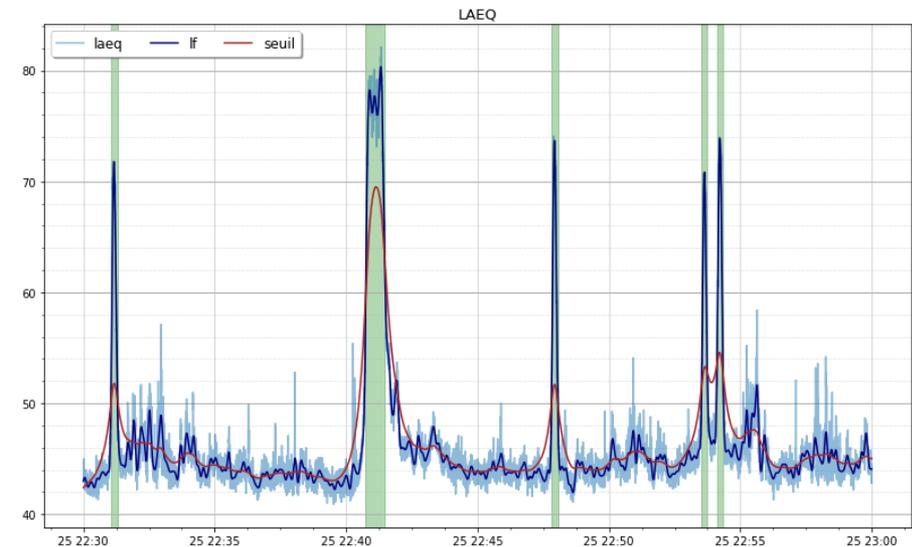
INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES ASSOCIÉS À UNE SOURCE

Une fois les événements sonores détectés et classés, la contribution sonore énergétique de la source considérée peut être calculée sur l'ensemble d'une période. Cette contribution est souvent appelée LAeq,partiel.

- Pour le bruit des transports, il s'agit du LAeq,fer et du LAeq,aéro
- **Seule l'énergie sonore au cours des événements est prise en compte** (en vert sur la figure de droite)



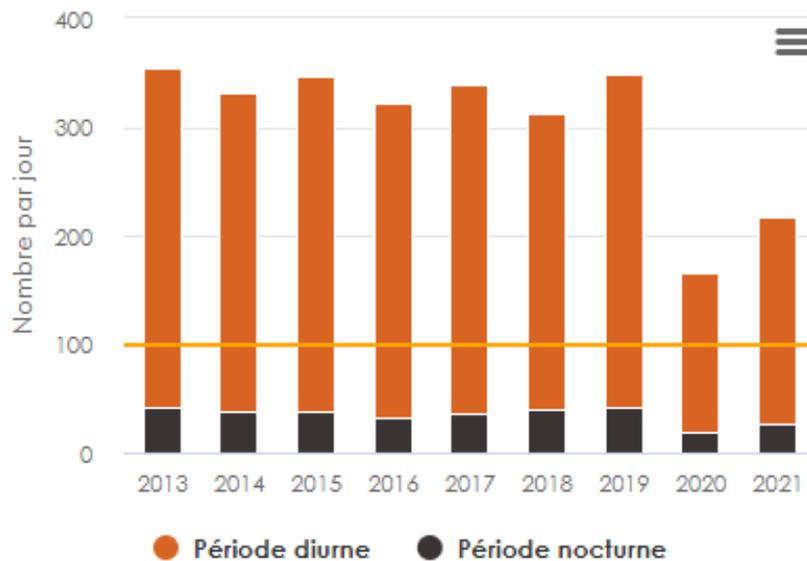
Evolution du bruit sur une journée complète sur un site exposé au bruit ferroviaire - Herblay (95)



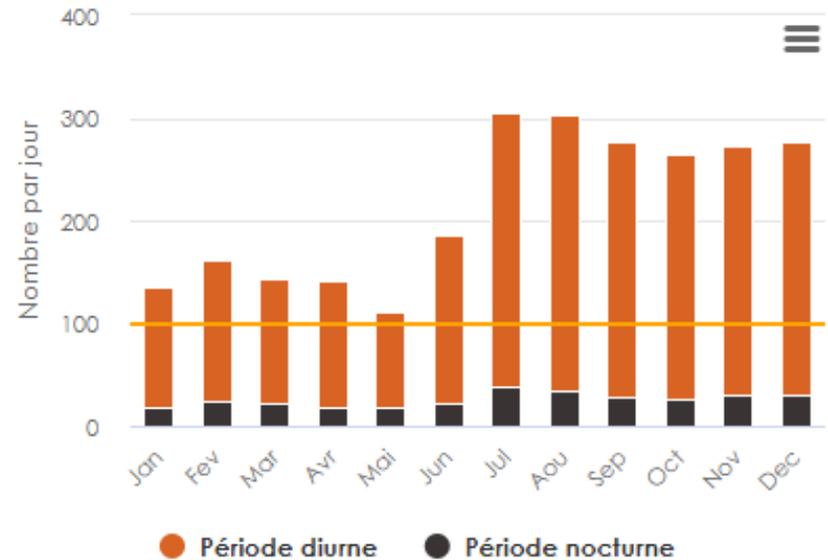
Contribution sonore énergétique du bruit ferroviaire en vert sur la figure (zoom de 22h30 à 23h) - Herblay (95)

INDICATEURS ÉVÉNEMENTIELS ASSOCIÉS À UNE SOURCE

- ❑ N_{Ax}, nombre d'événements sonores au-dessus d'un seuil (en L_{Amax})
- ❑ T_{Ax}, temps passé au-dessus d'un seuil
- ❑ N_{Ex}, nombre d'événements sonore au-dessus d'un seuil (en émergence événementielle)
- ❑ Intervalle événementiel moyen (temps moyen entre deux événements sonores consécutifs)



