



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Médiation relative aux nuisances générées par les TGV auprès des riverains des lignes Bretagne-Pays-de-la-Loire et Sud-Europe- Atlantique

Rapport n° 012345-01
établi par

Emmanuelle BAUDOIN, Sylvain LEBLANC et Catherine MIR

Avril 2019



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Résumé.....	6
Liste des recommandations.....	11
Introduction.....	14
1. Les nuisances induites par l'exploitation des trains à grande vitesse.....	17
1.1. Le bruit ferroviaire.....	17
1.1.1. <i>Les nuisances sonores.....</i>	<i>17</i>
1.1.2. <i>Effets sur la santé du bruit ferroviaire.....</i>	<i>22</i>
1.1.3. <i>Réglementation française en matière de protection contre le bruit d'origine ferroviaire</i>	<i>25</i>
1.2. Les vibrations.....	26
1.2.1. <i>Les différentes origines des vibrations.....</i>	<i>26</i>
1.2.2. <i>Les effets sur la santé des vibrations.....</i>	<i>28</i>
1.2.3. <i>Prise en compte des vibrations par les projets d'infrastructures ferroviaires</i>	<i>29</i>
2. La construction des lignes SEA et BPL et les nuisances constatées.....	30
2.1. La concertation et la prévention des nuisances lors de la construction des lignes. .	30
2.1.1. <i>La LGV Bretagne Pays de la Loire.....</i>	<i>30</i>
2.1.2. <i>La LGV Sud Europe Atlantique.....</i>	<i>33</i>
2.2. Le contrôle des engagements communaux et de l'État.....	35
2.3. Des observatoires socio-économiques et environnementaux ont été mis en place pour chacune des deux LGV.....	36
2.4. Des mesures de bruit pour vérifier que les modélisations acoustiques sont correctes et que la réglementation est respectée.....	36
2.4.1. <i>Sur la LGV BPL.....</i>	<i>36</i>
2.4.2. <i>Sur la LGV SEA.....</i>	<i>37</i>
2.4.3. <i>Les limites des mesures de bruit et de l'outil de modélisation utilisé pour l'étude acoustique : quelques mesures de bruit sont nécessaires pour s'assurer que les seuils ne sont pas dépassés.....</i>	<i>37</i>
2.5. Des mesures de vibration pour répondre aux plaintes des riverains.....	40
2.5.1. <i>Sur la LGV BPL.....</i>	<i>40</i>
2.5.2. <i>Sur la LGV SEA.....</i>	<i>40</i>
3. La mission de médiation.....	43
3.1. Déroulement de la mission : (rencontres, visites, écoute).....	43
3.2. Bilan de la concertation : principaux problèmes rencontrés et demandes.....	44

3.2.1. Les nuisances telles que ressenties par les riverains.....	44
3.2.2. Demandes des riverains, des associations et des maires.....	45
4. Les perspectives en matière de réduction et d'évolution des nuisances phoniques une fois la LGV réalisée.....	48
4.1. Le matériel TGV.....	48
4.1.1. Les différents matériels qui circulent aujourd'hui sur les deux LGV ont une signature acoustique équivalente.....	48
4.1.2. La nouvelle commande de la SNCF : le TGV 2020, quelques décibels en moins à attendre ;.....	49
4.1.3. L'évolution du matériel TGV dans le monde.....	50
4.1.4. Ouverture à la concurrence.....	51
4.2. L'infrastructure, son entretien et l'entretien du matériel.....	51
4.2.1. Les roues et le rail sont régulièrement reprofilés et meulés.....	52
4.2.2. Pas de différence significative des émissions de bruit entre plate-forme classique et plate-forme bitume.....	52
4.3. La vitesse.....	52
4.4. Les évolutions de trafic.....	55
4.4.1. Le trafic TGV.....	55
4.4.2. Le trafic fret grande vitesse.....	55
4.4.3. Le trafic TER grande vitesse.....	55
5. Analyse de la concertation et propositions.....	57
5.1. Les critères qui font consensus, avec un choix, pour la mise en œuvre d'indicateurs simples et facilement calculables.....	57
5.1.1. Le niveau des pics de bruit.....	58
5.1.2. Le nombre de pics de bruit aujourd'hui et à l'horizon de 20 ans.....	60
5.1.3. La prise en compte de certains sites particuliers.....	60
5.1.4. Les personnes et publics vulnérables.....	60
5.1.5. La prise en compte des vibrations.....	61
5.1.6. Les situations de multi-exposition.....	61
5.2. Modalités de hiérarchisation afin de déterminer les situations les plus difficiles en termes de nuisances.....	62
5.2.1. Cas général.....	63
5.2.2. Cas des habitations soumises à des vibrations ou à une multi-exposition.....	64
5.2.3. Cas des habitations soumises à une multi-exposition.....	64
5.2.4. Cas des personnes vulnérables.....	64
5.3. Outils permettant de réduire les nuisances.....	65
5.3.1. Dispositifs pour réduire le bruit.....	65
5.3.2. Dispositifs pour réduire les vibrations.....	66
5.3.3. Traitement paysager.....	67

5.4. Propositions pour les modalités de mise en œuvre des mesures de réduction des nuisances.....	67
5.5. Estimation financière des mesures de réduction des nuisances pour les situations les plus difficiles.....	69
5.5.1. <i>Un besoin estimé à 11 M€ pour la LGV BPL et 22M€ pour la LGV SEA.....</i>	69
5.5.2. <i>La mission propose la mise en place de deux fonds pour le parachèvement des protections contre les nuisances phoniques, vibratoires et visuelles de chaque LGV.....</i>	70
5.6. La gouvernance : un protocole d'accord au niveau régional et une mise en œuvre au niveau départemental, au plus près du terrain.....	71
5.7. Le calendrier prévisionnel : deux phases avec des mesures immédiates.....	72
5.7.1. <i>Première phase : mesures immédiates.....</i>	72
5.7.2. <i>2^e phase : mise en place du fonds et réalisation des travaux.....</i>	73
6. Recommandations sur l'évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicables aux nouvelles infrastructures ferroviaires.....	76
6.1. La réglementation française et européenne en matière de bruit ferroviaire.....	76
6.1.1. <i>Cadre réglementaire européen.....</i>	76
6.1.2. <i>Cadre réglementaire national pour les infrastructures terrestres et le bruit aérien.....</i>	78
6.2. Réglementation sur le bruit ferroviaire dans les autres pays.....	81
6.2.1. <i>Autres pays de l'Union européenne.....</i>	81
6.2.2. <i>Pays hors Union européenne.....</i>	82
6.3. Avis d'instances sanitaires ou environnementales sur la prise en compte des pics de bruit.....	82
6.3.1. <i>Recommandations de l'OMS.....</i>	82
6.3.2. <i>Avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.....</i>	83
6.3.3. <i>Avis de l'Anses.....</i>	84
6.3.4. <i>Note de l'Autorité environnementale sur la prise en compte du bruit dans les projets d'infrastructures routiers ou ferroviaires.....</i>	84
6.4. Comment mieux prendre en compte à l'avenir les pics de bruit dans les projets d'infrastructures grande vitesse.....	85
6.4.1. <i>Enseignements retenus suite à la mission.....</i>	85
6.4.2. <i>Propositions.....</i>	86
7. Conclusion.....	89
Annexes.....	91
1. Lettre de mission.....	92
2. Le bruit et les indicateurs d'exposition au bruit.....	94
2.1. Le bruit.....	94

2.2. Les indicateurs de bruit.....	94
2.3. Comment s'ajoutent les bruits ?.....	97
3. Effets sur la santé du bruit des transports.....	100
3.1. État des connaissances sur l'impact sur la santé du bruit.....	100
3.2. Complexité des facteurs conduisant à une gêne.....	101
3.3. Les études sur les effets des pics de bruit sont peu nombreuses et portent sur les troubles du sommeil.....	102
3.3.1. <i>L'Anses estime les études insuffisantes pour élaborer des indicateurs et proposer des valeurs de gestion des pics de bruit.....</i>	102
3.3.2. <i>Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France propose des seuils (niveau de pics et nombre de pics) pour la période nocturne.....</i>	102
3.3.3. <i>Recommandations de l'OMS.....</i>	103
4. Les projets et les différentes étapes de la conception de la réalisation et de la concertation.....	106
4.1. La LGV Bretagne Pays de Loire.....	106
4.1.1. <i>Le projet.....</i>	106
4.1.2. <i>Principales étapes de la réalisation de la LGV Bretagne Pays de la Loire... ..</i>	108
4.1.3. <i>Une concertation menée par RFF puis par ERE après l'avant-projet sommaire (APS) : un tracé qui a évolué entre l'APS et la réalisation.....</i>	110
4.1.4. <i>Des protections acoustiques dimensionnées sur la base de l'APD définitif avec un objectif de résultat : répondre à la réglementation existante.....</i>	111
4.1.5. <i>Des hypothèses prises pour les études acoustiques permettant de définir des protections phoniques qui respectent la réglementation actuelle.....</i>	111
4.1.6. <i>La cartographie des risques vibratoires conclut à l'absence de risque de dommage.....</i>	115
4.2. LGV Sud Europe Atlantique.....	115
4.2.1. <i>Le projet.....</i>	115
4.2.2. <i>Principales étapes de la réalisation de la LGV Sud Europe Atlantique.....</i>	117
4.2.3. <i>Comme pour la LGV BPL, une concertation d'abord menée par RFF puis par LISEA, qui a conduit à un cahier des engagements de l'État et un cahier des engagements communaux.....</i>	119
4.2.4. <i>Des hypothèses prise par LISEA pour dimensionner les protections acoustiques avec un objectif de résultat : respecter la réglementation actuelle.....</i>	120
4.2.5. <i>Le cas particulier des vibrations.....</i>	124
5. Les mesures de bruit.....	126
5.1. Les mesures de bruit sur la LGV BPL.....	126
5.2. Les mesures de bruit sur la LGV SEA.....	127
6. Étude des plaintes relatives aux vibrations, réalisée par le Cerema à la demande de LISEA.....	129

6.1. Extraits du cahier des charges de l'étude.....	129
6.2. Conclusions de l'étude.....	134
7. Signature acoustique des trains.....	135
8. Évolution du niveau sonore des trains en fonction de la vitesse.....	140
9. Extrait du document « Railway Traffic Noise- Nordic prédiction Method » du Nordic council of ministers, relatif à la prise en compte de la météo dans la nouvelle méthode de prédiction nordique.....	141
10. Cartographie des pics de bruit (LAmax) modélisés selon la méthode nordique (TEMA Nord 1996-524).....	142
11. LGV BPL : comparaison des indicateurs LAeq jour et Lden, LAeq nuit et Lnight.....	200
12. Spécifications techniques d'interopérabilité.....	201
13. Parangonnage sur la réglementation relative au bruit ferroviaire dans le monde.....	203
14. Liste des personnes rencontrées.....	205
15. Glossaire des sigles et acronymes.....	220

Résumé

Suite à la mise en service le 2 juillet 2017 des deux lignes grande vitesse (LGV) Bretagne-Pays de la Loire (LGV BPL) et Sud Europe Atlantique (LGV SEA), réalisées par Eiffage Rail Express (ERE) par contrat de partenariat pour la première et par la société LISEA en concession pour la seconde, de nombreux riverains, relayés par les maires et parlementaires concernés, se sont plaints des nuisances phoniques liées au passage des trains grande vitesse (TGV). Les campagnes de mesures acoustiques ont montré, à trois exceptions près, que la réglementation sur le bruit était bien respectée. Madame la ministre chargée des transports a constaté que la situation n'était pas satisfaisante et que la question de la prise en compte des pics de bruit devait être posée. Elle a demandé au Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) de diligenter une mission de médiation. Celle-ci consiste dans un premier temps à définir, en concertation avec les riverains et élus et en association avec les préfets, des critères objectifs permettant d'identifier les habitations les plus exposées aux nuisances sonores, de les recenser et de proposer des compléments de protection pouvant aller jusqu'à des acquisitions amiables. La mission doit également proposer des modalités de financement par l'État et les principales collectivités concernées ainsi qu'un calendrier de mise en œuvre. Dans un deuxième temps, elle doit émettre toutes recommandations sur l'évolution de la réglementation en matière de nuisance sonore applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires.

Lors des entretiens que la mission a eus sur le terrain avec les riverains et élus, dans chacun des neuf départements visités, la question des vibrations a été systématiquement soulevée, même si les pics de bruit sont incontestablement la nuisance principale évoquée. La gêne évoquée est exacerbée notamment par des inquiétudes sur l'évolution du trafic à venir et la vue sur la ligne qui rappelle la présence permanente de la source de nuisances sonores.

Les riverains font part de leur sentiment d'avoir été trompés, constatant que le profil en long et les protections phoniques finalement réalisés sont parfois différents de ceux présentés dans le dossier de l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) et assimilant des merlons paysagers à des protections phoniques alors qu'ils les jugent inefficaces du point de vue acoustique. Ils souhaitent avoir connaissance des niveaux de bruit recalculés pour les trafics à 20 ans retenus dans la DUP et émettent des doutes sur les mesures de bruit réalisées dans des conditions climatiques défavorables à la propagation du son. Ils mettent systématiquement en cause les indicateurs de bruit moyennés¹ – LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) – utilisés dans la réglementation applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires. Ils demandent la prise en compte d'un indicateur reflétant les pics de bruit. Ils attendent prioritairement une diminution des nuisances sonores à la source avec du matériel moins bruyant et des protections collectives type merlons ou murs anti-bruit. Certains demandent un abaissement de la vitesse commerciale.

Suite aux entretiens avec la SNCF, il s'avère que tous les trains circulant sur les deux lignes ont la même signature acoustique, avec des vitesses maximales de 300 ou 320 km/h. Il y a bien quelques décibels (dB) en moins à attendre pour la nouvelle commande « TGV 2020 » mais aucune nouvelle évolution technologique majeure

¹ Le LAeq est le niveau de bruit continu équivalent au niveau sonore moyen sur une période déterminée (6h-22h ou 22h-6h) exprimé en dB(A)

n'est identifiée à ce jour qui permettrait, comme dans les années 1990 à 2000, d'abaisser de 10 à 15 dB(A) le bruit des TGV. L'ouverture à la concurrence du marché national, en termes de trafic, ne devrait pas apporter de bouleversement, mais conduirait plutôt à un partage du marché. Dans la mesure où la politique de la SNCF consiste désormais à maximiser le nombre de voyageurs sans augmenter le nombre de trains, il est fort probable que les prévisions de trafic soient moins importantes que prévues. Par ailleurs tout matériel circulant en Europe doit respecter le seuil de bruit de la réglementation européenne fixant un niveau maximal d'émission pour les trains (soit les spécifications techniques d'interopérabilité « bruit » en vigueur au moment de sa première mise en circulation). Les niveaux de bruit des matériels mis en circulation après la publication en 2008 de la première spécification technique d'interopérabilité (STI) sont équivalents à ceux des trains qui circulent aujourd'hui sur les deux LGV. A contrario, ceux mis en service avant cette date n'ont pas d'obligation réglementaire en matière de bruit. La mission propose la mise en place d'une tarification des infrastructures différenciée, afin de favoriser les trains les moins bruyants, s'il s'avérait que de nouveaux entrants envisageaient d'utiliser du matériel roulant dont le niveau de bruit est supérieur à la STI en vigueur.

La mission a considéré que l'abaissement généralisé de la vitesse des TGV n'était pas à retenir, cette solution ne faisant pas consensus et remettant en cause l'utilité publique globale des deux LGV.

Pour donner aux riverains une information actualisée sur la topographie et les murs et merlons anti-bruit mis en place sur la LGV BPL, la société ERE s'est engagée à diffuser les documents relatifs au projet définitif, étant entendu qu'il n'y a pas d'anomalie à ce que les protections phoniques définitives, comme dans tout projet d'infrastructure, soient légèrement différentes, suite aux études détaillées, de celles mentionnées dans le dossier de DUP. ERE et LISEA ont par ailleurs, à la demande de la mission, procédé au recalage des mesures de bruit pour le trafic à 20 ans. ERE et LISEA ont une obligation de résultat tout au long de leur contrat (reprise ensuite par SNCF Réseau), avec prise en charge des travaux si le seuil de LAeq (6h-22h) de 60 dB(A) ou de LAeq (22h-6h) de 55 dB(A) était dépassé. La mission recommande que chaque année soit publiée sur le site d'ERE et de LISEA l'évolution du trafic des trains par secteur et que SNCF Réseau veille à ce qu'une évolution notable de trafic ne conduise pas à dépasser ces seuils.

La mission a analysé toutes les mesures de bruit réalisées après mise en service et recherché celles qui, pour d'autres conditions météorologiques, pourraient dépasser ces seuils. Seuls deux cas ont été détectés : ERE a donné son accord pour refaire ces mesures et traiter les maisons si les seuils réglementaires s'avéraient dépassés.

Suite à la concertation, il s'avère que les critères faisant consensus, pour prioriser les habitations les plus exposées, sont les suivants :

- le niveau de pics de bruit,
- le nombre journalier de pics de bruit aujourd'hui et à horizon de 20 ans,
- les particularités de certains sites où l'outil de modélisation acoustique est imparfait et où de nouvelles mesures de bruit devront être diligentées,
- les personnes et publics vulnérables, après avis de l'agence régionale de santé (ARS) sur la nature et gravité de la situation,
- les vibrations,

- les situations de multi exposition.

La mission propose de retenir ces critères et de les mettre en œuvre sur les sections courantes des LGV en appliquant un principe d'antériorité² et en excluant les résidences secondaires.

La mission a cherché un moyen rapide d'évaluer le niveau des pics de bruit et s'est appuyée sur la méthode dite « nordique », qui permet de réaliser des cartes isophoniques du L_{Amax} slow (niveau maximum de bruit durant une seconde pendant le passage du train), pour le train le plus bruyant, circulant à la vitesse maximale autorisée : ces cartes permettent de visualiser la propagation du L_{Amax} et de cibler les constructions subissant les pics de bruit les plus élevés. ERE et LISEA ont accepté de financer de telles études. Pour des raisons techniques, celle de la LGV SEA ne pourra être disponible qu'à l'été 2019.

Pour déterminer un niveau de pic de bruit à retenir, la mission a, dans un premier temps, cherché à s'appuyer sur l'état des connaissances de l'impact du bruit sur la santé. De nombreuses enquêtes épidémiologiques ont été conduites pour décrire la relation entre les indicateurs de niveau de bruit moyennés, tels que le L_{Aeq} et le L_{den}³, et l'impact sur la santé. Il n'en est pas de même pour les effets sanitaires associés aux événements ponctuels sonores, si ce n'est pour leur impact principal concernant les troubles du sommeil. Elle a donc pris pour référence un seuil de 80 dB(A) pour aller dans le sens des recommandations figurant dans les lignes directrices 2018 de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) pour cet effet sur la santé. Ainsi la mission considère que les habitations, identifiées comme potentiellement exposées à un niveau de pic de bruit supérieur à 80 dB(A) selon la cartographie isophonique des L_{Amax} modélisée, pourraient utilement faire l'objet d'une protection acoustique complémentaire.

La mission propose que les constructions ainsi identifiées, et qui, de surcroît, sont exposées à un bruit ambiant supérieur à un L_{Aeq} jour de 60 dB(A) dû à une autre infrastructure de transport, fassent l'objet d'un traitement spécifique permettant de réduire les nuisances sonores de l'ensemble des sources de bruit à l'intérieur de la maison. Ponctuellement, une acquisition amiable sur la base d'une estimation des domaines ne tenant pas compte de la présence de la LGV pourrait être proposée dans les trois cas suivants : au-delà de 85 dB(A) de L_{Amax} si des protections phoniques à la source ne peuvent être réalisées, lorsqu'il y a cumul de gêne vibratoire et d'un L_{Amax} supérieur ou égal à 80 dB(A) sans possibilité de traitement efficace, ou lorsqu'une acquisition amiable avait été proposée par écrit avant la construction des lignes et refusée par le propriétaire.

Les études nombreuses sur les vibrations émises par les circulations des trains montrent que la gêne liée au bruit peut être exacerbée si elle se cumule avec un phénomène de vibration. Il n'existe pas aujourd'hui de réglementation pour prévenir la gêne d'origine vibratoire, ERE et LISEA n'ayant en charge que les cas où le seuil de dommage est atteint (aucune habitation recensée). Dès lors, la mission a retenu un seuil de vitesse efficace de 0,16 mm/s pour la gêne en se fondant sur des études européennes et sur les seuils retenus par d'autres pays européens ainsi que par le réseau du Grand Paris Express. Bien que ce seuil ne soit pas réglementaire, LISEA et

² Exclusion des habitations dont l'acquisition ou le dépôt du permis de construire est postérieur à la date d'ouverture de l'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique.

³ Indicateur moyenné qui prend en compte une pondération selon la période de nuit, de soirée et de jour.

ERE ont accepté de diligenter les études et mesures complémentaires de vibrations pour identifier les habitations dépassant ce niveau de gêne.

Le phénomène de vibration par le sol peut être amplifié par certaines structures de bâtiment (ossature bois). Lors du classement des LGV (article L.571-10 du code de l'environnement), la mission recommande que les préfets de département informent les communes de tels phénomènes pour interdire ce type de construction dans les plans locaux d'urbanisme aux abords des LGV dans les zones recensées à risque vibratoire.

Les entretiens avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement (Cerema) montrent que non seulement les vibrations émises par le passage des TGV sont transmises par le sol, mais aussi par l'air selon un phénomène mal connu qu'il s'agira d'approfondir.

Une fois les habitations recensées, des études acoustiques et/ou vibratoires devront être diligentées, l'analyse devant être globale et porter non seulement sur le bruit mais aussi sur l'aménagement paysager et le cas échéant les vibrations. La mission a estimé, notamment à partir de la cartographie du LAmox réalisée pour BPL, le montant du financement nécessaire des travaux à 11 M€. Ceci conduit, au regard de la longueur de la ligne et de la densité de population, à un montant extrapolé de 22 M€ sur la LGV SEA. Ce dernier montant devra être précisé après production de la cartographie du LAmox de cette ligne. La mission propose que deux fonds d'un montant forfaitaire soient mis en place sur chacune des lignes, abondés à parité entre l'État et les collectivités. Ils devront faire chacun l'objet d'un protocole d'accord entre l'État, les régions concernées, ERE ou LISEA, et SNCF Réseau définissant le montant global, les principes et modalités d'intervention et la répartition des fonds entre départements. Les principes et modalités d'intervention devront être les mêmes sur les deux LGV. Des comités départementaux présidés par le préfet et associant notamment les co-financeurs et les maires concernés instruiront les dossiers détaillant les actions envisagées et procéderont au choix des mesures les plus adaptées aux situations. ERE et LISEA assureront la maîtrise d'ouvrage des études et travaux, et SNCF Réseau la gestion des fonds et le conseil aux préfets. Concernant les travaux sur les bâtis, les propriétaires devront en déléguer la maîtrise d'ouvrage.

Des mesures immédiates financées par ERE et LISEA peuvent être diligentées : nouvelles mesures de bruit et de vibration. ERE a proposé d'apporter quelques « centaines de milliers d'euros » sur des situations urgentes dès lors qu'elles s'appuient sur des critères clairs notifiés par le préfet coordonnateur, préfet de Bretagne.

S'agissant de l'évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires, la mission recommande de conserver les indicateurs moyennés LAeq ou Lden qui pourraient être complétés par un indicateur prenant en compte les pics de bruit. En effet, l'OMS et l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) recommandent de conserver des indicateurs moyennés, car, à ce jour, eux seuls permettent d'évaluer et de gérer l'impact du bruit sur la santé. À part le Japon qui est en train de revoir sa position, tous les pays dans le monde gardent dans leur réglementation un indicateur moyenné, avec parfois, en complément un indicateur de type LAmox. Pour les LGV, le Lden ne constitue pas une amélioration pour les riverains par rapport au LAeq (6 h-22 h) compte tenu du faible nombre de trains circulant la nuit.

Les lacunes dans les connaissances ne permettent pas aujourd'hui de fixer un seuil réglementaire pour les pics de bruit sur la base de l'évidence d'effets sur la santé, sauf pour la période nocturne et les effets sur le sommeil. Aussi, la mission recommande de poursuivre les études sur les effets des pics de bruit : il pourrait être demandé à l'Anses de piloter une étude sur les effets sur la santé (gêne et perturbation du sommeil) observées sur les populations riveraines de lignes LGV, mais aussi de poursuivre les travaux sur l'identification d'un indicateur permettant de refléter les pics de bruit. Un outil de modélisation devrait ensuite être élaboré afin de prendre en compte ces seuils dans les futurs projets de LGV.

Dans l'attente, la mission propose de prendre en compte dans le cahier des charges des futures LGV, en sus de la réglementation actuelle, d'une part les pics de bruit en y inscrivant un seuil à ne pas dépasser et d'autre part un seuil de gêne pour les nuisances vibratoires. En ce sens, les outils développés dans le cadre de cette mission de médiation pourraient être utilisés pour ces nouvelles infrastructures ferroviaires.

Liste des recommandations

- 1. Publier chaque année sur internet les trafics moyens journaliers annuels (TMJA) des trains pour chaque tronçon des sections courantes et leur évolution par rapport aux TMJA 2017 (ERE, LISEA). Si nécessaire, au vu de la progression du trafic, vérifier si de nouvelles mesures de bruit doivent être diligentées pour s'assurer que les seuils de 60 dB en LAeq jour et 55 dB en LAeq nuit ne sont pas dépassés et qu'en cas de dépassement, les éventuels travaux de protection acoustique soient réalisés à la charge d'ERE et de LISEA (SNCF réseau).....39**
- 2. Poursuivre la recherche sur les effets en champ lointain et la modélisation de l'effet de souffle produit par les trains à grande vitesse (Cerema, SNCF réseau).....41**
- 3. Finaliser les mesures de vibrations le long de la ligne SEA en suivant les recommandations du Cerema (LISEA) ; 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 (ERE).....42**
- 4. Mettre en place des mesures tarifaires différenciées sur les redevances d'infrastructures des deux LGV favorisant les trains les moins bruyants s'il s'avérait que, suite à l'ouverture à la concurrence, les nouveaux opérateurs envisagent d'utiliser du matériel roulant dont les émissions sonores sont supérieures aux seuils des spécifications techniques d'interopérabilité (SNCF Réseau pour BPL et LISEA pour SEA).....51**
- 5. Prévoir dans le cahier des charges des futures infrastructures ferroviaires grande vitesse que les habitations, pour lesquelles un des seuils fixé pour les nuisances sonores ferroviaires est dépassé et qui sont également exposées à un niveau de bruit ambiant excédant 60 dB(A) le jour (6h-22h) en raison de la présence d'une autre infrastructure de transport terrestre, fassent l'objet d'un traitement acoustique du bâti permettant de réduire ces nuisances cumulées à l'intérieur des habitations. (DGITM).....62**
- 6. Proposer l'acquisition amiable, sur la base de l'estimation des domaines (valeur ne prenant pas en compte la présence de la LGV), aux propriétaires des maisons dans les trois cas suivants : 1 - maisons exposées à des pics de bruit supérieurs à 85 dB(A) en LAmox modélisé si la réalisation de protection à la source n'est pas réalisable ; 2 - propriétaires à qui une telle proposition écrite avait été faite avant la**

construction des lignes 3 - maisons exposées à des pics de bruit supérieurs à 80 dB(A) modélisé et à un niveau de vibrations supérieur au seuil de gêne si les mesures permettant d'abaisser les nuisances sont infaisables ou d'un coût disproportionné.....69

7.Procéder à une analyse globale des nuisances (bruit, vibrations, paysage) subies par les riverains pour les habitations soumises à des pics de bruit modélisés supérieurs à 80 dB(A) ou à des vibrations dépassant le seuil de gêne de 0,16 mm/s ; étudier la faisabilité et réaliser les mesures de protection pouvant être obtenues au plus près de l'infrastructure lorsque cela s'avère techniquement possible pour un coût acceptable ; veiller à la qualité et à la bonne mise en œuvre des aménagements paysagers.....69

8.Mettre en place deux fonds financés à 50 % par l'État et 50 % par les collectivités, pour le parachèvement des protections phoniques, vibratoires et visuelles, pour un montant forfaitaire de 11 M€ pour la LGV BPL et un montant estimé à 22 M€ pour la LGV SEA, montant à préciser après la production des cartes isophoniques de LAmox pour cette ligne.
.....71

9.Finaliser, en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement, le classement des différents tronçons des deux lignes grande vitesse en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic et définir les périmètres dans lesquels les nouvelles constructions doivent être dotées d'un isolement acoustique adapté. Recommander aux maires de faire figurer dans les plans locaux d'urbanisme les secteurs dans lesquels il est interdit de construire des habitations dotées de structure en bois (Préfets de département).....81

10.Conserver les indicateurs de bruit moyennés (Lden, LAeq jour et LAeq nuit), conformément aux recommandations de l'OMS pour mieux évaluer et gérer l'impact à long terme du bruit sur la santé (DGPR).....88

11.Poursuivre les études sur les effets des pics de bruit sur la santé : demander à l'Anses de piloter une étude sur les effets sur la santé (gêne et perturbation du sommeil) observés sur les populations riveraines de lignes LGV et de poursuivre ses travaux sur l'identification d'un indicateur et de seuils pertinents pour les pics de bruit ; demander la réalisation un outil de modélisation permettant de prévoir en fonction de la morphologie de l'infrastructure et du terrain, de la météo et la nature des sols, le niveau des pics de bruit mesuré avec cet indicateur et faire tester la robustesse de cet outil sur la base de mesures réalisées sur le terrain (DGPR, DGITM).....89

12. Prendre en compte dans les cahiers des charges des lignes grande vitesse d'une part les pics de bruit en y inscrivant un seuil de pic de bruit à ne pas dépasser et d'autre part les vibrations en fixant un seuil de gêne pour les nuisances vibratoires (DGITM, SNCF réseau).....90

Introduction

Dès la mise en service des deux lignes grande vitesse (LGV) Bretagne-Pays de la Loire (BPL) et Sud Europe Atlantique (SEA) en juillet 2017 de nombreux riverains se sont plaints, dans les neuf départements traversés, des nuisances liées au passage des trains grande vitesse (TGV) et auxquelles ils ne s'attendaient pas, notamment le bruit, mais aussi les vibrations. 520 formulaires de plainte (chacun pouvant comporter plusieurs habitations) ont alors été transmis pour la ligne BPL, 420 plaintes et 22 pétitions transmises pour la ligne SEA.

Ces plaintes ont été relayées par des associations de protection de l'environnement existantes. Un Collectif pour la Représentation des Intérêts des riverains des deux LGV (CRI) fédérant ces associations s'est constitué. De nombreuses actions ont été engagées par ces associations et ce collectif : recensement et transmission des plaintes, réalisation de fiches sur les situations localement difficiles, implication dans les comités de suivi, communiqués de presse, saisines des maires, des parlementaires, des ministres et du Président de la République.

Les maires des 180 communes traversées par les LGV étaient eux-mêmes organisés en association (Association des communes traversées par la LGV Bretagne-Pays de la Loire, Coordination interrégionale LGV Sud-Europe-Atlantique et Bretagne-Pays de la Loire). S'ils reconnaissent l'utilité des deux lignes, ils demandent que soient trouvées des solutions qui permettent d'améliorer le quotidien des riverains.

Les parlementaires interpellés se sont mobilisés lors des débats parlementaires sur le projet de loi pour un nouveau pacte ferroviaire et ont déposé un amendement demandant au Gouvernement de présenter, dans un délai de cinq mois après promulgation de la loi⁴, un rapport sur l'intégration d'indicateurs permettant de retranscrire l'exposition de la population aux pics de bruit dans la réglementation relative aux nuisances sonores des infrastructures ferroviaires. Cet amendement parlementaire a été retenu dans la version promulguée à l'article 36 de la loi. Le rapport du Gouvernement au Parlement a été transmis le 21 décembre 2018 au Sénat.

À la demande de madame la ministre des transports, les deux gestionnaires des infrastructures BPL⁵ et SEA⁶ ont réalisé d'avril à juin 2018 des campagnes de mesures afin de vérifier le respect de la réglementation relative aux nuisances sonores des infrastructures ferroviaires⁷. Les 404 mesures acoustiques effectuées n'ont révélé que trois situations d'exposition des riverains non conformes.

Cependant, cette réglementation ne prend pas en compte explicitement les pics de bruit liés au passage des TGV, les indicateurs de bruit diurne et nocturne prévus par la réglementation⁸ correspondant à des moyennes annuelles journalières pour les périodes concernées.

⁴ Loi n° 2018-515 du 27 juin 2018 pour un nouveau pacte ferroviaire.

⁵ ERE (Eiffage Rail Express) est titulaire d'un contrat de partenariat pour le financement, la conception, la construction, l'entretien (y compris le renouvellement) de la ligne LGV BPL.

⁶ La société LISEA est concessionnaire de la ligne SEA.

⁷ Les niveaux de bruit à respecter par les deux infrastructures sont ceux prévus pour les secteurs à ambiance modérée par l'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires.

⁸ LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) exprimés en dB(A) ; le LAeq est le niveau de bruit continu équivalent au niveau sonore moyen sur une période déterminée (6h-22h ou 22h-6h) exprimé en dB(A).

La demande de la ministre chargée des transports au CGEDD

La ministre, considérant que la situation n'était pas satisfaisante malgré le respect des seuils de bruit imposés aux deux gestionnaires des infrastructures, a demandé au CGEDD de conduire une mission de médiation et d'expertise relative aux nuisances ressenties par les riverains des deux LGV pour :

- dans un premier temps établir des critères objectifs qui permettent d'identifier les situations les plus difficiles rencontrées localement et de proposer des solutions pour y remédier (compléments de protection phonique, ponctuellement rachat d'habitation), ainsi qu'un calendrier de mise en œuvre et les modalités de financement ;
- puis, au vu de l'analyse conduite dans cette première phase, émettre toute recommandation utile pour une éventuelle évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores, applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires.

La mission porte essentiellement sur les nuisances sonores liées aux infrastructures ferroviaires, mais traite également la question des vibrations, même si cette nuisance ferroviaire n'est pas réglementée.

Une mission de médiation pour améliorer la situation des riverains les plus impactés

Il est demandé à la mission de conduire la première phase de ses travaux dans le cadre d'une large concertation avec les riverains et les élus des territoires concernés, en association avec les préfets de département.

Les « critères objectifs » retenus doivent permettre de répondre de façon équitable et proportionnée aux plaintes très nombreuses rapportées par les riverains. Ils ne pourront répondre à toutes les demandes des riverains, mais devront être considérés comme justifiés par le plus grand nombre.

S'agissant des mesures de protection du bruit, il conviendra de vérifier leur faisabilité et leur efficacité. Enfin le coût de l'ensemble des mesures doit être acceptable pour les parties prenantes susceptibles de les financer.

La mise en œuvre des critères et des mesures retenus devra se faire en toute transparence, selon un calendrier au plus proche de l'attente des riverains fortement impactés.

La question de la prise en compte des pics de bruit par la réglementation

La deuxième phase de la mission a pour objet de tirer les conclusions des travaux précédents pour formuler des recommandations sur l'évolution de la réglementation relative aux nuisances sonores des infrastructures ferroviaires. Le but recherché par cette évolution serait une meilleure prise en compte des pics de bruit, grâce à des indicateurs dits « événementiels ».

La contribution de la mission à cette réflexion ne peut qu'être limitée aux enseignements retenus lors de la première phase de médiation, car la modification de la réglementation nécessite une expertise de données scientifiques sur les effets des pics de bruit sur la santé, puis des travaux sur l'impact d'une telle modification réglementaire.

Le présent rapport s'attache à présenter, dans un premier temps, l'état des connaissances sur les nuisances ferroviaires et leurs effets sur la santé. Il examine la mise en œuvre de la prévention de ces nuisances par les deux gestionnaires des lignes, notamment les modalités de construction des deux lignes, la concertation avec des maires et des riverains, ainsi que les résultats des campagnes de mesures de bruit. Il veille à faire une synthèse aussi fidèle que possible du ressenti et des demandes des riverains et des maires des communes traversées. Enfin, les possibilités de réduction à la source des nuisances grâce à l'évolution du matériel sont analysées.

Le rapport détaille ensuite les critères retenus par la mission, ainsi que les modalités pragmatiques pour la hiérarchisation des situations les plus difficiles. Après avoir analysé les avantages respectifs des différents dispositifs permettant de réduire les nuisances, il propose des modalités pour leur mise en œuvre, une estimation du financement nécessaire ainsi que les modalités de gouvernance à mettre en place pour leur réalisation sur le terrain.

Enfin, tirant les conclusions des travaux qu'elle a engagés, la mission formule dans ce rapport des recommandations pour approfondir les connaissances sur les nuisances dues aux pics de bruit et aux vibrations, ainsi que pour mieux les prendre en compte dans les projets des futures infrastructures de LGV.

1. Les nuisances induites par l'exploitation des trains à grande vitesse

Les nuisances qui peuvent être dues aux trains à grande vitesse (TGV) sont de même nature que les nuisances généralement induites par la circulation des trains, Il s'agit de nuisances sonores et de vibrations, mais aussi de l'impact visuel de la voie.

1.1. Le bruit ferroviaire

1.1.1. Les nuisances sonores

1.1.1.1. Un bruit est une onde acoustique caractérisée par son amplitude, sa fréquence et sa durée.

Un son est une vibration de l'air qui se propage sous la forme d'une onde acoustique grâce à une variation de pression et qui est caractérisée par son amplitude mesurée en décibel (dB), par sa fréquence exprimée en Hertz (Hz) et par sa durée d'émission exprimée en secondes (s).

Le bruit est défini par l'OMS comme étant « tout son considéré comme indésirable ».

Ces variations de pression produisent un débit d'énergie ou puissance acoustique⁹ qui déforme le tympan. Plus la pression acoustique augmente, plus le bruit est fort.

Le niveau sonore (ou niveau de pression acoustique) est mesurée en décibel (dB), qui est défini comme dix fois le logarithme décimal du rapport entre les carrés de la pression acoustique du bruit mesuré et de la pression acoustique de référence correspondant au bruit minimum audible par l'oreille humaine. Une variation de 1 dB n'est pas perceptible, tandis qu'un écart de 3 dB commence à être significatif (cf.annexe 2.1).

Un bruit est composé d'ondes sonores d'une ou plusieurs fréquences. La sensibilité de l'oreille varie en fonction de la fréquence des sons. C'est pour cette raison que la mesure du bruit est pondérée en fonction de la fréquence. Il s'agit de la pondération A représentée par l'unité dB(A).

Le décibel étant une fonction logarithmique, la façon de calculer le cumul de plusieurs bruits en décibels est bien particulière et explicitée en annexe 2.3.

1.1.1.2. Les indicateurs de bruit mesurent l'énergie absorbée par l'oreille sur une période donnée

Le niveau sonore et la durée d'exposition au bruit déterminent ensemble une quantité d'énergie acoustique absorbée par le tympan qui permet de caractériser l'exposition sonore.

À cette fin, on utilise la notion de niveau de pression acoustique continu équivalent pendant une période donnée (ou niveau sonore équivalent : Leq). Le Leq (« level

⁹ La puissance acoustique est proportionnelle au carré de la pression acoustique.

équivalent ») est le niveau sonore constant qui aurait produit la même énergie totale pendant l'intervalle de temps considéré.

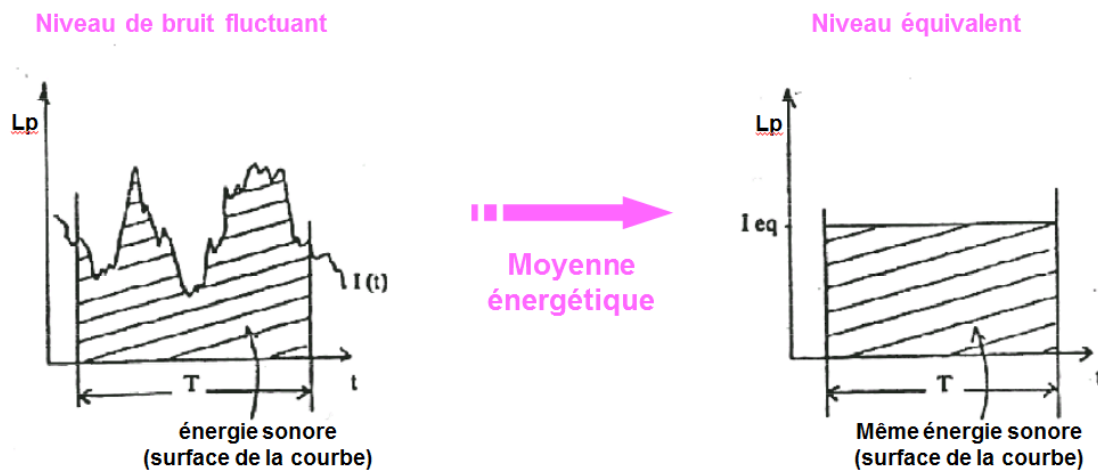


Illustration 1: niveau de bruit équivalent (source Bruitparif)

Lorsque le niveau sonore est pondéré en fonction de sa composition en fréquences et de la sensibilité de l'oreille humaine à celles-ci, l'indicateur est alors le LAeq mesuré en dB(A).

La durée d'exposition retenue peut être longue. Selon la durée d'exposition retenue, il s'agit, en France, du LAeq jour (6 h-22 h) ou du LAeq nuit (22 h-6 h). Les indicateurs utilisés en France sont mesurés à deux mètres en avant des façades exposées au bruit avec les fenêtres fermées, ce qui conduit à mesurer le cumul du son incident et du son réfléchi par la façade¹⁰.

L'indice retenu par la Commission européenne pour la mise en œuvre de la directive « bruit »¹¹ est le Lden (*Level day, evening, night*) qui prévoit une pondération de + 5 dB pour la soirée (*L evening 18 h-22 h*) et + 10 dB pour la nuit (*L night 22 h-6 h*). Il est important de relever que les indicateurs européens ne tiennent pas compte du bruit réfléchi¹².

Les relations suivantes peuvent donc être établies entre les indicateurs européens et français :

- $L_{day} = LA_{eq} (6 \text{ h}-18 \text{ h}) - 3 \text{ dB(A)}$
- $L_{evening} = LA_{eq} (18 \text{ h}-22 \text{ h}) - 3 \text{ dB(A)}$
- $L_{night} = LA_{eq} (22 \text{ h}-6 \text{ h}) - 3 \text{ dB(A)}$

¹⁰ Selon les normes françaises NF S 31-010 et NF S 31-088.

¹¹ La directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement prévoit la réalisation et la publication de cartes de bruit dans l'environnement pour toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants et pour tous les grands axes routiers dont le trafic dépasse trois millions de passages de véhicule par an, tous les grands axes ferroviaires dont le trafic dépasse 30 000 passages de train par an et tous les grands aéroports situés sur leur territoire (plus de 50 000 décollages ou atterrissages).

¹² Selon la norme ISO 1996-1:2016 « Acoustique -- Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement -- Partie 1 : Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation ».

Pour les indicateurs dits événementiels, utilisés pour caractériser les pics de bruit (L_{Amax} ou niveau maximum), la durée d'exposition est beaucoup plus courte, soit 125 millisecondes pour le L_{Amax} « fast », une seconde pour le L_{Amax} « slow », ou encore dix secondes¹³ pour le L_{Aeq tp} qui correspond au niveau sonore moyen sur le temps de passage d'un train.

Ces indicateurs sont explicités dans l'annexe 2.2.

1.1.1.3. Le bruit ferroviaire résulte du bruit de traction, du bruit de roulement et du bruit aérodynamique

Le bruit ferroviaire est produit à la fois par le rail et le matériel roulant et son origine résulte de plusieurs éléments dont l'importance varie selon la vitesse du train :

- le bruit lié à l'effort de traction provenant de moteurs, des ventilateurs et de la climatisation qui se manifeste aux basses vitesses et à l'arrêt ;
- le bruit de roulement produit par les vibrations produites par le contact des roues sur le rail ;
- le bruit aérodynamique, lié au frottement de l'air, s'ajoute au-delà de 300 km/h ; il est généré au niveau de la forme avant de la rame (nez), des zones de bogies, de la baignoire du pantographe¹⁴, des pantographes levés, des persiennes des motrices et de la césure entre les voitures.

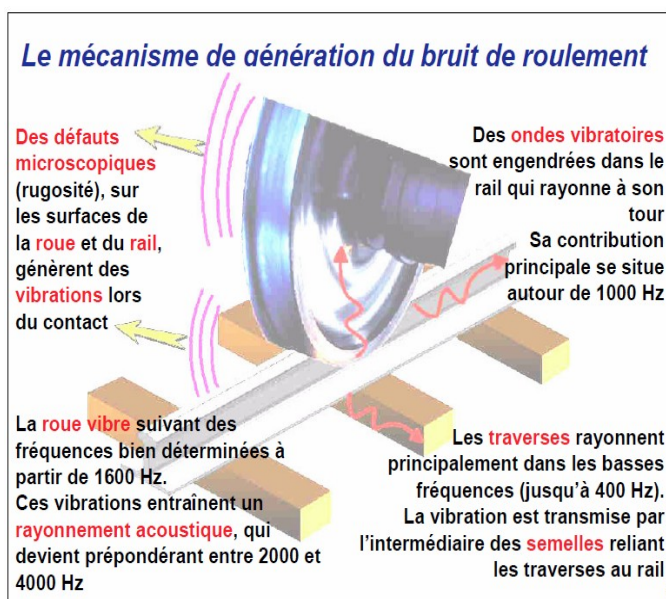
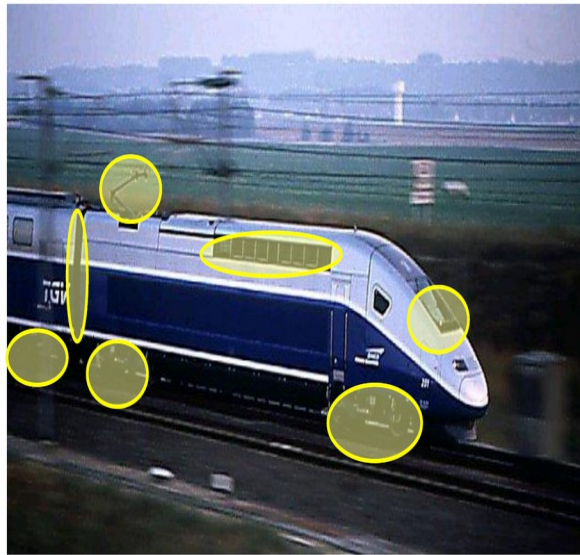


Illustration 2: Bruit de roulement ferroviaire (source Bruitparif)

¹³ 10 secondes est l'intervalle de temps entre le début de la partie ascendante et la fin de la partie descendante du pic de bruit lors du passage d'un train.

¹⁴ Cavité dans laquelle se loge les pantographes.

Illustration 3: Zones générant le bruit aérodynamique



(source: SNCF ingénierie du matériel)

D'autres bruits peuvent être perçus dans des situations particulières comme celui des crissements dans les courbes de faible rayon.

L'importance et la proportion relative de ces sources du bruit dépendent de la vitesse du train : à basse vitesse, le bruit de l'équipement de traction domine alors qu'à vitesse moyenne, c'est le bruit du roulement qui est prépondérant ; ce n'est qu'à des vitesses très élevées que le bruit aérodynamique devient un facteur important.

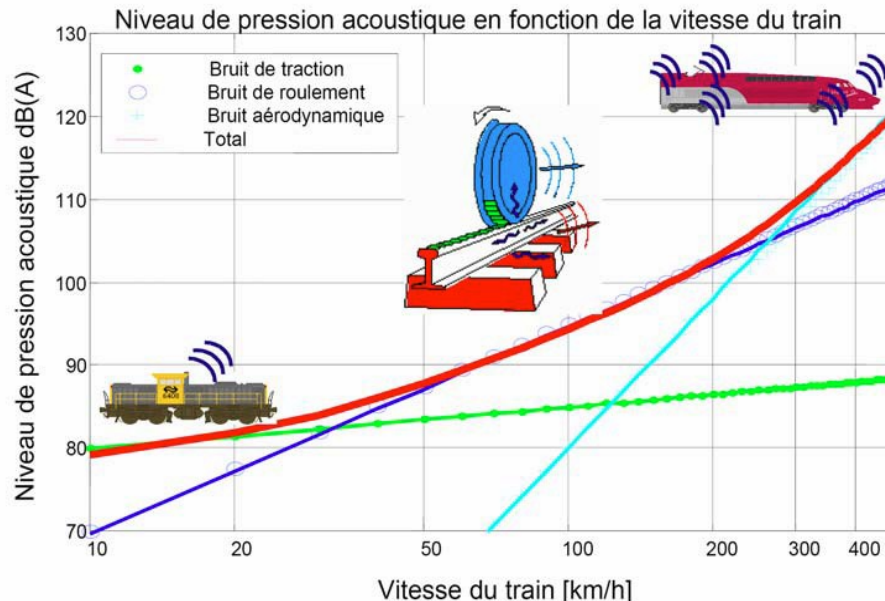


Illustration 4: Source : document du groupe de travail de la commission européenne sur le bruit ferroviaire 2003

Chaque modèle de train a une signature acoustique¹⁵ spécifique, résultant de sa masse, de son mode de freinage, de la longueur du matériel roulant, du nombre d'essieux (cf.annexe 7).

1.1.1.4. La propagation du bruit ferroviaire varie avec de nombreux facteurs

La propagation du bruit varie selon la distance, la topographie, la présence ou non d'obstacles naturels ou artificiels, de plans d'eau ou cours d'eau et les conditions météorologiques.

Dans des conditions météorologiques « standard », le niveau sonore d'un TGV à 300 km/h varie selon le profil en long de la voie, de la distance par rapport à la voie et de la présence de protections acoustiques à la source le cas échéant, comme décrit ci-dessous :

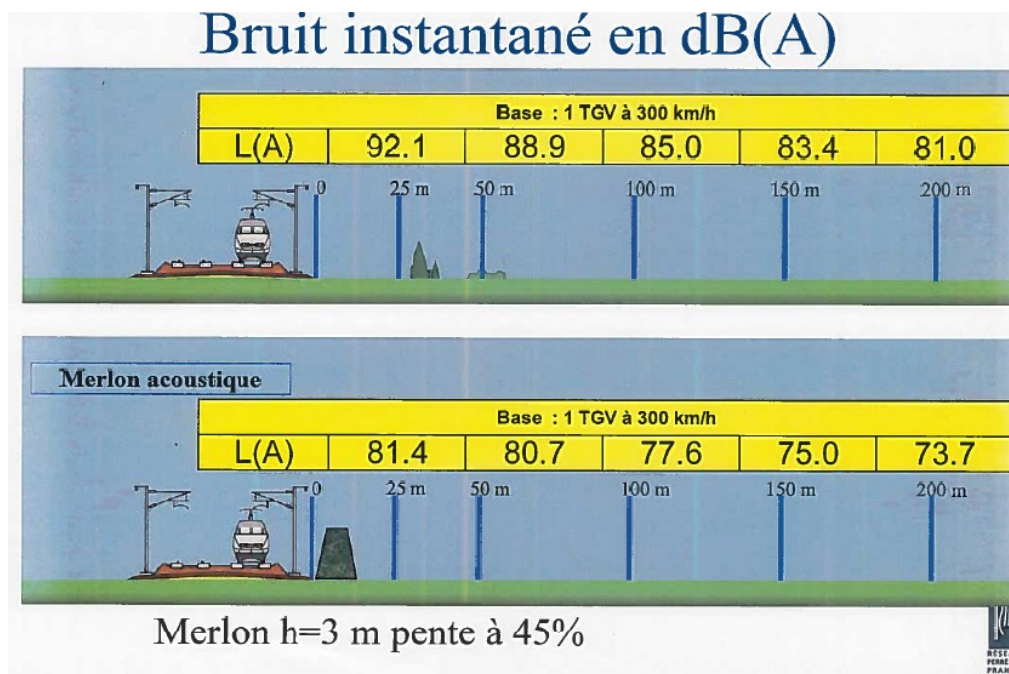


Illustration 5: Niveau sonore instantané pour une voie avec et sans merlon acoustique (source: RFF:débat public LGV Bordeaux-Toulouse)

¹⁵ La signature acoustique d'un train décrit, suite à des mesures normalisées (pour une vitesse de référence, à une distance définie de la voie et une hauteur précise) les émissions sonores d'un train en termes de fréquences et de niveau sonore. Il en résulte un niveau sonore L0 émis lors du temps de passage du train à une vitesse de référence V0.

Bruit instantané en dB(A)

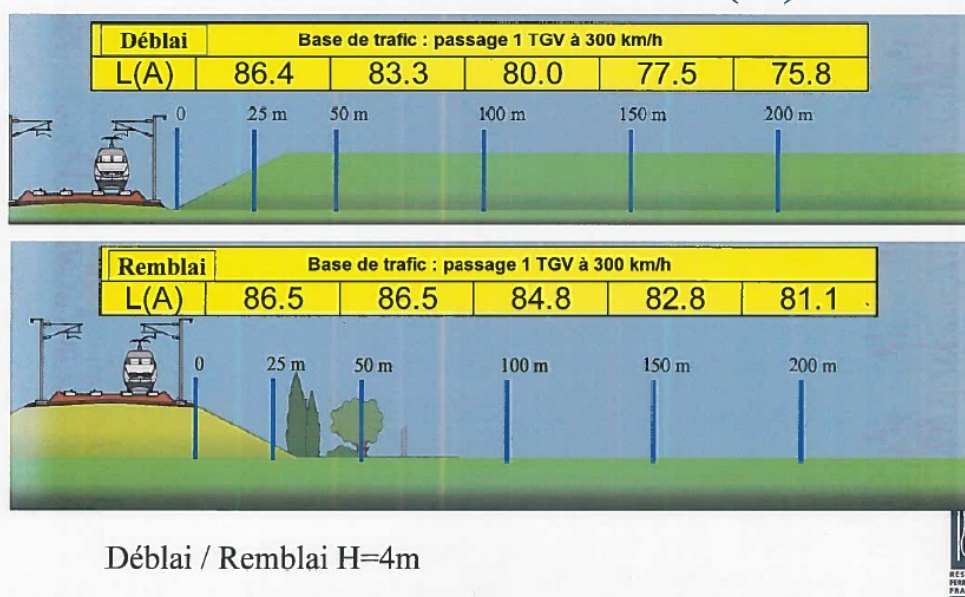


Illustration 6: Niveau sonore instantané pour une voie en déblai ou remblai
(source: RFF:débat public LGV Bordeaux-Toulouse)

1.1.2. Effets sur la santé du bruit ferroviaire

1.1.2.1. État des connaissances sur l'impact du bruit sur la santé

On distingue les effets auditifs et les effets extra-auditifs.

Les effets auditifs nocifs pour la santé (fatigue auditive, voire surdité) sont engendrés par des niveaux de bruit très élevés sur de longues durées d'émission non observés à proximité des LGV¹⁶.

Les effets extra-auditifs du bruit environnemental ont fait l'objet d'une expertise collective de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, environnement, santé, travail (Anses), réalisée en 2013 suite à une saisine de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et de la direction générale de la santé (DGS) (cf. annexe 3.1).

Dans son avis¹⁷, l'Anses a analysé les différents effets sur la santé pour lesquels on disposait alors de courbes de relation entre la dose d'exposition et l'effet sanitaire observé (courbe dose/réponse), rapportées dans le document « *Burden of diseases* »¹⁸ de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 2011 (cf. Illustration 16) :

¹⁶ Par exemple plus de 102 dB(A) dans les salles de musique amplifiée ou 80 dB sur une période de 8 heures en milieu professionnel.

¹⁷ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2009sa0333Ra.pdf>

¹⁸ http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf

- des effets immédiats : les perturbations du sommeil et la gêne¹⁹,
- des effets à moyen et long terme : les troubles d'apprentissage scolaire et les infarctus du myocarde (MIC).

L'Anses souligne que la gêne due au bruit est considérée comme un effet sanitaire à part entière. Cette gêne peut, en tant que facteur intermédiaire, participer au développement de pathologies lorsqu'elle est chronique et constitue un facteur de stress continu.

C'est sur la base de relations doses/réponses (Illustration 17), notamment sur l'effet de gêne due au bruit et sur la perturbation du sommeil que l'OMS a établi des recommandations en 1999 (*Guidelines for community noise*²⁰), en 2009 (*Night noise guidelines for Europe*²¹) et dernièrement en 2018 (*Environmental noise guidelines*²²).

1.1.2.2. Le niveau de gêne dépend du niveau de bruit, mais aussi de facteurs psychosociaux.

De nombreuses enquêtes épidémiologiques ont été conduites pour décrire la relation entre les indicateurs de niveau de bruit et le niveau de gêne en fonction de facteurs individuels ou sociaux. Les indicateurs les plus utilisés dans ces études sont soit les LAeq jour et LAeq nuit, soit le Lden.

Toutes ces études montrent une grande diversité des individus dans leurs réponses en termes de gêne pour une exposition à un niveau de bruit donné. Des facteurs individuels et des facteurs sociaux sont nombreux à influencer le niveau de gêne :

- facteurs individuels : âge, sensibilité au bruit, la peur de la source de bruit, usage de cette source, statut d'occupation du logement (locataire ou propriétaire) ;
- facteurs sociaux ; évaluation sociale de la source de bruit, confiance ou défiance envers les responsables de cette source, historique de l'exposition au bruit, évolutions pressenties, sentiment de justice ou d'injustice.

Selon les études recensées par l'Anses, la sensibilité au bruit aurait à elle seule un effet sur la gêne ressentie équivalent à 10 dB(A)²³.

De nombreux travaux se sont également intéressés aux situations de changement de niveau d'exposition, comme la mise en service d'infrastructures de transport. En cas d'augmentation de l'exposition, la gêne est souvent supérieure au niveau prédit par les courbes doses/réponses.

¹⁹ L'OMS définit la gêne comme une sensation de désagrément, de déplaisir, provoquée par un facteur de l'environnement (ici le bruit) dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter la santé.

²⁰ : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

²¹ http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

²² <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>

²³ Une augmentation de 10 dB(A) correspond à la perception d'un doublement du niveau de bruit ressenti.

1.1.2.3. Les études sur les effets des pics de bruit sont peu nombreuses et concernent les troubles du sommeil

Lorsqu'elles ont saisi l'Anses en 2010, la DGPR et la DGITM lui ont demandé d'élaborer des indicateurs opérationnels accompagnés de valeurs de référence et de gestion permettant de prendre en compte les effets sanitaires associés aux événements sonores ponctuels (pics de bruit).

À l'époque, sur la base d'une revue de la littérature scientifique, l'Anses a indiqué qu'elle n'était pas en mesure de faire des propositions sur de tels indicateurs en raison des lacunes dans les connaissances et du caractère multifactoriel des impacts sanitaires du bruit.

Précédemment, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CHSPF), dans son avis du 6 mai 2004 relatif à la protection de la santé des personnes exposées au bruit des avions²⁴, a formulé la recommandation de ne pas dépasser dix pics de bruit d'un niveau de 70 dB (en L_{Amax} 1 s) pendant cette période nocturne (22h-6h) (cf. annexe3.3.2) en se fondant sur des lignes directrices de l'OMS de 1999. En effet ces lignes directrices (*Guidelines for community noise*) rapportaient une étude²⁵ qui indiquait que pour un bon sommeil, il ne fallait pas dépasser plus de dix à quinze pics de bruit de plus de 45 dB(A) à l'intérieur des habitations.

En 2009 l'OMS a procédé à une revue des études épidémiologiques parues depuis son précédent avis de 1999. Dans ses *Night noise guidelines* elle recommande, tout comme en 1999, de limiter le niveau des pics de bruit et leur nombre à l'intérieur des chambres sans toutefois préciser le nombre à ne pas dépasser. Elle considère qu'une augmentation substantielle du nombre de réveils la nuit constitue un effet néfaste pour la santé. Au vu de nouvelles études²⁶, elle précise que pour un niveau de pics de bruit de 42 dB(A) il n'est pas observé d'augmentation de ce nombre de réveils la nuit.

Enfin en 2018, dans ses *Environmental noise guidelines*, l'OMS propose de conserver des indicateurs moyennés mesurés en façade tant pour l'exposition journée entière que l'exposition la nuit, car ces indicateurs permettent de mieux évaluer les effets à long terme sur la santé. Elle recommande pour la journée entière un L_{den} de 54 dB(A) et pour la nuit un L_{night} de 44 dB(A). L'OMS préconise également de conserver les recommandations de ses précédents avis relatives au bruit à l'intérieur des habitations.

²⁴ <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapports3?clef=492>

²⁵ Vallat & Vernet 1991

²⁶ Méta-analyse de Passchier et Vermeer 2003a.

1.1.3. Réglementation française en matière de protection contre le bruit d'origine ferroviaire

1.1.3.1. Les niveaux de bruit à ne pas dépasser pour les nouvelles infrastructures

La réglementation²⁷ impose aux maîtres d'ouvrage réalisant une infrastructure nouvelle ou une modernisation significative d'infrastructure une obligation de résultat en matière de bruit maximum mesuré en façade des bâtiments existants.

Les niveaux LAeq sont évalués à 2 mètres en avant de la façade des bâtiments, fenêtres fermées. Il convient de tenir compte d'un écart de 3 dB(A) pour toute comparaison avec d'autres réglementations ou recommandations²⁸ basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

Les niveaux sonores admissibles s'appliquent à des conditions de circulation moyennes représentatives de l'ensemble de l'année, pour chacune des périodes diurne et nocturne : le « trafic moyen journalier annuel » (TMJA).

Pour les LGV où les trains dépassent les 250 km/h, les niveaux sonores admissibles sont diminués de 3 dB par rapport aux lignes classiques. Ils sont précisés ci-dessous :

Usage et nature des locaux	LAeq jour	LAeq nuit
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	60 dB(A)	55 dB(A)
Salles de soins et salles réservées au séjour des malades	57 dB(A)	55 dB(A)
Établissement d'enseignement, à l'exception des ateliers bruyants et des locaux sportifs	60 dB(A)	
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée ²⁹	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	

Tableau 1 : Seuils réglementaires suivant l'usage et la nature des locaux pour les trains dépassant 250 km/h (Source : mission à partir de l'arrêté du 8 novembre 1999)

²⁷ Le bruit des infrastructures ferroviaires nouvelles ou faisant l'objet de modification, est réglementé par les articles L.571-9 et R.571-44 à R.571-52-1 du code l'environnement et par l'arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires.

²⁸ Niveaux de bruit définis dans la directive « bruit » pour établir les cartes de bruit stratégiques et recommandations de l'OMS fondées sur le Lden et le Lnight mesurés en façade.

²⁹ Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments est tel que LAeq (6 h-22 h) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22 h-6 h) est inférieur à 60 dB(A) ;

1.1.3.2. Lors de la conception d'une infrastructure, le cumul de bruit venant d'autres infrastructures n'est pas pris en compte

La réglementation actuelle, notamment les articles R.571-44 à R.571-52-1 du code de l'environnement, stipule que la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transport terrestre existante sont accompagnées de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de cette infrastructure ne crée des nuisances sonores excessives. Elle est cependant muette sur les obligations conjointes des maîtres d'ouvrage lorsque la proximité de deux infrastructures (route, autoroute et chemins de fer) conduit à des nuisances sonores de natures parfois différentes et dont les effets (la gêne) se cumulent.

1.2. Les vibrations

1.2.1. Les différentes origines des vibrations

1.2.1.1. Des vibrations sont transmises par le sol

La circulation des trains sur une voie ferrée génère des vibrations. Ces vibrations sont des ondes complexes qui se propagent par déformation élastique des milieux ou matériaux environnants. Elles sont caractérisées par leur intensité, exprimée en vitesse de vibration (en mm/s) et par leur fréquence qui peut varier de 1 à 150 Hz³⁰. Elles sont générées au contact de la roue et du rail et par déformation des rails.

La vitesse du train, le poids de l'ensemble « bogies, essieux et roues » et l'entretien de la voie et des roues influent sur l'émission des vibrations par le sol. La géométrie de la ligne (déblai, remblai), la qualité du sol support et les ouvrages d'art influencent la transmission de ces vibrations.

L'illustration n°7 montre la répartition des vitesses de vibration transmises par le sol observées en fonction de la distance à la voie.

³⁰ Un hertz (Hz) est la mesure de la fréquence de répétition d'un événement qui se répète une fois par seconde.

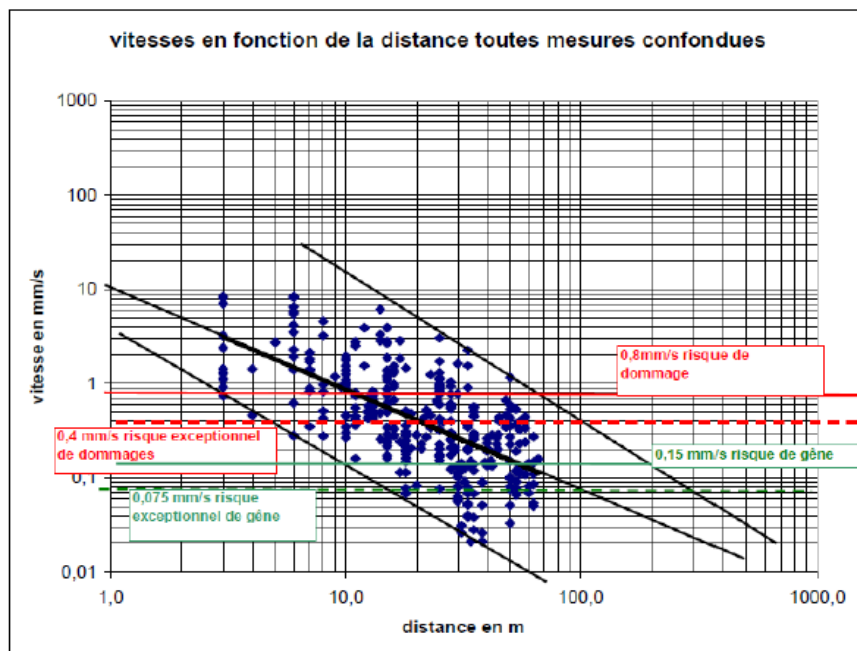


Illustration 7: Synthèse établie à partir de données statistiques recueillies avant 2011 (source : présentation faite par Cerema à la mission)

Les conditions de propagation de ces ondes dépendent de leur fréquence et de la capacité des différents sols et matériaux à transmettre ces fréquences.

Ainsi, les alluvions récentes ont une faible capacité à amortir les vibrations associées aux fréquences basses, les sols calcaires se caractérisent par des énergies initiales fortes et par une forte capacité d'amortissement associée aux fréquences plus élevées. C'est en fonction des caractéristiques du sol qu'ont été établies les cartes de risque vibratoire des deux LGV.

Une fois transmises par le sol, ces vibrations peuvent être amplifiées par certaines structures des bâtiments (notamment les structures en bois), lorsque la fréquence de la vibration correspond à la fréquence propre du matériau récepteur.

1.2.1.2. Des vibrations sont également transmises par l'air (effet de souffle)

Par ailleurs, le passage des trains génère un mouvement de déplacement de l'air ou « effet de souffle » particulièrement perceptible près de la voie (quelques mètres de la ligne). Cet effet est caractérisé par la vitesse du déplacement de l'air induit ou par les variations de la pression de l'air, avec un pic de pression à l'avant du train, une turbulence à son passage, puis un pic de pression/dépression en queue de train. Il peut conduire à des déplacements d'objet à proximité de la voie et s'avérer dangereux pour les personnes situées à proximité immédiate, par exemple sur les quais.

