



T H É M A

Essentiel



SANTÉ

Le coût des nuisances sonores des chantiers : quelle intégration dans les évaluations socio-économiques de projets ?

MARS 2022

Le bruit de chantier constitue l'une des sources importantes de nuisances sonores au domicile. Des travaux ont permis de proposer une méthode d'évaluation du coût pour la société de la gêne associée à ce bruit. Le coût estimé par personne exposée varie entre 0,24€ et 4€ par jour, selon le niveau sonore, en s'appuyant sur les connaissances sur les nuisances liées au bruit de transport. L'estimation du nombre de personnes exposées doit être faite au cas par cas, car elle dépend de la nature du chantier (type de travaux, engins utilisés, etc.) et de son environnement (topographie et taille des bâtiments, répartition de l'habitat, etc.). Une étude de cas a été réalisée sur une phase du chantier de la future gare du Grand Paris Express de Champigny-sur-Marne. L'exercice a vocation à être répliqué pour disposer à terme de coûts représentatifs de différentes situations. Ces coûts pourraient ensuite être utilisés dans le cadre d'évaluations socio-économiques *ex ante* de projets d'investissement public. Cela permettrait notamment d'évaluer l'intérêt de mesures de réduction du bruit sur un chantier.

Ces travaux appliqués ont été menés par un groupe d'ingénieurs en acoustique, d'économistes de la santé et de l'environnement et de maîtres d'œuvre ; membres d'un groupe de travail plus large, installé par France Stratégie et le Secrétariat général pour l'investissement et piloté par le Commissariat général au développement durable, sur l'évaluation socio-économique des effets de santé des investissements publics. Ce large groupe de travail s'est aussi attaché à proposer des outils d'évaluation socio-économique des effets sur la santé des projets de prévention des inondations, des rénovations énergétiques des logements et des projets d'aménagement de l'espace public favorables à l'activité physique.

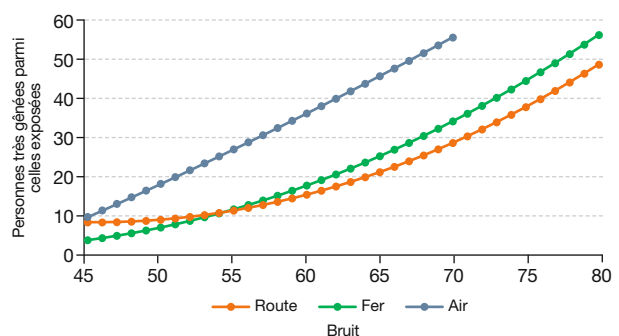
LE BRUIT A DES EFFETS EXTRA-AUDITIFS DÈS 45 DÉCIBELS

Selon une étude du Credoc (2016) pour Bruitparif, 18 % des personnes interrogées ont désigné le bruit de chantier comme pouvant être une nuisance importante au quotidien (Lautié et Crouette, 2017). Certaines études confirment qu'il constitue une gêne au sens d'une sensation de désagrément perçue comme susceptible d'affecter la santé (par exemple Liu *et al.*, 2017). Les connaissances faisant consensus sur les effets du bruit sur la santé portent cependant principalement sur le bruit des transports routier, aérien et ferroviaire.

Graphique 1 : courbes dose-réponse pour la gêne causée par le bruit des transports (route, fer, air)

Gêne en %

Bruit en db(A) Lden



Note : le Lden (Level day evening night) correspond à une moyenne du niveau sonore sur 24 h pondérée par la sensibilité au bruit sur trois périodes d'émission (6h-18h, 18h-22h, 22h-6h).

Source : Bruitparif, d'après OMS (2018)

Le coût des nuisances sonores des chantiers : quelle intégration dans les évaluations socio-économiques de projets ?

Il est établi que le bruit peut produire des effets sur l'audition (pertes auditives, acouphènes, etc.) lors d'une exposition prolongée au-dessus de 80 décibels, ainsi que des effets extra-auditifs (gêne, perturbations du sommeil, maladies cardiovasculaires...) à des niveaux plus bas, de l'ordre de 40 à 80 décibels.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) met à disposition des courbes dose-réponse qui indiquent la part de personnes concernées par un effet sur la santé parmi les personnes exposées à un niveau donné de bruit (*graphique 1*). Leur utilisation, croisée aux données d'exposition au bruit de transport en France (partagées sous la forme de cartes stratégiques du bruit, CSB), permet d'estimer à environ 9,8 millions le nombre de personnes gênées par le bruit des transports, soit trois fois plus que celles souffrant de perturbations du sommeil (3,3 millions) (Ademe, 2021). Le phénomène de gêne lié au bruit est donc largement prédominant, ce qui justifie de se concentrer sur la gêne dans les travaux présentés ici.

