

Mission de médiation sur les nuisances sonores des LGV BPL et SEA



Mesure à poste fixe à 7.5m



Mesure au démarrage à 7.5m



Mesure au passage à 7.5m et 25m

Emmanuelle BAUDOIN, Catherine MIR et Sylvain LEBLANC

Rennes

11 juin 2019

Commande de la ministre

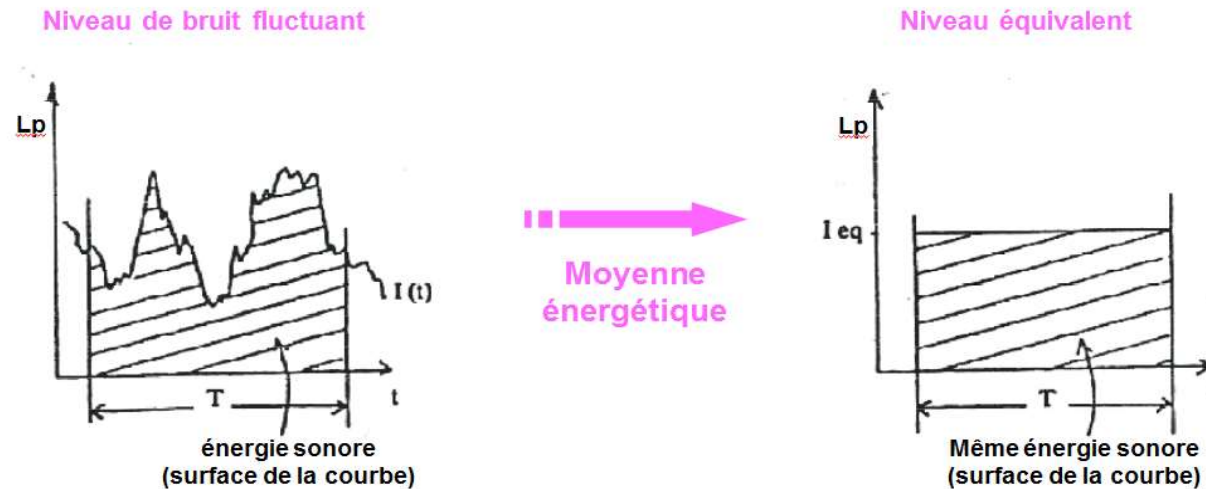
La ministre chargée des transports a confié au CGEDD une mission comportant deux volets :

- Une médiation identifiant sur la base de critères objectifs les habitations les plus exposées nécessitant des protections complémentaires adaptées pour réduire les nuisances et proposer les modalités de financement possibles.
- Des propositions que la mission juge utiles sur l'évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicables aux nouvelles infrastructures ferroviaires

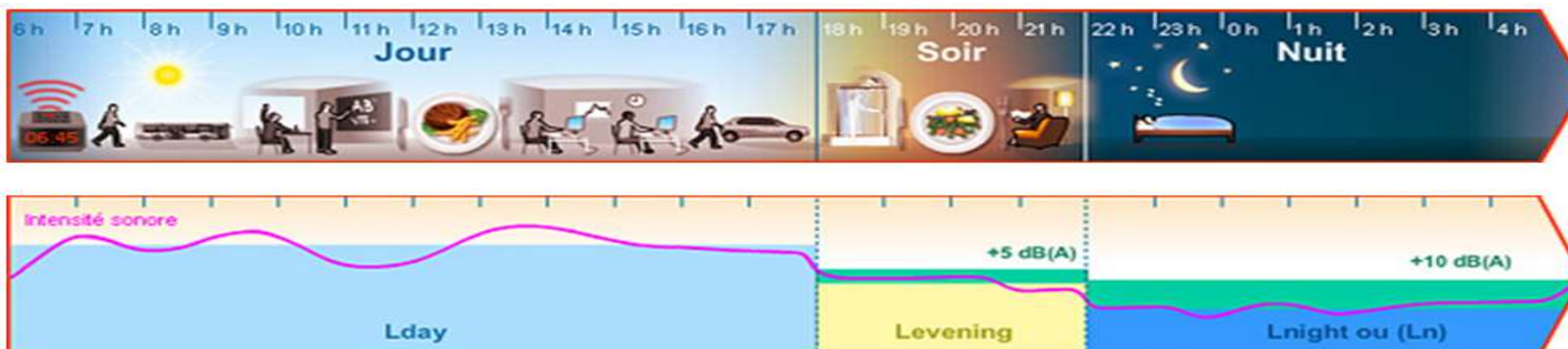
La mission porte sur :

- La LGV Sud Europe Atlantique (SEA) : 302 km, contrat de concession avec LISEA
 - et la LGV Bretagne Pays de Loire (BPL) : 182 km, contrat de partenariat avec ERE
- Soit 482km, 9 départements, 4 régions

