

Le bruit des transports, une nuisance, un impact majeur pour la population



Bruno VINCENT⁽¹⁾, Xavier OLNLY⁽²⁾

Introduction

« En ce temps-là, le monde regorgeait de tout : les gens se multipliaient, le monde mugissait comme un taureau sauvage et le grand dieu fut réveillé par la clameur. Eulil entendit la clameur et dit aux dieux assemblés : "Le vacarme de l'humanité est intolérable, et la confusion est telle qu'on ne peut dormir..." ». (Épopée de Gilgamesh, 1800 av. J.-C.).

Au regard de multiples enquêtes, le bruit est considéré comme une des premières atteintes à la qualité de vie. Les sources de bruit sont multiples : voisinage, transports, machines mécanisées, musique amplifiée... Cet article portera principalement sur les effets du bruit des transports et reprend en partie des éléments publiés dans un rapport rédigé avec le soutien de la Région Rhône-Alpes [1].

Les Français les plus gênés vivent dans des agglomérations de plus de 30 000 habitants (28 % s'y déclarent gênés souvent ou en permanence, 38 % pour Paris, Lyon et Marseille)⁽³⁾.

La pollution de l'air, le bruit et l'effet de serre sont cités comme les trois principaux problèmes environnementaux relatifs aux transports.

Cette gêne est principalement due au trafic routier mais aussi au trafic aérien et au trafic ferroviaire et les transports (principalement routiers) génèreraient près de 80 % du bruit émis dans l'environnement⁽⁴⁾.

Le Livre Vert de la Commission européenne [2] sur la politique de lutte contre le bruit, abordait largement les effets du bruit sur la santé. Environ 20 % de la population de l'Union européenne « souffre de

niveaux de bruit que les scientifiques et les experts de la santé jugent inacceptables parce qu'ils troublent ceux qui les subissent, perturbent le sommeil et peuvent avoir des effets néfastes sur la santé ». Le double de personnes vit dans des zones dites « grises » où le bruit atteint des intensités perturbatrices. Ce document fait aussi référence à de nombreuses études qui ont tenté de quantifier le coût social du bruit, et tout particulièrement celui des transports. Les chiffres oscillent entre 0,2 % et 2 % du PIB.

En France, en octobre 2003, le ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD) annonce la mise en place du Plan national d'actions contre le bruit qui se décline selon trois axes :

- logements soumis à un bruit excessif (isoler et protéger) ;
- lutte contre le bruit au quotidien (cantines, crèches, traitement des plaintes...) ;
- préparer l'avenir (recherche, cartographies, observatoires...).

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) intègre le bruit et ses effets sur la santé dans son document de travail sur le premier Plan national santé environnement, qui sera ensuite décliné en Plan régional santé environnement.

En mai 2004, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF)⁽⁵⁾ publie un avis sur les effets sur la santé du bruit occasionné par les avions ainsi qu'un ouvrage exhaustif sur les effets du bruit sur la santé⁽⁶⁾. Le CSHPF préconise l'introduction dans la réglementation d'un indice évènementiel

(1) Directeur – Docteur en psychologie de l'environnement – bruno.vincent@acoucite.org – Acoucité – Observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon – Pôle de compétence – 24, rue Saint-Michel – 69007 LYON – www.acoucite.org

(2) CETE – Chef de l'unité Environnement et Santé – Pôle de Compétence et d'Innovation « Empreinte Sanitaire des Transports et Risques Émergents » – xavier.olny@developpement-durable.gouv.fr – Centre d'Études Techniques de Lyon – Département Environnement Territoires Climat – 46, rue Saint-Théobald – BP 128 – 38081 L'Isle-d'Abeau Cedex – France.

(3) Étude TNS SOFRES de mai 2010 à la demande du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer auprès d'un échantillon représentatif de 1 000 personnes.

(4) Plaquette bruit AFSSET.

(5) Instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé et compétente dans le domaine de la santé publique.

(6) Impacts sanitaires du bruit, état des lieux, indicateurs bruit-santé. mai 2004.

L'Amx de nuit en tant qu'indicateur de la perturbation du sommeil. Le CSHPF exprime aussi la nécessité que des travaux épidémiologiques soient menés, notamment pour les populations sensibles. Or la quantification des niveaux de bruit est souvent complexe. En effet, le bruit varie de façon importante sur des échelles de temps et d'espace restreints et le bruit se caractérise en fonction de multiples critères (durée, intensité, caractère événementiel ou continu...), rendant alors très complexe une mise en relation dose (bruit)/réponse (individus). De plus, les réponses au bruit varient fortement, pour un même niveau, d'une personne à l'autre et selon le contexte et sa durée.

Les principales réglementations du bruit des transports

La loi « Bruit » n° 92-1444 du 31 décembre 1992 constitue le cadre législatif de la problématique du bruit et pose les bases d'un traitement réglementaire de cette nuisance. Cette loi tend à s'appliquer « dans tous les domaines (...) des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement ».

L'article L 571-9 du code de l'environnement impose la prise en compte du bruit dans tout projet neuf d'infrastructure routière ou ferroviaire, et lors de la transformation significative d'une voie existante. Les maîtres d'ouvrage d'infrastructures sont tenus de mettre en place des actions afin de respecter les seuils de bruit fixés réglementairement.

L'article L 571-10 du code de l'environnement institue le classement des infrastructures de transports terrestres en fonction de leurs caractéristiques acoustiques et de leur trafic. Sur la base de ce classement, le préfet détermine les secteurs affectés par le bruit, les niveaux de nuisances sonores à prendre en compte et les prescriptions techniques applicables lors de la construction d'un bâtiment afin d'atténuer l'exposition à ces nuisances.

L'article L 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation prévoit des objectifs de qualité acoustique pour différents types de bâtiment public

(établissements d'enseignement, locaux de sports et de loisirs, hôtels, locaux à caractère sanitaire ou social).

Les articles L 571-14 à L 571-16 du code de l'environnement instituent, au voisinage des principaux aéroports, un dispositif d'aide financière à l'insonorisation des logements et des bâtiments publics sensibles situés dans les Plans de Gêne Sonore (PGS) des aéroports.