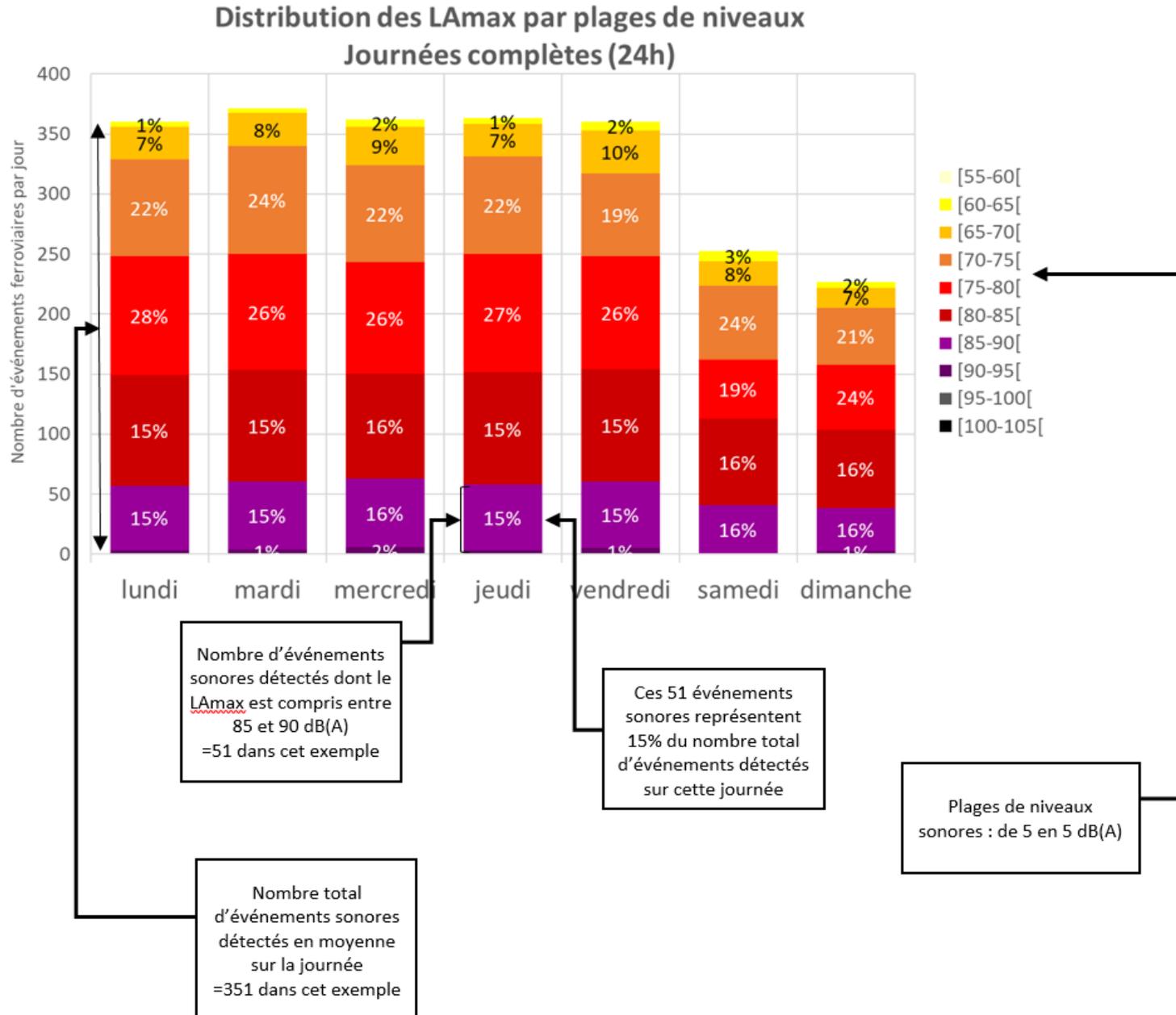
Evolution du NA65 par année sur un site exposé au bruit aérien à Gonesse (95)



Evolution du NA65 par mois pour l'année 2021 sur un site exposé au bruit aérien à Gonesse (95)

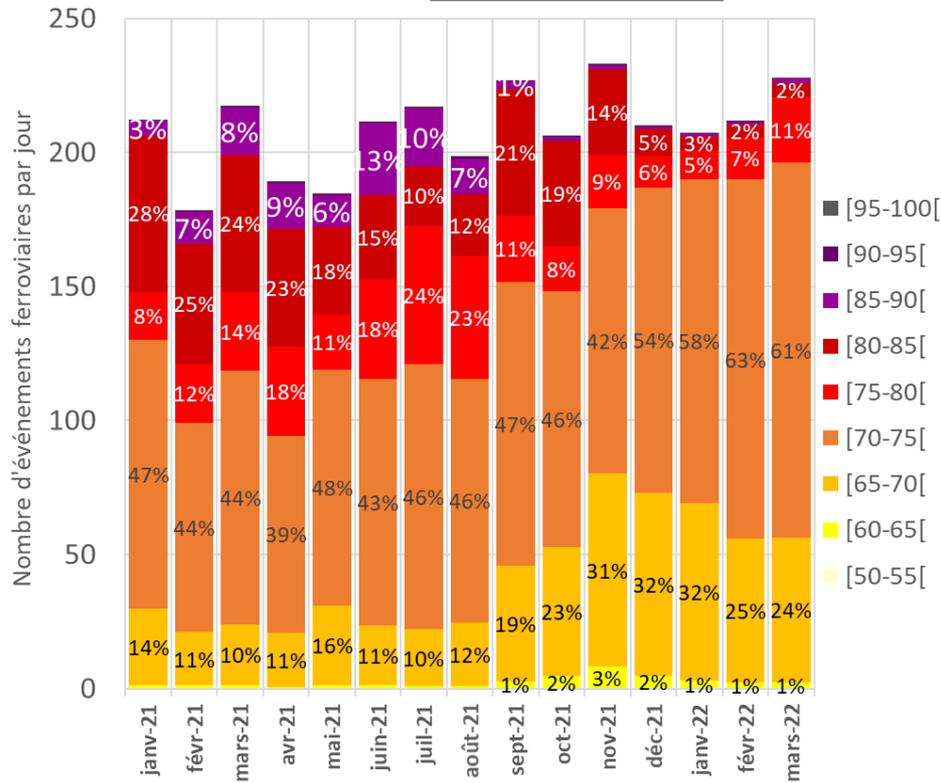
INDICATEURS ÉVÉNEMENTIELS ASSOCIÉS À UNE SOURCE

Exemple d'une distribution d'événements sonores selon leur L_{Amax} et en moyenne hebdomadaire



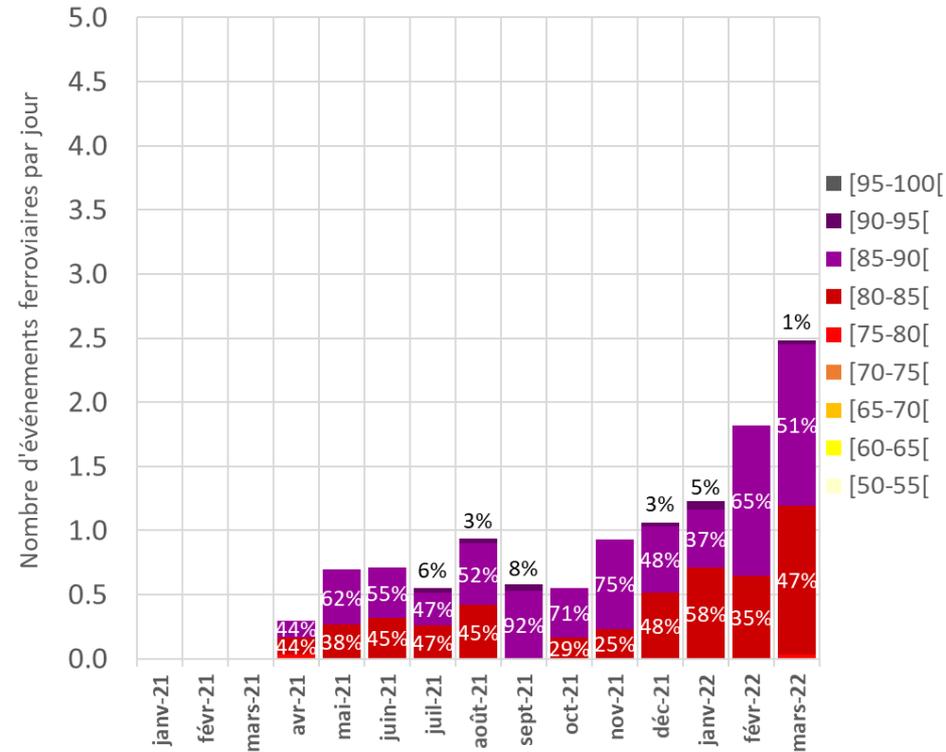
INDICATEURS ÉVÉNEMENTIELS ASSOCIÉS À UNE SOURCE

Distribution des LAmax par plages de niveaux
Moyenne mensuelle - Tous types de circulations - Total période 24 h