Ces variations de pression de l'air au passage du train sont fortes. Selon le Cerema, l'effet de souffle observé lors du passage des TGV présente des analogies avec l'effet de souffle observé lors de tirs de mines, notamment pour les résultats des mesures de vibration effectuées sur le terrain et le ressenti des riverains.

En effet il se caractérise dans l'environnement par :

- une amplification importante des vibrations sur les planchers et cloisons légères en bois,
- l'apparition de fréquences de vibration des planchers non présentes dans le sol et les murs porteurs pouvant indiquer un mode d'excitation ne provenant pas du sol,
- le déplacement de tuiles,
- la mise en mouvement des portes, vitres et des objets en suspension ou posés (lustre, cadres, vaisselle),
- la présence de vibrations aériennes à basse fréquence générant un effet difficile à décrire par les personnes exposées.

Les conditions de propagation de cet effet de souffle au-delà de dix mètres sont aujourd'hui mal connues et on ne dispose pas de modèle sur la décroissance des ondes de pression avec la distance. Certaines structures de bâtiment (ex : structure en bois, grandes surfaces de façade ou de toiture) sont beaucoup plus sensibles à ce phénomène aérien.

1.2.2. Les effets sur la santé des vibrations

Deux études récentes ont été conduites par l'Union européenne sur les vibrations émises par les moyens de transport ferroviaires.

L'étude Rivas³¹ (2011) fait la synthèse des publications scientifiques sur la gêne liée aux vibrations et rappelle les principaux effets sur la santé observés, une gêne et la perturbation du sommeil. La gêne dépend de l'intensité des vibrations perçues, mais aussi de facteurs individuels (sensibilité, inquiétude, capacité de réaction par rapport à la source de vibration) et de facteurs sociaux (perception de la source, historique de la nuisance, suspicion quant au contrôle de la source, etc.). L'étude souligne que la gêne augmente avec la fréquence et la durée des événements vibratoires.

L'étude Rivas souligne que, tout comme pour le bruit, une relation dose/réponse a été mise en évidence pour les vibrations : ainsi différentes études montrent que 5 % des personnes sont très gênées quand la vitesse efficace³² de vibration est de 0,1 mm/s, Ce pourcentage pourrait augmenter rapidement à 17 % pour des vitesses de vibration de l'ordre de 0,2 mm/s, et à 61 % pour 0,4 mm/s. Le seuil de gêne est abaissé en période nocturne.

Enfin l'étude Rivas recense les études scientifiques qui se sont intéressées à la combinaison des effets du bruit et des vibrations sur la gêne ressentie. Plusieurs études montrent une combinaison synergique de ces effets : la gêne due au bruit est augmentée pour des vibrations de l'ordre 0,2 mm/s sans qu'il soit possible aujourd'hui d'établir une relation entre l'augmentation de cette gêne et la vitesse de vibration.

L'étude Cargovibes a pour principal résultat d'actualiser, grâce à une méta-analyse³³, une courbe dose/réponse pour l'évaluation de la gêne due aux vibrations, de recenser

³¹ <http://www.rivas-project.eu/index.php?id=9>

³² La vitesse efficace est un des indicateurs retenu pour le seuil de gêne par la norme ISO-2631-2 ; elle correspond à l'intégrale de la vitesse sur une période d'une seconde et peut varier de deux à cinq fois en fonction du spectre de fréquences ; les basses fréquences sont plus gênantes.

les effets sur le sommeil et d'identifier les facteurs influençant la gêne. Cette étude confirme les conclusions de Rivas et fournit un guide pour l'évaluation de l'impact pour l'homme des vibrations d'origine ferroviaire.

1.2.3. Prise en compte des vibrations par les projets d'infrastructures ferroviaires

La norme ISO 2631-2 de 2003 préconisait de ne pas dépasser de beaucoup le seuil de perception des vibrations la nuit, soit une vitesse efficace de 0,1 mm/s³⁴. Elle ne recommandait pas de valeur au-delà desquelles des plaintes pourraient être exprimées, précisant que ces plaintes s'étaient sur une plage trop large de valeurs pour établir une norme internationale. Certains pays, notamment l'Allemagne, la Belgique, l'Autriche, la Suisse et le Royaume-Uni ont adopté des seuils réglementaires pour la vibration des trains, fondés sur cette norme avec comme seuil pour la gêne une vitesse efficace de 0,14 à 0,16 mm/s de nuit pour les habitations.

Bien qu'en France, il n'existe pas de valeur limite réglementaire pour les vibrations, ni en termes de gêne, ni en termes de dommage au bâtiment, un objectif maximal de 0,16 mm/s pour la vitesse efficace a été fixé dans certains projets d'infrastructures pour le seuil de gêne, notamment le réseau du Grand Paris et la ligne ferroviaire Serqueux-Gisors.

³³ Une méta-analyse est une méthode scientifique systématique combinant les résultats d'une série d'études indépendantes sur un problème donné, selon un protocole reproductible. La méta-analyse permet une analyse plus précise des données par l'augmentation du nombre de cas étudiés et de tirer une conclusion globale.

³⁴ Cette norme a été remplacée par une norme qui est désormais fondée sur la mesure de l'accélération et non la mesure de la vitesse. Une correspondance peut être établie entre accélération et vitesse.

2. La construction des lignes SEA et BPL et les nuisances constatées

Les deux lignes, construites après une large concertation avec les maires et les riverains, ont été mises en service en même temps en juillet 2017.

Suite aux très nombreuses plaintes de riverains, les deux gestionnaires d'infrastructure ont fait réaliser des mesures de bruit et des mesures de vibrations.

2.1. La concertation et la prévention des nuisances lors de la construction des lignes

2.1.1. La LGV Bretagne Pays de la Loire

2.1.1.1. Le projet LGV BPL

La LGV Bretagne Pays de la Loire, longue de 182 km (plus 32 km de raccordements), relie l'est du Mans depuis la commune de Connerré (Sarthe) à l'est de Rennes dans la commune de Cesson-Sévigné (Ille-et-Vilaine). Elle traverse trois départements (Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine) situés dans deux régions (Pays de la Loire et Bretagne). Elle dessert Le Mans, Laval, Vitré et Rennes (cf. illustration 20).

Elle se raccorde à la LGV Paris-Connerré mise en service en septembre 1989, et permet un gain de temps de seulement 2 minutes au Mans en Sarthe (et 9 minutes pour Nantes), mais de 21 minutes à Laval (Mayenne) et 39 minutes à Rennes (Ille-et-Vilaine) et pour toutes les villes situées à l'ouest de Rennes (Saint-Malo, Brest, Quimper...). La réalisation de la virgule de Sablé-sur-Sarthe, qui fait partie du projet, permet un gain de 45 minutes entre Laval et Angers pour les TER qui empruntent la LGV.

Le projet a coûté 3 343,5 millions d'euros courants (soit 2 866,5 M€ en valeur 2010) partagés entre SNCF Réseau (ex RFF) à hauteur de 43 % (autofinancement), l'État (28,4 %), les collectivités³⁵(28,4) % et l'Union européenne (0,4 %).

La réalisation d'une LGV est un processus long, qui a démarré pour BPL par un débat préalable en 1994-1995 pour aboutir à sa mise en service le 2 juillet 2017, soit 23 ans plus tard.

Le mode de réalisation est un contrat de partenariat, attribué par SNCF Réseau à Eiffage Rail Express pour une durée de 25 ans à compter de la signature du contrat le 28 juillet 2011. ERE finance, conçoit, construit, entretient la ligne (y compris le renouvellement des voies). En contrepartie, SNCF Réseau lui verse un loyer.

³⁵ Régions Bretagne et Pays de la Loire ; Départements des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine, du Morbihan, Rennes Métropole et Pays de Saint-Malo.

Le projet, les différentes étapes de la conception, de la réalisation et de la concertation sont plus précisément décrits dans l'annexe 4.1.

2.1.1.2. Malgré la concertation menée par RFF puis par ERE, l'évolution du projet entre l'avant-projet sommaire (APS) et la réalisation a entraîné de la suspicion

Le dossier de déclaration d'utilité publique (DUP) définit sur la base d'études sommaires un fuseau de 500 mètres dans lequel le maître d'ouvrage (ERE) peut exproprier et dans lequel le tracé de la ligne doit se situer. Dans l'avant-projet sommaire (APS) annexé au dossier de DUP de la ligne BPL de janvier 2006, figurait un profil en long³⁶, un tracé en plan³⁷ et la localisation des protections acoustiques.

Comme pour tout projet d'infrastructure, des modifications ont fait suite à la mise au point du projet : études géologiques, hydrauliques, évitement d'espèces protégées, de zones humides, etc. Elles sont également issues de la concertation, ou encore de l'optimisation du projet, conformément au cahier des charges d'ERE, en équilibrant les mouvements de terre entre remblais et déblais pour des raisons écologiques et économiques.

Tout au long des études et procédures, entre 2003 (lancement de l'APS) et 2011 (signature du contrat de partenariat avec ERE), SNCF Réseau puis ERE ont tenu des réunions de concertation. Elles ont conduit à la rédaction des cahiers des engagements de l'État et des engagements communaux que devait respecter ERE, en sus du cahier des charges de son contrat.

Cependant, malgré la concertation mise en œuvre, des incompréhensions se sont manifestées chez certains riverains du fait que le projet final réalisé sur la base de l'avant-projet détaillé définitif de fin février 2012 (APD) présente des différences avec le projet de l'avant-projet sommaire (APS) de janvier 2006 annexé au dossier d'enquête publique.

2.1.1.3. Des protections acoustiques dimensionnées sur la base de l'APD définitif avec un objectif de résultat

SNCF Réseau avait identifié dans le dossier de DUP et le dossier des engagements de l'État, sur la base du dossier APS, les secteurs devant faire l'objet d'une protection acoustique et les types de protection (écrans/merlons). Aucune dimension n'était cependant précisée (ni hauteur, ni longueur). Il était indiqué que le dimensionnement serait affiné en phase APD par le titulaire du contrat qui avait une obligation de résultats : respecter sur l'ensemble de la ligne les seuils prévus par la réglementation en vigueur pour les secteurs d'ambiance sonore modérée³⁸, plus bas de 5 dB(A) que ceux prévus pour les secteurs d'ambiance non modérée. Le maître d'ouvrage devait, conformément aux engagements de l'État, réaliser un contrôle acoustique des niveaux sonores et de l'efficacité des protections mises en œuvre et prendre les mesures correctives qui apparaîtraient alors nécessaires. Les protections phoniques mises en place sur le terrain ont été calculées sur la base de l'APD définitif de fin 2012, réalisé

³⁶ Altimétrie du projet : profondeur ou hauteur de la voie par rapport au terrain naturel.

³⁷ Tracé à l'intérieur du fuseau de 500 mètres.

³⁸ LAeq 6h-22h de 60 dB(A) et LAeq 22h-6h de 55 dB.

par ERE et qui fige le tracé de la ligne nouvelle. Elles peuvent donc, selon les secteurs, différer de celles prévues par le dossier de DUP.

2.1.1.4. Les hypothèses prises pour les études acoustiques permettent de définir des protections phoniques

Selon les normes en vigueur³⁹, l'étude acoustique tient compte des occurrences météorologiques favorables à la propagation du son, des caractéristiques de la ligne sur la base de l'APD définitif, de la topographie du site, de la vitesse des trains, du trafic prévisionnel attendu à 20 ans et du matériel utilisé.

Les hypothèses prises par ERE dans son étude acoustique pour dimensionner les protections phoniques sont explicitées en détail dans l'annexe 4.1.5. À noter qu'un des engagements de l'État impose le seuil de bruit pour une ambiance sonore préexistante modérée sur l'ensemble de la ligne (LAeq (6-22h) 60 dB et LAeq (22h-6h) 55 dB), quelle que soit l'ambiance sonore préexistante, ce qui améliore la protection des riverains.

Lors de la concertation, à la demande de certains maires ou riverains, des merlons paysagers ont été aménagés par ERE, lorsqu'il disposait d'excédent de terres et d'une emprise disponible, ou lorsque ces merlons faisaient partie des engagements communaux ou de l'État. Seuls les merlons à vocation acoustique sont identifiés dans l'APD définitif.

In fine, ce sont 6 687 mètres d'écrans acoustiques, 22 kilomètres de merlons acoustiques et 36 kilomètres de merlons paysagers qui ont été construits le long de la LGV.

2.1.1.5. La cartographie des risques de vibration conclut à une absence de risque de dommage

Dans le cadre de l'APS, « *des études ont permis d'établir une cartographie des risques vibratoires en matière de nocivité pour les structures ou de gêne pour les occupants* ». « *Les études réalisées concluent à un très faible risque vibratoire s'étendant dans la plupart des cas à quelques dizaines de mètres de l'axe et donc majoritairement dans les futures emprises ferroviaires* » (extraits du dossier de DUP). Les engagements de l'État prévoient qu'au vu des études géotechniques détaillées « *au cas par cas, des études spécifiques seront réalisées pour les bâtis situés à proximité immédiate du projet en zone sensible lors des études APD* », les risques d'impact liés aux vibrations étant « *limités aux secteurs de sols rocheux ou dans les structures rigides comme les tranchées* ». En présence de risque particulier, des mesures correctives seront mises en place telles qu'un tapis anti-vibratoire sous le ballast. « *Des mesures vibratoires seront réalisées sur les bâtiments concernés pour vérifier l'efficacité des dispositifs adoptés* ».

La cartographie des risques de vibration (par le sol) initiée par SNCF Réseau et finalisée par ERE a conclu qu'il n'y avait pas de risque pour les habitations de dommages ou de gêne notable. Aucun tapis vibratile n'a été installé lors de la

³⁹ Nouvelle Méthode de Prédiction du Bruit (NMPB) reprise dans la norme NF S 31-133 : 2011 « Acoustique – Bruit dans l'environnement ».

construction de la voie, aucun n'ayant d'ailleurs à cette époque été agréé pour les LGV⁴⁰.

2.1.2. La LGV Sud Europe Atlantique

2.1.2.1. Le projet de LGV SEA

La LGV SEA, longue de 302 kilomètres (plus 38 kilomètres de raccordements) relie le sud de Tours depuis Saint-Avertin jusqu'à Ambarès au nord de la métropole bordelaise. Elle traverse 113 communes situées sur six départements et deux régions (Centre-Val de Loire et Nouvelle-Aquitaine). Elle dessert St-Pierre des Corps, Châtellerauld, le Futuroscope, Poitiers, Angoulême, Bordeaux. Le projet a coûté 6 469 M€ (euros constants en valeur 2009)⁴¹ partagés entre LISEA pour 1 951 M€, SNCF Réseau à hauteur de 1 647 M€ (autofinancement), l'État pour 1 435,5 M€ et les collectivités⁴² pour 1 435,5 M€.

Depuis Paris, elle permet un gain de temps de 8 minutes pour Poitiers, 22 minutes vers Angoulême, 56 minutes pour Bordeaux, mais aussi 24 minutes pour la Rochelle ou encore 48 minutes pour Toulouse, Bayonne ou Pau.

Le projet a débuté par un débat public en 1994-1995, puis deux déclarations d'utilité publique, la première pour Angoulême-Bordeaux et la deuxième pour Tours-Angoulême pour aboutir à sa mise en service le 2 juillet 2017, soit 23 ans plus tard. Le mode de réalisation est la concession, attribuée à LISEA pour une durée de 50 ans à compter de la signature du contrat le 16 juin 2011. LISEA finance, conçoit, construit, exploite et assure la maintenance et le renouvellement des voies. En contrepartie il perçoit directement, en sus de la subvention publique, les redevances d'infrastructures à chaque passage de train.

Le projet et les principales étapes de conception, de la réalisation et de la concertation sont décrits dans l'annexe 4.2.1.

2.1.2.2. *Comme pour la LGV BPL, une concertation d'abord menée par SNCF Réseau puis par LISEA depuis l'APS a conduit à un cahier des engagements de l'État et un cahier des engagements communaux.*

COSEA⁴³ devait respecter dans la conception du projet les prescriptions du cahier des charges de la concession, de l'étude d'impact, des cahiers des engagements de l'État Tours-Angoulême et Angoulême-Bordeaux, ainsi que des engagements communaux. Les premiers travaux de terrassement ont eu lieu deux ans après la signature du

⁴⁰ Un seul modèle « FIMOR » vient en 2015-2016 de recevoir un agrément pour les LGV. A noter qu'un tapis antivibratile peut avoir un impact positif ou négatif sur le bruit.

⁴¹ Non compris la deuxième phase du bouchon ferroviaire de Bordeaux (210 M€ en euros constants valeur juillet 2009) et le fonds de solidarité territoriale (24 M€ en euros constants valeur juillet 2009).

⁴² 33 collectivités des Régions Aquitaine, Midi- Pyrénées, Poitou-Charente et Limousin.

⁴³ COSEA, groupement d'intérêt économique d'une douzaine d'entreprises, dont Vinci est majoritaire, a été chargé de la conception et de la construction de la LGV SEA.

contrat de concession. Au cours de cette période, les rencontres avec les élus locaux se sont multipliées pour assurer dans les meilleures conditions le respect des engagements et la finalisation du projet sur chaque commune. Le projet définitif, réalisé à partir de l'APD définitif diffère, comme expliqué au § 2.1.1.2, de l'APS annexé au dossier d'enquête publique préalable à la DUP. Comme pour la LGV BPL, les engagements de l'État ont imposé le seuil de bruit imposé par la réglementation pour les secteurs à une ambiance sonore modérée tout le long de la LGV.

Pour chaque commune, les engagements de l'État localisés précisaient que « les protections sur ces cartes sont basées sur l'APS et sont donc ré-actualisables lors des études de détail (APD) ». Néanmoins, les protections issues des engagements localisés ont été réalisées, même si certaines n'étaient plus nécessaires d'un point de vue réglementaire. Leurs éventuels effets n'ont pas été pris en compte dans l'étude acoustique.

Ainsi, comme pour la LGV BPL, les protections acoustiques nécessaires (merlons ou murs anti-bruit) ont été réalisées pour respecter les seuils prévus par la réglementation en vigueur pour les secteurs d'ambiance sonore modérée, mais aussi des merlons à vocation paysagère ou encore d'autres merlons et murs sans efficacité acoustique issus des engagements de l'État.

L'étude acoustique, à partir du tracé définitif de l'APD, a permis de déterminer la localisation et le dimensionnement des protections phoniques. Les hypothèses prises par LISEA pour dimensionner ces protections acoustiques et les engagements auxquels elle a dû répondre sont précisément décrits en annexe 4.2.4.

In fine ce sont 48,5 km d'écrans et 47,1 km de merlons acoustiques qui ont été réalisés.

2.1.2.3. Les cartographies des risques de vibration identifient un risque de gêne pour certains riverains

Dans l'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la DUP, sur le tronçon Angoulême-Bordeaux, après avoir précisé qu'il n'existait plus de texte normatif⁴⁴ fixant le seuil de gêne vibratoire, que le risque de dommage dépend de façon étroite non seulement de l'amplification des vibrations et de leur fréquence mais aussi de la nature et de l'état de la construction, il est fait référence à une étude sur les vibrations du Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées le long de voies ferrées existantes qui montre un amortissement des vibrations avec la distance, très rapide avec les sols meubles et moins rapide dans les sols rocheux ou les structures rigides (tranchées). « *Le seuil de perception étant de l'ordre de 0,3 mm/s à l'intérieur des habitations, les vibrations ne seront pas ressenties au-delà de 5 à 30 m de l'axe de la LGV dans les fonds de vallées et les terrains meubles⁴⁵, et de 20 à 75 m dans les terrains calcaires* ». Les habitations sensibles aux vibrations seront donc celles situées en terrains calcaires (département de la Charente) : 25 à 30 habitations pourraient potentiellement être touchées. Les habitants « *pourront ressentir une gêne de courte durée : de l'ordre de 4 secondes lors du passage des trains. Les risques à court terme pour la santé physique ou l'efficacité dans le travail sont exclus* ».

⁴⁴ La norme ISO 2631 de 1985 a défini un certain nombre de seuils au-delà desquels une gêne par perception tactile est avérée. La deuxième version de cette norme en date de 2003 a explicitement supprimé ces valeurs recommandées.

⁴⁵ C'est-à-dire dans l'emprise ferroviaire.

L'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la DUP sur le tronçon Tours-Angoulême fait état d'un seuil qui excède rarement 2 à 3 mm/s pour les vibrations générées par le trafic ferroviaire. Elle exclut tout risque pour la santé physique ou l'efficacité dans le travail conformément à la norme NF ISO 2631-1 de 1997. Elle rend compte des résultats de la cartographie des risques vibratoires, complétée par 11 mesures de vibration : aucune habitation en zone de risque de dommage pour le bâti, 20 en zone de risque de gêne important, 190 en zone de risque de gêne faible. L'étude conclut, du fait de son caractère global à la réalisation d'une étude plus détaillée en phase APD en fonction des résultats géotechniques et de la géométrie définitive du projet.

Dans les engagements de l'État, il est précisé que les risques d'impact liés aux vibrations sont limités aux secteurs de sols rocheux ou aux structures rigides (comme les tranchées), et qu'une étude sera réalisée au cas par cas pour les bâtis situés à proximité du projet dans ces secteurs, avec mise en place de dispositif anti-vibratoire si nécessaire. « *Dans le cadre du bilan après mise en service, des mesures vibratoires seront réalisées sur les bâtis sensibles pour vérifier les niveaux résiduels.* »

Dans le cadre du bilan après mise en service, des mesures anti-vibratoires sont prévues sur les bâtis sensibles, à l'institut Larnay ⁴⁶ à Biard (86), pour lequel un comité d'expert a été créé.

Le cahier des charges de la concession prévoit un recensement des bâtiments susceptibles d'être affectés par les vibrations générées par la ligne. Ce recensement se fait par la poursuite des études engagées par SNCF Réseau visant à établir une cartographie du risque vibratoire, en intégrant des données complémentaires relatives à la nature des sols et la géométrie du projet. Sur la base de ces études, le concessionnaire prend des dispositions constructives pour réduire les impacts des vibrations.

Sur le site de l'institut Larnay, il est prévu que le concessionnaire réalise des campagnes de mesures pendant les phases de construction et d'essais dynamiques pour s'assurer du niveau de vibration effectivement atteint, met en place un tapis antivibratile ou autre en concertation avec le comité d'experts constitué pour le site, et un dispositif équivalent dans l'hypothèse où le comité d'experts scientifiques conclurait à sa nécessité.

2.2. Le contrôle des engagements communaux et de l'État

La question du contrôle de la réalisation des engagements de l'État et des engagements communaux a été posée par les associations.

Le cahier des charges des contrats d'ERE et LISEA prévoyait dans chaque cas qu'un organisme technique (indépendant des entités intervenant au titre de la conception, de la construction, de la maintenance et du renouvellement de la ligne), financé par ERE et LISEA, était chargé de l'évaluation de la conformité de la conception et de la réalisation de la ligne à l'ensemble des prescriptions techniques du contrat (et donc des engagements de l'Etat), à la réglementation en vigueur et aux règles de l'art. Sa désignation devait préalablement être approuvée par SNCF Réseau. Cet organisme a ainsi émis des avis sur la conformité des études et travaux, notamment sur l'APD définitif et préalablement à la réception des travaux, avis transmis à SNCF Réseau. Par exemple, pour la LGV BPL, c'est le groupement Systra/Artelia qui a assuré cette

⁴⁶ Institut d'accueil, soutien et accompagnement de personnes en situation de handicap sensoriel.

prestation (Systra pour la conception technique, Artelia pour la partie environnementale).

Outre cet organisme, huit mois au moins avant la mise en service, SNCF Réseau a procédé à une inspection préliminaire pour vérifier la conformité des travaux et ouvrages réalisés aux prescriptions du contrat, à la réglementation et aux règles de l'art. De plus, les services de l'État, notamment les DREAL et DDT, ont pu effectuer des contrôles relatifs aux prescriptions environnementales (dérogation espèces protégées, loi sur l'eau, etc.).

2.3. Des observatoires socio-économiques et environnementaux ont été mis en place pour chacune des deux LGV

Deux observatoires dotés chacun d'un comité scientifique ont été mis en place par ERE et LISEA pour chaque LGV :

- un observatoire socio-économique, qui a comme rôle d'observer et d'analyser les impacts socio-économiques de la LGV, puis d'en diffuser et valoriser les résultats auprès des acteurs ;
- un observatoire environnemental, qui vise à évaluer les mesures environnementales, à enrichir les connaissances et à améliorer les pratiques en matière d'évitement, de réduction et de compensation d'impact.

2.4. Des mesures de bruit pour vérifier que les modélisations acoustiques sont correctes et que la réglementation est respectée

Afin de vérifier sur un échantillon d'habitations que les modélisations acoustiques sont satisfaisantes et que la réglementation relative aux infrastructures ferroviaires est respectée, des campagnes de mesures de bruit sont prévues un an et cinq ans après la mise en service des LGV. Les méthodologies utilisées et les résultats précis de ces mesures sont décrits en annexe 5

2.4.1. Sur la LGV BPL

ERE a réalisé une campagne de mesures en 2018 sur 138 points.

Les résultats des mesures ont fait l'objet d'une restitution dans chaque département, lors d'une réunion organisée par chaque préfet rassemblant élus, associations et services de l'État. Les associations auraient souhaité que ces restitutions fassent l'objet de réunions publiques. Les résultats ont été publiés sur le site web d'ERE mais les fiches détaillées ont été communiquées uniquement aux habitants concernés, par souci de confidentialité, malgré les demandes des associations. (cf. annexe 5.1).

Le LAeq jour de 60 dB prévu par le cahier des charges de l'infrastructure est dépassé pour une seule habitation située sur la commune de Val-du-Maine (53). Cette maison va faire l'objet d'une isolation acoustique du bâti par ERE.

2.4.2. Sur la LGV SEA

LISEA a fait réaliser une campagne de mesures sur 266 points qui a fait l'objet de réunions publiques de restitution. Les résultats ont été transmis aux habitants et aux maires concernés. Une réponse a été apportée à chaque riverain qui a interrogé LISEA sur le niveau de bruit en façade de sa maison, en donnant le résultat des mesures les plus proches et en expliquant le cas échéant pourquoi, compte-tenu de sa situation, son habitation ne pouvait qu'être en dessous du seuil de 60 dB(A).

Les mesures montrent un respect des seuils définis dans le cahier des charges de l'infrastructure à l'exception de deux habitations à Marsas et Laruscade (33) qui vont faire l'objet d'un traitement acoustique par COSEA, et d'une autre à Plassac-Rouffiac (33) qui a été achetée puis revendue par le concessionnaire avec une clause spécifique indiquant la situation acoustique, clause acceptée par l'acquéreur qui libère juridiquement LISEA de toute obligation⁴⁷.

2.4.3. Les limites des mesures de bruit et de l'outil de modélisation utilisé pour l'étude acoustique : quelques mesures de bruit sont nécessaires pour s'assurer que les seuils ne sont pas dépassés

Les mesures de bruit doivent permettre de s'assurer de la corrélation entre les résultats de l'étude acoustique APD et la réalité des mesures et de s'assurer qu'aucune habitation ne subit un niveau de bruit supérieur à 60 dB(A) en LAeq jour et à 55 dB(A) en LAeq nuit. Cependant, les mesures de bruit sont sensibles aux conditions météorologiques et à l'évolution du trafic. Par ailleurs l'outil de modélisation utilisé pour réaliser l'étude acoustique peut se révéler moins fiable dans quelques cas très spécifiques.

2.4.3.1. L'effet météorologique

L'effet météorologique affecte le résultat des mesures de bruit selon que les conditions sont favorables ou défavorables à la propagation du bruit (sens du vent, inversion de température). Selon SNCF Réseau, le LAeq (6h-22h), mesuré dans des conditions météorologiques conformes aux normes NF S 31-110 et NF S 31-088, peut varier en fonction de la situation météo de 2 à 3 dB(A) au-delà de 250 mètres de la ligne et de 1 à 2,5 dB(A) entre 100 et 250 mètres. La météo n'a pas d'impact significatif à des distances inférieures à 100 mètres. Dans des conditions météo plus exceptionnelles, les variations peuvent être plus importantes ; mais dans ce cas, les niveaux mesurés ne sont pas validés.

Pour chaque mesure de bruit, il est indiqué la distance par rapport à la ligne et si les conditions météorologiques étaient favorables ou défavorables à la propagation ou « homogènes » c'est-à-dire neutres.

Afin de s'assurer que les seuils réglementaires en LAeq jour et nuit ne seraient pas dépassés en cas de conditions météorologiques favorables à la propagation, la mission a repris toutes les mesures de bruit sur les deux LGV en identifiant la distance

⁴⁷ Un quatrième bâtiment subit un LAeq supérieur à 60 dB(A) à Rouillet-Saint-Estèphe mais c'est un bâtiment de bureaux et la norme pour ce type de bâtiment est respectée -65 dB(A)-.

par rapport à la voie et les conditions météorologiques. Hormis les maisons déjà recensées qui dépassent les seuils et vont être traitées, la mission a constaté que :

- l'ensemble des mesures de nuit sont inférieures à un LAeq nuit de 52 dB(A), quelles que soient les conditions météorologiques et la distance par rapport à la voie, le seuil réglementaire de 55 dB(A) la nuit ne peut donc pas être dépassé même en cas de météorologie favorable ;
- s'agissant des mesures de jour réalisées en conditions météorologiques défavorables, seules deux habitations riveraines de la LGV BPL dépassent le niveau mesuré de 57 dB(A) ; le seuil réglementaire de 60 dB(A) pourrait donc être dépassé dans des conditions météorologiques favorables.

À la demande de la mission, ERE a donné son accord pour refaire ces deux mesures de bruit sur la LGV BPL pour s'assurer que le seuil de 60 dB(A) en LAeq jour n'est pas dépassé.

Ces mesures seront effectuées selon la nouvelle norme NF S 31-120 « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Influence du sol et des conditions météorologiques » publiée en décembre 2018 qui permet une meilleure prise en compte des conditions météorologiques constatées au point de mesure.

Si les nouvelles mesures dépassaient les 60 dB(A) le jour, le traitement pour diminuer les nuisances phoniques serait à charge d'ERE.

2.4.3.2. Le recalage des mesures en fonction de l'évolution du trafic

À la demande de la mission et afin de répondre à la demande des riverains des LGV, ERE et LISEA ont fait calculer l'évolution des niveaux de bruit mesurés en tenant compte des hypothèses de trafic à 20 ans retenues dans l'APD.

Sur la LGV BPL, les niveaux de bruit en LAeq recalés à horizon 2040 dépassent 60 dB(A) pour six maisons, dont une qui dépasse aujourd'hui ce seuil et va être traitée⁴⁸. ERE s'est engagé à ce que ces maisons fassent l'objet d'un suivi particulier, notamment dans le cadre du bilan LOTI⁴⁹ à cinq ans, soit en 2022.

Sur la base du trafic 2037, les mesures recalées sur la LGV SEA montrent un niveau acoustique supérieur ou égal à 60 dB(A) en LAeq jour pour cinq habitations supplémentaires auxquelles il faut rajouter cinq habitations proches⁵⁰. Ces mesures ont été mises en ligne sur le site de LISEA⁵¹. LISEA s'engage à renouveler les mesures acoustiques pour toutes les habitations existantes présentant des niveaux d'exposition mesurés à la mise en service et proches des seuils réglementaires (supérieurs à 58 dB(A) en journée), étendues aux bâtis situés à proximité immédiate présentant un risque de dépassement en cas d'augmentation du trafic.

⁴⁸ Maisons à Vallon sur Gée et Aigné (72), à Loiron-Ruillé, Louvigné-de-Bais et Ossé (35) et une maison à Val-du-Maine (53) qui doit être traitée.

⁴⁹ Bilan Loti : bilan socio-économique et environnemental dans l'année (bilan intermédiaire) puis cinq ans après la mise en service d'un grand projet d'infrastructure institué par la loi n° 82-1153 du 30 décembre 1982 d'orientation des transports intérieurs (dite LOTI).

⁵⁰ A Marsas, site de la route de Libourne (cinq habitations), à Laruscade – site de la Dauphine (trois habitations) et site du Moulin des sables (deux habitations).

⁵¹ https://www.lisea.fr/wp-content/uploads/2018/11/RESULTATS-ACOUSTIQUES_COMMUNES-nov18.pdf

En tout état de cause, ERE et LISEA puis SNCF Réseau à échéance de leurs contrats auront réglementairement à leur charge tous les travaux de protection acoustique de l'ensemble des habitations le long des LGV si l'un des seuils de 60 dB(A) le jour ou 55 dB(A) la nuit n'était pas respecté, quelles que soient les évolutions de trafic à venir. SNCF Réseau, autorité contractante, dispose chaque année des données relatives à l'évolution du trafic. En fonction de cette évolution, ce dernier pourra demander à LISEA ou ERE de procéder à de nouvelles mesures pour les habitations dont les niveaux de bruit sont les plus élevés pour vérifier qu'il n'y aura pas de dépassement des seuils de 60 dB en LAeq (6-22h) et de 55 dB en LAeq (22h-6h).

De plus il importe que les données relatives au trafic ferroviaire et leur évolution qui peuvent avoir des conséquences sur l'environnement sonore des riverains soient rendues publiques et présentées aux observatoires socio-économiques et environnementaux des deux lignes.

1. Publier chaque année sur internet les trafics moyens journaliers annuels (TMJA) des trains pour chaque tronçon des sections courantes et leur évolution par rapport aux TMJA 2017 (ERE, LISEA). Si nécessaire, au vu de la progression du trafic, vérifier si de nouvelles mesures de bruit doivent être diligentées pour s'assurer que les seuils de 60 dB en LAeq jour et 55 dB en LAeq nuit ne sont pas dépassés et qu'en cas de dépassement, les éventuels travaux de protection acoustique soient réalisés à la charge d'ERE et de LISEA (SNCF réseau).

2.4.3.3. Un outil de modélisation qui peut être imparfait dans quelques cas très spécifiques des mesures de bruit complémentaires sont alors nécessaires

Les bureaux d'études acoustiques et le Cerema ont signifié à la mission que la modélisation, base de l'étude acoustique, peut être imparfaite sur quelques cas très limitatifs : lorsqu'il y a réflexion sur les piles de viaducs, dans les vallées lorsque les pentes sont très importantes (zones montagneuses, cas non rencontré le long des deux LGV) et à la sortie des tranchées couvertes. Il peut être alors nécessaire de procéder à quelques mesures de bruit *in situ* pour s'assurer que le seuil de 60 dB(A) n'est pas réellement dépassé.

Sur la LGV BPL, 122 points de mesure ont été arrêtés suite à une réunion de concertation entre ERE et l'association des maires des communes traversées par la LGV BPL. Cette liste a été consolidée et portée à 138 points de mesure afin de mieux prendre en compte l'objectif de vérification du respect des engagements de l'État, lorsque les niveaux sonores modélisés en façade des habitations concernées étaient compris entre 59 et 60 dB. Début 2018, sur commande de SNCF Réseau, trois points de mesure supplémentaires ont été réalisés en Sarthe sur la commune de Connerré portant à 141 le nombre de points de mesures.

Après examen des différents cas spécifiques et à la demande de la mission, ERE a accepté de réaliser huit mesures supplémentaires à proximité des viaducs et deux en sortie de tranchées couvertes pour vérifier le respect des seuils réglementaires.

Sur la LGV SEA, LISEA a informé dès juin 2017 chaque mairie des modalités de la campagne acoustique : 111 points de mesures avaient été retenus par le Cerema pour valider les hypothèses du modèle. Entre juillet 2017 et janvier 2018, de nombreuses réunions de concertation se sont tenues entre LISEA et les communes qui le

souhaitaient (environ 80 mairies). Ces réunions ont permis d'ajuster et d'ajouter des points de mesures visant à intégrer notamment les cas spécifiques, pour arriver *in fine* à 266 mesures. Par exemple : onze dans la Vienne pour prendre en compte l'effet vallée, la multi-exposition et la sortie de tranchée couverte, plusieurs en Indre et Loire pour mesurer la multi-exposition avec l'A10, un en Gironde au droit d'un pont routier pour mesurer l'effet de réverbération.

C'est ainsi que, selon LISEA, si toutes les habitations n'ont pas bénéficié d'un point de mesure, cette campagne a permis de mesurer les sites les plus exposés mais aussi les cas spécifiques.

2.5. Des mesures de vibration pour répondre aux plaintes des riverains

Dans la pratique, les mesures de vibrations réalisées sur certaines structures prennent en compte les vibrations transmises par le sol et par l'air. Cependant, certaines structures sont plus réceptives aux vibrations dues à l'effet de souffle (ex : façades). Il est donc intéressant de diversifier les capteurs installés lors des mesures afin de caractériser les différentes sources de vibration.

2.5.1. Sur la LGV BPL

Suite aux réclamations de riverains, ERE avait donné son accord pour réaliser une mesure par département. Seules deux demandes ont été faites : les deux mesures de vibration effectuées (en Mayenne et dans la Sarthe) respectent le seuil de dommage.

Cependant, au moment de la rédaction du présent rapport, les associations ont recensé de nombreuses plaintes de riverains subissant des vibrations.

2.5.2. Sur la LGV SEA

La campagne de mesures de vibrations réalisée le long de la LGV SEA est la première d'une telle ampleur réalisée le long d'une LGV (25 mesures).

Bien que les études de vibration prévues par la DUP n'aient pas conclu à la nécessité de prendre des mesures particulières à l'égard des vibrations, à l'exception de l'institut Larnay, LISEA a reçu 220 plaintes concernant des vibrations. Aussi la société a demandé au Cerema de conduire une campagne de mesures.

L'objectif de cette campagne était de vérifier d'une part qu'aucun bâti n'était exposé à des vibrations pouvant entraîner des dommages et d'autre part de confirmer les hypothèses du modèle de risque « dommage » utilisé pour les études ci-dessus. Des extraits du rapport établi par le Cerema sont repris en annexe 6.

Le Cerema a également procédé suite à ces mesures à une évaluation du seuil de gêne ressenti par les riverains.

L'évaluation de la gêne des riverains se fait par la mesure de la vitesse efficace de la vibration au moyen de capteurs fixés sur le plancher des habitations, alors que l'évaluation du risque de dommage se fait par la mesure de celle-ci au moyen de capteurs fixés sur les structures des maisons.

Les résultats montrent des vitesses mesurées éloignées du seuil de dommage pour toutes les habitations. Le niveau maximum de vibration mesuré, soit 1,22 mm/s sur un

capteur en milieu de fenêtre (correspondant à 60 % du seuil de dommage de 2 mm/s), est atteint pour une maison située à 220 mètres de la voie. Il convient de relever que l'ossature de cette maison est en bois. Compte tenu de l'amplification observée des vibrations par cette structure, le Cerema s'interroge sur un possible effet de souffle sur la façade, provoqué par le passage d'un TGV. La propagation de cet effet de souffle est mal connu en « champ lointain » au-delà d'une distance d'environ 10 m.

Cet effet de souffle pourrait également être responsable des glissements de tuiles observés par certains riverains et que ceux-ci attribuent au passage des trains.

Le Cerema a retenu comme seuil de gêne, une vitesse efficace de vibration de 0,16 mm/s comme l'on fait plusieurs pays européens dans leur réglementation, (cf. § 1.2.3). Ce seuil est dépassé pour cinq habitations dont la plus éloignée se trouve à 108 mètres de la LGV.

Suite à l'examen des plaintes et à cette campagne de mesures, le Cerema recommande de faire des mesures sur cinq autres maisons situées à proximité de maisons impactées. LISEA a donné son accord pour financer ces mesures complémentaires.

Suite à cette campagne d'ampleur inédite, le Cerema conclut que les effets d'amplification des vibrations par certaines structures des constructions sont sous-évalués dans les modélisations. Les structures les plus sensibles sont les planchers ou ossatures en bois. La modélisation en fonction de la nature du sol et de la topographie ne suffit donc pas pour prédire l'impact des vibrations sur les bâtis, notamment en termes de gêne pour les habitants, et il faut l'étudier au cas par cas selon la structure de chaque maison.

Le Cerema constate également que les amplifications constatées sur certaines structures ne sont pas explicables par la seule transmission des vibrations par le sol. Il suspecte que celles-ci soient dues aux variations de pression liées à un effet de souffle. Si l'effet de souffle des circulations ferroviaires a été étudié en champ proche, il s'avère très mal connu en champ lointain, ce qui ne permet pas, en l'état actuel des connaissances, de répondre aux questions concernant la quantification de ce souffle, ses effets potentiels et les solutions permettant d'y remédier. Il conviendrait de développer les études qui permettraient de modéliser sa diffusion en champ lointain. Le Cerema dispose d'une expérience en la matière, acquise par des travaux sur les tirs de mine.

2. Poursuivre la recherche sur les effets en champ lointain et la modélisation de l'effet de souffle produit par les trains à grande vitesse (Cerema, SNCF réseau)

Compte tenu des enseignements tirés de la campagne de mesures réalisée le long de la ligne SEA (constat de vibrations en relation avec un effet de souffle et variabilité de l'impact des vibrations en fonction du bâti) et du nombre important de plaintes des riverains de la ligne BPL (60 recensées à ce stade), il apparaît nécessaire de réaliser une campagne de mesures de vibration le long de la ligne BPL, selon la méthode suivie pour la ligne SEA.

Après analyse du Cerema, ERE a donné son accord pour financer des mesures de vibrations complémentaires sur les habitations qui pourraient potentiellement dépasser le seuil de gêne retenu (environ huit mesures).

3. Finaliser les mesures de vibrations le long de la ligne SEA en suivant les recommandations du Cerema (LISEA) ; 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 (ERE).

3. La mission de médiation

Il a été demandé à la mission de proposer, dans le cadre d'une large concertation, des critères permettant d'identifier les habitations les plus exposées aux nuisances sonores pour ensuite proposer des compléments de protection phonique allant au-delà de ce qui est prévu par la réglementation actuelle.

Elle a ainsi pu recueillir le ressenti et les demandes des riverains pour une amélioration de leur environnement, mais aussi leurs inquiétudes sur l'évolution des nuisances à l'avenir en raison de l'augmentation du trafic.

3.1. Déroulement de la mission : (rencontres, visites, écoute)

La mission, qui disposait d'un temps limité, n'a pas recherché à visiter sur le terrain l'ensemble des cas recensés par les associations d'élus ou de riverains, ce qui s'avérait impossible, les deux LGV représentant 480 km de linéaire et les plaintes étant relevées à des distances parfois éloignées des lignes. Elle a souhaité se rendre dans chaque département, afin d'y rencontrer les maires des communes traversées, les associations de riverains, les députés et sénateurs, les collectivités locales intéressées (régions, départements, agglomérations desservies) et les services de l'État concernés. Ces réunions ont été organisées par les préfets. Dans chaque département, la mission s'est rendue sur trois à cinq sites sélectionnés par les préfets sur propositions des maires et associations.

Les déplacements dans les neuf départements ont permis à la mission de faire le constat de la diversité des situations, par exemple par la densité de l'habitat, par le relief plus au moins marqué, par le cumul de l'exposition à d'autres sources de bruit, etc. Ce sont en tout 35 sites qui ont été visités. Ces déplacements lui ont également permis de percevoir la diversité des questionnements et plaintes des riverains impactés par les deux LGV.

Une première préoccupation de la mission a été de comprendre pourquoi la mise en service de ces deux LGV a engendré autant de plaintes. Depuis la première LGV Paris-Lyon mise en exploitation en 1981, seule la mise en service de la LGV Méditerranée dans le département de la Drôme en 2001 a suscité de telles réactions. La LGV Paris-Lyon a été construite en appliquant de simples recommandations (guide du bruit des transports terrestres de 1976) consistant à respecter un seuil de 70 plus ou moins 5 dB(A) en LAeq (8-20h), seuil qui par la suite a été abaissé à 65 dB(A) pour les LGV Paris-Lille, Paris-Courtalain et le contournement de Lyon-Valence. La LGV Méditerranée a ensuite été conçue avec un objectif de respecter 62 dB(A) en LAeq (6h-22h) puis 60 dB(A) avec le nouveau matériel. Dans la Drôme, suite à des plaintes, il a été demandé au Conseil Général des Ponts et Chaussées de proposer des mesures pour réduire les nuisances phoniques⁵².

Plusieurs facteurs conjugués pourraient expliquer le grand nombre de plaintes constatées sur les LGV BPL et SEA, sans que la mission puisse en faire la part :

- l'évolution de la société avec une moins grande acceptation des contraintes liées à des grands projets d'infrastructures, avec une image des LGV qui s'est dégradée depuis la construction de la première ligne en 1981 : d'image de

⁵² « Nuisances phoniques de la ligne TGV méditerranée dans le sud de la Drôme » CGPC n°2002-0255-01 d'août 2003 : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/044000629.pdf>

modernité et de progrès, son utilité est aujourd'hui remise en question par certains ;

- un effet de la très grande vitesse, de la densité des habitations et du climat : seules cinq lignes ont une vitesse maximale autorisée de 320 km/h et sont empruntées par des trains pouvant l'atteindre ; la LGV Méditerranée entre Avignon et Aix-en-Provence (42 km), la LGV Est, la LGV Rhin Rhône et les deux LGV SEA et BPL. Le long du tracé des LGV Est et Rhin Rhône, la densité d'habitation apparaît moindre et le climat est moins clément que pour les LGV SEA et BPL, ce qui conduit à vivre plus souvent à l'intérieur qu'à l'extérieur des maisons ;
- une plus grande souplesse dans la négociation lors de la réalisation des LGV sous maîtrise d'ouvrage SNCF ou RFF, par rapport à une conception et construction sous contrat privé qui, par essence, répond strictement à un cahier des charges figé dans un calendrier contraint.

3.2. Bilan de la concertation : principaux problèmes rencontrés et demandes

Lors des entretiens avec les maires et avec les associations de riverains, si le bruit était incontestablement la nuisance principale évoquée, la question des vibrations a été systématiquement soulevée. D'autres facteurs irritants contribuent à exacerber le ressenti des riverains et des élus locaux.

3.2.1. Les nuisances telles que ressenties par les riverains

S'agissant du bruit, les riverains les plus proches de la ligne le décrivent comme le bruit d'un avion à réaction. Ils notent des variations importantes lors des différents passages de trains. Ils imputent ces variations au type du train, à sa vitesse et aux conditions météorologiques plus ou moins favorables.

Ils expriment ainsi la gêne ressentie :

- leur conversation est interrompue lors du passage du train ;
- ils ne peuvent plus entendre la télévision ;
- les personnes équipées de sonotones sont fortement gênées ;
- le soir les trains sont plus fréquents, ainsi que les vendredis et dimanches soir et cela correspond aux périodes de repos souhaitées ;
- le séjour l'été dans les jardins est fortement perturbé par le bruit des TGV ;
- ils avaient choisi un environnement calme et les pics de bruit dégradent cet environnement ;
- les passages de train les gênent pour s'endormir le soir et les réveillent tôt le matin.

La gêne ressentie porte donc sur des perturbations du sommeil, des troubles engendrés pour des activités ou le repos nécessitant une ambiance calme à l'intérieur des habitations et l'altération de la jouissance des zones extérieures aux maisons.

Cette gêne est exacerbée par :

- des inquiétudes sur l'évolution du trafic à venir ;
- des incompréhensions, voire des doutes sur l'efficacité des murs ou merlons anti-bruit ; ces protections phoniques ne seraient pas suffisamment hautes pour masquer le bruit aérodynamique des trains en partie haute, elles présentent des discontinuités dans lesquelles s'engouffre le bruit ;
- l'impression d'avoir été trompés, car le profil en long final de la ligne n'est pas totalement identique à celui figurant dans le dossier de l'enquête publique préalable à la DUP ;
- la vue sur la ligne qui leur rappelle la présence permanente de la source de nuisances sonores ;
- le sentiment pour certains de l'inutilité de l'infrastructure pour leur territoire.

Les trains ne sont pas les seules sources de nuisances sonores, les stations de transformateurs électriques peuvent également générer des bruits gênants.

Dans plusieurs cas, les riverains s'estiment doublement victimes, car ils subissent à la fois les nuisances sonores liées à la ligne grande vitesse et celles liées à d'autres infrastructures de transport. Ils suspectent parfois que la mise en place des protections acoustiques de la ligne ait aggravé l'exposition sonore due aux autres infrastructures de transport.

S'agissant des vibrations, les riverains se plaignent :

- des dommages constatés ou anticipés ; il s'agit notamment de fissures qui auraient parfois été occasionnées par les travaux de construction de la ligne sans qu'une suite ait été donnée, et de chutes de tuiles obérant l'intégrité des toitures ;
- de sensations ressenties de vibrations, notamment la nuit, contribuant ainsi au réveil nocturne et l'observation de tremblement des parois, des meubles, de la vaisselle et des suspensions.

À la gêne engendrée par la perception de la nuisance vibratoire s'ajoute la crainte de dommages que les riverains ne peuvent maîtriser.

3.2.2. Demandes des riverains, des associations et des maires

La principale attente des riverains est une amélioration de l'environnement sonore grâce à des mesures de protection collectives (murs antibruit ou merlons).

Certains souhaitent que leur maison soit rachetée afin de pouvoir déménager dans un secteur moins bruyant. Ils ont pu avoir mis en vente leur maison pour des raisons familiales sans succès au prix qu'ils auraient souhaité.

Certains voudraient pouvoir bénéficier du financement d'une protection de façade, alors que la plupart estiment que c'est très insuffisant compte tenu d'un mode de vie tourné vers l'extérieur.

De plus, les propriétaires de maisons qui ont fait l'objet de mesures de bruit fondées sur cet indicateur LAeq contestent leurs résultats pour différents motifs : les mesures ont été réalisées dans des conditions météorologiques défavorables ; leurs résultats

sont pondérés selon le trafic moyen observé depuis juillet 2017 et n'anticipent pas les évolutions de trafic prévues par les DUP.

Les passages de train étant plus nombreux et plus gênants en soirée⁵³, les associations s'interrogent sur l'intérêt d'utiliser un autre indicateur moyenné, le Lden.

Une demande de quelques riverains (gîtes, assistantes maternelles, cours de yoga, etc.) est la compensation de la perte d'exploitation suite à la mise en service des lignes. La perte d'exploitation peut parfois être indemnisée de manière amiable par ERE ou LISEA voire auprès des tribunaux, s'il est démontré que la perte du chiffre d'affaires est lié à la mise en service de la LGV. Elle nécessite parfois une démarche en justice aléatoire que les petites entreprises ou les personnes sont réticentes à engager.

Plus fréquente est la demande de compensation de la valeur du bien. Dans le cadre d'un projet ayant fait l'objet de déclaration d'utilité publique, l'obtention d'une telle indemnité ne peut être obtenue que devant le juge en argumentant un préjudice anormal et spécial. Conscients de la rareté de telle indemnisation dans le contexte de DUP, les riverains demandent pour le moins que soit reconnue la perte de valeur de leur maison pour le calcul de l'impôt foncier. Les maires sont cependant réticents à donner suite à ces demandes, s'agissant d'une ressource pour les communes.

Les riverains déplorent l'impact paysager de la LGV qui contribue à la gêne ressentie. Lors de la mise en vente, la seule visibilité de la ligne peut repousser d'éventuels acquéreurs venus visiter les lieux. Les plantations effectuées lors de la construction des infrastructures ont souffert d'un été particulièrement sec en 2018 et ont pu dépérir au risque de ne pas permettre à l'avenir de masquer les lignes. De surcroît, pour assurer un service téléphonique et wifi à bord des trains, des antennes relais ont été installées et dégradent encore l'effet visuel.

Les associations regrettent de ne pas pouvoir disposer des normes de mesure du bruit qui ne sont pas disponibles gratuitement pour pouvoir connaître les modalités de réalisation des mesures de bruit.

Elles souhaitent également, pour la ligne BPL, pouvoir disposer des fiches de mesure de chaque habitation. ERE refuse de communiquer ces résultats au motif qu'elles comportent des données individuelles et qu'elles ne peuvent être communiquées qu'aux habitants concernés. LISEA a communiqué ces fiches aux maires des communes concernées. La mission a sollicité un avis de la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA) afin de préciser les informations environnementales issues de ces mesures de bruit qui doivent être communiquées au public dans le respect des exceptions prévues par la loi.

Les associations de riverains de la ligne BPL souhaitent également avoir communication des profils en long définitifs de cette LGV et des études acoustiques réalisées pour dimensionner les protections acoustiques. La non diffusion de cet APD entraîne la confusion souvent faite par les riverains entre merlons acoustiques et merlons paysagers, et une suspicion sur l'efficacité des merlons acoustiques. Sur la ligne SEA, chaque maire des communes traversées dispose de ces deux documents.

Par ailleurs maires et riverains déplorent l'insuffisance d'entretien des terrains de l'emprise ferroviaire où se multiplient des plantes « nuisibles », telles que les chardons ou l'ambrosie.

⁵³ Ils sont également plus nombreux le week-end.

Les maires relayent les plaintes des riverains, mais sont également irrités par les suites de la construction : il leur est demandé de reprendre les délaissés et de les entretenir, alors qu'ils ne disposent pas de matériel pour le faire lorsque ceux-ci sont particulièrement pentus. Les services de sociétés spécialisées sont prohibitifs pour de petites communes.

Les maires s'interrogent également sur les dispositions qu'il convient d'adopter dans leurs plans locaux d'urbanisme pour limiter les nuisances sonores des futures habitations : distance par rapport à la ligne, isolation phonique des constructions.

Enfin, tant les riverains que les maires constatent que de nombreuses précautions ont été prises pour préserver la biodiversité et protéger l'environnement naturel et que, s'agissant du bruit subi par les riverains, seul s'imposait le respect de la réglementation relative aux infrastructures ferroviaires. Ils ressentent ainsi le sentiment « d'être moins bien traités que la flore et la faune sauvages ».

De façon générale, les riverains, les maires et les associations contestent l'indicateur de bruit LAeq retenu par la réglementation qui n'est pas, pour eux, représentatif de la nuisance sonore subie, car il intègre les périodes de calme sans passage des trains. Ils souhaitent donc que soient pris en compte les pics de bruit, à la fois dans la médiation conduite par la mission et dans la réglementation sur le bruit ferroviaire.

4. Les perspectives en matière de réduction et d'évolution des nuisances phoniques une fois la LGV réalisée

En phase exploitation, différentes mesures peuvent permettre de réduire les nuisances subies par les riverains et la gêne qui en résulte :

- la réduction des nuisances à la source : le matériel, l'infrastructure, son entretien et l'entretien du matériel, la vitesse ;
- les mesures de protection contre le bruit : création ou renforcement (rehaussement ou allongement) des protections phoniques telles que les murs anti-bruit et les merlons acoustiques ou encore les isolations de façades.

L'évolution du trafic quant à elle a une incidence directe sur l'émission du bruit perçu par les riverains.

4.1. Le matériel TGV

Les possibilités d'amélioration du matériel roulant sont à examiner attentivement, car elles permettent d'améliorer de façon générale la situation de tous les riverains d'une LGV. À ce titre, il faut considérer les performances des différents TGV actuellement en circulation, les améliorations techniques envisageables et l'évolution du matériel roulant dans la perspective de l'ouverture à la concurrence.

Comme vu précédemment, les bruits prépondérants aux alentours de 300 km/h-320 km/h sont le bruit de roulement et le bruit aérodynamique :

- pour réduire le bruit de roulement et les vibrations par le sol (contact rail/roue) il faut agir sur ces deux éléments en supprimant les défauts de surface (rugosité) de la roue et du rail ;
- deux mesures permettent de réduire le bruit aérodynamique :
 - l'optimisation des formes du train et des équipements ;
 - l'ajout de carénage ou la fermeture des césures.

4.1.1. Les différents matériels qui circulent aujourd'hui sur les deux LGV ont une signature acoustique équivalente

Selon la direction du matériel de la SNCF, des gains très importants de l'ordre de 10/15 dB(A) par rapport aux premiers matériels TGV à un niveau ont pu être obtenus dans les années 1990/2000 en matière d'émission de bruit grâce à une importante évolution technologique : une modification du système de freinage avec le remplacement des semelles en fonte par des semelles en matériau composite sur la motrice et par des disques sur les rames, permettant de diminuer le défaut de surface des roues et donc le bruit de roulement.

Aujourd'hui, les trains circulant sur les deux LGV BPL et SEA sont principalement :

- les TGV-A (TGV Atlantique), à un seul niveau, qui roulent à 300 km/h maximum ; ces TGV A vont être progressivement remplacés ;

- les TGV à deux niveaux :
 - TGV Dasye HD (marque OUIGO), qui roulent à 320 km/h maximum ;
 - TGV 2N2 (rame Océane : marque INOUI) qui roulent à 320 km/h maximum ;
 - TGV Duplex, matériels conçus pour rouler à 320 km/h mais qui circulent à 300 km/h maximum car non équipés du système embarqué de signalisation qui le permet (ERTMS⁵⁴) ;
 - anciens TGV Dasye (non équipés en ERTMS) qui roulent à 300 km/h maximum et seront à l'avenir transférés vers d'autres LGV.

Aujourd'hui ce sont 50 % de TGV-A et 50 % de TGV deux niveaux qui circulent sur la ligne BPL. Selon SNCF Mobilités, en 2022 tous les TGV-A auront été remplacés et 26 rames Océane remplaceront les rames Duplex.

Tous les TGV à deux niveaux sont de conception équivalente : tube technique équivalent (bogie roue, forme aérodynamique de la motrice). Seul diffère l'aménagement intérieur et l'équipement ou non de signalisation ERTMS. Ces rames ont la même signature acoustique à 0,1 dB(A) près). Le TGV Océane a subi une légère modification au niveau de la baignoire du pantographe par rapport aux modèles à deux niveaux précédents, mais le gain acoustique n'a pas été quantifié par Alstom. Alstom a toutefois démontré que cette modification mineure, qui consiste à recouvrir la cavité où se loge le pantographe, ne peut qu'améliorer la signature acoustique du matériel.

La hauteur des motrices est la même, que les rames du TGV soient à un ou à deux niveaux. Seules les remorques voyageurs sont plus basses pour le TGV-A par rapport aux différents TGV à double niveau, sachant que les sources les plus bruyantes pour le bruit aérodynamique sont celles les plus exposées à l'écoulement, en particulier celles localisées à l'avant du train (motrice).

Ainsi tous les TGV à deux niveaux ont la même signature acoustique⁵⁵, de même que le TGV-A (cf.annexe 7). À une distance de 25 m et une hauteur de 3,5 mètres, le LAeq tp est de 92,1 dB(A) à la vitesse de référence de 300 km/h pour le TGV-A, et de 92 dB(A) à la vitesse de référence de 300 km/h et 92,8 dB (A) à 320 km/h pour les TGV à deux niveaux.

4.1.2. La nouvelle commande de la SNCF : le TGV 2020, quelques décibels en moins à attendre ;

Une nouvelle commande de 100 « TGV 2020 » a été passée à Alstom pour une mise en service à partir de 2023. Elle est en cours de conception. L'objectif est de réduire les dépenses énergétiques de 20 à 30 % en améliorant l'aérodynamique et par là même de réduire le bruit émis par le matériel et d'être conforme au règlement (UE) n° 1304/2014 de la Commission du 26 novembre 2014 ⁵⁶ relatif à une spécification

⁵⁴ ERTMS (*European Rail Traffic Management system*) : système radio pour échanger des informations (voix et données) et système européen de contrôle des trains (freinage automatique en cas de dépassement de la vitesse maximale autorisée). Ce système nécessite deux modules : l'un au sol et l'autre embarqué dans le train. Les deux LGV SEA et BPL sont équipées au sol.

⁵⁵ Avec probablement une signature acoustique légèrement plus basse pour les TGV Océane.

technique d'interopérabilité ou STI bruit (cf.annexe 12), tout en répondant à différentes contraintes de coût à la rame et de maintenance.

L'amélioration aérodynamique au niveau de l'architecture du TGV 2020 devrait conduire à des améliorations positives pour le niveau sonore grâce à :

- un carénage amélioré sur les bogies ;
- un avant de la motrice mieux profilé ;
- un carénage entre les remorques amélioré en réduisant les protubérances ;
- la disparition en toiture des motrices de la cavité appelée « baignoire de pantographes ».

À ce stade de la conception de ces nouveaux trains, les améliorations prévisibles de la signature acoustique ne sont pas quantifiées par le constructeur ALSTOM. Une modification sur la forme de la roue pourrait conduire à diminuer très légèrement le bruit de roulement (environ 1 dB).

Au final, il est attendu quelques décibels d'amélioration sur ces futures rames, aucune évolution technologique majeure n'ayant été aujourd'hui identifiée. Cependant, la mission attire l'attention sur le fait que toute amélioration acoustique peut être valorisée, notamment sur le plan commercial.

4.1.3. L'évolution du matériel TGV dans le monde

Il convient de noter qu'il n'existe pas dans le monde de TGV à deux niveaux ailleurs qu'en France et au Maroc.

Les matériels roulants japonais de type Shinkansen doivent être plus performants en termes de niveaux acoustiques. Ces matériels sont très profilés (« nez » très allongé), du fait de la problématique de pénétration en tunnel, ce qui contribue à minimiser le bruit aérodynamique. De plus ils possèdent un carénage sur chacun de ses bogies et sur les pantographes ainsi qu'une fermeture complète des césures. Cependant leurs données de mesure acoustique ne sont pas disponibles selon la norme européenne ISO 3095 (méthode de mesure du bruit au passage sur voie de référence).

Ces solutions ne sont pas directement transposables sur le TGV. En effet, le Shinkansen ne circule que sur des voies dédiées avec des courbes de grand rayon et une hauteur caténaire constante. Le TGV, quant à lui, circule sur la plupart des lignes « classiques » françaises⁵⁷ et européennes. En dehors des LGV, les courbes peuvent être de faible rayon (gare, montagne, ligne classique) et la hauteur des caténaires n'est pas constante. La STI « infrastructures »⁵⁸ (dont l'objectif est l'interopérabilité) ne s'applique que pour les infrastructures nouvelles en Europe. Le bogie du TGV doit

⁵⁶ Règlement (UE) n° 1304/2014 de la Commission du 26 novembre 2014 relatif à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système Matériel roulant — bruit, modifiant la décision 2008/232/CE et abrogeant la décision 2011/229/UE entrée en vigueur le 1er janvier 2015. Il s'applique à l'ensemble du réseau ferroviaire européen.

⁵⁷ Par exemple sur les lignes Bordeaux-Hendaye, Bordeaux-Tarbes ou encore Rennes-Brest.

⁵⁸ Règlement (UE) n° 1299/2014 de la Commission du 18 novembre 2014 concernant les spécifications techniques d'interopérabilité relatives au sous-système « Infrastructure » du système ferroviaire dans l'Union européenne.

donc avoir une grande mobilité sous la caisse et le pantographe avoir un grand débattement en hauteur (voire en largeur), ce qui ne permet pas la mise en place d'un carénage.

4.1.4. Ouverture à la concurrence

L'ouverture à la concurrence pour le transport international de voyageurs est possible depuis 2009 mais n'est effective que depuis 2011 avec une première ligne Paris-Venise par Thello, opérateur franco-italien. LISEA prévoit un service Bruxelles-Bordeaux par Thalys à compter de l'été 2019. Sur les lignes nationales, pour les services de transport qui, comme le TGV, n'entrent pas dans un contrat de service public⁵⁹, le monopole public de la SNCF s'achèvera en décembre 2020. Les premiers trains concurrents des actuels TGV de la SNCF pourront rouler sur le réseau français à partir de 2021. Tout matériel mis en exploitation après la décision 2008/232/CE (dit « STI matériel roulant grande vitesse 2008 ») devra respecter un seuil de bruit réglementaire équivalent à ceux des TGV circulant actuellement sur les deux LGV. *A contrario*, les matériels roulants dont la première mise en circulation est antérieure à cette décision n'ont pas d'obligation réglementaire en termes d'émission de bruit.

Dès lors, s'il s'avère que de nouveaux entrants envisagent de faire circuler du matériel roulant dont la signature acoustique est au-dessus des seuils des STI en vigueur, la mission propose une mesure dissuasive consistant à mettre en place des mesures tarifaires différenciées sur les redevances d'infrastructure favorisant la circulation des rames les moins bruyantes. L'article 33-2 du décret n°2015-1040 du 20 août 2015 encadrée par le règlement d'exécution (UE) 2015/429 de la Commission européenne du 13 mars 2015 permet une telle mesure, qui ne doit pas entraîner une augmentation du montant global des recettes réalisées par le gestionnaire. Cette possibilité est par ailleurs prévue dans le cahier des charges du contrat de concession de LISEA.

4. Mettre en place des mesures tarifaires différenciées sur les redevances d'infrastructures des deux LGV favorisant les trains les moins bruyants s'il s'avérait que, suite à l'ouverture à la concurrence, les nouveaux opérateurs envisagent d'utiliser du matériel roulant dont les émissions sonores sont supérieures aux seuils des spécifications techniques d'interopérabilité (SNCF Réseau pour BPL et LISEA pour SEA).

4.2. L'infrastructure, son entretien et l'entretien du matériel

L'entretien du matériel et des voies a un impact important en matière d'émission de bruit.

SNCF Réseau signale en effet que deux trains du même type sortant d'usine peuvent avoir des LAeq tp différents résultant des tolérances de fabrication, comme dans tout procédé industriel. Ils peuvent varier ensuite en fonction de leur état d'entretien et de l'état de la voie.

⁵⁹ TER et TET (train d'équilibre du territoire).

4.2.1. Les roues et le rail sont régulièrement reprofilés et meulés

Les TGV ont une durée de vie d'environ 40 ans avec une rénovation généralement à mi-vie. Les rames OUIGO/Duplex ont été livrées à compter des années 1990, les rames Océane à partir de 2017. Il n'y aura pas de gain acoustique suite à la rénovation des TGV Duplex (simple révision et réaménagement intérieur).

Un reprofilage des roues est réalisé tous les 250 000 kilomètres, soit plus de deux fois par an pour des raisons impératives de sécurité (risque de déraillement en cas d'usure des roues).

Toujours pour des questions de sécurité, le gestionnaire procède, à intervalle régulier, au meulage de la surface supérieure des rails pour supprimer l'usure ondulatoire, ce qui a un effet positif sur le bruit de roulement et les vibrations par le sol.

4.2.2. Pas de différence significative des émissions de bruit entre plate-forme classique et plate-forme bitume

Deux techniques ont été employées pour les plates-formes des deux LGV ⁶⁰ :

- le mode classique : la sous-couche de la plateforme est composée de matériaux granulaires compactés ;
- le mode innovant « bitume » : sous couche composée de 12 centimètres de grave-bitume.

Dans les deux cas, cette sous-couche est recouverte de 30 à 40 cm du même ballast (granulats de taille mini/maxi 20/50 mm) pour supporter le rail. Le mode « bitume », plus cher à la construction, permet de faciliter les travaux de pose de voies et des équipements, de réduire l'épaisseur de la couche d'assise et de faire des économies de maintenance grâce à une meilleure stabilité de la voie avec des vitesses élevées.

Les riverains soupçonnant le mode « bitume » d'être plus bruyant que le mode classique, ERE a commandé au Cerema une étude pour comparer le bruit d'un même TGV roulant à la même vitesse sur les deux modes de construction de la voie. Des mesures de bruit sur deux sites de configuration équivalente, avec enregistrement des conditions météorologiques sur chacun des sites, aux mêmes distance et hauteur (25 et 3,5 mètres), le même jour, pour le même train avec enregistrement de la vitesse ont été faites. L'étude conclut qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux techniques de construction sur la propagation du bruit. ERE devrait mettre prochainement en ligne cette étude.

4.3. La vitesse

L'émission du bruit de roulement des TGV augmente avec leur vitesse. Dans une gamme de vitesse de 40 à 320 km/h, où le bruit de roulement est la source prépondérante, l'émission sonore évolue selon la courbe et le tableau joints en annexe 8.