Enfin, au niveau européen, la Directive 2002/49/CE du parlement européen et du Conseil, sur les bruits de l'environnement, retranscrite en droit français en mars 2006, crée une démarche généralisée de cartographie de l'exposition au bruit (infrastructures de transports terrestres et aériens et des principales industries) des populations (pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants et pour les principales infrastructures hors agglomérations), d'information du public, puis de définition de Plans de Prévention des Bruits de l'Environnement (PPBE) pour les zones bruyantes, tout en prenant aussi en compte les zones calmes. Le droit français donne ainsi aux communes et aux établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'aux gestionnaires des infrastructures hors agglomérations, la compétence pour la mise en œuvre de cette directive. Un des objectifs visés par la directive est de garantir l'information du public concernant le bruit dans l'environnement et ses effets. Ces cartes doivent donc être accessibles et diffusées au public.

Quelques rappels d'acoustique

Les principales sources de bruit et ses enjeux sociétaux

Les bruits de l'environnement sont liés à la croissance des activités sur un cycle temporel de plus en plus étendu (process industriels continus, transports routier, ferroviaire et aériens nocturne, etc.). Non seulement l'environnement serait alors de plus en plus bruyant, mais selon certains travaux, la sensibilité individuelle serait croissante. Dès lors, il est nécessaire de (re)trouver un équilibre entre les dommages potentiels que le bruit peut provoquer, les avantages liés à la mobilité, principale source de bruit, et les attentes en terme de confort et de qualité de vie.

Tableau 1.
Classement des voies en fonction de leur niveau sonore en dB(A)

Niveau sonore Laeq (6h-22h)	Niveau sonore Laeq (22h-6h)	Catégorie de l'infrastructure	Secteur affecté de part et d'autre
L > 81	L > 76	1	300 m
76 < L = 81	71 < L = 76	2	250 m
70 < L = 76	65 < L = 71	3	100 m
65 < L = 70	60 < L = 65	4	30 m
60 < L = 65	55 < L = 60	5	10 m

Qu'est-ce que le bruit ?

Le bruit est un ensemble de sons dus à des vibrations (variations de pression) qui se propagent dans l'air et peut se caractériser par au moins quatre composantes :

- son niveau, sa force ;
- sa fréquence, son caractère grave ou aigu ;
- sa durée dans le temps, son évolution temporelle ;
- sa signification, sa source.

Le bruit est mesuré sur une échelle logarithmique, retranscrivant les variations de pression sonore, exprimées en décibel pondéré (A) afin de prendre en compte la sensibilité propre à l'oreille humaine (noté dB(A)).

La sommation de l'énergie acoustique de deux sources d'intensité identique correspond à une majoration de 3 dB du niveau initial de la première.



Lorsqu'il y a 10 sources identiques, on ajoute 10 dB à la valeur source.



Pour caractériser le bruit, deux principales familles d'indices se côtoient :

- **Les indices de dose** qui sont une énergie reçue sur un temps donné. Ces niveaux sont généralement notés L (*Level* en anglais) et leur période de mesure est précisée. Le *Lday* ne s'intéressera donc par exemple qu'à la période 6 h-18 h.
- **Les indices statistiques**, dont les émergences qui représentent en général le niveau sur un (des) événement(s) particulier(s) (passage de véhicules, coups de klaxon...). Ce sont généralement des indices statistiques de dispersion des valeurs acoustiques mesurées sur les durées d'intégration de la mesure (par exemple une valeur par seconde). *Lmax* est par exemple le niveau maximum atteint, *L1* est le niveau dépassé 1 % du temps (lié à des émergences acoustiques) et *L90* le niveau dépassé 90 % du temps (pour rendre compte d'un bruit de fond).

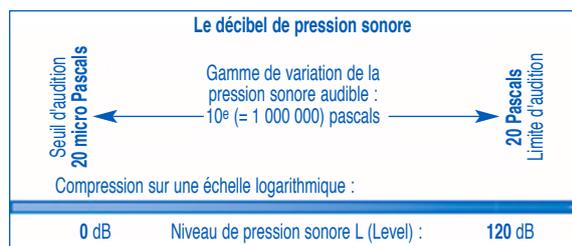


Figure 1.

Le niveau de pression sonore en fonction de la sensibilité de l'oreille humaine.

Mais le bruit, au-delà de ses propriétés physiques, est avant tout une perception dépendante :

- des caractéristiques physiques du bruit,
- du contexte, du moment de l'exposition,
- de la sensibilité individuelle, des systèmes de valeur, des jugements...

Comment caractériser le bruit ambiant

Les bruits de l'environnement sont en général abordés au travers de plusieurs méthodes complémentaires :

- La mesure à l'aide de sonomètres répondant à des certifications en différentes classes selon le niveau de précision, de stabilité de dérive, de même que les conditions de mesures sont encadrées par des normes (météo, distance, horaires...).
- Le calcul, réalisé sur de grands territoires, à partir de données géoréférencées (trafic, vitesse, bâti...) à l'aide de modèles et de méthodes eux-mêmes normés (NMPB, SRM2...).
- Les enquêtes, entretiens et observations comportementales, méthodes issues en partie des sciences humaines et sociales, quant à ses effets sur les populations exposées.
- Et enfin par des prises de sons calibrées afin de garder trace et rendre compte des ambiances sonores étudiées.

Les effets du bruit

Les effets auditifs directs biologiques et physiologiques du bruit

Ceux-ci sont connus depuis l'Antiquité : Plinie l'Ancien (23 à 79 apr. J.-C.) avait déjà observé que les gens habitant à proximité de chutes d'eau présentaient une surdité. Un niveau sonore élevé peut effectivement endommager l'oreille (moyenne et interne).

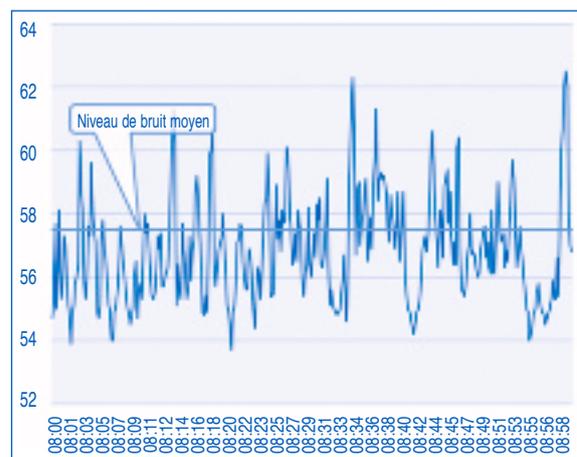


Figure 2.