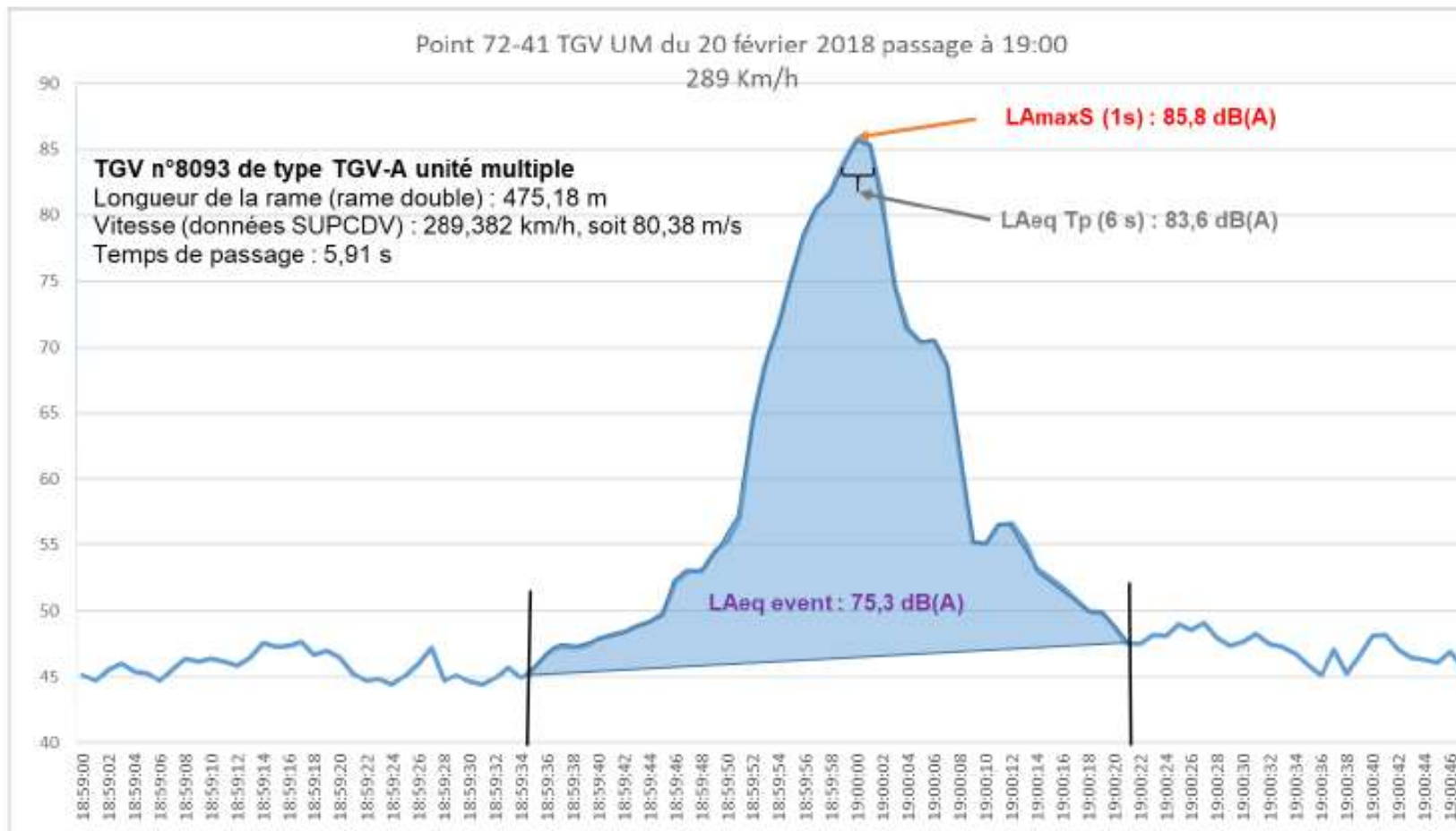
Indicateurs de bruit moyennés



- le **L_{Aeq} (6h-22h)** et **L_{Aeq} (22h-6h)** en France pour la réglementation des nouvelles infrastructures, mesurés fenêtres fermées à 2 m en façade
 - le **L_{den}** en Europe pour les cartes de bruit (pondérations de la soirée et de la nuit) et **L_{night} (22h-6h)** mesurés fenêtres ouvertes
- => $L_{Aeq} (22h-6h) = L_{night} + 3 \text{ dB(A)}$, car bruit réfléchi par la façade



Indicateurs événementiels : un pic de bruit à 130 m de la voie (avec merlon)



- le LAmox fast (125ms)
- le LAmox slow (1s)
- le LAeq tp sur le temps de passage du train, durée retenue pour la signature acoustique

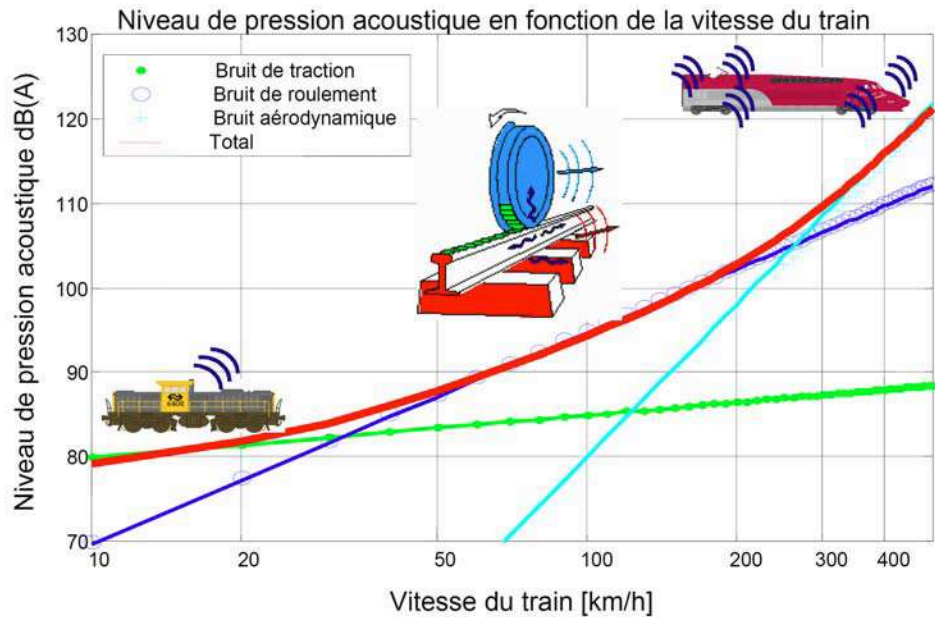
Effets sur la santé du bruit et des vibrations