⁶⁰ Le mode bitume a été utilisé sur les 43 km au sud de la LGV SEA et sur les 105 km à l'est de la ligne LGV BPL.

Ainsi, la variation en LAeq tp d'un train est de 2,4 dB(A) entre 250 et 300 km/h, de 0,8 dB(A) entre 300 et 320 km/h, et de 3,2 dB(A) entre 250 et 320 km/h.

La vitesse maximale autorisée sur les sections courantes des deux LGV, est de 320 km/h, et sur les raccordements aux lignes classiques de 160 à 230 km/h (et de 100 km/h pour le raccordement fret à Connerré et La Milesse sur la LGV BPL). Les trains ralentissent (ou accélèrent) en extrémité de chacune des deux lignes et lorsqu'ils empruntent un raccordement (ou arrivent d'un raccordement).

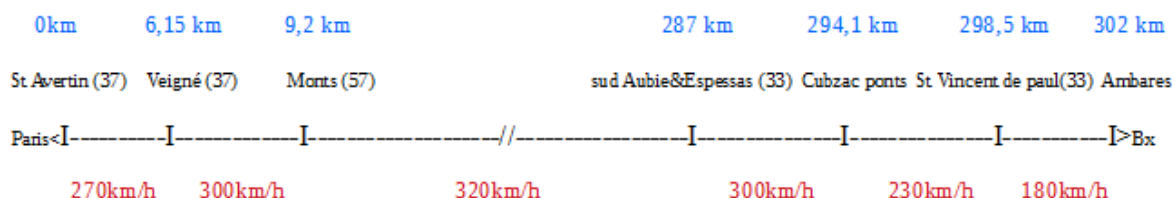


Illustration 8: Vitesse maximale autorisée de la section courante de la LGV SEA
(source : mission, d'après les données de LISEA)

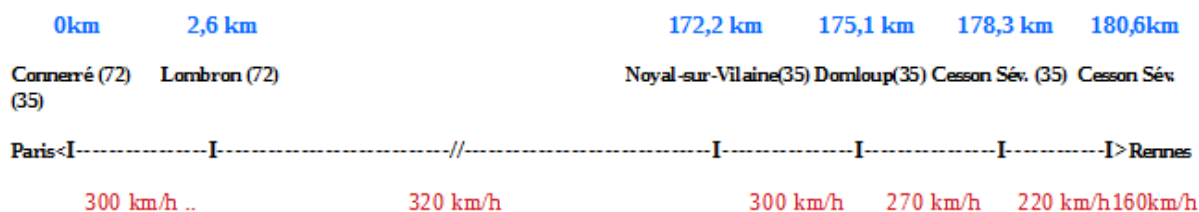


Illustration 9: Vitesse maximale autorisée de la section courante de la LGV BPL
(source : mission, d'après les données d'ERE)

La vitesse réelle est variable, la vitesse maximale autorisée étant rarement atteinte. Certains trains, (cf § 4.1), sont conçus pour ne rouler qu'à une vitesse maximale de 300 km/h. Les TGV ralentissent ou accélèrent à l'approche des raccordements au réseau existant. Pour des raisons de sécurité et pour favoriser une meilleure régularité des circulations et un meilleur respect global des grilles horaires, une marge horaire, dite « marge de régularité » est prise pour tenir compte des aléas ou des travaux dans certaines conditions⁶¹. Elle est pour les LGV de 5 % en deçà du temps minimum si le TGV roulait à la vitesse maximale autorisée.

D'une part le conducteur est sanctionné⁶² s'il dépasse la vitesse maximale autorisée et d'autre part un intéressement collectif est mis en place au sein de SNCF réseau pour assurer la ponctualité⁶³. C'est ainsi que la vitesse des TGV ne s'approche des 320 km/h que lorsqu'il y a du retard à rattraper.

Sur la LGV BPL, le Comité TGV Réaction citoyenne (CRI BPL) demande un ralentissement sur l'ensemble de la ligne à 250 km/h. À partir de l'enregistrement le

⁶¹ Conformément à l'annexe 4-1 (chapitre 3 à 5) du document de référence (horaire de service 2018) : « référentiel technique de tracé des sillons » de SNCF Réseau.

⁶² Il peut jusqu'à perdre son habilitation à conduire un TGV.

⁶³ Conformément à l'accord d'intéressement 2015-2016-2017 signé entre les syndicats et SNCF mobilités en juin 2015 : http://medias.sncf.com/sncfcom/open-data/accords/SNCF_Mobilites%20Accord_d%27interressement_signe_le_30_juin_2015.pdf.

17/03/2018 de la vitesse du TGV Paris-Rennes de 10h56-12h24, qui roule à une moyenne de 293 km/h, le CRI calcule la perte de temps sur 210 km, (soit depuis 40 km avant Connerré jusqu'à Domloup, environ 5 km avant Rennes, pour une vitesse de 220 ou 250 km/h au lieu de 293 km/h). Le CRI conclut à des pertes de temps respectivement de 14 et 7 minutes pour le trajet Paris-Rennes. Dans les faits, une limitation à 220 km/h ou 250 km/h conduirait également pour les raisons évoquées ci-dessus à des vitesses moyennes en deçà de ces valeurs. La réelle perte de temps, par rapport à un matériel qui roule à une vitesse maximale de 320 km/h, est sur 210 km la différence entre 320 km/h⁶⁴ et 220 ou 250 km/h, soit une perte de temps de près de 18 minutes pour un matériel roulant à 220 km/h ou de plus de 11 minutes pour un matériel roulant à 250 km/h, ce qui est très conséquent sur un trajet d'une heure et 28 minutes. Il faut rappeler que ces pertes de temps affecteraient non seulement les voyageurs sur le trajet Paris-Rennes, mais au-delà, par exemple sur les trajets Paris-Brest et Paris-Saint-Malo. Le gain sonore correspondant est de l'ordre de 3,2 dB(A) à 250 km/h et 4,9 dB(A) à 220 km/h.

Sur la LGV SEA, certains maires ou riverains ont évoqué un ralentissement des trains limité devant leur commune, argumentant une densité de population plus élevée et faisant valoir qu'un ralentissement sur une courte distance n'avait qu'un impact limité sur le temps perdu.

La mission n'a pas retenu la solution de diminution de la vitesse maximale sur l'ensemble du linéaire grande vitesse. Le ralentissement de la vitesse ne fait pas l'unanimité des parties prenantes consultées compte tenu de l'intérêt des deux lignes pour l'ensemble des usagers. Elle remettrait en cause l'utilité globale du projet qui a été déclaré d'utilité publique, le gain de temps ayant un impact sur le nombre de voyageurs prévus dans les hypothèses de trafic retenus dans les dossiers de DUP.

Par ailleurs, l'accélération et le ralentissement au coup par coup des trains n'est en aucun cas immédiat et prend de nombreux kilomètres ce qui augmente d'autant plus la perte de temps. L'analyse des cartes acoustiques montre que la densité kilométrique du bâti aux abords des deux LGV est du même ordre sur BPL et SEA, sauf en Gironde où la densité est considérablement plus élevée : ainsi, dans une bande de 250 m de part et d'autre des lignes ont été dénombrées environ 1 250 maisons en Gironde sur 23 km⁶⁵, 2166 pour le reste de la LGV SEA, et 670 maisons pour l'ensemble de la LGV BPL. Cette densité a conduit LISEA à édifier un grand nombre d'écrans et merlons acoustiques, malgré un ralentissement des trains à 300 km/h dès 15 kilomètres avant la fin de la ligne à Ambarès, puis à 230 km/h 8 km avant et enfin 180 km/h sur les 3,5 derniers kilomètres.

À cette extrémité de la ligne, compte tenu de la très forte densité des habitations riveraines et au regard des coûts et de la faisabilité technique des rehaussements/extensions de nouvelles protections à la source, il pourrait être envisagé de passer à 250 km/h sur les 7,1 km limités aujourd'hui à 300 km/h (perte de temps de 17 secondes), voire de prolonger cette limitation quelques kilomètres supplémentaires à 270 km/h vers Paris dans les zones très denses tout en restant toujours en deçà d'une perte de temps d'une demi-minute qui pourrait être intégrée dans la marge de régularité.

⁶⁴ À terme, tous les TGV roulant à la vitesse maximale de 300 km/h (TGV A et anciens TGV Dasye, cf.4.1), seront remplacés par les TGV pouvant rouler à vitesse maximale de 320 km/h.

⁶⁵ Avec une vitesse autorisée supérieure ou égale à 300 km/h.

4.4. Les évolutions de trafic

Les riverains s'inquiètent de l'évolution du trafic voyageur à long terme, avec, sur la LGV BPL, une inquiétude supplémentaire quant à l'éventuel trafic fret grande vitesse.

4.4.1. Le trafic TGV

Si les perspectives d'augmentation de trafic retenues dans le dossier de DUP à horizon 20 ans sont relativement limitées sur la LGV BPL (entre +16 % et +29 %), il n'en est pas de même pour la LGV SEA (multiplication du trafic actuel par un facteur de 1,47 jusqu'à 2,19 (cf. annexe 4.1.5 et 4.2.4). Cependant, les hypothèses à 20 ans retenues sur cette dernière ligne semblent largement surestimées, car elles tiennent compte de la réalisation de trois nouvelles lignes à grande vitesse, la LGV Poitiers Limoges dont la DUP a été annulée le 15 avril 2016 par le Conseil d'État, et le projet « Grand projet du Sud-ouest » (GPSO), qui comprend les LGV Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Hendaye (Espagne). Le projet de loi d'orientation sur les mobilités (LOM) actuellement en cours d'examen au Sénat, doit notamment permettre la planification de ces infrastructures. Ainsi, l'exposé des motifs de cette loi retient un lancement des études du projet GPSO sur la période 2023-2027.

De plus, la politique de la SNCF serait désormais de maximiser le nombre de voyageurs sans augmenter le nombre de trains, qui, à terme seront tous duplex et très souvent en unité multiple. Selon SNCF mobilité, l'arrivée de la concurrence ne devrait pas apporter de bouleversement, le marché restant le même, mais plutôt conduire à son partage.

LISEA de son côté prévoit aujourd'hui une augmentation du nombre de trains de l'ordre de 25 % d'ici la fin de la concession en 2061. Il l'explique notamment par la plus grande capacité des trains et la saturation du tronçon commun de la LGV Atlantique entre Paris et Courtenay.

4.4.2. Le trafic fret grande vitesse

Sur le contournement du Mans, l'APS de la LGV BPL prévoit en 2040 du trafic fret : 11 trains entre 6 et 22 h et 11 entre 22 et 6 h. Aujourd'hui, aucun train de fret ne circule sur ce tronçon de LGV alors que le fret est totalement libéralisé depuis 2006. Une vingtaine d'opérateurs privés sont venus concurrencer la SNCF qui a perdu 40 % du marché national, mais ce marché a néanmoins continué à chuter. L'activité fret de la SNCF ne possède aujourd'hui aucune locomotive équipée d'un des deux systèmes d'information de contrôle des trains disponibles sur la LGV BPL (et SEA). Elles ne peuvent donc pas circuler sur une LGV en exploitation pour raison de sécurité. La SNCF ne dispose que de locomotives pouvant porter secours à un TGV en détresse ou tractant les trains des travaux. La circulation de fret sur le contournement du Mans ne semble pas être une priorité pour la SNCF.

4.4.3. Le trafic TER grande vitesse

Sur le tronçon compris entre la bifurcation de Sablé et l'entrée Est de Laval de la ligne BPL, des TER grande vitesse de type ZTer sont exploités avec une vitesse maximale de circulation de 200 km/h. Leur LAeq tp est de 79,9 dB(A) à 25 m de l'axe de la voie à la vitesse de référence de 120 km/h, soit 86,5 dB(A) à la vitesse maximale de

200 km/h (cf.annexe 7). Les riverains aujourd'hui ne semblent pas se plaindre des nuisances phoniques de ce type de matériel TER circulant à plus faible vitesse. Les augmentations de trafic à horizon 2040 restent modérées : 14 trains TER par jour prévus en 2040 contre 10 actuellement.

5. Analyse de la concertation et propositions

Il est demandé à la mission « d'établir des critères objectifs permettant d'identifier les habitations les plus exposées aux nuisances sonores liées aux lignes nouvelles » et de « procéder à un recensement des situations les plus difficiles pour lesquelles il est souhaitable d'apporter une réponse ».

Les critères à retenir doivent permettre de hiérarchiser les différentes situations et de cibler les cas les plus difficiles. Ils se doivent d'être équitables et applicables à toutes les habitations, que des mesures de bruit aient été effectuées ou non. Ils doivent être simples d'application et ne pas nécessiter d'importantes études, les riverains souhaitant une réponse rapide.

N'ont ainsi pas été retenus :

- la distance entre la ligne et les habitations : un consensus s'est dégagé pour relever que l'impact sonore à une même distance pouvait beaucoup varier en fonction du profil en long de la ligne, des protections acoustiques, de la topographie et des conditions météorologiques ;
- l'écart entre le pic de bruit (émis par le train) et le bruit résiduel (bruit ambiant sans le bruit du train) cf.§ 2.2: cet écart est impossible techniquement à calculer sauf à mesurer le bruit résiduel de chaque habitation. De plus, l'impact sur la santé du niveau du pic de bruit associé à sa fréquence semble prépondérant à la mission. Enfin, la prise en compte de ce critère défavoriserait les riverains exposés à un niveau résiduel important ;
- le nombre de pics sur une durée donnée (la plus exposée, en général fin d'après midi-soir) : la mission a constaté qu'il existait une certaine proportionnalité, sur le linéaire d'une même LGV, entre la fréquence journalière des trains et celles des heures de pointe ;
- le Lden (cf.§ 1.1.1.2) qui est un indicateur moyenné en pondérant le niveau sonore selon la période de nuit, de soirée ou de jour : le très faible nombre de trains la nuit a pour conséquence de baisser le niveau mesuré par cet indicateur, alors qu'au contraire l'augmentation du nombre de trains en soirée a tendance à l'augmenter. S'agissant d'un indicateur moyenné, il ne répond pas à la demande des riverains de prendre en compte les pics de bruit.

5.1. Les critères qui font consensus, avec un choix, pour la mise en œuvre d'indicateurs simples et facilement calculables

Les critères proposés qui font consensus sont les suivants :

- 1 - le niveau des pics de bruit ;
- 2 - le nombre journalier de pics de bruit aujourd'hui et à horizon 20 ans ;
- 3 - la prise en compte de certains sites particuliers ;
- 4 - les personnes et publics vulnérables ;
- 5 - la prise en compte des vibrations ;
- 6 - les situations de multi-exposition (avec les infrastructures routières).

De l'avis de la grande majorité des parties prenantes, il ressort que ces critères doivent s'appliquer sur le périmètre suivant :

- la priorité aux habitations principales : la mission privilégie le traitement des résidences principales qui abritent les populations qui subissent la plus grande exposition au bruit. Elle propose d'exclure les résidences secondaires du dispositif ;
- l'application d'un principe d'antériorité : priorité est donnée aux habitants « historiques » installés avant l'arrivée du projet de LGV. Les personnes qui ont acquis ou construit à proximité du tracé l'ont fait en connaissance de cause. Sont ainsi à exclure du dispositif les habitations dont le dépôt du permis de construire ou l'acquisition est postérieure à la date d'ouverture de l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique, à savoir le 3 février 2005 pour la section Angoulême-Bordeaux (DUP du 18 juillet 2006), le 1er juin 2006 (DUP du 27 octobre 2007) pour la LGV BPL et le 25 octobre 2007 (DUP du 10 juin 2009) pour la section Tours-Angoulême de la LGV SEA.

La mission propose de retenir ces critères et de les appliquer sur le périmètre défini ci-dessus. Leur mise en œuvre se fera sur les sections courantes des deux LGV⁶⁶.

5.1.1. Le niveau des pics de bruit

La mission a cherché un moyen rapide d'évaluer le niveau des pics de bruit.

Pour évaluer les pics de bruit perçus au niveau des habitations, la mission a écarté la réalisation d'une campagne de mesures pour toutes les maisons riveraines des deux lignes, dans une bande située de part et d'autre de celles-ci. De manière pragmatique, la mission a cherché un outil de modélisation disponible pour hiérarchiser les différentes situations. Un seul outil a pu être trouvé aujourd'hui qui permet d'obtenir rapidement une cartographie en LA_{max} (cf. § 1.1.1.2). À partir de l'outil de modélisation et de la base de données des études acoustiques réalisées sur chaque ligne, il est possible par extension de licence d'appliquer la méthode nordique « TemaNord 1996 : 524 » et de réaliser des modélisations par courbes isophoniques en LA_{max} dit « nordique ».

Les cartes isophoniques ainsi produites correspondent à l'indicateur LA_{max} paramétré avec une durée d'intégration d'une seconde (LA_{max} slow) équivalent à celui retenu pour les mesures normalisées.

Alors qu'à la lecture de la norme de calcul de la méthode nordique, les phénomènes météorologiques ne sont pas pris en compte dans les calculs de propagation du bruit, il est cependant précisé dans le document⁶⁷ décrivant cette « nouvelle méthode de prédiction nordique pour le bruit des trains » (NMT) : « Pour être utilisé comme critère de bruit il convient de noter que lorsque la distance entre la source mesurée et le récepteur est supérieure à 50 mètres, les valeurs calculées correspondent au pire scénario qui ne survient qu'une partie du temps (par exemple à des conditions atmosphériques avec inversion de températures ou du vent entre la source et le récepteur) » (cf. annexe 9).

⁶⁶ Sur les raccordements, les trains circulent à 230 km/h maximum (180 km/h sur le raccordement Ambares-Bordeaux).

⁶⁷ « Railway Traffic Noise- Nordic prédiction Method-, Nordic council of ministers ».

Le choix a été fait de modéliser le pic de bruit du train le plus bruyant : les rames TGV A⁶⁸ à la vitesse maximale autorisée⁶⁹ (par analogie avec l'étude acoustique en phase APD⁷⁰). Cette modélisation permettra avant tout de visualiser la diffusion du L_{Amax} et de cibler les habitations qui subissent les pics de bruit les plus élevés pour un même train circulant à la même vitesse.

Il n'est cependant pas possible de corréliser ce L_{Amax} nordique modélisé avec les mesures de bruit *in situ*. En effet la mesure du L_{Amax} slow est extrêmement sensible à plusieurs facteurs : le type de train et son état, la météo et la vitesse.

- Le type de train et son état :

Dès la sortie de l'usine, deux trains de même type peuvent avoir des L_{Aeq} tp (L_{Aeq} pendant le temps de passage du train) différents. Ils peuvent varier ensuite en fonction de leur état d'entretien et de l'état de la voie.

La signature acoustique du matériel retenu pour les modélisations (cf. annexe 7) résulte d'une campagne normée⁷¹ de mesures *in situ* pour chaque type de train. L'indicateur L_{Aeq} tp est mesuré à 25 m et 3,5 m de hauteur. Le niveau d'émission acoustique L₀ indiqué sur la fiche de signature acoustique est alors le L_{Aeq} tp pour la vitesse de référence du train et la formule $L = L_0 + 30 \times \log(V/V_0)$ permet de calculer l'émission sonore L pour une vitesse V donnée. Ce mesurage *in situ* fait ensuite l'objet d'un traitement statistique.

La variabilité de la mesure, à la même vitesse, d'un même type de train est aujourd'hui estimée à environ 10 dB(A) pour les indicateurs de court terme (L_{Aeq} tp) et 15 dB(A) pour les indicateurs de très court terme (L_{Amax} fast ou L_{Amax} slow).

- L'effet météo :

La dispersion du L_{Amax} entre les conditions météorologiques défavorables et favorables peut présenter une étendue importante, et la norme nordique ne précise pas les paramètres détaillés pris en compte pour la définition du « pire scénario » (cf. annexe 9).

- L'effet vitesse :

Comme vu au chapitre 4.3, la vitesse du train fluctue et n'atteint que rarement la vitesse maximum autorisée. Le niveau du pic de bruit peut donc varier, pour un même point du trajet, en fonction de la vitesse (cf.annexe 8).

Compte tenu de toutes ces variations, il ne peut être fait de corrélation entre le L_{Amax} nordique modélisé et les mesures de bruit *in situ*. Cependant, bien qu'imparfait, l'indicateur retenu, calculé pour un pire scénario, permet avant tout de hiérarchiser en valeur relative les différentes situations afin de cibler les cas les plus difficiles.

⁶⁸ Le train retenu est le TGV A en unité simple : le résultat de la modélisation serait le même pour un TGV A en unité multiple.

⁶⁹ Soit jusqu'à 320 km/h à pleine vitesse.

⁷⁰ C'est un TGV A roulant à 300 km/h qui a été retenu pour la modélisation acoustique de l'APS, En phase APD, la modélisation a été faite avec le même matériel, mais avec une vitesse de 320 km/h.

⁷¹ Mesure de bruit effectuée selon la norme EN ISO 3095 « applications ferroviaires-acoustiques-mesurage du bruit émis par les véhicules circulant sur rails » à 25 m de la voie et à une hauteur de 3,5 m au-dessus du rail extérieur.

5.1.2. Le nombre de pics de bruit aujourd'hui et à l'horizon de 20 ans

Le nombre journalier de pics de bruit est lié aux évolutions du trafic des trains (cf. § 2.4.3.2).

Aujourd'hui le nombre de pics de bruit varie d'environ trente-cinq à une centaine de trains par jour selon le tronçon de section courante des lignes. Il faut noter que ces pics ne sont pas répartis également dans la journée et sont plus fréquents le soir et le week-end, pendant des périodes où les riverains sont présents à leur domicile et aspirent à des activités calmes ou au repos. En soirée, la fréquence peut s'élever pour la somme des deux sens jusqu'à un train toutes les quatre à cinq minutes.

La mission considère que la gêne liée aux pics de bruit, si elle n'est pas identique sur les différents tronçons des deux lignes, est partout difficile à supporter pour un même niveau élevé de pic de bruit, indépendamment de leur nombre. Ainsi, si les tronçons où les trains sont les plus fréquents lui semblent prioritaires et méritent d'être traités en premier, les autres tronçons des sections courantes nécessitent d'être traités par la suite pour les mêmes niveaux de pic.

5.1.3. La prise en compte de certains sites particuliers

Ce sont les sites mentionnés au § 2.4.3 (piles de viaduc, sorties de tranchées couvertes) pour lesquels la mission a demandé à ERE et LISEA de faire des mesures de bruit compte tenu des limites de la modélisation acoustique. Si le seuil de 60 dB en LAEq jour est atteint, ERE et LISEA devront, conformément à leurs engagements, traiter ces maisons.

5.1.4. Les personnes et publics vulnérables

Ainsi que cela a été démontré par de nombreuses études épidémiologiques, les effets sur la santé du bruit dépendent des conditions d'exposition et de la vulnérabilité des personnes. Ainsi, les personnes âgées ou malades exposées tout au long de la journée au bruit et ayant souvent besoin d'une sieste, les mêmes personnes parfois appareillées avec des sonotones, sont à la fois soumises à une exposition plus importante et plus sensibles au bruit.

De même, les enfants dans les crèches, chez les assistantes maternelles et écoles situées à proximité de la ligne, peuvent être perturbés dans leur sommeil et leur attention nécessaire à l'apprentissage peut être altérée par le bruit.

Dans son avis de 2004, le CSHPF identifie comme population particulièrement sensible, les enfants, les travailleurs postés et les personnes âgées. De même, dans son avis de 2014, l'Anses mentionne que les effets du bruit sur la perturbation du sommeil rend les enfants, les travailleurs en horaire décalés et les personnes en établissements de santé particulièrement vulnérables.

Il est rappelé que l'institut Larnay à Biard fait l'objet d'un traitement particulier par LISEA (protections anti-bruit et anti-vibration particulières).

5.1.5. La prise en compte des vibrations

L'analyse des mesures de vibration effectuées sur la ligne SEA montrent que les maisons qui dépassent le seuil de gêne de vibration de 0,16 mm/s sont généralement proches de la ligne (20 m à 108 m) et présentent le plus souvent des niveaux de LAeq et/ou de pics de bruit élevé.

À l'inverse, toutes les maisons qui présentent des pics de bruit ou des LAeq élevés ne sont pas soumises à des vibrations dépassant le seuil de gêne, car les vibrations constatées dépendent de la nature du sol et des structures de l'habitation.

Il faut rappeler ici que la gêne liée au bruit peut être exacerbée si elle se cumule avec un phénomène de vibrations (cf. § 1.2.2).

La gêne due aux vibrations est donc un critère à prendre en compte pour identifier les situations les plus difficiles.

5.1.6. Les situations de multi-exposition

Lors de la création d'une infrastructure, la réglementation (cf. § 1.1.3) ne prévoit pas la prise en compte de l'impact sonore cumulé à celui d'une autre infrastructure existante (par exemple routière ou aéroportuaire).

Pour la LGV SEA, le cahier des engagements de l'État précisait « l'impact cumulé du bruit de la LGV et de l'autoroute A10 a été étudié dans la modélisation acoustique pour le lot 2 Indre-et-Loire ». Les mesures de bruit réalisées dans ce département n'ont pas montré de dépassement du seuil de 60 dB(A) ambiant en LAeq.

En dehors de ce département, les mesures de bruit aux abords des deux LGV montrent que le bruit ambiant⁷² peut quelquefois dépasser, en LAeq, le seuil des 60 dB(A)⁷³, généralement lorsque le bruit résiduel dû à d'autres causes que la LGV, principalement routières, est très élevé. Les pics de bruit surajoutent une gêne sonore de nature différente de celle d'un bruit résiduel plutôt monotone. L'illustration 10 montre des pics de bruit dont le niveau sonore est le double du niveau sonore résiduel (plus 10 dB).

⁷² Bruit ambiant : bruit « global » émis par toutes les sources sonores, égal au bruit résiduel c'est-à-dire sans circulation ferroviaire (comprenant toutes les autres sources : bruit routier et autre) auquel s'ajoute le bruit émis par les seuls trains.

⁷³ Parmi les habitations pour lesquelles il y a eu des mesures, seraient concernées 11 maisons (3 en Mayenne dont une va être traitée, 3 en Ille-et-Vilaine, 4 dans la Vienne, 3 en Gironde).

Courbe d'évolution temporelle de l'enregistrement 24 h

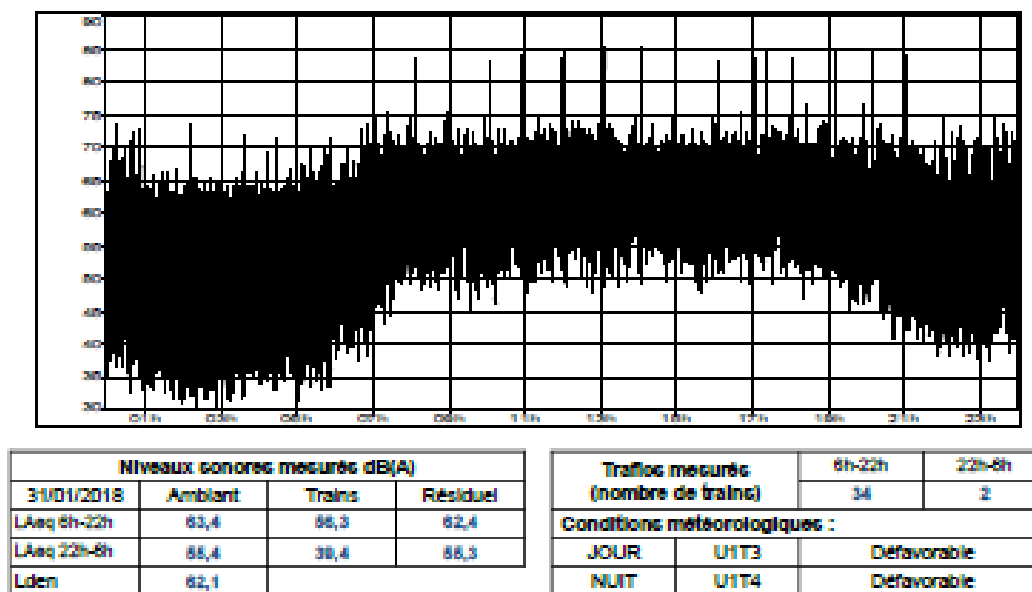


Illustration 10: Mesure de bruit d'une maison riveraine d'une LGV et d'une autoroute

L'impact du bruit sur la santé étant aussi lié à l'exposition globale au bruit ambiant, il paraît donc justifié de traiter spécifiquement les situations de multi-exposition avec les infrastructures routières existantes pour lesquelles les pics de bruit dues au TGV viennent se rajouter de manière audible et à un niveau significatif. Une attention particulière devrait être portée dans le cahier des charges des futures infrastructures de transport terrestre au traitement acoustique de ces situations comme cela a été fait dans le département d'Indre-et-Loire.

5. Prévoir dans le cahier des charges des futures infrastructures ferroviaires grande vitesse que les habitations, pour lesquelles un des seuils fixé pour les nuisances sonores ferroviaires est dépassé et qui sont également exposées à un niveau de bruit ambiant excédant 60 dB(A) le jour (6h-22h) en raison de la présence d'une autre infrastructure de transport terrestre, fassent l'objet d'un traitement acoustique du bâti permettant de réduire ces nuisances cumulées à l'intérieur des habitations. (DGITM)

5.2. Modalités de hiérarchisation afin de déterminer les situations les plus difficiles en termes de nuisances

Aujourd'hui les études épidémiologiques et les recommandations d'instances sanitaires sont insuffisantes pour déterminer les seuils de pics de bruit (en termes de niveau sonore et de nombre de pics) pour la période diurne principalement impactée par le passage des TGV.

A contrario, l'OMS préconise de limiter le niveau et le nombre de pics de bruit à l'intérieur des chambres en période nocturne des valeurs maximales de pics de bruit.

5.2.1. Cas général

La mission considère que les situations d'exposition sonore les plus difficiles sont celles des habitations ou établissements accueillant des publics sensibles (ex :écoles) qui sont potentiellement exposées à un L_Amax, modélisé par la méthode nordique, supérieur ou égal à 80 dB selon les modélisations menées sur la LGV BPL et à réaliser sur la LGV SEA.

À ce niveau d'exposition sonore à l'extérieur des maisons, la conversation entre deux personnes devient impossible : deux personnes placées dans une ambiance sonore de 80 dB(A) et conversant à voix élevée ne se comprennent de façon satisfaisante que situées à 25 cm l'une de l'autre (norme AFNOR NF S 31-047).

Selon l'OMS, le bruit à l'intérieur d'une maison fenêtre ouverte diminue de 15 dB(A)⁷⁴. Aussi pour un pic de bruit identique à l'extérieur de la maison, le niveau de bruit est de 65 dB(A) à l'intérieur et, selon la norme AFNOR NF S 31-047, deux personnes placées dans cette ambiance sonore et conversant à voie élevée ne se comprennent que situées à 75 cm l'une de l'autre.

De tels pics de bruit à une fréquence rapprochée (de quelques minutes) perturbent notablement la vie quotidienne (repos, loisirs) des habitants ou l'apprentissage des enfants dans les écoles, à défaut d'isolation acoustique des constructions.

En fonction de l'isolation acoustique, lorsque les fenêtres sont fermées, la diminution est d'environ 25 dB (A) pour une construction ancienne, 30 dB(A) pour une construction usuelle, et jusqu'à 42 dB pour une maison très bien isolée acoustiquement.

En France, la performance des isolations phoniques était d'environ 25 dB(A) pour les bâtiments construits avant 1996 en l'absence de norme relative au bruit extérieur. À partir de cette date, les normes de construction ont imposé une performance minimale de 30 dB(A). Celle-ci peut aujourd'hui atteindre 42 dB(A).

Les normes françaises NF S 31-010 et NF S 31-088 de mesurage du bruit intègrent le son réfléchi par la façade, alors que les normes citées par OMS (norme ISO 1996-1:2016) portent sur le son incident seul. Ceci implique une correction de 3 dB(A) lorsqu'on procède à une mesure en norme française (cumul du son réfléchi et du son incident) pour le LAeq ou le L_Amax mesuré.

L'OMS, dans ses lignes directrices 2018, précise qu'il convient de conserver comme références ses recommandations antérieures qui portaient sur des valeurs à l'intérieur des chambres, c'est-à-dire de limiter le niveau et le nombre de pics de bruit dans ces pièces pour limiter les troubles du sommeil, la valeur de 42 dB(A) pour le L_Amax mentionnée dans les lignes directrices de 2009 étant considérée sans effet néfaste pour la santé.

La mission considère que les maisons qui sont identifiées par la méthode nordique, selon un scénario majorant (TGV le plus bruyant roulant à une vitesse de 320 km/h), comme potentiellement exposées à des pics de bruit de L_Amax supérieur ou égal à 80 dB(A) doivent être traitées. Le but recherché est de protéger les habitants des

⁷⁴ L'OMS dans ses lignes directrices de 1999 applique une hypothèse de 15 dB(A) d'affaiblissement acoustique entre l'extérieur et l'intérieur sur le son incident en situation « fenêtres ouvertes ».

troubles du sommeil, principal effet sur la santé reconnu par l'OMS et aussi de permettre de conserver une ambiance calme à l'intérieur des maisons.

La mise en place de protections phoniques pour ces maisons pourra réduire de façon significative le bruit à l'intérieur des habitations, notamment fenêtres fermées.

À partir de deux pics en moyenne par nuit, au-delà d'un L_{Amax} supérieur à 80 dB(A), le niveau de 47 dB(A) en L_{Aeq} nuit (soit 44 dB(A) en L_{night}) est dépassé (cf.annexe). Or, ce nombre de passages de TGV est régulièrement constaté, voire dépassé, sur les deux lignes⁷⁵. Le traitement phonique des maisons (murs, merlons anti-bruit ou traitement de façade) permet d'abaisser le niveau du pic de bruit perçu dans les chambres et de réduire ainsi les effets néfastes sur le sommeil.

Une fois ces habitations recensées, puis appliqué le principe d'antériorité et écartées les résidences secondaires, priorité sera donnée dans le temps en fonction du trafic moyen journalier des trains 2017 et à 20 ans (2037 pour la LGV SEA et 2040 pour la LGV BPL).

5.2.2. Cas des habitations soumises à des vibrations ou à une multi-exposition

La mission retient pour les vibrations le seuil de gêne de 0,16 mm/s pour la vitesse efficace, proposé par le Cerema, seuil qu'ont retenu d'autres pays comme l'Allemagne, la Belgique, l'Autriche, la Suisse et le Royaume-Uni pour leur réglementation et qui a été fixé comme objectif pour le réseau du Grand Paris.

La mission propose de retenir comme habitations devant faire l'objet de protections supplémentaires contre les nuisances, les maisons soumises à des vibrations dont la vitesse efficace est supérieure à 0,16 mm/s

5.2.3. Cas des habitations soumises à une multi-exposition

Dans le cas de multi-exposition au bruit consécutive à une autre infrastructure de transport terrestre, les habitations qui ont été identifiées au § 5.2.1 ci-dessus et qui subissent un L_{Aeq} ambiant jour supérieur ou égal à 60 dB(A) seraient à traiter. Le traitement visera à protéger ces habitations contre les différentes sources de bruit des transports terrestres.

5.2.4. Cas des personnes vulnérables

Ces situations, détaillées au § 5.1.4 notamment celles d'ores et déjà signalées auprès des ARS, devront être examinées avec attention et pourront faire l'objet d'un traitement prioritaire adapté après avis circonstancié des ARS sur la nature et la gravité de la situation.

⁷⁵ À la lecture des fiches de mesure de bruit, la mission a pu relever que le nombre de TGV la nuit se situe régulièrement entre un et quatre trains. Ce nombre est parfois dépassé certains soirs de la semaine ou en raison de perturbation du trafic. Le nombre de dix trains la nuit n'est jamais atteint, sauf circonstance exceptionnelle.

5.3. Outils permettant de réduire les nuisances

Les possibilités de réduction des pics de bruit grâce à la conception du train analysées au § 4.1 sont limitées, tout au plus quelques décibels et ne pourront être introduites qu'au fil du renouvellement du matériel.

La réduction généralisée de la vitesse remet en cause l'intérêt socio-économique des lignes grande vitesse et leur utilité publique. Enfin, les différentes modalités de protections phoniques doivent être mises en œuvre en fonction de leurs avantages et inconvénients.

5.3.1. Dispositifs pour réduire le bruit

- Écran acoustique

Il est généralement utilisé en zone urbaine en raison de sa plus grande efficacité par rapport à la proximité des bâtiments à protéger, à la hauteur possible, mais également par rapport à la faible emprise nécessaire pour l'implanter.

Il peut être vertical ou incliné, réfléchissant ou absorbant sur une ou deux faces, surmonté de casquettes inclinées. Pour obtenir les effets de réductions sonores attendus, l'écran acoustique doit atteindre une certaine hauteur pour être efficace.

Il est d'un coût beaucoup plus élevé que le merlon. Son coût de réalisation en phase d'exploitation d'une ligne TGV est le double de celui en phase de construction, car les travaux doivent être réalisés la nuit. Le coût moyen, selon SNCF Réseau, se situe autour de 10 000 € HT par mètre linéaire pour un écran de 4 m de hauteur, une rehausse de 2 m d'un écran existant coûte environ 7 000 € HT par mètre linéaire.

Sa contribution à l'atténuation du niveau sonore au voisinage de la voie est d'environ 9 à 12 dB.

En tant que protection à la source au plus proche de la voie, il permet de réduire le bruit dans l'environnement de plusieurs habitations.

À cet effet, il pourrait être examiné le bénéfice économique d'installer des murs anti-bruit générateurs d'électricité grâce à des panneaux solaires, comme cela a été expérimenté aux Pays-Bas, en Suisse et plus récemment en France le long de l'A 21 dans les Hauts de France. Une expérimentation est prévue en 2019 le long du Rhône.

- Merlon acoustique

Le merlon est un talus de terre. En zone rurale ou en périphérie urbaine, il permet une insertion plus facile par des actions sur le modelé des terrassements (volumes et formes) et sur les plantations.

Il nécessite une emprise au sol conséquente, en rapport avec sa hauteur et la tenue des matériaux utilisés. Aussi en situation urbaine où l'espace est souvent contraint, son utilisation est difficile. Dans le cas présent de création après construction de la ligne, l'emprise foncière de tels merlons peut ne pas être disponible faute de disposer de la possibilité d'exproprier comme avant la construction de la ligne.

Le coût moyen d'un merlon de 4 m de hauteur est de 2 000 € HT par mètre de longueur selon SNCF Réseau.

Sa contribution à la réduction du niveau sonore est d'un niveau équivalent à celui d'un écran. Comme l'écran acoustique, il présente les avantages d'une protection à la source.

- Isolation acoustique de façade

Elle consiste à remplacer les fenêtres par des vitrages ou doubles vitrages à haute performance acoustique. Il peut également être nécessaire d'intervenir sur les murs lorsqu'ils sont réalisés en matériau léger, sur des éléments de toiture et leur doublage lorsque les pièces habitables sont situées en étage ou comble, ou sur les coffres de volets roulants, les différents orifices et ouvertures en liaison directe avec l'extérieur (ventilation, conduits de fumées).

Cette solution présente l'inconvénient de ne pas diminuer le bruit aux abords de l'habitation (jardins, habitations voisines), c'est pourquoi les merlons et écrans sont privilégiées lorsque cela s'avère possible.

À défaut de mur ou d'écran, l'isolation acoustique présente l'avantage de protéger contre toutes les sources de bruit, bruit émis par les trains ou bruit résiduel élevé. Elle permet également le repos et les activités calmes à l'intérieur des habitations, lorsque les fenêtres sont fermées.

Les protections de façades mises en place pour les riverains des aéroports sont parfois accompagnées d'une climatisation pour permettre la fermeture des fenêtres y compris par temps chaud.

Le coût moyen des traitements de façade se situe autour de 15 000 €HT euros par habitation selon SNCF Réseau.

La réduction du niveau sonore obtenue par ce procédé est située entre 30 à 42 dB(A) selon les techniques et procédés employés pour les vitrages et les menuiseries.

5.3.2. Dispositifs pour réduire les vibrations

Certaines mesures peuvent permettre de réduire les vibrations ressenties ou observées par les personnes habitant à proximité des deux LGV selon la nature des vibrations et selon l'origine et les modalités de transmission des vibrations

- Vibrations transmises par le sol :
 - pour mémoire : tapis antivibratile au moment de la construction de la ligne (il n'existait pas de modèle agréé pour les TGV au moment de la construction),
 - réalisation de tranchée entre la voie et le bâtiment,
 - rigidification des structures du bâtiment.
- Vibrations transmises par l'air :
 - amélioration de l'aérodynamisme du matériel roulant (cf. § 4.1),
 - merlons pour atténuer les ondes aériennes basse fréquence,

- rigidification des éléments des structures à proximité des lignes et évitement de la construction des bâtiments présentant une sensibilité forte aux vibrations (structure et plancher en bois notamment).

Afin de déterminer les mesures appropriées pour réduire ces vibrations, il apparaît indispensable de procéder au préalable à une étude vibratoire afin de caractériser l'intensité et la fréquence des vibrations transmises par les différentes structures des habitations.

5.3.3. Traitement paysager

Le traitement paysager des infrastructures ferroviaires ne doit pas être négligé. Non seulement il permet de réduire la gêne visuelle résultant de la vue de la ligne grande vitesse, mais l'amélioration de l'environnement visuel participe à un moindre ressenti de la gêne sonore par les riverains.

Certaines antennes relais de téléphonie mobile sont situées dans le domaine privé ferroviaire. Les nouvelles implantations devraient être rationalisées en regroupant les installations des différents opérateurs et en recherchant les moyens de réduire leur effet sur le paysage des riverains.

L'aménagement paysager a fait l'objet de mesures prévues dans les cahiers de charge des infrastructures ; par exemple pour la ligne SEA, il a été demandé de planter des essences locales plus résistantes aux conditions climatiques de sécheresse, mais aussi plus longues à se développer ; de nombreux plants de petite taille (le double du résultat attendu selon LISEA) ont été plantés pour anticiper un dépérissement dû à la sécheresse. Le résultat de ces aménagements peut donc être contrasté en raison des aléas climatiques, avec un résultat définitif qui ne sera malheureusement visible que d'ici une dizaine d'années.

5.4. Propositions pour les modalités de mise en œuvre des mesures de réduction des nuisances

Une fois recensées les situations répondant aux critères (cf §.5.1), il convient de procéder à des études acoustiques pour identifier les protections possibles à la source (création, rehaussement extension de murs anti bruit ou de merlons).

La mission recommande que les habitations ou groupes d'habitations concernées fassent l'objet d'une analyse globale portant sur le bruit, mais aussi sur l'aménagement paysager et le cas échéant sur les vibrations.

Les études acoustiques devront examiner la faisabilité (ex : emprises disponibles pour les merlons, nature du sol) et l'efficacité des mesures de réduction des nuisances possibles (bruit, paysage et le cas échéant vibrations), avec les principes directeurs suivants :

- les travaux doivent conduire à une amélioration perceptible à l'oreille, d'au moins 3 dB(A) ;
- le coût des travaux (extension, rehaussement ou création de merlons et murs anti- bruit) 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 coût disproportionné pour abaisser le niveau de bruit), ou lorsque l'habitation est seule, une isolation de façade sera proposée.

Si de telles habitations subissent un L_{Amax} modélisé supérieur à 85 dB(A) et que des protections à la source ne sont pas réalisables, la mission recommande que soit proposée une acquisition amiable au propriétaire sur la base de l'estimation des domaines (valeur ne prenant pas en compte la présence de la LGV).

- *Cas des maisons soumises à des vibrations*

Au vu du résultat des mesures de vibration réalisées par ERE et LISEA si le seuil de gêne vibratoire de 0,16 mm/s est atteint, il s'agira de réaliser au préalable une étude vibro-acoustique visant à identifier le traitement adapté et ces maisons devront faire l'objet d'un traitement global du bruit et des vibrations.

S'agissant des maisons pour lesquelles des glissements de tuiles et des dommages potentiellement attribuables à un effet de souffle au passage des TGV sont constatés, les habitants peuvent avoir recours à leur assurance « habitation ». L'assureur peut en effet diligenter une expertise pour déterminer l'origine des dommages et si la responsabilité des constructeurs des lignes est démontrée, ceux-ci devront prendre en charge les actions correctives.

Pour les habitations cumulant vibrations et nuisance phonique (en L_{Amax}) selon les niveaux proposés par la mission aux § 5.2.1 et 5.2.2 et, si aucune mesure ne permet de réduire significativement ces deux nuisances, il conviendra de proposer aux propriétaires l'achat dudit logement pour un prix fixé par les domaines (valeur ne prenant pas en compte la présence de la LGV).

- *Aménagement paysager*

Compte tenu de l'importance du paysage pour le ressenti des riverains, il conviendra que les services de l'État apportent une vigilance particulière à la qualité et à la bonne mise en œuvre de l'aménagement paysager.

- *Cas particuliers des habitations pour lesquelles une proposition d'acquisition amiable avait été faite lors de la construction de la ligne*

Certains riverains des LGV ont refusé la proposition d'acquisition amiable qui leur avait été faite, soit parce que le prix qui leur était proposé ne leur convenait pas, soit parce ces occupants n'ont pas pris la mesure des nuisances qui seraient provoquées par le passage des TGV. Ces habitations sont souvent très proches de la voie et les constructeurs avaient fait cette proposition d'acquisition en raison des difficultés pressenties pour respecter les seuils réglementaires de bruit.

La simple isolation de façade ne permet pas toujours de protéger correctement les habitants des nuisances phoniques ou des vibrations.

Aussi la mission propose que les propriétaires qui ont refusé une proposition écrite d'acquisition amiable faite par ERE ou LISEA puissent se raviser et demander dans un délai de quatre ans après la mise en service, l'acquisition de leur bien sur la base d'une estimation des domaines ne prenant pas en compte la présence de la LGV.

- *Cas particulier des maisons proches des LGV soumises à une multi-exposition au bruit due à une autre infrastructure de transport terrestre :*

Elles feront l'objet d'un traitement particulier visant à réduire les nuisances phoniques à l'intérieur de l'habitation provenant de l'ensemble des différentes sources de bruit.

6. *Proposer l'acquisition amiable, sur la base de l'estimation des domaines (valeur ne prenant pas en compte la présence de la LGV), aux propriétaires des maisons dans les trois cas suivants : 1 - maisons exposées à des pics de bruit supérieurs à 85 dB(A) en L_{Amax} modélisé si la réalisation de protection à la source n'est pas réalisable ; 2 - propriétaires à qui une telle proposition écrite avait été faite avant la construction des lignes 3 - maisons exposées à des pics de bruit supérieurs à 80 dB(A) modélisé et à un niveau de vibrations supérieur au seuil de gêne si les mesures permettant d'abaisser les nuisances sont infaisables ou d'un coût disproportionné.*

7. *Procéder à une analyse globale des nuisances (bruit, vibrations, paysage) subies par les riverains pour les habitations soumises à des pics de bruit modélisés supérieurs à 80 dB(A) ou à des vibrations dépassant le seuil de gêne de 0,16 mm/s ; étudier la faisabilité et réaliser les mesures de protection pouvant être obtenues au plus près de l'infrastructure lorsque cela s'avère techniquement possible pour un coût acceptable ; veiller à la qualité et à la bonne mise en œuvre des aménagements paysagers.*

5.5. Estimation financière des mesures de réduction des nuisances pour les situations les plus difficiles

La mission a pu s'appuyer sur la cartographie isophonique du L_{Amax} de la LGV BPL, seule à avoir pu être produite à ce jour : l'outil de modélisation acoustique CadnaA utilisé pour l'étude acoustique APD de cette LGV a permis, par simple extension de licence, de réaliser cette carte qui est jointe en annexe 10.

Pour la LGV SEA, le modèle acoustique Mithra utilisé pour l'étude acoustique de l'APD ne permet pas de fournir cette carte par simple adjonction d'une extension. Les données doivent être entièrement retraitées ce qui nécessite du temps. En conséquence la carte ne pourra pas être fournie avant l'été 2019. Néanmoins, à partir de l'estimation des besoins sur BPL, il a été procédé, par extrapolation, à un chiffrage sur SEA.

5.5.1. Un besoin estimé à 11 M€ pour la LGV BPL et 22M€ pour la LGV SEA

La carte isophonique des L_{Amax} de la LGV BPL permet d'identifier les maisons situées à l'intérieur des différentes courbes de cette modélisation après avoir retiré les habitations démolies par ERE ou SNCF Réseau. On dénombre ainsi :

- aucune maison à l'intérieur de la courbe L_{Amax} 90 dB ;
- 13 maisons à l'intérieur de la courbe L_{Amax} 85 dB ;
- 77 habitations entre les courbes de 80 et 85 dB ;
- 414 entre les courbes de 75 et 80 dB.

Une première approche financière a pu être faite par SNCF Réseau, avec comme objectif de diminuer significativement l'impact sonore du TGV sur les habitations situées à l'intérieur de la courbe isophonique du L_{Amax} 80 dB ainsi que sur les

habitations situées à proximité immédiate. Dans un premier temps, les protections possibles à la source (rehaussement ou création de merlon, rehaussement ou extension d'écran, création d'écran) ont été chiffrées en appliquant les principes directeurs énoncés au § 5.4. Ce chiffrage reste une estimation en l'absence d'étude acoustique. Il prend comme hypothèse des créations d'écrans de 2,5 m de hauteur, des rehaussements d'écran de 1,5 à 2 mètres et des créations ou rehaussements de merlon à 4 mètres de hauteur sans tenir compte de la topographie, de la géologie et du profil en long de la ligne.

Seule une étude au cas par cas permettra de déterminer la faisabilité technique de telles protections qui dépendra notamment de la nature du sol et, pour les merlons, de l'emprise foncière possible. Elle permettra aussi de déterminer le dimensionnement exact des protections nécessaires.

Cette analyse conduit à un linéaire total de rehaussement, d'extension et de création d'écrans ou de merlons d'environ 2 450 mètres linéaires soit +8,5 % de plus qu'actuellement, pour un coût, frais de maîtrise d'ouvrage et d'ingénierie compris, d'environ 8,9 M€.

Un deuxième chiffrage a permis de prendre en compte les isolations de façade (15 000 €/ maison en moyenne), le rachat de maisons (l'estimation retenue pour ce chiffrage est la valeur moyenne des acquisitions faites par ERE soit 300 000 €/maison⁷⁶), le traitement des vibrations et les aménagements paysagers pour un total, y compris frais de maîtrise d'ouvrage et d'ingénierie, de l'ordre de 2,1 M€.

C'est ainsi que la mission estime le besoin d'une enveloppe de 11 M€ pour permettre de réduire les nuisances phoniques, vibratoires et visuelles des cas les plus difficiles suite à la mise en service de la LGV BPL.

Cette enveloppe permettrait *a minima* de traiter les 90 maisons considérées comme prioritaires situées à l'intérieur de la courbe LAmax 80 dB(A), mais aussi de diminuer les nuisances phoniques des habitations situées derrière les nouvelles protections à la source, notamment une cinquantaine habitations situées à l'intérieur de la courbe du LAmax 75 dB(A), ainsi que les cas spécifiques (personnes et publics vulnérables, dépassement du seuil de gêne en matière de vibration, acquisitions amiables des maisons pour lesquelles une proposition avait été faite, isolation de l'ensemble de la maison pour se protéger de la totalité des sources de bruit en cas de multi-exposition) et ceux qui pourraient être traités par ERE suite à de nouvelles mesures de bruit (effet météorologique mal pris en compte, modélisation imparfaite sur des sites particuliers).

Par analogie, en tenant à la fois compte du linéaire et de la densité d'habitations le long de la ligne, la mission estime les besoins pour la LGV SEA à approximativement 22 M€. Ce montant devra être affiné une fois réalisée la cartographie des isophones des LAmax pour cette LGV.

5.5.2. La mission propose la mise en place de deux fonds pour le parachèvement des protections contre les nuisances phoniques, vibratoires et visuelles de chaque LGV

Il est proposé la mise en place de deux fonds forfaitaires en vue de financer les mesures de réduction des nuisances pour les situations les plus difficiles en matière d'exposition aux nuisances phoniques, vibratoires et visuelles. Ces fonds seront mis

⁷⁶ Certaines de ces maisons pourront être revendues sous réserve d'avoir été traitées.

en place pour un montant que la mission chiffre à 11 M€ pour la LGV BPL et 22 M€ pour la LGV SEA. Ce dernier montant sera précisé après la production de la cartographie du LAmox de cette dernière ligne.

La mission considère que les travaux nécessaires à la prise en compte des pics de bruit apparaissent aujourd'hui comme le renforcement indispensable des mesures de protection phonique prévues dans le cahier des charges des constructeurs. Leur financement aurait induit un surcoût lors de la construction des LGV qui aurait été pris en charge par l'État et les différentes collectivités ayant bénéficié et financé ces deux infrastructures. Ceux-ci pourraient donc contribuer au parachèvement des protections phoniques des deux lignes.

Les plans de financement des deux LGV prévoyaient, hors financement européen, une participation financière à parité entre l'État et les collectivités. Ce principe est maintenu et la mission propose un plan de financement de 50 % État et 50 % collectivités.

8. Mettre en place deux fonds financés à 50 % par l'État et 50 % par les collectivités, pour le parachèvement des protections phoniques, vibratoires et visuelles, pour un montant forfaitaire de 11 M€ pour la LGV BPL et un montant estimé à 22 M€ pour la LGV SEA, montant à préciser après la production des cartes isophoniques de LAmox pour cette ligne.

5.6. La gouvernance : un protocole d'accord au niveau régional et une mise en œuvre au niveau départemental, au plus près du terrain

Ces deux fonds devront chacun faire l'objet d'un protocole d'accord pour chacune des deux lignes liant les conseils régionaux concernés, l'État (le préfet coordonnateur, préfet de région Nouvelle Aquitaine ou de Bretagne), SNCF Réseau et ERE ou LISEA. Ce protocole précisera le plan de financement y compris les contributions volontaires d'ERE et LISEA, les principes d'intervention (périmètre, éligibilité, règles de financement) et les modalités d'intervention (gestionnaire du fonds, maîtrise d'ouvrage, gouvernance) qui devront être les mêmes sur les deux LGV. Pour chacune des deux lignes, un comité régional de pilotage et de suivi de l'utilisation du fonds sera constitué sous la présidence du préfet coordonnateur. Il réunira les Régions concernées, SNCF Réseau et LISEA ou ERE ainsi que les services de l'État. Ce comité régional veillera à la bonne application des principes retenus pour l'éligibilité du financement des actions au titre du fonds dans le strict respect des termes du protocole sur l'ensemble de la ligne nouvelle. Il procédera à la répartition des enveloppes allouées entre les différents départements. Il sera également chargé d'effectuer régulièrement un bilan des opérations financées sur l'ensemble de la ligne nouvelle.

Un comité de mise en œuvre et de suivi présidé par le préfet de département sera mis en place dans chacun des neuf départements rassemblant notamment les collectivités cofinçant les fonds, SNCF Réseau, ERE ou LISEA, les services de l'État et les maires concernés. SNCF Réseau assurera le secrétariat de ces comités, apportera son assistance aux préfets et assurera la gestion financière du fonds. À ce titre, le comité contrôlera que les critères sont bien remplis et tiendra compte de l'avis de l'ARS pour les habitations abritant les personnes et publics vulnérables. La maîtrise d'ouvrage des études et travaux sera réalisée par LISEA et ERE.

Le comité départemental sera chargé d'identifier les habitations concernées, de prioriser les demandes, d'examiner les dossiers de traitements acoustiques proposés par LISEA et ERE et éclairés préalablement par SNCF Réseau. Il décidera du choix de l'utilisation du fonds dans le strict respect des critères établis.

Pour chacune des lignes, une convention financière de parachèvement liera l'État, les Régions chefs de file et SNCF Réseau. En concertation avec SNCF Réseau, la maîtrise d'ouvrage sera assurée par ERE et LISEA respectivement sur les lignes BPL et SEA.

5.7. Le calendrier prévisionnel : deux phases avec des mesures immédiates

Ce calendrier comprend des mesures immédiates, sans attendre la mise en place du fonds, puis une deuxième phase de mise en œuvre.

5.7.1. Première phase : mesures immédiates

Les titulaires des contrats de partenariats et de concession, ERE et LISEA ont, en matière de bruit et de vibration répondu à leurs obligations réglementaires et contractuelles.

À la demande de la mission, ils ont accepté de financer les études de la cartographie du LAmox et de la tenir à disposition de la mission, mais aussi de faire réaliser quelques mesures complémentaires et de fournir un certain nombre d'études et de données réclamées par les associations :

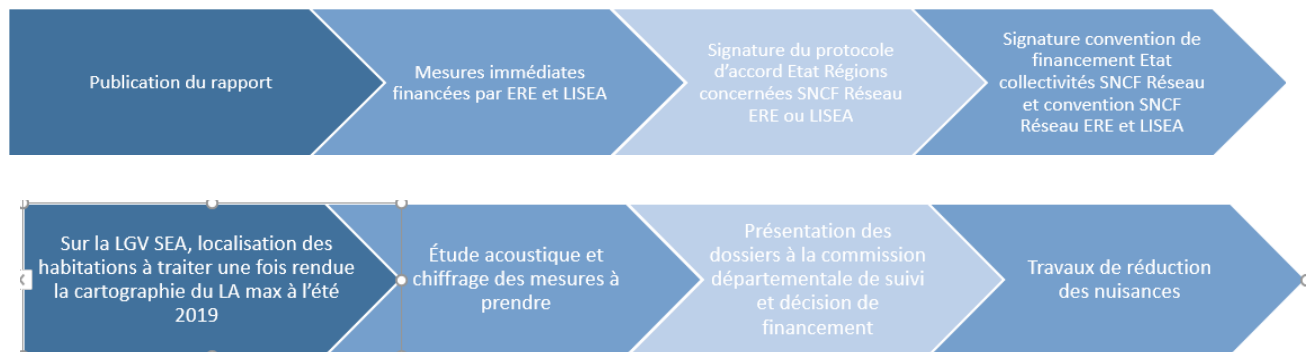
1 - Financement de la cartographie du LAmox	Financée et réalisée pour ERE Accord de LISEA pour le financement
2 - Information (concerne la LGV BPL) - Fourniture des profils en long définitif de la LGV BPL - Fourniture de la modélisation des protections acoustiques phase APD - Étude des mesures de bruit sur la technique bitume - Rapport sur les mesures de bruit recalée à 20 ans - Fiche par habitation des mesures de bruit	Accord d'ERE Accord d'ERE Accord d'ERE Accord d'ERE Saisine de la CADA par la mission

<p>3 - Bruit</p> <p>Mesures de bruit complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour s'assurer : que le seuil de 60 dB(A) n'est pas atteint avec prise en charge des travaux de diminution des nuisances phoniques par ERE en cas de dépassement par le concessionnaire : <ul style="list-style-type: none"> - correction de l'effet météo : - vérification là où modélisation est imparfaite : - pour vérifier certains cas de multi-exposition : 	<p>2 mesures sur la LGV BPL (LGV SEA non concernée)</p> <p>8 mesures sur la LGV BPL</p> <p>3 mesures sur la LGV BPL</p>
<p>4- Vibrations</p> <p>Mesures complémentaires de vibration avec prise en charge du traitement par ERE/LISEA si le seuil de dommage est dépassé et prise en charge par le fonds si le seuil de vitesse efficace de 0,16 mm/s est dépassé</p>	<p>5 mesures (en plus des 25 déjà réalisées) sur la LGV SEA</p> <p>8 mesures sur la LGV BPL (estimation)</p>

Par ailleurs, ERE propose de financer sans attendre la mise en place du fonds et sans compensation, la réalisation de mesures immédiates à hauteur de quelques centaines de milliers d'euros dès lors qu'elles s'appuieraient sur des critères clairs notifiés par le préfet de région Bretagne.

5.7.2. 2^e phase : mise en place du fonds et réalisation des travaux

Le planning pourrait être le suivant :



Le plan d'actions qui pourrait être mis en place est résumé dans le tableau synthétique suivant.

PLAN D'ACTION : PRISE EN CHARGE PAR LES DEUX FONDS, CRITÈRES DE PRIORITÉ ET MESURES

Périmètre d'intervention	– 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 : le 1 ^{er} juin 2006 pour la LGV BPL, le 3 février 2005 pour la section Nord-Angoulême/ Bordeaux et le 25 octobre 2007 pour la section Tours/ Nord-Angoulême pour la LGV SEA.			
Priorité dans le temps	– Une priorité dans le temps sera donnée en fonction de la fréquence des trains 2017 et à horizon 20 ans (tableau annexe 4 chapitre 4-1-5 pour BPL et 4-2-4 pour SEA).			
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. 			
Les critères d'identification des cas les plus difficiles à traiter prioritairement	1 - Habitation exposée à un L_{Amax} modélisé supérieur ou égal à 80 dB .	2 - Habitation dont la mesure de vibration réalisée par ERE ou LISEA conduit a une vitesse efficace supérieure ou égale 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 que le propriétaire a refusé .
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 sur la base de l'estimation des domaines sans LGV.
Cas particuliers	a) Si le L _{Amax} modélisé est supérieur ou égal à 85 dB et que des protections à la source ne sont pas réalisables: proposition d'acquisition amiable sur la base de l'estimation des domaines hors LGV. b) Multi-exposition : si en sus d'un L _{Amax} modélisé supérieur ou égal à 80 dB(A), le L _{Aeq} ambiant mesuré est supérieur ou égal à 60 dB du fait d'une autre infrastructure de transport terrestre : traitement de l'habitation visant à réduire les nuisances sonores à l'intérieur de la maison provenant de l'ensemble des sources de bruit.	Étude vibro-acoustique préalable si l'habitation subie à la fois des nuisances phoniques (L _{Amax} modélisé supérieur ou égal à 80 dB) et vibratoires. S'il n'y a pas de solution efficace ou acceptable, proposition d'acquisition amiable sur la base de l'estimation des domaines sans LGV.	Une attention particulière pour les crèches, écoles, assistantes maternelles situées à proximité des LGV (perturbation du sommeil).	

6. Recommandations sur l'évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicables aux nouvelles infrastructures ferroviaires

La question de la prise en compte des pics de bruit par la réglementation sur les nuisances sonores est soulevée depuis plusieurs années.

À ce jour, les seules recommandations des instances d'expertise sanitaire (OMS, CSHPF) portent sur les pics de bruit nocturnes.

Certains pays ont formulé des recommandations, voire réglementé les événements sonores ponctuels. L'Anses, dans son avis de 2013, fournissait un parangonnage de la réglementation internationale en la matière. Un parangonnage plus récent a été réalisé par SNCF Réseau (cf. annexe 13).

Il a été demandé à la mission de formuler, sur la base de ses travaux sur les deux lignes SEA et BPL, les recommandations qui lui semblent pertinentes pour une évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires.

6.1. La réglementation française et européenne en matière de bruit ferroviaire

6.1.1. Cadre réglementaire européen

La réglementation européenne traite du bruit ferroviaire notamment dans la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 dite directive « bruit » qui s'intéresse notamment à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement au voisinage des infrastructures ferroviaires et dans le règlement (UE) n ° 1304/2014 de la Commission du 26 novembre 2014 relatif à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système « Matériel roulant — bruit ».

6.1.1.1. Élaboration des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement

La directive « bruit » comporte deux obligations principales pour les États membres :

- la réalisation tous les cinq ans de cartes de bruit stratégiques (CBS), notamment le long des principales infrastructures de transport. L'indicateur retenu pour ces cartes est le Lden ;
- la mise au point de plans d'actions pour la réduction du bruit à partir de ces CBS.

La directive prévoit également des dispositions pour la consultation et l'information du public. En revanche elle ne fixe pas de valeurs limites de bruit, laissant cette compétence aux États membres. Sa transposition en droit français sera examinée plus loin au § Erreur : source de la référence non trouvée.

La directive (UE) 2015/996 de la Commission du 19 mai 2015⁷⁷ dite CNOSSOS⁷⁸ impose désormais aux États membres l'utilisation de méthodes d'évaluation communes du bruit à partir du 31 décembre 2018 pour la réalisation des cartes de bruit. Cette harmonisation a pour objectif de recueillir des données comparables entre pays sur le bruit lié aux transports. Elle nécessite d'adapter les bases de données d'émission. L'arrêté du 1er juin 2018 modifiant l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement transpose cette directive. Cette méthode ne sera utilisée que pour élaborer les futures CBS et non pour les études d'impact qui continueront à être réalisées avec la méthode NMPB.

6.1.1.2. La spécification technique d'interopérabilité (STI) « bruit » fixe un niveau d'émission sonore maximum pour le matériel

Les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont des règlements pris par décision de la Commission sur recommandations de l'*European union agency for Railways* (EUAR). Elles définissent l'ensemble des conditions réglementaires techniques et opérationnelles auxquelles doivent satisfaire les sous-systèmes (par exemple : infrastructure, énergie, matériel roulant mais aussi exploitation et gestion du trafic) au sein de l'UE

Ainsi ? le règlement (UE) n° 1304/2014 de la Commission du 26 novembre 2014 relatif à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système « Matériel roulant — bruit » (dit « STI bruit 2104 ») reprend dans une même STI les exigences relatives au système conventionnel⁷⁹ et celles relatives au système à grande vitesse. Il actualise la STI du 17 juin 2008 qui comprenait des exigences relatives au bruit (dite « STI matériel roulant à grande vitesse 2008 ») et étend son champ d'application à l'ensemble du réseau ferroviaire de l'Union européenne et non plus au seul réseau trans-européen.

Il fixe les niveaux de bruit du matériel roulant ferroviaire (bruit au stationnement, au démarrage, au passage et en cabine).

Au sein de l'UE, les matériels roulants doivent respecter la STI bruit en vigueur au moment de leur demande d'autorisation de circulation. Ainsi, tout matériel roulant à grande vitesse mis en exploitation après la publication de la première STI de 2008 contenant des exigences relatives au bruit doit être certifiée. *A contrario*, ceux mis en exploitation avant cette publication n'ont pas d'obligation réglementaire et peuvent rouler sur le réseau européen. En France, c'est l'Établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF), autorité indépendante chargée de délivrer les autorisations de circuler, qui vérifie préalablement que ces matériels sont bien conformes au règlement (UE) n° 1304/2014.

⁷⁷ Directive (UE) 2015/996 de la Commission du 19 mai 2015 établissant des méthodes communes d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil ;

⁷⁸ Common NOise aSSessment méthOdS.

⁷⁹ Réseau ferroviaire national qui ne supporte pas la grande vitesse.

Les valeurs limites du matériel à grande vitesse de la « STI bruit 2014 », recalculés conformément à la norme de mesurage française et pour une vitesse de 320 km/h, conduit à une valeur de 93 dB(A), équivalente au seuil de 92 dB(A) plus ou moins 1 dB de marge, inscrit dans la STI de 2008 pour la même vitesse (cf.annexe 12).

6.1.2. Cadre réglementaire national pour les infrastructures terrestres et le bruit aérien

Le cadre général de la lutte contre le bruit a été fixé par la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, codifiée dans le code de l'environnement et dans le code de l'urbanisme.

Le code de l'environnement prévoit d'une part que des décrets en Conseil d'État précisent les dispositions applicables aux nouvelles infrastructures de transport terrestre ou aux modifications significatives de celles-ci. Ces dispositions ont été détaillées au § 1.1.3.1. De plus, les articles L. 572-1 à L. 572-11 du même code, ainsi que le décret n° 2006-361 du 24 mars 2006⁸⁰ et l'arrêté du 4 avril 2006 modifié⁸¹ pris en application, transposent la directive bruit.

