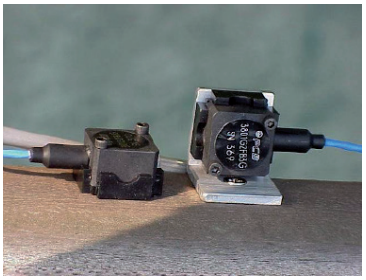
C3-13

ACCÉLÉROMÈTRE

PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

OBJECTIF	Mesures de vibration sous une excitation naturelle (trafic, vent, séisme, etc.) ou sous une excitation provoquée (balourd, marteau, explosif, etc.).
PRINCIPE	La mesure des accélérations se fait à l'aide d'instruments appartenant à deux familles d'accéléromètres : – Accéléromètre capacitif : ils utilisent en général deux capteurs capacitifs de déplacement qui mesurent le déplacement de la masse sismique par rapport à un support. Cette mesure du déplacement est réalisée au moyen d'un condensateur à écartement ou surface variable (c'est- à-dire le changement de capacité est lié soit à l'écartement entre deux plaques, soit à un changement de surface).  Exemple d'accéléromètre capacitif (IFSTTAR) – Accéléromètre piézoélectrique : un cristal de quartz ou un matériau céramique produit sous l'effet d'une déformation une charge électrique. Si la déformation du cristal reste dans le domaine élastique, la charge électrique produite est donc proportionnelle à la force extérieure appliquée. La masse sismique est connectée à l'élément sensible piézoélectrique, produisant une force lorsqu'elle est soumise à des accélérations.  Exemple d'accéléromètre piézoélectrique (IFSTTAR) Nota : il existe également une troisième famille, les servo-accéléromètres qui permettent d'avoir une mesure de très haute précision à très basses fréquences (ils ne sont généralement pas nécessaires pour des investigations dynamiques sur des ponts). Les accéléromètres peuvent mesurer les accélérations selon une direction (1D), deux directions (2D) ou trois directions (3D).
CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE	Essai non destructif
MATURITÉ	Utilisation éprouvée
MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ	Capteurs accéléromètres Fixation soit par vissage ou collage de capteurs, soit par l'intermédiaire d'un support magnétique ou mécanique Conditionneurs du signal (amplificateur, filtre) Chaîne d'acquisition (mesures, enregistrements)

MODALITÉS D'APPLICATIONS	
DOMAINE D'APPLICATION	Évaluation dynamique d'une structure : – évaluation des sollicitations (détermination des coefficients de majoration dynamique, durée de vie en fatigue, tension dans les câbles, etc.) ; – analyse structurale (analyse modale, identification structurale, aptitude au service, etc.) ; – surveillance de comportement (influence des paramètres environnementaux, efficacité de mesures de renforcement, comportements anormaux, intégrité structurale, diagnostic, etc.).
SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION	Il importe de connaître : – le type et la géométrie de la structure pour choisir le nombre et l'implantation des capteurs au travers d'un plan d'instrumentation ; – le mode d'excitation de la structure.
LIMITES D'UTILISATION	Comme le signal de sortie d'un accéléromètre est électrique, il est très sensible aux conditions environnementales, ce qui nécessite de connecter ces accéléromètres à des conditionneurs par le biais de câbles courts et protégés. Ceci explique que beaucoup d'accéléromètres piézoélectriques sont à électronique intégrée. Pour la surveillance continue du comportement vibratoire d'ouvrages, il est recommandé de réaliser une calibration tous les 5 ans. Sous réserve d'utiliser ces capteurs dans leur étendue de mesure et de température (-20°C à 60°C), ils peuvent être stables et fiables sur de nombreuses années.
PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ	Accéléromètre capacitif : Résolution > 3 10^{-5} m/s^2 Étendue de mesure : 0 à 50 m/s^2 (pic à pic) Bande de fréquence : 0 à 2 kHz Accéléromètre piézoélectrique : Résolution > 10^{-5} m/s^2 Étendue de mesure : 5 à 500 m/s^2 (pic à pic) Bande de fréquence : 0,1 à 1kHz
PERSONNEL ET COMPÉTENCES	Plusieurs compétences sont nécessaires selon la nature de la prestation : – un chargé d'études pour la définition du plan d'instrumentation et pour l'analyse des résultats ; – un chargé d'investigations pour la mise en place et l'acquisition des données ; – un chargé d'investigations pour le traitement des données.
CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES	
ACCÈS À 1 OU 2 FACES	Sans objet
COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES	Cela dépend de la nature de l'excitation (trafic par exemple) et du résultat à obtenir. Dans le cas de l'utilisation d'un balourd ou d'une charge explosive pour exciter la structure, il peut être nécessaire d'interrompre la circulation.
RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE	Échantillonnage spatial (les hautes fréquences requièrent un plus grand nombre de points de mesures que les plus basses). Échantillonnage de l'acquisition : variable pouvant aller de 50 Hz à 4096 Hz selon les cas.
DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS	Validation et première interprétation sur site. Exploitation complète faite *à posteriori*.
PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES	Oui si passage de véhicules lourds
PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES	Oui, en particulier en cas de perturbations électromagnétiques
RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC	Pas de danger particulier.

ENCOMBREMENT – POIDS	Accéléromètres capacitifs : les accéléromètres capacitifs (1D comme 3D) sont de dimension et de poids réduits (30 mm/100 g). Accéléromètres piézoélectriques : la taille et le poids des accéléromètres piézoélectriques diffèrent énormément d'un capteur à un autre, jusqu'à 60 mm de largeur, 80 mm de hauteur et 1 kg de poids.
AVANTAGES – INCONVÉNIENTS	
AVANTAGES	Capteurs bien adaptés pour la détection d'endommagements structuraux ou de détermination de caractéristiques vibratoires d'une structure
INCONVÉNIENTS	Difficulté du traitement des mesures et de leur interprétation
DISPONIBILITÉ – COÛT	
DISPONIBILITÉ	Matériel de disponibilité courante
COÛT	Faible (capteurs) à moyen (avec l'acquisition)
RÉFÉRENCES	
NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES	Investigations et évaluations dynamiques des ponts (2008) – Cremona C., Techniques et Méthodes des LPC, Guide Technique, IFSTTAR, GTINPONT, 123 p.