Herblay (95)

Distribution des LAmax par plages de niveaux
Moyenne mensuelle
Total période nocturne 22h-6h - Trains FRET



Chars (95)

INDICATEURS ÉVÉNEMENTIELS ASSOCIÉS À UNE SOURCE

- ❑ Limite des indicateurs de type NA → **effet de seuil**
- ❑ Vers un indicateur plus synthétique qui permettrait d'affecter un « poids » relatif au potentiel de gêne pour chaque événement sonore selon ses caractéristiques acoustiques ?
- ❑ Proposition de Bruitparif d'étudier un indicateur de comptage des événements sonores à points → NQT pour Noise Quantum Tuned
 - ❑ L'objectif est **d'affecter un nombre de points à chaque événement sonore** en fonction de ses caractéristiques qui peuvent influencer la gêne (bruyance, durée, contenu fréquentiel, soudaineté...)
 - ❑ Cet indicateur **prendrait en compte l'ensemble des événements sonores** de manière continue (pas d'effet de seuil)
 - ❑ Il remettrait en cause la règle implicite d'égale énergie pour la bruyance d'un événement (aujourd'hui 50 pics à 73 dB équivalent à 100 pics à 70 dB équivalent eux-mêmes à 200 pics à 67 dB)
 - ❑ Le NQT doublerait pour une différence de 6 dB

INDICATEUR NQT → APPROCHE EXPÉRIMENTALE

→ Calcul d'un estimateur de la **contribution basses fréquences** par l'introduction d'un dBT (pour *Tuned*) sous la forme d'une combinaison linéaire du dBA et du dBC :

$$L_T = \alpha L_A + (1 - \alpha) L_C$$

avec $\alpha = \frac{80 - L_C}{40}$ *contraint aux bornes pour rester dans l'intervalle [0, 1]*

→ Calcul d'un **quantum de bruit pour chaque échantillon élémentaire** :
Avec L_{Ti} le niveau dBT et T le pas de temps utilisé (0.1 ou 0.125 s)

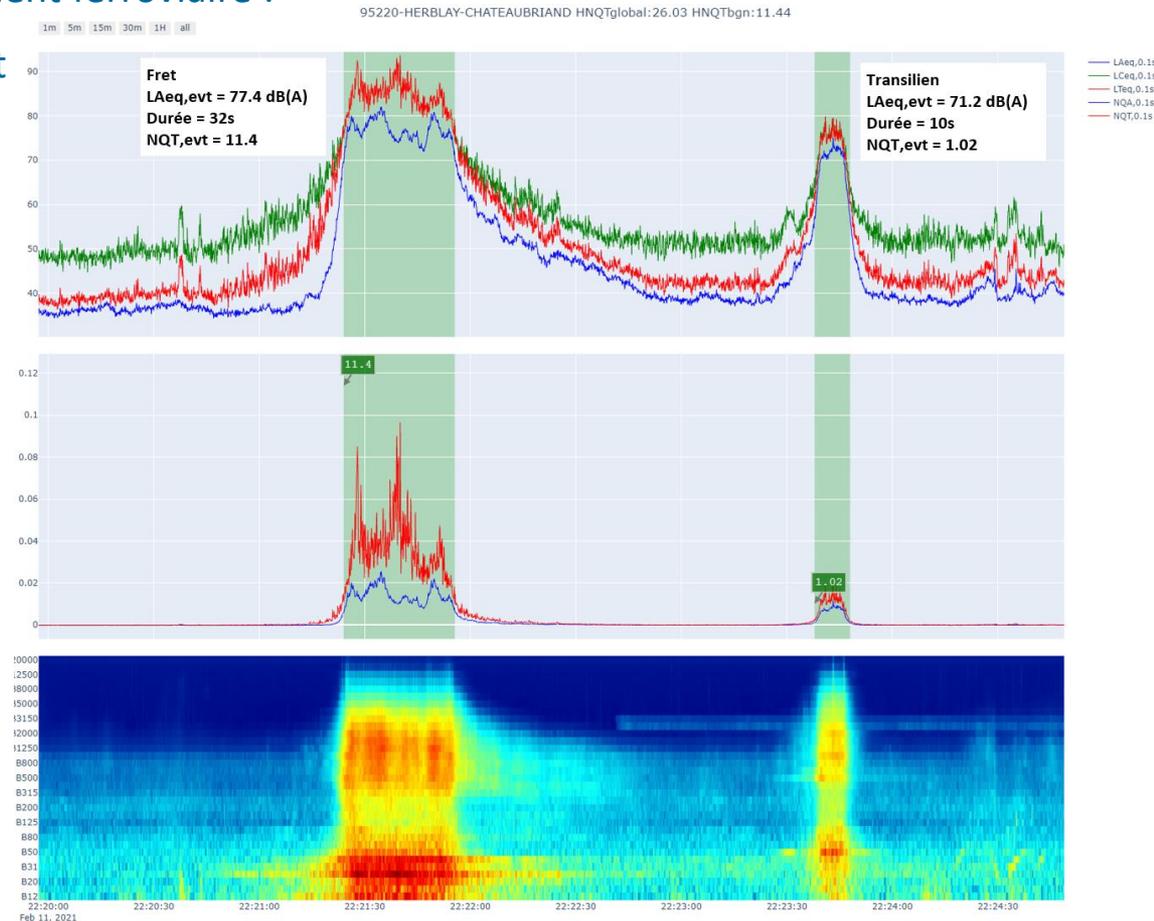
$$NQT_i = T \times 10^{\frac{L_{Ti} - 94}{20}}$$

→ Sommation de ces quantum sur la durée d'apparition de l'événement, pour obtenir un indice relatif à un événement ferroviaire :

$$NQT_{evt} = \sum_{i \in evt} NQT_i$$

→ Sommation par périodes jour/soir/nuit

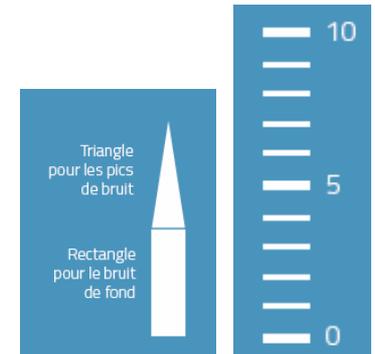
Exemple de calcul du NQT sur une site exposé au bruit ferroviaire à Herblay (95) →



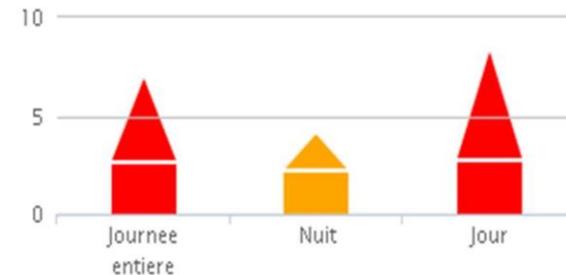
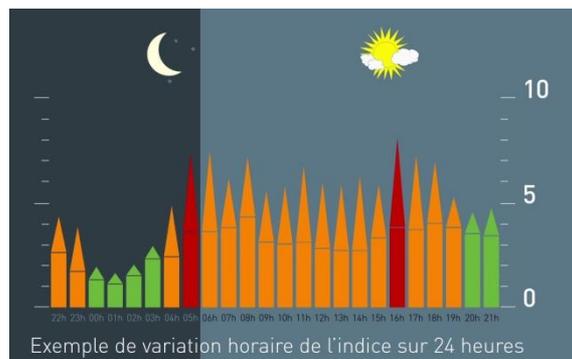
AUTRES APPROCHES

