



ETUDE CSTB N° FR25-00060421-93 TRAMWAY CAEN-LA-MERE

ANALYSE DE L'EXPOSITION AUX RISQUES D'IMPACTS VIBRATOIRES EN PHASE CHANTIER

Demandeur de l'Etude :

M. Paul Martin

TRANSAMO

80 bd Dunois 1400 Caen

paul.martin@transamo.com

Auteur	Approbation	Vérification
Pierre ROPARS	Sébastien AGNOLIN	Ghislaine CAPOURET

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

24 Rue Joseph Fourier - 38400 SAINT-MARTIN-D'HERES

Tél. : +33 (0)4 76 76 25 25 – www.cstb.fr

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

SOMMAIRE

1 - OBJET D'ETUDE	3
2 - REFERENCES.....	3
3 - ANALYSE DU TRACE ET IDENTIFICATION DES SITES A ENJEUX	4
3.1 - ANALYSE DU TRACE VIS-A-VIS DU RISQUE DE PERTURBATION D'ACTIVITES	4
3.2 - BATIMENTS SENSIBLES AUX RISQUES DE DOMMAGES AUX STRUCTURES	7
3.3 - ANALYSE DU TRACE VIS-A-VIS DE L'EXPOSITION AUX VIBRATIONS	7
3.4 - SITES NON RETENUS POUR LE RISQUE VIBRATOIRE EN PHASE CHANTIER	8
4 - DISPOSITIFS POUR LA MAITRISE DES RISQUES VIBRATOIRES	10
4.1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE POUR LE DOMMAGE AUX STRUCTURES	10
4.2 - DISPOSITIONS GENERALES POUR LA GESTION DES VIBRATIONS EN PHASE CHANTIER .	11
4.3 - DISPOSITIONS SPECIFIQUES POUR LA GESTION DES COACTIVITES	12
4.4 - DISPOSITIONS SPECIFIQUES POUR LE SUIVI DES EMISSIONS VIBRATOIRES	13
5 - PRECONISATIONS POUR LA MAITRISE DES VIBRATIONS	15
6 - CONCLUSION.....	16

1 - OBJET D'ETUDE

TRANSAMO, mandataire de maîtrise d'ouvrage pour le compte de la communauté de commune de Caen-la-mer, a mandaté le CSTB pour la réalisation d'une analyse vibratoire de la phase de réalisation du projet Tramway Caen-la-Mer. Cette étude fait suite à l'étude des impacts vibratoires réalisées pour la phase d'exploitation et versée au dossier d'étude d'impact.

L'enquête publique ayant suivie le dépôt du dossier d'autorisation environnementale a fait émerger des attentes concernant la maîtrise des impacts en phase chantier, notamment sur le volet vibratoire. Pour répondre à cette demande, TRANSAMO a fait appel au CSTB pour une analyse des risques d'impact vibratoire, phase chantier, et la rédaction de préconisation pour maîtriser ces risques.

Ce document présente premièrement l'analyse du tracé au regard de la sensibilité aux vibrations des bâtis riverains, ainsi qu'au regard des niveaux d'enjeux portés par les bâtiments. Pour chaque site identifié, le document présente dans un second temps, un ensemble de préconisations visant à maîtriser ces risques. Ces préconisations peuvent relever de dispositions applicables aux acteurs des chantiers, mais également de propositions pour la gestion des activités riveraines.

A noter, ce document ne traite que des aspects vibratoires, incluant les bruits solidien susceptibles d'être transmis dans les bâtiments. Par ailleurs, seul les risques de perturbation d'activité sensible et de dommage aux structures sont abordés. La gêne due aux activités de chantier, qu'elle soit liée aux vibrations ou au bruit, n'est pas traitée dans ce document.

2 - REFERENCES

- [1] : Modélisations vibratoires Etat projet, Rapport d'étude N° FR24TRANST-30151, 2024
- [2] : Tracé, T3214 tracé plateforme VF - AVP, EGIS, 2024
- [3] : Caractérisation de l'Etat 0 vibratoire, Rapport d'essais N° FR23TRANSQ-21952, 2023
- [4] : Circulaire du 23 juillet 1986 RELATIVE AUX VIBRATIONS MECANIQUES EMISES DANS L'ENVIRONNEMENT PAR LES INSTALLATIONS CLASSE

3 - ANALYSE DU TRACE ET IDENTIFICATION DES SITES A ENJEUX

Deux catégories de risques d'impacts sont regardées dans cette analyse, les risques liés à la perturbation d'une activité et les risques liés aux dommages aux structures. Ce dernier risque est systématiquement regardé, notamment au droit de bâtiments historiques ou de structure à proximité immédiate.