UNE APPROCHE BOTTOM-UP POUR CALCULER LES COÛTS DU BRUIT DE CHANTIER

Dans le cas du bruit de chantier, les situations sont très spécifiques. Chaque type de chantier (bâtiments, voiries et réseaux divers, espaces verts, etc.) se compose de plusieurs phases de travaux (terrassement-fondations, gros œuvre, second œuvre, etc.) plus ou moins bruyantes. Le bruit d'une phase de travaux résulte de l'utilisation de divers engins, fixes ou mobiles, qui peuvent émettre des pics de bruit (par exemple un marteau-piqueur) et correspondre à des basses fréquences (par exemple des moteurs d'engins) ou des hautes fréquences (par exemple le sciage de poutres). La durée d'émission du bruit varie en fonction de la durée du chantier (entre plusieurs heures et plusieurs années).

Les situations caractérisant le chantier sont donc *a priori* très variables d'un chantier à l'autre, tout comme celles caractérisant l'environnement du chantier (densité de bâti, de population...). En l'absence d'une base de données nationale intégrant les différentes variables déterminantes, il apparaît nécessaire de mener des analyses au cas par cas. Le groupe de travail a donc privilégié une approche ascendante dite « *bottom-up* » en trois étapes :

- **estimer le nombre de personnes exposées aux niveaux sonores générés par une journée type de travaux.** Cette étape est spécifique à chaque chantier et nécessite l'utilisation de mesures *in situ* et/ou de modèles de simulation du bruit (*voir infra*) ;
- **attribuer un coût de la gêne à chaque personne exposée.** Le groupe de travail s'est appuyé sur la littérature pour proposer des valeurs, dépendant du niveau sonore, utilisables pour n'importe quel chantier (*voir infra*) ;
- **en déduire un coût par journée de chantier** en multipliant le nombre de personnes exposées pour un chantier donné par les coûts de la gêne par personne exposée.

Le groupe de travail a testé cette approche sur un cas d'étude pour s'assurer de sa faisabilité (*voir encadrés 1 et 2*).

LES NIVEAUX D'EXPOSITION AU BRUIT DÉPENDENT DU CHANTIER ET DE SON ENVIRONNEMENT

Pour estimer *ex ante* un niveau sonore représentatif d'une journée de chantier pour une phase de travaux donnée, il convient d'identifier les sources de bruit (engins), leurs caractéristiques (fixe ou mobile, hauteur, puissance

acoustique...), leur positionnement sur le chantier et leur fonctionnement (période d'activation).

Le chantier ainsi modélisé doit ensuite être positionné dans un environnement caractérisé par une certaine densité de bâti et de population. La densité de bâti (emprise au sol et hauteur) autour du chantier influence en effet directement la propagation du bruit, tandis que la densité de population autour du chantier détermine directement le nombre de personnes exposées. Plusieurs outils de cartographie sonore (par exemple MithraSound, CadnaA, Predictor, NoiseModelling) permettent ensuite de modéliser l'émission et la propagation acoustiques autour du chantier et, pour chaque bâtiment géolocalisé et chacune de ses façades, de calculer un niveau sonore. Il est ensuite fait l'hypothèse, comme pour la réalisation des CSB, que toutes les façades sont exposées au niveau sonore maximum mesuré sur l'une d'elles.

Un nombre d'habitants est enfin affecté à chaque bâtiment à partir des données de population (découpage infracommunal, Insee), afin de pouvoir calculer un nombre d'habitants exposés par niveau sonore (en dB(A) Lden).

UNE ESTIMATION DES COÛTS DE LA GÊNE DONNE UNE FOURCHETTE DE 0,24€ À 4€ PAR PERSONNE EXPOSÉE ET PAR JOUR, SELON LE NIVEAU SONORE

Le coût annuel associé à la gêne occasionnée par le bruit, quelle que soit son origine, est une perte de bien-être pour les personnes exposées. Celle-ci s'élève à 2 620 €₂₀₁₈ et est estimée en appliquant le coefficient d'incapacité de 2 % estimé par l'OMS (2011), qui reflète la perte relative de bien-être associée à la gêne (hors perturbations du sommeil) occasionnée par le bruit dans l'environnement, à la valeur d'une année de vie en bonne santé de 131 000 €₂₀₁₈ (Quinet, 2013). Il s'agit d'un coût non marchand qui reflète la valeur que la société accorde au fait d'être en bonne santé.