L'INDICE HARMONICA

- **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



AUTRES APPROCHES

EPNL pour **Effective Perceived Noise Level**

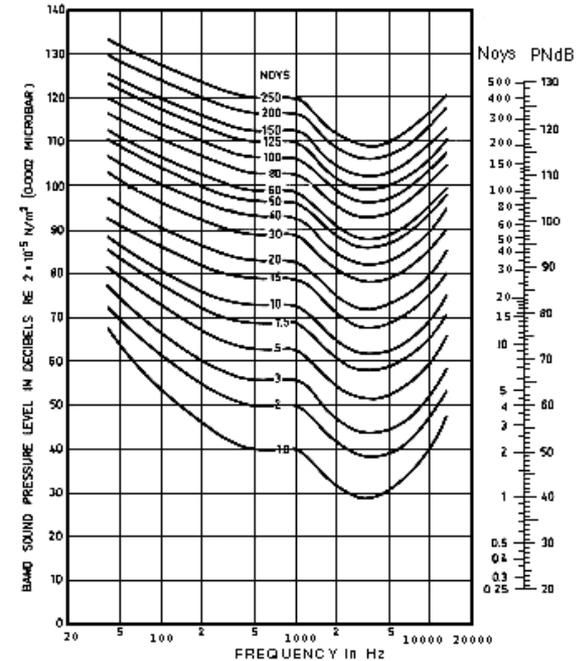
➔ Indicateur utilisé pour les bruits d'avion : tient compte de l'intensité, de la durée et des composantes tonales du bruit

Calculé à partir du Perceived Noise Level :

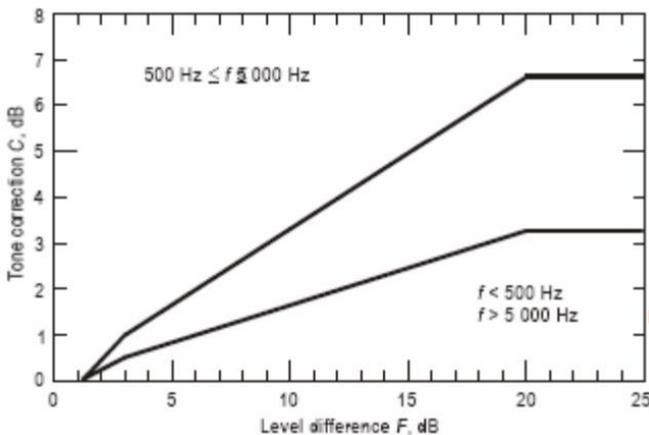
$$PNdB = 40 + 10 \log_2 (\text{noy})$$

➔ + 10 dB à chaque doublement de la bruyance

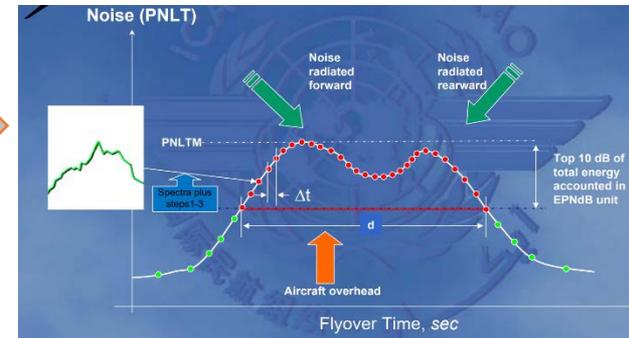
Relativement complexe à mettre en œuvre...



Contours de bruyance perçue (ISO R507, 1966)



$$D = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \sum_{k=0}^d \Delta t \cdot \text{antilog} \frac{PNLT(k)}{10} \right] - PNLTM$$



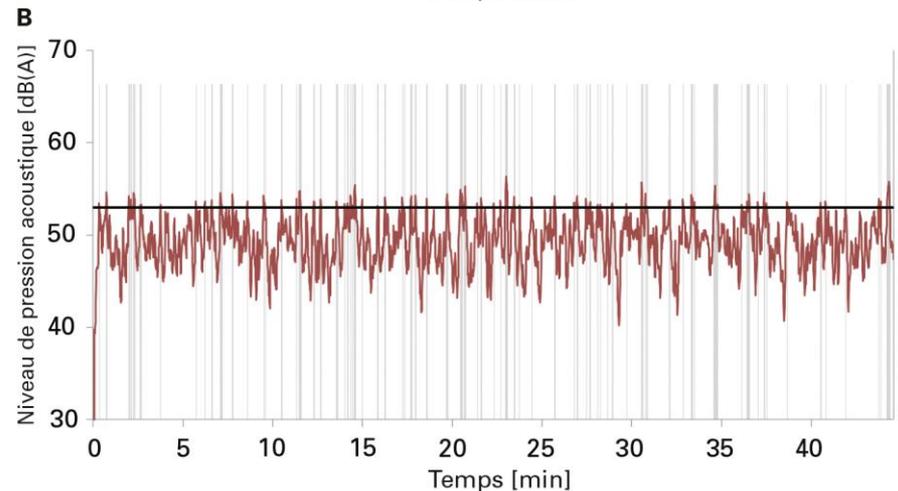
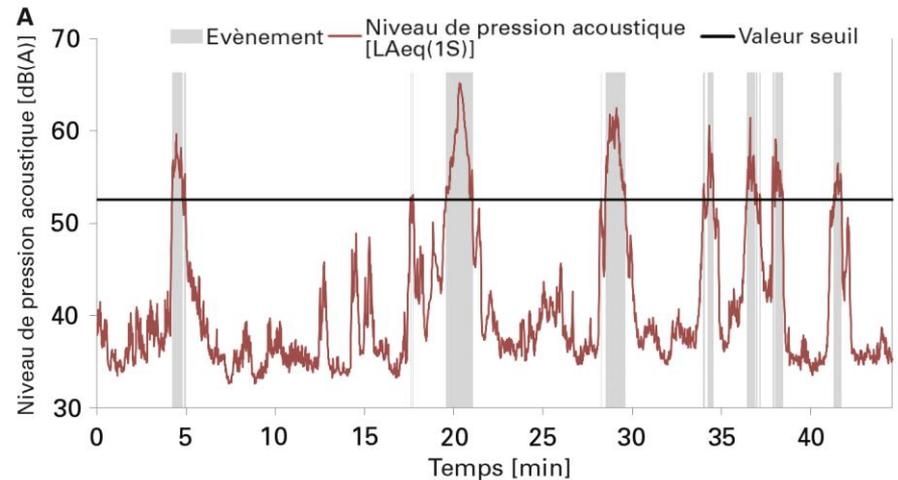
AUTRES APPROCHES

Etude SiRENE en suisse, introduction d'un indicateur « d'événementialité » du bruit :

→ **Intermittency Ratio [IR]**

Il exprime la contribution en % des événements sonores individuels dans le bruit global.

L'étude SiRENE conclut que le caractère événementiel du bruit joue un rôle dans la dégradation de la santé, mais que des études supplémentaires doivent confirmer les tendances observées ou si d'autres descripteurs sont nécessaires pour les expliquer.