Dans cette analyse, l'exposition aux vibrations peut être regardée de façon analogue à l'étude en phase d'exploitation. Les principales différences résident dans la source vibratoire, plus émissives mais limitée dans le temps, et les dispositifs de mitigation disponibles.

La première catégorie concerne également l'ensemble des riverains du tracé, elle recouvre cependant des niveaux d'enjeux plus divers. Les bâtiments riverains peuvent être classés selon leur activité, notamment au regard des enjeux liés à la perturbation de ces activités. Deux grandes familles sont utilisées, différenciant les activités professionnelles (commerce, bureau, industrie, équipements municipaux, etc.) des activités privées (résidence).

Dans le cas de site abritant des activités professionnelles, il est important de qualifier l'activité en fonction de sa sensibilité aux vibrations et au bruit solidien. Ce faisant, les préconisations à destination des acteurs du chantier peuvent être optimisées. Les sites résidentiels sont dits de sensibilité courante dans la suite du document

3.1 - Analyse du tracé vis-à-vis du risque de perturbation d'activités

Les sites abritant une activité sensible aux vibrations ou aux bruits solidiens sont identifiés à partir de l'analyse du tracé réalisée en phase AVP, ainsi que sur la base des informations remontée par la maîtrise d'ouvrage. Pour chacun de ces sites, les éléments pris en compte sont la nature de l'activité et sa sensibilité intrinsèque. L'exposition du site intervient également dans la nature des préconisations spécifiques établies en fin de document. Cette analyse a permis d'identifier les sites listés ci-après.

Le Théâtre de Caen, situé boulevard Maréchal Leclerc.



Figure 1 : Vue aérienne du Théâtre National de Caen et portion de voie à proximité

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par des représentations non-amplifiées (théâtre). Ces représentations sont localisées sur la petite scène et la grande scène. L'étude vibratoire précédente [1] a établi que ce site présentait une exposition importante, notamment pour la localisation de la petite scène.

Le Palais de justice situé à l'angle du boulevard Bertrand et de la rue Fred Scamaroni.

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par le risque de perturbation des audiences de justice. Le seuil de perturbation pour cette activité est associé à l'intelligibilité de la parole. Les enjeux liés à cette activité sont importants, et amènent à préconiser une gestion rigoureuse des coactivités (activités de chantier et activité du site).

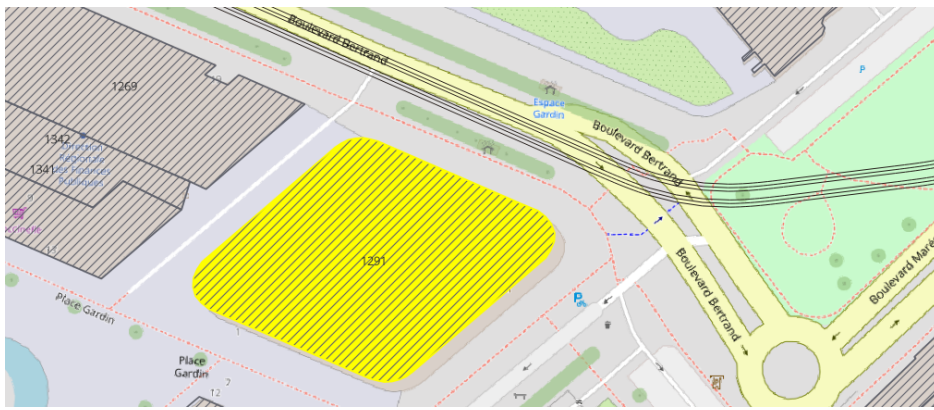


Figure 2 : Vue aérienne du Palais de Justice et portion de voie à proximité

Le conservatoire régional de Caen situé rue du Carel.