6.1.2.1. Transposition de la directive bruit

Ainsi en France, les préfets réalisent et publient des cartes stratégiques de bruit (CBS) et des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) des routes nationales et voies ferrées principales où circulent plus de 30 000 trains par an⁸². Les maires le font pour les communes faisant partie des métropoles, des communautés urbaines, ainsi que d'autres EPCI⁸³ de plus de 100 000 habitants, avec une densité de population au moins égale à 1 000 habitants au km².

Tous les cinq ans, les CBS délimitent des zones d'égale exposition au bruit et mentionnent la population habitant dans des bâtiments dont les façades sont exposées à des bruits dits gênants. Le bruit de référence est celui de l'année précédant l'élaboration. Les cartes de bruit doivent comprendre des courbes isophones avec des codes couleurs en Lden à partir de 55 dB(A) puis de 5 en 5 et en Lnight à partir de 50 dB(A) et de 5 en 5.

Les PPBE recensent les travaux de réduction de l'exposition déjà réalisés et ceux qui sont prévus. Les CBS et PPBE sont disponibles, pour ce qui est de l'État, sur les sites de préfectures.

Des valeurs limites sont fixées par l'arrêté du 4 avril 2006 (article 7) pour les lignes à grande vitesse à 68 dB(A) en Lden et à 62 dB(A) en Lnight. Ces valeurs limites concernent les bâtiments d'habitations ainsi que les établissements d'enseignement et

⁸⁰ Décret n° 2006-361 du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme.

⁸¹ Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

⁸² Ce qui représente, à titre indicatif, en moyenne journalière annuelle 82 trains par jour : seules les sections La Milesse-bifurcation de Sablé sur la LGV BPL et Monts-la Celle-St-Avant sur la LGV SEA supportent un tel trafic.

⁸³ Établissements publics de coopération intercommunale.

de santé. Les plans de prévention du bruit doivent comporter des objectifs de réduction du bruit dans les zones exposées au-delà de ces valeurs limites.

Les cartographies réalisées dans le cadre de l'échéancier fixé par la directive bruit ne comprennent pas les deux lignes nouvelles. Les cartes portent sur les lignes déclarées 2 ans avant l'échéance auprès de l'UE. Les cartes de bruit réalisées avant le 31 décembre 2018 ne peuvent pas comprendre les deux LGV, car les données de trafic de ces cartes sont celles de l'année N-1, 2017 (qui est une année incomplète du fait de leur mise en service le 2 juillet).

6.1.2.2. Le classement sonore des infrastructures terrestres

L'article L. 571-10 du code de l'environnement stipule que :

« Dans chaque département, le préfet recense et classe les infrastructures de transports terrestres en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic. Sur la base de ce classement, il détermine, après consultation des communes, les secteurs situés au voisinage de ces infrastructures qui sont affectés par le bruit, les niveaux de nuisances sonores à prendre en compte pour la construction de bâtiments et les prescriptions techniques de nature à les réduire.

Les secteurs ainsi déterminés et les prescriptions relatives aux caractéristiques acoustiques qui s'y appliquent sont reportés dans les plans d'occupation des sols des communes concernées. »

Les infrastructures de transports sont classées en cinq catégories selon le niveau de bruit qu'elles engendrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante.

Sont concernées entre autres infrastructures les voies de chemin de fer interurbaines de plus de 50 trains par jour et les voies de chemin de fer urbaines de plus de 100 trains par jour.

Les maîtres d'ouvrages doivent s'engager à ne pas dépasser des valeurs seuils de niveau sonores lors de modification ou de création d'infrastructure de transport et les constructeurs doivent doter leurs bâtiments d'une isolation acoustique adaptée aux bruits de l'espace extérieur, et notamment des voies bruyantes existantes ou en projet. Sont concernés les bâtiments nouveaux à usage d'habitation, d'enseignement, de santé et d'action sociale.

L'arrêté du 30 mai 1996 modifié, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit, fixe les seuils de classement des infrastructures terrestres et la largeur du secteur affecté par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure. Les niveaux de bruit sont mesurés en champ libre : ils doivent être diminués de 3 dB(A) pour obtenir le niveau de bruit mesuré à deux mètres en façade, fenêtres fermées.

Dans ces secteurs, les pièces principales et les cuisines doivent bénéficier d'une protection acoustique au moins égale à 30 dB(A).

Les plans locaux d'urbanisme (PLU) reprennent dans une annexe le périmètre des secteurs situés au voisinage des infrastructures de transports terrestres, dans lesquels des prescriptions d'isolement acoustique ont été édictées en application de l'article

L. 571-10 du code de l'environnement, ainsi que les règles d'isolement acoustique auxquelles doivent être conformes les constructions nouvelles⁸⁴.

À l'occasion du classement des lignes, les préfets de département pourraient recommander aux maires d'introduire dans les PLU des dispositions qui permettent d'éviter que les habitations ne soient soumises à des vibrations au-delà du seuil de gêne de 0,16 mm/s. Les PLU pourraient, dans les secteurs proches des LGV impactés par des vibrations, interdire les structures en bois qui amplifient les vibrations transmises par le sol.

9. Finaliser, en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement, le classement des différents tronçons des deux lignes grande vitesse en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic et définir les périmètres dans lesquels les nouvelles constructions doivent être dotées d'un isolement acoustique adapté. Recommander aux maires de faire figurer dans les plans locaux d'urbanisme les secteurs dans lesquels il est interdit de construire des habitations dotées de structure en bois (Préfets de département).

6.1.2.3. La réglementation française des points noirs de bruit

Elle a été instaurée par la circulaire du 12 juin 2001 toujours en vigueur qui demande au préfet de recenser les points noirs de bruit (PNB). Les points noirs de bruit et les actions de résorption de ces points noirs ont été définis aux articles D. 571-53 et suivants du code l'environnement.

56 000 bâtiments sont classés « points noirs de bruit d'origine ferroviaire », c'est-à-dire correspondant à des bâtiments sensibles (habitations, établissements d'enseignement, de santé ou d'action sociale) dont le niveau d'exposition au bruit en façade exposée au bruit ferroviaire est supérieur à 73 dB(A) de jour et/ou 68 dB(A) la nuit et dont l'autorisation de construction est antérieure à la date du premier arrêté de classement de façade des voies du département concerné. Quelque 500 000 personnes sont concernées par ces points noirs de bruit.

Le coût global de la résorption des points noirs de bruit ferroviaires a été estimé à 2 milliards d'euros selon la DGITM.

6.1.2.4. Dispositif de protection contre les nuisances sonores du transport aérien

Ces mesures de prévention des nuisances sonores aériennes sont organisées à partir de plans d'exposition au bruit (PEB) qui fixent des contraintes à l'urbanisation au voisinage des aéroports définies à l'article L. 112-6 du code de l'urbanisme. Les PEB sont annexés au PLU. Les logements qui étaient compris dans le PEB à la date de délivrance du permis de construire ne peuvent bénéficier d'aides à l'insonorisation.

Par ailleurs, les riverains pouvant bénéficier des aides pour l'isolation acoustique doivent résider dans un des secteurs du plan de gêne sonore (PGS) créé en application de l'article L. 571-1-15 du code de l'environnement. Ces secteurs sont déterminés en fonction du calcul du bruit selon l'indice de puissance acoustique

⁸⁴ Articles 123-13 et R123-14 du code de l'urbanisme.

moyenne pondérée Lden. Ce plan est organisé en trois zones comportant des indices gradués : Lden supérieur à 70 dB(A), 65 dB(A) et 55 dB(A).

La somme attribuée pour les travaux d'insonorisation est plafonnée. Elle dépend à la fois de la zone dans laquelle se situe le logement, du type d'habitation (appartement ou maison individuelle), mais également du nombre de pièces principales. Elle est financée à partir d'un fonds abondé par une taxe sur les nuisances sonores aéroportuaires (TNSA) payées par les compagnies aériennes opérants sur lesdits aéroports.

Dans le domaine des transports terrestres, la réglementation⁸⁵ privilégie les mesures de protection des riverains conçues lors de la réalisation de l'infrastructure et aménagées au plus près de la source aux mesures subsidiaires de traitement du bâti. Elle prévoit également en phase exploitation des prescriptions constructives pour toute nouvelle habitation. La protection des riverains contre le bruit dans le domaine du transport aérien, outre un dispositif de prescriptions constructives pour les nouvelles habitations, repose uniquement sur des aides pour l'isolation acoustique des autres habitations comprises dans le plan de gêne sonore.

6.2. Réglementation sur le bruit ferroviaire dans les autres pays

SNCF réseau a réalisé en 2018 un parangonnage au niveau mondial de la réglementation sur le bruit ferroviaire (cf.annexe 13).

Il y apparaît que seul le Japon retient comme indicateur unique le LAmax pour ses trains à grande vitesse. Si d'autres pays utilisent cet indicateur, c'est toujours en complément d'indicateurs LAeq ou Lden. Le Japon est en train de réexaminer sa position.

Seuls la France, l'Italie, le Japon et la Suède différencient les LGV des lignes classiques.

6.2.1. Autres pays de l'Union européenne

Trois pays nordiques prennent en compte des indicateurs événementiels dans la réglementation comme recommandation, la Suède, le Danemark et la Norvège. Ces trois pays n'ont pas de ligne grande vitesse.

Seule l'Espagne, qui dispose de ligne grande vitesse, a adopté un tel indicateur dans sa réglementation.

Les indicateurs sont le LAmax slow ou le LAmax fast. Ils sont souvent associés à un nombre de dépassement pour une durée donnée (le jour et/ou la nuit).

L'Allemagne, la Belgique, l'Italie et la Grande-Bretagne, qui sont dotées de ligne grande vitesse, n'utilisent pas d'indicateur événementiel.

⁸⁵ Article R 571-48 du code de l'environnement stipule que « Le respect des niveaux sonores maximaux autorisés est obtenu par un traitement direct de l'infrastructure ou de ses abords immédiats. Toutefois, si cette action à la source ne permet pas d'atteindre les objectifs de la réglementation dans des conditions satisfaisantes d'insertion dans l'environnement ou à des coûts de travaux raisonnables, tout ou partie des obligations est assuré par un traitement sur le bâti qui tient compte de l'usage effectif des pièces exposées au bruit. »

6.2.2. Pays hors Union européenne

Dans l'état de Sydney en Australie, qui n'est pas doté de ligne grande vitesse, la réglementation utilise le LAeq et en complément le LMax fast.

Le Japon est le seul pays utilisant uniquement un seuil en LMax slow pour ses lignes Shinkansen. Ces lignes sont dédiées à l'utilisation d'un train à grande vitesse interurbain. Le bruit du Shinkansen est évalué par l'énergie moyenne de la moitié des pics de bruit les plus forts mesurés pour 20 trains successifs dans les deux directions.

Le ministère de l'environnement japonais explore actuellement la possibilité d'introduire le LAeq comme indicateur de bruit pour les lignes à grande vitesse.

6.3. Avis d'instances sanitaires ou environnementales sur la prise en compte des pics de bruit

6.3.1. Recommandations de l'OMS

En 1999, la région Europe de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié des valeurs guides, dans un document intitulé *Community Noise Guidelines*⁸⁶. Puis en 2009, elle a également publié des lignes directrices pour le bruit nocturne (*Night Noise Guidelines*⁸⁷).

L'OMS a actualisé et complété en 2018 ces lignes directrices à la lumière des nouvelles données sanitaires disponibles.

Les effets sur la santé reconnus comme critiques par l'OMS sont les maladies cardiovasculaires, la gêne, les troubles du sommeil, les troubles cognitifs, les troubles auditifs et les acouphènes.

À partir des données recueillies sur les relations dose-réponse pour chaque mode de transport et pour chaque effet sur la santé, ces lignes directrices recommandent des niveaux maximaux d'exposition au bruit dans l'environnement pour protéger la santé des populations.

L'OMS retient à nouveau comme indicateurs, ceux qui sont les plus utilisés à la fois dans les réglementations et dans les études ; Lden et L night, composés à partir des Lday, Levening et Lnight, mesurés en champ libre (cf. annexe 2.2). Les études utilisant le LMax sont peu nombreuses et portent sur les troubles du sommeil dus au trafic aérien⁸⁸.

Une relation entre le niveau de Lden ferroviaire et la proportion de population hautement gênée établie à partir des plus récentes études est ainsi rapportée dans le tableau suivant :

⁸⁶ <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

⁸⁷ http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

⁸⁸ Les Night Noise Guidelines de 2009 avaient déjà relevé une relation dose réponse entre les réveils la nuit ou trop tôt le matin pour un LMax à l'intérieur des maisons supérieur à 42 dB (A).

L_{den} (dB)	%HA
40	1.5
45	3.4
50	6.6
55	11.3
60	17.4
65	25.0
70	33.9
75	44.3
80	56.1

Illustration 11 : Relation entre l'exposition au bruit ferroviaire (Lden) et le pourcentage de population hautement gênée (%HA)- source OMS 2018

L'OMS considère que l'effet prioritaire pour la santé pour la période nocturne est la perturbation du sommeil. Elle précise que 3 % des personnes ont le sommeil très perturbé pour un niveau sonore de L_{night} de 43,7 dB(A).

Pour le trafic ferroviaire, l'OMS recommande de réduire le niveau sonore produit en dessous de 54 dB(A) mesuré en L_{den} et à 44 dB(A) en L_{night} – soit un L_{Aeq} (22h-6h) de 47 dB(A) mesuré selon la norme NF S 31-010⁸⁹.

L'OMS préconise également de conserver certaines recommandations et valeurs guides issues de précédents lignes directrices, notamment relatives aux valeurs à l'intérieur des habitations. En 2009, elle recommandait de limiter le niveau et le nombre de pics de bruit, sans toutefois préciser un nombre maximal de pics de bruit au-delà d'un certain seuil. Elle indiquait que pour un niveau de L_{Amax} inférieur à 42 dB(A) à l'intérieur des chambres, il n'était pas observé d'effet néfaste pour la santé.

6.3.2. Avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France

Le CHSPF a en 2004 formulé un avis sur la protection de la santé des personnes exposées au bruit des avions. Il s'est alors fondé sur les lignes directrices de l'OMS de 1999 et les travaux⁹⁰ de 2003 de TNO, une instance d'expertise néerlandaise.

Dans cet avis il préconise :

- d'utiliser le L_{den} pour évaluer et gérer la gêne liée au bruit des infrastructures aéroportuaires et de ne pas dépasser, en façade des habitations un niveau de L_{den} de 60 dB (A) toutes sources confondues,

⁸⁹ Une correction de + 3 dB doit être effectuée pour obtenir des valeurs équivalentes en L_{Aeq} (22h-6h) mesuré en France à 2 mètres en façade, fenêtres fermées.

⁹⁰ « *Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance* » (TNO).

- pour évaluer et gérer la perturbation du sommeil par le bruit des infrastructures aéroportuaires, d'introduire dans la réglementation un indice évènementiel, le LA_{max} et de respecter pendant la période 22h-6h en façade des habitations, les critères suivants correspondant aux recommandations de l'OMS, en prenant en compte un isolement de façade de 25 dB(A) :
 - LA_{eq} < 55 dB(A) toutes sources confondues,
 - moins de 10 évènements sonores, toutes sources confondues, avec un LA_{max} > 70 dB (A)

Dans cet avis, le CSHPF identifie comme populations sensibles, les enfants, les travailleurs postés et de nuit et les personnes âgées.

Cet avis tire ses conclusions des lignes directrices de l'OMS de 1999 et préconise d'utiliser le LA_{max} uniquement en période nocturne pour lutter contre les effets sur le sommeil. Le niveau préconisé de 10 pics de bruit la nuit ne serait pas limitant pour les pics de bruit des LGV SEA et BPL qui sont moins nombreux en période nocturne.

6.3.3. Avis de l'Anses

L'avis de l'Anses sur l'évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental est détaillé en annexe 3.

En réponse à la saisine de la DGITM et de la DGPR qui lui demandaient d'élaborer des indicateurs opérationnels accompagnés de valeurs de référence et de gestion permettant de prendre en compte les pics de bruit, l'Anses a indiqué qu'elle n'était pas en mesure de faire des propositions sur de tels indicateurs en raison des lacunes dans les connaissances et du caractère multifactoriel des impacts sanitaires du bruit.

Les membres de la mission ont à nouveau interrogé l'Anses sur les études scientifiques qui pourraient permettre de caractériser les impacts sanitaires des pics de bruit. L'Anses estime que les études sont encore aujourd'hui insuffisantes pour les prendre en compte en dehors de la période nocturne.

6.3.4. Note de l'Autorité environnementale sur la prise en compte du bruit dans les projets d'infrastructures routiers ou ferroviaires⁹¹

Cet avis a été adopté collégalement par l'Autorité environnementale (Ae) lors de sa séance du 8 juillet 2015⁹².

Le but de cet avis était de proposer des pistes d'amélioration de la prise en compte de l'impact acoustique dans les projets d'infrastructures routières et ferroviaires, après avoir fait un état des lieux des pratiques des maîtres d'ouvrage. Depuis sa création en 2009, l'Ae avait délibéré sur 65 projets d'infrastructures ferroviaires et 36 projets d'infrastructures routières.

⁹¹ L'Ae donne des avis, rendus publics, sur les évaluations des impacts des grands projets et programmes sur l'environnement et sur les mesures de gestion visant à éviter, atténuer ou compenser ces impacts, comme la construction de ligne TGV.

⁹² http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/150708_-_Note_sur_le_bruit_des_infrastructures_-_delibere_cle234991.pdf

L'Ae relève notamment que l'application de cette réglementation ne suffit pas toujours pour une prise en compte optimale des impacts. Elle a pu observer au fil de ses avis que les maîtres d'ouvrage sont fréquemment confrontés à des situations où doivent être traités des bruits dont l'application de réglementations fondées sur des indicateurs moyennés n'assure manifestement pas la prise en compte. De surcroît les modèles acoustiques destinés à assurer le respect de la réglementation ne permettent pas cette prise en compte.

Elle propose notamment comme pistes d'amélioration :

- de tenir compte des émergences et bruits singuliers, que les indicateurs moyennés auxquels la réglementation fait référence peinent à intégrer,
- d'inscrire pleinement la thématique du bruit dans la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC), notamment en explorant l'ensemble des pistes de traitement du bruit en amont, et de tenir compte des inégalités environnementales et des situations de multi-expositions.

S'agissant des mesures pour « éviter, réduire, compenser », l'Ae rappelle que le recours aux protections phoniques à la source doit être privilégié aux mesures d'isolation de façade. Des mesures d'évitement prises plus en amont encore portant sur la voie, le matériel ou les caractéristiques des circulations peuvent être souhaitables.

6.4. Comment mieux prendre en compte à l'avenir les pics de bruit dans les projets d'infrastructures grande vitesse

6.4.1. Enseignements retenus suite à la mission

6.4.1.1. Les indicateurs L_{den} , L_{night} , $L_{Aeq\ jour}$ ou $L_{Aeq\ nuit}$ sont des éléments de référence internationaux.

Les derniers travaux de l'OMS qui ont fait une revue complète de la littérature scientifique confirment que des indicateurs moyennés, tels que le L_{den} et le L_{night} , ainsi que les indicateurs qui les composent (L_{day} , $L_{evening}$ et L_{night}) doivent être pris en compte pour l'évaluation et la gestion du bruit, car de nombreuses études scientifiques montrent clairement une relation dose/réponse entre l'exposition au bruit mesurée avec ces indicateurs et les effets sur la santé, notamment les effets chroniques.

Par ailleurs la directive « bruit » demande aux États membres de communiquer à la Commission européenne les valeurs limites qu'ils ont déterminées et dont le dépassement conduit les autorités compétentes à envisager ou à faire appliquer des mesures de réduction du bruit. Les États membres communiquent ces valeurs en L_{den} , L_{night} et le cas échéant en L_{day} (6h-22h) et $L_{evening}$ (18h-22h). Ces derniers indicateurs peuvent être utilisés et convertis en L_{den} pour communiquer à la Commission européenne les cartes de bruit stratégiques.

6.4.1.2. D'autres indicateurs reflétant mieux les pics de bruit peuvent être pris en compte.

Les indicateurs moyennant la pression acoustique sur une durée de plusieurs heures reflètent mal la gêne due aux pics de bruit, ainsi que les instances sanitaires (OMS et Anses) et l'Ae le relèvent.

L'OMS note que ces pics de bruit ont des effets sur le sommeil. En 1999, l'OMS indiquait que si le bruit n'est pas continu (cas du bruit ferroviaire), les troubles du sommeil sont mieux corrélés au LAmax. Pour cette raison, elle recommande de limiter le niveau et le nombre de pics de bruit la nuit, sans toutefois préciser ce nombre. Elle a renouvelé cette recommandation en 2009.

À ce stade, les études scientifiques sont trop peu nombreuses pour définir un indicateur et des seuils (niveau de pic et nombre de dépassements de ce niveau) pour les pics de bruit. Pour la nuit, l'OMS conserve un indicateur Lnight qui permet de mieux évaluer les effets chroniques sur la santé de ces perturbations du sommeil.

La directive « bruit » précise que les États membres peuvent utiliser en complément d'autres indicateurs de bruit. Elle en donne des exemples à son annexe I.3, et notamment le LAmax pour la protection en période nocturne dans le cas de crêtes de bruit élevées.

6.4.2. Propositions

6.4.2.1. Conserver les indicateurs Lden, LAeq (jour) et LAeq (nuit)

Les associations de riverains se sont interrogées sur l'intérêt d'utiliser le Lden plutôt que le LAeq, puisque le Lden pondère la pression acoustique mesurée en fonction de l'horaire du jour et prend en compte une aggravation des nuisances en soirée et la nuit. La mission a demandé au Cerema d'effectuer une comparaison du LAeq (jour) et du Lden à partir des mesures réalisées sur la LGV BPL. Le tableau de comparaison est joint en annexe 11. Ce tableau montre que les valeurs de ces deux indicateurs ne sont dans l'ensemble guère éloignées, car si le LAeq jour ne prend pas en compte une plus forte pondération de la période de soirée, il ne prend pas en compte non plus la période de nuit qui pèse peu dans l'indicateur Lden en raison du faible nombre de passages de train. Enfin les modalités de mesure du LAeq en France (à 2 mètres de la façade la plus exposée cf. § 2.4) entraîne une correction des mesures de - 3 dB. Cette correction est la seule appliquée entre le LAeq nuit et le Lnight, tel que mesuré selon la directive « bruit ».

La mission relève que le LAeq(6h-22h) est, sauf exception, plus élevé que le Lden et que, tout comme le LAeq, le Lden est un indicateur moyenné qui prend mal en compte les pics de bruit.

Il faut garder à l'esprit que les indicateurs prenant un niveau acoustique équivalent sur une période donnée tels que le LAeq ou le Lden reflètent mal les nuisances liées aux pics de bruit. Cependant, contrairement à un seuil fondé sur le seul niveau d'un pic de bruit, ces indicateurs prennent en compte le nombre de pics de bruit.

L'annexe 2.3 décrit les relations existant entre le niveau de pics de bruit mesurés en pression acoustique équivalente sur une durée de 10 secondes, leur nombre et le

niveau de pression acoustique équivalent mesuré en LAeq le jour ou la nuit. On peut retenir les équivalences suivantes :

- dix trains émettant des pics de bruit à un niveau de 80 dB sur 10 secondes et circulant entre 6 h et 22 h créent un niveau sonore équivalent de 52 dB en LAeq ;
- un seul train émettant un pic de bruit à un niveau de 80 dB sur 10 secondes entre 22 h et 6 h crée un niveau équivalent voisin de 45 dB sur cette période ; deux de ces mêmes trains créent un niveau équivalent voisin de 48 dB.

10. Conserver les indicateurs de bruit moyennés (Lden, LAeq jour et LAeq nuit), conformément aux recommandations de l'OMS pour mieux évaluer et gérer l'impact à long terme du bruit sur la santé (DGPR)

6.4.2.2. Poursuivre les études pour mieux prendre en compte les pics de bruit

La mission constate que les indicateurs LAeq jour et nuit ou le Lden ne sont pas adaptés pour prendre en compte la gêne due aux pics de bruit, car ils mesurent une pression acoustique équivalente sur une période trop longue pour des pics de bruit de courte durée. La réglementation française pourrait être complétée par un indicateur plus adapté, comme le permet la directive « bruit ».

Le LAm_{slow} est apparu à la mission comme l'indicateur reflétant le mieux le niveau maximal de bruit perçu. Cependant, les travaux réalisés par le Cerema à la demande de la mission ont montré qu'il était difficile de relier la modélisation de cet indicateur à des mesures de bruit réalisées sur le terrain. En effet, les mesures de bruit en LAm_{slow} varient de façon importante en fonction de nombreux facteurs (le type de train, son état, la météorologie et la vitesse - cf. § 5.1.1).

D'autres indicateurs pourraient être plus adaptés : un LAm_{slow} portant sur une durée plus longue (LAeq_{tp} reflétant par exemple la durée de passage du train), un seuil de pic de bruit associé à un nombre de dépassement de ce seuil ou encore l'utilisation d'une moyenne statistique à définir. Ces indicateurs pourraient être moins variables et plus faciles à corrélérer aux mesures de bruit réalisées sur le terrain. Cette corrélation est en effet indispensable si l'on souhaite mesurer et contrôler le respect d'une valeur limite établie par la réglementation ou préconisée dans le cahier des charges d'une infrastructure.

Enfin, les lacunes dans les connaissances ne permettent pas aujourd'hui de fixer un seuil réglementaire pour les pics de bruit sur la base de l'évidence d'effet sur la santé, sauf peut-être pour la période nocturne et les effets sur le sommeil. À ce titre, il pourrait être utile de réaliser une étude sur la gêne ressentie par les populations riveraines des LGV. Ces études pourraient utilement faire l'objet d'une présentation aux observatoires socio-économiques et environnementaux des deux lignes.

Dans le cas où un indicateur et des seuils à ne pas dépasser (niveau des pics de bruit et nombre de pics de bruit) seraient fixés réglementairement, il serait alors nécessaire de produire les outils de modélisation permettant aux constructeurs des infrastructures de respecter ces nouvelles normes.

11. Poursuivre les études sur les effets des pics de bruit sur la santé : demander à l'Anses de piloter une étude sur les effets sur la santé (gêne et perturbation du sommeil) observés sur les populations riveraines de lignes LGV et de poursuivre ses travaux sur l'identification d'un indicateur et de seuils pertinents pour les pics de bruit ; demander la réalisation un outil de modélisation permettant de prévoir en fonction de la morphologie de l'infrastructure et du terrain, de la météo et la nature des sols, le niveau des pics de bruit mesuré avec cet indicateur et faire tester la robustesse de cet outil sur la base de mesures réalisées sur le terrain (DGPR, DGITM).

6.4.2.3. Dans l'attente, préconiser la prise en compte des pics de bruit et de vibrations dans les cahiers des charges des nouvelles infrastructures de LGV

La mission estime donc prématuré de fixer réglementairement des seuils pour les pics de bruit.

Cependant, à titre transitoire et préventif, il pourrait être demandé dans le cahier des charges des futures LGV de prendre en compte, lors de la conception des infrastructures, le niveau des pics de bruit attendus, tels que modélisés selon le meilleur état des connaissances disponibles. Les protections phoniques pourraient ainsi être renforcées au-delà de ce qui est prescrit par la réglementation pour réduire l'impact des pics de bruit. Ce renforcement des protections acoustiques serait plus facile à mettre en place, plus adapté et moins coûteux qu'un traitement curatif tel qu'il est proposé ici de le mettre en œuvre pour les lignes BPL et SEA.

En l'absence d'autre outil de modélisation disponible, l'outil nordique de modélisation du LAmax 1 s pourrait être utilisé, même s'il est imparfait, comme cela a été fait par la mission pour hiérarchiser les maisons et secteurs à traiter.

Pour que la prise en compte de ces pics de bruit soit effective, un indicateur et une valeur maximale pour ceux-ci devrait être fixée dans le cahier des charges des infrastructures ferroviaires. À défaut d'une expertise scientifique proposant une autre valeur, un niveau maximal modélisé de 80 dB(A) pour les pics de bruit proposé par la mission pourrait être retenu comme objectif.

Il apparaît aussi nécessaire de mieux prendre en compte les vibrations dans les cahiers des charges des infrastructures ferroviaires. Pour ces deux lignes, des études vibratoires ont été conduites pour caractériser les secteurs pouvant être soumis à des vibrations importantes, notamment celles pouvant provoquer des dommages. Il n'est pas en revanche évoqué de seuil pour la gêne pour les riverains des lignes. Ceux-ci subissent le plus souvent à la fois la gêne sonore et la gêne vibratoire, cette dernière aggravant la gêne sonore. Comme pour le bruit, les études scientifiques permettent d'établir quel pourcentage de personnes sont fortement gênées par différents niveaux de vibrations. De plus, des techniques nouvelles (tapis anti-vibratiles) viennent d'être normées et sont désormais utilisables dans le domaine ferroviaire.

12. Prendre en compte dans les cahiers des charges des lignes grande vitesse d'une part les pics de bruit en y inscrivant un seuil de pic de bruit à ne pas dépasser et d'autre part les vibrations en fixant un seuil de gêne pour les nuisances vibratoires (DGITM, SNCF réseau)

7. Conclusion

C'est la première fois, lors de la mise en service des LGV, qu'autant de riverains se sont plaints, non seulement du bruit, mais aussi pour certains d'entre eux de vibrations. Pourtant les mesures réalisées ont montré que la réglementation applicable aux nouvelles infrastructures ferroviaires était respectée, que les deux sociétés chargées de la construction des lignes ont bien rempli leur contrat et que les niveaux sonores constatés ne dépassent les normes prescrites que dans des cas exceptionnels.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène :

- les TGV atteignent désormais une vitesse supérieure à 300 km/h, à partir de laquelle les bruits aérodynamiques atteignent le niveau du bruit de roulement ;
- une moindre acceptation des nuisances dues aux nouvelles LGV.

Lors des entretiens que la mission a pu avoir sur le terrain avec les riverains, elle a pu constater que la gêne perçue due à ces pics de bruit est notablement différente de celle due à des bruits plus réguliers comme le trafic routier.

Dans ce contexte, il a été demandé à la mission de définir des critères objectifs permettant d'identifier les situations les plus difficiles à supporter par les riverains. Compte-tenu des variations individuelles importantes dans la perception de la gêne, la mission est consciente que les critères proposés ne pourront satisfaire l'ensemble des personnes concernées, mais ils permettront de hiérarchiser les différentes situations et de répondre de façon équitable et proportionnée aux nombreuses plaintes tout le long des deux LGV.

Pour les maisons identifiées comme devant être traitées, les protections phoniques à la source seront privilégiées sous réserve de leur faisabilité, de leur efficacité et que leur coût soit proportionné. À cet égard, il convient de souligner que les mesures d'isolation de façades, si elles ne répondent pas à l'attente de tous les riverains soucieux de profiter de leur jardin, permettent d'abaisser le niveau sonore à l'intérieur des maisons et d'éviter les perturbations du sommeil - protection de 35 à 42 dB(A) .

Aussi, la mission estime que c'est au plus près du terrain que les choix des protections phoniques à mettre en place seront les plus pertinents et répondront au mieux aux attentes d'un plus grand nombre de riverains affectés par les nuisances sonores.

Compte tenu de leur forte attente, le plus grand soin doit être apporté à l'information, la transparence et la concertation pour la mise en œuvre de ces mesures, dans le cadre de comités départementaux que la mission propose de mettre en place sous l'autorité des préfets.

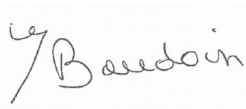
S'agissant d'une éventuelle modification de la réglementation pour mieux prendre en compte les nuisances liées aux pics de bruit, la mission a constaté l'insuffisance des études portant sur leurs effets sur la gêne et la santé. Il lui est donc apparu nécessaire de développer de telles études, notamment le long des lignes grande vitesse.

Lors de ses visites sur le terrain, la mission a été frappée par la préoccupation et la gêne des riverains liées aux vibrations ressenties. Celles-ci s'ajoutent et exacerbent le sentiment de gêne dû au bruit. Or, il est observé une variabilité importante dans la propagation des vibrations dans les différents types de construction et certains effets paraissent imputables à une transmission aérienne de celles-ci. Des études sur cet

effet de souffle et sur la réaction des bâtiments aux vibrations pourraient utilement contribuer à mieux les prendre en compte dans le cahier des charges des futures infrastructures ferroviaires.

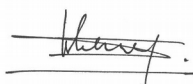
Enfin, pour l'avenir, la mission souligne que toute amélioration de l'aérodynamique des trains est bénéfique pour réduire les nuisances sonores et vibratoires, de même que toute nouvelle technique applicable à l'infrastructure permettant de limiter la propagation des vibrations.

Emmanuelle Baudoin



Ingénieure générale
des ponts, des eaux
et des forêts

Sylvain Leblanc



Inspecteur de
l'administration du
développement durable

Catherine Mir



Inspectrice générale de
santé publique vétérinaire

Annexes

1. Lettre de mission

Réf. CGEDD N° 012345-01



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Paris, le 30 MAI 2018

La ministre, auprès du ministre d'Etat, ministre de la transition écologique et solidaire, chargée des Transports

à

Madame la vice-présidente du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable

Objet : Médiation CGEDD relative aux nuisances générées par les TGV auprès des riverains des lignes à grande vitesse Bretagne-Pays de la Loire et Sud-Europe-Atlantique

Les lignes à grande vitesse Bretagne-Pays de la Loire et Sud-Europe-Atlantique ont été mises en service le 2 juillet 2017. Elles ont permis une amélioration très importante de la desserte ferroviaire du grand ouest de la France. Le succès commercial de ces nouvelles liaisons témoigne de l'apport indéniable de la grande vitesse ferroviaire dans la mobilité des Français.

Pour autant, de nombreux riverains de ces nouvelles infrastructures ont exprimé leurs vives préoccupations, reprises par les maires et les parlementaires des territoires concernés, quant aux impacts des lignes nouvelles sur leur qualité de vie. Ces réactions se sont notamment manifestées lors des comités de suivi présidés par les préfets de départements.

Les gestionnaires d'infrastructure des LGV SEA et BPL doivent s'assurer du respect de la réglementation relative au bruit. Si des manquements devaient être relevés, ils doivent mettre en place, sans délai et à leurs frais, les mesures correctrices qui s'imposent. J'ai demandé aux services de l'État d'être très attentifs au respect de ces dispositions. Ainsi, pour chacune des lignes concernées, une vaste campagne de mesures acoustiques est menée depuis l'automne dernier par le CEREMA. Des programmes de 138 points de mesures pour la LGV BPL et de 300 points pour la LGV SEA ont été établis en concertation avec les élus et les riverains des communes traversées par les LGV. Les mesures de la LGV BPL se sont achevées en avril, et la campagne de mesure sur la LGV SEA devrait se terminer en juin.

Les résultats disponibles à ce jour mettent en évidence que, mis à part quelque cas ponctuels, les niveaux de bruit observés restent inférieurs aux seuils prescrits par la réglementation. Pour autant la situation n'est pas – à l'évidence – satisfaisante et la question de la prise en compte des pics d'émergence de bruit liés aux passages des TGV, non prise en compte dans la méthode prescrite par la réglementation sur le bruit des infrastructures ferroviaires précisée par l'arrêté du 8 novembre 1999, doit être posée.

Dans ce contexte, l'objectif du Gouvernement est d'apporter des réponses concrètes aux situations difficiles rencontrées localement. Aussi, je souhaite que le CGEDD mette en place une mission de médiation et d'expertise autour des objectifs suivants.

En premier lieu, la mission s'attachera à établir les critères objectifs permettant d'identifier les habitations les plus exposées aux nuisances sonores liées aux lignes nouvelles. Sur ces bases, la mission procédera à un recensement des situations les plus difficiles pour lesquelles il est souhaitable d'apporter des réponses.

Pour les situations qui auront été identifiées comme sensibles, la mission proposera alors des compléments de protection phonique, via des aménagements ou d'isolation de façades, allant au-delà de la réglementation actuelle et des engagements pris par l'État dans le cadre de la réalisation des lignes nouvelles. Elle examinera également l'opportunité et la faisabilité de proposer ponctuellement un rachat des habitations concernées dès lors qu'elles sont situées à proximité immédiate des lignes nouvelles. L'ensemble de ce travail devra avoir lieu dans le cadre d'une large concertation avec les riverains et les élus des territoires concernés, en association étroite avec les préfets de département.

Dans un second temps, la mission proposera un calendrier de mise en œuvre des investissements identifiés comme nécessaires et examinera avec l'Etat et les principales collectivités concernées les modalités de leur financement.

Enfin, la mission pourra, sur la base des enseignements des deux premières étapes, émettre toutes les recommandations qu'elle jugera utiles sur l'évolution de la réglementation en matière de nuisances sonores applicables aux nouvelles infrastructures ferroviaires.

Cette mission devra associer étroitement les services de l'État dans les départements traversés par les LGV BPL et SEA, les entreprises ERE et LISEA ainsi que SNCF Réseau. Elle recevra bien sûr tout le concours de la direction générale des infrastructures des transports et de la mer.

Je souhaite que la mission débute d'ici l'été, en s'appuyant notamment sur les éléments des campagnes des mesures sonores, afin de me remettre un rapport finalisé pour la fin de l'année 2018. Des points d'étapes réguliers me seront communiqués, notamment à l'issue de la phase de recensement des situations les plus difficiles et de définition des solutions à apporter aux riverains des lignes nouvelles.



Elisabeth BORNE

2. Le bruit et les indicateurs d'exposition au bruit

2.1. Le bruit

Le bruit est défini par l'OMS comme étant « tout son considéré comme indésirable ». Ces sons indésirables peuvent être non souhaités, dérangeants ou avoir une puissance susceptible de causer des effets néfastes sur la santé.

Le son est une vibration de l'air qui se propage sous la forme d'une onde acoustique grâce à une variation de pression et qui est caractérisée par son amplitude, par sa fréquence et par sa durée d'émission. Au contact d'une surface telle que le tympan, les variations de pression acoustique produisent un débit d'énergie ou puissance acoustique⁹³ qui déforme cette membrane. Dans l'oreille, ces ondes sont transmises et transformées en influx nerveux qui permet au cerveau de caractériser leur puissance et leur fréquence. Plus la pression acoustique augmente, plus le bruit est fort. Dans l'échelle des intensités, l'oreille humaine est capable de percevoir des variations de pression de 20 µPascal ($p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa), le seuil de douleur étant à 20 Pascal (soit un million de fois plus).

Plutôt que de mesurer l'intensité du bruit en Pascal, le niveau sonore (ou niveau de pression acoustique) est mesuré en décibel (dB), unité plus adaptée à la sensibilité de l'oreille. Le dB est défini comme dix fois le logarithme décimal du rapport entre les carrés de la pression acoustique du bruit mesuré et de la pression acoustique de référence correspondant au bruit minimum audible par l'oreille humaine. Une variation de 1 dB n'est pas perceptible, tandis qu'un écart de 3 dB commence à être significatif.

Un bruit est composé d'ondes sonores d'une ou plusieurs fréquences. L'échelle des fréquences audibles par l'homme s'échelonne d'environ 20 Hz pour les sons graves à 20 000 Hz pour les sons les plus aigus. La sensibilité de l'oreille varie en fonction de la fréquence des sons. Elle est moins sensible aux sons graves et aigus qu'aux sons médium. C'est pour cette raison que la mesure du bruit est pondérée en fonction de la fréquence. Il s'agit de la pondération A représentée par l'unité dB(A).

2.2. Les indicateurs de bruit

Le bruit dans l'environnement se caractérise par sa très grande variabilité en raison des multiples sources de bruit. On distingue le bruit émis par une source donnée et le bruit résiduel (sans la contribution de cette source). L'ensemble des sources de bruit constitue le bruit ambiant.

⁹³ La puissance acoustique est proportionnelle au carré de la pression acoustique.

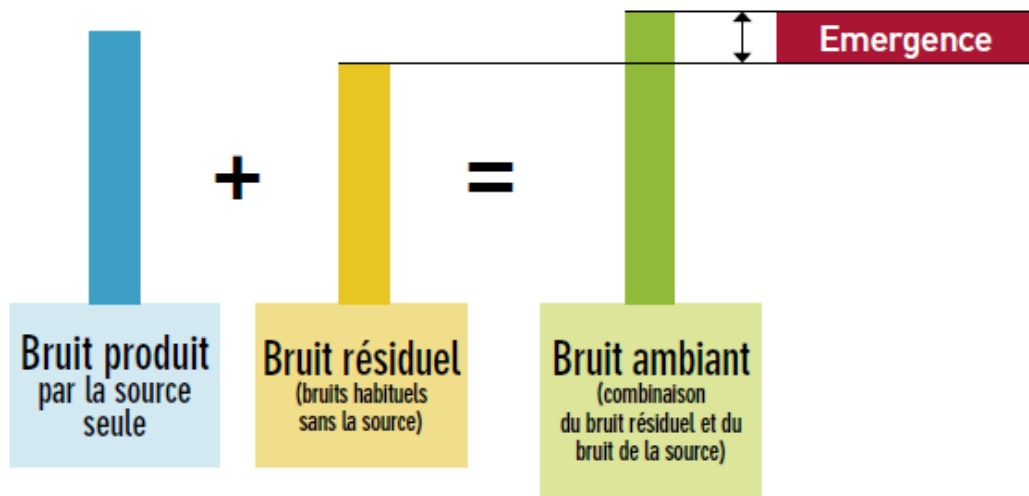


Illustration 12: Source: schéma SNCF réseau

Des bruits de même intensité peuvent être de qualité très différente. Il est donc particulièrement difficile de définir un indicateur qui reflète cette complexité, en particulier celle des bruits émergents.

Le niveau sonore et la durée d'exposition au bruit déterminent ensemble une quantité d'énergie acoustique reçue par le tympan. Pour caractériser une exposition de durée importante à un bruit variable dans le temps, on utilise la notion de niveau de pression acoustique continu équivalent pendant une période donnée (ou niveau sonore équivalent : L_{eq}). Le L_{eq} (« *level equivalent* ») est le niveau sonore constant qui aurait produit la même énergie totale pendant l'intervalle de temps considéré.

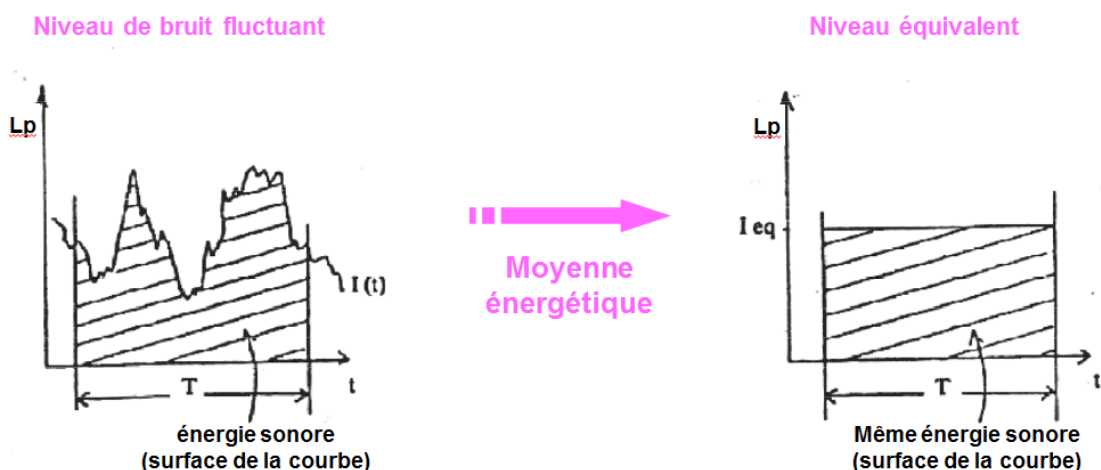


Illustration 13: niveau de bruit équivalent (source Bruitparif)

Lorsque le niveau sonore est pondéré en fonction de la fréquence, l'indicateur est alors le LA_{eq} mesuré en dB(A). Selon la durée d'exposition, sont retenus dans la

réglementation française le LAeq jour (6h-22h) ou le LAeq nuit (22h-6h), niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période considérée. Ces indicateurs sont mesurés à deux mètres des façades exposées, fenêtres fermées, et prennent en compte le bruit réfléchi par la façade.

L'indice retenu par la Commission européenne comme indicateur commun au niveau de l'Union européenne pour la mise en œuvre de la directive « bruit »⁹⁴ est le Lden (Level day, evening, night) qui prévoit une pondération de + 5 dB(A) pour la soirée (18 h-22 h) et + 10 dB(A) pour la nuit (22 h-6 h) et intègre ainsi un niveau de gêne différencié pour un bruit de même intensité, entre le jour, la soirée et la nuit. Cet indicateur est évalué sur une période suffisamment longue pour être représentatif de la variabilité de l'émission sonore et des conditions de propagation (une année dans le cadre des cartes stratégiques de bruit, comme préconisé par la directive européenne 2002/49/CE).

L'annexe II de cette directive dispose également que « les données relatives à des mesures effectuées à l'avant d'une façade ou d'un autre élément réfléchissant doivent être corrigées afin d'exclure le facteur réfléchissant de cette façade ou de cet élément. D'une manière générale, cela implique une correction de 3 dB(A) en cas de mesure. »

Ainsi on peut établir la relation suivante entre les indicateurs français et européens :

- $L_{day} = LA_{eq} (6h-18h) - 3 \text{ dB(A)}$
- $L_{evening} = LA_{eq} (18h-22h) - 3 \text{ dB(A)}$
- $L_{night} = LA_{eq} (22h-6h) - 3 \text{ dB(A)}$

Cette directive permet également aux États membres d'utiliser des indicateurs complémentaires.

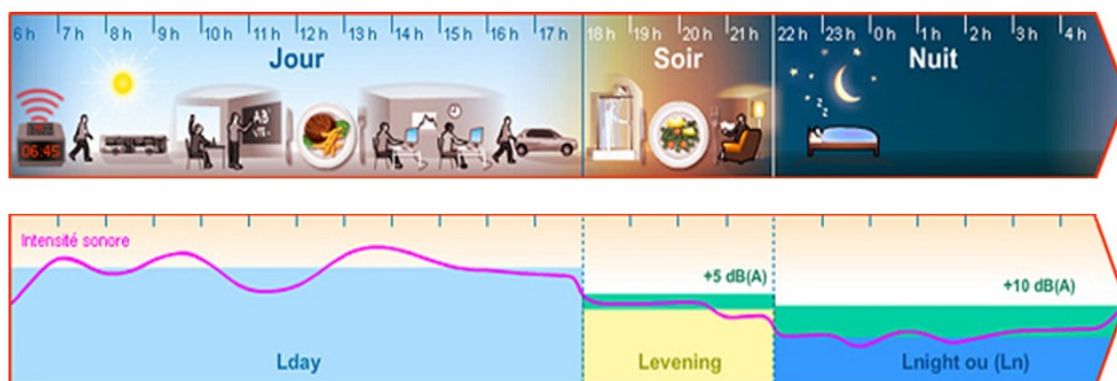


Illustration 14: Indicateur Lden (source <http://bruit.seine-et-marne.fr/indicateurs-lden-et-ln>)

Ces indicateurs de type LAeq ou Lden, communément appelés indicateurs moyennés, reflètent une exposition cumulée du bruit dans le temps. Ce sont ceux qui sont le plus

⁹⁴ La directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement prévoit la réalisation et la publication de cartes de bruit dans l'environnement pour toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants et pour tous les grands axes routiers dont le trafic dépasse trois millions de passages de véhicule par an, tous les grands axes ferroviaires dont le trafic dépasse 30 000 passages de train par an et tous les grands aéroports situés sur leur territoire (plus de 50 000 décollages ou atterrissages).

souvent retenus dans les études épidémiologiques, dès lors que l'on recherche un lien entre le niveau de bruit, la gêne perçue et des effets sur la santé.

Le niveau maximum (L_{Amax}) est un indicateur événementiel utilisé lorsqu'un bruit présente de larges fluctuations au cours du temps, comme le cas d'un train, dont le bruit varie de façon croissante puis décroissante. Il est pondéré et s'exprime en dB(A). Il peut être construit sur la description d'un événement unique ou calculé statistiquement sur des événements qui surviennent dans une période de temps donnée.

L'indicateur événementiel doit spécifier la constante de temps adoptée lors de la mesure du niveau « instantané ». En effet, pour un même phénomène sonore, les niveaux maxima relevés peuvent dépendre du réglage de cette constante de temps. Usuellement, la constante d'intégration est de 125 millisecondes pour le L_{Amax} et d'une seconde pour le L_{Amax} slow. Ainsi le L_{Amax} fast est le niveau de bruit atteint respectivement sur les 125 millisecondes les plus bruyantes et le L_{Amax} slow celui atteint sur la seconde la plus bruyante du passage.

Pour quantifier le nombre de pics de bruit, on utilise un indice qui représente le nombre d'événements (par exemple survols ou passages de trains) dont le niveau maximum atteint dépasse un seuil de bruit fixé. Cet indice est le N_{Ax} : *Noise events Above x* (dB).

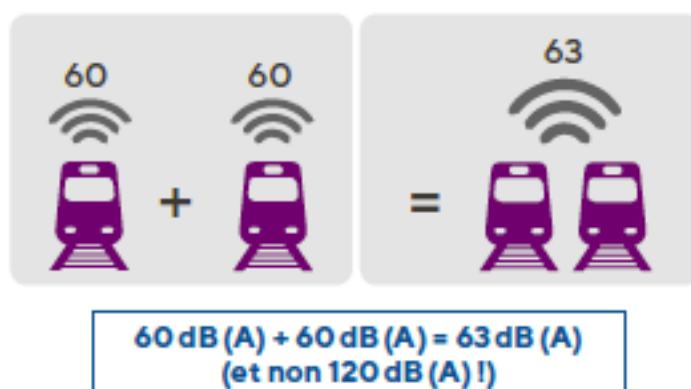
Un autre type d'indicateur événementiel est également parfois employé : le L_{Aeq} tp qui est le niveau sonore moyen pendant le temps de passage d'un train. Ce L_{Aeq} tp est calculé sur une durée de 10 secondes, soit l'intervalle de temps entre le début de la partie ascendante et la fin de la partie descendante du pic de bruit sur la courbe d'évolution temporelle de l'enregistrement sonore.

2.3. Comment s'ajoutent les bruits ?

Tous les indicateurs de bruit sont exprimés en décibel qui est une unité logarithmique. Aussi on ne peut pas simplement additionner des décibels.

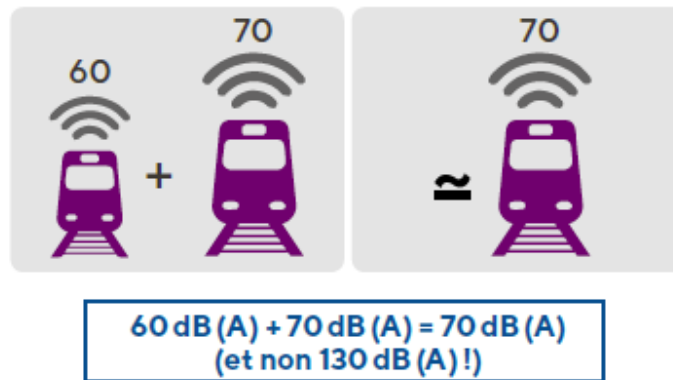
Si deux bruits d'une même intensité sont émis, le bruit en résultant correspond à l'intensité d'un seul bruit augmenté de 3 dB(A). Inversement, lorsque l'on supprime une de ces deux sources, le niveau de bruit ne diminue que de 3 dB(A).

Ainsi, lorsque deux trains identiques se croisent, toutes choses égales par ailleurs, le bruit n'augmente que de 3 dB(A).



De même, lorsque que le trafic double (toutes choses étant égales par ailleurs (mêmes trains, mêmes vitesses), le bruit augmente de 3 dB(A).

Lorsque deux bruits sont sensiblement différents – écart entre les deux bruits d'au moins 10 dB(A) –, le bruit le plus fort masque le bruit le moins fort et détermine le niveau de bruit.



Enfin, un doublement de la sensation auditive (deux fois plus de bruit) est produite par une augmentation du niveau sonore de 10 dB(A), ce qui correspond à multiplier la source de bruit simultanément par dix.



Les relations entre les pics de bruit (en LAeq tp) et le LAeq

Un seul pic de bruit à 80 dB(A) en LAeq tp (LAm_{max}M sur 10 secondes) représente une contribution sonore ferroviaire pour la période diurne (6h-22h) voisine de 45 dB exprimé en LAeq jour.

Selon la formule préconisée dans la norme NF S 31-088 « Calcul de la contribution sonore d'origine ferroviaire » (§ 6.4.2) on peut calculer comment le LAeq jour évolue avec le nombre de trains de même niveau sonore.

Ainsi :

- 10 pics de bruit à 80 dB(A) en LAeq tp pendant la période 6h-22h créeront un niveau équivalent de 52 dB(A) en LAeq jour,
- 50 pics de bruit identiques créeront un niveau de 59 dB(A) en LAeq(6h-22h),
- 60 pics identiques créeront un niveau de 60 dB(A) en LAeq(6h-22h),

- 100 pics indentiques créeront un niveau de bruit de 62 dB(A) en LAeq(6h-22h).

Le même pic de bruit de 80 dB(A) représente une contribution sonore ferroviaire pour la période nocturne (22h-6h) voisine de 45 dB(A) exprimée en LAeq nuit. Deux pics de bruit analogues contribuent à une hauteur de 48 dB(A).

Selon la formule de la norme NF S 31-088 on peut établir le tableau de correspondance suivant :

Pics de bruit et équivalence énergétique acoustique
(nombre de pics équivalents aux LAeq diurne et nocturne)

Niveau sonore continu équivalent des pics sur une durée de 10 secondes	70 dB(A)	75 dB(A)	80 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)	95 dB(A)
Période diurne						
LAeq (6h-22h) = 60 dB(A)	576	182	60	18	6	2
LAeq (6h-22h) = 55 dB(A)	182	60	18	6	2	1
Période nocturne						
LAeq (22h-6h) = 55 dB(A)	90	30	9	3	1	0
LAeq (22h-6h) = 50 dB(A)	30	9	3	1	0	0

Illustration 15: tableau de la relation entre nombre de pics de bruit en LAeq tp et les LAeq jour et nuit (source: Cerema, établi à la demande de la mission)

Il convient de préciser ici que le LAeq tp est inférieur au LAmix slow (1 s) et *a fortiori* au LAmix fast (125 millisecondes). C'est ce LAeq tp mesuré pour une vitesse de référence à 25 m de la voie qui est utilisé pour la signature acoustique des trains et pour ensuite modéliser l'exposition au bruit aux abords des LGV.

3. Effets sur la santé du bruit des transports

3.1. État des connaissances sur l'impact sur la santé du bruit

Les effets sur la santé du bruit ont fait l'objet de très nombreux travaux. On distingue les effets auditifs, portant sur les organes de l'audition et les effets extra-auditifs.

Les effets auditifs nocifs pour la santé (fatigue auditive, surdité) sont observés pour des niveaux de bruit très élevés, soit par exemple dans les salles de musique amplifiée (plus de 102 dB(A) pendant plus de 15 minutes) soit en milieu professionnel (exposition quotidienne de 80 dB(A) sur une période de huit heures).

Les effets extra-auditifs du bruit environnemental ont fait l'objet d'une expertise collective de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, environnement, santé, travail (Anses), réalisée en 2013 suite à une saisine de la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et de la direction générale de la santé (DGS).

Dans son avis⁹⁵, l'Anses a analysé les différents effets sur la santé pour lesquels on disposait alors de courbes de relation entre la dose d'exposition et l'effet sanitaire observé (courbe dose/réponse), rapportées dans le document *Burden of diseases of environmental noise*⁹⁶ de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 2011 :

- des effets immédiats : les perturbations du sommeil et la gêne⁹⁷ ;
- des effets à moyen et long terme : les troubles d'apprentissage scolaire et les infarctus du myocarde (MIC).

⁹⁵ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2009sa0333Ra.pdf>

⁹⁶ http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf

⁹⁷ L'OMS définit la gêne comme une sensation de désagrément, de déplaisir, provoquée par un facteur de l'environnement (ici le bruit) dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter la santé.

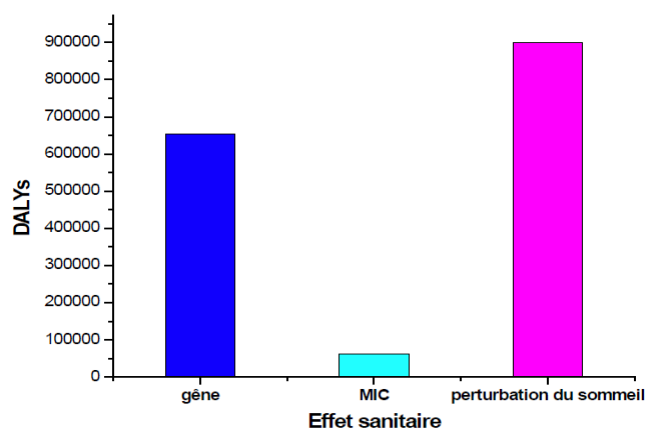


Illustration 16: perte d'années de vie en bonne santé (DALYs) pour les effets sanitaires dans la partie occidentale de la région Europe de l'OMS (gêne, maladies ischémiques du cœur et perturbation du sommeil) Source OMS 2011

L'OMS lors de ses travaux en 2011 a ainsi pu quantifier l'impact sur la santé du bruit selon ces effets. La perturbation du sommeil apparaît comme le premier effet sur la santé en termes de gravité.

D'autres effets sur la santé sont suspectés ou avérés, mais on ne dispose pas pour ceux-ci de courbes dose/réponse (stress, santé mentale).

L'Anses souligne que la gêne due au bruit est considérée comme un effet sanitaire à part entière. C'est l'effet le plus sensible au niveau d'exposition au bruit. Cette gêne peut, en tant que facteur intermédiaire, participer au développement de pathologies lorsqu'elle est chronique et elle constitue un facteur de stress continu.

C'est sur la base de courbes doses/réponses, notamment sur l'effet de gêne due au bruit et sur la perturbation du sommeil que l'OMS a établi des recommandations en 1999 (*Guidelines for community noise*⁹⁸), en 2009 (*Night noise guidelines for Europe*⁹⁹) et dernièrement en 2018 (*Environmental noise guidelines*¹⁰⁰).

3.2. Complexité des facteurs conduisant à une gêne

De nombreuses enquêtes épidémiologiques ont été conduites pour analyser la relation entre le niveau de bruit mesuré selon différents indicateurs et la gêne ressentie par les personnes affectées par ce bruit. Les indicateurs utilisés sont des indicateurs moyennés du bruit, soit le LAeq, soit le Lden.

Toutes ces études montrent une grande diversité des individus dans leurs réponses en termes de gêne pour une exposition à un niveau de bruit donné. Des facteurs individuels et des facteurs sociaux sont nombreux à influencer le niveau de gêne :

- facteurs individuels : âge, sensibilité au bruit, peur de la source de bruit, usage de cette source, statut d'occupation du logement (locataire ou propriétaire) ;

⁹⁸ <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

⁹⁹ http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

¹⁰⁰ <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region>

- facteurs sociaux ; évaluation sociale de la source de bruit, confiance ou défiance envers les responsables de cette source, historique de l'exposition au bruit, évolutions pressenties, sentiment de justice ou d'injustice.

Selon les études recensées par l'Anses, la sensibilité au bruit aurait à elle seule un effet sur la gêne ressentie équivalent à 10 dB(A)¹⁰¹. Elle est le principal facteur prédictif de cette gêne. De même cette sensibilité serait également un facteur prédictif d'autres effets sur la santé du bruit : hypertension, angine de poitrine, troubles du sommeil.

De nombreux travaux se sont également intéressés aux situations de changement de niveau d'exposition, par exemple la mise en place de protection phonique ou la mise en service d'infrastructures de transport. Le constat est que la gêne évaluée dans des enquêtes avant-après changement de l'exposition montre des écarts par rapport aux courbes dose/réponse (niveau de bruit/niveau de gêne) classiques. En cas d'augmentation de l'exposition, la gêne est souvent supérieure au niveau attendu.

3.3. Les études sur les effets des pics de bruit sont peu nombreuses et portent sur les troubles du sommeil

3.3.1. L'Anses estime les études insuffisantes pour élaborer des indicateurs et proposer des valeurs de gestion des pics de bruit

Lorsqu'elles ont saisi l'Anses, en 2010, la DGPR et la DGITM lui ont demandé d'élaborer des indicateurs opérationnels accompagnés de valeurs de référence et de gestion permettant de prendre en compte les effets sanitaires associés aux événements sonores ponctuels (pics de bruit).

À l'époque, l'Anses a indiqué qu'elle n'était pas en mesure de faire des propositions sur de tels indicateurs en raison des lacunes dans les connaissances et du caractère multifactoriel des impacts sanitaires du bruit.

Les membres de la mission ont à nouveau interrogé l'Anses sur les études scientifiques qui pourraient permettre de caractériser les impacts sanitaires des pics de bruit. Bien que l'OMS estime souhaitable de mieux prendre en compte ces pics de bruit, notamment en raison de leurs effets sur le sommeil, l'Anses estime que les études sont encore aujourd'hui insuffisantes pour les prendre en compte en dehors de la période nocturne.

3.3.2. Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France propose des seuils (niveau de pics et nombre de pics) pour la période nocturne

Le CHSPF a en 2004 formulé un avis sur la protection de la santé des personnes exposées au bruit des avions. Il s'est alors fondé sur les lignes directrices de l'OMS de 1999 et les travaux¹⁰² de 2003 de TNO, une instance d'expertise néerlandaise.

Dans cet avis il préconise :

¹⁰¹ Une augmentation de 10 dB(A) correspond à un doublement du niveau de bruit ressenti.

¹⁰² « *Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance* » TNO 2003

- d'utiliser le Lden pour évaluer et gérer la gêne liée au bruit des infrastructures aéroportuaires et de ne pas dépasser, en façade des habitations un niveau de Lden de 60 dB (A) toutes sources confondues ,
- pour évaluer et gérer la perturbation du sommeil par le bruit des infrastructures aéroportuaires, d'introduire dans la réglementation un indice évènementiel, le LAmax slow et de respecter pendant la période 22h-6h en façade des habitations, les critères suivants correspondant aux recommandations de l'OMS, en prenant en compte un isolement de façade de 25 dB(A) :
 - LAeq < 55 dB(A) toutes sources confondues,
 - moins de 10 évènements sonores, toutes sources confondues, avec un LAmax > 70 dB (A).

Dans cet avis, le CSHPF identifie les populations sensibles : les enfants, les travailleurs postés et de nuit et les personnes âgées.

Cet avis tire ses conclusions des lignes directrices de l'OMS de 1999 et préconise d'utiliser le LAmax uniquement en période nocturne pour lutter contre les effets sur le sommeil. Le niveau préconisé de 10 pics de bruit la nuit ne peut s'appliquer aux pics de bruit des LGV SEA et BPL qui sont moins nombreux en période nocturne.

3.3.3. Recommandations de l'OMS

En 1999, la région Europe de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié des valeurs guides, dans un document intitulé *Community Noise Guidelines*. Puis en 2009, elle a également publié des lignes directrices pour le bruit nocturne (*Night Noise Guidelines*).

L'OMS a actualisé et complété en 2018 ces lignes directrices à la lumière des nouvelles données sanitaires disponibles. Ce rapport (*Environmental Noise Guidelines -OMS 2018*) vise à donner des réponses aux questions suivantes :

- Quelle est la relation exposition-réponse existant entre l'exposition au bruit environnemental (mesurée par divers indicateurs) et la proportion de personnes pour lesquelles on dispose d'une mesure validée des effets sur la santé ?
- Les interventions effectuées auprès de la population ordinaire exposée au bruit dans l'environnement réduisent-elles efficacement l'exposition au bruit et/ou ses conséquences sanitaires ?

Les effets sur la santé reconnus comme critiques par l'OMS sont les maladies cardiovasculaires, la gêne, les troubles du sommeil, les troubles cognitifs, les troubles auditifs et les acouphènes.

À partir des données recueillies sur les relations dose-réponse pour chaque mode de transport, ces lignes directrices recommandent des niveaux maximaux d'exposition au bruit dans l'environnement pour protéger la santé des populations.

Dans son étude de 2011, *Burden of disease from environmental noise*, l'OMS a cherché à quantifier l'impact sur la santé du bruit environnemental. En termes quantitatifs, ce sont les troubles du sommeil qui semblent avoir le plus d'impact sur la santé au niveau européen (cf. illustration 16)

En 1999, s'agissant des troubles du sommeil, l'OMS indiquait que si le bruit n'est pas continu (cas du bruit ferroviaire), les troubles du sommeil sont mieux corrélés au L_{Amax} et des effets sont observés à partir de 45 dB(A). L'OMS rapporte une étude¹⁰³ qui suggère que pour un bon sommeil, il ne faudrait pas dépasser dix pics de bruit d'un niveau de 45 dB en L_{Amax} dans les chambres. Elle conclut que les événements sonores dépassant 45 dB devraient être si possible limités. Pour prévenir les troubles du sommeil, elle recommande de prendre en compte, à la fois, le niveau de pression acoustique équivalent, ainsi que le nombre et le niveau des événements sonores.

Dans ses travaux de 2009 sur le bruit nocturne, l'OMS reconsidère ses recommandations de 1999. Elle indique que de nouvelles études¹⁰⁴ montrent des effets à court terme sur le sommeil (réveils la nuit) pour des pics de bruit d'un niveau de 42 dB(A). Bien que ces études concernent le bruit aérien, l'OMS estime que ces effets instantanés peuvent être observés pour les autres modes de transport. Elle propose de considérer comme un effet néfaste pour la santé une augmentation substantielle du nombre de réveils nocturnes dus aux pics de bruit par rapport à la fréquence de référence des réveils spontanés d'une personne. Cette fréquence de référence est estimée à 1,8 par nuit. L'OMS retient comme seuil sans effet néfaste pour la santé observé (NOAEL¹⁰⁵) un L_{Amax} de 42 dB(A) à l'intérieur des chambres. Elle recommande à nouveau de limiter le niveau et le nombre de pics de bruit, sans toutefois préciser un nombre maximal de pics de bruit au-delà d'un certain seuil.

En 2018, l'OMS retient à nouveau comme indicateurs ceux qui sont les plus utilisés à la fois dans les réglementations et dans les études : L_{den} et L_{night}, mesurés en façade la plus exposée, à l'extérieur. Les études utilisant le L_{Amax} sont peu nombreuses et portent sur les troubles du sommeil et le trafic aérien¹⁰⁶.

Une relation entre le niveau de L_{den} ferroviaire et la proportion de population hautement gênée établie à partir des plus récentes études est ainsi rapportée dans le tableau suivant :

¹⁰³ Vallet & Verner 1991

¹⁰⁴ Méta-analyse de Passchier et Vermeer 2003a

¹⁰⁵ *Non Observed Effect Level*.

¹⁰⁶ Les *Night Noise Guidelines* de 2009 avaient déjà relevé une relation dose-réponse entre les réveils la nuit ou trop tôt le matin pour un L_{Amax} à l'intérieur des maisons supérieur à 42 dB(A).

L_{den} (dB)	%HA
40	1.5
45	3.4
50	6.6
55	11.3
60	17.4
65	25.0
70	33.9
75	44.3
80	56.1

Illustration 17: Relation entre le Lden et le pourcentage de population hautement gênée (%HA)- source OMS 2018

L'OMS considère que l'effet prioritaire pour la santé pour la période nocturne est la perturbation du sommeil. Elle précise que 3 % des personnes ont le sommeil très perturbé pour un niveau sonore de Lnight de 43,7 dB(A).

En conclusion, pour le trafic ferroviaire, l'OMS recommande de réduire le niveau sonore produit en dessous de 54 dB(A) mesuré en Lden et à 44 dB(A) en Lnight.