Exemple d'évolutions temporelles d'un niveau de bruit.

L'exposition à des sons intenses peut alors provoquer des acouphènes (bourdonnement dans les oreilles) ou une surdité (augmentation du seuil d'audibilité) passagère ou définitive. Ces effets peuvent intervenir dès 80 dB(A) après une exposition de plusieurs heures. Mais le niveau atteint n'est pas le seul facteur important : la durée d'exposition est aussi un facteur de nocivité. Le caractère impulsif du bruit et sa répartition fréquentielle (grave, aiguë) sont aussi importants.

Il est nécessaire de retenir que ces effets biologiques et physiologiques directs apparaissent à partir de niveaux de bruits très rarement observés pour les bruits des transports. C'est pourquoi, en matière d'effets du bruit, les bruits de l'environnement engendrent des effets indirects plus difficiles à mettre en évidence et à quantifier.

Les effets extra-auditifs du bruit sur la santé, généralités

Le premier congrès international sur le bruit (*Internoise*) date de 1972, et les travaux sur les effets du bruit sur la santé sont régulièrement présentés lors de congrès annuels tels que l'ICBEN (*International Commission on Biological Effects of Noise*). L'exposition au bruit varie de façon très importante sur une échelle de temps et d'espace extrêmement réduite. La définition de niveaux d'exposition au bruit nécessite donc de recourir à des méthodologies complexes et complémentaires, et présente également des incertitudes de mesure importantes lorsqu'on souhaite rapporter une dose de bruit par individu, par définition mobile dans le temps et dans l'espace. Néanmoins, de multiples travaux ont pu démontrer, avec plus ou moins de robustesse, que le bruit est responsable d'un ensemble de troubles psychophysiologiques qui ne se limitent pas seulement à des effets directs sur l'audition : les réactions qu'il entraîne mettent en jeu l'ensemble de l'organisme, à des niveaux beaucoup plus complexes que ceux mentionnés pour les troubles directs.

Les effets indirects biologiques et extra-auditifs du bruit

« La santé n'est pas seulement l'absence de maladie, mais un état de complet bien-être physique, mental et social » (OMS, 1948).

Ils concernent le stress généré par le bruit sur l'être humain et incluent les troubles du sommeil, les effets physiologiques (sur le système digestif et cardio-vasculaire) et les troubles psychologiques. Ces effets sont plus difficiles à identifier et à relier directement à l'exposition au bruit car ils peuvent être liés à d'autres éléments stressants. D'après différentes études [Davies, ICBEN 2008 [3]], les effets extra-auditifs peuvent être classés en trois principales catégories :

- les effets sur le système cardio-vasculaire ;
- les effets sur la santé mentale ;
- les effets sur le sommeil.

Les effets sur le système cardio-vasculaire

Un état de stress créé par une exposition au bruit entraîne la libération excessive d'hormones telles que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine) susceptibles d'engendrer des effets cardio-vasculaires.

Une étude [Ising, 2004 [4]], réalisée sur 68 enfants soignés pour des bronchites, a montré qu'un niveau de bruit supérieur à 53 dB(A) pendant la nuit est associé à une augmentation importante du cortisol le matin, ce qui, à long terme, peut entraîner une aggravation de la bronchite. Cependant, plusieurs facteurs peuvent influencer la variation de cortisol en réponse à la stimulation par le bruit, comme par exemple le type de facteur de stress (bruit ferroviaire, alarme de voiture...) et l'heure de la stimulation. Une autre étude [Bluhm 2010 [5]] sur le cortisol comme marqueur de stress a mis en évidence que les femmes exposées à un niveau de bruit aérien supérieur à 60 dB ont une hausse importante du taux de cortisol le matin, qu'elles se considèrent gênées ou non. Par contre, les hommes n'ont pas d'augmentation significative.

Pression artérielle et pulsations cardiaques

L'augmentation de la tension artérielle et des pulsations cardiaques sont des réactions cardio-vasculaires pouvant être liées à une augmentation du stress. Des études récentes [Belojevic, 2008 [6]] sur 328 enfants entre 3 et 7 ans montrèrent que les enfants ayant un environnement calme au jardin d'enfants et à la maison avaient une pression artérielle et des pulsations cardiaques moins élevées que les enfants ayant un environnement bruyant.

D'autres études épidémiologiques [Bodin, 2009 [7]] ont montré que le bruit provenant du trafic routier peut augmenter le risque d'hypertension artérielle chez les adultes qui vivent dans des lieux dont le Lday est supérieur à 65 dB(A).

La plupart des auteurs soulignent que même si les résultats de leurs travaux soutiennent l'hypothèse que le bruit et les sensibilités propres des sujets favorisent l'apparition de maladies cardio-vasculaires dont l'hypertension, les effets conjoints de la pollution atmosphérique et du bruit sur les maladies cardio-vasculaires, ainsi que les effets du bruit sur les populations sensibles restent à explorer.

L'étude HYENA [8] (Hypertension et exposition au bruit à proximité des aéroports) a porté sur 4 861 personnes âgées de 45 à 70 ans ayant vécu au moins cinq ans près d'un des six grands aéroports européens. Les résultats indiquent des risques importants d'hypertension liée à une exposition à long terme aux bruits aériens nocturnes ainsi qu'au bruit routier. Une autre étude [9] sur la relation entre la morbidité cardio-vasculaire avec à la fois le bruit et la pollution de l'air sur un large échantillon d'individus (120 852) met en lien un excès de mortalité cardio-vasculaire dans la tranche de bruit la plus élevée (> 65 LAeq).