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par des représentations musicales non-amplifiées ainsi que par l'activité d'enseignement de la musique (sensibilité liée à une écoute attentive). Les activités d'enseignement localisées dans la salle en façade du bâtiment sont significativement exposées aux vibrations et au bruit solidien. Elles sont toutefois susceptibles d'être aménageables (délocalisation) dès lors qu'un dialogue constructif est établi avec le responsable du site. A contrario, les activités de représentation sont statiques (auditorium), mais moins exposées aux vibrations ou au bruit solidien.

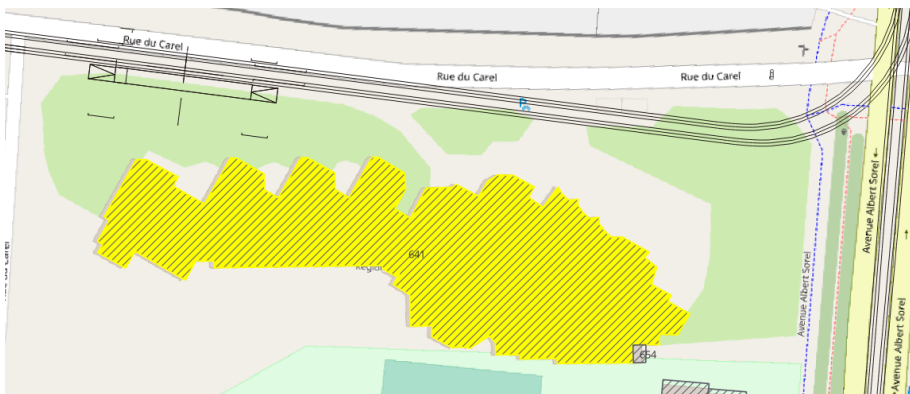


Figure 3 : Vue aérienne du Conservatoire et portion de voie à proximité

Le Centre Chorégraphique National de Caen (Halle aux granges) situé rue du Carel.

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par des représentations amplifiées et non-amplifiées, notamment en lien avec des activités de représentation artistiques (sensibilité liée à une écoute attentive).

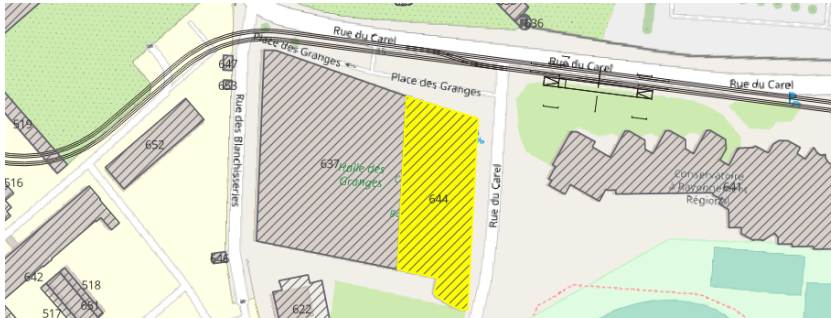


Figure 4 : Vue aérienne du Centre Chorégraphique National de Caen

L'EPSM Caen (bâtiments L'Escale et Jamet) situé rue des Blanchisseries.

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens en lien avec des activités de soins. L'exposition du site aux bruits et aux vibrations est importante, les travaux seront nettement perçus dans locaux à proximité immédiate du chantier. Il est impératif d'organiser la coactivité du chantier et du site, notamment via une communication la plus amont possible.

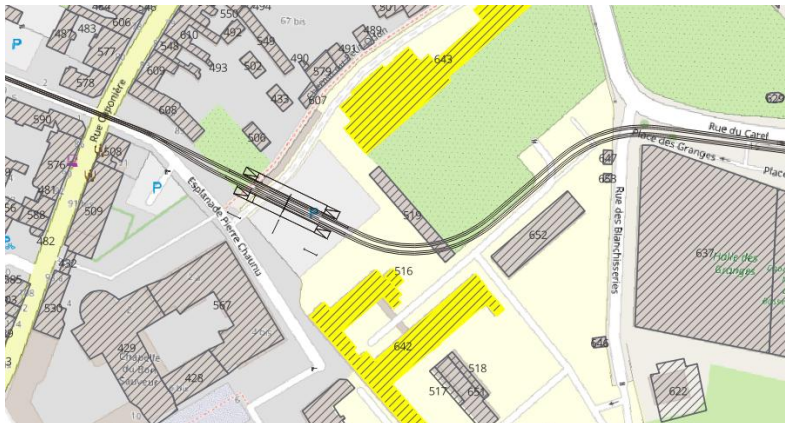


Figure 5 : Vue aérienne de L'EPSM et portion de voie à proximité

Le Centre des Congrès, situé avenue Sorel.