Les lignes directrices de 2018 recommandent également de conserver certaines valeurs guides préconisées par les précédentes lignes directrices non réactualisées en 2018, notamment celles relatives aux valeurs guides à l'intérieur des logements.

L'OMS relève que le Lnight paraît un indicateur pertinent pour les effets à long terme sur la santé.

In fine l'OMS retient comme seuil recommandé pour le Lnight 44 dB(A) et, s'agissant des pics de bruit, elle recommande de limiter leur niveau sonore à l'intérieur des habitations et d'en limiter le nombre. Le seuil de pics de bruit qu'elle considère sans effet sur la santé est de 42 dB(A), mais elle ne précise pas le nombre qu'il conviendrait de ne pas dépasser.

Ces valeurs de Lnight et de LAmax sont mesurées selon la norme ISO 1996-1:2016. Elles doivent être interprétées en valeurs mesurées selon la norme française NF S 31-010 en ajoutant 3 dB pour tenir compte du son réfléchi (mesure à 2 m en avant de la façade, fenêtres fermées).

L'OMS ajoute que les données sanitaires sont insuffisantes à ce jour pour recommander un type d'intervention plutôt qu'un autre pour réduire l'exposition au bruit ferroviaire.

4. Les projets et les différentes étapes de la conception de la réalisation et de la concertation

4.1. La LGV Bretagne Pays de Loire

4.1.1. Le projet

La LGV BPL, longue de 182 km (plus 32 km de raccordements), relie l'est du Mans dans la commune de Connerré (Sarthe) à l'est de Rennes dans la commune de Cesson Sévigné (Ille-et-Vilaine). Elle traverse trois départements (Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine) situés dans deux régions (Pays de la Loire et Bretagne). Elle dessert Le Mans, Laval, Vitré et Rennes, mais aussi Angers et Nantes.



Illustration 18: Tracé de la LGV Bretagne Pays de Loire (Source : Atlas SNCF Réseau)

Elle se raccorde à la LGV Paris-Connerré mise en service en septembre 1989, et permet un gain de temps de 2 minutes au Mans en Sarthe (et 9 minutes pour Nantes), de 21 minutes à Laval (Mayenne) et 39 minutes à Rennes (Ille-et-Vilaine) et pour toutes les villes situées à l'ouest de Rennes (Saint-Malo, Brest, Quimper). La réalisation de la virgule de Sablé-sur-Sarthe, qui fait partie du projet, permet un gain de 45 minutes entre Laval et Angers ou Nantes pour les TER qui empruntent la LGV.



Illustration 19: LGV Bretagne Pays de Loire : meilleurs temps de parcours (Source : SNCF Réseau)

Le projet a coûté 3 343,5 millions d'euros courants partagés entre SNCF Réseau (ex RFF) à hauteur de 43 % (autofinancement), l'État (28,4 %), les collectivités¹⁰⁷ (28,4) % et l'Union européenne (0,4 %).

La réalisation d'une LGV est un processus long, qui a démarré pour BPL par un débat préalable en 1994-1995 pour aboutir à sa mise en service le 2 juillet 2017, soit 23 ans plus tard.

Le mode de réalisation est un contrat de partenariat, attribué par SNCF Réseau à Eiffage Rail Express (ERE, filiale du groupe Eiffage) pour une durée de 25 ans à compter de la signature du contrat le 28 juillet 2011. Le périmètre contractuel d'ERE comprend la ligne nouvelle, les 58 kilomètres de raccordements et le raccordement de Sablé.

ERE finance, conçoit, construit et entretient l'infrastructure (y compris le renouvellement des voies). En contrepartie SNCF Réseau lui verse un loyer (un loyer immobilier pour la part investissement et un loyer pour la maintenance en phase exploitation). Ses filiales¹⁰⁸ CLERE ont été chargées de la conception construction et OPERE de la maintenance.

¹⁰⁷ Région Bretagne et Pays de Loire, Départements des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine, du Morbihan, Rennes Métropole et Pays de Saint-Malo

¹⁰⁸ Filiales à 100 % d'Eiffage

4.1.2. Principales étapes de la réalisation de la LGV Bretagne Pays de la Loire

	Étape/Procédure	Observations
1994-1995	Débat préalable : première phase de concertation en amont des études de tracé portant sur les grandes fonctions de l'infrastructure et sur son intérêt économique et social.	Élaboration du cahier des charges de l'infrastructure approuvé le 9 mai 1995.
1996-1998	Études préliminaires : recherche de fuseaux d'études <i>d'environ un kilomètre de large</i> , consultation sur plusieurs fuseaux.	Demande d'études complémentaires par décision ministérielle du 21 décembre 1998 suite à la consultation.
1999-2001	Études complémentaires préliminaires	Choix d'un fuseau (périmètre d'étude) d'un kilomètre de large par décision ministérielle du 2 avril 2001
2002-2005	Avant-projet sommaire (APS) : recherche d'un tracé d'environ 500 m de large dans le fuseau d'un kilomètre retenu.	Approbation de l'APS par décision ministérielle du 26 janvier 2006.
2005	Convention financière avec l'État et les collectivités pour les acquisitions foncières anticipées.	Un important stock foncier de terres agricoles a pu ainsi être acquis. Jusqu'en 2011, date de signature du contrat de partenariat, RFF a acquis à l'amiable 3 700 ha, 140 maisons, 50 exploitations agricoles directement impactées et relocalisées en tout ou partie, 15 protocoles ont été signés avant travaux avec des entreprises.
1 ^{er} Juin - 31 juillet 2006	Enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) . Le dossier comprend : - l'analyse de différentes variantes qui ont conduit au choix du fuseau de 500 m ; - l'APS (avec le tracé de la LGV en long et en plan, à savoir une emprise d'environ 100 mètres dans le fuseau de 500 mètres ; - l'étude d'impact (avec les protections acoustiques projetées) ; - l'étude socio-économique.	Dans la phase préalable à l'enquête publique, puis pendant l'enquête publique, les protections acoustiques telles que figurant dans le dossier de DUP ont été présentées aux riverains lors de réunions de concertation (dont visites sur LGV exploitées avec élus et riverains). Rapport de la commission d'enquête le 16 novembre 2006, réponse du maître d'ouvrage, instruction interministérielle et présentation du dossier au Conseil d'État.
Janvier 2007	Signature de la convention de dessertes qui assure un certain niveau de desserte aux agglomérations traversées.	
Octobre 2007	Décret en Conseil d'État déclarant la LGV d'utilité publique le 27/10/2007 , assortie d'une carte délimitant le fuseau où devra se cantonner le projet .	SNCF Réseau peut exproprier pour la réalisation du projet dans le fuseau (environ 500 mètres en section courante et de 300 m sur le contournement du Mans). Le tracé final de la LGV doit rester à l'intérieur de ce fuseau.

2007-2011	Poursuite des études et procédures par RFF jusqu'à la signature du contrat de partenariat en juillet 2011.	RFF a ainsi pu réaliser un APS avec un niveau de détails affiné (APS+) notamment : <ul style="list-style-type: none"> – sur le tracé (vue en plan et profil en long) ; – les rétablissements routiers dont un grand nombre a été modifié suite à la concertation menée avec les maires et les conseils départementaux (ce qui a généré un surcoût de 35 M€) ; – il a pu approfondir les procédures : de déviation de réseau ; le diagnostic et défrichement pour l'archéologique préventive, et les premières fouilles ; les acquisitions foncières.
2007-2011	Élaboration du cahier des engagements de l'État.	De 2003 à 2011, RFF prend des engagements lors des diverses procédures et concertations : remarques issues de l'enquête publique, concertation locale lors de la poursuite des études APS+, ou encore lors des procédures auprès des maires, des départements, des professions agricoles. Il les regroupe dans le « dossier des engagements de l'État » qui compte des engagements généraux et localisés (plus de 1 000). Cet ensemble est complété sur chaque commune par un cahier des engagements communaux.
2008	<ul style="list-style-type: none"> - Signature de la déclaration commune des collectivités bretonnes pour le financement du plan ferroviaire breton dans sa composante « Bretagne à grande vitesse » le 30 mai 2008. - Signature le 29 juillet 2008 du Protocole d'intention entre l'État, les Régions Bretagne et Pays de la Loire et RFF. - Signature de la convention de financement le 13 juillet 2011. 	
2008-2009	Décision de réaliser le projet par le biais d'un contrat de partenariat le 29 juillet 2008. Validation du plan de financement entre SNCF Réseau, l'État et les collectivités. Puis lancement de la consultation du contrat de partenariat le 29 juillet 2009.	
Juillet 2011	Signature du contrat de partenariat entre RFF et Eiffage Rail Express (ERE) le 28 juillet 2011 pour une mise en service mi-2017. ERE est maître d'ouvrage et, a en charge le financement, la conception la construction et l'entretien (y compris renouvellement) pendant	Le contrat signé comprend l'étude d'impact, les engagements de l'État spécifiant que : « c'est au stade de l'APD puis des procédures complémentaires (loi sur l'eau, enquête parcellaire notamment) que les suites à donner concernant le calage fin (profil en long ou tracé en plan ¹⁰⁹) seront examinés ». La maîtrise d'ouvrage est alors transférée de RFF vers ERE : défrichement de l'emprise, archéologie préventive, travaux, aménagements fonciers, concertation.

¹⁰⁹ Profil en long : représentation de la ligne ferroviaire par rapport au niveau du terrain naturel. Tracé en plan : positionnement de la ligne à l'intérieur du fuseau de la DUP (vue « aérienne »).

	25 ans. En contrepartie RFF, qui est chargé de vérifier si les clauses contractuelles sont respectées, verse à ERE un loyer (un loyer immobilier pour la part de l'investissement préfinancé par ERE et un loyer pour la maintenance et le renouvellement de la ligne en phase exploitation).	RFF, autorité publique contractante, veille au respect de l'ensemble des engagements pris. Un comité de suivi coprésidé par le préfet de Bretagne, préfet coordonnateur et par un représentant du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, comprenant les préfets concernés et les collectivités finançant le projet, RFF surveille l'avancement du projet.
2011-2012	Réalisation des études de l'Avant-projet détaillées (APD) par ERE, puis de l'étude acoustique basée sur cet APD. Concertation, acquisitions foncières, fouilles archéologiques puis étude projet (élaboration des dossiers de consultation pour la réalisation des travaux) sur la base de l'APD définitif (mi-février 2012).	L'APD a été réalisé par ERE sur la base de son offre finale, après signature du contrat, suite à concertation et aux études complémentaires notamment hydrauliques. C'est sur la base de l'étude acoustique réalisée sur l'APD définitif qu'ont été calculées les protections acoustiques à mettre en place. L'APD et le projet final définissent le tracé de la LGV avec une emprise d'environ un peu plus de 60 mètres : c'est le domaine public ferroviaire qui aujourd'hui est clôturé.
2012-2016	Travaux de terrassements et de génie civil	
2015-2016	Travaux d'équipements ferroviaires	
2016-2017	Essais- homologation et formations des conducteurs	
02/07/17	Mise en exploitation commerciale	
28/07/36	Fin du contrat de partenariat avec le titulaire ERE	SNCF réseau « récupère » la LGV

4.1.3. Une concertation menée par RFF puis par ERE après l'avant-projet sommaire (APS) : un tracé qui a évolué entre l'APS et la réalisation

Tout au long des études et procédures, entre 2003 (lancement de l'APS) et 2011 (signature du contrat de partenariat avec ERE), SNCF Réseau a tenu environ une réunion publique par mois et par département, soit entre 300 et 350 réunions hors celles des 72 comités interrégionaux d'engagement, pour la concertation avec les élus (communes, départements, régions), la profession agricole et les associations de riverains. La concertation a ensuite été poursuivie par ERE.

Entre l'avant-projet sommaire (APS) annexé au dossier d'enquête publique et l'avant-projet détaillé (APD) définitif réalisé par ERE, des modifications ont été faites sur le profil en long¹¹⁰ et en plan¹¹¹. Ces modifications font suite, comme dans tout projet d'infrastructure, aux études diverses, (géologiques, hydrauliques, évitement d'espèces protégées, de zones humides, etc.), mais aussi à la concertation. Elles ont permis « d'optimiser » le projet en équilibrant les mouvements de terre entre remblais et

¹¹⁰ Altimétrie du projet : profondeur ou hauteur de la voie par rapport au terrain naturel.

¹¹¹ Tracé à l'intérieur du fuseau de 500 mètres.

déblais comme inscrit dans le cahier des charges d'ERE¹¹². Ainsi, la LGV, a été enterrée plus ou moins profondément ou a été plus ou moins surélevée par rapport au terrain naturel suivant les secteurs, si on la compare avec le tracé initial de l'APS présenté dans le dossier d'enquête publique préalable à la Déclaration d'utilité publique (DUP).

Le contrat signé par ERE comprend non seulement le cahier des charges et l'étude d'impact, mais aussi le « cahier des engagements de l'État » complété sur chaque commune par un « cahier des engagements communaux » qui recensent tous les engagements, notamment environnementaux comme le bruit et l'insertion paysagère dont il doit assurer le respect. Ces engagements sont le résultat de la concertation et des recommandations issues de l'enquête publique.

RFF, devenu SNCF Réseau, autorité publique contractante, veille au respect de l'ensemble des engagements pris. Un comité de suivi coprésidé par le préfet de Bretagne, préfet coordonnateur et du représentant du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie comprenant les préfets concernés, les collectivités financeuses du projet, SNCF Réseau surveille l'avancement du projet.

Le ressenti de cette concertation vu du côté des maires et des riverains est décrit dans le rapport.

4.1.4. Des protections acoustiques dimensionnées sur la base de l'APD définitif avec un objectif de résultat : répondre à la réglementation existante.

RFF avait identifié dans le dossier de DUP et le dossier des engagements de l'État, sur la base du dossier APS, les secteurs devant faire l'objet d'une protection acoustique et les types de protection (écran ou merlon). Ces protections avaient été retenues sur la base d'études acoustiques tenant compte des caractéristiques de la ligne (déblai, remblai¹¹³), de la topographie du terrain naturel, du trafic prévisionnel à 20 ans, de la vitesse des trains et du bâti existant. Aucune dimension n'était mentionnée (ni hauteur, ni longueur). Il était précisé que le dimensionnement serait affiné en phase APD par le titulaire du contrat qui avait une obligation de résultats au regard de la réglementation en vigueur. Le maître d'ouvrage devait, conformément aux engagements de l'État, réaliser un contrôle acoustique des niveaux sonores et de l'efficacité des protections mises en œuvre et prendre les mesures correctives qui apparaîtraient alors nécessaires comme l'impose la loi. Les protections phoniques réalisées sur le terrain ont ensuite été calculées sur la base de l'APD définitif de mi-février 2012 réalisé par ERE qui fige le tracé de la ligne nouvelle, et peuvent donc selon les secteurs différer par rapport au dossier de DUP.

4.1.5. Des hypothèses prises pour les études acoustiques permettant de définir des protections phoniques qui respectent la réglementation actuelle

ERE, pour la définition des protections phoniques, a dû respecter les engagements de l'État qui sont les suivants :

¹¹² Pour des raisons écologiques et économiques.

¹¹³ Remblai : apport de terre- Déblai : abaissement du sol naturel ; déblai : abaissement du sol naturel

- sur toute la ligne et sur les raccordements, il est considéré que le projet se situe dans une « zone d'ambiance sonore modérée », c'est-à-dire que sans le bruit émis par les TGV le LAeq (6-22h) est inférieur à 65 dB(A) et le LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A), y compris les zones pour lesquelles la présence sonore (infrastructures existantes) aurait pu conduire à ne pas retenir ce critère¹¹⁴ ;
- pour les calculs prévisionnels de bruit, il est retenu la circulation de TGV-A (atlantique), sans tenir compte de la signature acoustique des nouveaux matériels moins bruyants ;
- même pour les raccordements sur lesquels les trains circulent à 230 km/h maximum, il est retenu le critère de circulation des trains à une vitesse supérieure à 250 km/h ;
- des engagements localisés sont mentionnés sans que la nature de la protection et son dimensionnement soit précisé. Sont aussi mentionnés des merlons paysagers (non acoustiques).

Comme le nombre de TGV la nuit (22h-6h) est très faible, le seuil de 55 dB(A) n'est jamais atteint et la période de jour 6h-22h a donc été considérée comme dimensionnante pour définir les caractéristiques des protections contre le bruit.

ERE a procédé à une étude acoustique pour définir les protections phoniques basées sur l'APD définitif de mi 2012. Pour dimensionner les merlons, les contraintes de sites sont prises en compte :

- zones compressibles ne permettant pas d'implanter un merlon ;
- zones inondables ;
- rétablissement des voies ;
- traversées de zones écologiques sensibles (zones humides par exemple) ;
- ouvrages particuliers types viaduc .

Lorsqu'il n'est pas possible de protéger efficacement par un merlon ou un mur, l'APD se limite à l'identification des façades à traiter.

Conformément à la réglementation, l'étude acoustique tient compte :

- des occurrences météorologiques du site du projet pour les bâtiments situés à plus de 250 mètres¹¹⁵ (dans les faits, pour la LGV BPL, l'effet météo a été pris en compte dès les premiers mètres) ;
- des caractéristiques de la ligne (déblai, remblai, ponts), sur la base de l'APD définitif ;
- de la topographie du site (terrain naturel, bâtis, obstacles) ;

¹¹⁴ Ce qui permet d'abaisser le seuil admissible de la contribution sonore de la seule LGV à 60 dB(A) le jour et 55 dB(A) la nuit. En cas d'ambiance non modérée avant LGV -(bruit ambiant sans LGV avec un LAeq (6-22h) supérieur à 65 dB(A))- , le seuil admissible de contribution sonore le jour de la seule LGV remonte à 65 dB(A).

¹¹⁵ Guide du SETRA de juin 2009 présentant la méthode de calcul de propagation du bruit incluant les effets météorologiques.

- du trafic prévisionnel attendu et du matériel utilisé ;
- de la vitesse des trains.

Réglementairement, le dimensionnement acoustique doit être fait à l'horizon de mise en service plus 20 ans, soit en 2036. Au regard de l'écart de trafic entre 2030 et 2040 (de un à deux TGV en plus par jour), les trafics 2040 ont été retenus pour les calculs de bruit, avec une vitesse de 320 km/h en exploitation courante (contre une vitesse de 300 km/h dans l'APS). Pour les convois en unité double (UM¹¹⁶) l'émission est doublée par rapport à des unités simples (US¹¹⁷), ce qui augmente de 3 dB(A) le niveau sonore. Pour le fret, ce sont des trains de 400 mètres de vitesse maximale à 120 km/h qui ont été retenus.

LGV BPL : hypothèse de trafic pour l'étude acoustique dimensionnant les protections phoniques en Trafic moyen journalier annuel (TMJA)

Tronçon	Fréquence 2017	Prévision 2040						Total TGV 2040 (+ fret) (+TER)
		6h-22h			22h-6h			
		TGV US	TGV UM	Sous total	TGV US	TGV UM	Sous total	
Arrivée sur le Mans est-	100,6	33	80	113	1	3	4	117 (+16 %)
Contournement du Mans	50,2 <i>+(0 fret)</i>	18	44	62 <i>+(11 fret)</i>	1	1	2 <i>+(11 fret)</i>	64 (+27 %) <i>+(22 fret)</i>
Le Mans ouest - bifurcation de Sable	81,2	48	50	98	1	1	2	100 (+23 %)
Bifurcation de Sablé- Laval est	57,6 <i>(10 TER)</i>	39	28	67 <i>+ (13 TER)</i>	2	1	3 <i>+(1 Ter)</i>	70 (+21,5 %) <i>+(14 TER)</i>
Contournement de Laval	34,8	20	22	42	1	2	3	45 (+29 %)
Laval ouest- Rennes ouest	53,5	37	26	63	2	1	3	66 (+19 %)

Sources : projection 2040 : ERE extrait de l'APD de la LGV BPL, rapport d'étude acoustique (24/02/2012) ; trafic 2017 : base de données Brehat (février 2017) de SNCF réseau, nombre moyen de circulation pour les trains voyageurs en région Bretagne Pays de la Loire

¹¹⁶ Deux rames de TGV mises bout à bout.

¹¹⁷ Une seule rame TGV.

Les protections acoustiques ont été implantées en fonction de la distance par rapport à l'axe de la voie. Les hauteurs sont données sur les plans soit par rapport au rail dans le cas d'un passage en remblai, soit par rapport au terrain naturel dans le cas d'un passage en déblai.

Le contrat prévoit que « nonobstant le respect des niveaux sonores réglementaires en vigueur, le titulaire conçoit les protections acoustiques en attachant une importance particulière à leur bonne insertion urbaine et paysagère. En cas d'impossibilité technique ou de solutions disproportionnées à respecter le seuil réglementaire par des protections phoniques à la source¹¹⁸, le titulaire proposera aux propriétaires des logements concernés le choix entre l'achat dudit logement, conformément à la réglementation, pour un prix fixé par les services des domaines¹¹⁹, et la réalisation d'un traitement de façade. Dans cette seconde hypothèse, il proposera au propriétaire de compléter le traitement de façade par une amélioration de l'isolation thermique du bâtiment (aide plafonnée à 5 000 €HT) ». Ainsi, SNCF Réseau et ERE ont acquis des habitations, toutes à l'amiable (145 pour SNCF Réseau, 22 pour ERE, soit 197 au total, à comparer aux 108 prévues dans le dossier de DUP) dans une bande de deux fois 100 mètres de l'axe, soit parce qu'elles étaient situées dans l'emprise du projet, soit sur la base d'une appréciation au cas par cas (distance par rapport à la ligne, situation de remblai/déblai, co-visibilité). Certains bâtis achetés à l'amiable, après avoir été mis aux normes acoustiques, ont été revendus après abatement sur le prix (2 par SNCF Réseau, 6 par ERE, soit 8 habitations plus un bâtiment industriel).

Enfin, lors de la concertation, à la demande de certains maires ou riverains, des merlons paysagers, sans vocation acoustique ont été aménagés par ERE, lorsqu'il disposait d'excédent de terres et d'une emprise disponible. Seuls les merlons à vocation acoustique sont identifiés dans l'APD définitif.

In fine, ce sont 6 687 mètres d'écrans acoustiques, 22 kilomètres de merlons acoustiques et 36 kilomètres de merlons paysagers qui ont été construits le long de la LGV.

¹¹⁸ Murs anti bruit ou merlons.

¹¹⁹ Prix estimé sans présence de la LGV sur la base de transactions effectuées auparavant dans le secteur sur des biens de même caractéristiques.

4.1.6. La cartographie des risques vibratoires conclut à l'absence de risque de dommage

Dans le cadre de l'APS, « des études ont permis d'établir une cartographie des risques vibratoires en matière de nocivité pour les structures ou de gêne pour les occupants ». « Les études réalisées concluent à un très faible risque de vibratoire s'étendant dans la plupart des cas à quelques dizaines de mètres de l'axe et donc majoritairement dans les futures emprises ferroviaires » (extrait du dossier de DUP). Les engagements de l'État prévoient qu'au vu des études géotechniques détaillées « au cas par cas, des études spécifiques seront réalisées pour les bâtis situés à proximité immédiate du projet en zone sensible lors des études APD », les risques d'impact liés aux vibrations étant « limités aux secteurs de sols rocheux ou dans les structures rigides comme les tranchées ». En présence de risque particulier, des mesures correctives seront mises en place telles qu'un tapis anti-vibratoire sous le ballast. « Des mesures vibratoires seront réalisées sur les bâtiments concernés pour vérifier l'efficacité des dispositifs adoptés ».

La cartographie des risques de vibration (par le sol) initiée par SNCF Réseau et finalisée par ERE a conclu sur le fait qu'il n'y avait pas de risque pour les habitations de dommages ou de gêne notable. Par ailleurs, aucun tapis vibratile n'a été installé lors de la construction de la voie, aucun n'étant à cette époque agréé pour les LGV¹²⁰.

4.2. LGV Sud Europe Atlantique

4.2.1. Le projet

La LGV SEA, longue de 302 kilomètres (plus 38 kilomètres de raccordements) relie le Sud de Tours à Saint-Avertin au nord de la métropole bordelaise, à Ambarès. Elle traverse 113 communes situées sur 6 départements¹²¹ et 2 régions (Centre-Val de Loire, et Nouvelle-Aquitaine). Elle dessert St-Pierre-des-Corps, Châtelleraut, le Futuroscope, Poitiers, Angoulême, Libourne, Bordeaux.

¹²⁰ Un seul modèle « FIMOR » vient en 2015-2016 de recevoir un agrément pour les LGV. À noter qu'un tapis antivibratile peut avoir un impact positif ou négatif sur le bruit.

¹²¹ Indre-et-Loire, Vienne, Deux-Sèvres, Charente, Charente-Maritime, Gironde.



Illustration 21 Source : dossier de presse 2017 de SNCF Réseau



Illustration 20: Source : dossier de presse de SNCF Réseau du 28 février 2017

Le projet a coûté 6 469 M€(en euros constants valeur 2009)¹²² partagés entre LISEA pour 1 951 M€, SNCF Réseau à hauteur de 1 647 M€ (autofinancement), l'État pour 1 435,5 M€ et les collectivités¹²³ pour 1 435,5 M€.

Depuis Paris, elle permet, à sa mise en service, un gain de temps de 8 minutes pour Poitiers (nouveau temps de 1 h 18), 22 minutes vers Angoulême (nouveau temps de 1 h 43), 56 minutes pour Bordeaux (nouveau temps de 2 h 04), mais aussi 24 minutes pour la Rochelle (2 h 26 désormais) ou encore 48 minutes pour Toulouse (nouveau temps de 4 h 08).

Le projet a débuté par un débat public en 1994-1995 pour aboutir à sa mise en service le 2 juillet 2017, soit 23 ans plus tard. Le mode de réalisation est la concession, attribuée à LISEA¹²⁴, pour une durée de 50 ans à compter de la signature du contrat le 16 juin 2011. Le périmètre contractuel de LISEA comprend les 302 kilomètres de LGV plus les 38 kilomètres de raccordements.

¹²² Non compris la deuxième phase du bouchon ferroviaire de Bordeaux (210M€ valeur 2009) et hors Fonds de solidarité territoriale (24M€ valeur 2009).

¹²³ 33 collectivités des Régions Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charente et Limousin.

¹²⁴ Groupement composé de deux fonds d'investissement Ardian (16,8 %) et Méridiam (24,3 %), de Vinci construction (33,4 %) et de la CDC infrastructure (25,4 %).

LISEA finance, conçoit, construit, exploite et assure la maintenance et le renouvellement des voies. En contrepartie il perçoit directement, en sus de la subvention publique, les redevances d'infrastructures à chaque passage de train. Ses filiales COSEA (GIE d'une douzaine d'entreprises avec Vinci majoritaire) ont été chargées de la conception construction et MESEA (70 % Vinci, 30 % Systra) de l'exploitation maintenance.

4.2.2. Principales étapes de la réalisation de la LGV Sud Europe Atlantique

	Étape/Procédure	Observations
1995-1996	Débat public : première phase de concertation en amont des études de tracé portant sur les grandes fonctions de l'infrastructure et sur son intérêt économique et social.	Élaboration du cahier des charges de l'infrastructure approuvé par le ministre des transports le 24 octobre 1996.
1997-1999	Études préliminaires sur la section Tours-Bordeaux : recherche de fuseau d'études d'environ un kilomètre de large, consultation sur plusieurs fuseaux.	Ce tracé tient compte des zones d'habitat, des contraintes géométriques (contrainte de la grande vitesse avec des rayons de courbure de 7 km), environnementales, et techniques (géologie, topographie...).
2000-2003	Avant-projet sommaire (APS) de la section Angoulême-Bordeaux (Ambares) (section1).	Décision ministérielle de lancement des études d'Avant-projet sommaire (APS) le 29/12/1999. Choix du fuseau Coulonges-Marsac et recherche d'un tracé d'environ 500 m de large dans le fuseau d'un kilomètre retenu. Approbation de l'APS de la section Angoulême Bordeaux le 18 décembre 2003
2002-2007	APS sur la section Tours-nord Angoulême (section 2)	Décision ministérielle de lancer l'APS le 22 février 2002 Approbation ministérielle le 16 avril 2007
Février mars 2005	Enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) de la section Angoulême-Bordeaux : le dossier comprend : - l'analyse de différentes variantes qui ont conduit au choix du fuseau de 500 m ; - l'APS (avec le tracé de la LGV en long et en plan, à savoir une emprise d'environ 100 mètres dans le fuseau de 500 mètres) ; - l'étude d'impact (avec les protections acoustiques projetées) ; - l'étude socio-économique.	Dans la phase préalable à l'enquête publique, puis pendant l'enquête publique, les protections acoustiques telles que figurant dans le dossier de DUP ont été présentées aux riverains lors de réunions de concertation (dont visites sur LGV exploitées avec élus et riverains).

18 juillet 2006	Décret en Conseil d'État déclarant la LGV Angoulême-Bordeaux d'utilité publique assortie d'une carte délimitant le fuseau où devra se cantonner le projet.	SNCF Réseau peut exproprier pour la réalisation du projet dans le fuseau (environ 500 mètres en section courante). Le tracé final de la LGV doit rester à l'intérieur de ce fuseau.
10 juin 2009	Décret en Conseil d'État déclarant la LGV Tours Angoulême d'intérêt public	
Octobre-décembre 2007 et juin-juillet 2008	Enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) de la section Tours-Angoulême : première enquête publique du 25 octobre 2007 au 19 décembre 2007 puis enquête complémentaire du 10 juin 2008 au 10 juillet 2008 : le dossier comprend les mêmes documents qu'énumérés ci-dessus pour le tronçon Angoulême Bordeaux.	
Mars 2007 et juillet 2009	Élaboration du cahier des engagements de l'État en juillet 2009 pour Tours-Angoulême et de mars 2007 pour Angoulême-Bordeaux et des cahiers des engagements communaux.	Un dossier des engagements communaux a été réalisé sur toutes les communes pour Angoulême Bordeaux et que pour 16 communes sur Tours-Nord Angoulême ¹²⁵ , Néanmoins, pour les autres communes, le résultat de la concertation a donné lieu à des comptes rendus de décisions du préfet de région Poitou-Charentes.
2008-2011	Décision de réaliser la LGV Tours Bordeaux par voie de concession.	RFF poursuit les études et réalise un seul dossier sur l'ensemble de la section Tours-Bordeaux « projet base offre finale » rassemblant et homogénéisant les éléments des deux sections (vitesse de référence, type de train, trafic), jusqu'à la signature du contrat de concession.
Non datée	Signature de la convention de dessertes qui assure un certain niveau de desserte aux grandes agglomérations traversées Châtelleraut, Futuroscope, Poitiers, Angoulême, Libourne (nombre de relations, meilleur temps, temps moyen, répartition selon 4 plages horaires).	Convention signée par les ministres, RFF, la Région Aquitaine, les Départements de la Vienne, Charente, Gironde, les communautés d'agglomération du Pays châtelleraudais, du Grand Angoulême, du Grand Poitiers et la communauté de communes du Nord Libournais.
Juin 2011	Signature de la convention de financement par 33 collectivités d'Aquitaine, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées et Limousin.	

¹²⁵ Cellettes, Charme, Courcome Juillé, La Chevrerie, Lafaye, Londigny, Luxe, Montjean, Raix, Saint-Martin-du-Clocher, Vervant, Villefagnan, Villiers-le-Roux, Villognon, Xambes.

16 juin 2011	Désignation de LISEA comme concessionnaire le 15 juillet 2010 et signature du contrat de concession le 16 juin 2011 pour une durée de 50 ans (jusqu'en 2061). LISEA est chargé de financer, concevoir, réaliser, exploiter, entretenir et renouveler les voies, et de percevoir directement les redevances d'infrastructures à chaque passage de trains.	Le contrat signé comprend l'étude d'impact, les engagements de l'État spécifiant que : « c'est au stade de l'APD puis des procédures complémentaires (loi sur l'eau, enquête parcellaire notamment) que les suites à donner concernant le calage fin (profil en long ou tracé en plan1) seront examinés ». La maîtrise d'ouvrage est alors transférée de RFF vers LISEA : défrichement de l'emprise, acquisitions foncières, fouille archéologique, travaux, aménagements fonciers, concertation.
	Réalisation des études: avant-projet détaillé (APD) par LISEA, puis étude acoustique basée sur cet APD, Concertation, acquisitions foncières, fouilles archéologiques puis étude projet (élaboration des dossiers de consultation pour la réalisation des travaux) sur la base de l'APD définitif.	L'APD a été réalisé par LISEA sur la base de son offre finale, après signature du contrat, suite à concertation et aux études complémentaires notamment hydrauliques. C'est sur la base de l'étude acoustique réalisée sur l'APD définitif qu'ont été calculées les protections acoustiques à mettre en place. L'APD et le projet final définissent le tracé de la LGV.
2012-2016	Travaux de terrassements et de génie civil	
2014-2017	Travaux d'équipements ferroviaires	
2015-2017	Essais, homologation et formation des conducteurs	
02/07/17	Mise en exploitation commerciale	

4.2.3. Comme pour la LGV BPL, une concertation d'abord menée par RFF puis par LISEA, qui a conduit à un cahier des engagements de l'État et un cahier des engagements communaux.

Après signature du contrat de concession en juin 2011, LISEA et COSEA ont eu deux ans avant les premiers travaux de terrassement pour multiplier les rencontres avec les élus locaux pour assurer dans les meilleures conditions le respect des engagements de l'État et la finalisation du projet sur chaque commune. Un système de « management de la concertation » était imposé dans le cahier des charges de la concession avec notamment la mise en place d'outils de communication adaptés aux besoins d'échange avec les riverains. Ils ont incité les élus locaux à organiser des réunions publiques pour la concertation avec les riverains : ainsi plus d'une centaine de réunions a été organisée en 18 mois.

COSEA, pour la conception du projet devait respecter les prescriptions du cahier des charges de la concession, de l'étude d'impact, des cahiers des engagements de l'État pour les sections Tours-Angoulême et Angoulême-Bordeaux, et des engagements communaux. Les premiers travaux de terrassement ont eu lieu deux ans après la signature du contrat de concession. Au cours de cette période, les rencontres avec les élus locaux se sont multipliées pour assurer dans les meilleures conditions le respect des engagements et la finalisation du projet sur chaque commune. Le projet définitif, réalisé à partir de l'APD définitif diffère, comme expliqué ci-dessus, de l'APS annexé

au dossier d'enquête publique préalable à la DUP. Pour chaque commune, les engagements de l'État localisés précisait que « les protections sur ces cartes sont basées sur l'APS et sont donc ré-actualisables lors des études de détail (APD) ».

4.2.4. Des hypothèses prise par LISEA pour dimensionner les protections acoustiques avec un objectif de résultat : respecter la réglementation actuelle¹²⁶

Comme pour la LGV BPL, les protections acoustiques (merlons ou murs anti bruit) nécessaires ont été réalisées pour respecter les seuils prévus par la réglementation en vigueur pour les secteurs d'ambiance sonore modérée, mais aussi des merlons à vocation paysagère ou encore d'autres merlons et murs sans efficacité acoustique issus des engagements de l'État.

L'étude acoustique, à partir du tracé définitif de l'APD, a permis de déterminer la localisation et le dimensionnement des protections acoustiques.

LISEA, pour les modélisations acoustiques a bâti un scénario, correspondant à une situation probable :

- horizon de trafic 2037 ;
- tous les TGV sont de type « réseau » (TGV-R)¹²⁷ à cet horizon (voir signature acoustique en annexe 7) et rouleront à 270 km/h au raccordement de Saint Avertin (LGV Tours Paris), 320 km/h en section courante, 230 km/h sur les raccordements et 180 km/h sur le raccordement d'Ambarès au nord de Bordeaux¹²⁸ ; sur la ligne classique après raccordement les vitesses retenues pour le fret sont 120 km/h et pour les corail voyageurs 180 km/h ;
- la décomposition entre les trains est fixée par SNCF Réseau : 40 % d'unités simples (US) , 60 % d'unités multiples (UM) ;
- les données de trafic concernent la période diurne, qui est la période déterminante pour l'implantation et le dimensionnement des protections acoustiques (la nuit entre 22 h et 6 h moins de 5 trains circulent) ;
- les hypothèses de trafic sont celles de SNCF réseau (retenues dans l'APS de la DUP pour Tours-Angoulême et l'APS modifié pour Angoulême-Bordeaux).

¹²⁶ Source : LISEA 10/08/2010, Conception APD/acoustique, ensemble du projet SEA, note technique, rapport de synthèse des études acoustiques.

¹²⁷ Ces TGV-R ne circulent pas sur les lignes BPL et SEA, mais ils ont une signature acoustique équivalente aux TGV y circulant aujourd'hui.

¹²⁸ Les trains mettront 9 km pour passer de 270 km/h à 320 km/h à Saint-Avertin, et 14 km pour passer de 180 km/h à 320 km/h depuis Bordeaux – raccordement d'Ambarès.

LGV SEA : hypothèse de trafic pour l'étude acoustique dimensionnant les protections phoniques en TMJA

Section de la LGV <i>(section courante parcourue à 320 km/h)</i>	2017			Horizon 2037		
	TGV-R (US)	TGV-R (UM)	Total TGV 2017	TGV-R (US)	TGV-R (UM)	Total TGV 2037 (% en plus)
Saint Avertin/Monts	19	36	55	41	62	103 (+87 %)
Monts/La Celle-St-Avant	30	51	81	62	92	154 (+ 90 %)
La Celle-St-Avant/Migné- Auxances	25	50	75	60	90	150 (+100 %)
Migné/Auxances/ Coulombiers	23	32	45	26	40	66 (+47 %)
Coulombiers/Villognon	24	41	65	53	79	132 (+ 103 %)
Villognon/ La Couronne	9	27	36	28	43	71 (+ 97 %)
La Couronne/Ambarès-et L.	18	39	57	50	75	125 (+119 %)

Source :LISEA, rapport de synthèse des études acoustiques du 10/08/2011, conception APD/acoustique, ensemble du projet SEA, note technique

Les fortes hausses prévues à l'horizon 2037 tiennent compte de la réalisation de la prolongation de la LGV SEA vers Toulouse et Hendaye (GPSO), et de la LGV Poitiers-Limoges. Les projets GPSO doivent faire l'objet d'une décision assortie d'un calendrier dans la future loi d'orientation des mobilités pour GPSO. La DUP de Poitiers-Limoges, signée le 10 janvier 2015, a été annulée par décision du Conseil d'État le 15 avril 2016.

Le projet a tenu compte, notamment pour les protections acoustiques, du cahier des charges de la concession, des deux dossiers d'engagement de l'État de juillet 2009 pour Tours-Angoulême et de mars 2007 pour Angoulême-Bordeaux et du cahier des engagements communaux.

Le cahier des charges de la concession prévoyait :

- une conception des zones de jumelage avec l'autoroute A10 de façon à limiter l'impact de la LGV sur les territoires traversés, notamment en réduisant les nuisances des infrastructures jumelées (avec études en concertation avec le concessionnaire autoroutier pour optimiser la réduction globale du niveau de bruit perçu par les riverains des infrastructures jumelées) ;
- un examen systématique des situations particulières rencontrées le long de l'infrastructure (continuité entre deux protections, propagation sonore au niveau des ouvrages d'art, prise en compte de la longueur des trains, etc) ;
- une veille pour éviter que les dispositifs acoustiques ne réfléchissent pas des bruits existants issus d'autres infrastructures ou activités et ne génèrent pas des bruits nouveaux par effets aérauliques. Le concessionnaire doit, le cas échéant, mettre en œuvre les mesures correctives nécessaires ;
- une conception des protections acoustiques en attachant une importance particulière à leur insertion paysagère et urbaine et à la réduction des effets de bords (cette démarche pouvant conduire à allonger certaines protections au-delà du strict respect des seuils réglementaires) ;
- en cas d'impossibilité à respecter les seuils acoustiques réglementaires par des protections phoniques à la source, le concessionnaire propose l'achat des maisons concernées pour un prix au moins équivalent à l'estimation des services des domaines. En cas de volonté des riverains concernés de demeurer sur place, il met en œuvre une isolation acoustique du bâti.

Les deux dossiers d'engagement de l'État prévoient, en matière acoustique :

- « la mise en œuvre des protections acoustiques nécessite la réalisation d'une étude de détails, qui sera conduite sur la base des caractéristiques précises du tracé et du profil en long du projet. Ces études acoustiques fines seront réalisées lors des études de détails et prendront en compte les seuils réglementaires en vigueur. Le résultat de ces études fera l'objet d'une concertation dans chaque commune pour présenter avec précision la nature, les dimensions et les emplacements des protections acoustiques ;
- comme pour BPL, sur toute la ligne et sur les raccordements, il est considéré que le projet se situe dans une « zone d'ambiance sonore modérée », ce qui est plus favorable pour les riverains (seuil de 55 dB(A) la nuit et 60 le jour)¹²⁹ ;
- il est considéré que tous les trains roulent à 320 km/h. LISEA a de plus retenu sur les voies de décélération ou de raccordement la vitesse de conception (vitesse maximale) ;

Pour Tours-Angoulême uniquement :

- sur toute la longueur des viaducs, des garde-corps pleins de 1,5 mètres de hauteur minimum seront implantés, afin de réduire le bruit à la source (sur ce tronçon, LISEA a prévu des gardes corps pour l'ensemble des ouvrages d'art non courants¹³⁰ et viaducs lorsqu'ils sont à proximité de zone bâtie); c'est ainsi

¹²⁹ Pour les habitations, établissements de santé et d'enseignement, à l'exception des salles de soin et des salles réservées au malade où ce seuil est abaissé à 57 dB(A) le jour. Aucun seuil n'est fixé pour les bâtiments à vocation industrielle.

que des gardes-corps ont été mis sur les deux viaducs d'Auxance, le viaduc de la Vonne et l'estacade de la Folie ;

- la mise en œuvre des protections acoustiques veillera à l'application pertinente de la réglementation « par un examen systématique des situations particulières rencontrées le long de l'infrastructure (continuité entre deux protections, prise en compte de la longueur des trains, etc.) ;
- lorsque les protections à la source, privilégiées, ne seront pas suffisantes ou pour le bâti isolé, l'isolation de façade sera proposée. Sur demande du propriétaire LISEA s'engage à laisser la possibilité d'une acquisition amiable ;
- une attention particulière sera portée au site de Larnay¹³¹ dans la Vienne (accueil, soutien et accompagnement de personnes en situation de handicap sensoriel). Un comité d'experts a été créé à cet effet et un document traitant des vibrations a été rédigé.

Lorsque les habitations se trouvent dans l'emprise du projet, ou au cas par cas pour les bâtis à proximité de la LGV (situation par rapport à la ligne, capacité des constructeurs à respecter les seuils acoustiques pour ces bâtis) SNCF Réseau et LISEA ont procédé à des acquisitions : 401 habitations ont ainsi été acquises, et 82 ont été ensuite revendues.

Pour chaque commune, les engagements de l'État localisés se présentent sous forme d'une cartographie accompagnée d'un texte : « les protections sur ces cartes sont basées sur l'APS et sont donc ré-actualisables lors des études de détail (APD). Néanmoins les protections issues de ces engagements localisés sont conservées, même s'ils ne sont plus nécessaires d'un point de vue réglementaire. Les engagements de l'État localisés sont repris comme suit :

« 1) Si la protection est clairement déterminée en hauteur et en longueur, la protection est alors intégrée dans les calculs aux titres des engagements de l'État (la protection étant clairement détaillée, elle est considérée comme « ferme ».

2) On vérifie que la norme réglementaire est respectée, et si ce n'est pas le cas, la protection réglementaire nécessaire est mise en place (hauteur et longueur sont déterminées par le calcul).

En cas de chevauchement de la protection réglementaire et d'une protection « engagement de l'État localisé » la sur-longueur de la protection engagement de l'État localisé est représentée par un trait pointillé, la hauteur appliquée est de 1,50 m par rapport au rail lorsque la voie est en remblai ou 1,50 m par rapport au terrain naturel lorsque la voie est en déblai. La sur-longueur est représentée sur les plans mais non prise en compte dans le calcul Mithra¹³².

¹³⁰ La circulaire n° 94-56 du 5 mai 1994 définit les ouvrages non courants de la manière suivante : les ponts possédant au moins une travée de plus de 40 mètres de portée ; les ponts dont la surface totale de l'un des tabliers dépasse 1 200 mètres carrés ; les murs de plus de 9 mètres de hauteur ; les tranchées couvertes ou semi-couvertes de plus de 300 mètres de longueur ; les tunnels creusés ou immergés, ainsi que tous les ouvrages ne dépassant pas les seuils précédents, mais dont la conception présente des difficultés particulières.

¹³¹ Des préconisations identiques avaient été faites pour l'institut de la Rivardière qui n'existe désormais plus

¹³² Outil de modélisation pour l'étude acoustique.

3) *Aux endroits où un ouvrage était prévu aux engagements mais où la norme réglementaire ne demande pas d'ouvrage acoustique, un ouvrage (écran ou merlon) de 1,50 m par rapport au rail ou 1,50 m par rapport au terrain naturel est mis en place. Cet ouvrage sera représenté en pointillé rose et ne sera pas pris en compte dans le calcul Mithra. ».*

Les cahiers des engagements communaux ont été établis après concertation pour l'ensemble des communes du tronçon Angoulême-Bordeaux et pour 16 communes sur Tours-Angoulême, complétés, pour les autres communes, par des comptes rendus de décision du préfet de Région.

Le principe d'antériorité a été appliqué : ne sont pas traitées les habitations dont le dépôt de permis de construire est postérieur à la date d'ouverture de l'enquête préalable à la DUP¹³³, à savoir le 25 octobre 2007 (DUP du 10 juin 2009) pour Tours-Angoulême, et le 3 février 2005 (DUP du 18 juillet 2006) pour Angoulême-Bordeaux.

La modélisation acoustique tient compte :

- des effets météorologiques : les occurrences météorologiques prennent en compte une moyenne de données sur 20 ans avec comme paramètres principaux, le gradient de températures, le gradient du vent et la couverture nuageuse ;
- des occurrences météorologiques sont toujours prises comme favorables à la propagation du son. Dans le cas de conditions défavorables à la propagation du son, les occurrences sont annulées (mises à zéro) pour ne pas pénaliser les riverains. Les occurrences météorologiques sont alors qualifiées d'homogènes ;
- de l'impact cumulé du bruit de la LGV et de l'autoroute A10 a été étudié dans la modélisation acoustique pour le lot 2 Indre-et-loire ;
- du trafic, des types de train et de leurs vitesses.

4.2.5. Le cas particulier des vibrations

En 2006, dans l'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la DUP sur le tronçon Angoulême-Bordeaux, après avoir précisé qu'il n'existait plus de réglementation fixant le seuil de gêne vibratoire, que le risque de dommage dépend de façon étroite non seulement de l'amplification des vibrations et de leur fréquence mais aussi de la nature et de l'état de la construction, il est fait référence à une étude sur les vibrations du Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées le long de voies ferrées existantes. Cette étude qui montre un amortissement des vibrations avec la distance, très rapide avec les sols meubles et moins rapide dans les sols rocheux ou les structures rigides (tranchées). « *Le seuil de perception étant de l'ordre de 0,3 mm/s à l'intérieur des habitations, les vibrations ne seront pas ressenties au-delà de 5 à 30 m de l'axe de la LGV dans les fonds de vallées et les terrains meubles¹³⁴, et de 20 à 75 m dans les terrains calcaires* », ces distances « *étant plutôt majorées car prenant en compte un facteur d'amplitude 0,5 à 2 pour tenir compte de l'effet potentiel de l'interface sol structure des bâtiments* ». Les terrains, depuis le sud Charente jusqu'en

¹³³ Le principe de l'antériorité est décrit par l'article 9 du décret 95-22 du 9 janvier 1995.

¹³⁴ c'est-à-dire dans l'emprise ferroviaire.

Gironde en extrémité sud du projet, étant constitués de sols meubles, aucun riverain ne doit donc être exposé à des risques de la santé liés aux vibrations, les effets des vibrations ne devant pas être perçus par les riverains au-delà des emprises ferroviaires. Dans la traversée de la Charente, la nature des terrains calcaires est plutôt favorable à la propagation des ondes vibratoires. La population exposée au risque de vibration se trouve dans une bande de 30 à 75 mètres de part et d'autre du projet, fonction des caractéristiques spécifiques des sols en présence et des caractéristiques des bâtiments : 25 à 30 habitations pourraient potentiellement être touchées.

L'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la DUP, sur le tronçon Tours-Angoulême fait état pour les vibrations générées par le trafic ferroviaire d'un seuil qui excède rarement 2 à 3 mm/s, ce qui exclurait tout risque pour la santé physique ou l'efficacité dans le travail conformément à la norme NF ISO 2631-1 de 1997. Elle rend compte des résultats de la cartographie des zones de risques vibratoires en fonction de la nature des sols et de la géométrie de la ligne. Onze mesures ont été effectuées sur des sites choisis, soit pour leur représentativité d'une formation géotechnique, soit pour leur caractère ponctuellement critique en termes de vibration. Le but de ces mesures concernait essentiellement la définition de la pente d'amortissement et le regroupement des formations en groupe homogènes en termes de propagation des sons. L'étude détermine le nombre d'habitations concernées en section courante - vitesse de 320 km/h - et pour les raccordements - vitesse 230 km/h - (aucune en zone de risque de dommage pour le bâti, 20 en zone de risque de gêne important et 190 en zone de risque de gêne faible, soit environ 525 personnes susceptibles de ressentir une gêne liée aux vibrations générées par le passage des TGV). L'étude conclut, du fait du caractère global de cette étude à la réalisation d'une étude plus détaillée en phase APD en fonction des résultats géotechniques et de la géométrie définitive du projet permettant d'identifier au cas par cas les zones bâties impactées.

Le cahier des charges de la concession prévoit un recensement des bâtiments susceptibles d'être impactés par les vibrations générées par la ligne. Ce recensement se fait par la poursuite des études engagées par SNCF Réseau visant à établir une cartographie du risque vibratoire, en intégrant des données complémentaires relatives à la nature des sols et la géométrie du projet. Sur la base de ces études, le concessionnaire prend des dispositions constructives pour réduire les impacts des vibrations.

Sur le site de l'institut Larnay dans la Vienne, il prévoit que le concessionnaire réalise des campagnes de mesures pendant les phases de construction et d'essais dynamiques pour s'assurer du niveau de vibration effectivement atteints, met en place un tapis antivibratile ou autre en concertation avec le comité d'experts constitué pour le site.

Dans les engagements de l'État, il est précisé que les risques d'impact liés aux vibrations sont limités aux secteurs de sols rocheux ou aux structures rigides (comme les tranchées), et qu'une étude sera réalisée au cas par cas pour les bâtis situés à proximité du projet en secteur rocheux, avec mise en place de dispositif anti vibratoire si nécessaire. Dans le cadre du bilan après mise en service, des mesures anti vibratoires sont prévues sur les bâtis sensibles pour vérifier les niveaux résiduels, avec une attention particulière à l'institut de Larnay pour lequel un comité d'expert sera créé.

5. Les mesures de bruit

Afin de vérifier sur un échantillon d'habitations que les modélisations acoustiques sont satisfaisantes et que la réglementation relative aux infrastructures ferroviaires est respectée, des campagnes de mesures de bruit sont prévues après la mise en service des LGV.

Pour chaque maison, un sonomètre est installé à deux mètres de l'une des façades et le bruit est enregistré sur 24 heures. Les mesurages acoustiques sont réalisés conformément aux normes NF S 31-110 « caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement » et NF S 31-088 « caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire ». Le bruit émis par les TGV est calculé séparément du bruit résiduel en indicateurs LAeq jour et LAeq nuit. Les niveaux mesurés sont recalculés en fonction du trafic journalier moyen annuel, car les variations journalières de trafic peuvent être importantes.

5.1. Les mesures de bruit sur la LGV BPL

Des campagnes de mesures permettant de vérifier par test si les modélisations des études acoustiques sont bonnes. Elles sont prévues un an et cinq ans après la mise en service.

C'est ainsi qu'ERE a réalisé sa campagne de mesure en 2018 sur 138 points :

- sur des bâtiments sensibles, identifiés comme les plus exposés en fonction des résultats de la modélisation ;
- en privilégiant les points de mesure aux abords directs de la ligne ;
- sur des points particuliers : abords de viaduc et mixité des infrastructures routières et ferroviaires (modélisations complexes).

Une première liste localisant 122 points de mesure a été arrêtée suite à une réunion de concertation tenue le 30 octobre 2017 entre ERE et l'association des maires des communes traversées par la LGV BPL. Ces points correspondent à des bâtiments d'habitation implantés à proximité de la LGV.

Lors d'une réunion organisée le 15 novembre 2017 à l'initiative des services de l'État (DREAL et ARS), cette liste a été consolidée et portée à 138 points de mesure afin de mieux prendre en compte l'objectif de vérification du respect des engagements de l'État. Les 16 points ajoutés sont issus des modélisations effectuées en phase de conception du projet, les niveaux sonores modélisés en façade des habitations concernées étant compris entre 59 et 60 dB(A) après mise en place d'une protection acoustique à la source de type écran ou merlon. Début 2018, sur commande de SNCF Réseau, 3 points de mesure supplémentaires ont été ajoutés sur la commune de Connerré (72) au droit de la zone de raccordement à la LGV Atlantique mise en service en 1989, afin de vérifier si les objectifs réglementaires restent bien atteints avec les protections acoustiques réalisées sous la maîtrise d'ouvrage de SNCF Réseau dans le cadre de la construction de la LGV BPL.

Les résultats des mesures ont fait l'objet d'une restitution dans chaque département, lors d'une réunion organisée par chaque préfet rassemblant élus, associations et

services de l'État. Ils ont été intégrés au site web d'ERE mais les fiches détaillées n'ont été communiquées qu'aux habitants concernés, par souci de confidentialité, malgré les demandes des associations. Les associations auraient souhaité quela restitution des résultats fasse l'objet de réunions publiques auxquelles tous les riverains auraient pu participer.

La réglementation n'était pas respectée pour une seule habitation à Val du Maine (53). Cette maison va faire l'objet d'une isolation acoustique du bâti par ERE. Ce dernier a aussi procédé à des mesures sur les habitations proches (de l'autre côté de la ligne) : la réglementation s'est avérée être respectée.

5.2. Les mesures de bruit sur la LGV SEA

À partir des documents transmis par LISEA (rapports de synthèses des études acoustiques APD (Lot 1 à 15) et livret cartographique relatif à l'ensemble du linéaire de la LGV et raccordements), le Cerema a procédé à un échantillonnage détaillé des points de mesures afin d'affiner la commande initiale.

Dans son échantillonnage, le Cerema s'est attaché à privilégier les situations suivantes pour ces mesures :

- site situé à moins de 100 mètres de la LGV, l'influence des conditions météorologiques étant négligeable à cette distance et le risque de masquage de la source ferroviaire par une autre source (bruit routier par exemple) étant amoindri,
- établissements sensibles pour lesquels sont définis des objectifs spécifiques (exemple : institut Larnay),
- sites bénéficiant d'une protection acoustique à la source type écran ou merlon,
- sites identifiés en phase de conception avec des niveaux sonores tout juste inférieurs aux seuils réglementaires,
- déblai, remblai, terrain naturel.

Le programme de mesures défini par le Cerema a été soumis à validation de LISEA lors d'une réunion de travail le 26 avril 2017 qui a abouti à une première liste de 86 points. Cette liste a ensuite été complétée après concertation avec les élus locaux (80 communes rencontrées) pour aboutir à 266 points de mesures acoustiques :

- rajouts dans la Vienne : 7 à Vouneuil-sous-Biard pour prendre en compte l'effet de vallée et la multi-exposition ; 2 à Colombiers pour prendre en compte les niveaux de bruit du village sur le coteau et en sortie de la tranchée couverte ; un dans la vallée de l'Auxance ; un à Fontaine-le-Comte en sortie de tranchée couverte côté sud ;
- rajouts en Indre et Loire à Chambray-lès-Tours, Veigné, Maillé, Ports-sur Vienne pour mesurer la multi-exposition avec l'A10 ;
- en Gironde, rajout d'un point au droit d'un pont routier pour mesurer l'effet de réverbération.

C'est ainsi que, selon LISEA, si toutes les habitations n'ont pas bénéficié d'un point de mesure, cette campagne a permis de mesurer tous les sites les plus exposés mais aussi les cas spécifiques.

Les résultats ont été transmis aux habitants et aux maires concernés. Une réponse a été donnée à chaque riverain qui a interrogé LISEA sur le niveau de bruit de sa maison, en donnant le résultat des mesures les plus proches et en expliquant le cas échéant pourquoi, de part sa situation, son habitation ne pouvait qu'être en dessous du seuil de 60 dB.

Les mesures montrent un respect des seuils définis dans le cahier des charges de l'infrastructure à l'exception de deux habitations à Marsas (33) et Laruscade (33) qui vont être traitées par COSEA, et d'une autre à Plassac-Rouffiac (33) qui a été achetée puis revendue par le concessionnaire avec une clause spécifique indiquant la situation acoustique, clause acceptée par l'acquéreur qui libère juridiquement LISEA de toute obligation.

6. Étude des plaintes relatives aux vibrations, réalisée par le Cerema à la demande de LISEA

LGV SEA Tours-Bordeaux : mesures vibratoires et validation des modèles de propagation

6.1. Extraits du cahier des charges de l'étude

1.1. Contexte et enjeux

La LGV SEA Bordeaux représente 300km de ligne ferroviaire et 40km de raccordements. Elle traverse 6 départements et 113 communes. Les travaux de la ligne se sont achevés en 2015. La ligne est en service depuis juillet 2017.

Depuis la mise en service, environ 200 riverains ont signalé ressentir des vibrations dans leur propriété au passage des trains occasionnant une gêne sensible voire, pour une trentaine d'entre eux, l'inquiétude d'être à l'origine de dommages sur leur bâtiment se manifestant soit par l'apparition de fissures soit par des déplacements de tuiles.

LISEA, société concessionnaire de la ligne jusqu'en 2061, souhaite apporter une réponse homogène à ces plaintes, fondée sur les engagements contenus dans le contrat de concession de la ligne, sur un référentiel technique reconnu et sur les études vibratoires réalisées lors des phases de conception et de construction de la ligne. Dans ce but, LISEA a sollicité le Cerema en septembre 2017, aboutissant à une proposition d'étude comportant une phase initiale d'analyse des plaintes permettant de définir une méthode de hiérarchisation justifiée de ces plaintes concernant des phénomènes complexes, peu documentés et réglementés.

Cette étude, réalisée par le Cerema entre novembre 2017 et février 2018, permet d'engager la seconde étape opérationnelle permettant d'apporter la réponse souhaitée par LISEA aux plaintes exprimées ou futures.

1.2. Contenu et résultats de l'étude initiale

L'étude initiale, réalisée entre octobre 2017 et février 2018, se décomposait en quatre parties :

- Une présentation des phénomènes vibratoires à traiter ainsi que du référentiel technique permettant d'évaluer leurs effets potentiels à partir des études vibratoires réalisées pour ce projet entre 2003 et 2016 ;
- Une analyse détaillée des plaintes en termes de localisation, de typologie des bâtiments concernés et de nature des effets signalés ;
- La définition d'une méthode de traitement des plaintes basée sur le référentiel technique retenu, les études vibratoires antérieures et notamment la cartographie des risques établie en 2013 par INGELIANCE à la demande de COSEA et une hiérarchisation des plaintes issue de leur analyse ;
- La hiérarchisation des plaintes selon le niveau de risques vibratoires identifiés à partir des l'ensemble des données collectés et de la cartographie des risques établie lors des études antérieures à la mise en service de la ligne.

L'analyse a porté sur 220 plaintes transmises en 2 envois (170 en novembre 2016 puis 50 en février 2017) réparties sur l'ensemble de la ligne et concernant des constructions situées entre 40 m et plus de 1500m de la ligne. Les constructions concernées présentent toutes les typologies de bâtiments et de sols support décrits dans les critères discriminant les modèles de propagation des vibrations utilisés pour définir la cartographie des risques vibratoires de 2013.

2.Contenu de la mission

La mission que nous proposons s'inscrit dans le cadre des conclusions de l'étude initiale des risques vibratoires et s'appuie sur une campagne de mesures des vibrations des circulations ferroviaires sur les 25 sites (hors Institut de Lamay) répertoriés dans le groupe 1.

Ces mesures permettront, dans un premier temps, d'évaluer de manière quantifiée, les effets des vibrations sur les constructions instrumentées, les plus proches de la ligne et donc les plus exposées à un risque vibratoire.

Ces mesures permettront, dans un deuxième temps, de vérifier la pertinence des modèles de propagation précédemment établis et de la cartographie des risques vibratoires et de les corriger si nécessaire.

Ces modèles corrigés seront ensuite appliqués au contexte propre à chacune des constructions des groupes 2, 3 et 4 afin de ré-évaluer les risques vibratoires et d'apporter une réponse à l'ensemble des demandes formulées.

Une incertitude demeure sur le traitement à appliquer aux constructions du groupe 2 dans le cas où il s'avérerait que les modèles initiaux sous-évaluent les contraintes vibratoires. Une telle situation pourrait nécessiter le recours à des instrumentations sur site complémentaires non prévues dans la présente mission, tant en termes de prestations que de délais de réalisation.

Les résultats de l'étude vous seront transmis sous forme de fiches individuelles d'évaluation des caractéristiques des vibrations et de leurs effets pour les constructions des groupes 1, 2 et 3 et d'éléments techniques de réponse pour le groupe 4. Un rapport de synthèse comprenant la ré-évaluation des modèles de propagation et des risques, d'éventuelles propositions d'instrumentation complémentaires de constructions du groupe 2 et de mesures correctives.

3. Mesures vibratoires sur circulations commerciales

3.1. Mode opératoire et interprétation des mesures

25 sites seront instrumentés par le Cerema sur des journées en semaine, selon les conclusions de l'étude initiale de février 2018.

Les agents du Cerema prendront contact avec les riverains identifiés pour la prise de rendez-vous concernant la pose du matériel de mesure ; la prise de contact se fera prioritairement par téléphone.

Le Cerema complètera le tableau de suivi des mesures vibratoires (mis en partage avec LISEA via Google Drive) au fil de l'eau avec les dates prévisionnelles de réalisation des mesures afin d'en informer LISEA.

Le Maître d'Ouvrage fournira également au CEREMA une lettre d'accréditation.

Les mesures vibratoires seront réalisées conformément :

- à la norme NF E90-020-1 « Vibrations et chocs mécaniques – Méthode de mesurage et d'évaluation – Partie 1 : mesurages et évaluation des réponses des structures aux vibrations générées par les activités humaines », pour traiter de l'effet des vibrations sur les structures ;
- au projet de norme actuellement en enquête probatoire NF E90-020-3 « Vibrations et chocs mécaniques – Méthode de mesurage et d'évaluation – Partie 3 : mesurage et évaluation de l'exposition aux vibrations des individus habitant ou séjournant d'une manière temporaire à l'intérieur d'une construction », pour traiter de l'effet des vibrations sur les occupants des structures.

Les constructions seront instrumentées à l'aide de capteurs tri-directionnels de vitesse de vibration de fréquence propre 1 à 2 Hz implantés comme suit :

- 1 capteur sur le sol à proximité des fondations
- 1 capteur scellé au plâtre sur élément porteur niveau fondations
- 1 capteur lourd posé en milieu de plancher dans la pièce où les vibrations ressenties sont maximales, ou à défaut à l'étage le plus élevé de la construction
- Pour les sites où le risque de dommage est à traiter, 1 capteur scellé au plâtre sur élément porteur en partie haute de la construction (bassoir de fenêtre à l'étage le plus élevé)

Les capteurs seront raccordés à une centrale d'acquisition multivoies permettant l'acquisition synchrone des vibrations sur les différents capteurs.

Les mesures seront réalisées par déclenchement manuel au passage des trains par opérateur présent sur site durant tout l'intervalle de mesurage.

Pour chaque site, un enregistrement préalable de bruit de fond sera réalisé, et répété si l'opérateur constate une modification du niveau ambiant.

Des mesures seront ensuite réalisées au passage de 3 TGV sur chaque voie, avec visualisation immédiate des mesures et des vitesses maximales atteintes. Si les valeurs maximales varient de plus de 10 % sur ces 3 premiers enregistrements, 2 TGV supplémentaires seront enregistrés sur chaque voie.

La durée d'intervention sur chaque site est estimée à ½ journée hors trajet comprenant l'instrumentation du site, les mesures et le repli du dispositif.

Les trafics ferroviaires concomitants aux mesures seront fournis par LISEA afin d'identifier les différents types de circulations ferroviaires mesurés sur chaque site. Ils intégreront les données suivantes : horaires de passage au point de mesure, vitesse de circulation et type de convoi (US ou UM). Un extrait des données de trafics est présenté ci-après :

Date : 22/11/2011 Direction Régionale : 02000 - 000-010		Site de circulation : 27					
Point de mesure : 02000							
N° de site	Objet	Matériau	Structure	Support	Type	Vitesse Max	Nombre de passages par point de mesure
02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01	02000-0000-01
02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02	02000-0000-02
02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03	02000-0000-03
02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04	02000-0000-04
02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05	02000-0000-05
02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06	02000-0000-06
02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07	02000-0000-07

Illustration 1: Extrait des données de trafic concomitant à un point de mesure

Le fichier de mesure conservé de référence est le fichier temporel brut de mesurage acquis au passage des trains sur la bande de fréquence normalisée 1-150 Hz.

La valeur de vitesse maximale de cet enregistrement constitue la référence en termes d'évaluation du risque de dommage.

Le signal numérique sera ensuite post-traité pour en extraire la valeur de vitesse maximale efficace en milieu de plancher sur un temps d'intégration d'une seconde (valeur RMS). Cette valeur constitue la référence en termes d'évaluation du risque d'inconfort des occupants.

Les résultats de ces mesures seront comparés aux résultats obtenus par application des modèles de propagation des études antérieures afin d'évaluer leur pertinence et de les corriger le cas échéant. Ces corrections pourront conduire à ré-évaluer les risques vibratoires sur certaines constructions du groupe 2 pouvant justifier d'une confirmation par mesures sur site complémentaires.

À ce stade de l'offre, plusieurs équipes du Cerema sont identifiées pour intervenir sur ces missions. Voici, à titre indicatif, les équipes concernées et le nombre de site de mesures pris en charge par chacune d'entre elle :

Équipes Cerema	Nombre de site de mesure pris en charge/ évaluation des modèles
Direction Territoriale Normandie-Centre (Blois)	8
Direction Territoriale Sud-ouest (Toulouse)	9
Direction Territoriale Ouest (Saint-Brieuc)	8
Direction Territoriale Centre-Est (Clermont-Ferrand)	Évaluation des modèles

3.2. Interprétation des mesures et livrables

Chaque mesure fera l'objet d'un PV d'essais comportant :

- La localisation du site ;
- Un profil en travers schématique simplifié (sans dimension ni mise à l'échelle) entre la construction instrumentée et l'infrastructure : remblai, déblai, nature géotechnique du sol ;
- Une description de la construction instrumentée et une évaluation de sa sensibilité aux vibrations selon la méthode d'analyse fine décrite dans la circulaire du ministre de l'environnement du 22/07/1988 ;

- Des photos de la construction et de l'instrumentation ;
- Un tableau de synthèse de l'instrumentation ;
- Un tableau de synthèse des résultats des mesures ;
- Les traces temporelles et les spectres de fréquence associés à l'enregistrement le plus défavorable ;
- L'évaluation du risque vibratoire en regard du référentiel technique retenu.