Pour un niveau sonore moyen identique.

En haut : bruit ferroviaire (rapport d'intermittence [IR] = 87%)

En bas : bruit routier caractérisé par des bruits plutôt uniformes sans événements sonores nets (IR = 19%)

L'IR est obtenu en divisant l'énergie acoustique des événements sonores qui se situent à >3 dB au-dessus du niveau sonore horaire moyen (bandes grises) par l'énergie acoustique totale de l'heure correspondante.

AUTRES APPROCHES – INDICATEURS PSYCHO-ACOUSTIQUES

Psycho-acoustique → étude de la perception humaine des sons

- ❑ Relations entre les paramètres de stimulation acoustique et la sensation auditive
- ❑ Caractérisation de l'audition et modélisation du système auditif
- ❑ Prédiction de la qualité sonore



→ Essentiellement des approches de laboratoire pour la caractérisation d'un son sur le court terme

Exemple de notions et d'indicateurs psycho-acoustiques :

- ❑ **Sonie** (= intensité de la sensation)
- ❑ **Acuité** (=perception d'un bruit comme aigu)
- ❑ **Rugosité** (variations rapides), force de fluctuation (variations lentes)
- ❑ **Emergence tonale**
- ❑ **Timbre** (= répartition spectrale et temporelle, permet d'identifier un son)
- ❑ **Intelligibilité** (compréhension de mots)
- ❑ **Direction** (perception de la direction de provenance d'un son)

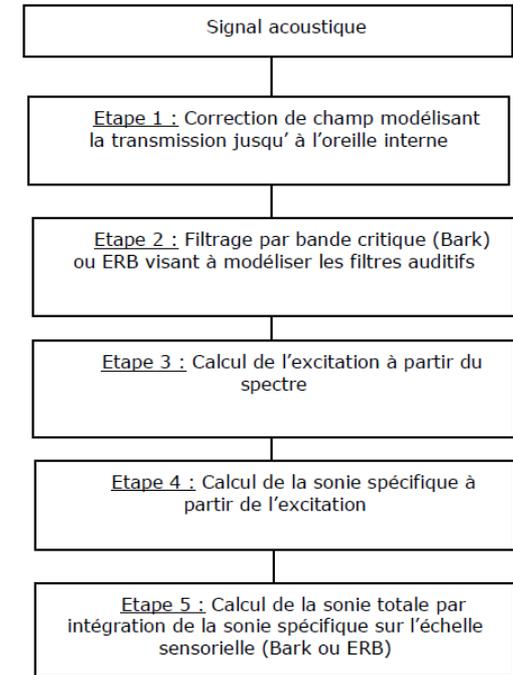
AUTRES APPROCHES – INDICATEURS PSYCHO-ACOUSTIQUES

Focus sur la sonie

- Un modèle pour les sons stationnaires (ne variant pas dans le temps)
- Un modèle pour les sons non-stationnaires
- Un modèle pour les sons impulsionnels

Tous ces modèles sont établis pour calculer la sonie pour un son émis en incidence frontale

➔ Norme ISO 532-1 : Méthodes de calcul de la sonie (pour les sons stationnaires et non stationnaires)



Etapes du calcul de la sonie pour les sons stationnaires

- Pour les sons non-stationnaires, nécessite l'acquisition du signal complet (wav)
- Calcul sur des signaux relativement courts, pour les sons non-stationnaires :
 - Utilisation de la sonie maximale (STLmax)
 - Utilisation d'indices statistiques (Nx)
- Mêmes problématiques que pour le niveau sonore L_{eq} en ce qui concerne l'agrégation dans le temps et pour la perception sur le moyen / long terme

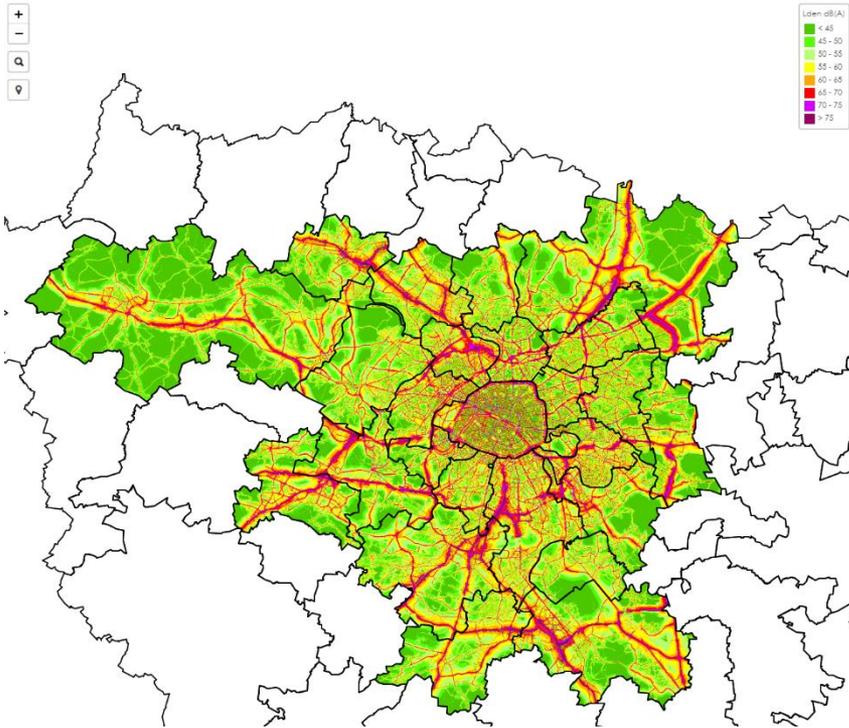
**Calcul des indicateurs par
modélisation**



BRUITPARIF

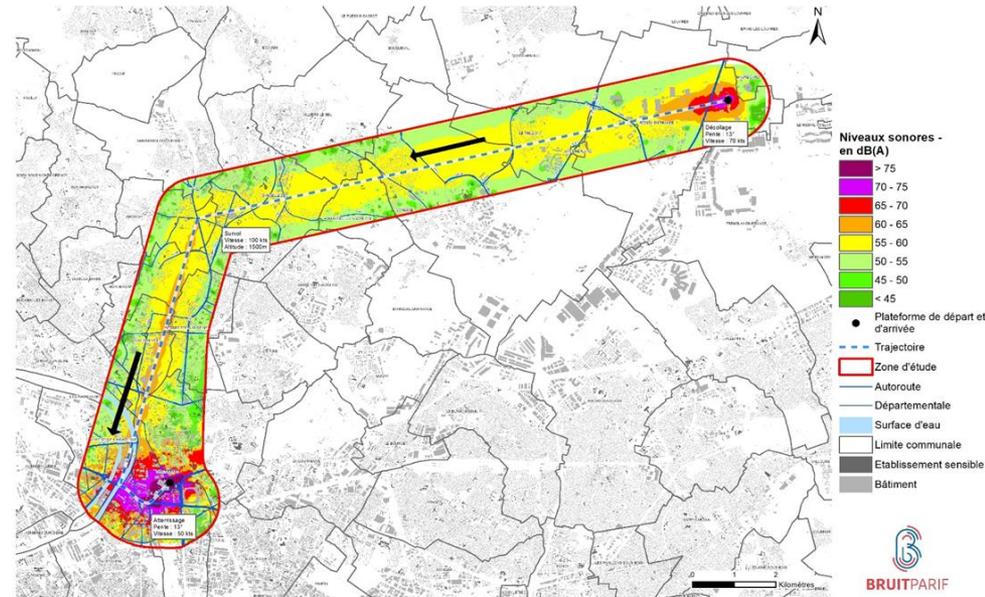
MODÉLISATION

- ➔ Les modélisations du bruit s'attachent principalement à calculer les indicateurs énergétiques pour des périodes de long terme (1 an)
- ➔ L'évaluation d'indicateurs événementiels par modélisation est possible mais elle est peu mise en œuvre. Elle nécessite des données d'entrée fines et précises sur les sources de bruit