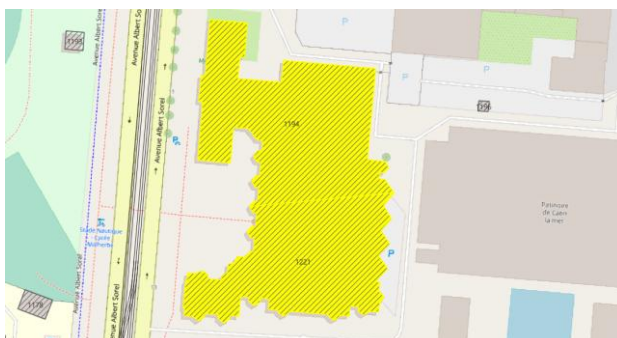


Figure 6 : Vue aérienne du Centre des Congrès et portion de voie à proximité

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par l'intelligibilité de la parole. Son exposition est modérée, et l'activité a priori compatible avec les travaux. Il est préconisé d'organiser la coactivité en coordination avec les responsables du site. Une démarche préventive pourrait ainsi permettre d'éviter des dispositifs de mitigation trop contraignant.

3.2 - Bâtiments sensibles aux risques de dommages aux structures

Tour de la rue du Carel (ancien mur de l'abbaye aux Hommes), situé rue du Carel

Le site identifié dans cette catégorie est un site historique, potentiellement fragile et qui revête un enjeu patrimonial pour la ville de Caen. Pour ce site, il est recommandé de réaliser une évaluation des niveaux vibratoires générés par les travaux. Cette évaluation permettra d'identifier des éventuels besoins en termes de suivi vibratoire lors de travaux à proximité.



Figure 7 : Vue aérienne de la Tour de la rue du Carel

3.3 - Analyse du tracé vis-à-vis de l'exposition aux vibrations

Cette analyse porte sur l'ensemble du tracé afin d'identifier les sites pour lesquels une attention particulière apparaît nécessaire. Ces sites sont principalement caractérisés par leurs expositions aux vibrations. Les seuils vibratoires à respecter pour cette exposition sont donnés par la Circulaire de 1987, relative aux émissions vibratoires des ICPE [4].

Pour caractériser l'exposition, les éléments pris en compte sont la distance entre le chantier (localisé via la plateforme de la voie), la structure du bâtiment et la capacité du sol environnant à transmettre les vibrations. Ces trois éléments sont issus de l'étude réalisés pour la phase d'exploitation, soit précisément :

- Le tracé produit en phase AVP daté de 2024 [2] ;
- Les caractérisations in situ de la propagation vibratoire dans le sol [3].

Pour l'ensemble du tracé et pour une source vibratoire unitaire, les sites les plus exposés sont détectés. A ce stade, en l'absence d'information précise sur le déroulement du chantier ainsi que sur les méthodes constructives qui seront adoptées, il n'est pas possible d'estimer les niveaux vibratoires générés lors des phase chantier. Cette étape devra être menée par l'entreprise en charge des travaux, notamment en lien avec les opérations de chantier prévues et les engins associés. Cependant, l'exposition des différents bâtiments permet d'identifier les zones où le risque d'impact vibratoire est le plus important.

Plus précisément, l'exposition des bâtiments riverains du projet varie en fonction de la nature du sol, de la nature du bâti et de son éloignement avec la source vibratoire, cette dernière étant considérée à l'emplacement de la plateforme de voie. Sur le tracé du projet, cette exposition varie de faible à importante, indiquant des zones plus susceptibles d'être impactées par les vibrations du chantier. Les zones les plus exposées sont

- Rue du Chemin vert, notamment les zones proches des arrêts Stockholm et Dunois ainsi que les sites de l'école primaire Fernand Léger et le collège Saint Pierre ;
- Rue Damozanne, sur toute la longueur parcourue par le projet ;
- Rue du Capitaine Boualam, sur toute la longueur parcourue par le projet ;
- Les bâtiments de La Poste, boulevard Maréchal Leclerc,
- Rue de Bernières, notamment la zone de raccordement avec le réseau existant.

