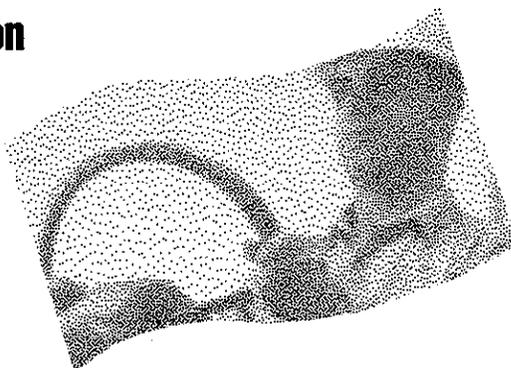


Principes et critères de sélection de sièges à suspension pour véhicules



ÉTUDES ET RECHERCHES

Paul-Émile Boileau
Laurent Gratton
Subhash Rakheja

Décembre 1995 RF-095

FICHE TECHNIQUE



IRSST

Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

AVANT-PROPOS

Cette fiche pratique de sécurité découle d'une étude financée par l'IRSST sur les paramètres affectant l'efficacité d'atténuation des vibrations par un siège suspendu (Rapport de recherche R-095, IRSST, Juin 1995). La fiche a pour objet d'apporter des précisions pratiques visant à favoriser le choix d'un siège à suspension possédant les caractéristiques requises pour bien remplir son rôle d'atténuation des vibrations et des chocs lorsqu'intégré dans un véhicule.

10- RÉSUMÉ DES PRINCIPES ET CRITÈRES DE SÉLECTION D'UN SIÈGE À SUSPENSION

- 1 Il n'existe pas de solution universelle : à chaque type de véhicule et de conditions de conduite correspond une solution particulière;
- 2 Il est nécessaire de connaître l'intensité et la fréquence dominante des vibrations au point de fixation du siège au châssis du véhicule, ainsi que la fréquence naturelle du siège (incluant la masse du siège, de la suspension et du conducteur);
- 3 La fréquence naturelle du siège doit être inférieure à 1/1,414 fois la fréquence dominante des vibrations, au plancher du véhicule, afin que le siège atténue les vibrations transmises au conducteur;
- 4 Le degré d'amortissement doit être déterminé en fonction de la relation entre la fréquence dominante des vibrations à la base du siège et la fréquence naturelle du siège; la raideur du ressort détermine la fréquence naturelle du siège;
- 5 Une attention particulière doit être portée aux déplacements de la suspension sous l'influence de chocs ou lorsque l'excitation vibratoire est importante à de très basses fréquences; le choix d'un siège possédant une fréquence naturelle trop basse risquerait d'engendrer des déplacements excessifs et créer des impacts avec les butés;
- 6 Les ajustements (tension du ressort, hauteur, inclinaison, position avant-arrière, degré d'amortissement), s'ils sont bien faits, permettent au conducteur d'exercer un certain contrôle sur l'intensité des vibrations qui lui sont transmises;
- 7 Un réglage adéquat de la tension du ressort en fonction du poids assure que la fréquence naturelle du siège demeure la même, quel que soit le poids du conducteur sur le siège; à l'inverse, un mauvais ajustement de la tension du ressort peut réduire la performance de la suspension de 50 % à 100 %;
- 8 Le mécanisme d'ajustement du poids devrait être indépendant du réglage de la hauteur du siège;
- 9 D'autres critères sont à prendre en compte, notamment des critères ergonomiques relatifs aux dimensions du siège et aux déplacements permis en fonction de l'espace disponible.

INFORMATION

Pour toute demande d'information concernant cette fiche, vous pouvez vous adresser au :

*Programme service à la clientèle
IRSST
505, boul. de Maisonneuve ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2*

*Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-0998
Courrier électronique :
gratton.laurent@irsst.qc.ca*

1- LES PROBLÈMES ATTRIBUABLES AUX VIBRATIONS ET LES SOLUTIONS

Un grand nombre de travailleurs de divers secteurs d'activité, allant des conducteurs d'autobus aux agriculteurs, sont appelés à conduire des véhicules dans le cadre de leur travail, pour de longues durées et dans des conditions qui sont souvent loin d'être optimales : l'état des routes n'est pas toujours bon, et parfois la conduite se fait hors route, sur le sol accidenté de chantiers de construction ou même dans les forêts.

Cette activité de travail soumet les conducteurs à des chocs et des vibrations, qui proviennent notamment des irrégularités du sol. Ces chocs et ces vibrations sont susceptibles de contribuer au développement de problèmes de santé, tels les maux de dos, sans compter l'inconfort créé par de telles secousses.

