

# Un système anti-vibrations

Les vibrations limitent la performance des instruments sensibles dans de nombreuses applications (holographie, microscopie, interférométrie, etc.). Ainsi, la nécessité de les éliminer ou de les atténuer pour optimiser les performances est devenue cruciale.

Riad Haidar, [haidar@onera.fr](mailto:haidar@onera.fr)

L'élimentation des vibrations d'une surface de travail est réalisée en l'isolant, à la fois, des influences extérieures véhiculées par le sol et des mouvements induits par les appareils qu'elle supporte (ventilateurs, etc.). Cette isolation est habituellement réalisée à l'aide d'un système pneumatique, combinant une table rigide et des supports qui amortissent les vibrations créées ou transférées à la surface de la table.

## Grands principes

Dans l'idéal, une table optique doit présenter une surface supérieure rigide et plate, capable de supporter les appareils et les composants en alignement optique de façon stable sur le long terme (figure 1). De plus, la table ne doit pas être trop massive, car une masse importante induit des résonances à basse fréquence. Pendant longtemps, les tables de laboratoire ont été fabriquées en granit, béton, acier ou même en bois... mais les tables modernes utilisent désormais une structure composite : un sandwich de métal (de l'aluminium ou de l'acier) plaqué sur une structure en nid d'abeille (figure 2; habituellement en acier). Outre une légèreté appréciable, cette structure à maille hexagonale (ou, parfois, sinusoïdale) présente une grande rigidité dynamique.

La table optique est posée sur des pieds de maintien conçus pour remplir deux fonctions complémentaires : d'une part, ils amortissent les mouvements de vibration de la table elle-même; et d'autre part, ils isolent la table des vibrations de l'environnement, qui sont véhiculées par le sol. Si l'environnement est peu bruyant



Figure 1. Photo d'une table optique sur supports.

(par exemple, la table est installée dans le sous-sol d'un bâtiment) ou que l'expérience est peu sensible aux vibrations mécaniques, des pieds de maintien rigides offrent une solution très acceptable.

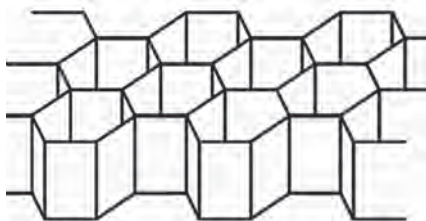


Figure 2. Structure en nid d'abeille des tables optiques modernes.

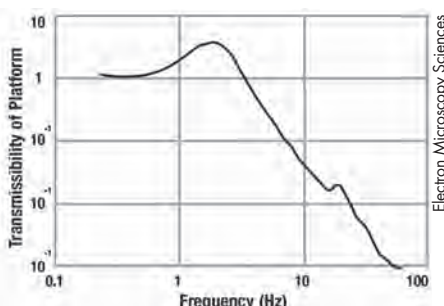


Figure 3. Courbe fréquentielle de la transmissibilité d'un système d'isolation.

Dans le cas contraire, le montage le plus approprié repose sur un schéma d'« isolateur sismique ».

Les principales sources de perturbations externes sont les mouvements de sol, qu'ils soient verticaux ou horizontaux. Ces mouvements ont de nombreuses causes : la circulation routière, le passage des trains, les ascenseurs... Pour fixer les idées, un bâtiment à ossature métallique de hauteur H (en mètres) présente une résonance d'environ 46/H hertz, ce qui signifie qu'au troisième étage on peut s'attendre à des déplacements horizontaux et verticaux à une fréquence de 5 à 7 hertz. Il faut également savoir que le sol ne transmet presque jamais des vibrations dans la gamme 1 à 3 hertz. La mesure de l'efficacité d'un système d'isolation est donnée par sa transmissibilité spectrale (figure 3). On peut retenir qu'un isolateur commence à devenir efficace entre deux à trois fois sa fréquence propre de résonance. Ainsi, pour éliminer les vibrations à 6 Hz, il faut utiliser un isolateur ayant une fréquence propre d'environ 2 Hz.

Le schéma d'« isolateur sismique » illustré à la figure 4 présente un plateau rigide posé sur un système pneumatique, qui peut vibrer (en vertical et horizontal)

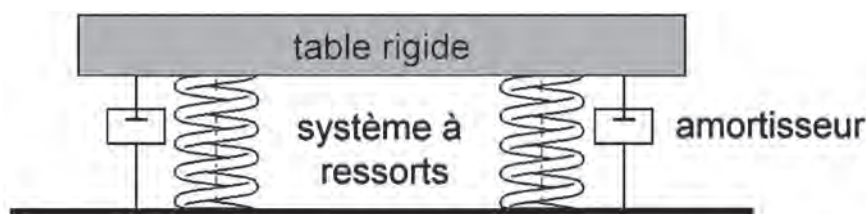


Figure 4. Principe d'un montage sismique, avec un maintien pneumatique amorti.