Les mesures réalisées serviront de base à la validation ou la correction des lois de propagation et permettront d'aboutir à des périmètres de risques vibratoires confirmés par mesures après mise en service. Cette nouvelle évaluation des zones de risques vibratoires servira de base à la rédaction de fiches d'évaluation des risques pour les constructions des groupes 2 et 3. Ces fiches seront établies selon le même modèle que pour le groupe 1, la partie résultat des mesures étant remplacée par une partie modélisation.

Un rapport de synthèse sera établi en fin de mission comprenant :

- Un rappel du cadre technique et réglementaire retenu
- Une synthèse des mesures réalisées
- Une description détaillée de la ré-évaluation des modèles
- La ré-évaluation des risques vibratoires
- des propositions éventuelles de mesures sur site complémentaires (Groupe 2)
- D'éventuelles propositions de mesures correctives génériques

3.3. Réunions

La prestation du CEREMA prévoit la participation à une réunion finale de restitution des résultats de l'étude.

3.4. Éléments à fournir

Pour le bon déroulement de la mission, il convient que LISEA nous fournisse les éléments suivants :

- les trafics ferroviaires concomitants aux mesures afin d'identifier les différents types de circulations ferroviaires mesurés à chaque point fixe. Ils intégreront les données suivantes : horaires de passage au point de mesure, vitesse de circulation et type de convoi (US ou UM),
- une lettre d'accréditation afin de faciliter le contact avec les riverains.

3.5. Planning

Le Cerema pourra réaliser les prestations de mesures, leur interprétation et la rédaction des fiches de réponse, à réception de la commande début mars, sur la période courant de mars à fin mai 2018.

Les PV d'essais de chaque mesure pourront être transmis 5 semaines après la réalisation de la mesure sous réserve de réception des éléments de trafics requis au plus tard 1 semaine après la mesure. L'ensemble des fiches de mesures sera donc restitué fin mai 2018.

Le rapport de synthèse des mesures sera établi avant fin juin 2018.

La réalisation d'éventuelles mesures complémentaires n'est pas programmée dans le cadre de ces prestations.

6.2. Conclusions de l'étude

LISEA – Vibrations générées par les circulations ferroviaires - Bâtiments situés à plus de 250 m de la ligne

Contexte général et données d'entrées utilisées

LISEA a confié au Cerema une mission d'analyse des impacts des vibrations sismiques générées par les circulations ferroviaires sur la LGV SEA entre Tours et Bordeaux.

Cette analyse est basée sur les données d'entrée suivantes :

- Les études vibratoires réalisées sur cette ligne préalablement à sa mise en service et notamment les volets vibratoires des études d'impact du projet. Ces études ont notamment conduit à définir des périmètres de risques vibratoires dont le plus contraignant est décrit dans le tableau suivant ;
- La base de données vibrations ferroviaires du Cerema comprenant plusieurs centaines de mesures de vibration réalisées au passage de trains dans des configurations très variables de voies, de circulation, de nature de sols et de bâtiments instrumentés ;
- Les résultats des mesures de vibrations réalisées au printemps 2018 sur 25 sites situés à proximité immédiate de la LGV SEA Tours Bordeaux représentatifs des différents types de sol rencontrés et des différents types de constructions riveraines.

Évaluation initiale du périmètre de risque vibratoire maximum

Seuils vibratoires minimaux préconisés :	Domage : 1 mm/s sur élément porteur Gêne en période nocturne : 0,16 mm/s RMS sur dalle et plancher
Distance maximale d'atteinte du seuil de dommage	30 m de la ligne à 320 Km/h
Distance maximale d'atteinte du seuil de gêne	240 m de la ligne à 320 Km/h

30 m limite du risque de dommage

240 m limite du risque de gêne

Récepteur

Source (LGV)

Évaluation des risques vibratoires après mise en service de la ligne

Les études vibratoires complémentaires menées après mise en service de la ligne en 2018 confirment les périmètres maxima de risque établis lors des études vibratoires du projet. Au vu de l'ensemble des données considérées, il apparaît, pour les constructions situées à plus de 250 m de la ligne, que :

- Le risque d'apparition de dommages sous l'effet des vibrations sismiques provoquées par les circulations ferroviaires est exclu ;
- Le risque d'atteinte du seuil de gêne sous l'effet des vibrations sismiques provoquées par les circulations ferroviaires est également exclu.



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la
mobilité et l'aménagement
www.cerema.fr

7. Signature acoustique des trains

(Source « Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement » version 3b du 21/10/2012, RFF).

La méthode mise en œuvre pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire est la version révisée de la nouvelle méthode de prévision du bruit (NMPB) reprise dans la norme NF S 31-133 : 2011 « Acoustique – Bruit dans l'environnement ». Sont pris en compte :

- les caractéristiques sonores d'émission des sources ferroviaires en pleine voie, dans des conditions d'exploitation commerciale courantes, pour une vitesse donnée ;
- les effets de propagation spécifiques au mode ferroviaire (réflexions caisse écran).

Les valeurs d'émission sonore au passage des matériels roulants exploités par la SNCF sont évaluées sur la base de mesurage du bruit d'un échantillon de matériels roulants d'une même série, dans des conditions d'exploitation commerciales classiques (sur une voie couramment parcourue par le matériel concerné, exploitée en service commercial). À ce titre, les conditions de mesurage se rapprochent des conditions réelles d'exploitation à la fois du matériel et de l'infrastructure du réseau ferré national.

Les mesurages sont réalisés conformément à la norme EN ISO 3095 « Applications ferroviaires – Acoustique – Mesurage du bruit émis par les véhicules circulant sur rails » avec un indicateur LAeq tp mesuré à une distance de 25 mètres de l'axe de la voie et à une hauteur de 3,5 mètres au-dessus de la hauteur du rail extérieur.

La signature acoustique des trains circulant en France, détaillée dans cette NMPB décrit, suite à des mesures normalisées les émissions sonores d'un train en termes de fréquences et de niveau sonore. Il en résulte, après pondération en dB(A) un niveau sonore L0 émis lors du temps de passage d'un train d'un matériel donné à une vitesse de référence V0.

Selon la vitesse d'exploitation retenue, la valeur estimée du niveau d'émission L [en dB(A)] pour une vitesse V donnée [en km/h] peut être obtenue à partir de niveau L0 [en dB(A)] établi à la vitesse V0 [en km/h] par l'équation suivante dans une gamme de vitesse de 40 à 320 km/h, où le bruit de roulement est la source principale :

$L = L0 + 30 \log de V/V0.$

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 : TGV300-400 (TGV-A)



Vitesse maximale	300 km/h
Vitesse de référence	300 km/h
Longueur	237.59 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.	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	82.8	80.5	81.2	81.3	88.2	92.3
1/3 oct.	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	88.5	78.8	78.6	79.2	78.9	78.2
1/3 oct.	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	78.2	79	80.7	81	77.5	72.9

d = 25 m / h = 3.5 m
L0 = 92.1 dB(A)

Description des sources équivalentes

Nom	Nombre	Espacement [m]	Hauteur [m]	Incrément en vitesse
TGV-A-0cm	15	16.3	0	30
TGV-A-50cm	15	16.3	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-A-0cm [dB]	113.1	110.8	111.5	111.6	118.5	122.6
TGV-A-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-A-0cm [dB]	118.9	109.2	109	111	110.7	110
TGV-A-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-A-0cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
TGV-A-50cm [dB]	110.2	111	112.7	114	110.5	105.9

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 $L_{eq,TP}$

1/3 oct.	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [dB]	80.8	77.5	74.5	70.5	68.5	65.6

$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$
$L_0 = 92 \text{ dB(A)}$

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

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 : TGV500-4500 (TGV-R, TGV Thalys PBA), TGV4400 (TGV-POS)



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
Reflexion Caisse/Ecran	1

Niveaux sonores et spectre de référence au(x) point(s) de mesure en $L_{eq,Tp}$

1/3 oct.	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [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
$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ [dB]	80.8	77.5	74.5	70.5	68.5	65.6

$d = 25 \text{ m} / h = 3.5 \text{ m}$ $L_0 = 92 \text{ dB(A)}$
--

Description des sources équivalentes

Nom	Nombre	Espacement [m]	Hauteur [m]	Incrément en vitesse
TGV-R-0cm	13	15.8	0	30
TGV-R-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-R-0cm [dB]	114.7	113.2	111.4	111.2	112.2	111.8
TGV-R-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-R-0cm [dB]	111.3	110.6	110.7	113.1	113.4	113.8
TGV-R-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-R-0cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
TGV-R-50cm [dB]	113.4	112.9	114.7	113.7	110.4	107.4

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 : Z21500 (ZTER)



Vitesse maximale	200 km/h
Vitesse de référence	120 km/h
Longueur	79.2 m
Type de freinage	Disque
Réflexion Caisse/Ecran	1

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

1/3 oct.	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	66.5	65.1	65.7	69	67.9	67.2
1/3 oct.	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	67.6	70.3	71.7	71.6	72.4	73.3
1/3 oct.	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz
d = 25 m / h = 3.5 m [dB]	68	67	65.1	62.8	60.7	57.9

d = 25 m / h = 3.5 m
L0 = 79.9 dB(A)

Description des sources équivalentes

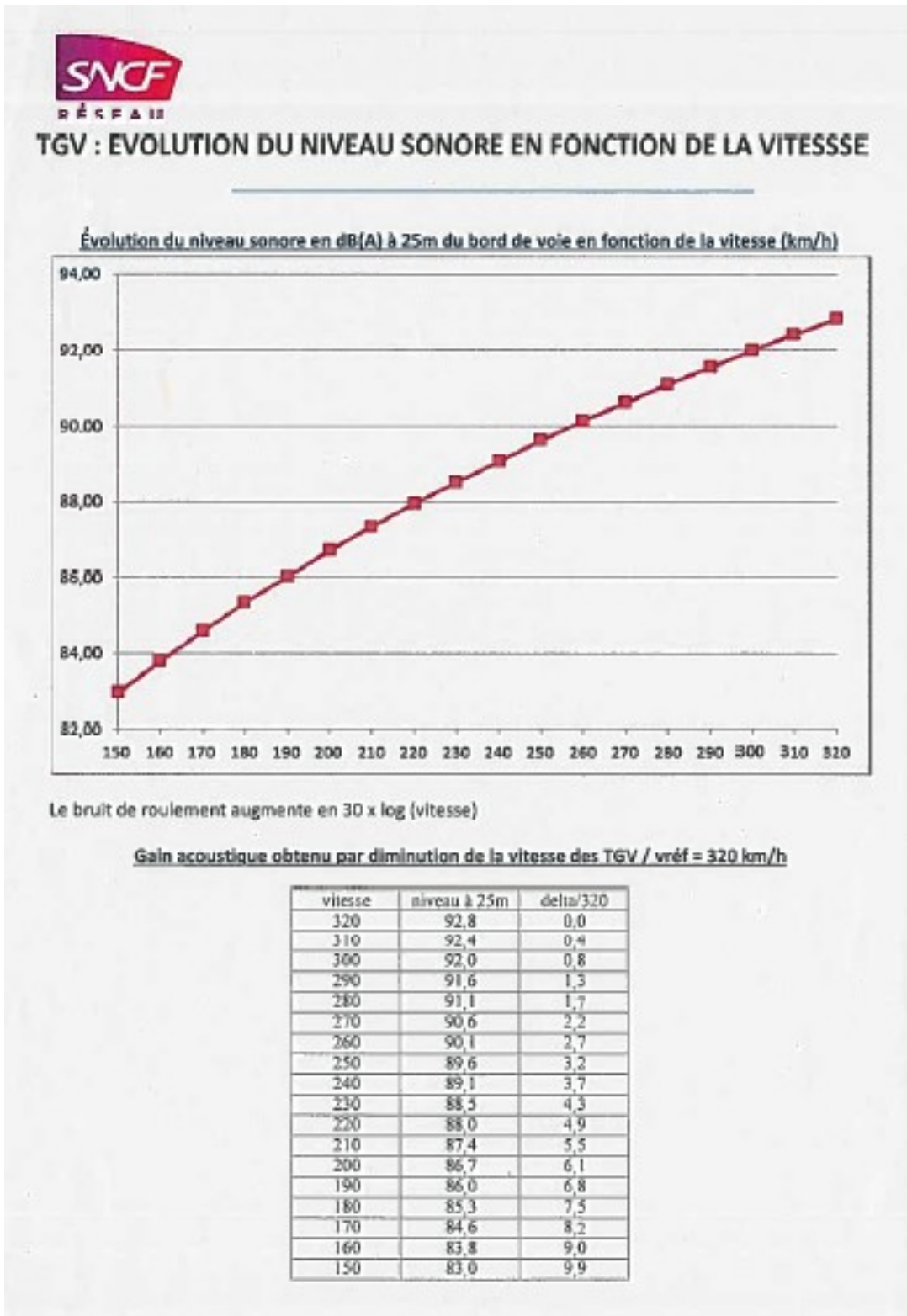
Nom	Nombre	Espacement [m]	Hauteur [m]	Incrément en vitesse
Z21500-0cm	6	14.2	0	30
Z21500-50cm	6	14.2	0.5	30

Spectres de puissance des sources équivalentes

1/3 oct.	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz
Z21500-0cm [dB]	95.6	94.2	94.8	98.1	97	96.3
Z21500-50cm [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
Z21500-0cm [dB]	96.8	99.5	100.9	102.2	103	103.9
Z21500-50cm [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
Z21500-0cm [dB]	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
Z21500-50cm [dB]	98.8	97.8	95.9	94.6	92.5	89.7

8. Évolution du niveau sonore des trains en fonction de la vitesse

En LAeq tp à 25 mètres de la ligne



9. Extrait du document « Railway Traffic Noise- Nordic prédiction Method » du Nordic council of ministers, relatif à la prise en compte de la météo dans la nouvelle méthode de prédiction nordique

NMT is valid for summer ground conditions and an inversion or downwind meteorological situation. The NMT results can be compared with noise levels obtained using an appropriate measuring procedure such as /13/. For use with noise criteria it should be noted that for track-to-receiver distances greater than approximately 50m, the calculated values represent a kind of worst case that only occurs part of the time (i.e. for atmospheric conditions with temperature inversion or wind from source to receiver).

Inversion often occurs during the night, and is less site dependent than the downwind condition. Weather statistics can be used to find the total time when the calculated level is relevant. By adjusting for the local long term weather statistics, it is possible to introduce a correction to the calculated values and to determine the "long term average noise level". This has *not* been done in NMT. In many cases it will be sufficient to establish how often, and at what time of day/night, inversion and downwind occurs during the critical spring and summer months, in order to establish the degree of disturbance caused by the noise.

10. Cartographie des pics de bruit (LAmix) modélisés selon la méthode nordique (TEMA Nord 1996-524)



		Emetteurs




LGV BPL - Cartographie des pics de bruit (LAmix selon méthode nordique)

Note explicative

Indice			Etabli		Véifié		Validé	
Indice	Date	Libellé	Nom	Visa	Nom	Visa	Nom	Visa
A00	16/11/2018	création du document	S.LAVEAUD		F. DURR		S.SOUCHON	
B00	07/12/2018	première diffusion	S.LAVEAUD		F. DURR		S.SOUCHON	




P	E	N	V	N	T	E	A	C	O	G	C	-	-	-	-	-	-	-	C	S	T	C	V					B	D	D
phase	domaine	nature de document	item	zone	pk				émetteur				numéro				indice													

BPLGV	---	-----	---	---	---	---	-----	-----	----	----																				B0
affaire	niveau	type dossier	ident gen	ident part	domaine	ouvrage	nature	libre	indice																					

		Emetteurs	
	Document de travail	 setec	 Cerema
	Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique) Note explicative		

SOMMAIRE

1. OBJET DE LA MISSION	3
2. METHODE DE CALCUL.....	4
3. DONNEES SOURCES, HYPOTHESES ET PARAMETRES RETENUS	6
4. RENDU DES CARTES DE BRUIT.....	7
5. INCERTITUDES ET LIMITES DES RESULTATS OBTENUS.....	8




		Emetteurs	
	Document de travail		
	Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)		
	Note explicative		

1. OBJET DE LA MISSION

Dans le cadre du suivi acoustique de la LGV BPL après sa mise en service en juillet 2017 et après restitution de la campagne de mesures de bruit réalisée entre novembre 2017 et avril 2018, Eiffage a confié à Setec international et au Cerema une mission complémentaire de réalisation de la cartographie du bruit suivant un indicateur événementiel pour évaluer le bruit au passage des trains.

L'objectif est d'apporter des éléments permettant :

- d'objectiver l'exposition de la population aux pics de bruit émanant de la LGV BPL,
- d'apporter une première aide à la décision en vue de l'identification cartographique des habitations les plus exposées aux pics de bruit émis par la LGV BPL et de la hiérarchisation des expositions sonores (cartographie du LAmax).

		Emetteurs	
	Document de travail		
	Cartographie des pics de bruit (L_{Amax} selon méthode nordique) Note explicative		

2. METHODE DE CALCUL

Le **L_{Amax}** est un indicateur de bruit de type événementiel correspondant au niveau maximum du bruit évalué (avec une pondération fréquentielle A) sur une période de temps donnée. Exprimé en dB(A), il correspond au niveau sonore qui n'est jamais dépassé pendant la période considérée.

Une méthode de calcul du **L_{Amax}** est disponible suivant la norme en vigueur (**NMPB-fer**) et intégrée au logiciel **CadnaA** (outil et méthode utilisés par **Setec international** pour bâtir le modèle acoustique existant, réaliser les calculs de bruit et dimensionner les protections acoustiques réglementaires de la LGV BPL en phase conception).

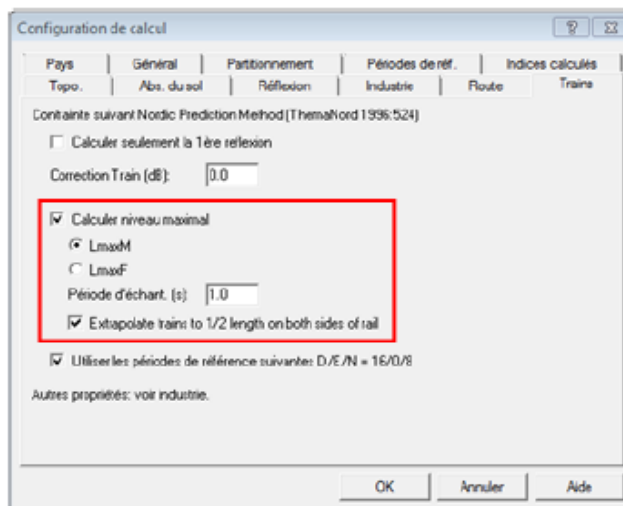
Cependant, la **NMPB-fer** ne permet pas d'évaluer de façon pertinente le bruit instantané ferroviaire car les calculs sont uniquement possibles sur un seul récepteur à la fois et pour des situations simples et hors zones bâties.

Le recours à une autre méthode est donc nécessaire. La norme de calcul scandinave **TemaNord 1996:524** permet de réaliser des calculs en **L_{Amax}** globaux (sur plusieurs récepteurs simultanément), et présente l'avantage d'être implémentée dans l'outil **CadnaA**. La terminologie utilisée par la suite pour faire référence à cette norme sera « **méthode nordique** ».




La **méthode nordique** permet de calculer le **L_{Amax}** suivant un paramétrage global à l'échelle d'une aire d'étude :

- sur plusieurs récepteurs à la fois,
- sous forme de cartes isophoniques.

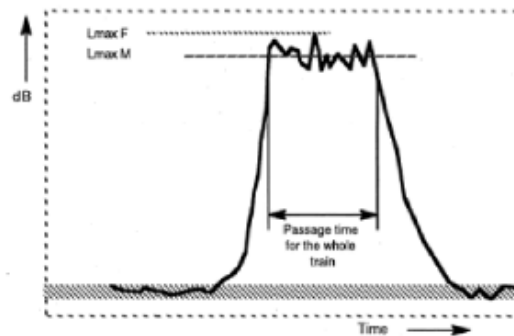
Sous **CadnaA**, le paramétrage du calcul de bruit en **L_{Amax}** se fait dans un sous-menu de configuration de calcul, qui est actif avec la **méthode nordique** :




A noter que la **méthode nordique** permet de calculer deux indicateurs : **L_{maxM}** ou **L_{maxF}**.

		Emetteurs	
	Document de travail		
	Cartographie des pics de bruit (L_{max} selon méthode nordique) Note explicative		

Le **L_{maxM}** correspond au niveau sonore moyen maximum relevé sur une durée de passage ou d'échantillonnage alors que le **L_{maxF}** est le niveau sonore instantané maximum relevé sur cette durée (niveau crête).



La **méthode nordique** issue de la norme TemaNord 1996:524 prend en outre en compte des conditions météorologiques homogènes et favorables à la propagation du bruit ferroviaire.

		Emetteurs	
	Document de travail		
	Cartographie des pics de bruit (L _{Amax} selon méthode nordique)		
	Note explicative		

3. DONNEES SOURCES, HYPOTHESES ET PARAMETRES RETENUS

La cartographie du L_{Amax} sur l'ensemble de la LGV BPL a été produite sur la base des fichiers de calcul **CadnaA** établis dans le cadre des études d'APD (études de 2012) qui intègrent l'ensemble des dispositifs de réduction du bruit dimensionnés pour respecter les seuils acoustiques réglementaires, y compris les aménagements annexes ayant une incidence sur la propagation sonore (merlons paysagers, modelés de terrain).




Les calculs sont réalisés à partir de la signature acoustique équivalente d'un TGV-A unité simple roulant à 320 km/h en pleine voie. Les trafics sur les raccordements ne sont pas pris en compte.

Le paramétrage retenu pour le calcul des L_{Amax} selon la **méthode nordique** correspond à l'indicateur **L_{maxM}** avec une période d'échantillonnage de 1 seconde en cohérence avec le paramétrage des sonomètres mis en œuvre lors de la campagne de mesures de bruit (durée d'intégration des enregistrements sonores de 1 seconde).

Les cartes isophoniques sont calculées :

- à 4 m au-dessus du sol et interceptent le bâti de hauteur supérieure à 4 m,
- avec une maille de 50 m (compromis précision/temps de calcul),
- sur la bande topo 3D disponible (bande de 200 à 600 m de part-et-d'autre de la voie ferrée).

Les bâtiments d'habitation ont été identifiés par traitement géomatique à partir des données spatialisées par bâti de la population issues de la base **INERIS** (méthode nationale développée pour les besoins liés à la cartographie stratégique du bruit). Les données relatives au bâti correspondent au millésime 2015 de la base de données **MAJIC** (« Mise à jour de l'information cadastrale ») gérée par le ministère de l'économie et des finances.

	<p style="text-align: center;">Document de travail</p>	Emetteurs	
			
	<p>Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)</p> <p>Note explicative</p>		

4. RENDU DES CARTES DE BRUIT




Les isophones LAmax calculés sont cartographiées sous SIG et représentées au pas de 5 dB(A) sur une plage de valeurs comprises entre 65 à 90 dB(A).

Les protections à la source réglementaires réalisées sont reportées sur les planches (écrans, merlons), ainsi que les aménagements paysagers (modelés, dépôts).

Les bâtiments d'habitation sont différenciés du bâti non habité par une couleur spécifique.

Le nom des communes ainsi que les limites départementales et communales sont reportés sur le fond de plan.

Les points de repère kilométriques (PK) de la LGV BPL sont reportés sur l'ensemble du tracé de cette dernière, ainsi que les codes des points de mesure instrumentés lors de la dernière campagne de mesurage acoustique.

		Emetteurs	
	Document de travail	 setec	
	Cartographie des pics de bruit (L _{Amax} selon méthode nordique) Note explicative		

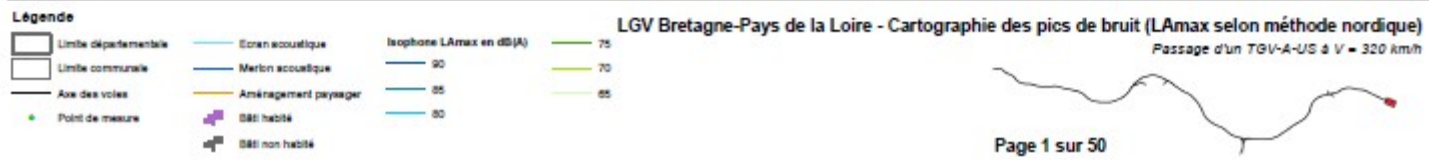
5. INCERTITUDES ET LIMITES DES RESULTATS OBTENUS

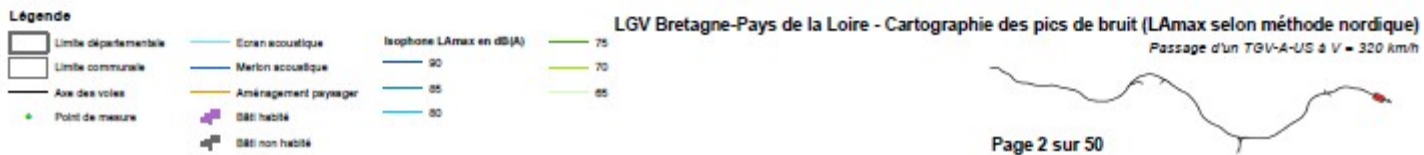
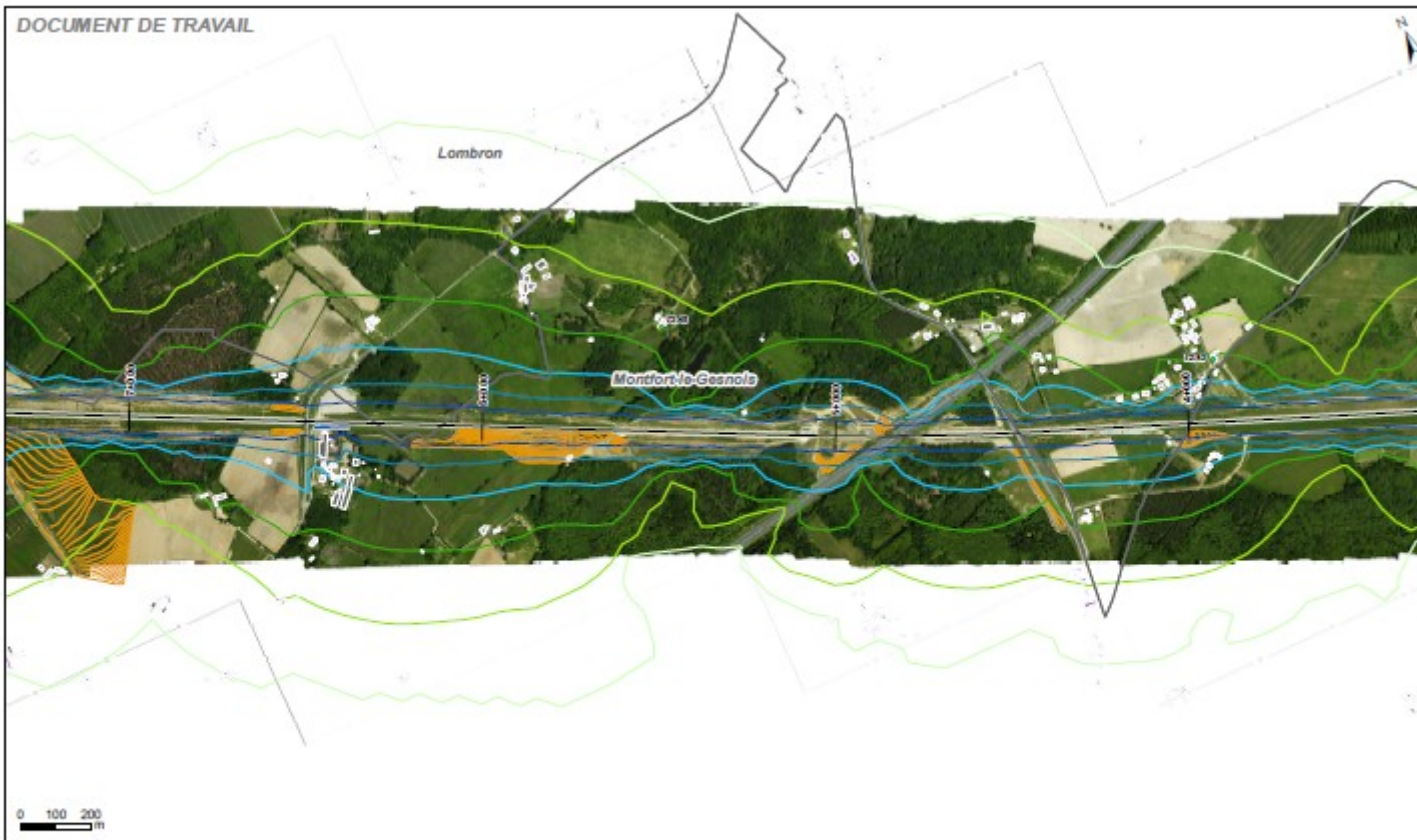
Les résultats obtenus par la modélisation des L_{Amax}, réalisée selon la méthode nordique, présentent une incertitude ne pouvant être estimée de façon fiable.

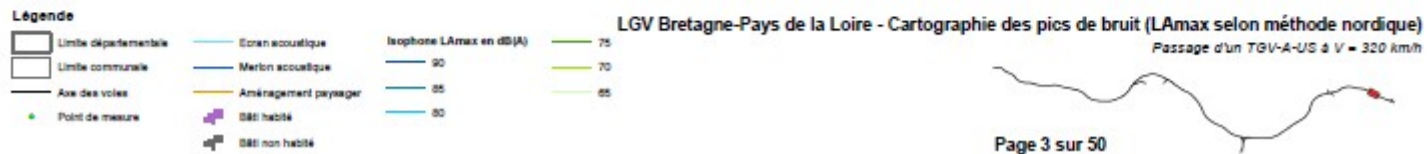
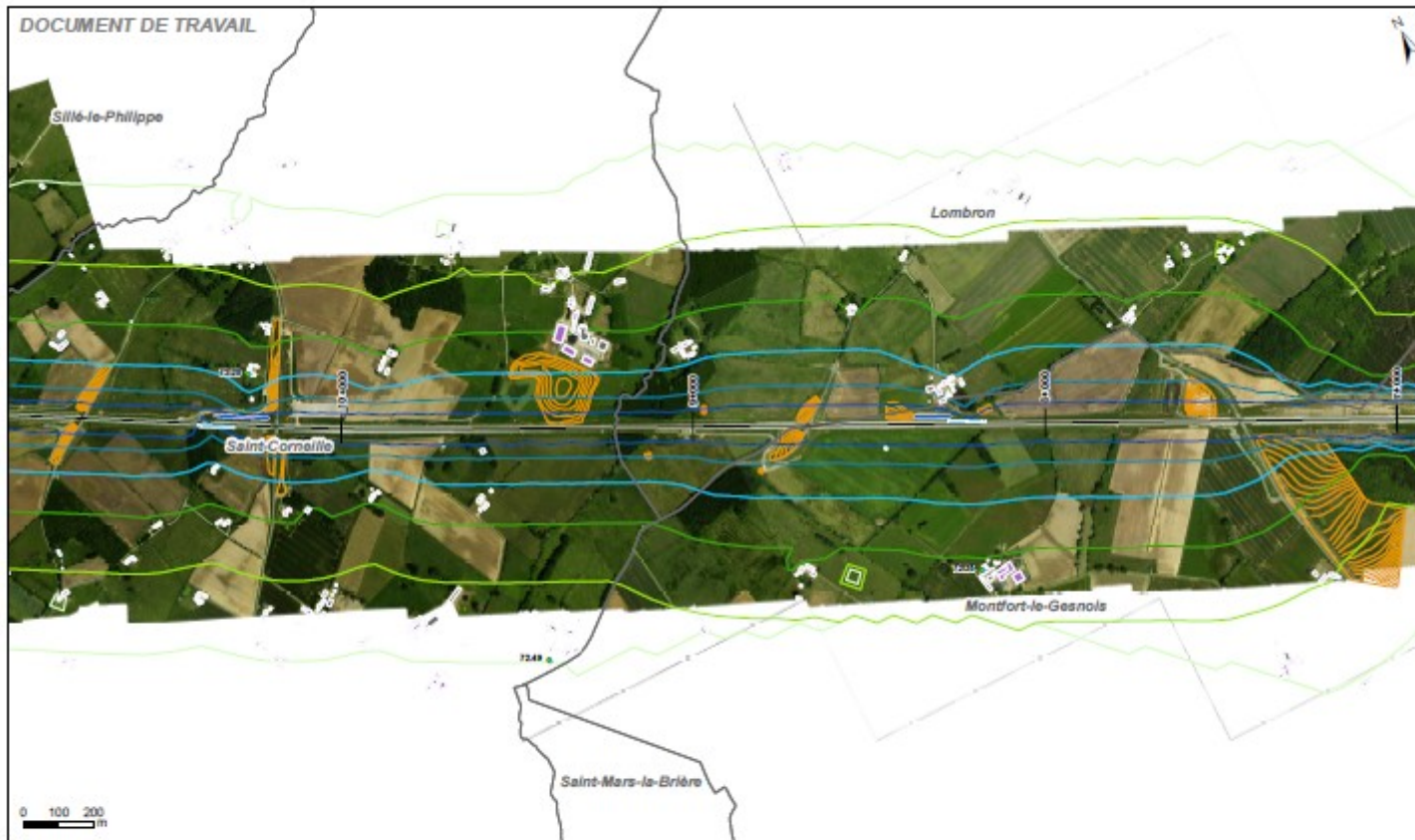
En l'état, cette incertitude ne peut être considérée comme inférieure à ± 5 dB(A) compte tenu de l'absence de possibilité :

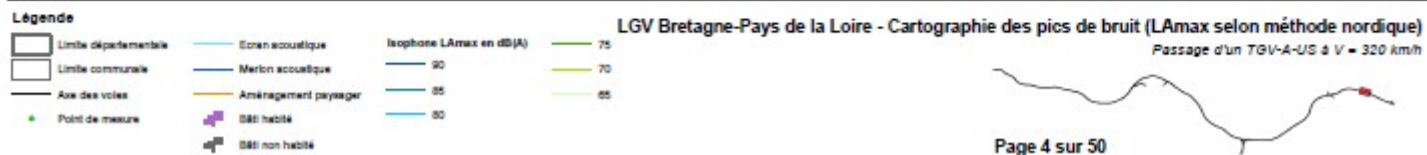
- de calcul pertinent du L_{Amax} selon la norme NMPB-fer telle qu'implémentée à ce jour dans l'outil CadnaA,
- et de réalisation de tests de robustesse à partir des enregistrements sonores disponibles, pour lesquels le protocole de mesure mis en œuvre est adapté à l'indicateur LA_{eq} et non à l'indicateur L_{Amax}.

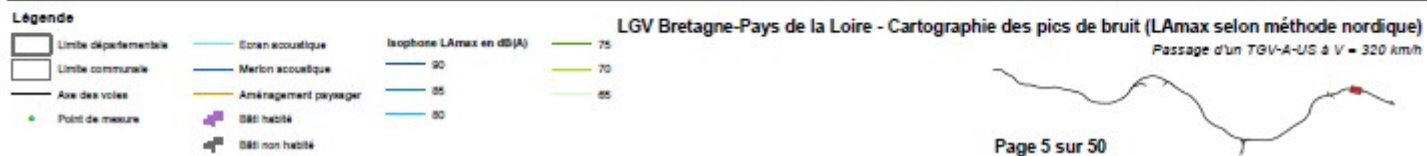
Néanmoins, l'approche réalisée constitue un élément complémentaire d'aide à la décision : elle contribue à l'amélioration de la prise en compte du ressenti des riverains en terme de perception des « pics de bruit », en apportant en valeur relative, une hiérarchisation des expositions sonores au L_{Amax}, et ce avec une restitution spatiale sur l'ensemble du linéaire de la LGV BPL.









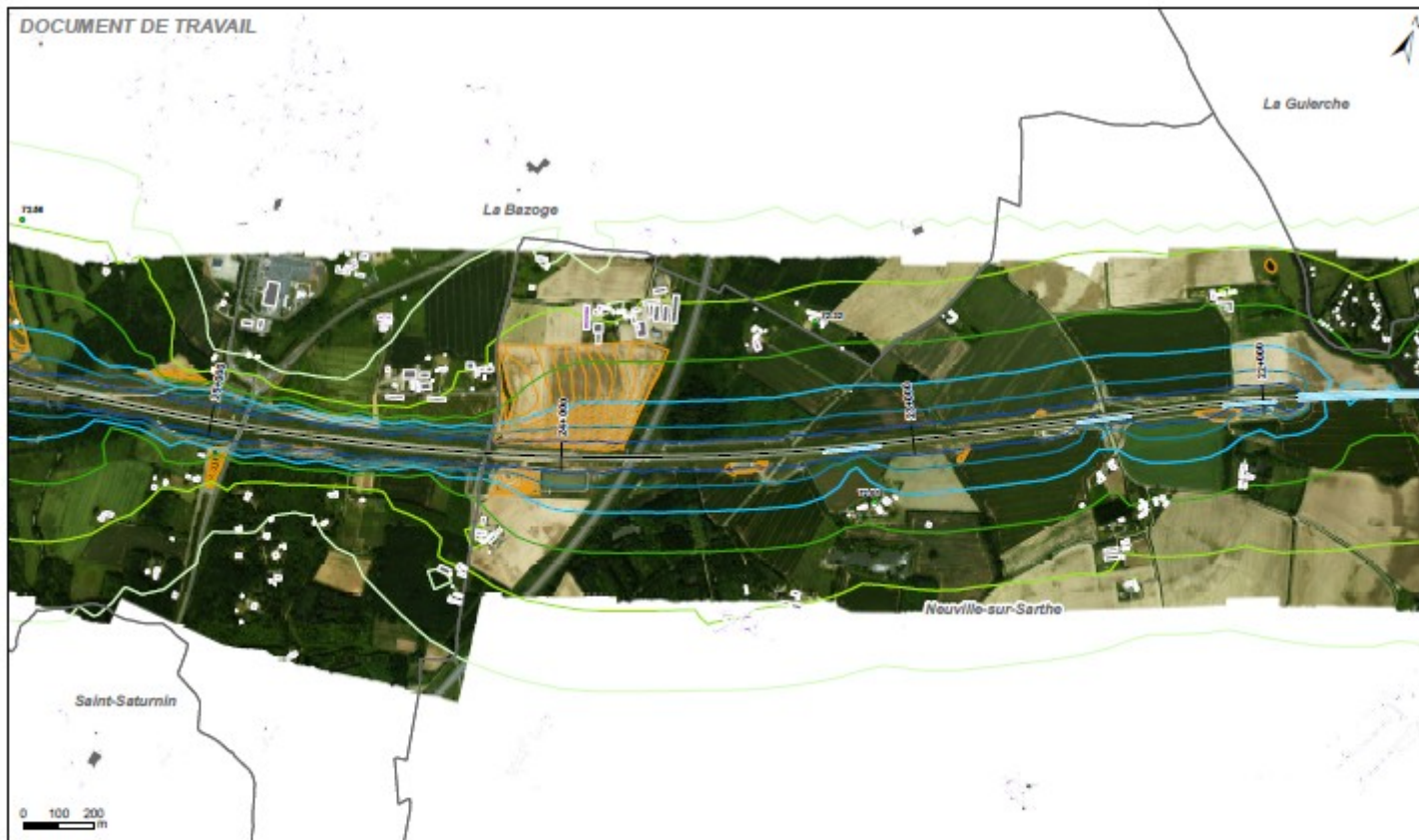




Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone L_{Amax} en dB(A)	75
Limite communale	Merlon acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bâti habité	80	
	Bâti non habité		

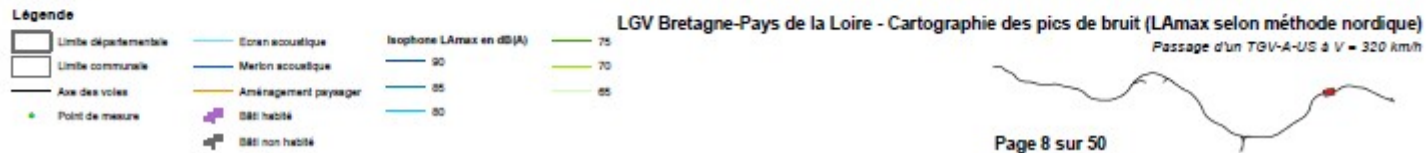
LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (L_{Amax} selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h



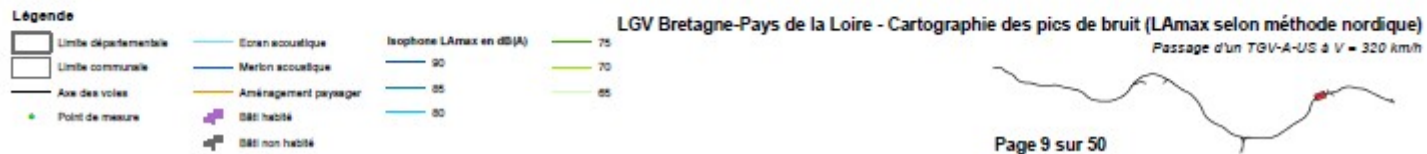
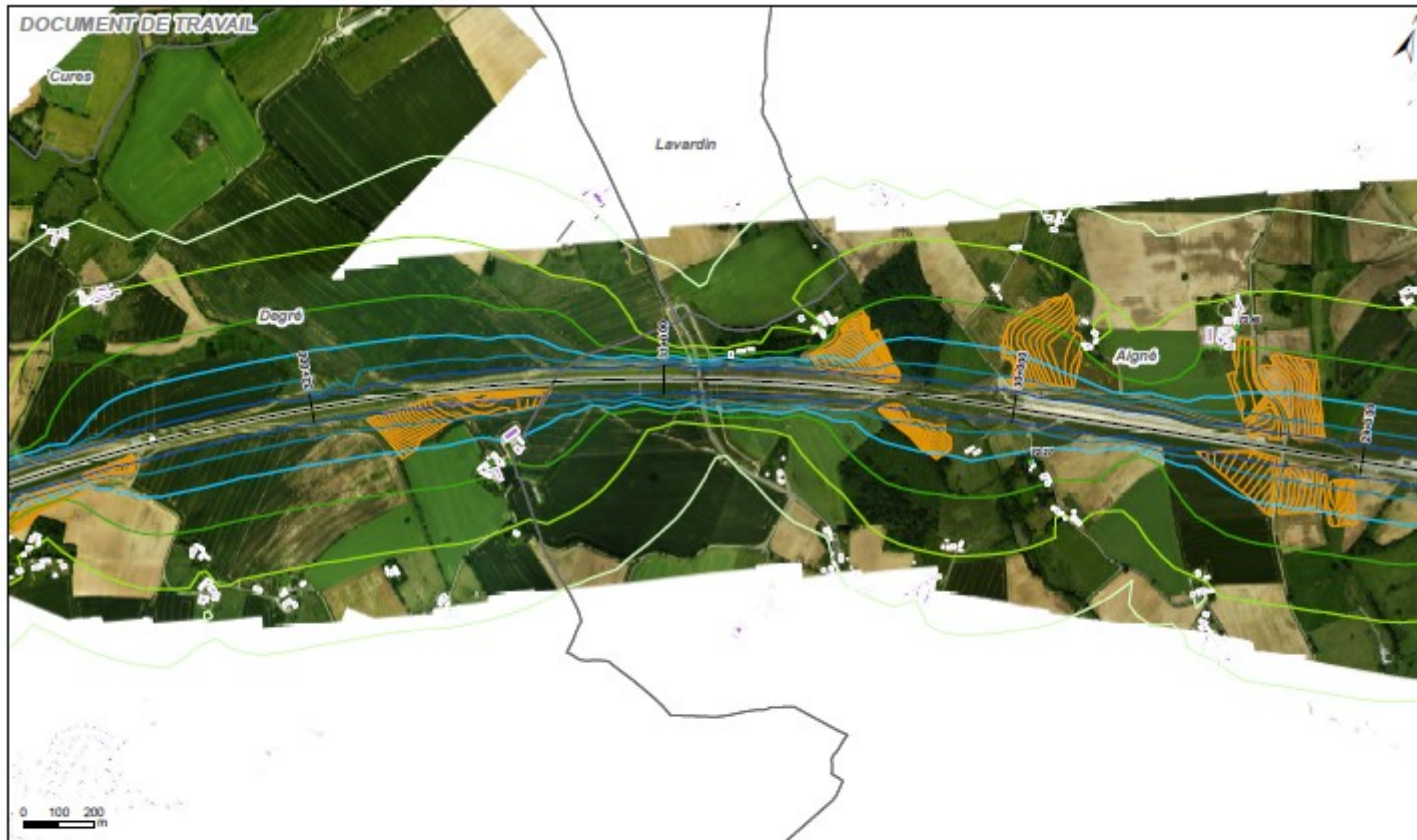
Légende

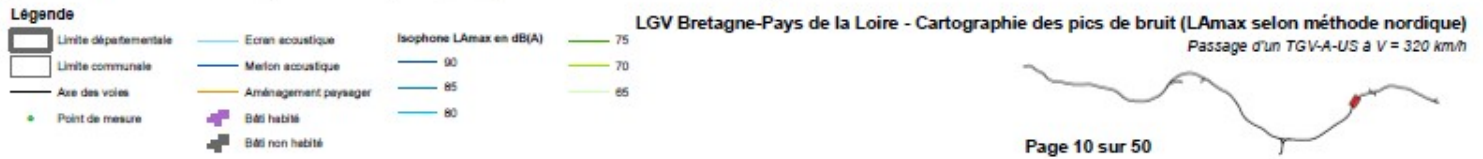
Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Muron acoustique	80	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bât habité	90	
	Bât non habité		

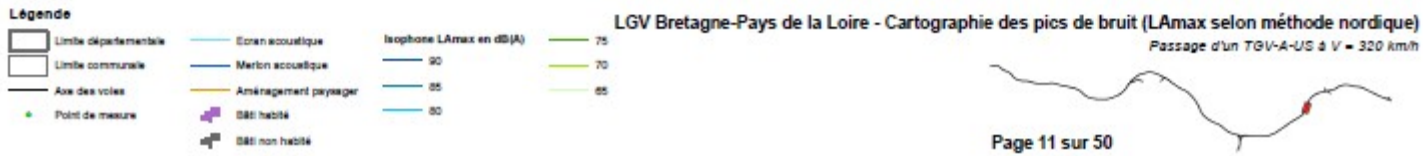
LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

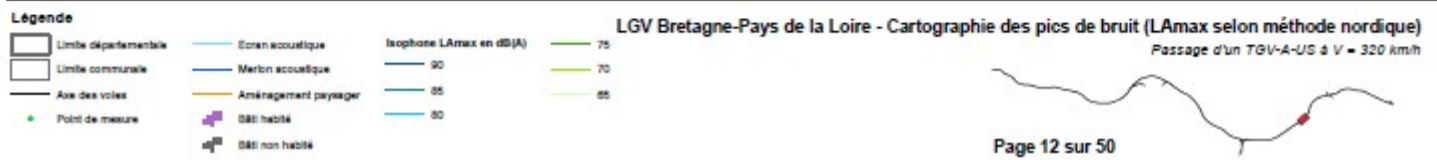


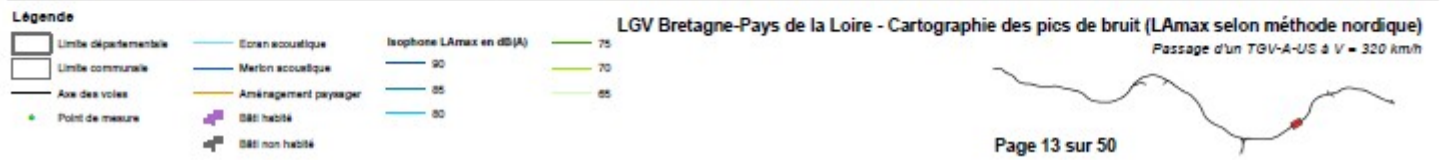
Page 8 sur 50

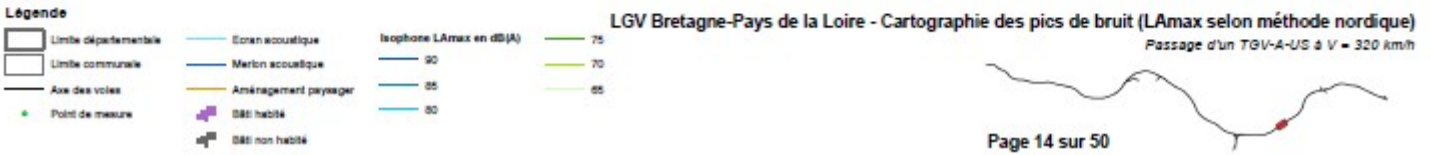
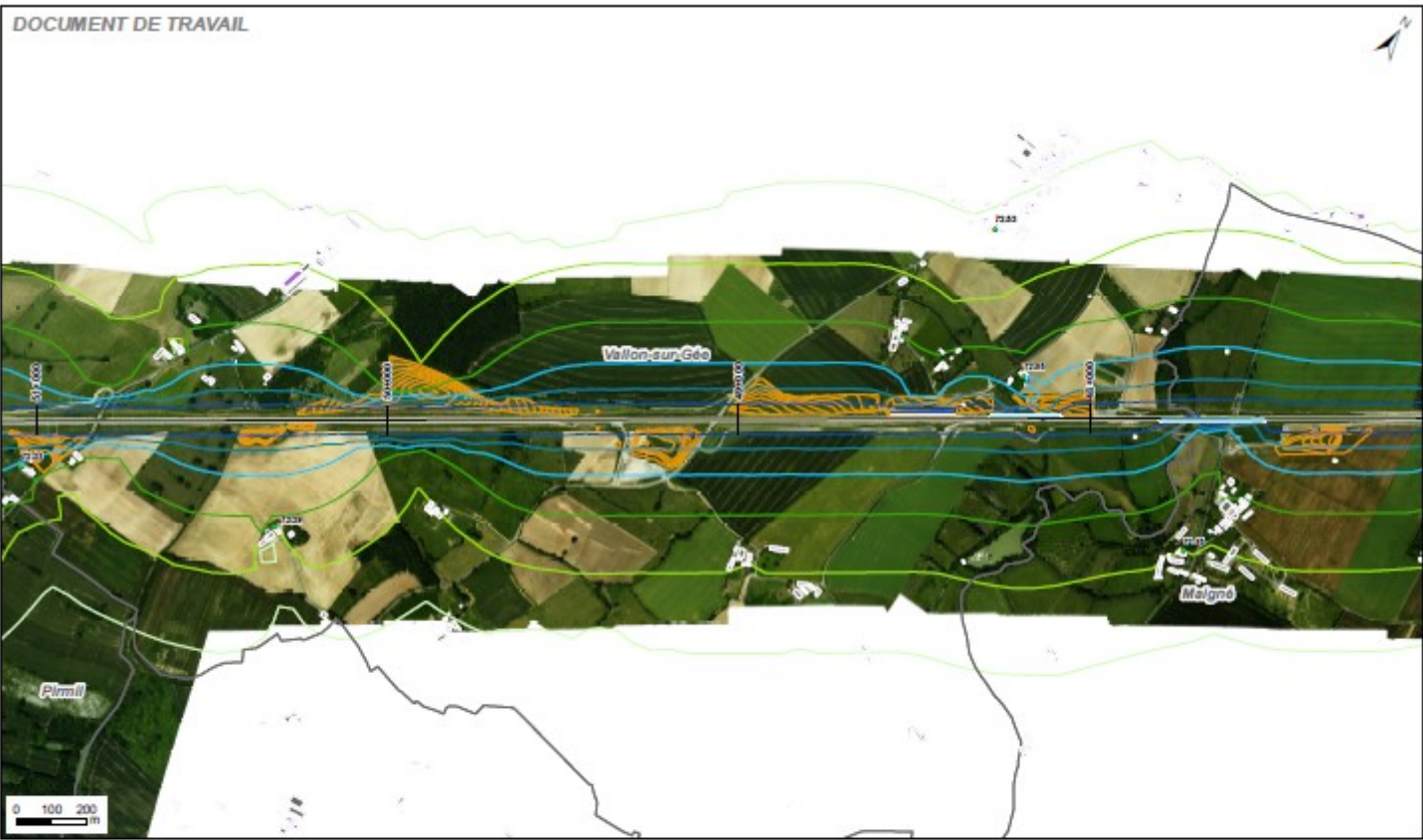


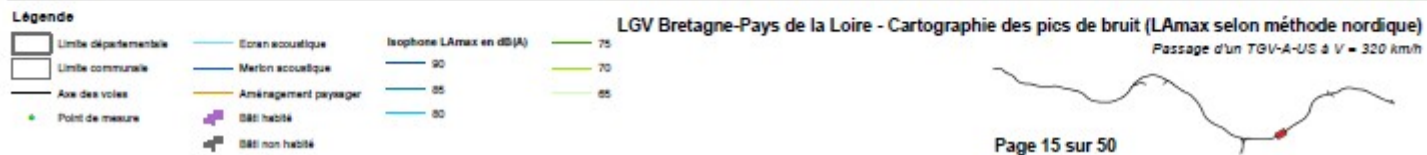
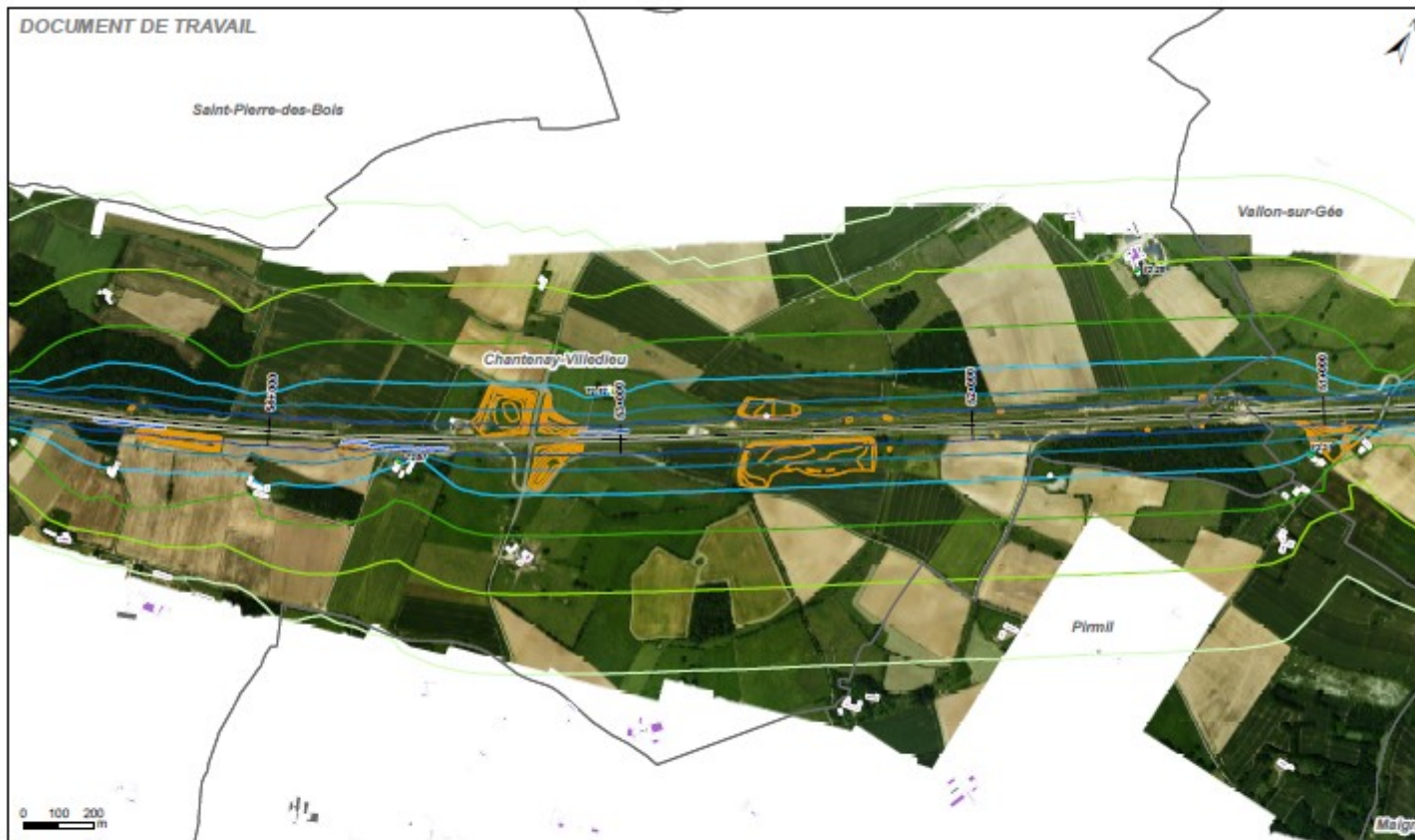


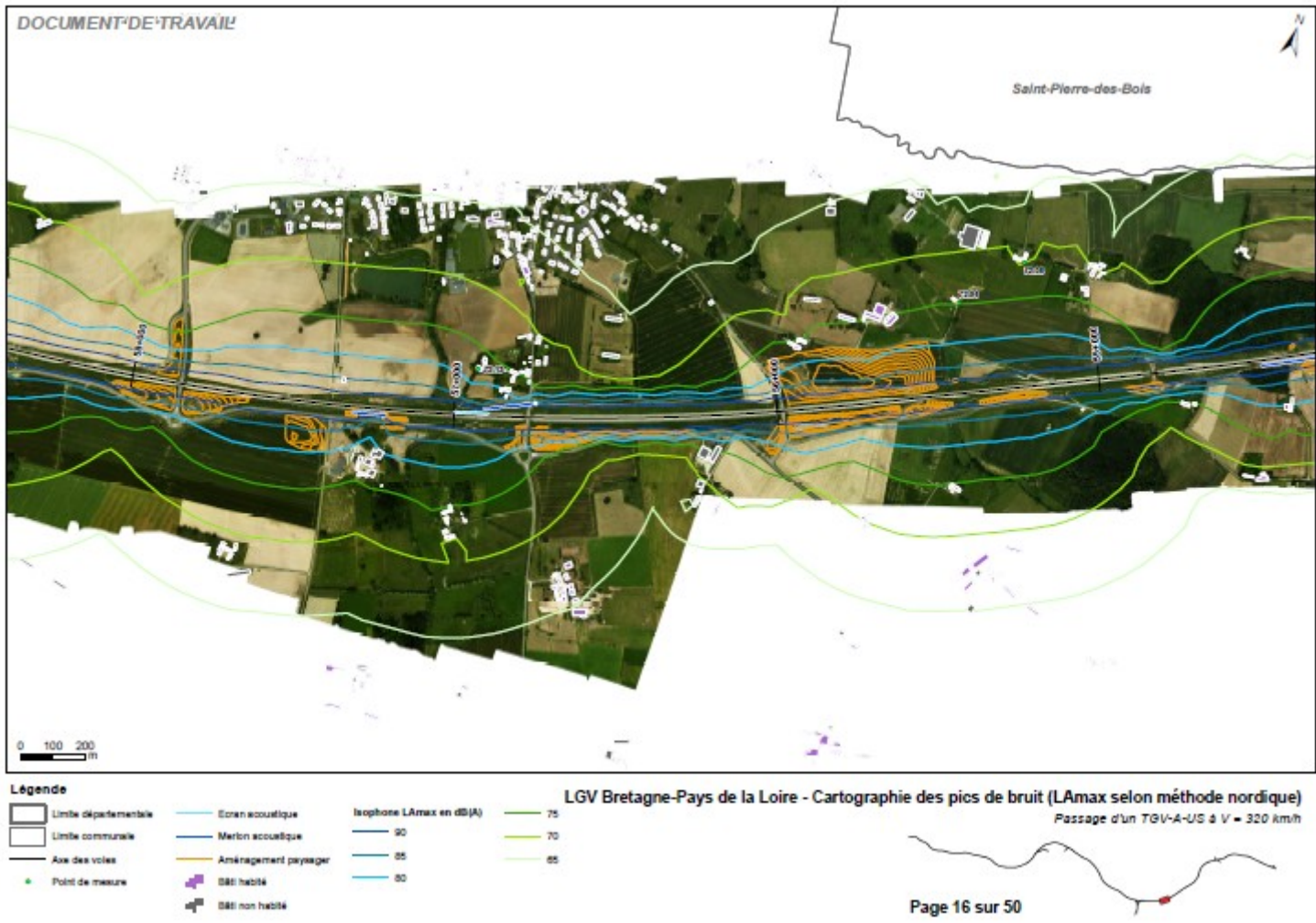


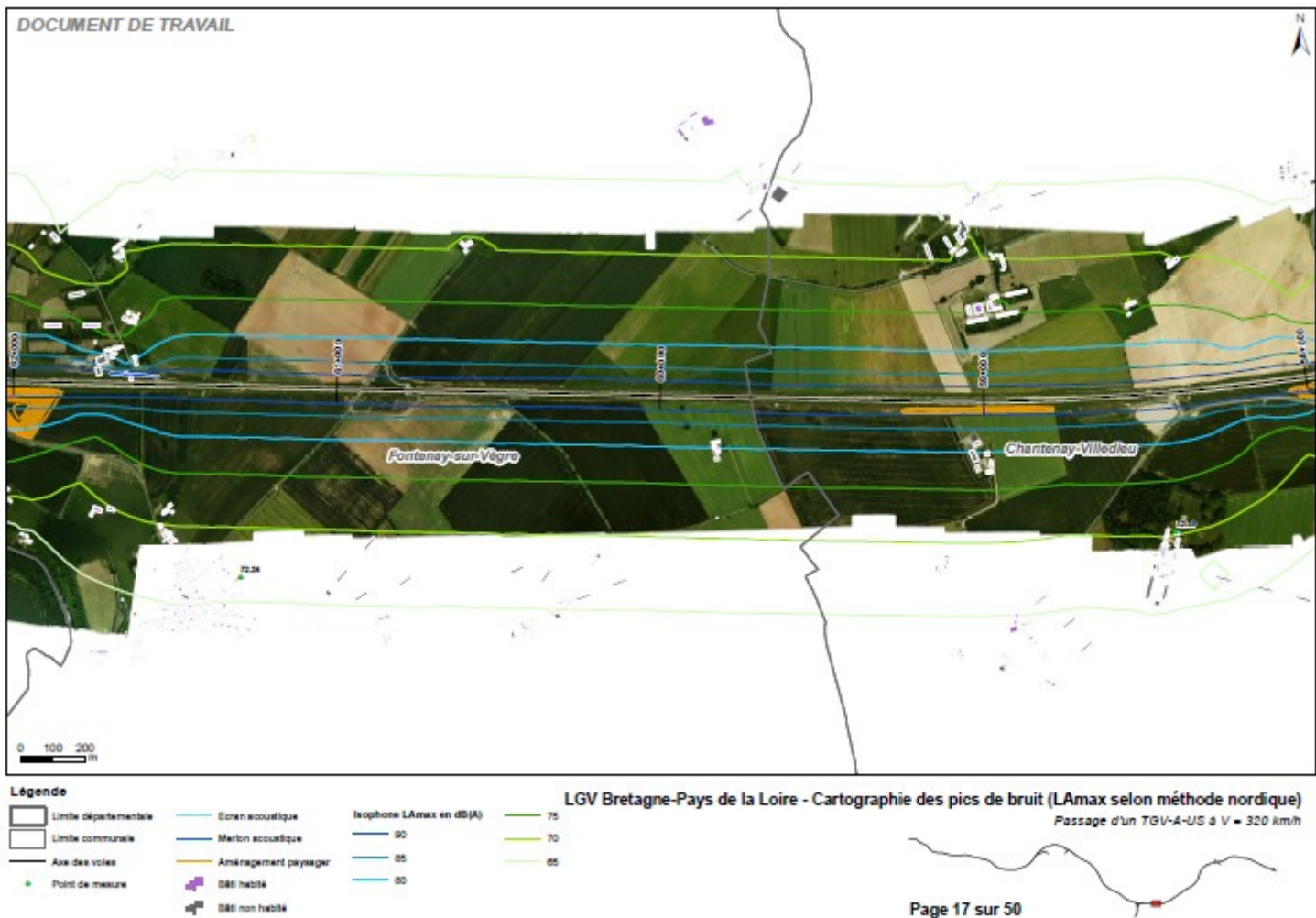


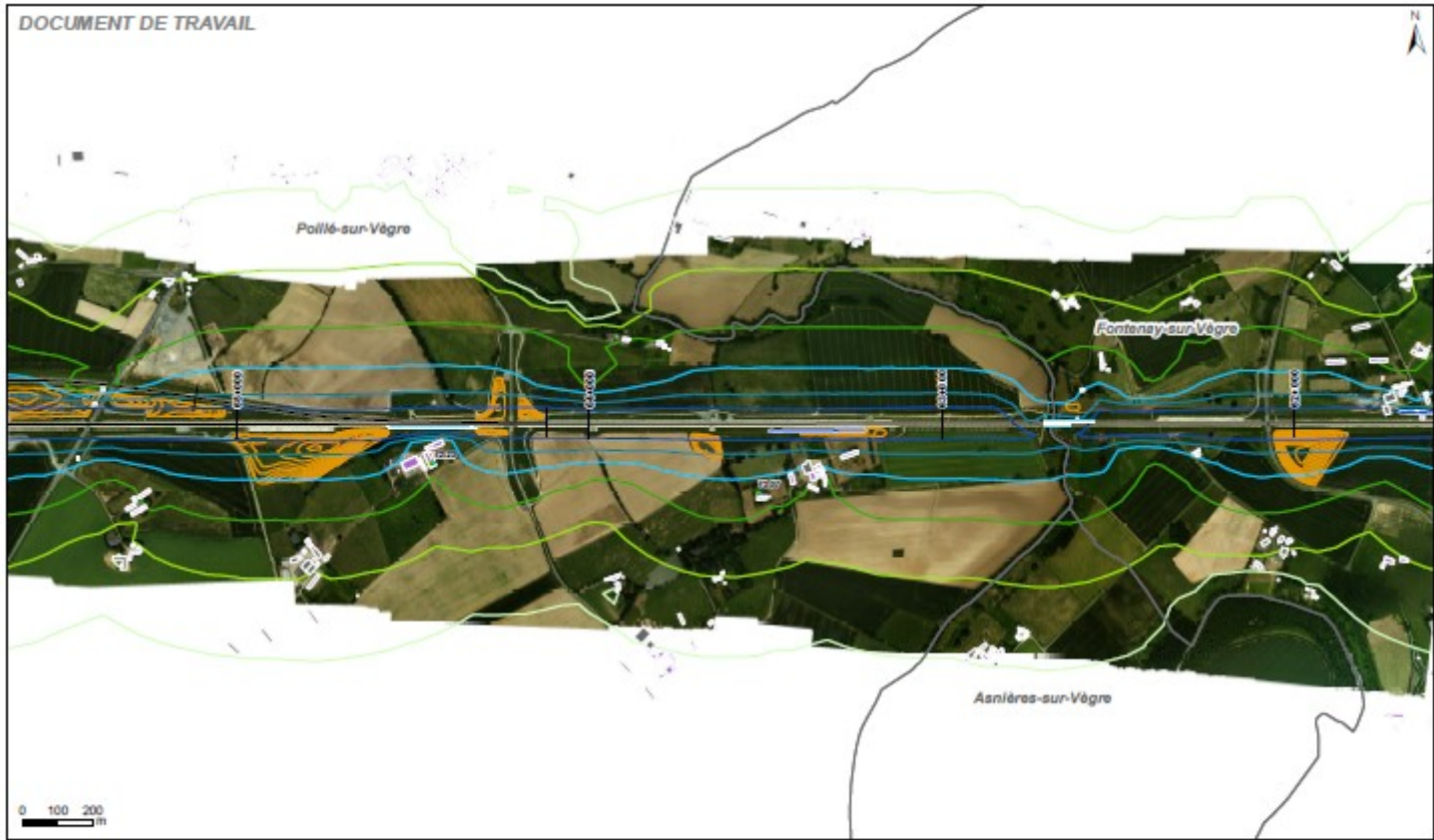








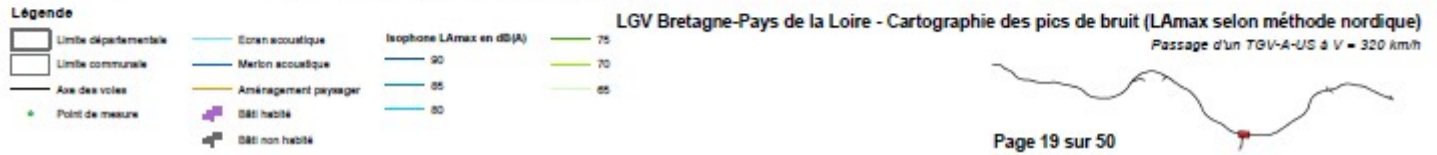
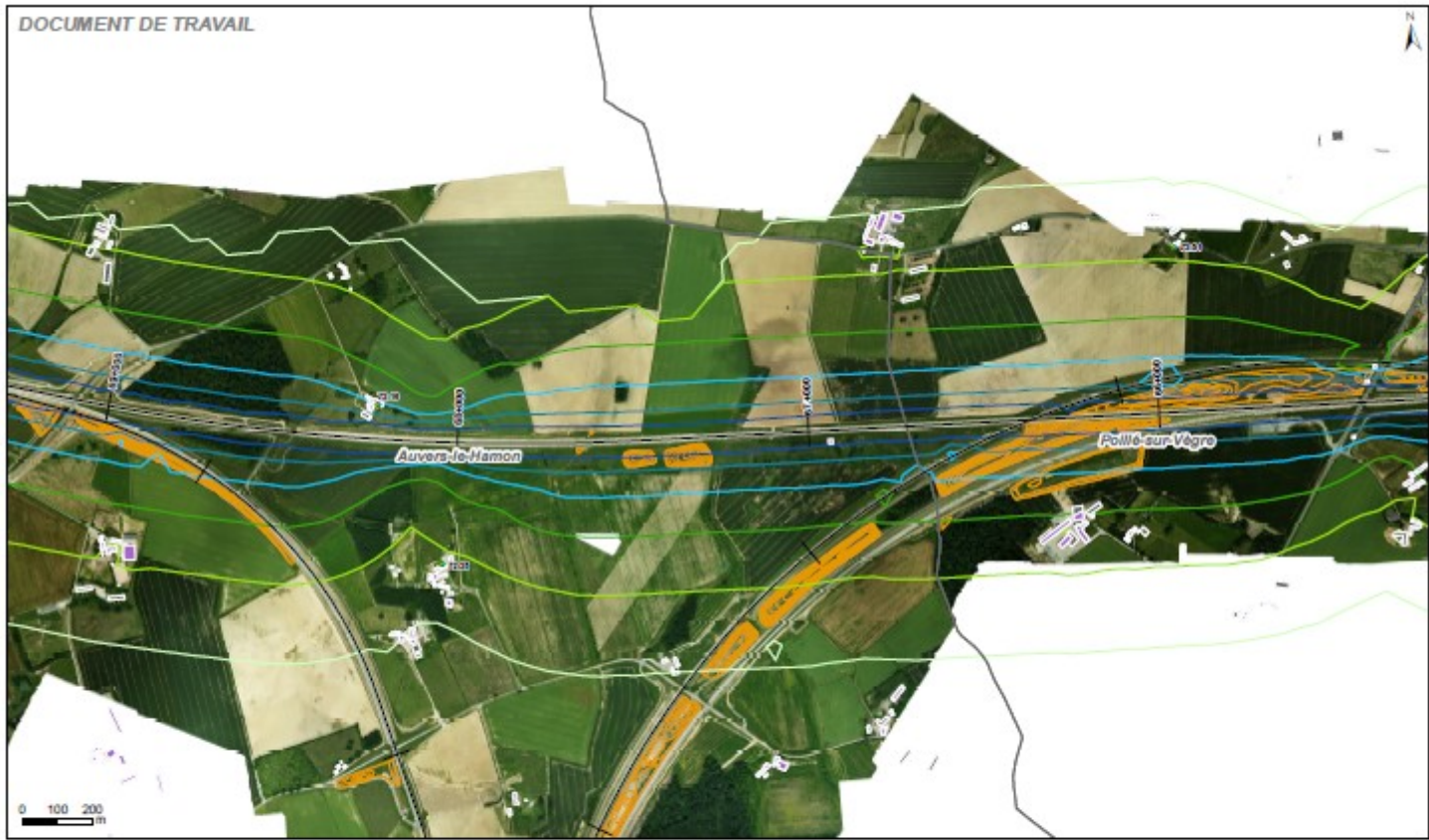