- **Les effets du bruit** sont : 1) la perturbation du sommeil, 2) la gêne, 3) les affections cardiovasculaires (OMS 2011 : *Burden of disease from environmental noise*)
 - les seuils de bruit retenus par les réglementations française et européenne sont fixés en fonction d'études sur les effets du bruit sur la santé (relation dose/réponse)
 - les études épidémiologiques utilisent surtout des indicateurs de niveau de bruit équivalent, le LAeq (6h-22h) et le LAeq(22h-6h), le Lden pour la journée entière et Lnight
 - l'OMS estime que les troubles du sommeil (modifications physiologiques) sont mieux corrélés aux niveaux de pics de bruit => elle recommande de réduire le niveau et le nombre des pics de bruit, sans fixer ce nombre.
 - en 2018, l'OMS recommande un maximum de 44 dB(A) en Lnight, soit 47 dB(A) en LAeq(22h-6h) en fonction de la relation dose/réponse pour les effets à long terme (troubles du sommeil déclarés)
 - grande variabilité de la gêne en fonction de la sensibilité des personnes et de facteurs psychosociaux = 10 dB(A) = doublement du bruit ressenti (cf. Avis Anses 2014)
- **Les vibrations** : effets sur la santé analogues à ceux du bruit

Réglementation en France: arrêté du 8/11/99

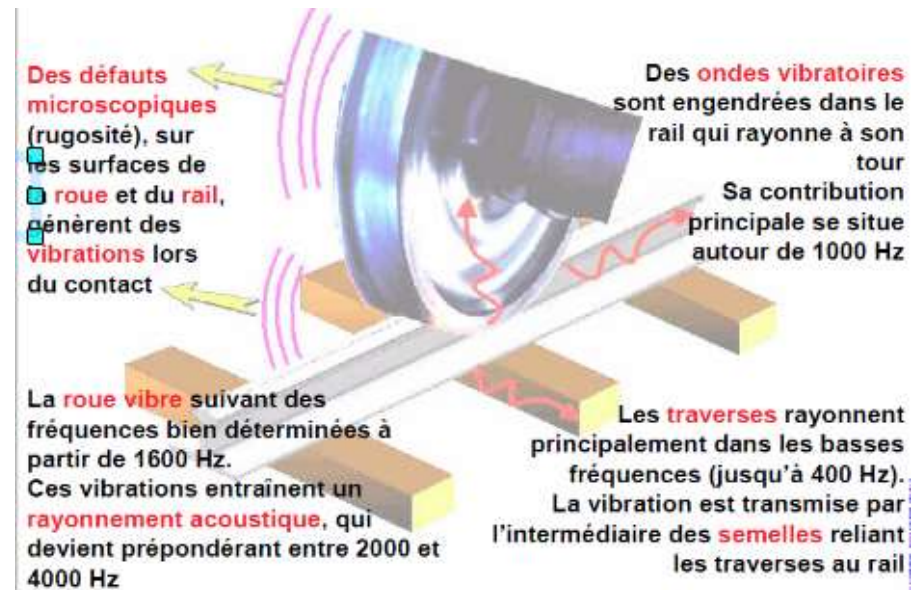
- Obligation de résultat en matière de bruit mesuré en façade des bâtiments fenêtres fermées (en France)
- Les niveaux sonores sont fixés pour des conditions moyennes de circulation (trafic moyen journalier annuel- TMJA)
- Pour les TGV : seuil admissible abaissé de 3 dB(A) par rapport aux autres trains
 - habitations en ambiance modérée (plus de 60 dB(A) ambiant), établissements d'enseignement ou sanitaires et sociaux : **60 dB(A) en LAeq (6h-22h) et 55 dB(A) en LAeq (22h-6h)**
 - habitations en ambiance non modérée (plus de 65 dB(A) ambiant) : seuils augmentés de 5dB(A)
- Les cahiers des charges des deux infrastructures ont retenu les seuils pour ambiance modérée tout au long des deux lignes BPL et SEA
- Partout dans le monde : indicateurs moyennés (sauf Japon), parfois complétés par indicateurs événementiels

Le bruit des TGV : émission

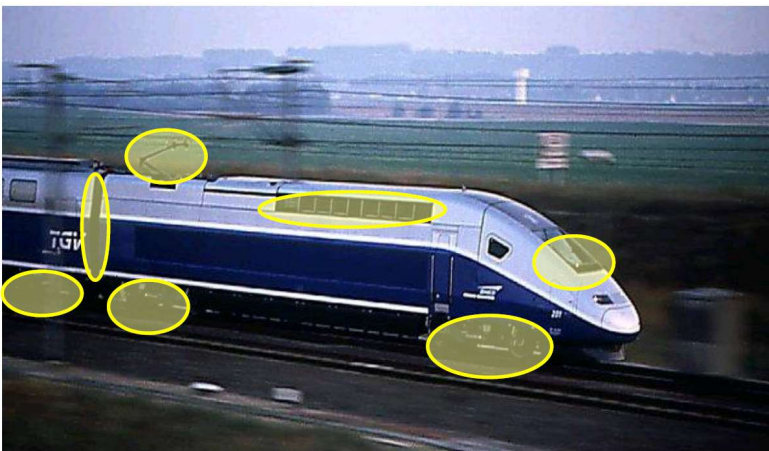


Les différentes émissions de bruit ferroviaire

Les mécanismes de génération du bruit de roulement



Les mécanismes de génération du bruit aérodynamique



Le bruit des TGV : émission/diffusion

Effet vitesse (bruit de roulement): 3,2dB en LAeqtp entre 250 et 320km/h (à 25 m)



Pour un même type de train (à 25m): variabilité de la mesure jusqu'à 10dB en LAeq tp, 15 dB(A) en LAmix



Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement

Type de matériel : TGV200-600-700 (TGV-Duplex) TGV800-4700 (TGV-EuroDuplex)



Vitesse maximale	320 km/h
Vitesse de référence	300 km/h
Longueur	200.19 m
Type de freinage	Bogies porteurs : disques Bogies moteurs : semelle composite
Réflexion Caisse/Ecran	1

Niveaux sonores et spectre de référence au(x) point(s) de mesure en Leq,tp

1/3 oct.	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	87.8	87.1	86.8	84.5	83	81.2
1/3 oct.	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	81	82	81.6	81	80.3	80.4
1/3 oct.	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	81.4	81.7	82.1	81.5	81	82.8
1/3 oct.	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	80.8	77.5	74.5	70.5	68.5	65.6

d = 25 m / h = 3.5 m
L0 = 92 dB(A)