Pour contrer les effets néfastes des vibrations dans un véhicule, plusieurs solutions peuvent être envisagées, dont l'incorporation d'une suspension au niveau des essieux, de la cabine ou du siège. Peu importe que le véhicule soit déjà muni ou non d'une suspension au niveau des essieux, ou même de la cabine, l'installation d'un siège à suspension constitue une pratique à privilégier, compte tenu de son coût relativement faible, de sa facilité d'installation, de la vaste gamme de produits offerts sur le marché et du haut niveau d'efficacité. Cependant, des règles de sélection s'imposent pour assurer que le siège produise bien les effets escomptés.

2- LES TYPES DE VÉHICULES ET D'ACTIVITÉS CONCERNÉS

Parmi les divers types de véhicules dont la conduite peut exposer à des vibrations susceptibles de causer des problèmes de santé et de sécurité, on trouve, par exemple :

- les autobus urbains,
- les tracteurs agricoles,
- les camions remorque,
- les chariots élévateurs,
- les débusqueuses,
- les autres camions,
- les autres véhicules tout terrain.

3- LES PRINCIPALES SOURCES DE VIBRATIONS

La conduite de véhicules engendre des vibrations provenant notamment :

- des irrégularités du sol (route ou terrain),
- du moteur,
- des outils éventuellement rattachés au véhicule (par exemple une pelle ou un marteau-piqueur).

Parmi ces sources, les irrégularités du sol sont à l'origine des vibrations de basses fréquences susceptibles d'avoir les effets les plus marqués sur le corps humain.

Les fréquences dominantes des vibrations au point d'attache du siège varient selon les caractéristiques du véhicule (mode de traction, poids, charge transportable), tandis que l'intensité des vibrations varie en fonction des conditions de conduite (vitesse) et des caractéristiques du terrain. Par exemple, les fréquences dominantes de vibrations verticales se situent :

- de 2,35 à 3,25 Hz pour les tracteurs agricoles à roues de moins de 6500 kg,
- de 0,8 à 2 Hz et de 8 à 12 Hz pour certaines catégories d'autobus urbains,
- de 2 à 10 Hz pour les véhicules à chenilles.

Cette différence entre les divers types de véhicules implique qu'il faut chercher des solutions adaptées à chaque type de véhicule et aux conditions de conduite propres à chaque situation; un même type de siège à suspension ne peut convenir à toutes les situations.

4- LE RÔLE DU SIÈGE À SUSPENSION

Le siège, essentiellement composé d'un coussin et d'un dossier, a pour premier rôle de supporter le poids du conducteur. Mais l'incorporation d'une suspension au siège peut permettre de réduire les risques reliés à l'exposition aux vibrations et aux chocs. Pour que cette solution soit efficace, il faut cependant :

- connaître les caractéristiques (fréquence et intensité) des vibrations transmises par le sol, au point où le siège est fixé au châssis;
- sélectionner un siège qui permet de dissiper et d'atténuer ce type de vibrations.

En effet, tous les sièges à suspension ne permettent pas de réduire tous les types de vibrations. Chaque siège a une fréquence naturelle qui lui est propre. Si la fréquence dominante des vibrations à la base du siège correspond à la fréquence naturelle du siège, il se produira une amplification des vibrations par le siège, plutôt que l'atténuation recherchée. Il faut donc connaître non seulement les vibrations transmises par le sol au plancher du véhicule, mais également

la fréquence naturelle du siège, déterminée en tenant compte des masses du siège, de la suspension et du conducteur.

Seul un siège dont la fréquence naturelle est inférieure à 1/1,414 fois la fréquence dominante des vibrations, au plancher du véhicule, sera capable d'atténuer les vibrations transmises au conducteur.

5- COMMENT CHOISIR LE BON SIÈGE: UN EXEMPLE

Vous possédez une débusqueuse et vous avez trouvé, dans la Norme nationale du Canada, CAN/CSA-M5007-94 que pour votre véhicule, sa fréquence dominante des vibrations au plancher est de 2,2 Hz.

Votre fournisseur vous suggère deux sièges qu'il pense adéquats. Par chance, le fabricant a indiqué leur fréquence naturelle : le siège A possède une fréquence naturelle de 1,3 Hz et le siège B, une fréquence naturelle de 2,4 Hz.

En divisant la fréquence dominante des vibrations au plancher du véhicule (2,2 Hz) par 1,414, vous obtenez que, pour être efficace, un siège doit avoir une fréquence naturelle inférieure à 1,6 Hz.