Carte du bruit routier en Lden réalisée dans le cadre de la directive européenne 2002/49/CE
carto.bruitparif.fr

Bruit généré par le survol de taxis volants - H130 - Indicateur LAmAx
Trajectoire Paris CDG vers Saint-Denis

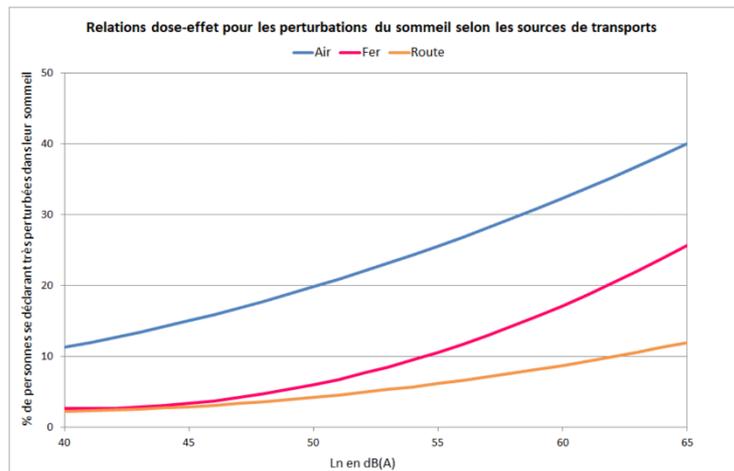
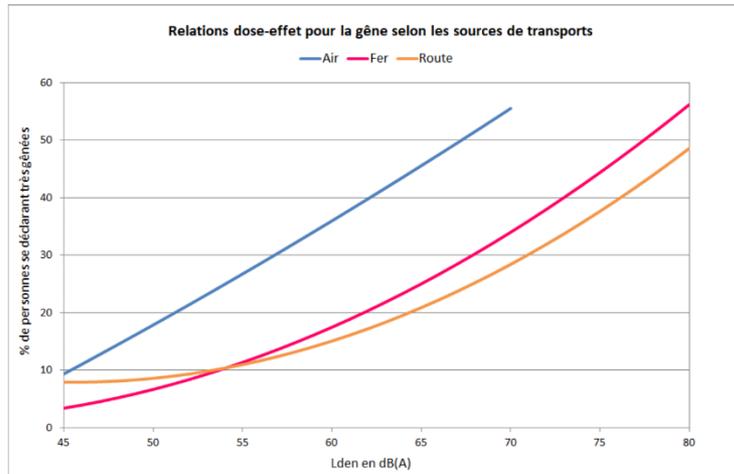


Carte du bruit d'un hélicoptère réalisée en LAmAx à partir du calcul dynamique d'un survol

INDICATEUR IMPACT SANITAIRE DU BRUIT

➔ L'Organisation Mondiale de la Santé a proposé en 2011 une méthodologie pour estimer la morbidité liée au bruit dans l'environnement

➔ **DALY**, pour Disability Adjusted Life Years, ou **année de vie en bonne santé perdues** (68 000 années en IdF / 10,7 mois perdus par individu en IdF)

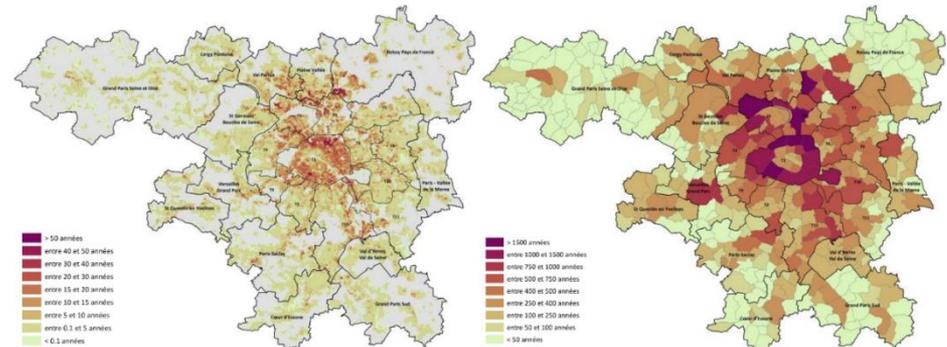


BRUIT CUMULÉ DES TRANSPORTS - IMPACTS SANITAIRES TOTAUX

ANNÉES DE VIE EN BONNE SANTÉ PERDUE PAR AN

PAR MAILLE DE 250 m

PAR COMMUNE

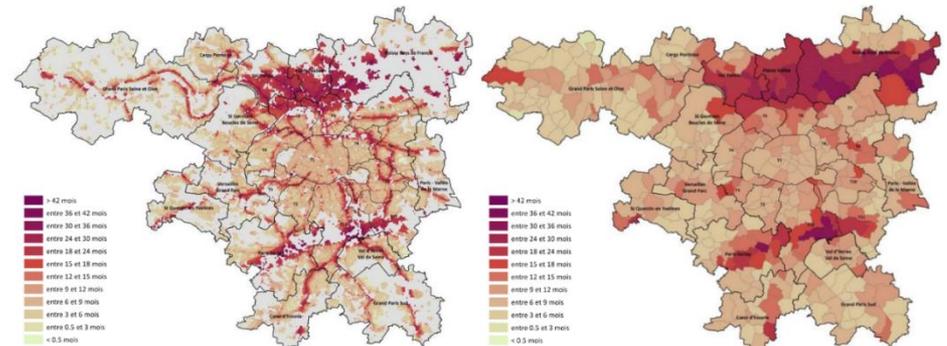


BRUIT CUMULÉ DES TRANSPORTS - RISQUE SANITAIRE INDIVIDUEL

MOIS DE VIE EN BONNE SANTÉ PERDUE PAR INDIVIDU SUR UNE VIE ENTÈRE

PAR MAILLE DE 250 m

PAR COMMUNE



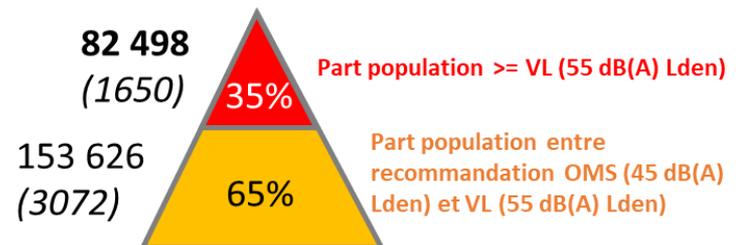
INDICATEUR IMPACT SANITAIRE DU BRUIT

- La directive 2020/367 du 4 mars 2020 exige désormais l'évaluation des effets nuisibles du bruit en complément des Cartes Stratégiques du Bruit et des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement
- Pour cela utilisation des courbes dose-réponse élaborées par l'OMS
 - ❑ Pour cardiopathie ischémique (CPI)
 - ❑ La forte gêne (High Annoyance, HA)
 - ❑ Les fortes perturbations du sommeil (High Sleep Disturbance, HSD)