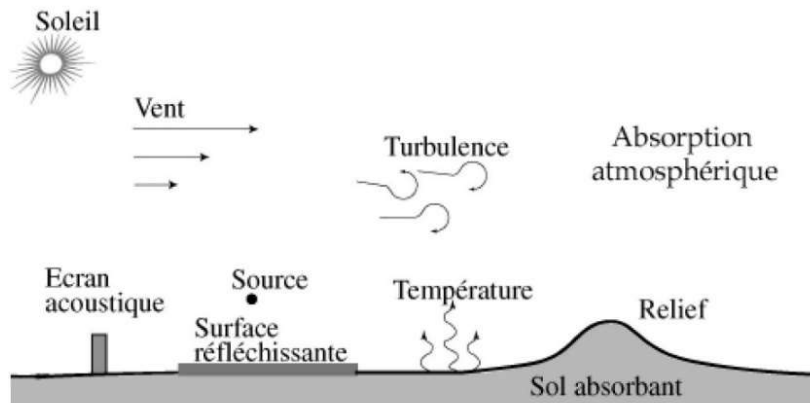
Description des sources équivalentes

Nom	Nombre	Espacement [m]	Hauteur [m]	Incrément en vitesse
TGV-D-0cm	13	15.8	0	30
TGV-D-50cm	13	15.8	0.5	30

Spectres de puissance des sources équivalentes

1/3 oct.	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz
TGV-D-0cm [dB]	114.7	113.2	111.4	111.2	112.2	111.8
TGV-D-50cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
1/3 oct.	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz
TGV-D-0cm [dB]	111.3	110.6	110.7	113.1	113.4	113.8
TGV-D-50cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
1/3 oct.	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
TGV-D-0cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
TGV-D-50cm [dB]	113.4	112.9	114.7	113.7	110.4	107.4

Effet météo : jusqu'à 10dB(A)



Écoute des riverains

- **Ressenti** : gêne à chaque passage (bruit d'un avion qui décolle, on ne s'entend plus parler, on n'entend plus la télé, sonotone dérégulé, perturbation du repos la soirée, réveil la nuit, écart entre bruit résiduel et pics de bruit, vibrations, tuiles qui tombent)
- **Sentiments et inquiétudes** (ont un effet sur la gêne ressentie)
 - sentiment d'avoir été trompés (non respect des engagements), pas écoutés, méfiance (refus de communication de documents sur BPL)
 - soumis à une double peine quand multi-exposition (routes)
 - inquiétude sur l'évolution du trafic et l'ouverture à la concurrence
- **Demandes** :
 - agir à la source prioritairement : diminuer la vitesse des TGV, trains moins bruyant, renforcer les murs et merlons anti bruit, traiter les vibrations
 - mesures de bruit : effet de la météo, recalage en fonction trafic futur de l'APD,
 - compensation de la dépréciation des biens, diminution des impôts fonciers
 - changer la réglementation pour prendre en compte les pics de bruit

Premiers éléments de réponses sur le bruit

- **A la demande de la mission :**

- ☒ *Production par ERE de certains documents* (modélisations acoustiques et les profils en long actualisés) et saisine de la CADA (sur les mesures individuelles)

- ☒ *Production de nouvelles mesures de bruit (météo défavorable)*

- ☒ *Production des résultats des mesures de bruit recalées avec le trafic à 20 ans*

- **Augmentation du trafic :**

- prévision APD(2037-40) : +30 % maximum pour BPL, politique d'optimisation du remplissage des trains

- ouverture à concurrence : effet limité (partage du même marché selon SNCF)

- obligation de respect réglementation sur le bruit quelle que soit évolution de trafic

- ☒ *information sur le site d'ERE des fréquences train annuelles chaque année par tronçon (Recommandation 1)*

Premiers éléments de réponses sur le bruit

- **Niveau d'émission sonore des trains aujourd'hui et dans le futur :**
 - aujourd'hui les TGV (duplex et TGV A) sur les deux LGV ont tous la même signature acoustique : 92 dB(A) en LAeq tp mesuré à 25 m à 300km/h;
 - ouverture à concurrence : respect de la réglementation européenne (92 dB(A) pour la STI bruit 2008) en vigueur lors de la mise en service *☒ si train d'un nouvel entrant au-delà de 92dB(A) → tarification différenciée (Recommandation 4)*
 - TGV 2020 en service en 2023: pas d'évolution technologique majeure : quelques dB(A) en moins
- **Ralentissement des trains :** ne fait pas l'unanimité, remet en cause utilité globale du projet : non retenu par la mission sauf *☒ possibilité de prolonger la limitation de la vitesse à la sortie de Bordeaux dans des zones extrêmement denses (sous réserve perte de temps inférieure à 30 secondes)*
 - Dans une bande de 250 mètres : 1250 maisons sur 23 km en Gironde, 2166 maisons sur les 279 km restants de la LGV SEA, 670 habitations sur les 182 km de la LGV BPL
 - Passer de 300km/h à 250km/h sur les 7 km où la vitesse maximum autorisée est de 300km/h → perte de temps de 17s

Premiers éléments de réponses sur les vibrations

- **Ondes transmises par le sol**, générées au contact de la roue et du rail et par déformation du rail, fonction de la vitesse du train, de son poids et de l'entretien de la voie)
- **Ondes transmises par l'air**: « effet de souffle » mal connu au-delà de quelques mètres.
- **Résonance dans les matériaux du bâtiment** : les structures en bois, les longues façades amplifient les vibrations
- En France : pas de réglementation (ni pour la gêne, ni pour le risque de dommage) ; seuil de 0,16 mm/s en Allemagne, Grande-Bretagne, objectif pour le Grand Paris

🔍 *Diligenter des études sur l'effet de souffle (Recommandation 2)*

🔍 *Faire réaliser des mesures de vibrations le long de la ligne BPL selon la même méthodologie que celle mise en œuvre le long de la ligne SEA (Recommandation 3)*