Dans ces conditions, le coût moyen par personne exposée à un niveau sonore donné est égal au coût par personne gênée (2 620 €₂₀₁₈, ci-dessus), multiplié par la proportion de personnes gênées pour ce niveau sonore telle qu'établie à partir des courbes dose-réponse.

D'une part, les courbes dose-réponse des bruits des transports (OMS, 2018) sont les seules validées dans la littérature. D'autre part, l'une des sources principales du bruit de chantier est le moteur des engins. Dès lors, la courbe dose-réponse du bruit routier peut être appliquée en l'état actuel des connaissances pour estimer des coûts d'exposition au bruit de chantier. Le coût moyen annuel par personne exposée varie alors entre 208 €₂₀₁₈ (45 dB(A) Lden) et 1 270 €₂₀₁₈ (80 dB(A) Lden). Par ailleurs, les bruits émis sur les chantiers sont aussi caractérisés par des pics (par exemple les marteaux piqueurs) ce qui permettrait de les assimiler plutôt au bruit ferroviaire (passage des trains) et d'utiliser la courbe dose-réponse du bruit ferroviaire. Dans ce cas, le coût annuel par personne exposée varie entre 88 €₂₀₁₈ (45 dB(A) Lden) et 1 470 €₂₀₁₈ (80 dB(A) Lden). Au final, il est proposé d'estimer le coût annuel par personne exposée comme compris entre ces deux valeurs.

Compte tenu du manque de connaissances concernant le nombre de jours minimum à partir duquel l'exposition au bruit a des effets sur la santé et le nombre de jours au-delà duquel le coût journalier sur la santé augmenterait, il peut être fait l'hypothèse que le coût est linéaire avec la durée. Le coût par personne exposée par journée est alors obtenu en divisant le coût annuel par 365, soit un coût compris entre 0,24 €₂₀₁₈ et 4 €₂₀₁₈.

Le coût des nuisances sonores des chantiers : quelle intégration dans les évaluations socio-économiques de projets ?

ENCADRÉ 1

Estimation du nombre de personnes exposées au bruit de la phase de terrassement-fondations du chantier de la gare de Champigny-sur-Marne

Des travaux d'aménagement de la future ligne 15 du Grand Paris Express ont démarré à Champigny-sur-Marne en 2018 dans le cadre du développement de l'offre de transport en région parisienne, pour une mise en service prévue en 2025. Débutées en 2019, les phases de travaux à ciel ouvert d'aménagement de la gare (démolition, terrassement-fondations, gros œuvre) représentent les enjeux principaux en termes de nuisances sonores.

L'identification des sources de bruit pour la phase de terrassement-fondations a été réalisée grâce à des dispositifs mis en place sur certains chantiers d'Île-de-France par Bruitparif, les « méduses ». Elles permettent de repérer et photographier la source de bruit environnante la plus bruyante et de donner son niveau sonore. Des hypothèses ont ensuite été faites sur le fonctionnement des douze sources retenues (période et durée de fonctionnement), avec l'appui de la Société du Grand Paris, et sachant que le chantier n'est actif qu'en journée (tableau 1).

Tableau 1 : journée type de chantier retenue par le groupe de travail

Engin	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Camion benne											
Benne à câble											
Cutter											
Camion toupie											
Toupie béton											
Brise roche hydraulique											
Mini pelles											
Pelle											
Pelle											
Brise roche hydraulique											
Engin de curage de réseau											
Camion benne											

Note : les cases colorées indiquent les périodes d'activation de chaque engin donné avec sa localisation (ce n'est pas le même camion benne qui est actif à 6:00 et à 7:00).

Source : groupe de travail

L'outil MithraSIG développé par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et Géomod a été utilisé pour obtenir une représentation cartographique du niveau sonore (figure 2), qui a ensuite été croisée avec les données de population par bâtiment pour obtenir un nombre de personnes exposées par niveau sonore sur un périmètre autour du chantier de 1 100 x 650 m².

À noter que le chantier est situé dans une zone de densité de population de [7 000 – 9 000] hab/km² et de densité de bâti de [0,30 – 0,38]. Le nombre de personnes exposées a été estimé à environ 4 400 personnes parmi lesquelles 76% sont exposées à un niveau sonore compris entre 50 et 69 dB(A) et 12% exposées à un niveau supérieur à 70 dB(A) (tableau 2).