Dans une moindre mesure, les zones suivantes présentent une exposition modérée.

- Boulevard Bertrand, sur toute la longueur parcourue par le projet ;
- Boulevard André Detolle, sur la majeure partie de la longueur parcourue ;
- Boulevard Yves Guillaou, entre l'avenue Henry Cheron et le Palais des Sports.

3.4 - Sites non retenus pour le risque vibratoire en phase chantier

A contrario, certains sites identifiés lors de l'analyse en phase AVP ne sont pas retenus dans cette étude. En effet, l'étude réalisée pour la phase d'exploitation permet d'estimer que l'exposition de ces sites est très faible.

Le laboratoire LABEO, situé sur boulevard Maréchal Juin.

Pour ce site, l'éloignement et les dispositifs antivibratiles déjà en œuvre permettent d'écarter le risque d'impact vibratoire.



Figure 8 : Vue aérienne du laboratoire LABEO et portion de voie à proximité

Le Zénith de Caen, situé boulevard Yves Guillaou.

Pour ce site, l'éloignement et la sensibilité de l'activité (musique amplifiée) permettent d'écarter le risque d'impact vibratoire.

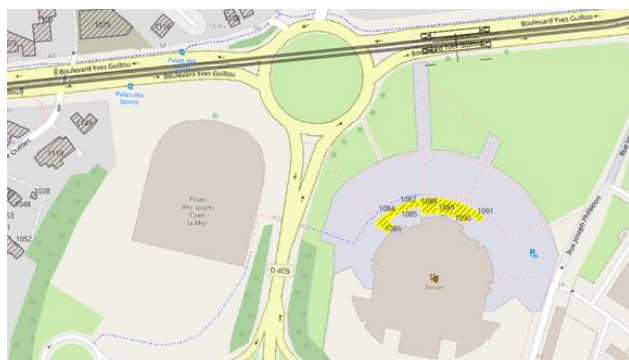


Figure 9 : Vue aérienne du Zénith de Caen et portion de voie à proximité

Le lycée Malherbe, situé boulevard Yves Guillaou.

Ce site présente une sensibilité aux bruits solidiens portée par des activités d'enseignement, notamment lors de période d'examen. Son exposition est cependant relativement faible, et n'appelle pas à des mesures particulières autre qu'une communication auprès du site.



Figure 10 : Vue aérienne du Lycée Malherbe et portion de voie à proximité

Eglise Saint Etienne le Vieux, située rue Arcisse de Caumont, est très éloignée du projet.



Figure 11 : Vue aérienne de l'Eglise Saint Etienne le Vieux

4 - DISPOSITIFS POUR LA MAITRISE DES RISQUES VIBRATOIRES

Les dispositifs applicables pour l'évitement des risques d'impact vibratoires lors de la phase de chantier ne peuvent pas être définis de façon unique pour l'ensemble des sites. La nature des sources vibratoires (engins de chantier, activités du chantier) ne permet pas de définir une typologie de solution unique, applicable à l'ensemble des sites identifiés précédemment.

Pour maîtriser les risques vibratoires, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs divers, adaptés à la configuration du site, la nature des travaux et les contraintes spécifiques de chaque site et/ou type de risque. Ces dispositifs peuvent être mise en œuvre directement par la maîtrise d'ouvrage ou imposés aux entreprises par le biais d'exigences fixées dans le DCE. Les leviers pour imposer une gestion des risques vibratoires sont principalement :

- Des exigences de performances applicables au chantier, traduites via des valeurs seuils que l'entreprise s'engage à ne pas dépasser afin de limiter le risque d'impact. Ces exigences concernent à minima les configurations tombant dans le cadre réglementaire, en particulier les prescriptions pour le dommage aux structures données par la Circulaire du 23 juillet 1986 [4]. Ces seuils doivent être accompagnés de mesures compensatoires, applicables en cas de manquement ;
- Des exigences de moyens à prévoir par l'entreprise en amont de la réalisation des travaux (dispositif de réduction des vibrations, essais de convenance, stations de surveillance, etc.). Cette approche amène le prescripteur à demander une étude à l'entreprise lors de la phase de préparation des travaux, en coordination avec la planification des phases de chantier et la définition des méthodes de construction ;
- Des actions de communication auprès des riverains, pouvant être associées à la communication autour des autres types de nuisances (bruits, poussières, circulation, etc.) et gérées par la maîtrise d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre. Ces actions doivent être menées tout au long, et en parallèle, du suivi de l'avancement des chantiers afin d'assurer l'efficacité de la communication.