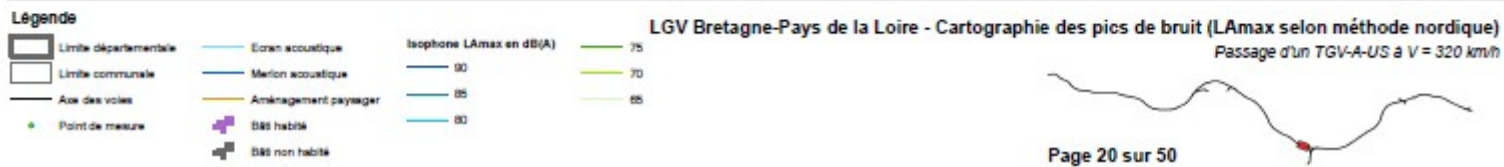
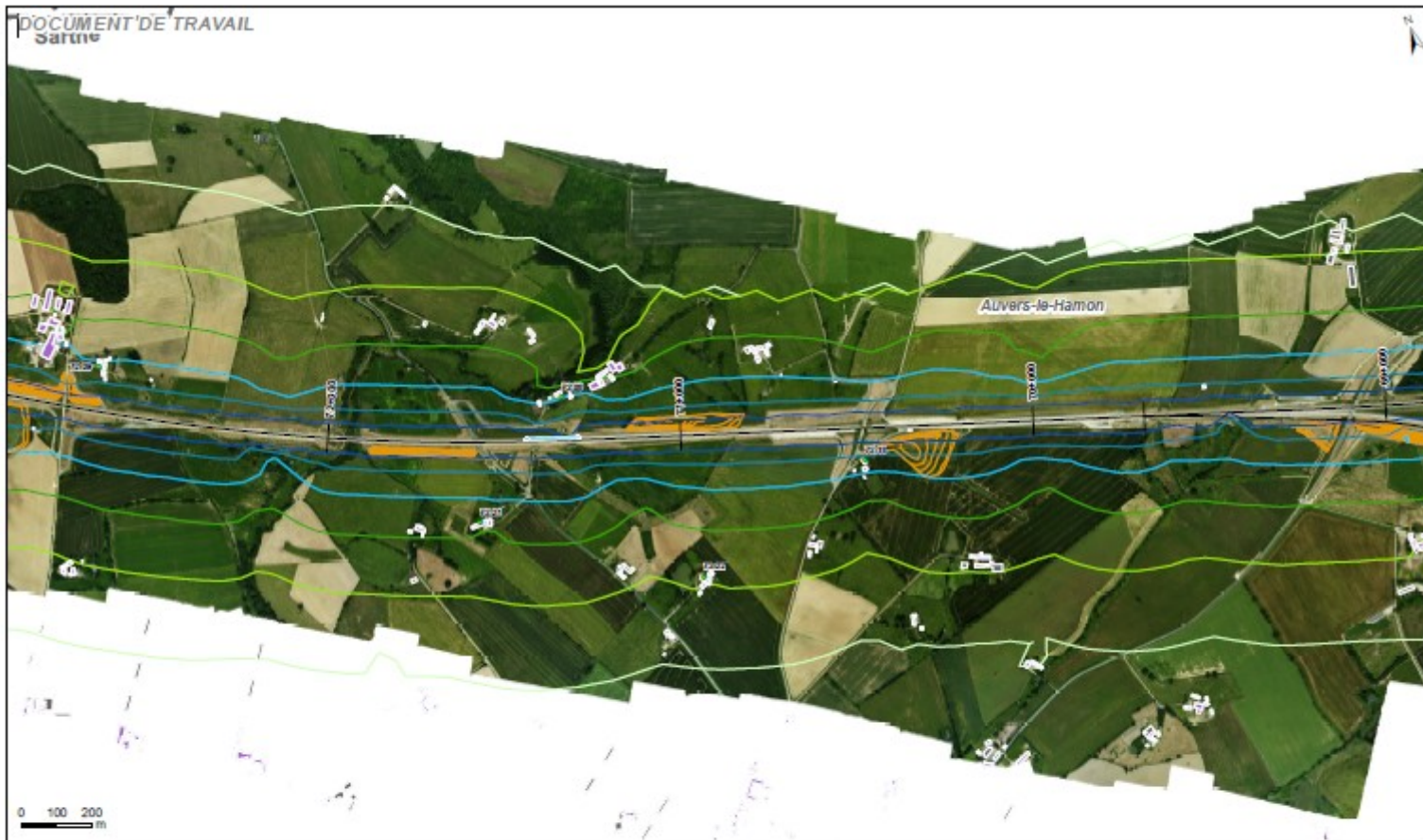


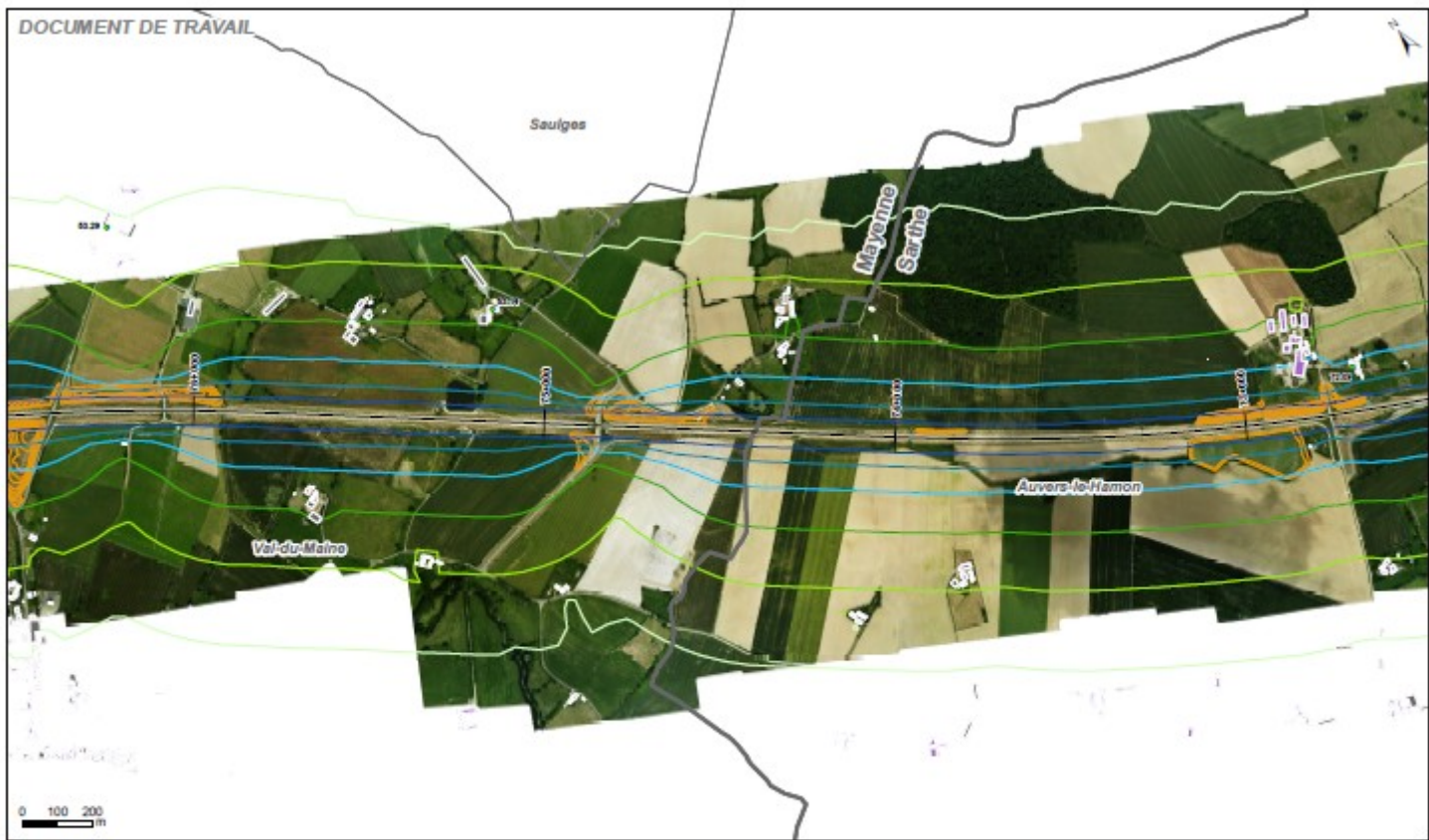
Légende

Limite départementale	Écran acoustique	Isophone L _{Amax} en dB(A)	75
Limite communale	Muron acoustique	80	85
Axe des voies	Aménagement paysager	85	80
Point de mesure	Bât habité		
	Bât non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (L_{Amax} selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h





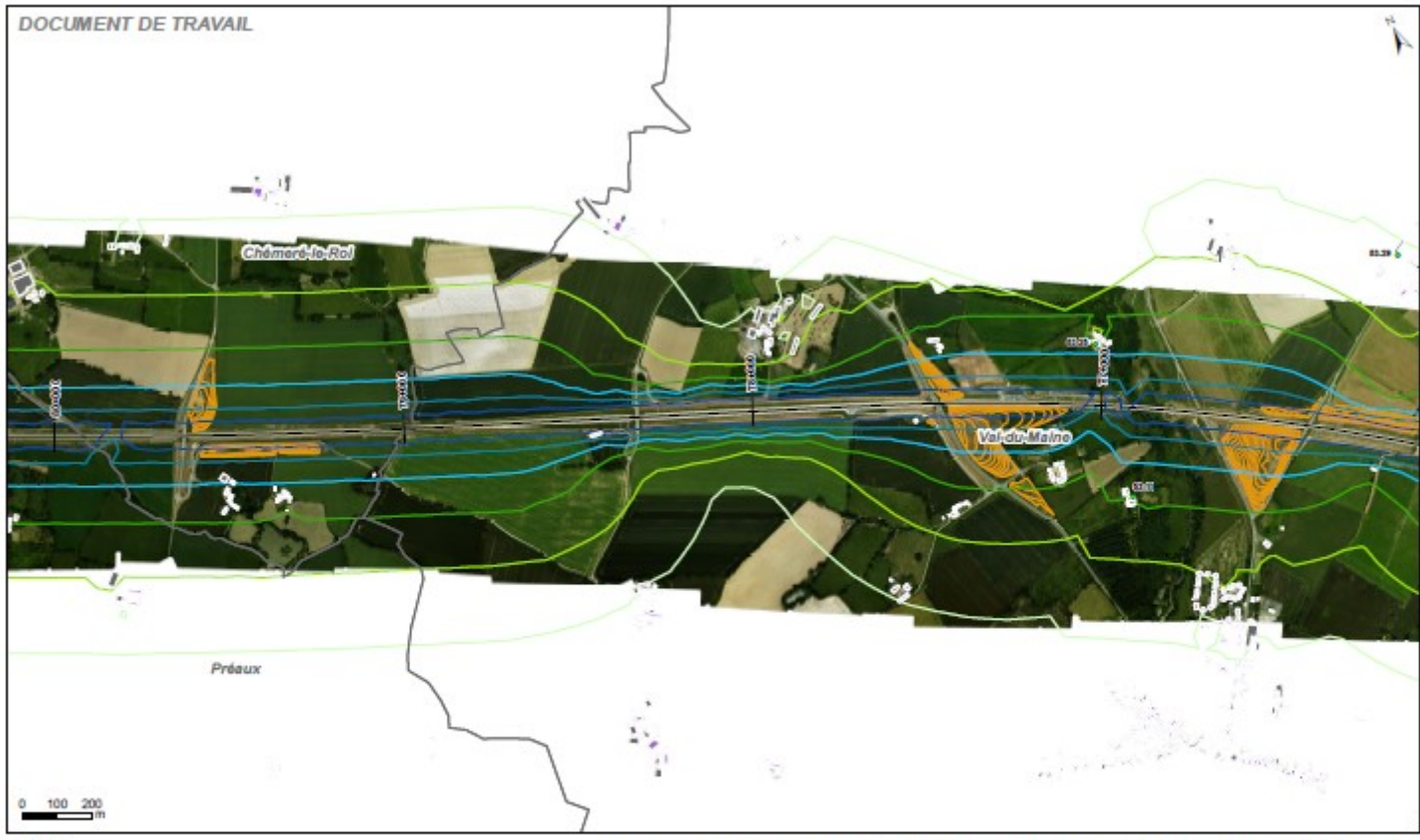


Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Merlon acoustique	70
Axe des voies	Aménagement paysager	65
Point de mesure	Bât. habité	60
	Bât. non habité	

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

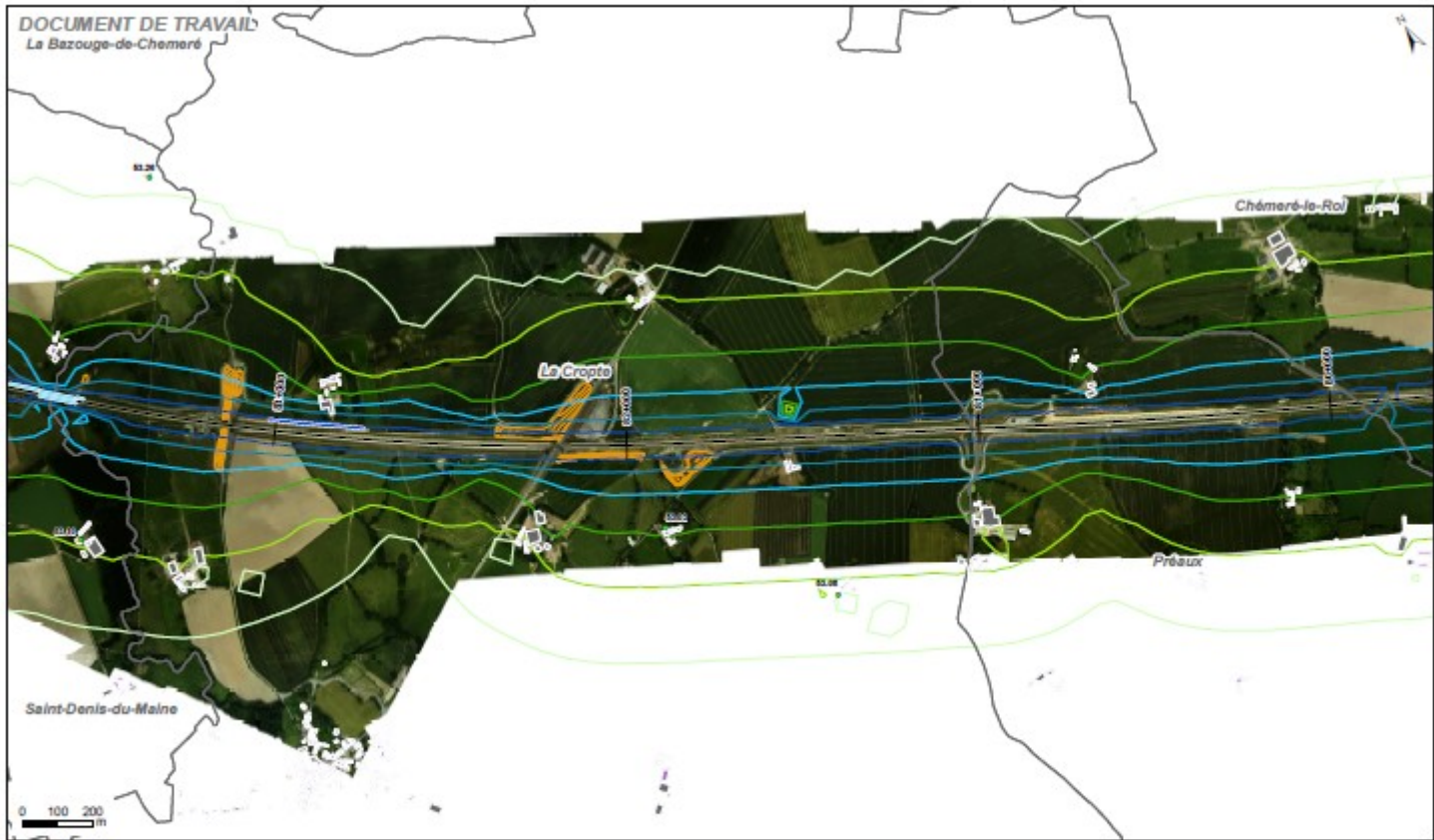




Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Merlon acoustique	70
Axe des voies	Aménagement paysager	65
Point de mesure	Bâti habité	90
Bâti non habité	85	80

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

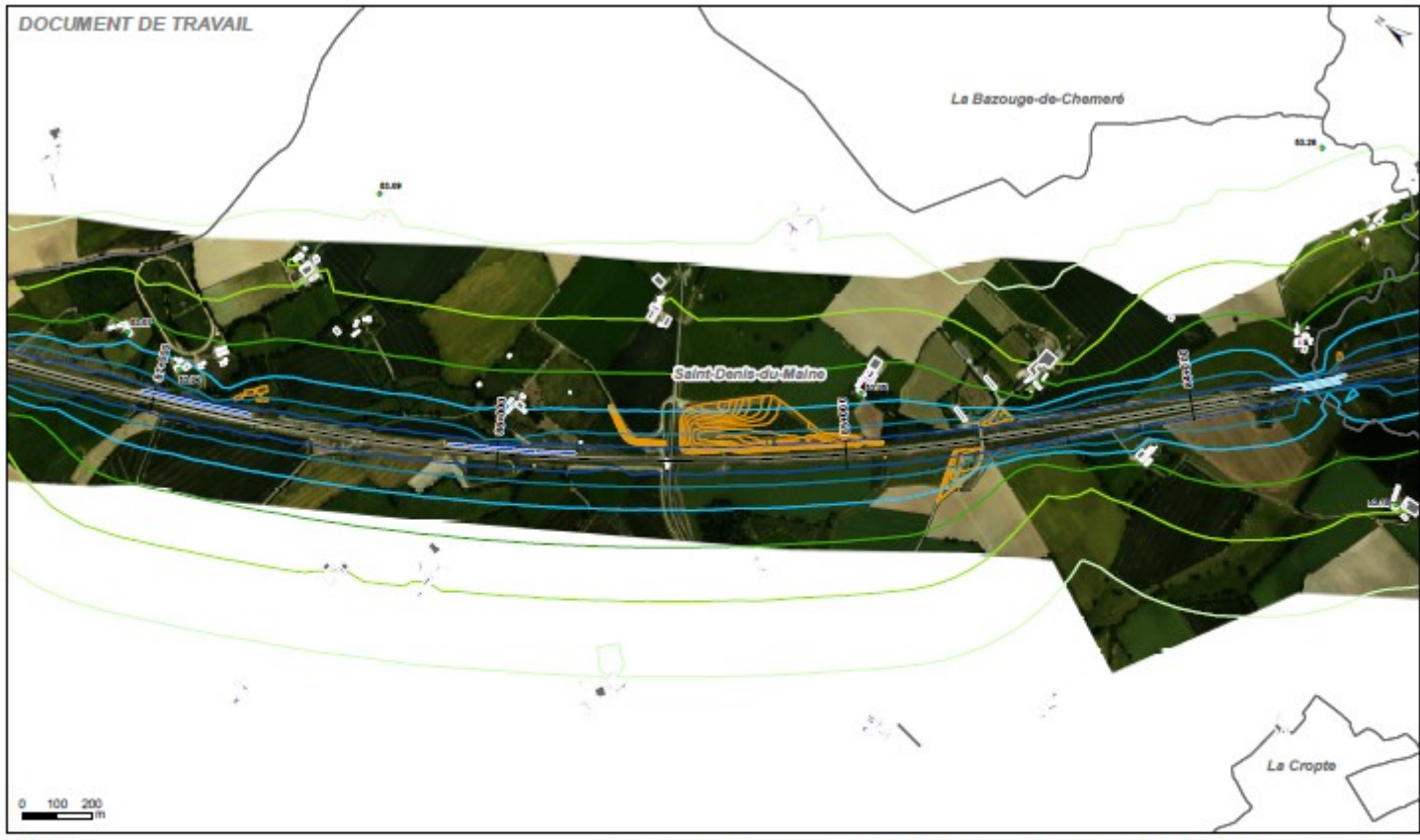


LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Muron acoustique	70
Axe des voies	Aménagement paysager	65
Point de mesure	Bât. habité	60
	Bât. non habité	

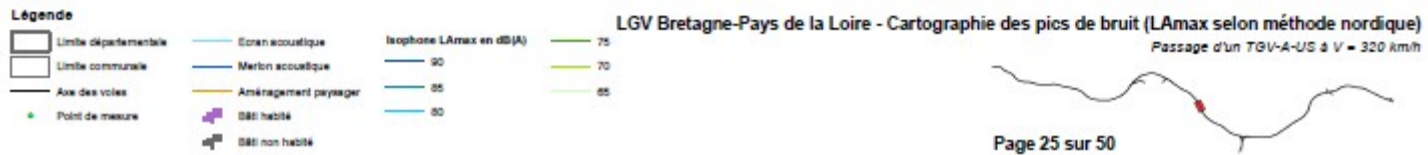
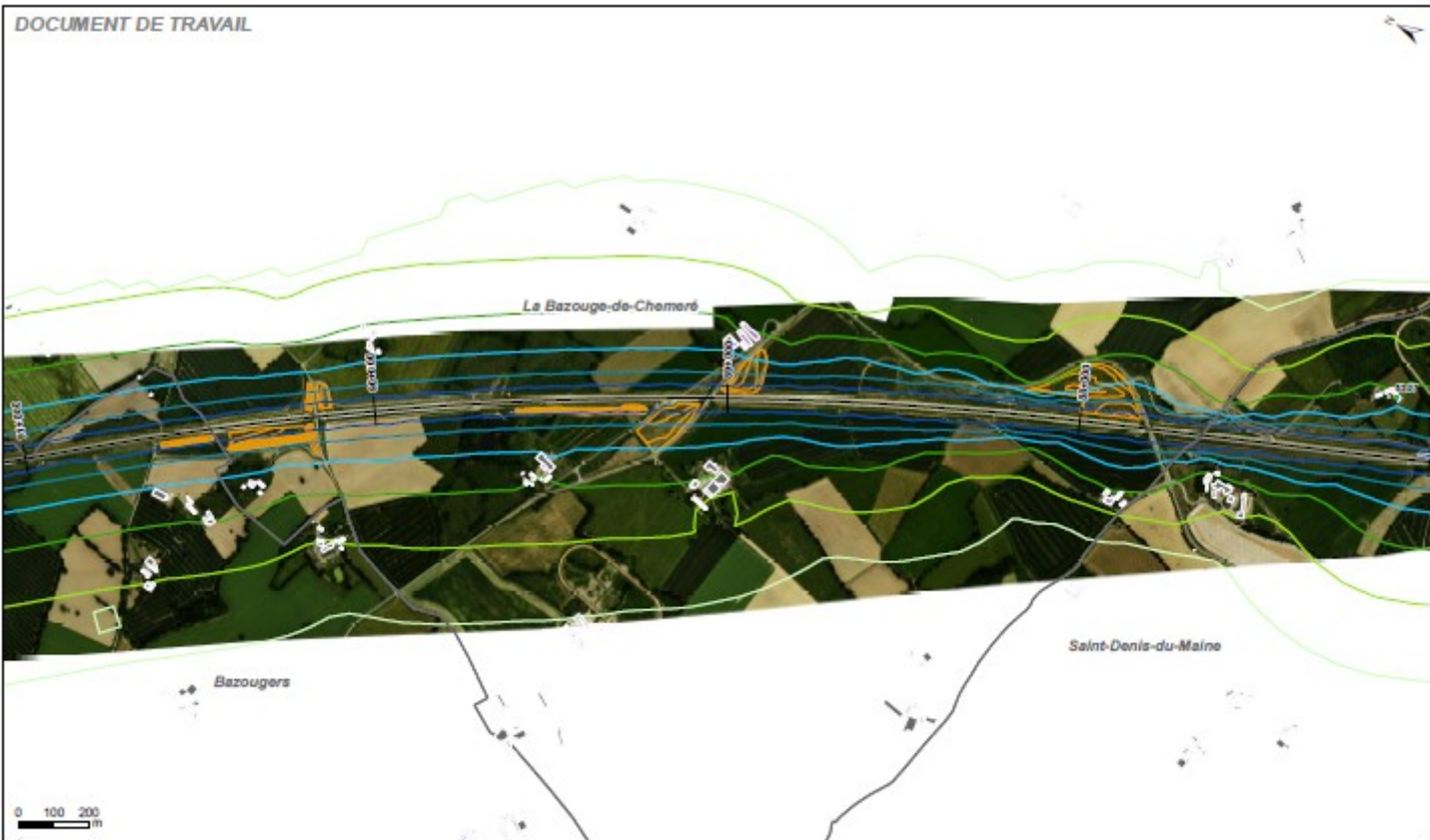


Page 23 sur 50



LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

Légende			
Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Murion acoustique		90
Axe des voies	Aménagement paysager		85
Point de mesure	Bâtiment habité		80
	Bâtiment non habité		



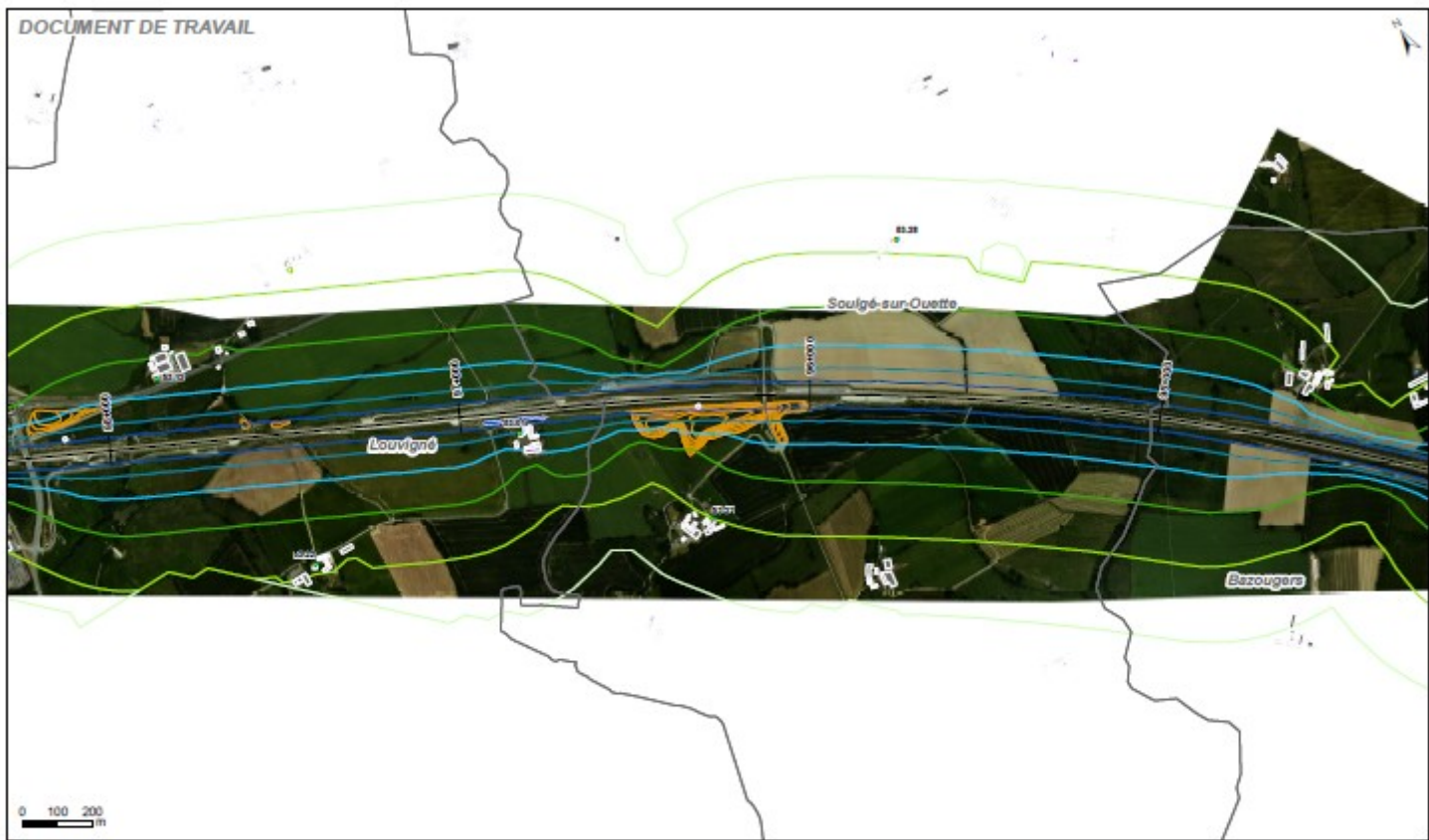


Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmox en dB(A)	75
Limite communale	Menton acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bâtiment habité	80	
	Bâtiment non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmox selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h





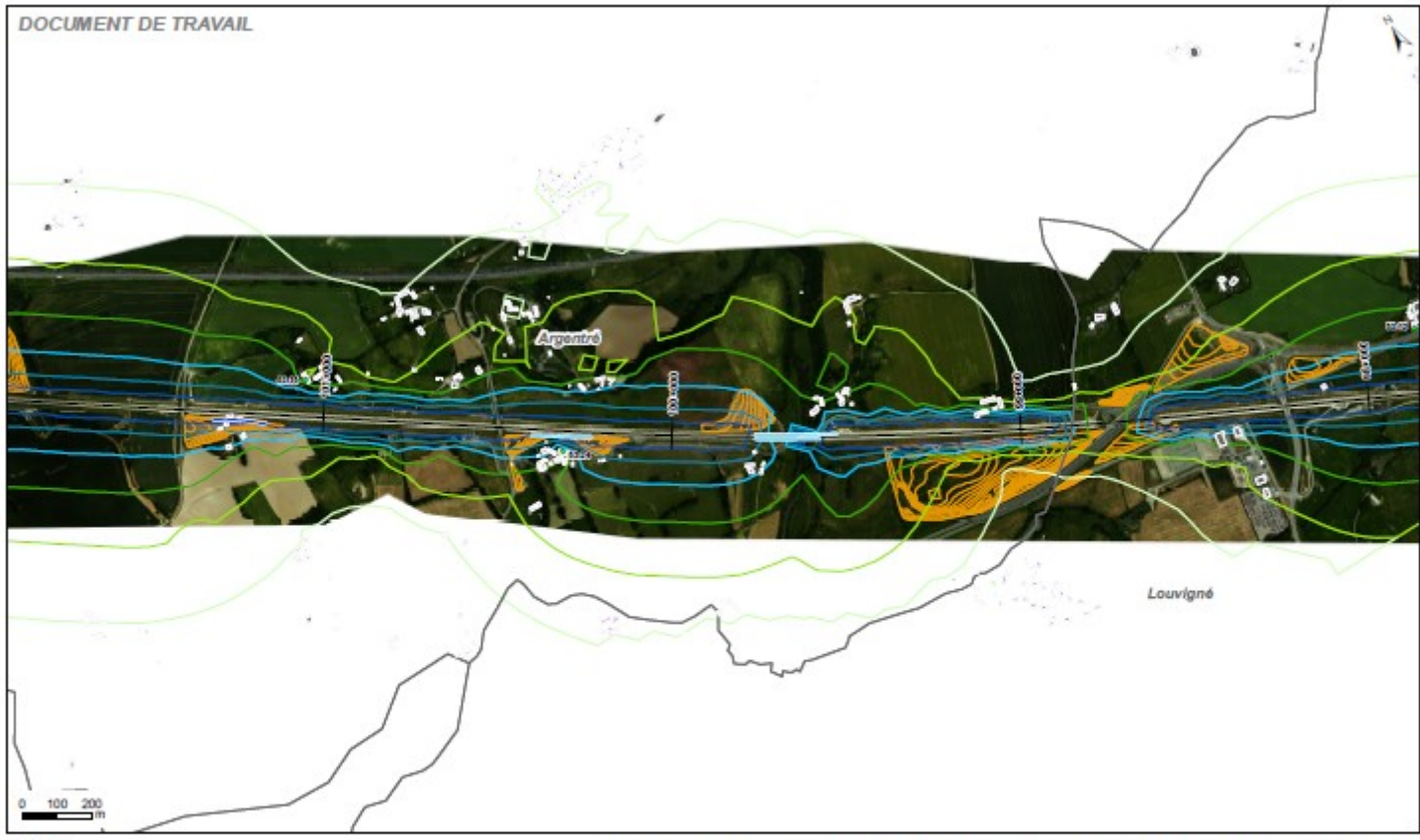
Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Merlon acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bât. habité	80	
	Bât. non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h



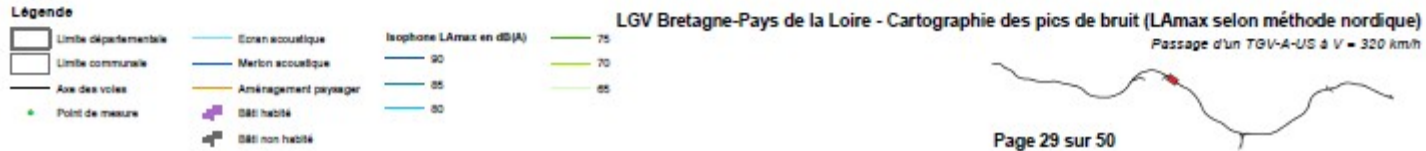
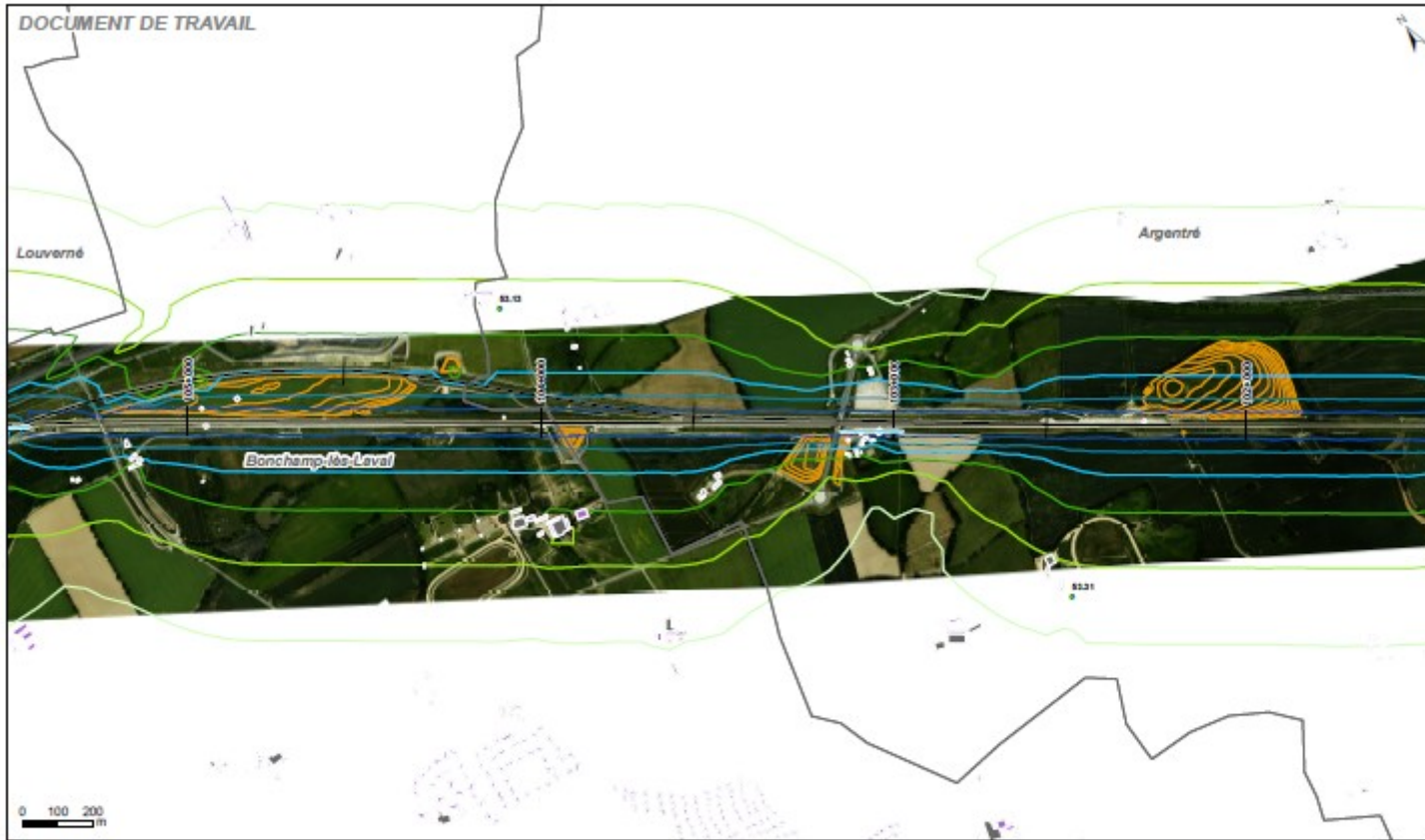
Page 27 sur 50



Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Menton acoustique	80	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bât habité	90	
	Bât non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

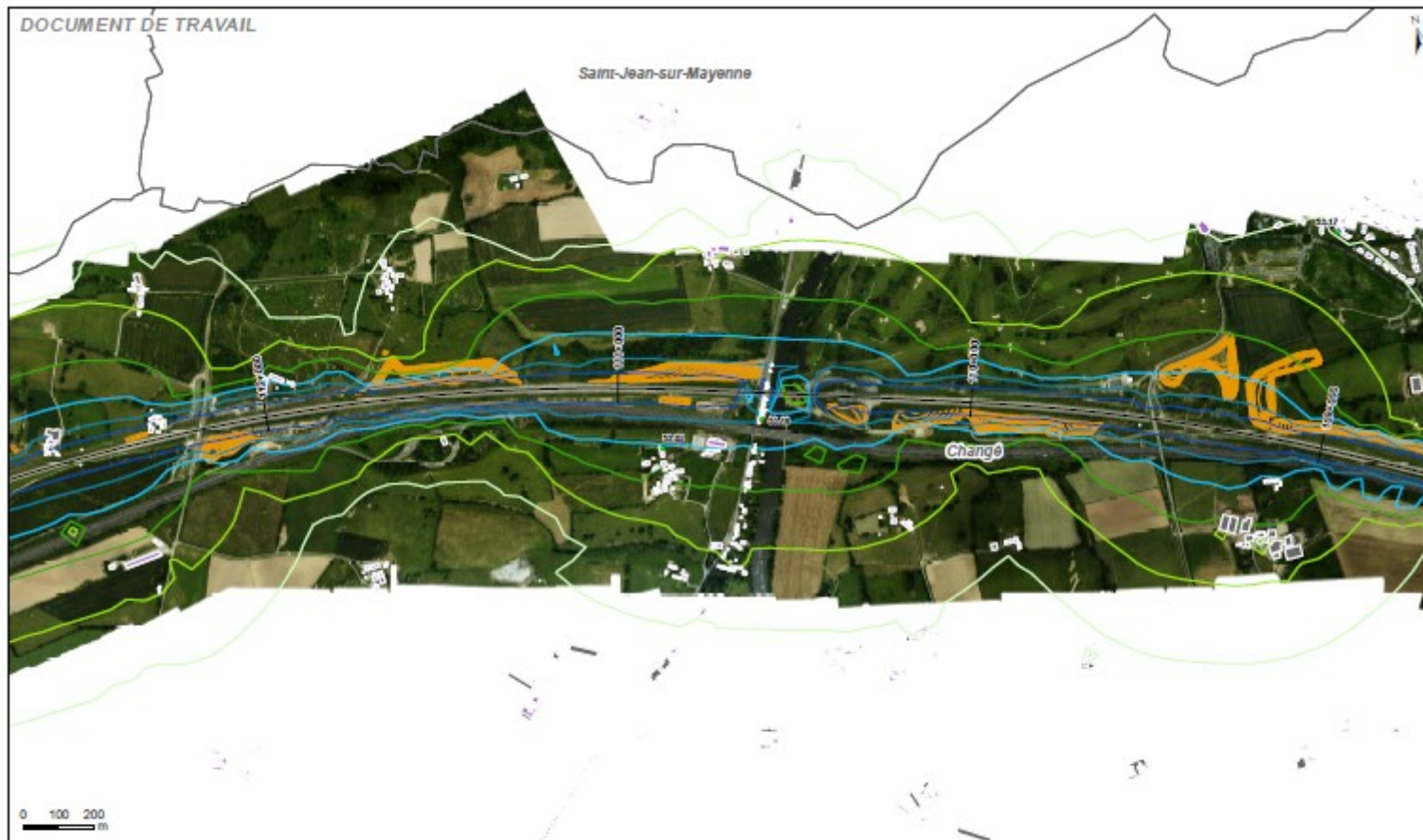




Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Muron acoustique	70
Axe des voies	Aménagement paysager	65
Point de mesure	Bâti habité	80
	Bâti non habité	

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

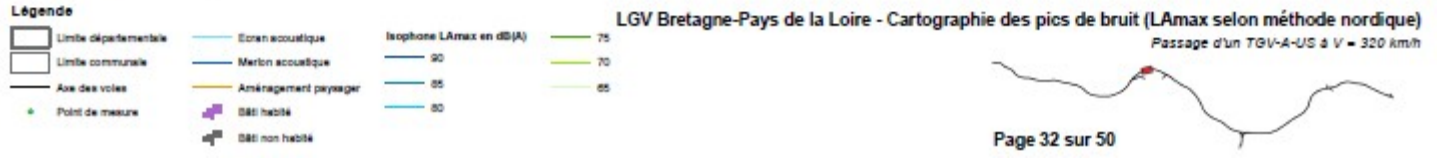


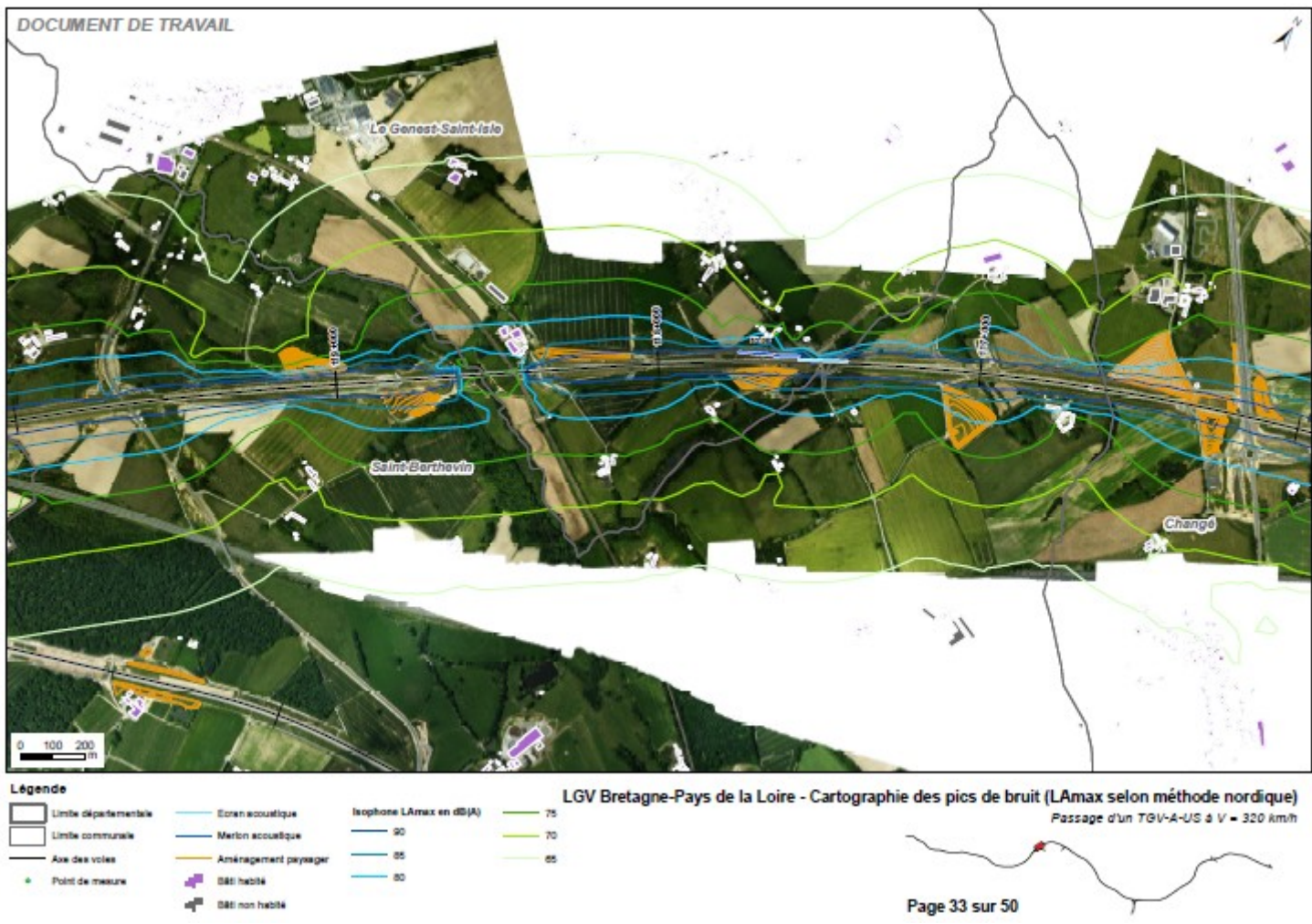
Légende

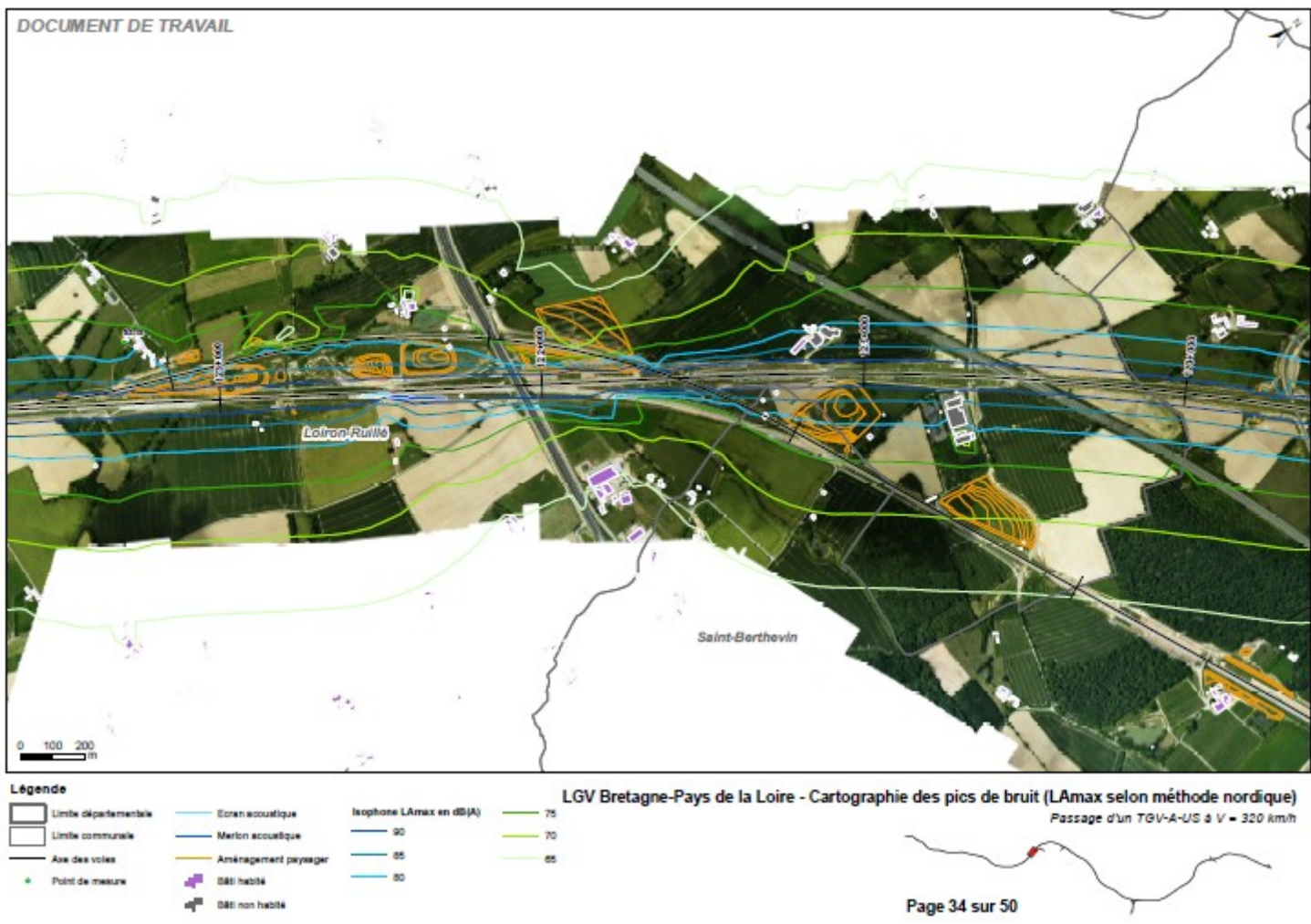
Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Mufon acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 70
Axe des voies	Aménagement paysager	Isophone LAmax en dB(A) 65
Point de mesure	Bât habité	Isophone LAmax en dB(A) 60
	Bât non habité	

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

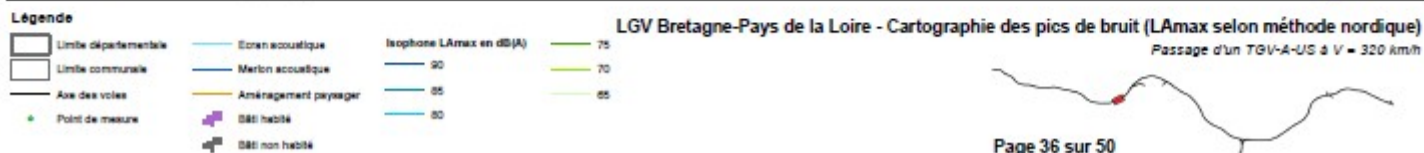
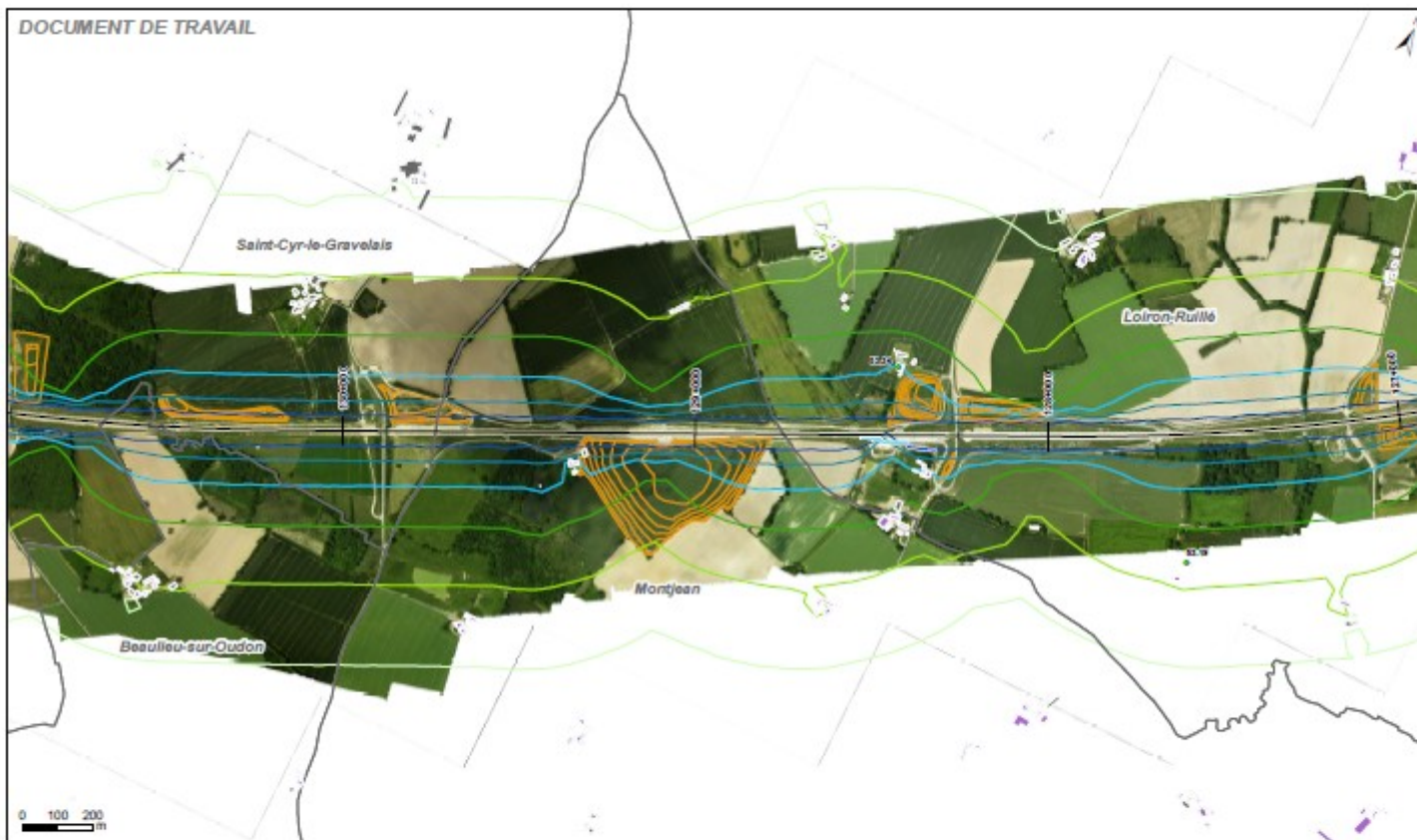
Page 31 sur 50

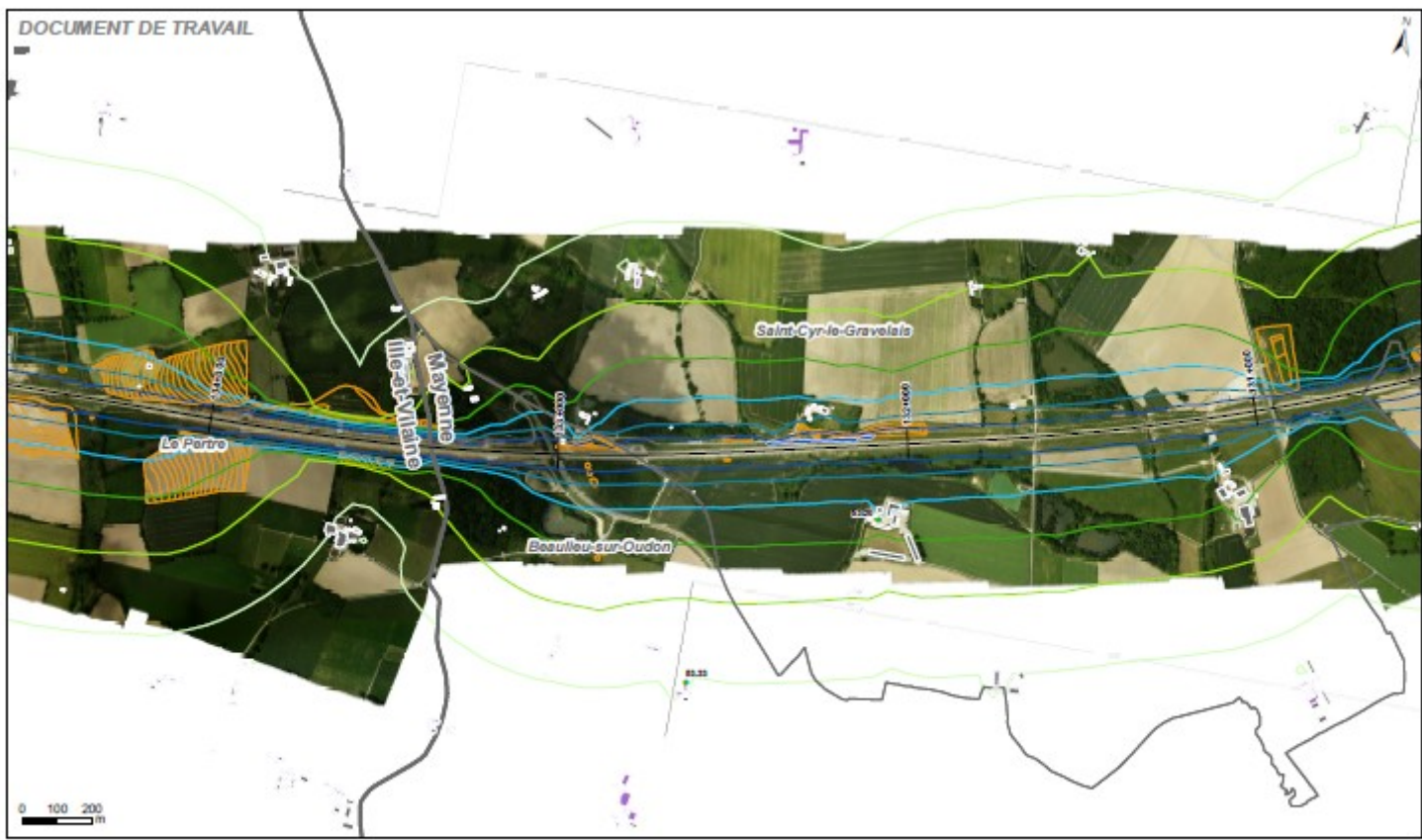










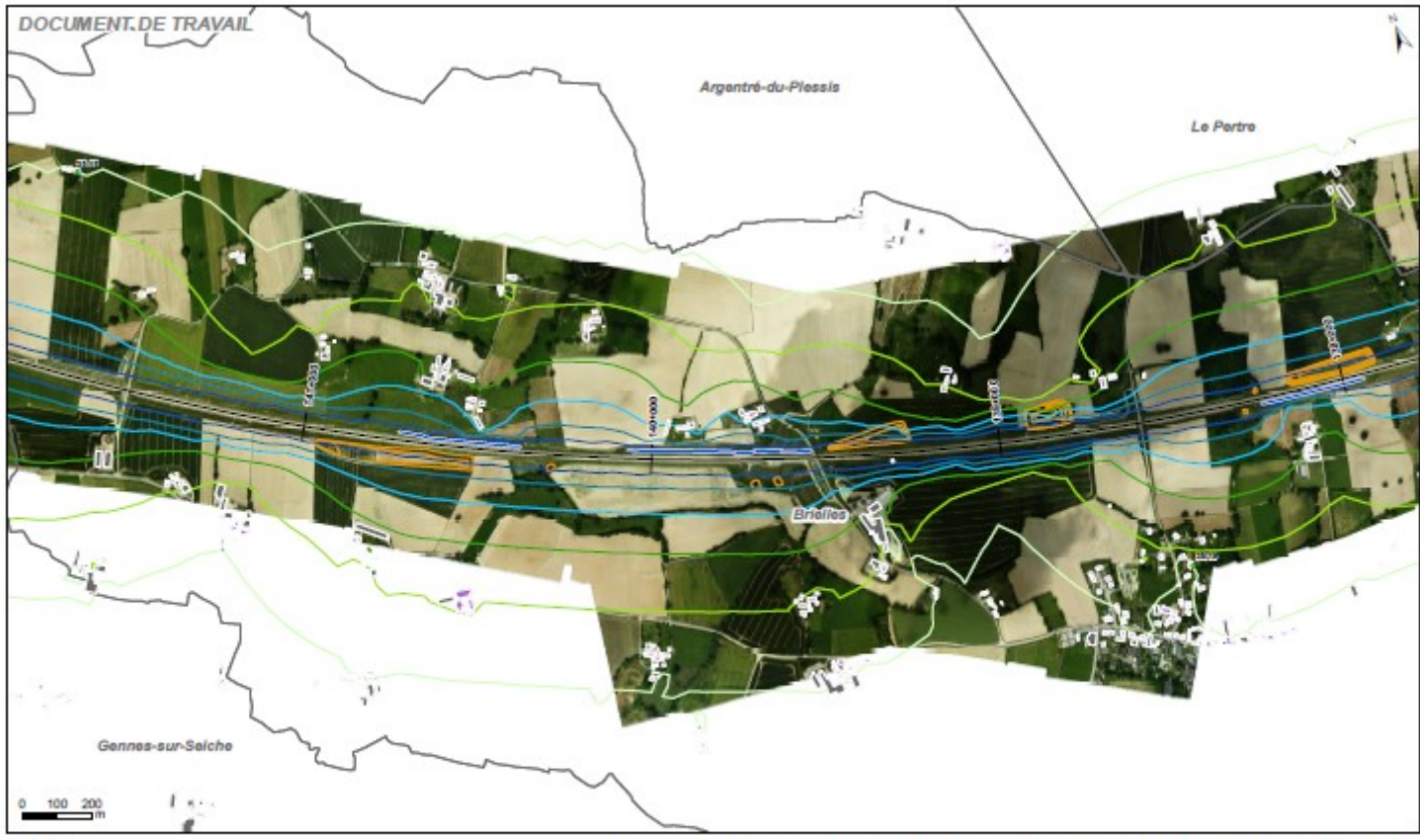


Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone L _{max} en dB(A)	75
Limite communale	Murin acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	85
Point de mesure	DSI habité	80	
	DSI non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (L_{max} selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h