à de faibles fréquences de résonance. Même si ces fréquences de résonance ont généralement des valeurs plus faibles que la plupart des vibrations du bâtiment, il est important que la hauteur et la largeur du pic de résonance dans la courbe de transmissibilité soient réduites. Ce résultat est obtenu par l'ajout d'un mécanisme d'amortissement.

Retenons enfin que la performance d'un système d'isolation dépend de sa

rigidité et de la masse qu'il supporte. Elle s'améliore généralement lorsque la masse augmente : donc, pour une performance optimale, on doit travailler à proximité de la charge maximale que le système d'isolation est conçu pour supporter. À titre d'exemple, il est contre-productif de placer une charge de 50 kg sur une table conçue pour soutenir 500 kg ; une charge de 200 kg ou plus serait nettement plus appropriée.

## Les fournisseurs français de systèmes anti-vibrations

### Fabricants français

Société	Contact
Optophase	Samuel Choblet – Tél. : +33 (0)4 78 74 24 56 <a href="mailto:info@optophase.com">info@optophase.com</a>

### Filiales françaises de fabricants étrangers

Société	Contact
Newport (Microcontrôle, SpectraPhysics)	Dalila Ait Amir – Tél. : +33 (0)1 60 91 68 45 <a href="mailto:dalila.aitamir@newport.com">dalila.aitamir@newport.com</a>
Thorlabs	Lucy Lagache – Tél. : +33 (0)9 70 44 48 44 <a href="mailto:sales.fr@thorlabs.com">sales.fr@thorlabs.com</a>

### Distributeurs

Société	Marque distribuée	Contact
Acal BFI	Altechna	Christian Derchue – Tél. : +33 (0)1 60 79 59 06 <a href="mailto:photonique.fr@acalbfi.fr">photonique.fr@acalbfi.fr</a>
Opton Laser	Standa	Costel Subran – Tél. : +33 (0)1 69 41 04 05 <a href="mailto:Costel.subran@optonlaser.com">Costel.subran@optonlaser.com</a>
Optophase	Accurion	Samuel Choblet – Tél. : +33 (0)4 78 74 24 56 <a href="mailto:info@optophase.com">info@optophase.com</a>
LFG Distribution	EMS (Electron Microscopy Sciences)	Laetitia Gilleron – Tél. : +33 (6) 49 95 41 23 <a href="mailto:lgilleron@lfg-distribution.fr">lgilleron@lfg-distribution.fr</a>
Oxford Instruments	Asylum Research	Julien Lopez – Tél. : +33 (0)6 66 67 73 32 <a href="mailto:Julien.Lopez@oxinst.com">Julien.Lopez@oxinst.com</a>
Id.Tech	Hildebrand	Jacques Desevre – Tél. : +33 (0) 1 41 15 80 40 <a href="mailto:info@mesurez.com">info@mesurez.com</a>
Photon Lines	TMC	Eric Dréan – Tél. : +33 (0)1 30 08 99 00 <a href="mailto:info@photonlines.com">info@photonlines.com</a>

## Quel système choisir ?

Il existe deux grandes familles de systèmes anti-vibrations :

- Les systèmes anti-vibrations « actifs », nécessaires pour des applications sensibles aux vibrations ou lorsque l'expérience est installée dans un environnement à fortes vibrations (par exemple, si un essai est effectué sur un étage élevé d'un immeuble). Ces systèmes nécessitent un apport constant de gaz sous pression (pompe à air ou, à défaut, bouteille de gaz comprimé). Ces systèmes éliminent les principales sources de vibrations, et présentent les meilleures performances. Ils peuvent s'adapter à la charge à supporter : en effet, la charge supportée est déterminée en multipliant la pression de l'air à l'intérieur de l'isolateur par l'aire du piston ; ainsi, un piston de 9 cm<sup>2</sup> de surface soutiendra 15 kg sous une pression de 2 bar.
- Les systèmes anti-vibrations « passifs », suffisants lorsque l'expérience est placée dans un environnement faiblement bruyant. Ces systèmes sont autonomes et ne nécessitent aucun appareil supplémentaire. Leurs performances sont légèrement moins bonnes que les systèmes actifs, mais ils sont bien adaptés aux applications où la charge à supporter ne varie pas.

## En conclusion

Les systèmes anti-vibrations modernes combinent une table et des supports qui amortissent les vibrations créées ou transférées à la surface de la table. Pour choisir un système anti-vibrations, il faut d'abord évaluer la sévérité de l'environnement dans lequel sera placée l'expérience : les vibrations peuvent être induites à la fois par la table (et les appareils placés dessus) et par le milieu environnant (sous-sol ou étage élevé, trafic passant, présence d'ascenseurs, etc.). Ce paramètre permet de déterminer le type de support à privilégier (rigide ou sismique, actif ou passif). Ensuite, il faut estimer la sensibilité de l'expérience aux vibrations. Ce second paramètre guide le choix de la table (poids, structure, matériau).