Figure 2 : niveaux sonores en façade des bâtiments



Source : groupe de travail

Niveaux de bruit (dB)

< 45	55 à 60	70 à 75
45 à 50	60 à 65	≥ 75
50 à 55	65 à 70	

Tableau 2 : nombre de personnes exposées selon le niveau sonore

Intervalle (en dB(A))	Nombre de personnes
<10	9
10-14	0
15-19	0
20-24	0
25-29	2
30-34	161
35-39	46
40-44	116
45-49	208
50-54	1 679
55-59	1 462
60-64	40
65-69	154
70-74	220
75-79	248
80-84	44
85-89	0
Total	4 389

Source : groupe de travail

Coût de la gêne causée par la phase de terrassement-fondations du chantier de la future gare du Grand Paris Express de Champigny-sur-Marne

À chaque personne exposée (tableau 2) est appliqué le coût correspondant au niveau sonore auquel elle est effectivement exposée de manière à estimer le coût total de l'exposition au bruit d'une journée de chantier de terrassement-fondations de la gare de Champigny-sur-Marne. Il s'élève à 4 200 €.

RÉPLIQUER L'EXERCICE POUR DISPOSER DE COÛTS REPRESENTATIFS À UTILISER DANS DES ÉVALUATIONS EX ANTE

La valeur obtenue sur une journée représentative d'une phase de travaux donnée (encadré 2) ne peut pas être transposée facilement à d'autres contextes en raison de l'influence significative des caractéristiques du chantier (type de chantier et phase de travaux) et de son environnement sur le coût du bruit estimé.

La démarche *bottom-up* doit ainsi être répliquée sur un ensemble représentatif de couples « chantier – environnement du chantier » afin d'être en mesure de proposer, pour différentes situations « type », des valeurs représentatives de coûts de chantier qui pourraient être utilisées dans des évaluations *ex ante* de projets d'investissement public. Cela permettrait d'attirer l'attention sur les conséquences sanitaires des chantiers et d'enclencher une démarche plus systématique de prévention sur le terrain. La même démarche pourrait d'ailleurs être

adoptée pour disposer d'outils permettant de chiffrer *ex ante* les bénéfices de mesures de réduction du bruit sur un chantier (par exemple installation d'un mur anti-bruit, modification du phasage des sources, remplacement des engins les plus bruyants...).

En parallèle, des travaux complémentaires mériteraient d'être engagés pour être en mesure, d'une part, d'appliquer des coûts par personne exposée qui soient cette fois spécifiques au bruit de chantier, en construisant des courbes dose-réponse pour ce type de bruit en Europe et, d'autre part, d'évaluer des coûts pour d'autres effets que la gêne, notamment les perturbations du sommeil et les maladies cardiovasculaires.

RÉFÉRENCES

- *Estimation du coût social du bruit en France et analyse de mesures d'évitement simultané du coût social du bruit et de la pollution de l'air* Ademe, 2021.
- Lautié, P. Croutte, S (2017), *Qualité de vie et nuisances sonores : opinion et comportements des Franciliens* Crédoc n°Sou2017-4513.
- Liu, Yong, et al. (2017), *Community response to construction noise in three central cities of Zhejiang province, China. Environmental Pollution* 230 (2017): 1009-1017.
- *Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen* OMS, 2018.
- Quinet, E. (2013), *L'évaluation socio-économique des investissements publics, rapport du Commissariat général à la stratégie et à la prospective.*

Bénédicte MEURISSE, SEVS*
Alice ROBINET, SEVS*
Laurence HARTMANN, Cnam
Jincheng NI, France Stratégie

*en poste au moment de l'étude

Ce document est une synthèse de la partie « Bruit de chantier » du rapport du groupe de travail : CGDD, France Stratégie, SGPI (2022), *Évaluation socio-économique des effets de santé des projets d'investissement public, sous la direction de Benoît Dervaux, Lise Rochaix, Bénédicte Meurisse (rapp.)*.

Trois autres publications évaluent les effets sur la santé des rénovations énergétiques des logements, des projets de prévention des inondations et des projets d'aménagement de l'espace public favorables à l'activité physique.

Dépôt légal : mars 2022
 ISSN : 2555-493X (en ligne)

Directeur de publication : Thomas Lesueur
 Rédacteur en chef : Hugues Cahen
 Coordinatrice éditoriale : Laurianne Courtier
 Maquettage et réalisation : Agence Efil, Tours

Commissariat général au développement durable

Service de l'économie verte et solidaire
 Sous-direction de l'économie et de l'évaluation
 Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex
 Courriel : diffusion.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologie.gouv.fr