A noter, en amont de la réalisation des travaux il est demandé de déposer un dossier « Bruit de chantier » auprès des autorités compétentes (Article R.571-50 du code de l'environnement). Ce dossier peut servir de support, à minima, pour identifier les principales phases générant de forts niveaux acoustiques et vibratoires, et inscrire ces phases dans un planning prévisionnel. Ce dossier peut dès lors servir de base pour fixer une campagne de communication sur les nuisances acoustiques et vibratoires auprès des riverains.

4.1 - Contexte réglementaire pour le dommage aux structures

La Circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) fixe des valeurs seuils en-dessous desquelles les risques de désordres structurels sont considérés négligeables.

Bien que cette circulaire concerne les ICPE, elle est régulièrement appliquée pour évaluer les risques de dommages aux constructions à proximité des chantiers d'infrastructures de transport. Pour les opérations de chantier les plus émissives (compacteur, BRH, etc.) le cas des vibrations continues ou assimilées est généralement considéré. Les valeurs limites, fixées en tout point de la structure porteuse du bâtiment, figurent dans tableau le ci-après.

Tableau 1 : Valeurs limites de vitesse vibratoire PPV (valeur crête de la vitesse particulaire en mm/s) pour éviter les dommages aux structures selon la Circulaire du 23 juillet 1986. Vibrations continues ou assimilées

Classe de construction	Bande de fréquences contenant la fréquence d'excitation dominante		
	4 Hz – 8 Hz	8 Hz – 30 Hz	30 Hz - 100 Hz
Constructions résistantes	5 mm/s	6 mm/s	8 mm/s
Constructions sensibles	3 mm/s	5 mm/s	6 mm/s
Constructions très sensibles	2 mm/s	3 mm/s	4 mm/s

L'évaluation des vitesses vibratoires est fixée par la norme de mesurage NF E90-020-1 (septembre 2015) qui prescrit les règles techniques de mesurage des vibrations dans le but d'évaluer leurs effets sur les structures.

Dans le cadre des sites historiques, abritant un bâtiment très sensible et particulièrement exposé, il est souvent recommandé de mettre en œuvre un dispositif de surveillance continue des vibrations.

4.2 - Dispositions générales pour la gestion des vibrations en phase chantier

L'ensemble des dispositions présentées dans ce paragraphe sont génériques et faciles à mettre en œuvre. Elles peuvent être traduites par des prescriptions applicables à l'ensemble des chantiers. Ces dispositions relèvent généralement d'exigence de moyen et permettent généralement d'éviter une part importante des impacts vibratoires, dont notamment le risque de dommage aux structures.

Estimation prévisionnelle des émissions vibratoires

Dans le cadre de la maîtrise des risques de dommage aux structures, il est fortement recommandé d'exiger une estimation des niveaux vibratoires émis au titulaire des marchés de travaux. Cette estimation doit s'appuyer sur le dimensionnement précis des phases de travaux, et notamment les engins de chantier envisagés. Comme indiqué précédemment, cette étude peut enrichir l'ensemble des dispositions proposées ci-après, et notamment les actions en liens avec l'évitement du risque de dommage, le dialogue avec des sites sensibles et le dimensionnement d'un suivi vibratoire.

Communication à destination des riverains

Le risque de nuisance vibratoire peut être traité notamment par le biais d'une campagne de communication indiquant le planning des travaux les plus émissifs. Cette communication présente le double avantage d'éviter l'effet de surprise lorsque les vibrations des travaux sont perçues, et d'éviter d'imputer au chantier des vibrations survenant en dehors de ses activités.

Dispositions pour la circulation des engins de chantier

- Eviter les manœuvres, marche arrière, etc., pour limiter les sources de vibrations ;
- Conserver des voies d'accès planes, limiter les sources vibratoires liées au roulement des poids lourds sur des surfaces rugueuses/déformées ;

Dispositions d'aménagements horaires

- Planifier les phases de travaux les plus émettrices de vibrations en dehors des heures de sommeil et/ou d'activités calmes/sensibles (soirée, week-end, jours fériés, etc.) ;
- Encadrement des horaires de chantiers, même dans le cas de périodes dérogatoires.