→ **Pour évaluer ces effets de manière exhaustive, nécessité de calculer les niveaux de bruit jusqu'aux objectifs de qualité de l'OMS sous peine de sous estimer les effets**

Nombre de personnes affectées
par la **forte gêne**
(source : CSB E3 pour Paris-CDG complétées
par Bruitparif et utilisation courbe dose-
réponse OMS 2018)

Total : 236 124
(DALY : 4722)



Exemple écart du nombre de personnes fortement gênées
selon étendue des niveaux de bruit modélisés

**Réglementation et
perspectives**



BRUITPARIF

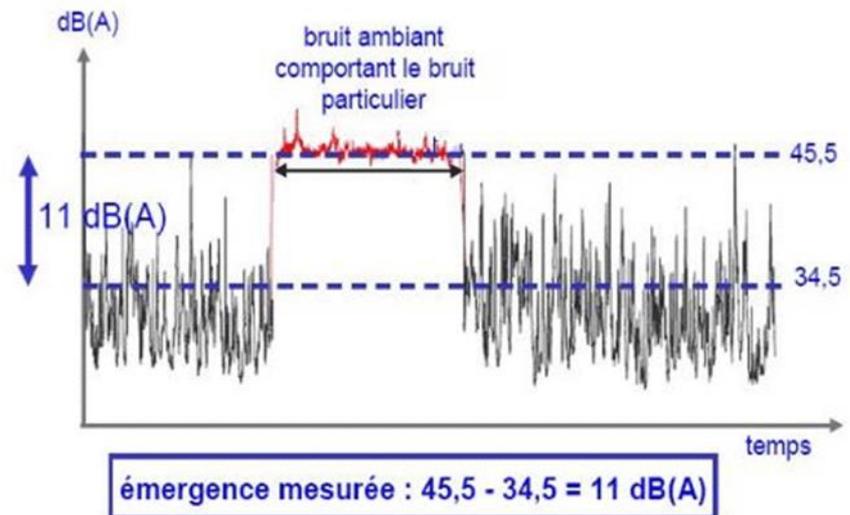
RÉGLEMENTATION

→ **Réglementation** sur le bruit des transports = **Seuls les indicateurs énergétiques sont pris en compte**

- ❑ Pour le bruit ambiant dans le cas du bruit routier
- ❑ Pour la contribution énergétique associée à la source (L_{Aeq}, partiel) pour le bruit ferroviaire et le bruit lié au trafic aérien

→ Réglementation sur les **bruits de voisinage** = notion d'**émergence** définie comme la différence entre le bruit particulier de la source et le bruit résiduel

- ❑ En bruit global pondéré A
- ❑ Par bandes de fréquence



RECOMMANDATIONS

→ Des **recommandations d'experts** sur des indicateurs événementiels pour le bruit aérien

❑ ACNUSA : NA62,200 et NA65,100

❑ Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France : NA70night < 10

→ Des **recommandations sanitaires**

❑ Voir rapport d'expertise collective de l'ANSES en 2013

	Indices acoustiques événementiels (dBA)							
	LA _{max} (jour)		LA _{max} (soir)		LA _{max} (nuit)		LA _{max} (24 h)	
	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade
Effet sanitaire								
Infarctus du myocarde	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Apprentissage scolaire	50	70-85*	-	-	-	-	-	-
Perturbations du sommeil	NA	NA	NA	NA	35	55-80*	-	-
	NA	NA	NA	NA	42	62-85*	-	-
Gêne	-	-	-	-	-	-	-	65

* intervalles de seuils d'effets en fonction de l'atténuation sonore des façades considérée (entre 20 et 45 dBA)

LIMITES DES INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES

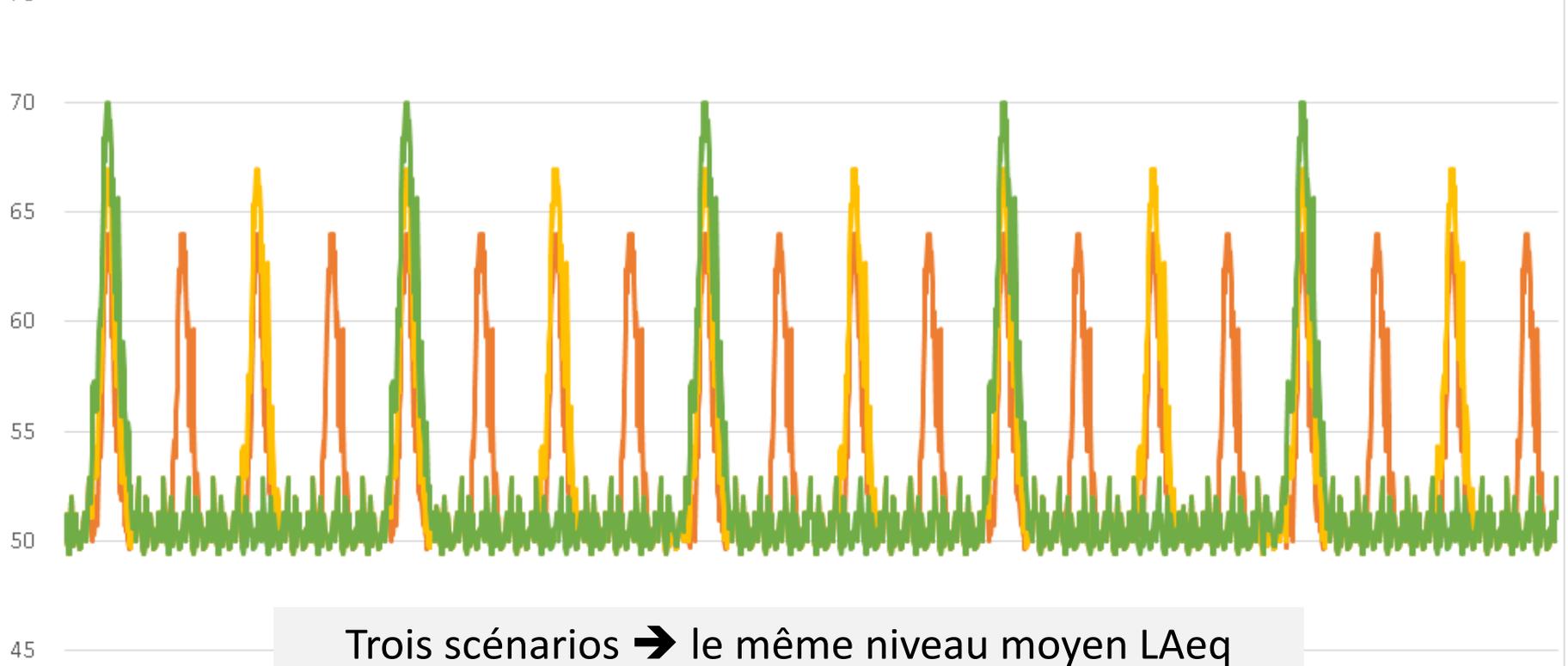
5 passages à $L_{Amax} = 70$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA

\Leftrightarrow

10 passages à $L_{Amax} = 67$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA

\Leftrightarrow

20 passages à $L_{Amax} = 64$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA



CAS PARTICULIER DU BRUIT FERROVIAIRE

2017 : Mise en circulation des nouvelles Lignes à Grande Vitesse en Bretagne (BPL) et Nouvelle Aquitaine (SEA)