Les effets psychologiques sur la santé mentale et la gêne

La santé mentale peut être définie comme un fonctionnement psychique faisant référence à un état émotionnel et psychologique permettant à un sujet de s'inscrire dans un rapport affectif et social et de faire face aux exigences de la vie quotidienne. Il n'a pas été établi pour l'instant de liens directs et certains entre le bruit ambiant et la santé mentale, même si certains travaux [Van Kamp, 2008 [10]] menés autour d'aéroports suggèrent que le bruit influerait sur le développement de troubles mentaux. Chez les enfants, les effets du bruit sur l'hyperactivité ont été confirmés. Ces travaux amènent à la conclusion qu'il n'y a pas de lien direct entre la santé mentale et le bruit environnemental, cependant les symptômes d'anxiété et de dépression semblent plus présents chez les personnes vivant à proximité de grands aéroports. En conclusion, le fait que la sensibilité au bruit soit hautement liée avec une sensibilité plus générale au stress environnemental et à une vulnérabilité aux maladies mentales paraît de plus en plus probable.

La gêne due au bruit

« 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 » (OMS – Le bruit, critère d'hygiène de l'environnement, n° 12, 1980).

L'origine étymologique du mot gêne vient de l'ancien français « gehenne » (torture) ! Selon Mac Lean et Tarnapolsky [11], la gêne due au bruit recouvre trois types de réactions :

- le sentiment d'être gêné, irrité, de voir son intimité envahie par le bruit ;
- le report d'inférence avec les activités de tous les jours ;
- des symptômes dus au stress et à prédominance psychosomatique.

Les études transversales comparant la gêne rapportée par les individus à leur exposition réelle montrent que s'il existe bien une relation entre l'exposition au bruit et la gêne, de nombreux facteurs de confusion (dont pour partie les facteurs sociodémographiques, mais principalement la sensibilité individuelle et les facteurs d'attitudes vis-à-vis des sources de bruit) interviennent fortement.

La sensibilité au bruit est généralement considérée comme la principale source non acoustique modifiant la réaction au bruit. Elle diffère beaucoup selon les personnes. De plus, les individus n'ont pas tous le même seuil de détection auditive. Une étude [Öhrström, 2004 [13]] a montré qu'une réduction de la gêne due au bruit du trafic routier correspond à une amélioration globale de la sensation générale de bien-être.

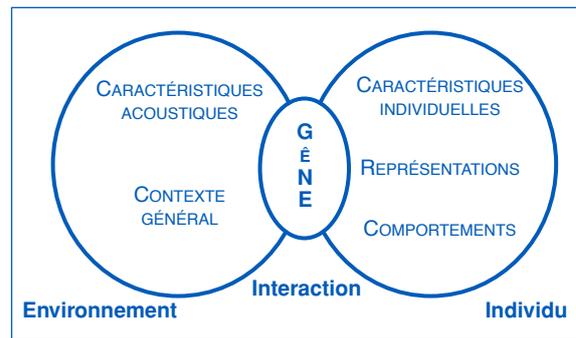


Figure 3.

La gêne, une interaction entre le sujet et son environnement [12].

Enfin, une grande partie de la littérature scientifique des années 80 à 2000 a porté sur la recherche de la quantification de relations (corrélation) entre le bruit et la gêne ressentie. Cette méthodologie reste dominante dans les travaux visant à fixer des seuils (à ne pas dépasser) ou à évaluer le coût sociétal du bruit.

La sensibilité au bruit dépend donc de facteurs contextuels, socioculturels et climatiques mais aussi individuels.

Le calme et le « naturel » peuvent contribuer à un apaisement

Une étude suédoise [Van Kamp, 2008 [15]] a montré une réduction de 10 à 20 % des troubles dus au bruit lorsque les personnes vivent dans un immeuble avec un côté sur une façade calme. Les résultats suggèrent qu'un bon paysage urbain extérieur doit être dominé par des sons positifs provenant de la nature et avoir un niveau de bruit inférieur à 50 dB(A) pendant la journée. Le conseil de santé néerlandais souligne que les personnes sensibles au bruit ressentiront plus facilement les bienfaits d'un environnement calme.

Les effets sur le sommeil

Le sommeil est essentiel pour la récupération, le développement, la santé et le bien-être. Le sommeil sera d'autant plus récupérateur si les différents cycles se succèdent facilement et sans perturbations. Or le sommeil peut être facilement perturbé par le bruit. Deux séries de causes [Soames, 2008 [16]] sont à l'origine de perturbations du sommeil, l'une interne (due à des pathologies somatiques, psychologique...) et l'autre externe. La plus importante cause de perturbation du sommeil externe est la pollution sonore. De nuit, elle peut engendrer des modifications de la structure du sommeil (répartitions des stades), mais l'exposition chronique diurne au bruit peut aussi engendrer des modifications de la qualité du sommeil.

D'autres recherches [18] mettent aussi en évidence une relation entre l'indice de nuit Lnight et l'augmentation de l'activité motrice durant le sommeil. Dans le

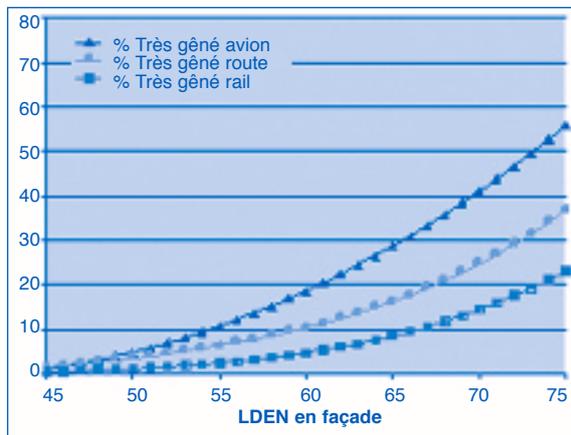


Figure 4.
Relations dose-réponse : bruit (LDEN-24h)
et gêne long terme [14]

Source : Position Paper WG 2 –
Commission Européenne, 20 février 2002

guide du bruit de nuit pour l'Europe⁽⁷⁾, l'OMS résume la relation entre le bruit nocturne et les effets sur la santé, en quatre gammes de niveaux sonores extérieurs la nuit :

- < 30 dB pas d'effets biologiques attendus.
- 30-40dB premiers effets sur le sommeil dans les groupes vulnérables.
- 40-55 dB forts effets sur la santé et groupes vulnérables gravement touchés.
- > 55 dB forts effets néfastes fréquents ; élevé dans la population fortement gêné.

En définitive, il semble plus que probable (notamment pour les personnes présentant une sensibilité individuelle élevée aux stress environnementaux), que l'exposition au bruit entraîne globalement une hausse des consultations médicales, des surconsommations de médicaments (surtout en automédication), et que ceci a en outre un coût socio-économique [ETADAM, Cohen et Vallet, 1999 [19]].