Conclusion: seul le siège A (1,3 Hz) convient à vos besoins; le siège B (2,4 Hz) ne convient pas à ce genre de véhicule.

6- COMMENT FONCTIONNE UN SIÈGE À SUSPENSION ?

En général, un siège à suspension comprend, en plus du coussin et du dossier, les éléments suivants :

- un amortisseur (sur certaines suspensions, on peut régler le degré d'amortissement);
- un ou plusieurs ressorts, mécaniques ou pneumatiques, dont la raideur peut varier;
- un support pour guider le déplacement du siège;
- des butées ou des arrêts élastiques qui limitent la course de la suspension.

Comme, dans la plupart des véhicules, l'intensité des vibrations est plus importante en direction verticale, la grande majorité des sièges à suspension n'offrent qu'une suspension verticale; cependant, dans certains cas, une suspension avant-arrière peut être intégrée à la suspension verticale.

Un degré élevé d'amortissement est souhaitable lorsque le siège est principalement soumis à des chocs, ou lorsque la fréquence dominante des vibrations, au plancher du véhicule, est proche de la fréquence naturelle du siège. Un faible degré d'amortissement est cependant préférable lorsque la fréquence dominante des vibrations est bien au-delà de la fréquence naturelle du siège.

La fréquence naturelle d'un siège peut varier en fonction de la raideur du ressort. Un siège dont la fréquence naturelle est basse possède un ressort faiblement tendu; à l'inverse, un siège dont la fréquence naturelle est élevée possède un ressort bien tendu.

Une trop grande réduction de la raideur du ressort, bien qu'elle dissipe mieux l'énergie vibratoire à des fréquences excédant la fréquence naturelle du siège, augmente le déplacement de la suspension sous l'influence de chocs soudains, d'où le risque que la suspension se heurte sur les

Aussi, quand l'incidence des chocs est importante, on ne choisira pas un siège possédant une fréquence naturelle trop basse, afin de limiter les risques de heurt sur les butées. Ce risque peut également être réduit en s'assurant que le siège est bien ajusté.

7- L'IMPORTANCE DES AJUSTEMENTS

Les sièges à suspension permettent certains ajustements, tels :

- la tension du ressort en fonction du poids du conducteur sur le siège (certains sièges à suspension pneumatique comportent un mécanisme d'ajustement automatique du poids);
- la hauteur du siège,
- l'inclinaison du coussin et du dossier,
- la position avant-arrière (distance entre le siège et les commandes du véhicule),
- le degré d'amortissement (amortisseur variable).

Ces ajustements, s'ils sont bien faits, permettent au conducteur d'exercer un certain contrôle sur l'intensité des vibrations qui lui sont transmises.

Ainsi, un réglage adéquat de la tension du ressort en fonction du poids du conducteur assure que la fréquence naturelle du siège demeure la même, quel que soit le poids du conducteur sur le siège. De plus, il assure un déplacement optimal du siège et réduit les risques d'impact sur les butées.

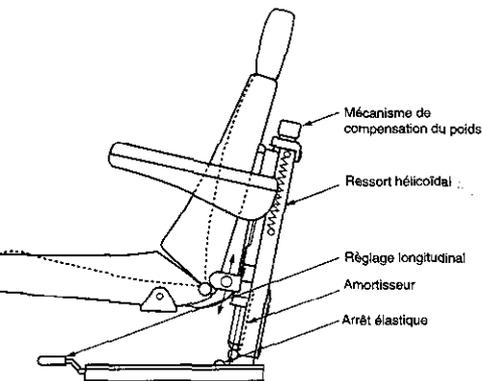


Figure 1 : Schéma d'un siège suspendu

À l'inverse, un mauvais ajustement de la tension du ressort peut réduire la performance de la suspension de 50 % à 100 %.

Le réglage du poids devrait être indépendant du réglage de la hauteur du siège, afin que la performance de la suspension ne soit pas affectée par le choix d'une hauteur, elle-même liée à la taille du conducteur.

8- SIÈGES PNEUMATIQUES ET MÉCANIQUES: AVANTAGES COMPARÉS

Les sièges à suspension pneumatique ont en général une fréquence naturelle plus basse que les sièges à suspension mécanique; ils permettent donc une atténuation des vibrations commençant à une fréquence plus basse que les sièges à suspension mécanique. Comme ils sont plus souples, leur déplacement vertical est plus prononcé, procurant une meilleure dissipation de l'énergie vibratoire à des fréquences 1,414 fois plus élevées que la fréquence naturelle du siège, mais augmentant du même coup le risque de heurts sur les butées sous l'influence de chocs soudains ou lorsque l'excitation vibratoire est importante à proximité de la fréquence naturelle du siège.