Dispositions limitant les émissions vibratoires

- Interdire les engins de chantier émetteurs de forts niveaux vibratoires lorsque ceux-ci ne sont pas indispensables ou limiter la puissance des engins ;
- A proximité de site sensible, réaliser les forages en rotation pure, l'usage du trépan ou de la roto-percussion étant à proscrire ;
- Lorsque possible, limiter la puissance des brise-roche hydrauliques ;
- Réaliser le percement dans les structures existantes, par carottage après localisation des armatures par ferroskan ;
- Pour les structures attenantes à un site sensible, réaliser les démolitions par sciage, à l'aide de pinces ou par hydrodémolition
- Encourager l'entreprise à proposer toutes autres mesures susceptibles d'améliorer la maîtrise des nuisances vibratoires

Dispositions organisationnelles

- Dans la mesure du possible, optimiser l'implantation des emprises chantiers afin d'éloigner les engins (circulations, stationnement, etc.) des bâtiments riverains ;
- Être attentif à l'implantation des emprises déportées (site de stockage, base vie, bétonneuse, trommel, équipements lourds ou autres ICPE).

4.3 - Dispositions spécifiques pour la gestion des coactivités

Pour les sites présentant une exposition importante et une sensibilité aux vibrations et/ou au bruit solarien liée à son activité, des mesures d'aménagement du risque doivent être

envisagée. Dans ce cadre, il est nécessaire de mettre en place un dialogue entre gestionnaires du chantier et responsables du site.

L'objectif est d'établir un planning et/ou des aménagements des travaux garantissant l'intégrité des activités tout en permettant la réalisation de l'infrastructure de tramway. Ces aménagements peuvent varier dans le temps pour harmoniser la coactivité entre le chantier et le site sensible.

Le dialogue, amenant à la gestion des coactivités, doit se faire sur la base de :

- Un planning précis des émissions vibratoires et de bruits solidien générés lors de l'ensemble des phases du chantier (nécessite la connaissance des sources vibratoires propres au chantier) ;
- Un planning précis des activités sensibles aux vibrations et aux bruits solidiens du site (établi par, et sous la responsabilité du gestionnaire du site).

L'objectif est d'adapter les plannings du chantier et du site sensible afin de permettre leur coactivité. Ce dialogue amènera chacune des parties à exprimer les niveaux d'enjeux associés à chaque phase de son planning, dans le but d'un compromis. Ce compromis doit permettre d'éviter des dispositions d'évitement du risque vibratoire plus importantes.

Lorsque nécessaire, ces aménagements peuvent être établies sur la base d'une étude vibratoire, définissant un planning des niveaux vibratoires émises au droit du site lors des opérations émettrices des vibrations, ainsi que les actions à mettre en œuvre le cas échéant. Le dialogue permet alors de fixer les contraintes applicables au chantier et au site sensible de façon concertée. Il peut notamment inclure les modalités applicables à un dispositif de surveillance vibratoire.

4.4 - Dispositions spécifiques pour le suivi des émissions vibratoires

Le système de surveillance vibratoire permet de comparer en temps réel les niveaux de vitesse vibratoire et de bruit solidien mesurés à des seuils prédéfinis en fonction de la sensibilité du site. Il doit ainsi permettre d'éviter les risques d'impact vibratoires via la mise en œuvre d'action corrective lors de dépassement des seuils prédéfinis.

Pour cela, lorsque nécessaire, l'entreprise doit rédiger et mettre en œuvre un plan de surveillance vibratoire du chantier. Ce document contient une note descriptive du dispositif de surveillance et les modalités associées aux mesures correctives en cas de dépassement. Par la suite l'entreprise peut assurer la mise en place du système de surveillance vibratoire et le suivi des niveaux vibratoires tout au long de la période de surveillance.