Les effets du bruit sur les performances scolaires et la communication

Différentes études montrent une diminution des performances dans les écoles exposées au bruit : le bruit interfère avec la communication parlée, diminuant l'intelligibilité des enseignants, et la concentration des enfants. Néanmoins, certains facteurs de confusion, en particulier les facteurs sociodémographiques, souvent corrélés à l'exposition au bruit, peuvent aussi jouer un rôle.

Enfin, le bruit a des effets sur la communication (masquage) et crée une perte d'intelligibilité de la parole dans les situations quotidiennes (au domicile, dans la rue) mais aussi dans les contextes d'apprentissage (à l'école) et professionnels.

(7) World Health Organization, *Night Noise Guidelines for Europe*, 2009.

Tableau 2.
Recommandations :
Niveaux à ne pas dépasser
à l'intérieur de la chambre à coucher.

	CE*	OCDE**	OMS***
Dose en dB(A)	30-35	Entre 35 et 50	35 (1)
Crêtes en dB(A)	45		

* Communauté Européenne.

** Organisation de Coopération et de Développement Économique.

*** Organisation Mondiale de la Santé.

(1) 30 dB(A) pour le sommeil des nourrissons et des enfants dans les dortoirs (crèches, écoles maternelles).

Tableau 3.
En fonction du bruit des infrastructures de transport
[Mouret, Vallet, 1998] [17]

	LAeq dose (en dB(A))	Crêtes (en dB(A))
Routier	35	50
Avions	40	52-55
Trains	40	50-55

La position récente de l'OMS

« La pollution sonore n'est pas seulement une nuisance environnementale, c'est aussi un réel enjeu de santé publique. (...) Nous espérons que ce nouveau constat encouragera les gouvernements et les autorités locales à introduire des politiques de contrôle du bruit tant au niveau national que local, dans l'objectif de protéger la santé des Européens de ce danger grandissant ». **Zsuzsanna Jakab, Directrice Régionale de l'OMS Europe.**

« Nous espérons que cette nouvelle publication induira une sévèrisation des valeurs limites relatives à la pollution sonore à l'occasion de la révision de la directive européenne sur le bruit ambiant ». **Rok Ho Kim, coordinateur du projet, bureau européen de l'OMS.**

Les deux documents [20] publiés par l'OMS constituent une synthèse sur les risques de pathologies associées aux bruits de l'environnement, à partir des travaux rassemblant des scientifiques spécialistes à la fois de la santé et de l'acoustique, ainsi que des orientations méthodologiques pour les travaux à venir. Le bruit serait la deuxième source de risque environnemental après l'air mais agit de manière plus insidieuse, c'est pourquoi les mesures préconisées sont importantes pour améliorer la santé publique. Ces travaux devraient aussi être pris en compte lors de la révision des valeurs guides de l'OMS sur le bruit, demandée par les États membres lors de la cinquième conférence ministérielle sur l'environnement et la santé (Parme, Italie, 2010). Quelques chiffres clés viennent renforcer cette position :

- un tiers de la population est gêné en journée ;
- un cinquième est perturbé dans son sommeil (bruit routier, ferroviaire, aérien) ;
- des risques accrus de maladies cardio-vasculaires et d'hypertension.

Quelques chiffres de DALYs⁽⁸⁾ fournis par l'OMS :

- 22 000 ans à cause des acouphènes ;
- 61 000 ans perdus à cause de maladies cardiaques ;
- 45 000 ans pour des problèmes cognitifs chez les enfants ;
- 587 000 ans pour cause de nuisances sonores ;
- 903 000 ans pour les troubles du sommeil.

Objectifs du document méthodologique de l'OMS

- Mettre en place un guide pratique à propos des risques pathologiques liés au bruit environnemental, en particulier les troubles cardio-vasculaires et les troubles du sommeil.
- Promouvoir le transfert de connaissance et l'assistance aux pays européens dans le domaine des risques pour la santé liés à l'environnement sonore.

Ce récent rapport confirme donc nettement le consensus scientifique et la position de l'OMS sur les effets avérés du bruit sur la santé, quand bien même d'autres études épidémiologiques doivent venir renforcer l'état actuel de la connaissance.

Conclusion

La sensibilité individuelle joue un rôle prépondérant qui influe fortement sur la dilution des résultats des travaux basés sur des relations doses-réponses. Les méthodologies employées sont souvent différentes et l'attribution d'une dose de bruit par individu pose de réels problèmes méthodologiques (suivi long, grande variabilité dans le temps et l'espace...). Il est dès lors plus difficile de comprendre tous les liens entre le bruit et les effets biologiques extra-auditifs car ils peuvent être croisés à d'autres facteurs. Néanmoins, il existe un consensus scientifique de longue date sur le caractère très perturbant du bruit sur le sommeil (sans aucune habitude physiologique) et sur la gêne (dégradation de la qualité de vie). Ces deux seuls effets ne peuvent alors qu'avoir une incidence négative sur la santé. Concernant les niveaux de bruit lié aux transports, on peut donc retenir :

- trois effets extra-auditifs du bruit sur la santé : les troubles du sommeil, le stress environnemental (troubles hormonaux, cardio-vasculaires et psychologiques) et la gêne, y compris au travers des modifications comportementales ;

- la (qualité de) vie quotidienne et le bien-être des personnes exposées s'en trouvent (très) fortement altérés, même si une morbidité avérée n'a pas été parfaitement démontrée.

Ces effets sont aussi à mettre en perspective vis-à-vis, d'une part, des populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées...) et, d'autre part, des populations socialement défavorisées qui sont en général plus exposées au bruit de l'environnement et plus captives de leur cadre de vie (plus faibles possibilités d'évitement, logements anciens moins bien isolés...). Elles cumulent en outre souvent une exposition plus élevée à d'autres facteurs de risques (notamment en milieu professionnel).