🔍 *Lors du classement des tronçons de LGV (L571-10 du code de l'environnement), recommandation du préfet aux maires d'interdire dans les PLU les constructions en bois dans les zones à risque vibratoire (Recommandation 9)*

🔍 *Fixer un seuil à ne pas dépasser de 0,16 mm/s pour la vitesse efficace de vibration dans le cahier des charges des nouvelles infrastructures ferroviaires (Recommandation 12)*

Critères qui font consensus pour identifier les situations les plus difficiles

- **Le niveau des pics de bruit** ☐ *traiter les maisons qui subissent un L_{Amax} modélisé supérieur à $80dB(A)$ - cf slide suivant- (Reco 7) ; ☐ proposition de rachat amiable si plus de $85 dB(A)$ et pas de possibilité de traitement à la source efficace (Reco 6)*
- **Le nombre journalier de pics** aujourd'hui et à l'horizon de 20 ans ☐ *priorité de traitement dans le temps aux tronçons supportant les fréquences les plus élevées*
- **Les personnes et publics vulnérables** ☐ *leur situation devra être examinée avec attention et pourront faire l'objet d'un traitement prioritaire adapté après avis circonstancié de l'ARS sur la nature et la gravité de la situation*
- **La prise en compte des vibrations** : ☐ *traitement des maisons qui dépassent le seuil de gêne de $0,16 mm/s$ (Reco 7)*
- **Les situations de multi-exposition** : ☐ *traiter acoustiquement les habitations subissant un L_{Aeq} ambiant supérieur à $60 dB(A)$ et un L_{Amax} supérieur à $80dB(A)$ afin de diminuer le niveau de bruit à l'intérieur de la maison provenant des différentes sources (Reco 5) .*
- **Certains sites particuliers** : modélisation imparfaite des mesures de bruit déjà réalisées (réverbération pile de pont et sortie tranchée couverte)

Pic de bruit: choix du seuil de 80dB (LAm_{max})

- **Méthodologie :**

- Seul outil disponible pour modéliser le LAm_{max} slow , la méthode « nordique » : passage du train le plus bruyant à la vitesse maximale autorisée. Les cartes isophones permettent de visualiser la diffusion du LAm_{max} et les habitations les touchées.
- Difficulté : pas de corrélation possible avec les mesures de bruit *in situ* (sensibilité extrême du LAm_{max} mesuré au type de train et son état, à l'effet météo mais aussi la vitesse)


- **Que représente 80 dB(A) en LAm_{max} ?**

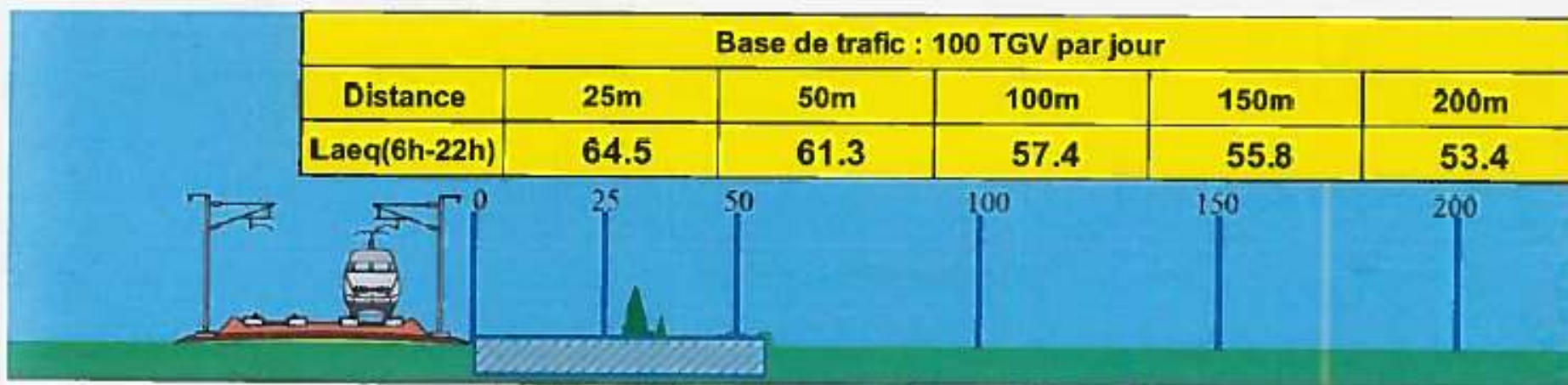
- A 80 dB(A) en LAm_{max} : deux personnes à 25 cm l'une de l'autre ne se comprennent pas
- Ce niveau sonore, en façade de la maison, correspond à **l'intérieur** à:
 - 62 dB(A) fenêtres ouvertes (à 65 dB(A) deux personnes à 75 cm, ne se comprennent pas)
 - 47 dB(A) fenêtres fermées, avec une isolation courante de 30 dB(A) (à 45 dB deux personnes peuvent tenir une conversation courante à 1,50m l'une de l'autre)
 - *[l'isolation acoustique avec l'extérieur peut varier de 25 (avant 1996) à 42 dB (A)]*