DOCUMENT DE TRAVAIL

Argentré-du-Plessis

Le Portre

Briailles

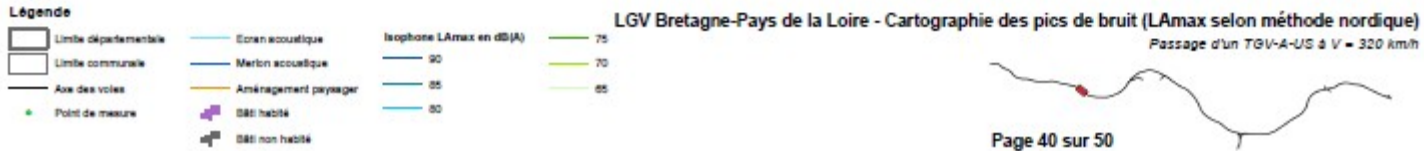
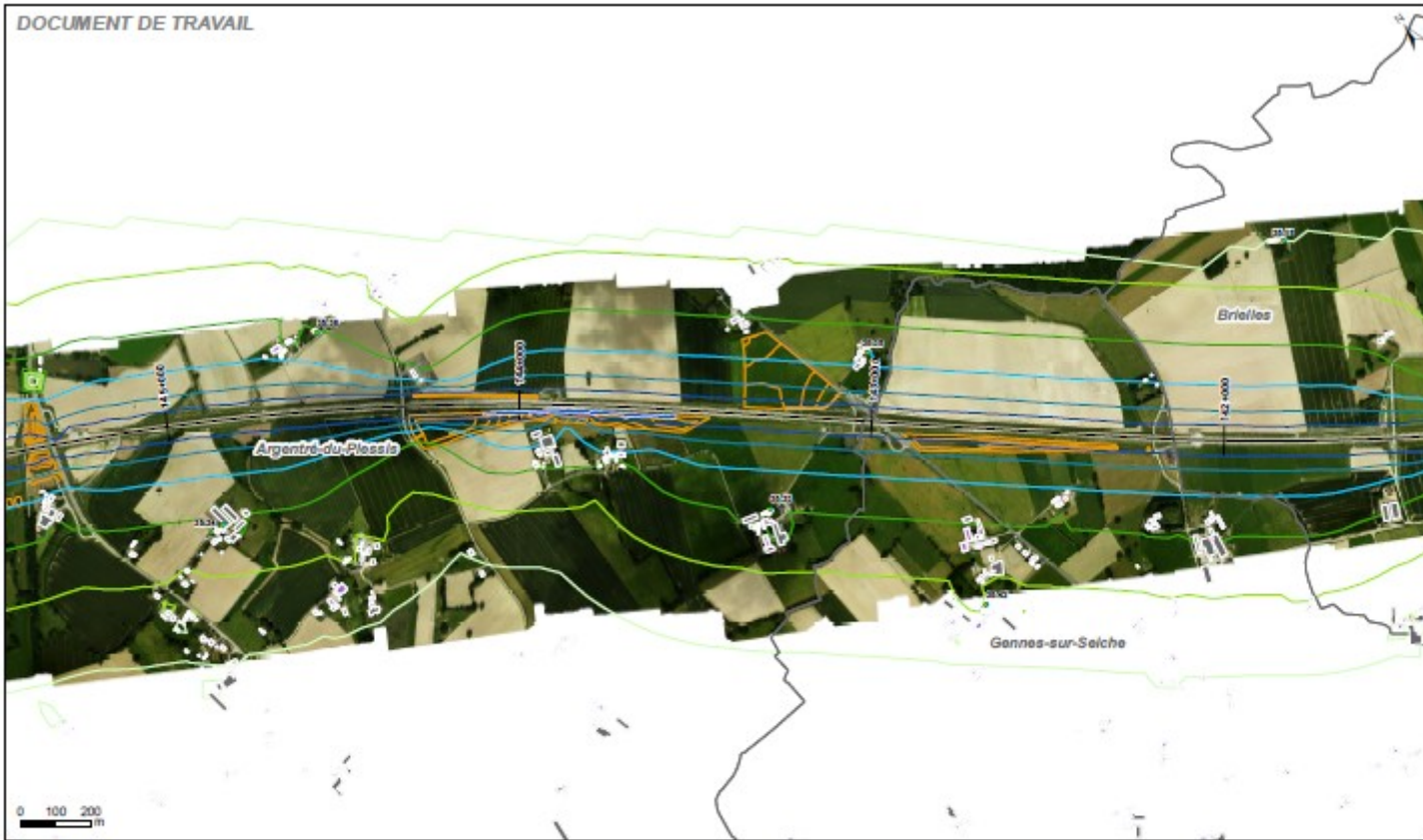
Gennevilliers-sur-Seiche

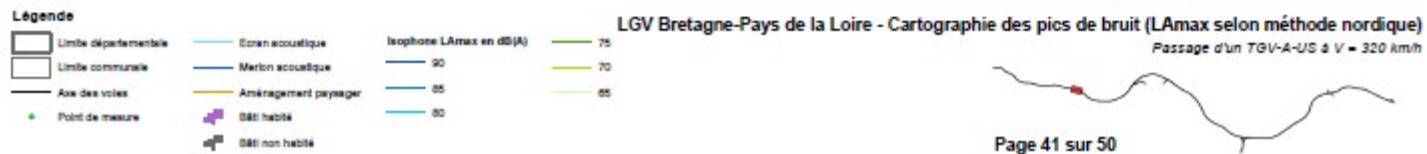
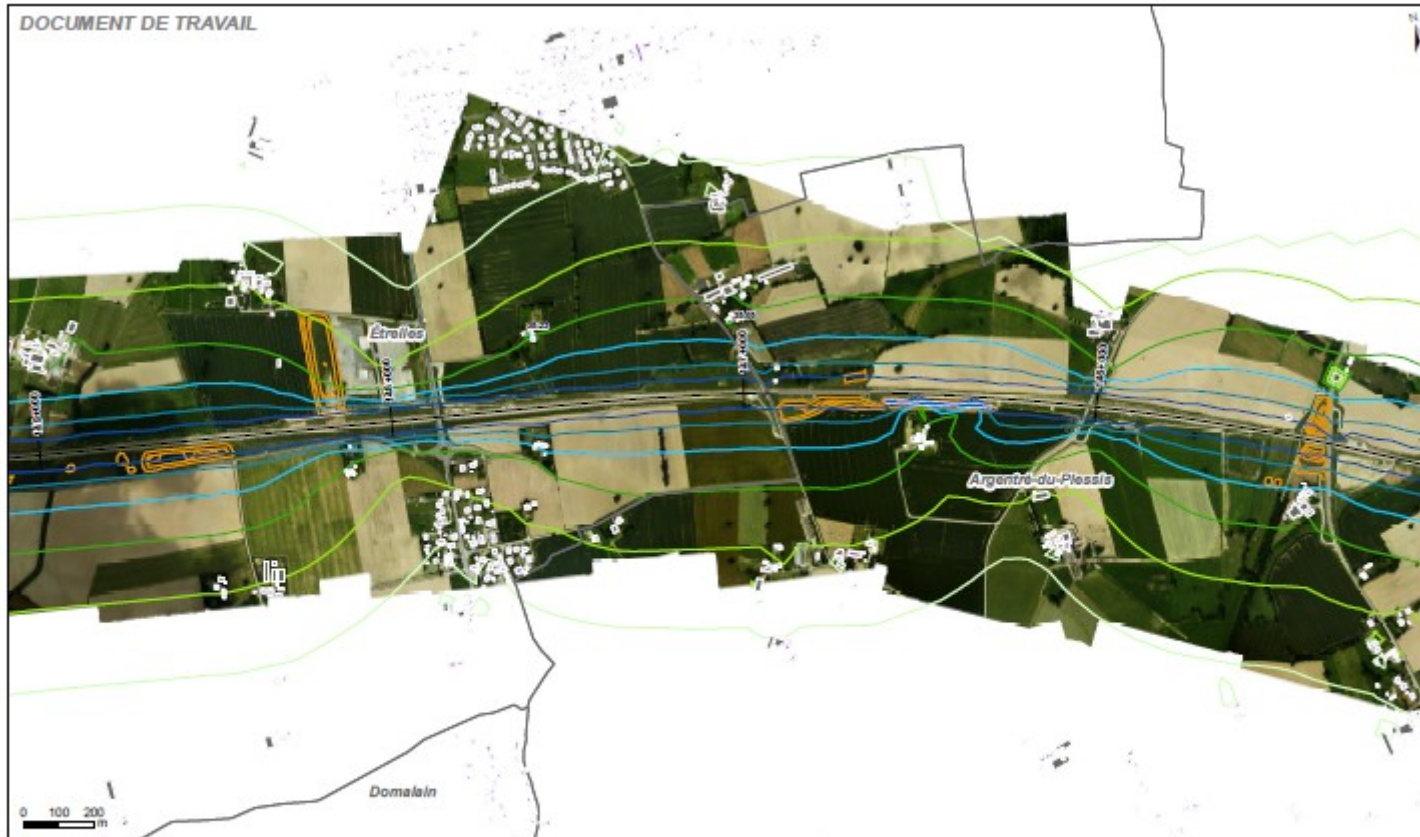
0 100 200 m

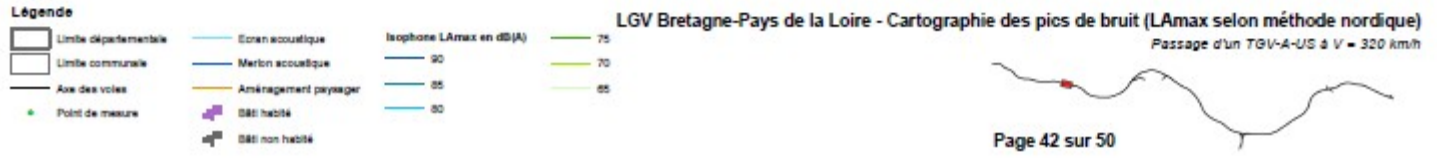
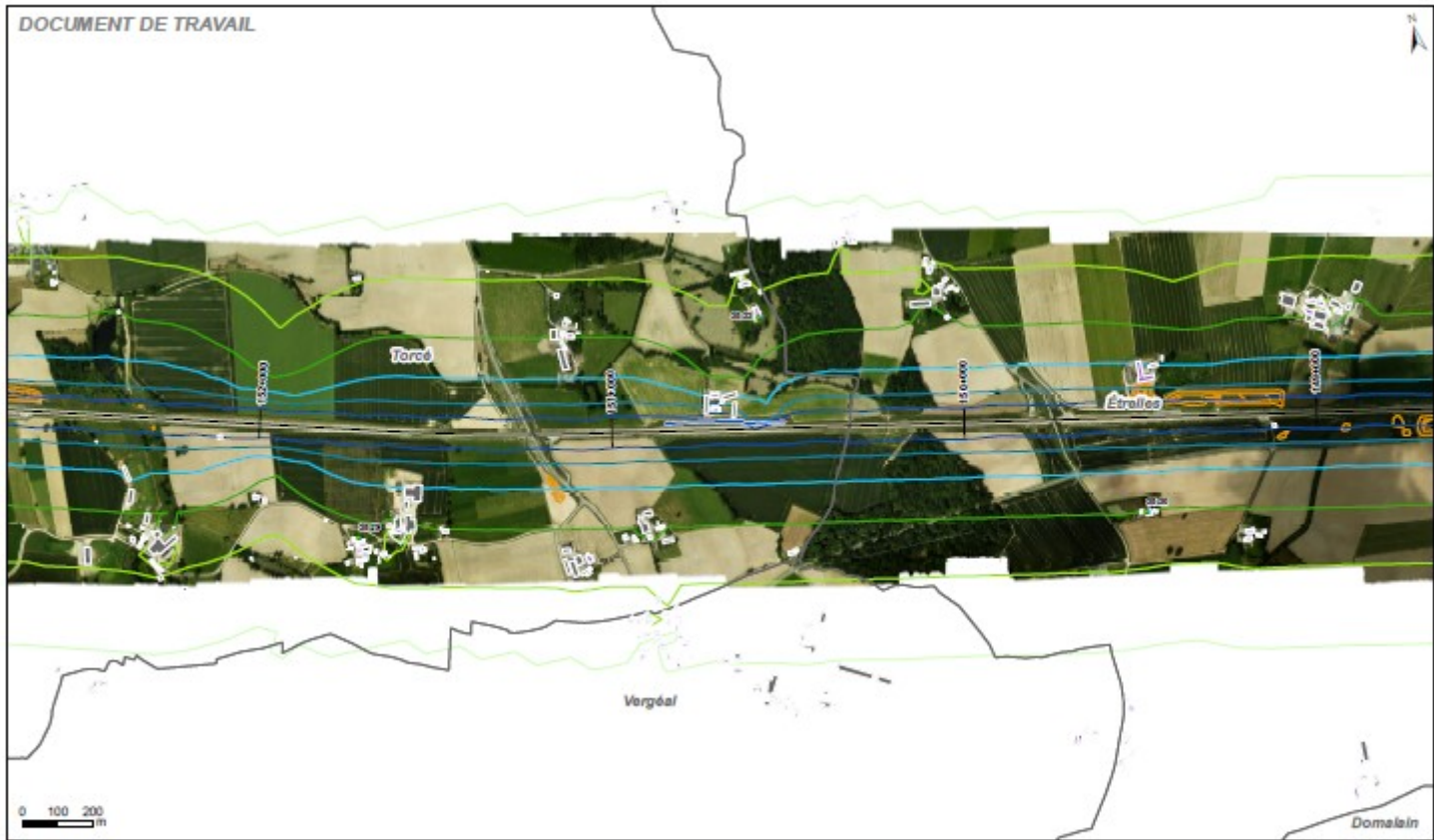
Légende

<ul style="list-style-type: none"> ▭ Limite départementale ▭ Limite communale — Axe des voies ● Point de mesure 	<ul style="list-style-type: none"> — Ecran acoustique — Muron acoustique — Aménagement paysager ■ Bâti habité ■ Bâti non habité 	<p>Isophone LAmax en dB(A)</p> <ul style="list-style-type: none"> — 90 — 85 — 80 	<p>LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)</p> <p>Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h</p> <p>75</p> <p>80</p> <p>85</p>
---	--	--	---

Page 39 sur 50





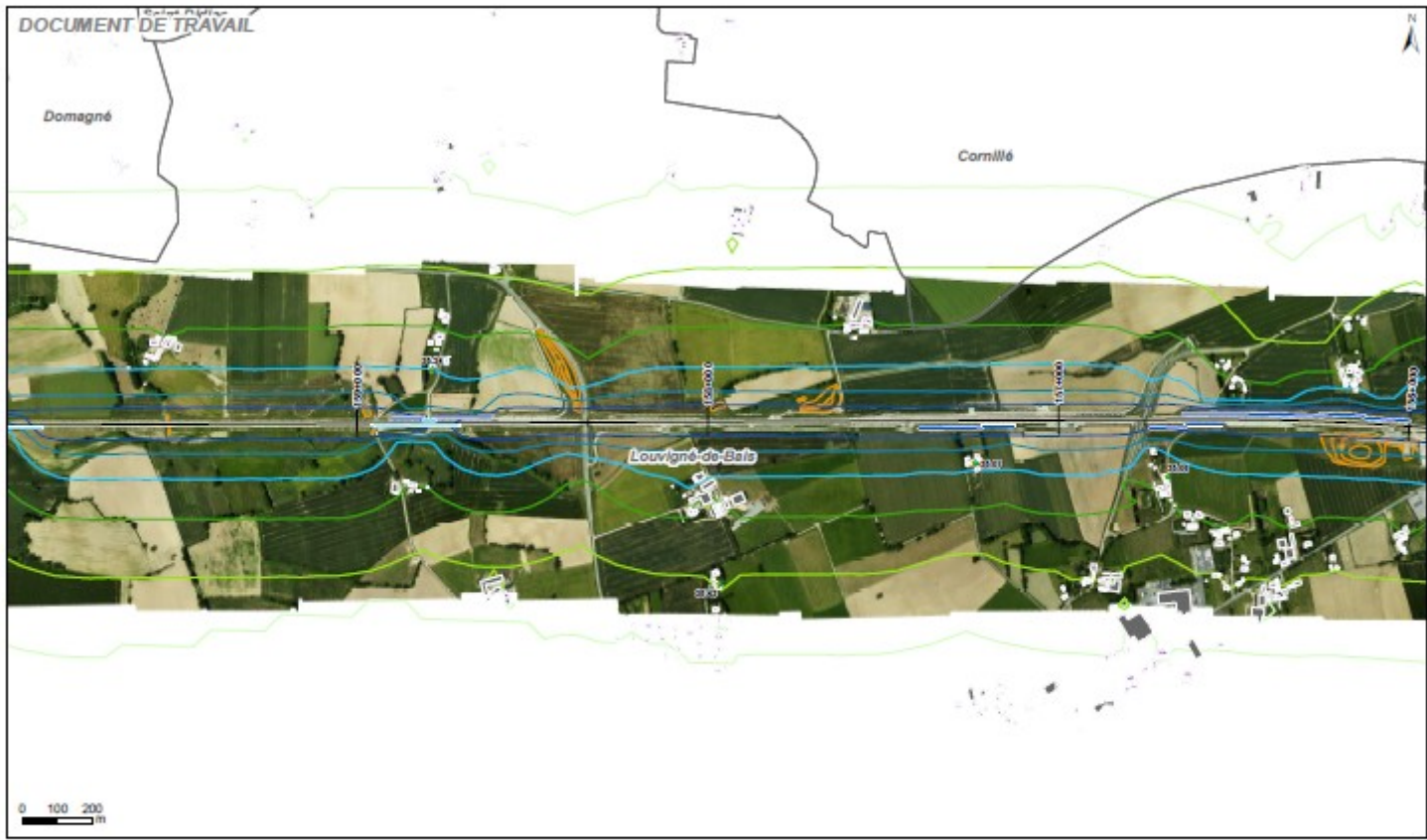




Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Menton acoustique	80	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bâti habité	80	
	Bâti non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h



Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A)	75
Limite communale	Merlon acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bâti habité	80	
	Bâti non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

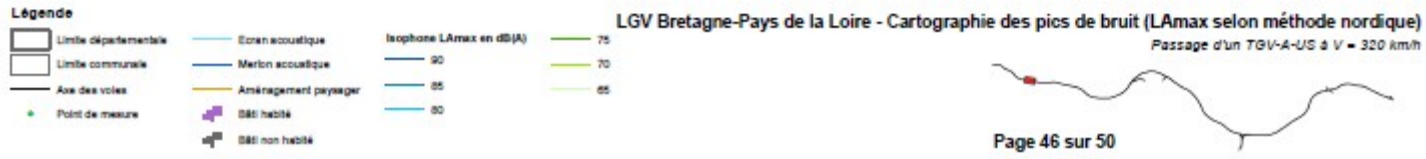


Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 75
Limite communale	Merton acoustique	Isophone LAmax en dB(A) 70
Axe des voies	Aménagement paysager	Isophone LAmax en dB(A) 65
Point de mesure	Bât habité	Isophone LAmax en dB(A) 60
	Bât non habité	

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique)
 Passage d'un TGV-A-UG à V = 320 km/h

Page 45 sur 50



Page 46 sur 50

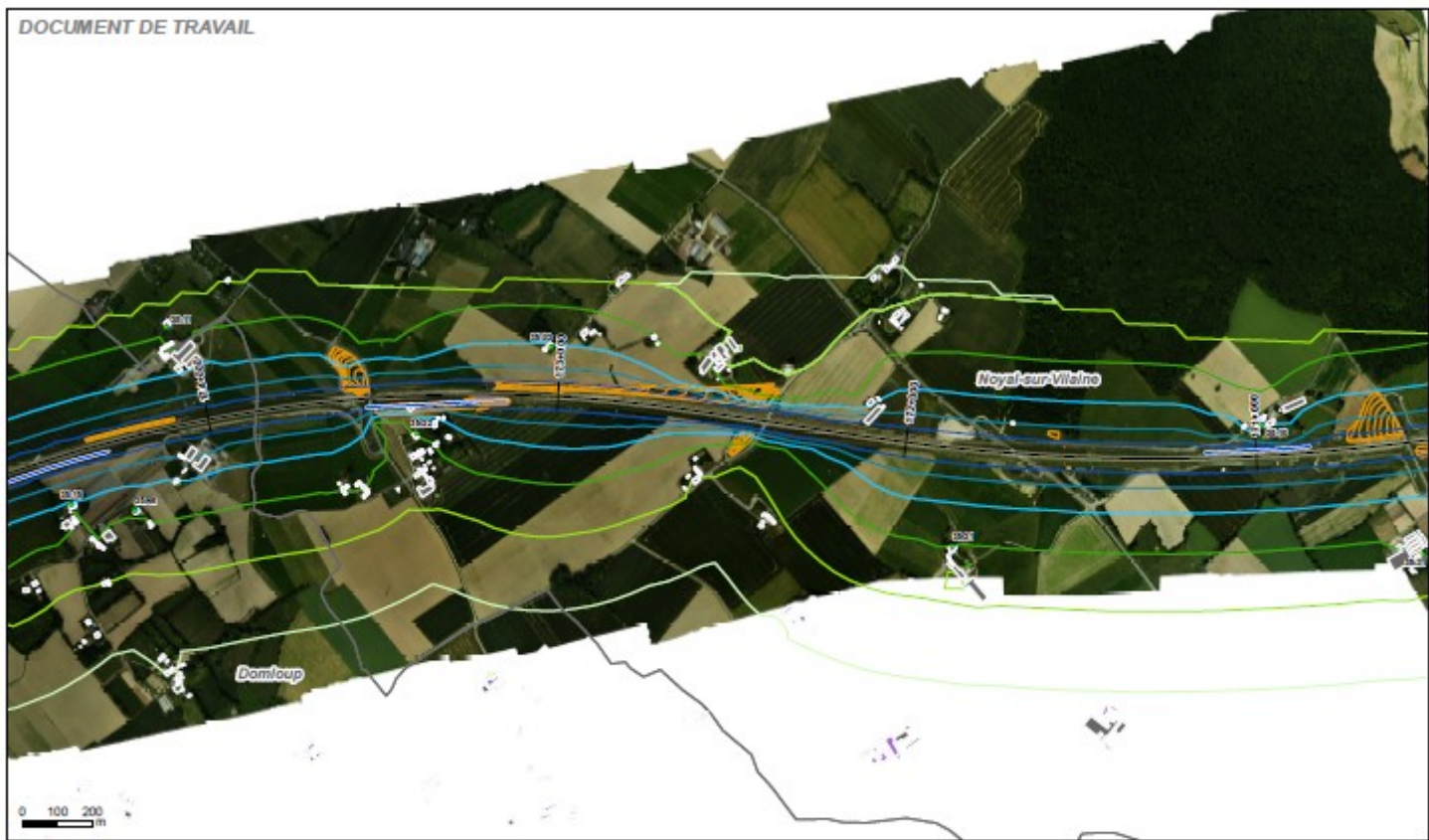


Légende

Limite départementale	Ecran acoustique	Isophone L _{max} en dB(A)	75
Limite communale	Murin acoustique	90	70
Axe des voies	Aménagement paysager	85	65
Point de mesure	Bâti habité	80	
	Bâti non habité		

LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (L_{max} selon méthode nordique)
Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h

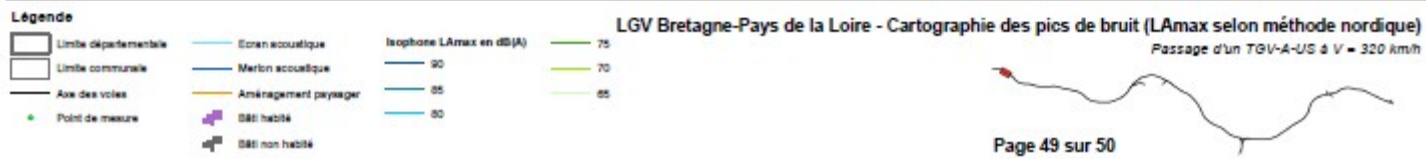
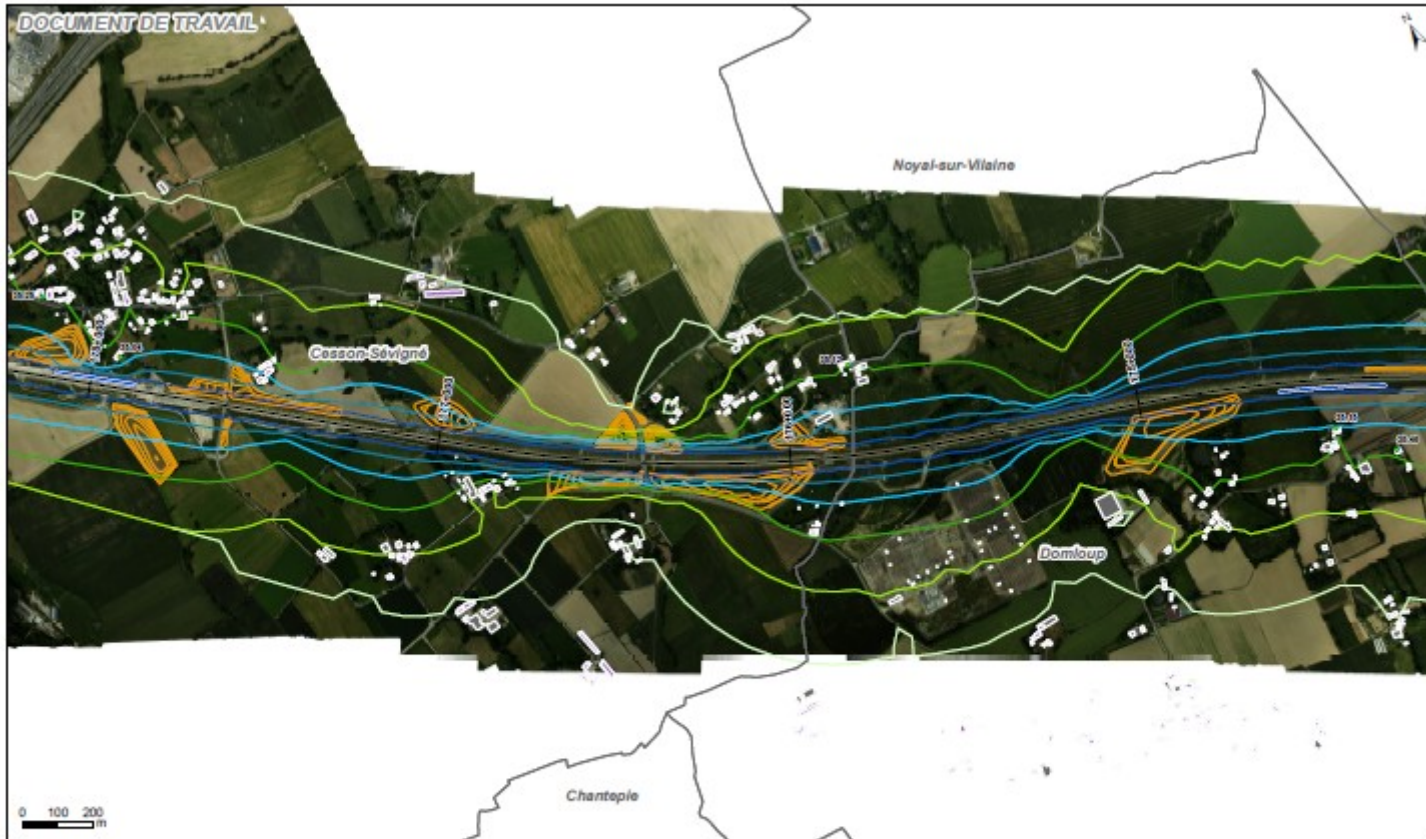




Légende

<ul style="list-style-type: none"> ▭ Limite départementale ▭ Limite communale — Axe des voies ● Point de mesure 	<ul style="list-style-type: none"> — Ecran acoustique — Muron acoustique — Aménagement paysager ■ Bât. habité ■ Bât. non habité 	<ul style="list-style-type: none"> Isophone LAmax en dB(A) — 90 — 85 — 80 	<p>LGV Bretagne-Pays de la Loire - Cartographie des pics de bruit (LAmax selon méthode nordique) <i>Passage d'un TGV-A-US à V = 320 km/h</i></p>
---	--	---	--

Page 48 sur 50





11. LGV BPL : comparaison des indicateurs LAeq jour et Lden, LAeq nuit et Lnight

La mission a demandé au Cerema de calculer les valeurs en dB(A) des Lden et Lnight des émissions sonores des trains sur un certain nombre de points de mesure de bruit sur la LGV BPL afin de les comparer à leurs valeurs en LAeq (6h-22h) et (22h-6h). Cette comparaison a été réalisée sur un échantillon de mesures comprenant des mesures plutôt élevées (au-dessus de 50 dB).

Point de mesure	Commune	LAeq (6h-22h)	Lden	LAeq (22h-6h)	Lnight
72-01	Neuville-sur-Sarthe	56,7	55,1	44,9	41,9
72-02	Coulans-sur-Gée	54,5	52,5	42,2	39,2
72-03	Soulligné-Flacé	51,6	50,1	41,6	38,6
72-04	Crannes-en-Champagne	51,4	49,6	41,6	38,6
72-05	Vallon-sur-Gée	58,3	56,7	47,4	44,4
72-06	Chantenay-Villedieu	54,7	53,1	43,8	40,8
72-07	Poillé-sur-Vesgre	48	47	38,5	35,5
72-08	Auvers-le-Hamon	52,6	51	42,7	39,7
72-10	Savigné-l'Evêque	41,7	40,4	30,7	27,7
72-11	Savigné-L'Evêque	49,2	47,8	39	36
72-20	Saint-Corneille	54,2	53	43,9	40,9
72-37	Coulans-sur-Gée	55,3	53,6	43,7	40,7
72-41	Aigné	58,8	56,9	46,5	43,5
53-16	Changé	56,3	54	39,4	36,4
53-26	Val-du-Maine (Ballée)	61,3	61,6	55,1	52,1
53-34	Loiron-Ruillé	57,6	57,7	51,7	48,7
35-01	Domagné	54,2	53,2	46,4	43,4
35-24	Louvigné-de-Bais	58,2	55,8	45,6	42,6
35-35	Ossé	57,5	57	49,3	46,3

12. Spécifications techniques d'interopérabilité

Les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sont des règlements publiés au Journal Officiel de l'Union Européenne, après vote formel de la Commission Européenne sur proposition de l'EUAR (*European Union Agency for Railways*) en application de la directive relative à l'interopérabilité du système ferroviaire (la dernière en date étant la directive 2016/797/UE).

Le but recherché par les directives relatives à l'interopérabilité est de bénéficier des avantages découlant de la mise en place d'un espace ferroviaire européen unique, en favorisant l'interconnexion et l'interopérabilité des réseaux ferroviaires nationaux ainsi que l'accès à ces réseaux, et de mettre en œuvre toute mesure pouvant s'avérer nécessaire dans le domaine de l'harmonisation des normes techniques. L'interopérabilité y est définie comme « l'aptitude du système ferroviaire à permettre la circulation sûre et sans rupture des trains qui accomplissent les niveaux de performances requis » lors du passage d'un pays à l'autre au sein de l'UE. Elle repose sur l'ensemble des conditions réglementaires, techniques et opérationnelles (STI) auxquelles doivent satisfaire les sous-systèmes de nature structurelle (infrastructure, énergie, contrôle/commande et signalisation, matériel roulant) et ceux de nature fonctionnelle (exploitation et gestion du trafic, entretien, applications télématiques). C'est pourquoi il existe des STI pour chacun de ces aspects, le bruit étant rattaché au sous-système matériel roulant.

Le règlement (UE) n° 1304/2014 de la Commission du 26 novembre 2014 relatif à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système « Matériel roulant – bruit » dit « STI bruit 2014 », modifie la décision 2008/232/CE (dit « STI matériel roulant grande vitesse 2008 ») relative au matériel roulant à grande vitesse et abroge la décision 2011/229/UE relative au bruit sur les lignes conventionnelles. Il reprend dans une même STI toutes les exigences relatives au bruit, que ce soit pour les lignes conventionnelles¹³⁵ ou pour les lignes à grande vitesse. Il étend également le champ d'application de cette STI à l'ensemble du réseau ferroviaire de l'Union européenne et non plus au seul réseau trans-européen (RTE). Ce règlement fixe les niveaux de bruit des matériels roulants (bruit au stationnement, au démarrage, au passage et en cabine).

Au sein de l'UE, les matériels roulants doivent respecter la STI bruit en vigueur au moment de leur demande d'autorisation de circulation.

La vérification de la conformité des matériels roulants à l'ensemble des STI, et tout particulièrement à la STI bruit, est réalisée par un organisme notifié (NoBo – *Notified Body*) qui délivre un certificat CE de vérification au demandeur (constructeur du matériel roulant ou entreprise ferroviaire qui demande l'autorisation du matériel roulant).

L'autorité nationale de sécurité (en France, l'établissement public de sécurité ferroviaire – EPSF) ne délivre l'autorisation de mise en exploitation commerciale du matériel roulant neuf qu'à condition que ledit matériel roulant soit conforme à la STI en vigueur à la date de sa première mise en circulation. Ainsi, le dossier de sécurité envoyé par le demandeur de l'autorisation à l'EPSF doit contenir les preuves de conformité, notamment les certificats CE de vérification. Il est à noter qu'à partir du 16 juin 2019 et l'entrée en vigueur du 4^e paquet ferroviaire, cette autorisation sera délivrée par l'EUAR pour tout matériel exploité dans au moins 2 pays.

¹³⁵ Réseau ferré national sur lesquels les trains ne peuvent pas circuler à grande vitesse.

Ainsi, tout matériel roulant à grande vitesse mis en exploitation après la publication de la première STI de 2008 contenant des exigences relatives au bruit doit être certifié. A *contrario* les matériels roulants à grande vitesse mis en exploitation avant cette publication n'ont pas d'obligation réglementaire en termes de certification tant qu'ils ne subissent pas de modifications qualifiées de réaménagement, et peuvent rouler sur l'ensemble du réseau européen.

Dans la STI bruit 2008, la valeur limite en LAeq tp pour les trains circulant à 300 km/h était fixé à 91 dB(A), et pour ceux circulant à 320 km/h à 92 dB(A) avec une marge de 1 dB. Cette valeur limite est définie pour un point de mesure situé à une distance de 25 m de l'axe de la voie et à une hauteur de 3,50 m au-dessus de la surface supérieure du rail.

La STI bruit en vigueur de 2014 donne deux valeurs limites en LAeq tp pour le bruit au passage des TGV mesuré à 80 km/h [80 dB(A)] et à 250 km/h [95 dB(A)]. Les points de mesure sont situés à une distance de 7,50 m de l'axe de la voie (contre 25 m dans la STI bruit 2008), et à une hauteur de 1,20 m de la surface supérieure du rail (contre 3,50 m dans la STI bruit 2008) pour une vitesse de 80 km/h. Un point additionnel à une hauteur de 3,50 m doit être réalisé pour les matériels circulant à des vitesses supérieures ou égales à 250 km/h.

En France, les valeurs d'émission sonore au passage des trains sont mesurées selon la norme EN ISO 3095 :2013 (cf. annexe 7).

Les valeurs limites de la STI bruit 2014, recalculées pour une vitesse de 320 km/h et avec un point de mesure situé à 25 mètres de l'axe de la voie et à une hauteur de 3,5 mètres conformément à la norme de mesurage française, conduisent à une valeur de 93 dB(A), équivalente au seuil de la STI bruit 2008 de 92 dB +1 dB de marge.

Pour les matériels circulant sur les deux LGV SEA et BPL, seul le TGV Océane, mis en service après 2008, a été certifié conforme à la STI de 2008.

Les TGV2N et Dasye, qui ne sont pas certifiés car mis en service avant 2008, respectent les seuils des STI bruit (92,8 dB(A) à 320 km/h). Le TGV-A s'écarte de 0,1 dB(A) de la valeur de la STI (92,9 dB(A) pour une vitesse théorique de 320 km/h), mais la vitesse est limitée à 300 km/h et son LAeq tp est de 92,1 dB(A).

13. Parangonnage sur la réglementation relative au bruit ferroviaire dans le monde



NOTE

Objet : Réglementation du bruit ferroviaire. Benchmark de l'usage d'un indicateur évènementiel en et hors Europe (novembre 2018)

L'exercice est difficile car la bibliographie disponible ne fournit que des éléments très sommaires voire contradictoires. Nous avons donc contacté un certain nombre de nos homologues en et hors Europe dans la limite du temps imparti et de la juste compréhension de réglementations toujours très complexes.

Un premier constat est que dans la plupart des pays, l'exposition au bruit des infrastructures de transport terrestre est caractérisée par des indicateurs de type LAeq(t), généralement évalués sur deux périodes diurne et nocturne ou Lden. Seuls certains pays utilisent des indicateurs évènementiels, mais :

- toujours en complément du LAeq,
- sous forme de recommandations uniquement,
- avec ou sans valeur limite,
- sous des formes diverses,
- généralement sans obligation de résultats a posteriori (pas de mesure de contrôle du respect de la valeur),
- sans horizon d'évaluation, car il n'est pas prédictible.

Le Japon fait exception mais est en train de revoir sa position.

En Europe

La réglementation de 8 pays a été investiguée. Pour rappel, la Suède, la Norvège et le Danemark n'ont pas de ligne à grande vitesse.

L'Allemagne, la Belgique et l'Italie ne proposent pas d'indicateur évènementiel.

Le Grande-Bretagne fait appel à l'indice énergétique SEL pour quantifier l'émission à la source (de l'anglais Sound Exposure Level ou Single Event Level) qui correspond à un niveau de pression équivalent défini sur la période de temps t lié à l'évènement. Les valeurs en SEL sont ensuite converties en niveaux continus équivalents LAeq, 18h (exposition de jour) et LAeq, 6h (exposition de nuit) en tenant compte du nombre d'évènements sonores et de la durée de la période considérée. En considérant un bruit variable perçu pendant une durée T, le SEL représente le niveau de bruit émis pendant une seconde qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant cette durée.

L'Espagne, la Suède, le Danemark et la Norvège ont recours au LAfmax c'est-à-dire le niveau maximum de pression équivalent défini sur la période de temps 125ms. En Espagne, 97 % des valeurs journalières ne doivent pas dépasser une valeur seuil définie selon le type d'urbanisation. En Suède et au Danemark, les limites en LAmax ne s'appliquent que pour les lignes nouvelles ou les modifications de lignes augmentant le

- 1 -

NOTE

niveau sonore de plus d'un dB(A). Il n'existe pas de limite en LA_{max} sur les lignes existantes. Les niveaux LA_{max} sont calculés au niveau des logements (valeur en champ libre à 1.5m de haut). Ils ne sont jamais mesurés. En suède, si les valeurs limites sont dépassées, elles ne doivent pas l'être de plus de 10dB(A) 3 fois par heure sur la période de jour et de plus de 3dB(A) 3 fois par heure sur la période de nuit. Au Danemark, le seuil est plus élevé mais s'applique dès un seul dépassement. En Norvège, c'est la LA_{3f} (23h – 7h) c'est-à-dire le niveau atteint par les 3% d'évènements les plus bruyants pendant la période nocturne uniquement.

Hors Europe

Le Québec n'a pas encore de politique globale sur la question du bruit dans l'environnement. Hormis quelques paragraphes ou directives spécifiques isolées, aucune loi globale n'encadre les activités bruyantes, avec une vue d'ensemble, une volonté ferme exprimée et des orientations détaillées pour toutes les nuisances.

Hong Kong propose une valeur seuil en LA_{fmax} (23h – 7h).

En Australie, la réglementation bruit est de la responsabilité de chaque Etat (6) ou de chaque territoire (2). La réglementation du New South Wales, état le plus peuplé (Sydney), propose des valeurs seuils en LA_{eq} et en LA_{fmax}, de jour comme de nuit, en distinguant le cas des lignes nouvelles de celui des modifications de lignes.

Ces trois pays ne disposent pas de la grande vitesse.

Le cas du Japon : l'expression Shinkansen signifie littéralement «nouvelle ligne interurbaine». Les Shinkansen, trains à grande vitesse japonais, ne roulent que sur ligne dédiée. Le réseau est fermé de minuit à 6 h du matin pour laisser place à la maintenance. En raison de la forte densité de population du Japon, la presque totalité des voies du Hokaido Shinkansen passe en plein milieu des villes, souvent à moins d'une vingtaine de mètres des maisons. Le Sanyō Shinkansen ainsi que le Kyūshū Shinkansen sont plus ruraux mais comportent beaucoup de tunnels. Le Tohoku Shinkansen est, à l'exception notable de la zone proche de Tokyo, moins affecté par la densité de population et les contraintes liées au bruit. Le bruit du Shinkansen est évalué par l'énergie moyenne de la moitié des pics de bruit les plus forts mesurés. L'indicateur est le LA_{max} (slow) qui correspond à la moyenne quadratique (=énergétique) des 10 évènements sonores les plus bruyants sur la période de passage de 20 trains successifs. Il n'y pas d'indicateur de type LA_{eq}(t). Néanmoins, le ministère de l'environnement japonais explore actuellement la possibilité d'introduire le LA_{eq}(t) comme indicateur de bruit pour les lignes à grande vitesse, en lieu et place de l'indicateur LA_{max} jugé comme trop complexe.

14. Liste des personnes rencontrées

<i>NOM</i>	<i>PRENOM</i>	<i>ORGANISME</i>	<i>FONCTION</i>	<i>DATE</i>
ROLIN	Olivier	DGITM/DIT/RFV	Sous-directeur	27/06/18
SACCOCIO	Muriel	DGITM/DIT/RFV	Adjointe au sous-directeur	27/06/18
TEICHNER	Damien	DGITM/DIT/RFV1	Chef de bureau	27/06/18
OSSOLA	Jean-François	DGITM/DIT.RFV1	Adjoint chef de bureau chef de bureau	27/06/18
BODENEZ	Philippe	DGPR/SREDPD	Chef de service	23/10/18
METAYER	Marie-Laure	DGPR/SREDPD	Adjointe au chef de service	04/07/18
COMMEAUX	Nathalie	DGPR/SREDPD	Cheffe de mission	04/07/18
SALESSE	Olivier	ARAFER	Directeur du transport ferroviaire	06/02/19
COULIER	Julien	ARAFER	Adjoint au responsable de l'unité régulation des gestionnaires d'infrastructure ferroviaire	06/02/19
MAZZOLENI	Florence	ARAFER	Juriste - direction des affaires juridiques	06/02/19
OUIN	Xavier	SNCF Direction Matériel	Directeur	08/11/18
AUBIN	Fabrice	SNCF Direction mobilité	Chargé d'étude acoustique/SYS3	08/11/18
LOIZEAU	Thierry	SNCF matériel	Responsable unité/SYS4	08/11/18
GUERRERO	Anne	SNCF réseau	Adjointe au directeur environnement et développement durable	19/07/18
MICHAUD	Frédéric	SNCF réseau	Directeur de projet	19/07/18
DESVIGNES	Laurent	SNCF réseau	Adjoint directeur de projet LGV BPL	19/07/18
LEWEURS	Patrick	SNCF réseau	Directeur de projet LGV BPL et SEA	09/07/18
REGAIRAZ	Jean-Philippe	SNCF réseau	Responsable pôle acoustique et vibration	26/10/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
CAZENEUVE	Gwendoline	SNCF mobilité	Directrice voyage -axe atlantique	12/09/18
BOUSSARD	Thérèse	SNCF réseau	Direction zone de production atlantique	12/09/18
BONHOMME	Franck	SNCF réseau	Division gestion des partenariats publics - privés	28/11/19
SCHULER	Matthieu	ANSES	Directeur de l'évaluation des risques	22/08/18
CADENE	Anthony	ANSES	Chef de projet scientifique	22/08/18
NIAUDET	Aurélie	ANSES	Adjointe au chef d'unité évaluation des risques liés aux agents physiques	22/08/18
MERCKEL	Olivier	ANSES	Chef de l'unité des risques liés aux agents physiques	22/08/18
DEFRANCE	Jérôme	CSTB	Responsable pôle acoustique /Ret D	26/10/18
GUIGOU-CARTER	Catherine	CSTB	Direction santé-confort	26/10/18
CAN	Arnaud	IFSSTAR	Chercheur indicateurs-bruit - transports	26/10/18
CHIELLO	Olivier	IFSSTAR	Chercheur bruit ferroviaire	26/10/18
BENOT	Raphaël	CEREMA/Ouest	Chef du groupe RNL	28/11/18
BOBLIQUE	Fabrice	CEREMA/CITM	Chef de la division environnement	28/11/18
CARIOU	Sophie	CEREMA/CITM	Pilote comité programmation acoustique et vibrations	26/10/19
DEMIZIEUX	Patrick	CEREMA/EST	Laboratoire acoustique de Strasbourg	26/10/18
DURR	Fabien	CEREMA/OUEST	Directeur de projet	26/10/18
ECOTIERE	David	CEREMA/EST	Directeur-adjoint équipe recherche UMRAE	26/10/18
FRITZ	Laurent	CEREMA/SO	Responsable bruit	26/10/18
LITOU	Guillaume	CEREMA/NC	Responsable unité bruit	26/10/18
LEBLOND	Jean-Jacques	CEREMA/CENTRE	Responsable activités vibration	28/11/19
LEPITRE	Charlotte	France Nature Environnement	Coordinatrice du réseau santé et environnement	02/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
THEVENON	Jean	France Nature Environnement	Pilote réseau transports-mobilités	02/08/18
LEGRAND	Marc	Eiffage Rail Express(ERE)	Président	24/07/18
POSTEL	Didier	Eiffage Rail Express(ERE)	Adjoint directeur développement durable	24/07/18
ELCANO	Jean-Philippe	ERE		26/11/18
LAVEAUD	Samuel	SETEC international(ACOUSTb)		26/11/18
LE CAIGNEC	Hervé	LISEA	Président	27/07/18
CHARLEMAGNE	Thierry	LISEA	Directeur environnement et développement durable	27/07/18
COUTURIER	Pierre	LISEA	Chargé environnement	27/07/18
LGV Le Mans-Rennes				
MIRMAND	Christophe	Préfectures région Bretagne et département Ile et Vilaine(35)	Préfet	20/07/18
CHANTERELLE	Fanny	Préfecture région Bretagne/SGAR	Chargée de mission	20/07/18 31/07/18
NAVEZ	Marc	DREAL Bretagne	Directeur	18/07/18
ALEXANDRE	Thierry	DREAL Bretagne	Adjoint au directeur	18/07/18
POIVRE	Pierre-Alexandre	DREAL Bretagne	Chef de division – mobilité et maîtrise d'ouvrage	18/07/18
GATEL	Françoise	Sénat	Sénatrice	21/08/18
LAHELLEC	Gérard	Conseil régional de Bretagne	Vice-président chargé des transports	13/11/18
DUCLOS	Gaëlle	ARS	Responsable département santé publique et environnement	09/08/18
Département d'Ille et vilaine (35)				
GUIMERA	Sylvie	DREAL Pays de la Loire	Cheffe de la division intermodalité	31/07/18
RAFFRAY	Anne-Françoise	DREAL Bretagne	Cheffe de l'unité mobilité	31/07/08

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
MORICE	Marie-Christine	Etelles	Maire et présidente de l'association des maires communes traversées par la LGV BPL	31/07/18
GUAIS	Bernard	Brielles	Maire	31/07/18
RENOU	Michel	Louvigné de Bais	Adjoint au maire	31/07/18
PLANCHAIS	Denis	Torcé	Adjoint au maire	31/07/18
CERBELLE	Régis	Chantenay-Villedieu(72)	Maire et président de l'association départemental des élus contre les nuisances sonores de la LGV dans le 72	31/07/18
Associations				
MARTIN	Didier	Mieux vivre à Torcé		31/07/18
BLOT	Edgar	CRI 35/Défense du cadre de vie		31/07/18
BOUILLON	Yannick	Vivre à Argenté		31/07/18
BLANDEAU	Joël	Coordination 35 des assoc de riverains de la LGV		31/07/18
LE DUFF	Jean	Collectif de représentation des intérêts des riverains 35		31/07/18
TIREAU	Maurice	Vivre à Argenté		31/07/18
Département de la Sarthe (72)				
QUILLET	Nicolas	Préfecture de la Sarthe	Préfet	27/08/18
BARON	Thierry	Préfecture de la Sarthe	Secrétaire Général	27/08/18
PERROT	Vincent	Cabinet du préfet	Stagiaire ENA	27/08/18
POIVRE	Pierre-Alexandre	DREAL Bretagne	Chef de la division mobilités et maîtrise d'ouvrage	27/08/18
POUPARD	Fabienne	DTT 72	Directrice adjointe	27/08/18
EMERY	Sylvie	Préfecture de la Sarthe	Adjointe au chef de bureau environnement et utilité publique	27/08/18
CAUDRELIER	Julien	DREAL Pays de la Loire	Chargé de	27/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
			mission/Division intermodalité	
DEBBAGH	Ayhya	ARS	Chargé de mission auprès de la déléguée territoriale	27/08/18
GRELIER	Jean-Charles	Assemblée nationale	Député	27/08/18
KARAMANLI	Marietta	Assemblée nationale	Députée	27/08/18
PICHEREAU	Damien	Assemblée nationale	Député	27/08/18
TOLMONT	Sylvie	Assemblée nationale	Députée	27/08/18
GRELET-CERTENAIS	Nadine	Sénat	Sénatrice	27/08/18
De NICOLAY	Jean-Louis	Sénat	Sénateur	27/08/18
VOGEL	Jean-Pierre	Sénat	Sénateur	27/08/18
JOULAUD	Marc	Parlement européen	Député	27/08/18
LE FOLL	Stéphane	Le Mans métropole	Président et maire du Mans	27/08/18
Communes				
CERBELLE	Régis	Chantenay-Villedieu	Maire et président de l'ADEN	27/08/18
LEGAY	Jean-Pierre	Auvers-le-Hamon	Maire	27/08/18
CHEVALIER	Daniel	Juigné-sur-sarthe	Maire	27/08/18
LALANDE	Michel	La bazoge	Premier adjoint au maire	27/08/18
DEVAUX	Christian	La Quinte	Maire	27/08/18
OREILLER	Jean-Jacques	La Quinte	Conseiller municipal	27/08/18
GLINCHE	Paul	Montfort-le-gesnois	Maire	27/08/18
CANTIN	Véronique	Neuville-sur-Sarthe	Maire, conseillère départementale	27/08/18
GAUDRE	Patrick	Saint-Cormeille	Maire	27/08/18
METIVIER	Philippe	Savigné-l'Evêque	Maire	27/08/18
PRUDHOMME	Guy	Sillé-le-Philippe	Maire	27/08/18
GODEFROY	Jean-Claude	Thorigné-sur-Dué	Maire	27/08/18
BRIFFAULT	Michel	Coulans-sur-gée	Maire	27/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
Associations				
COROLLER	François	CRI 72	Président	27/08/18
LEGEAY	Roger	CRI 72 Neuville-sur-Sarthe	Membre	27/08/18
GARLACH	Philippe	CRI 72-Connerré	Membre	27/08/18
GUITTON	Anne-marie	CRI 72/fédération ALTO	Membre/secrétaire de la fédération	27/08/18
GASNIER	Gérard	Degré cadre de vie	Président	27/08/18
DE BEAUCOURT	Emmanuel	Association vallée de la Gée	Président	27/08/18
Département de la Mayenne (53)				
VAUX	Frédéric	Préfecture de la Mayenne	Préfet	28/08/18
MILLON	Frédéric	Préfecture de la Mayenne	Secrétaire général	28/08/18
LE TIEC	Yann	Préfecture de la Mayenne	Chef du bureau des procédures environnementales et foncières	28/08/18
POULTIER	Armelle	Préfecture de la Mayenne	Bureau des procédures environnementales et foncières	28/08/18
CAUDRELIER	Julien	DREAL Pays de la Loire	Chargé de mission	28/08/18
CHEVROLLIER	Guillaume	Sénat	Sénateur	28/08/18
BANNIER	Géraldine	Assemblée nationale	Députée	28/08/18
FAVENNEC-BECOT	Yannick	Assemblée nationale	Député	28/08/18
GAROT	Guillaume	Assemblée nationale	Député	28/08/18
Communes				
LEFORT	Christian	Argentré	Maire	28/08/18
GEGU	Sylvie	Beaulieu-sur-Oudon	2 ^e adjointe au maire	28/08/18
POISSON	Gwénaél	Bonchamps-les-Laval	Maire	28/08/18
CORMIER	Jean-Yves	Changé	Adjoint au maire	28/08/18
LANDELLE	Jean-Luc	Chéméré-le-Roi	Maire	28/08/18
LAMBERT	Paul	La Cropte	Maire	28/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
GOISBEAULT	Gérard	Le Genest	Adjoint au maire	28/08/18
GRIVEAU	Christian	Loiron-Ruillé	Maire	28/08/18
FOUCAULT	Roland	Préaux	Maire	28/08/18
SALMO N-FOUCHER	Denis	Saint-Berthevin	Adjoint au maire	28/08/18
LOCHIN	Jean-Claude	Saint-Cyr-le-Gravelais	Adjoint au maire	28/08/18
BOIZARD	Bernard	Saint-denis-du-Maine	Maire	28/08/18
COTTEREAU	Michel	Val du Maine	Maire	28/08/18
Associations				
GARNIER	Roger	Association départementale des expropriés du TGV	Membre du bureau	28/08/18
LESAGE	Gérard	Association Préaux Environnement	Président, représentant du CRI 53	28/08/18
RIANT	Bruno	Association de la Bordelière	Président	28/08/18
JEGOU	Danièle	Alternative aux nouvelles lignes TGV-ouest	Adhérente	28/08/18
ROUSSARD	Alain	Fédération pour l'environnement 53	Administrateur	28/08/18
LGV Tours-Bordeaux				
STROUMBOFF	Michel	Préfecture région Nouvelle-Aquitaine	Secrétariat général pour les affaires régionales (SGAR)	27/07/19
LASMOLLE	Isabelle	DREAL Nouvelle-Aquitaine	Directrice-adjointe	19/07/18
MORANCAIS	Stéphane	DREAL Nouvelle-Aquitaine	Chef département mobilité et infras ferroviaires	19/07/18
PRAT	Patrick	DREAL Nouvelle-Aquitaine	Chargé de projets ferroviaires	27/07/19
PATROU	Alexandre	DREAL Nouvelle-Aquitaine	Adjoint au SGAR	27/07/18
GESRET	Samuel	Préfecture de l'Indre et Loire	Sous-préfet de Chinon	29 /08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
DUBALLET	Lucie	Sous-préfecture de Chinon	Pôle réglementation et libertés publiques	29 /08/18
LOUAULT	Pierre	Sénat	Sénateur représenté par Laurence Latremouille	29 /08/18
AUCONIE	Sophie	Assemblée nationale	Députée représentée par Thomas Brutinaud	29 /08/18
COLBOC	Fabienne	Assemblée nationale	Députée représentée par Mathilde Ayrat	29 /08/18
FEDERMAN	LUC	Conseil Régional de Nouvelle Aquitaine	Directeur Général Adjoint	19/11/18
Communes				
M.MARIAU		Villeperdue	Maire et président de l'association des communes d'Indre et Loire (ACIL)	29 /08/18
M.JOSELON		Chambray-les-Tours	Représentant le maire M.Gatard	29 /08/18
M.CHAPOTON		Draché	Maire	29 /08/18
M.ELIAUME		Maillé	Maire	29 /08/18
M.POUJAUD		Ports-sur-Vienne	Maire	29 /08/18
Mme FONTAINE		Pussigny	Représentant le maire Mme BRUNET	29 /08/18
M.POPELIER		Sainte-Catherine-de-Fierbois	Maire	29 /08/18
M.POUJAUD		CC Touraine Val de Vienne	Représentant le président M.PIMBERT	29 /08/18
Associations				
M.VANOOST		SEPANT		29 /08/18
M.CERNIAUT		Comité de protection des coteaux(Sainte-Maure,Sepmes,Draché)		29 /08/18
Mme RAIMBAUD		Association de protection de Chambray(APC)		29 /08/18
Département de la Vienne (86)				
DILHAC	Isabelle	Préfecture	Préfète	30/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
SOUMBO	Émile	Préfecture	Secrétaire général	30/08/18
PIZZINI	Mme	Préfecture	Directrice de la coordination des politiques publiques et de l'appui territorial(DCPPT)	30/08/18
Mme JACQUES		Préfecture	DCPPAT-bureau de l'environnement	30/08/18
M.THORY		Préfecture	Stagiaire ENA	30/08/18
ROBERT	Joël	ARS	Responsable pôle santé et environnementale / délégation départementale de la Vienne	30/08/18
AGBEGODO	Mireille	Institut de Larnay	Directrice générale adjointe	30/08/18
LEROUX	Gilles	DTT	Directeur	30/08/18
BOULOUX	Yves	Sénat	Sénateur	30/08/18
HOULIE	Sacha	Assemblée nationale	Député	30/08/18
TURQUOIS	Nicolas	Assemblée nationale	Député	30/08/18
SAVATIER	Jacques	Assemblée nationale	Député	30/08/18
BELIN	Bruno	Conseil départemental	Président	30/0/18
CLEYS	Alain	Grand Poitiers	Président	30/08/18
ABELIN	Jean-pierre	Grand Châtelleraut	Président	30/08/18
PICHON	Alain	Association des maires	Président	30/08/18
Communes				
M. CORONAS		Poitiers	Conseiller municipal	30/08/08
M.ROBIN		Vouneuil sous biard	Conseiller municipal	30/08/08
M. BAUDIFFIER		Vouneuil sous biard	Directeur des services techniques	30/08/18
M. BAZILE		Chasseneuil du Poitou	Chargé de l'urbanisme	30/08/18
M.ROUSSEAU		Fontenay le Comte	Adjoint au maire	30/01/08
M. MORISSEAU		Biard	Maire	30/08/18
Mme JARDIN		Migné-Auxence	Maire	30/08/18
M. MAUZE		Ligugé	Conseiller municipal	30/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
M. BOUFFARD		Celle l'Evescault	Maire	30/08/18
M. LANTRES		Jaunay-Marigny	Adjoint au maire	30/08/18
M. LAMBERT		Marigny-Chémereau	Maire	30/08/18
M. THOREAU		Marigny-Chémereau	Adjoint au maire	30/08/18
Mme GIRARD		Marçay	Maire	30/08/18
M. JUGE		Scorbé-Clairvaux	Maire	30/08/18
M. RENEAUME		Scorbé-Clairvaux	Adjoint au maire	30/08/18
Mme AMIRALD		Saint Genest d'Ambière	Adjointe au maire	30/08/18
M. DABILLY		Thuré	Adjointe au maire	30/08/18
M. CHATILLON		Sossay	Adjoint au maire	30/08/18
M. GUILLEMARD		Colombiers	Adjoint au maire	30/08/18
M. BELLIN		Payré	Maire	30/08/18
M. SOURIAU		Mondion	Adjoint au maire	30/08/18
Associations				
GRASSIN	Bruno	Larnay « sagesse »	Président	30/08/08
LOIRET	Jean-Luc	Larnay « sagesse »	Membre	30/08/08
LANTRES	Patrick	Comité TGV réaction citoyenne	Président	30/08/18
GUILLE	Jean-François	Association de défense et de sauvegarde des communes de Marçays et Marigny-Chémereau	Président	30/08/18
GUERINEAU	Jean-Marc	Association de défense et de sauvegarde des communes de Marçays et Marigny-Chémereau	Membre	30/08/18
MAURY	Anne	Association de défense de l'environnement de Migné Auxences (ADEMA)	Présidente	30/08/18
BOUFFARD	Patrick	Coordination LGV 86	Président	30/08/18
LAURETTE	William	Association nuisances LGV vienne	Président	30/08/18
SAUROIS	Gérard	Comité de défense des Territoires et de l'Environnement (CDTE)	Membre	30/08/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
Département des deux Sèvres (79)				
DORE	Didier	Préfecture	Secrétaire général	04/09/18
CAFFIAUX	Cyril	Préfecture	Chef du service de la coordination et du soutien interministériels	04/09/18
RIMBAUD	Lionel	ARS		04/09/18
PRAT	Patrick	DREAL Nouvelle Aquitaine	Chargé de projets ferroviaires- SDIT	04/09/18
MORISSET	Jean-Marie	Sénat	Sénateur représenté par Jean-Michel Prieur assistant parlementaire	04/09/18
BATHO	Delphine	Assemblée nationale	Députée représentée par Jean-Luc Drapeau suppléant et M.Havsali attaché parlementaire	04/09/18
Communes				
PICHON	Gilles	Rom	Maire et président de l'association des communes des deux-sèvres concernées par les nuisances	04/09/18
MACHET	Annette	Limalonges	Maire	
BARRE	Gérard	Plibou	Maire	04/09/18
EPRINCHARD	Michel	Sauzé-Vaussais	Maire	04/09/18
BROSSARD	François	Vauzay	Maire	04/09/18
Département de la Charente (16)				
LAJUS	Marie	Préfecture	Préfète	20/09/18
ROBERT	Christophe	Préfecture	Secrétaire général	
DURAND	Nour	Préfecture	Bureau de la coordination interministérielle et de l'appui territorial	20 /09/18
GAGNAIRE	Stéphane	Préfecture	Bureau de la coordination interministérielle et de l'appui territorial	20/09/18
ARTAUD	Frédéric	DTT	Animateur pôle LGV	20 /09/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
			bruit	
DUZELIER	Michel	DREAL	Chef du service déplacements, infrastructures, transports	20/09/18
BOISSINOT	François	ARS	Santé environnement extérieur	20/09/18
BONNEFOY	Nicole	Sénat	Sénatrice	20/09/18
MESNIER	Thomas	Assemblée nationale	Député représenté par Fabien BUFFETEAU	20/09/18
LAMBERT	Jérôme	Assemblée nationale	Député	20/09/18
JOBIT	Didier	Conseil départemental	Représentant le président	20/09/18
DAURE	Jean-François	Agglomération d'Angoulême	Président	20:18:00
CHARBONNEAU	Bernard	Communauté de communes val de Charente	Président	20/0918
STASIAK	Jean-Louis	Communauté de communes cœur de Charente	Représentant le président	20/09/18
FOUCHIER	Michel	Communauté de communes du Rouillacais	Représentant le président	20/09/18
CHABOT	Jacques	Communauté de communes des 4B sud Charente	Président	20/09/18
Communes				
GERMANEAU	Michel	Linars	Maire	20/09/18
MAUDET	Didier	Brossac	Maire	20/09/18
COLIN	Bernard	Courcome	Représentant le maire	20/09/18
DIOGO	Jean	Courcome	Représentant le maire	20/09/18
CHAGNAUD	Gilles	Asnière-sur-Nouère	Représentant le maire	20/09/18
BRIGAUD	Jean-Claude	Fléac	Représentant le maire	20/09/18
DECET	Franck	Roulet-Saint-Estèphe	Représentant le maire	20/09/18
BISSERIER	Michel	Roulet-Saint-Estephe	Représentant le maire	20/09/18
SAUMON	Gérard	Champagne-vigny	Maire	20/09/18
MAUGET	Bernard	Côteaux-du-Blanzacais	Représentant le maire	20/09/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
FAURE	J-M	Sainte-Souline	Représentant le maire	20/09/18
BONICHON	André	Nersac	Maire	20/09/18
CANDAILLA	Jean-Cristophe	Saint-Genis d'Hiersac	Représentant le maire	20/09/18
ROCHAIS	Anne-Marie	Saint-Leger	Maire	20/09/18
NORMAND	Isabelle	Villefagnan	Représentant le maire	20/09/18
POURAGEAUD	Jean-christophe	Villiers-le-Roux	Maire	20/09/18
VIGIER	Jean-Pierre	Vouharte	Maire	20/09/18
M.CHAVOUET		Mont-jean	Représentant le maire	20/09/18
VIAUD	Annette	Luxé	Maire	20/09/18
FOURRIER	Maud	La couronne	Représentant le maire	20/09/18
PAGNOUX	Bruno	La chévrerie	Maire	20/09/18
KAUD	Pascal	Juillé	Maire	20/09/18
SERVANT	Jean-François	Deviat	Représentant le maire	20/09/18
Associations				
SAUMON	Gérard	ADISC(assoc de défense intercommunale du sud-Charente)		20/09/18RE
RE	Christian	ADIR(Ass;de riverains de Rouillet-Saint-Estèphe		20/09/18
PETIT	Serge	ADIR(Ass;de riverains de Rouillet-Saint-Estèphe		20/09/18
GUITTON	Claude	Assoc.des communes ruffécois		20/09/18
BOUSSARIE	Alain	Charente nature		20/09/18
MARSAT	Gilles	Charente nature		20/09/18
LANTRES	Patrick	Comité TGV réaction citoyenne		20/09/18
Département de la Charente-maritime (17)				
DABOUIS	Elise	Préfecture	Sous-préfète de Jonzac	21/09/18
VALTIERRA	Martine	Sous-préfecture de Jonzac	Pôle ingénierie territoriale	21/09/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
LALANDE	Bernard	Sénat	Sénateur	21/09/18
GERARD	Raphaël	Assemblée nationale	Député	21/09/18
Communes				
BELOT	Claude	Jonzac	Maire, sénateur honoraire	21/09/18
BASTERE	François	Montguyon	Maire, président de la communauté des élus	21/09/18
PASQUET	Guy	Clérac	Maire	21/09/18
PAILLE	Jean-Marc	Saint martin d'Ary	Maire	21/09/18
MASERO	Michel	Neuvic	Maire	21/09/18
OLLIVIER	Michel	Boresse-et-Martron	Maire	21/09/18
ALLEAUME	Jean-Pierre	Bédenac	Maire	21/09/18
Associations				
COCHYSE	Philippe	Association ACDTGV		21/09/18
MENIER	Jacques	Association ACDTGV		21/09/18
Département de la Gironde (33)				
DOUE	Frédéric	Préfecture	Sous-préfet de Blaye	10/09/18
MOLLET	Thomas	Sous-préfecture de blaye	Secrétaire général	10/09/18
BEN LAGHA	Nabile	DTTM	Chargé de mission	10/09/18
DELATTRE	Nathalie	Sénat	Sénatrice représentée par Alexis Chamion	10/09/18
HARRIBEY	Laurence	Sénat	Sénatrice accompagnée de Xavier Martin(collaborateur)	10/09/18
MAMMERER	Véronique	Assemblée nationale	Députée représentée par Virginie EVRARD	10/09/18
REWARD	Alain	Conseil départemental	Vice-président	10/09/18
Communes				
LABEYRIE	Jean-Paul	Laruscade	Maire	10/09/18

NOM	PRENOM	ORGANISME	FONCTION	DATE
BLAIN	Philippe	Laruscade	Adjoint au maire	10/09/18
ESTRADE	Hélène	Lapouyade	Maire	10/09/18
RODRIGUEZ	Nathalie	Gauriaguet	Maire	10/09/18
DESPERIEZ	Jean-Luc	Cubnezais	Maire	10/09/18
EDARD	Jean-Jacques	Cavignac	Maire	10/09/18
GUIJAUDIE	Sylvain	Aubie et Espessas	Maire	10/09/18
LAGOFUN	Gérard	Ambarés et Lagrave	Maire	10/09/18
TABONE	Alain	Cubzac-les-ponts	Maire	10/09/18
MISIAK	Brigitte	Marsas	Maire	10/09/18
Associations				
BINCTEUX	Philippe	FNAUT		10/09/18
BROUCARET	Christian	FNAUT		10/09/18
GUINAUDIE	Sylvain	FECTI		10/09/18
ROYER	Jacques	Laruscade		10/09/18
PORTE	Laurent	Marsas		10/09/18
VINCENT	Christine	Laruscade		10/09/18
FERNANDEZ	Jeanine	laruscade		10/09/18
CHOUVAC	Françoise	Laruscade		10/09/18
BOUQUEY	Philippe	Gauraguet		10/09/18
MANTEROLA	Patrice	Marsas		10/09/18

15. Glossaire des sigles et acronymes

ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APD	Avant-projet définitif
APS	Avant-projet sommaire
ARS	Agence régionale de santé
BPL	Bretagne Pays de la Loire
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CHSPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CNOSSOS	Common noise assessment methodS
CRI	Collectif de représentation des intérêts des riverains de la LGV Bretagne
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DGITM	Direction générale des infrastructures terrestres et maritime
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
DTT(M)	Direction départementale des territoires (et de la mer)
DUP	Déclaration d'utilité publique
ERE	Eiffage Rail Express
ERTMS	European Rail Traffic Management system
EUAR	European union agency for railway
GPSO	Grand projet du sud-ouest (LGV Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Hendaye)
IFFSTAR	Institut français des sciences et technologies des transports et des réseaux
LGV	Ligne à grande vitesse
LOM	Loi d'orientation des mobilités
NMPB	Nouvelle Méthode de Préviation du Bruit (NMPB) reprise dans la norme NF S 31-133: 2011 « Acoustique – Bruit dans l'environnement »
OMS	Organisation mondiale de la santé
PEB	Plan d'exposition au bruit
PGS	Plan de gêne sonore
PLU	Plan local d'urbanisme

ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
RFF	Réseau ferré de France (devenu SNCF Réseau)
SEA	Sud Europe Atlantique
SGAR	Secrétaire général pour les affaires régionales
STI	Spécification technique d'interopérabilité
TGV	Train à grande vitesse