Pour cette raison, l'utilisation de sièges pneumatiques devrait être limitée lorsque l'environnement vibratoire est constitué de chocs ou que l'intensité des vibrations est importante à de très basses fréquences, comme c'est le cas pour les véhicules hors-route, tels les débusqueuses.

Les sièges à suspension pneumatique requièrent une source d'air comprimé qui les alimente à la pression prescrite.

Certains sièges à suspension pneumatique offrent un mécanisme de réglage automatique du poids, tandis que les sièges à suspension mécanique nécessitent un ajustement manuel du poids.

9- COMMENT OBTENIR LES INFORMATIONS TECHNIQUES SUR LES VIBRATIONS ?

Les informations relatives à la fréquence naturelle d'un siège ne sont que rarement fournies par le fabricant; demandez-les tout de même à votre fournisseur ou directement au fabricant.

Pour évaluer si un siège convient à un véhicule donné, et pour connaître l'intensité et la fréquence dominante des vibrations au point de fixation du siège au châssis du véhicule, une évaluation par un spécialiste en vibrations s'impose.

Par ailleurs, des données relatives aux fréquences dominantes et à l'intensité des vibrations dans certaines catégories de véhicules sont disponibles dans les publications suivantes :

- Norme nationale du Canada CAN/CSA-M5007-94 Tracteurs agricoles à roues - Siège du conducteur - Mesurage en laboratoire des vibrations transmises. Conseil canadien des normes, Ottawa, Ont. 23 p.
- Norme nationale du Canada CAN/CSA-M7096-94 Engins de terrassement et forestiers - Siège de l'opérateur - Vibrations transmises. Conseil canadien des normes, Ottawa, Ont. 23 p.
- Danière, P., Boulanger, P., Donati, P., Galmiche, J.-P., Environnement acoustique et vibratoire aux postes de conduite des chariots élévateurs. Cahier de notes documentaires, no. 148, INRS-France (1992), 345-358.
- Norme française AFNOR R-18-401. Véhicules lourds industriels. Spécifications pour le mesurage en laboratoire des vibrations verticales transmises au conducteur par l'assise du siège. Paris, AFNOR, décembre 1990.

FABRICANTS/DISTRIBUTEURS DE SIÈGES À SUSPENSION CONNUS DE L'IRSST

Amobi inc.
824, des Forestiers
C.P. 36
Amos (Québec)
J9T 3A5
Tél. : (819) 732-1769
Télec. (819) 727-1260

Bostrom Seating
3326 East Layton Ave.
Cudahy, WI 53110
USA
Tél. : (414) 744-2070

Produits disponibles à Anjou :
(514) 351-5100

Comfort Ride USA
4450 West 78th Street Circle
Bloomington, MN 55435
USA
Tél. : (800) 765-8089
Télec. : (612) 835-2218

Grammer
6963, 55th Street North
Oakdale, MN 55109
USA
Tél. : (612) 770-6515
Télec. (612) 770-4127

Isringhausen ISRI/SIFRA
5450 West Dickman Road
Battle Creek, MI 49015
USA
Tél. : (616) 968-5333
Télec. : (616) 968-5330

Produits disponibles chez Autobus Girardin
Drummondville, Qc
(800) 567-1448

Kab Seating Limited
Diesel Traction
172, Av. St-Sacrement
Québec (Québec)
G1N 3X6
Tél. : (418) 681-0631
Télec. (418) 681-3686

Knoedler Manufacturers inc.
4 800, boul. Kimber
St. Hubert (Québec)
J3Y 8M3
Tél. : (450) 445-4777
Télec. :(450) 445-0086

Les Estampillages R.B. Inc.
1720, boul. St-Charles
Drummondville-Nord (Québec)
Tél. : (819) 477-2663

MilSCO
P.O. Box 23176
9009 North 51st Street
Milwaukee, WI 53223
USA
Tél. : (414) 354-0500

National Seating
200 National Drive
Vonore, TN 37885-9631
USA
Tél. : (800) 222-7328
Ou : (615) 884-6651

Sears
Franklin Equipment Company
Council and Carver Roads
Franklin, VA
Tél. : (804) 562-6111

Seats Canada inc.
23, Taber Road
Rexdale (Ontario)
M9W 3A7
Tél. : (416) 745-9002