Le plan de surveillance vibratoire, décrit les éléments suivants :

- Une description de la zone, contenant le site surveillé et l'emplacement du chantier ;
- Les indicateurs mesurés, en conformité avec le risque vibratoire surveillé et les normes de mesurage applicables ;

- Les emplacements justifiés des points de mesure, et les fonctions de transfert permettant de remonter à la localisation précise de l'objet à surveiller en cas de station déportée (station de surveillance en limite de chantier par exemple) ;
- Choix justifié des seuils d'alerte et d'alarme ;
- La durée prévisionnelle et les contraintes des mesures de surveillance ;
- Une description des stations de mesure avec les caractéristiques de sensibilité et de courbe de réponse en fréquences des capteurs ;
- La méthodologie de mise en place et d'initialisation du système (test des seuils) ;
- Une description des opérations de maintenance et de calibrage des équipements de mesures lors de mesures longues.
- Une description du mode de suivi et d'intervention en cas d'alertes ;

Généralement, deux seuils sont définis en fonction du type d'impact surveillé et de l'emplacement du capteur :

- Un seuil d'alerte pour information et vigilance fixé sous le seuil d'impact. Ce seuil doit permettre d'anticiper un éventuel dépassement, notamment lors de la surveillance des vibrations générés sur une structure fragile ;
- Un seuil d'alarme impliquant une action corrective immédiate ; ce seuil est inférieur ou égal au niveau vibratoire à ne pas dépasser. En cas de dépassement, dans le cas d'un seuil de dommage aux structures ou de perturbations d'équipements sensibles en milieu hospitalier pouvant compromettre l'état de santé de personnes, l'arrêt provisoire des travaux doit être envisagé.

5 - PRECONISATIONS POUR LA MAITRISE DES VIBRATIONS

Toutes les préconisations détaillées ci-avant ne sont pas adaptées pour l'ensemble des sites identifiés dans la section 3 (Analyse du tracé et identification des sites à enjeux). Ainsi cette section indique les préconisations adaptées à chaque site. Ces préconisations sont identifiées à partir de la typologie de la sensibilité et l'estimation de l'exposition de chaque site.

Pour chaque site, il est indiqué si la sensibilité est portée par le dommage aux structures (Dommage) et/ou la perturbation d'une activité sensible (Perturbation). Cette sensibilité est indiquée, indifféremment si le risque est porté par les vibrations ou le bruit solidien.

A noter, le risque de dommage aux structures doit systématiquement, et pour tous les bâtiments riverains, être traité par l'entreprise lors des phases de chantier. Les indications ci-dessous identifient simplement les sites pour lesquels ce risque est à priori le plus important.

Par ailleurs, et de façon générale, il est fortement recommandé de permettre aux riverains d'anticiper la gêne liée aux perceptions tactiles et auditives des travaux. Cela nécessite une campagne de communication indiquant un planning des phases les plus émissives dans chaque zone traversée par le projet.

Tableau 2 : Préconisations pour chaque site identifié

Zone / Site	Sensibilité	Préconisations
Rue Damozanne	Dommage Perturbation	Communication auprès des riverains Estimation des niveaux vibratoires et suivi vibratoire le cas échéant sur un bâtiment
Rue de Bernières	Dommage Perturbation	Communication auprès des riverains Estimation des niveaux vibratoires et suivi vibratoire le cas échéant (40 rue de Bernières)
Tour rue du Carel (CPIE)	Dommage	Estimation des niveaux vibratoires et suivi vibratoire le cas échéant
Théâtre de Caen	Perturbation	Gestion des coactivités
La Poste	Perturbation Dommage	Gestion des coactivités Estimation des niveaux vibratoires et suivi le cas échéant (façade Bvd Maréchal Leclerc)
Conservatoire de Caen	Perturbation	Gestion des coactivités
CCNC	Perturbation	Gestion des coactivités
EPSM	Perturbation	Gestion des coactivités
Ecole Fernand Léger (Rue du Chemin vert)	Perturbation	Gestion des coactivités
Collège Saint Pierre (Rue du Chemin vert)	Perturbation	Gestion des coactivités
Palais des congrès	Perturbation	Gestion des coactivités

6 - CONCLUSION

Le présent document présente une analyse du tracé du projet Tramway Caen-la-mer, au regard des risques d'impact vibratoire pour la phase de réalisation. Cette analyse permet d'identifier les sites pour lesquels une attention particulière devra être portée en amont et pendant le déroulement des travaux. Pour chaque site identifié, un ensemble de préconisations est proposé afin de permettre la maîtrise des risques d'impact vibratoire.



Le futur en construction

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche et expertise, l'évaluation, la certification et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétence couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.