Le bruit est donc un enjeu sanitaire majeur au regard du nombre important de personnes exposées. Il doit être pris en compte dans la politique de la ville et dans l'aménagement du territoire à toutes les échelles (SCOT, PLU, PDU, PRSE...). En effet, l'intervention des pouvoirs publics, notamment en amont des projets et des grandes orientations des schémas directeurs de déplacement et d'aménagement, permet de diminuer les conséquences en termes de santé publique des effets du bruit des transports. Quatre principales approches réglementaires concourent à ce jour à mieux maîtriser l'exposition au bruit des populations, sans pour autant apporter une réponse suffisante :

- celles sur la création de voies nouvelles (classement sonore des voies bruyantes) ;
- les normes et obligations pour les habitations nouvelles ;
- les plans de gêne sonore au bruit aérien pour l'isolation des logements existants ;
- la directive européenne de 2002 pour le diagnostic d'exposition.

Deux approches complémentaires devraient permettre dans les prochaines années un renforcement de la maîtrise des nuisances sonores, mais aussi un accès facilité à la connaissance de l'exposition au bruit des populations, dans le cadre de recherches épidémiologiques :

- les observatoires météorologiques et cartographiques soutenus par les nouvelles réglementations (directive européenne) récemment préconisées en conférence du ministre de l'Écologie [21] (plusieurs agglomérations telles que Lyon, Lille, Paris, Grenoble, Saint-Étienne, Aix-en-Provence ou Nice s'équipent de systèmes de mesure) ;
- les démarches d'actions préventives et curatives (à la source et en façade des bâtiments), dans le cadre des plans d'action qui devront être mis en place

(8) Les DALYs utilisés par l'OMS permettent de comptabiliser et d'exprimer les années de vie potentielles perdues pour cause de maladies, handicaps ou mort prématurée (plus cet indice est haut, plus il y a d'années perdues). Cela permet donc d'évaluer la bonne santé générale d'une population et ainsi de déterminer les facteurs qui le font augmenter, et d'y trouver des solutions. Les nuisances sonores font partie de ces facteurs.

conformément aux exigences de la directive européenne et en complément des réglementations visant à traiter les « points noirs ».

Ces approches doivent notamment permettre :

- d'informer le public en termes d'exposition ;
- de renforcer l'incitation de la puissance publique et privée à agir ;
- de fournir des informations utiles aux recherches épidémiologiques.

Enfin, un axe de réflexion émergeant consiste en une réflexion croisée tant au niveau des facteurs (bruit, air, accidentologie...) que de leurs effets cumulatifs sur la santé. À ce titre, Acoucité et le Réseau Air Rhône-Alpes avec en appui méthodologique le CETE de Lyon, se sont associés dans le cadre d'une convention avec la DREAL-RA pour développer entre 2012 et 2014 une plate-forme régionale des points noirs environnementaux.

Références

- [1] Vincent B, Gissinger V. Les effets du bruit sur la santé, synthèse documentaire, mars 2011, rapport Acoucité pour la région Rhône-Alpes.
- [2] Politique future de lutte contre le bruit. Livre Vert de la Commission européenne. Bruxelles, 1996.
- [3] Davies H, van Kamp I. Environmental noise and cardiovascular disease: Five year review and future directions, ICBEN 2008.
- [4] Ising H, Lange-Asschenfeldt H, Moriske H *et al.* Low frequency noise and stress: Bronchitis and cortisol in children exposed chronically to traffic noise and exhaust fumes. *Noise & Health* 2004.
- [5] Bluhm G. Saliva cortisol, a marker for stress in the research on cardiovascular effects of noise, *Internoise* 2010.
- [6] Belojevic *et al.*, Urban road-traffic noise and blood pressure in school children, ICBEN 2008.
- [7] Bodin *et al.*, Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environmental Health* 2009 ; 8 : 38
- [8] HYENA (Hypertension and Exposure to Noise near Airports) Wolfgang Babisch, Danny Houthuijs, Göran Pershagen, Klea Katsouyanni, Malonis Velonakis, Ennio Cadum, Lars Jarup, *EHP*, novembre 2005.
- [9] Houthuijs D. *et al.* The association of noise and air pollution from road traffic with cardiovascular mortality, 9th congress on noise as a public health problem, ICBEN 2008.
- [10] Van Kamp I, Davies H. Environmental noise and mental health: Five years review and future directions, ICBEN 2008.
- [11] Mc Lean E, Tarnapolsky K. Noise discomfort, and mental health: a review of the socio-medical implications of disturbances by noise. *Psychological medicine* 1977 ; 7 : 19-62.
- [12] Vincent B. Contexte acoustique et environnemental dans l'évaluation des variations de la gêne due au bruit. Essai de modélisation. Lyon : s.n., 1994. Thèse de doctorat. Institut de psychologie, sous la direction de R. Martin, université Lyon 2, Laboratoire d'Étude et d'Analyse de la Cognition et des Modèles.
- [13] Öhrström E, Ögren M, Jerson T, Gidlöf-Gunnarsson A. Experimental studies on sleep disturbances due to railway and road traffic noise, ICBEN 2008.
- [14] Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. WG 2 – Commission européenne, 20 février 2002.
- [15] Van Kamp I, Davies H. Environmental noise and mental health: Five years review and future directions, ICBEN 2008.
- [16] R.F. Soames Job, Stress-related personality tests and noise effects: New evidence but old interpretations, ICBEN 2008.
- [17] Mouret J, Vallet M. Les effets du bruit sur la santé. Paris, ministère de la Santé, 1998.
- [18] Miedema H.M.E., Passchier-Vermeer W, Vos H. Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance, Rapport TNO, 2003. Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO Inro), Delft, 2003.
- [19] Vallet M, Cohen JM, Étude épidémiologique des troubles anxio-dépressifs autour des aéroports : Rapport Final. Ministère de l'Environnement, 2000.

- [20] Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe World Health Organization 2011; Practical guidance WHO Report on a working group meeting; Bonn, Germany 14-15 Octobre 2010.
- [21] Cabinet Secrétaire d'État chargée de l'Écologie Nuisances sonores : Chantal Jouanno présente de nouvelles mesures pour lutter efficacement contre le bruit et annonce la création d'observatoires du bruit – 8 juillet 2010.