Plaintes des riverains alors que les seuils de bruit réglementaires ne sont pas dépassés

→ Mise en évidence d'une inadéquation entre les indicateurs de bruit et la gêne ressentie (rapport CGEDD de 2019)

2019 : Publication de la LOM (Loi d'Orientation des Mobilités)

→ Article 90 : nécessité de préciser les modalités d'évaluation des nuisances sonores liées aux circulations ferroviaires en matière d'intensité et de répétitivité

Saisine du CNB par le Ministère de la Transition Ecologique pour rendre un avis sur les pics de bruit

→ Des travaux pour lister les descripteurs acoustiques utilisés pour caractériser le bruit ferroviaire mais pas de consensus sur des indicateurs complémentaires ou sur un indicateur synthétique

NÉCESSITÉ D'ENQUÊTES SUR LA GÊNE LIÉE AU BRUIT DES CIRCULATIONS FERROVIAIRES POUR MIEUX COMPRENDRE LES FACTEURS ACOUSTIQUES D'INFLUENCE DE LA GÊNE

CAS PARTICULIER DU BRUIT FERROVIAIRE



→ Trois avis émis par le Conseil National du Bruit :
12 juin 2019 - 4 octobre 2020 - 7 juin 2021

→ Facteurs à prendre en considération

- La **perturbation sonore générée** par un pic (bruyance, durée, contenu fréquentiel, soudaineté)
- Le **caractère répétitif** du bruit ferroviaire
- L'**environnement sonore général** (vis-à-vis du bruit résiduel)
- La **période d'apparition**
- La présence simultanée de **phénomènes vibratoires**

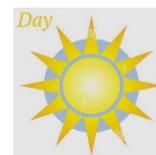
→ Socle de recommandations

- Décomposer la journée en **trois périodes** (jour-soir-nuit)
- Introduire une catégorie d'**ambiance sonore pré-existante « très modérée »**
- Réaliser un **comptage pondéré des événements** sonores
- Applicable aux **futurs projets et aux modifications** d'infrastructures
- Période probatoire de **test** et d'évaluation des différentes approches
- Réalisation d'**enquêtes de gêne** auprès des riverains et études scientifiques

CAS PARTICULIER DU BRUIT FERROVIAIRE

→ Arrêté en cours de rédaction

- Introduction de **trois périodes** pour l'évaluation du bruit



Jour
6h-18h



Soir
18h-22h



Nuit
22h-6h

- Introduction d'une **ambiance sonore préexistante très modérée**, si :

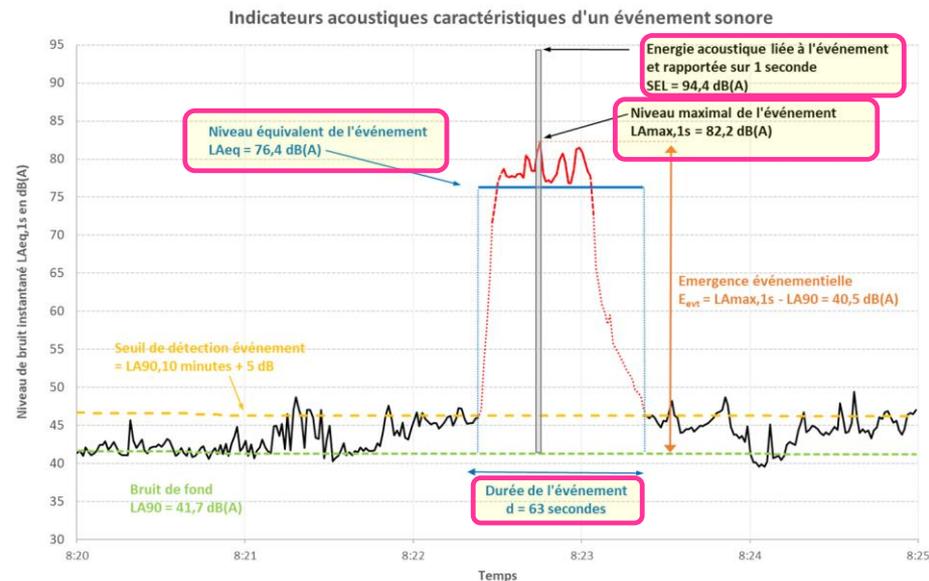
- LAeq,6h-18h inférieur à 55 dB(A)
- LAeq,18h-22h inférieur à 50 dB(A)
- LAeq,22h-6h inférieur à 45 dB(A)

- Pour les **pics de bruit ferroviaire**, évaluation des descripteurs suivants :

- **LAm_{ax,1s}** (en Leq et en Lp)
- Tevt : **Durée** de détection de l'événement
- **LAeq,evt** : Niveau sonore équivalent sur la durée de détection de l'événement
- LAE ou **SEL** : Niveau acoustique d'exposition

- Pour chaque période, évaluer le nombre d'événements au-dessus d'un seuil (**N_{Ax}**) à partir de 50 dB(A) et par pas de 2 dB pour les indicateurs LAm_{ax,1s}, LAeq,evt et SEL

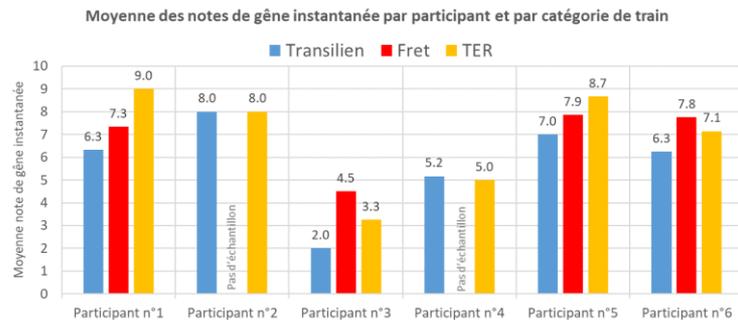
- Pour les **Lignes à Grande Vitesse**, évaluer les mêmes indicateurs en **niveau global pondéré C**



CAS PARTICULIER DU BRUIT FERROVIAIRE

❑ Manque d'études de terrain pour déterminer les facteurs acoustiques d'influence de la gêne liée au bruit des trains

❑ Des **premiers tests réalisés en 2021 par Bruitparif** sur deux sites pilotes en Ile-de-France (environ 15 personnes)



➔ Une **proposition d'étude de faisabilité** vient d'être déposée dans le cadre d'un appel à projets de l'**ANSES** avec l'Université Gustave Eiffel et SNCF-Réseau (projet GENIFER)

➔ Le protocole prévoit le développement d'une **télécommande numérique pour noter la gêne instantanée au passage de trains** et associer ces notes horodatées à des mesures de bruit

Note de gêne globale au passage du train

Gêne faible	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gêne forte
Au moment de la notation vous trouvez ?											
<input type="radio"/> A l'intérieur du logement fenêtres fermées											
<input type="radio"/> A l'intérieur du logement fenêtres ouvertes											
<input type="radio"/> A l'extérieur du logement											

➔ Sont également proposés dans cette étude de faisabilité :

- Des entretiens semi-directifs
- Des questionnaires classiques
- L'écoute commentée d'échantillons sonores
- La mise en place de dispositifs vidéo pour caractériser le trafic ferroviaire en complément des mesures de bruit



MERCI
POUR VOTRE ATTENTION

www.bruitparif.fr