- **Choix du seuil de 80dB(A) en LAm_{max} : suivi des recommandations OMS**

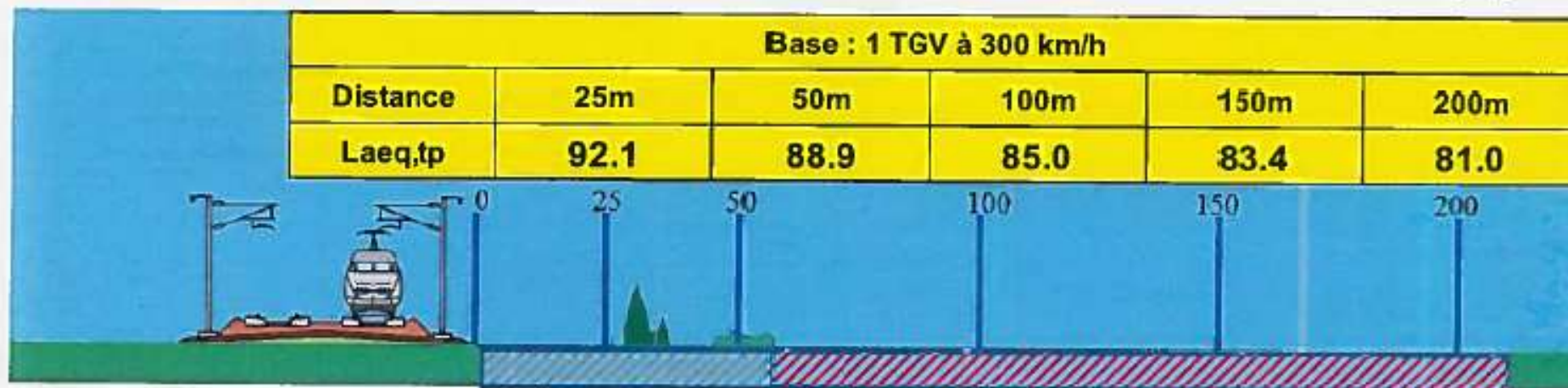
- Seuil recommandé OMS 2018 --> LA_{eq} (22h 6h) de 47 dB(A) à l'extérieur
- 1 pic de 80 dB (A) la nuit correspond à LA_{eq} de 45,4 dB(A) à l'extérieur
- 2 pics de 80 dB(A) la nuit correspond à un LA_{eq} de 48,4 dB(A) à l'extérieur

Secteurs à protéger

En application de la réglementation : $L_{aeq} < 60 \text{ dB(A)}$ 



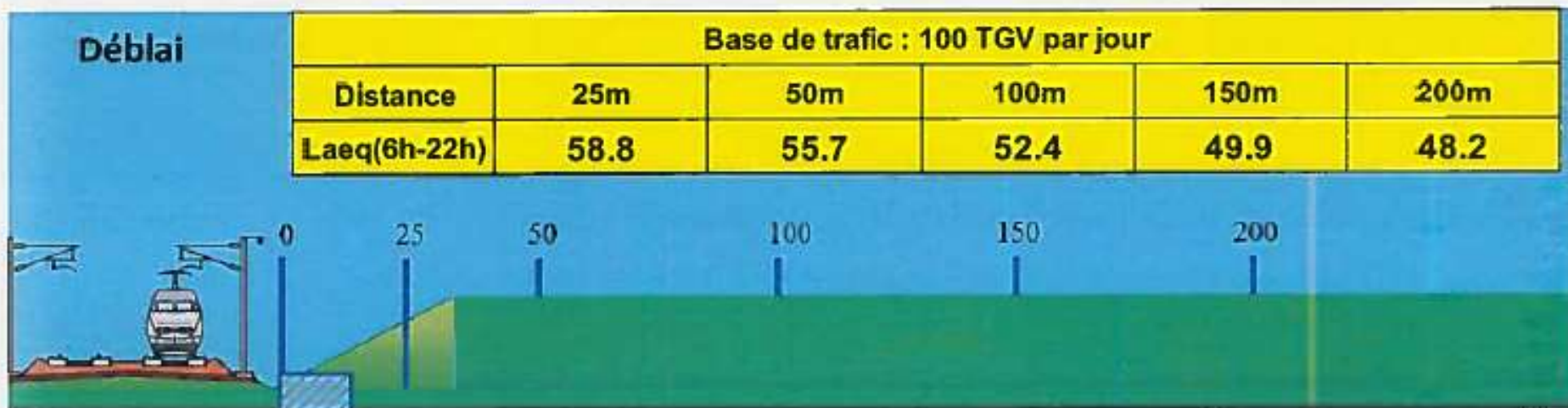
Complément selon recommandation de la mission : $L_{Amax} < 80 \text{ dB(A)}^*$ 