Autres textes

- Babisch W, Noise sensitivity in cardiovascular noise studies, *Internoise* 2010.
- Babisch W, Transportation Noise and Cardiovascular Risk, *Noise Health*, Berlin 2006.
- Baulac M, Bourgois D, Marry S *et al.*, Elaboration of a methodology for the definition of an indicator of health risk induced by noise in urban areas, *Internoise* 2010.
- Belojevic G, Jakovljevic B, Paunovic K, *et al.* Urban road-traffic noise and blood pressure in school children, IC BEN 2008.
- Bluhm G, Selander J, Pershagen G. T Theorell and the Hyena Consortium, Saliva cortisol – a marker for stress in the research on cardiovascular effects of noise, *Internoise* 2010.
- Hume I. Sleep disturbance due to noise: Research over the last and next five years, IC BEN 2008.
- Lercher P, de Greve B, Botteldooren D *et al.* Health effects and major co-determinants associated with rail and road noise exposure along transalpine traffic corridors, IC BEN 2008.
- Muzet A, Environmental noise, sleep and health, *Sleep Medicine Reviews*, 2007 ; vol. 11, Issue 2 : 135-42.
- Tableau de bord régional Santé – Environnement, Observatoire régional de santé Rhône-Alpes, 2007.
- Pirrera S, de Valck E, Cluydts R, Nocturnal road traffic noise and sleep: Day-by-day variability assessed by actigraphy and sleep logs during a one-week sampling. Preliminary findings, IC BEN 2008.
- Soames R.F. Stress-related personality tests and noise effects: New evidence but old interpretations, IC BEN 2008.
- Stansfeld S.A, Matheson M.P, Noise pollution: non-auditory effects on health, *British Medical Bulletin* 2003 ; 68 (1) : 243-57.
- Swift H, A Review of the Literature Related to Potential Health Effects of Aircraft Noise, Purdue University, 2010.
- Vincent B. Lutter contre les inégalités – Bruit et santé, un enjeu du développement durable. Villes, santé et développement durable. Collection villes et société, Paris, La documentation française.

ANNEXES

Présentation d'ACOUCITÉ

Acoucity est une association loi 1901 créée en 1996 à l'initiative du Grand Lyon et de membres fondateurs (INRETS, ENTPE, CERTU, CSTB, CETE...). C'est un pôle de compétence sur l'environnement sonore urbain, qui a pour vocation de favoriser les échanges entre les centres de recherches et les besoins opérationnels des villes, notamment en matière de gestion des bruits urbains liés aux transports terrestres.

Acoucity collabore à des programmes européens LIFE, pilotés par le Grand Lyon (GIPSYNOISE, HOSANNA, HARMONICA...) et anime un réseau de villes françaises et européennes, partenaires du projet.

L'association développe avec la Mission Écologie du Grand Lyon un réseau permanent de mesure et de suivi du bruit à l'échelle de l'agglomération. *Acoucity*

est aussi associée à des projets d'aménagements urbains en vue de maîtriser les niveaux de bruit et de valoriser le patrimoine sonore.

L'association bénéficie en interne de ressources humaines (ingénieur et technicien en acoustique, docteur en psycho-acoustique) et matérielles (sonomètres intégrateurs, équipement SIG et de modélisation...) propres.

Chaque année, environ une vingtaine de travaux et d'articles sont publiés, souvent en partenariat, sur le suivi et l'évaluation du bruit des transports terrestres en milieu urbain. Ils font régulièrement l'objet de présentations publiques lors de journées thématiques (journée sans voiture, développement durable, modes doux...) ou à la demande de municipalités dans le cadre de tables rondes.

<http://www.acoucity.org>

Glossaire

- **Acoustique** : partie de la science et de la technique relative à l'étude des vibrations acoustiques et concernant leur production, leur propagation et leurs effets.
- **Bruit** : variation aléatoire de la pression au cours du temps, provoquée par tout élément en vibration. Le bruit est dit aérien lorsque la variation de pression se propage directement dans l'air. Le bruit est dit solide lorsque il est issu du déplacement d'une paroi en vibration. Pour l'homme, c'est un phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée souvent comme désagréable ou gênante. Mais le bruit n'est pas seulement le support d'une dimension négative : on parle aussi du bruit des oiseaux.
- **Décibel** : pour exprimer par des nombres simples l'ensemble des intensités de sons possibles, on utilise une échelle logarithmique : le décibel (dB). L'oreille humaine perçoit les sons de 0db (seuil d'audibilité, 20 μ Pa) à 120 dB (seuil de douleur, pression de 20 Pa). La variation de pression entre 0 et 120 dB est de 1 000 000. Pour restituer au mieux la perception du bruit par l'oreille, il faut introduire dans les sonomètres des corrections qui tiennent compte du fait qu'à intensité égale, les sons graves sont moins perceptibles que les sons aigus. On mesure alors le bruit en décibel Acoustique pondérés (dB A).
- **Les niveaux acoustiques équivalents, LEQ ou LAEQ, LDEN et LN** : niveau de pression acoustique d'un bruit stable qui donnerait la même énergie acoustique qu'un bruit à caractère fluctuant, pendant un temps, une période de référence donnée. Il caractérise la « dose » de bruit reçue pendant une période. Certains indicateurs réglementaires attribuent un coefficient multiplicateur sur les périodes de nuit.
- **Mesure du bruit** : pour caractériser un bruit, il faut tenir compte de l'intensité acoustique (sonomètre), la fréquence (spectre) et la durée. La mesure peut concerner soit un bruit instantané, soit son niveau maximum, soit le niveau énergétique moyen sur une période donnée (leq).
- **Psycho-acoustique** : étude de la perception auditive regroupant les sciences humaines (psychologie), les sciences de la vie (neurophysiologie) et les sciences physiques (acoustique).

Ressources Internet

- Ministère de la Santé : www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/bruit/sommaire.htm
<http://www.sante-sports.gouv.fr/les-effets-extra-auditifs-du-bruit.html>
- Journée nationale de l'audition : www.audition-infos.org
- France-Acouphènes : www.France-acouphenes.audiofr.com
- Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit : <http://www.bruit.fr/>
- Acoucité, Pôle de compétences bruit : www.acoucite.org
- Ministère de l'Écologie et du Développement Durable : <http://www.ecologie.gouv.fr>
- Commissions Communauté Européenne : <http://europa.eu>
- WHO, Night noise guideline for Europe http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

Valeurs guides de l'OMS pour le bruit ambiant

Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	Laeq [db(A)]	Base temps [heures]	LAMAX
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse journée et soirée	55	16	–
	Gêne modérée journée et soirée	50	16	–
Intérieur des logements Intérieur des chambres à coucher	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant journée et soirée Perturbation du sommeil, la nuit	35	16	–
		30	8	45
À l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte	45	8	60
Salles de classe, jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'information, communication	35	Pendant la classe	–
Salles de repos des jardins d'enfants	Perturbation du sommeil	30	Temps repos	45
Cours de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Récréation	–
Hôpitaux, salles/chambres, à l'intérieur	Perturbation sommeil, la nuit perturbation sommeil, journée-soirée	30	8	40
		30	16	–
Hôpitaux, salles de traitement, à l'intérieur	Interférence avec repos, convalescence	# 1		
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulation ext. et int.	Perte de l'audition	70	24	110
Cérémonies, festivals, divertissements	Perte d'auditions (clients<5 fois/an)	100	4	110
Discours, manifestations extérieures et intérieures	Perte de l'audition	85	1	110
Musique et sons diffusés par écouteurs	Perte de l'audition	85 # 4	1	110
Impulsions sonores générées par des jouets, feux d'artifice et armes à feu	Perte de l'audition (adultes) Perte de l'audition (enfants)	–	–	140 # 2
		–	–	120 # 2
Parcs naturels et zones protégées	Interruption de la tranquillité	# 3		

Source : Extrait de « Résumé d'orientation des Directives de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement » Site de l'OMS : <http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm>



LE PROGRAMME ETV

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION

RENFORCER LA CRÉDIBILITÉ DES PERFORMANCES D'UNE ÉCO-TECHNOLOGIE INNOVANTE

La vérification par le dispositif ETV

Auteur : **Pierre KERDONCUFF**, ingénieur à l'ADEME, en charge de la mise en œuvre en France du dispositif européen ETV de vérification des performances d'éco-technologies innovantes

LE CONTEXTE DE LA MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF EUROPÉEN ETV

Il n'est pas toujours facile pour une entreprise de convaincre des clients de l'efficacité d'une technologie, surtout lorsque celle-ci n'a pas encore de référence commerciale. D'où l'intérêt du programme pilote ETV (Environmental Technology Verification), lancé par l'Union européenne dans le cadre de son plan d'actions en faveur des éco-technologies (ETAP). Ce programme propose aux entreprises, qui vendent des éco-technologies innovantes, la vérification de leurs allégations de performance par un organisme reconnu et indépendant. Cela leur permet notamment de renforcer leur argumentaire de vente.

LA VÉRIFICATION DE TECHNOLOGIES DU DOMAINE DE LA SURVEILLANCE ET DU TRAITEMENT DE L'AIR

La Commission européenne a lancé fin 2011 ce programme pilote sur trois familles d'éco-technologies : technologies de production de l'énergie, surveillance et traitement de l'eau, matériaux ressources et déchets. Le domaine des technologies de la surveillance et du traitement de l'air n'a pas été sélectionné à ce stade. Il sera intégré par la suite dans le programme.

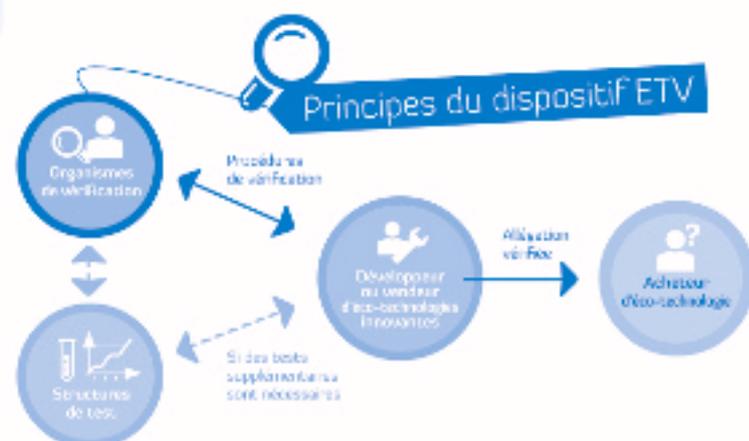
L'ADEME, en charge de la mise en œuvre du dispositif européen en France, a lancé des travaux sur le domaine de l'air pour préparer les acteurs français. Le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) ambitionne ainsi de devenir organisme de vérification sur ce domaine. Il a été sollicité par l'ADEME pour travailler sur un cadre méthodologique d'évaluation des performances. Ce document réunit le maximum d'informations disponibles sur les aspects réglementaires et normatifs applicables au domaine de l'air. Il fournit également une liste des caractéristiques de performance d'une technologie donnée qui pourrait être analysée dans un processus de vérification ETV.

Ce cadre méthodologique est téléchargeable sur le site internet national : www.verification-etv.fr dans la rubrique « médiathèque ».

LES GRANDES LIGNES DE LA DÉMARCHE POUR LES ENTREPRISES CANDIDATES À UNE VÉRIFICATION

Les entreprises volontaires prennent contact avec l'un des organismes de vérification accrédités¹. Elles mettent à sa disposition toutes les informations et données de tests concernant la technologie à examiner. L'organisme jugera, à partir de ces éléments, si les allégations de performance mises en avant par l'entreprise sont justifiées. Il pourra demander des tests complémentaires pour pouvoir statuer, si nécessaire. Il rédigera ensuite un rapport de vérification, qui pourra être utilisé par l'entreprise pour convaincre ses premiers acheteurs, voire ses investisseurs.

¹En France, le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) et l'entreprise RESCOLL ont répondu à l'appel à candidatures européen lancé par la Commission européenne.



COMMENT FAIRE APPEL AU DISPOSITIF ETV SUR LE DOMAINE DES TECHNOLOGIES DE L'AIR ?

En France, l'ADEME vient de clore un premier appel à manifestation d'intérêts pour accompagner financièrement des porteurs d'éco-technologie innovante qui souhaitent faire vérifier les performances de leur technologie du domaine de l'air. Elle relancera en 2013 un nouvel appel à manifestation d'intérêts sur l'ensemble des technologies.

Pour en savoir plus et vous tenir informé de l'évolution du programme : www.verification-etv.fr
Pour toute question, vous pouvez contacter : etv@ademe.fr