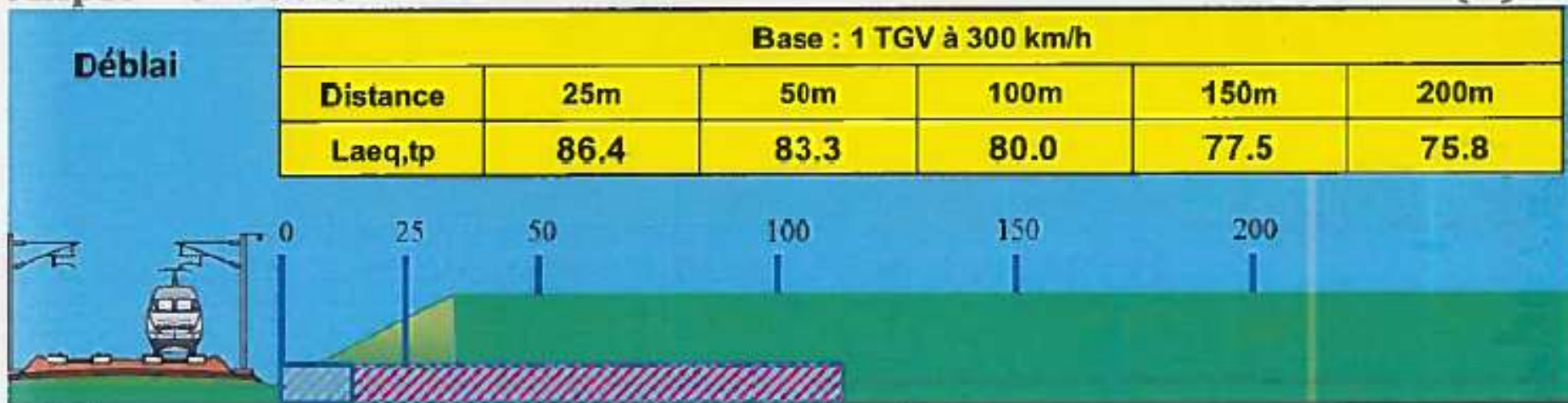
* $L_{aeq, tp} < L_{Amax}$

Secteurs à protéger

En application de la réglementation : $L_{aeq} < 60 \text{ dB(A)}$



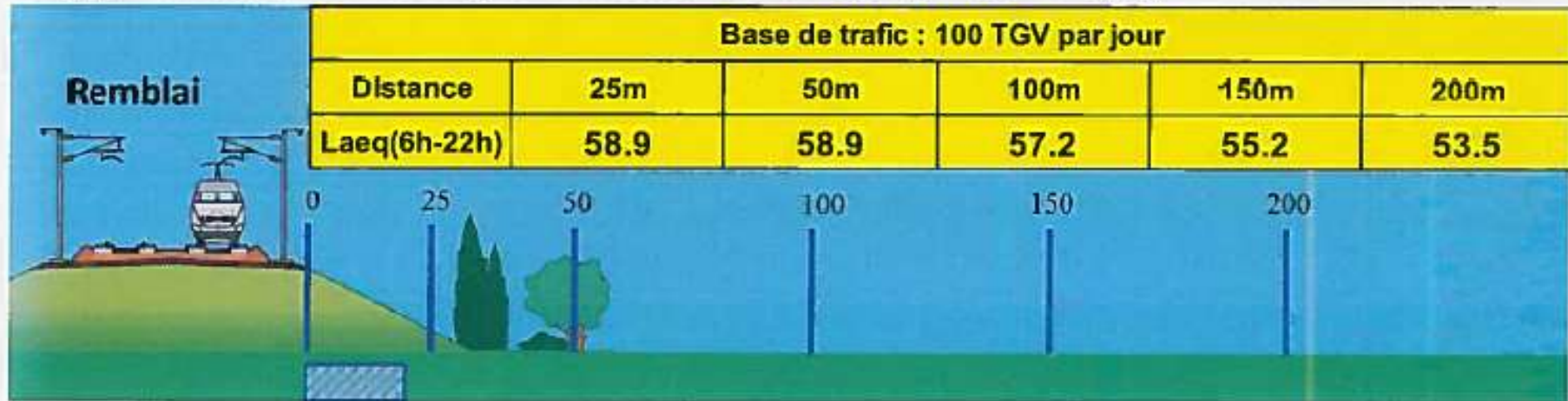
Complément selon recommandation de la mission : $L_{Amax} < 80 \text{ dB(A)}^*$ 



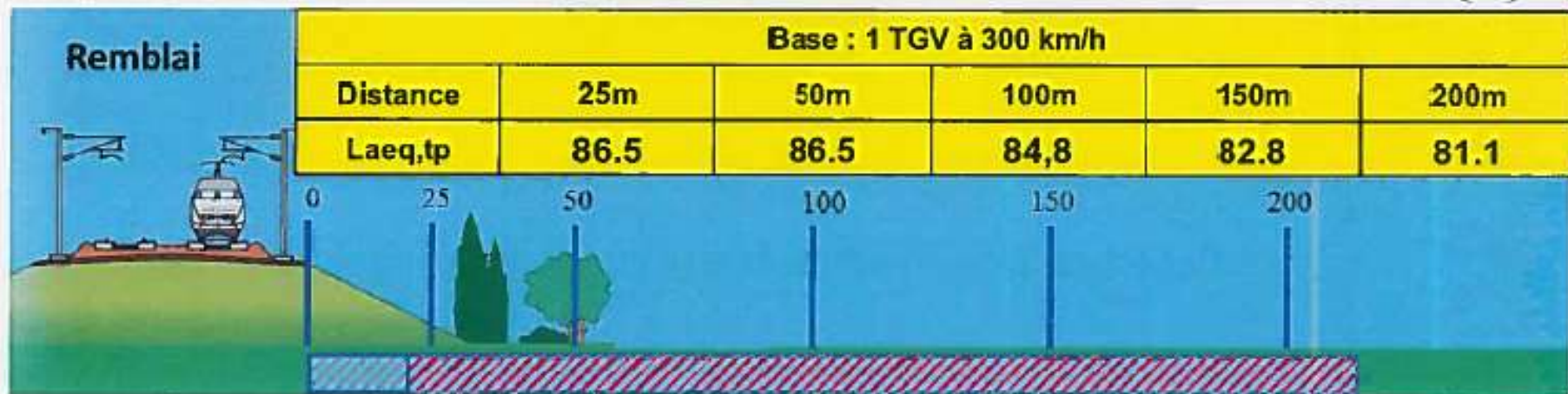
* $L_{aeq, tp} < L_{Amax}$

Secteurs à protéger

En application de la réglementation : $L_{aeq} < 60 \text{ dB(A)}$



Complément selon recommandation de la mission : $L_{Amax} < 80 \text{ dB(A)}^*$ 



⁺ $L_{aeq, tp} < L_{Amax}$

Plan d'action : prise en charge par les deux fonds : critères de priorités et mesures

Périmètre	- Sur les sections courantes de LGV
Double critère préalable d'éligibilité	- Habitations à usage de résidence principale ; - et dont l'acquisition ou le dépôt de permis de construire sont antérieurs aux dates d'ouverture des enquêtes préalables à la déclaration d'utilité publique (1 ^{er} juin 2006 pour la LGV BPL)
Priorité	- Priorité dans le temps en fonction de la fréquence des trains 2017 et 2040
Mesures générales	- Les habitations identifiées feront l'objet d'une analyse globale portant sur le bruit mais aussi le cas échéant sur l'aménagement paysager et sur les vibrations ; - Des études acoustiques et/ou vibratoires devront systématiquement être menées préalablement à la mise en œuvre des mesures de réduction des nuisances ; - Ces études devront examiner la faisabilité et l'efficacité des mesures de réduction des nuisances (bruit et cas échéant vibration) avec les principes directeurs suivants : <ul style="list-style-type: none">• les travaux doivent conduire à une amélioration perceptible à l'oreille (a minima 3 dB) ;• le coût des travaux ne doit pas être disproportionné par rapport au nombre et à la valeur des habitations qui en bénéficieront ;• lorsque les protections à la source ne sont pas réalisables (impossibilité technique ou solution disproportionnée pour abaisser le bruit), ou lorsque le bâti est isolé, une isolation de façade sera proposée.

Critères d'identification des cas les plus difficiles	1 - habitation exposée à un LAmax modélisé > ou = à 80 dB (A)	2 - habitation dont la mesure de vibration conduit à une vitesse efficace > ou = à 0,16 mm/s	3 - personnes et publics vulnérables : situation signalée auprès de l'ARS	4- maisons pour lesquelles une proposition amiable écrite a été faite (et refus du propriétaire)
Mesures :	Après étude acoustique, traitement pour diminuer les nuisances sonores (merlons écrans ou isolations phoniques)	Après étude vibratoire sur traitement pour diminuer les vibrations	Avis préalable des ARS sur la nature et la gravité de la situation puis traitement après étude acoustique et/ou vibratoire	Proposition d'acquisition amiable
Cas particuliers	<p>a) LA max modélisé > ou = à 85 dB et les protections à la source ne sont pas réalisables: proposition d'acquisition amiable</p> <p>b) Multi-exposition :</p> <ul style="list-style-type: none"> - LAmax modélisé > ou = à 80 dB(A) - et LAeq ambient > ou = à 60 dB(A) (autre infra. de transport) <p>→ traitement de l'habitation : réduction des nuisances à l'intérieur de la maison provenant de l'ensemble des sources de bruit.</p>	<p>a) Etude vibro acoustique préalable si l'habitation subie à la fois des nuisances phoniques (LAmax > ou = à 80 dB) et vibratoires (V > ou = à 0,16mm/s).</p> <p>S'il n'y a pas de solution efficace ou acceptable, proposition d'acquisition amiable.</p>	<p>a) Une attention particulière pour les crèches, écoles, assistantes maternelles situées à proximité des LGV (perturbation du sommeil).</p>	

Estimation financière des mesures réduction des nuisances

- Un besoin estimé à environ 11 M€ pour la LGV BPL
- La mission s'est appuyée sur la cartographie du LAmax de la LGV BPL
- 90 maisons situées à l'intérieur de la courbe LAmax 80 dB(A) (dont 13 au dessus de 85 dB) pourront être traitées en priorité et une cinquantaine de maisons derrière les nouvelles protections phoniques à l'intérieur de la courbe LAmax 75 dB(A) pourront bénéficier des protections collectives mises en place.
- Chiffrage fait à partir de propositions de protections acoustiques faite par SNCF réseau avec comme hypothèse des extensions et des rehaussements d'écran, des créations/extensions/rehaussements de merlon (sous réserve de leur faisabilité technique), des isolations de façades, le rachat de maisons, le traitement des vibrations, les aménagements paysagers et les frais d'ingénierie

Mise en œuvre : *recommandation 8*

- La mise en place de deux fonds pour le parachèvement des protections contre les nuisances phoniques, vibratoires et visuelles de chaque LGV
- Financement à 50 % par l'État et 50 % par les collectivités, comme pour le financement de la construction des deux LGV
- Gestion financière du fonds assurée par SNCF Réseau. ERE est maître d'ouvrage

Evolution de la réglementation : recommandations

☒ *Conserver les indicateurs de bruit moyennés conformément aux recommandations de l'OMS (Reco 10)*, car fondés sur des relations dose/réponse scientifiquement établies pour les effets à long terme

☒ *Poursuivre les études (Reco 11) :*

- sur les effets des pics de bruit sur la santé (notamment en pilotant une étude sur le bruit et les lignes LGV) ;
- sur l'identification d'un indicateur pour les pics de bruit et des seuils ;
- en fonction de ces seuils, élaborer un outil de modélisation pour ces indicateurs et des méthodes de mesures.

☒ *Dans l'attente, prévoir dans le cahier des charges des nouvelles infrastructures de mieux prendre en compte (Reco 12) :*

- les pics de bruit, en reprenant la méthode nordique retenue par la mission et le seuil de 80 dB(A),
- les vibrations en fixant un seuil de gêne de 0,16 mm/s de vitesse efficace.

MERCI pour votre attention

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/mediation-relative-aux-nuisances-genees-par-les-a2743.html>

Feuille de route des services de l'État (1/3)

La Ministre des Transports a missionné la Préfète de la Région Bretagne, coordinatrice du projet de LGV BPL, pour la mise en œuvre des recommandations de la mission CGEDD :

- Signature dès que possible d'un **protocole d'accord** entre l'État, SNCF-Réseau, ERE et les collectivités locales (a minima les deux Régions Bretagne et Pays-de-la-Loire) organisant la mise en œuvre du fonds de 11 M€
- Signature début 2020 d'une **convention de financement** (part État amenée via l'AFITF) pour la prise en charge des études et travaux



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
BRETAGNE

Feuille de route des services de l'État (2/3)

→ Mise en place d'une **gouvernance adaptée** :

- Un **comité régional** validant le programme d'actions et les besoins financiers annuels et assurant la cohérence de traitement à l'échelle de la ligne
- Une **instance départementale** pour l'instruction des dossiers, la préparation de la priorisation des actions et le suivi des études et des réalisations
- Un principe fort d'association des **associations des maires et des riverains**



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
BRETAGNE

Feuille de route des services de l'État (3/3)

Calendrier prévisionnel

→ A partir de 2019 :

Études complémentaires d'ERE (mesures de bruit et étude des vibrations)

Élaboration du cahier des charges des études permettant de définir les mesures de traitement des nuisances sonores

A partir des résultats des études : établissement d'un programme de traitement des nuisances sonores, hiérarchisé et priorisé suivant les critères proposés par la mission CGEDD (fréquence des trains, LA max, public vulnérable, vibrations...)

→ Premiers travaux en 2020



PRÉFET
DE LA RÉGION
BRETAGNE