

Engins de chantier & décret

vibration

## Engins de chantier

- a) Exposition vibratoire quotidienne
- b) Principales variables
- c) Évaluer sans mesurer
- d) Prévention



juin 2006

## a) Bilan exposition vibratoire quotidienne sur engins de chantier

### Objectifs :

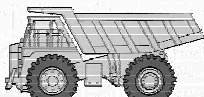
- Mesures réalisées par les 9 CMP et l'INRS dans le but de calculer le A(8) et de le comparer aux valeurs limites de la directive européenne
- Mesurer la performance des sièges

*Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006*

## Quels engins?



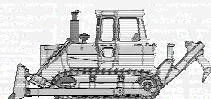
Chargeuse sur pneus



Tombereau rigide



Décapeuse



Bouteur



Tombereau articulé



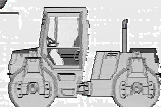
Tractopelle



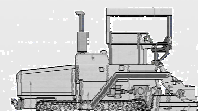
Niveleuse



Pelle sur chenilles



Compacteur tandem

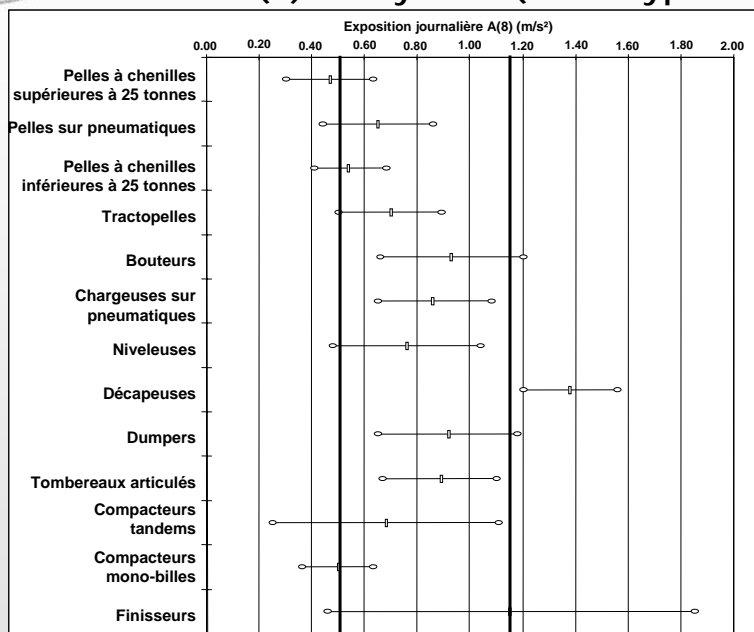


Finisseur

500 engins mesurés (75% des machines < 5 ans)

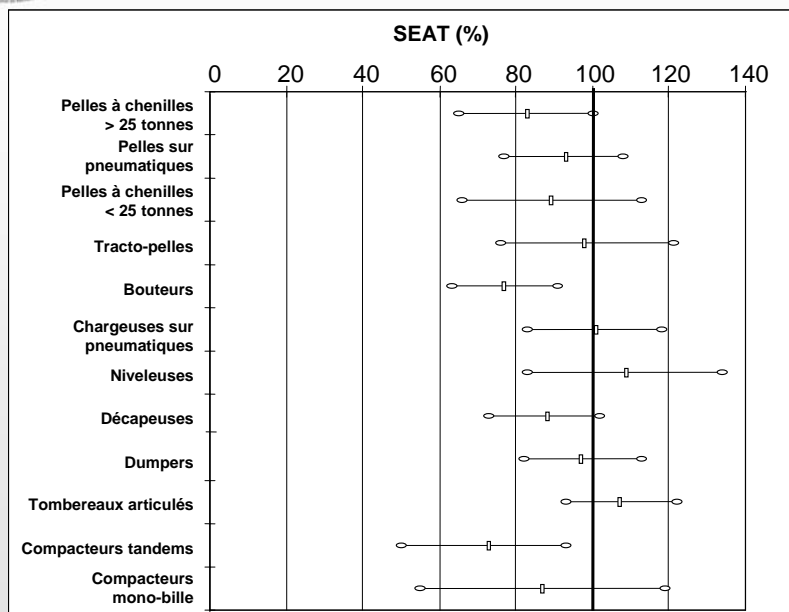
*Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006*

## Résultats A(8) - moyenne (écart type de 1 $\sigma$ )



Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006

## Calcul du SEAT - moyenne (écart type de 1 $\sigma$ )



Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006

## Quels axes dominants ?

	Pelles sur chenilles > à 25 tonnes	Pelles sur pneumatiques	Pelles sur chenilles <25 tonnes	Tracto-pelles	Chargeuses sur pneumatiques	Décapeuses
Axes dominants	X	X	X Z	X	X Y	Y

	Bouteurs	Niveleuses	Dumpers	Tombereaux articulés	Compacteurs tandems	Compacteurs mono-billes	Finisseurs
Axes dominants	X Z	Z	Z	Y	Y	Y	Z

Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006

b) Engins testés hors production.  
Conditions expérimentales.

Résultats.

## Engins de chantier testés



Chargeuse 962G série II



Tombereau Cat 740



Buteur D6N LPG

*Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006*

## Conditions expérimentales : Variables potentielles

- Effet du conducteur
- Effet de la tâche
- Effet du sol de la piste
- Effet de la vitesse
- Effet de la pression de pneus
- Effet du réglage du siège
- Effet des commandes automatiques

*Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006*

## Chargeuse : Évaluer l'effet de la vitesse, système anti-tangage, siège, pression des pneus.

- Trois vitesses 10, 15 et 20 km/h
- Godet à vide ou avec 5 à 6 tonnes de matériaux
- Anti-tangage On ou Off
- Amortissements siège mini, médian ou max
- Chauffeurs de 75 ou 100kg
- Pression des pneus
- Essais répétés 5 fois

## Chargeuse en roulement en charge : effet système anti-tangage/vitesse

- En charge, l'activation de l'anti-tangage diminue de 20 à 30% les vibrations (axes x et z) quelle que soit la vitesse du véhicule
- pas d'incidence sur l'axe y (vibrations dues au guidage de la machine)

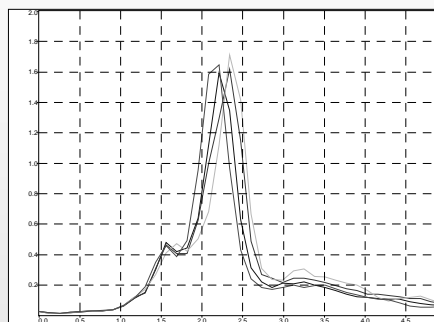
## Chargeuse en roulement en charge : effet vitesse

- à 15 et 20 km/h, y dominant (tenue de cap plus difficile à forte vitesse) avec anti-tangage
- accroissement de plus de 50% des accélérations z avec la vitesse

Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006

## Chargeuse en roulement : effet de la pression des pneus

- pas d'effet significatif du niveau de vibrations en fonction de la pression (pneumatiques moins gonflés, vibrations plus faibles ?)



*Axe vertical plancher*

Courbe bleu : AV 4.0 - AR 2.5

Courbe rouge : AV 4.8- AR 2.5

Courbe verte : AV 4.8- AR 3.0

Courbe violette : AV 3.0 - AR 2.5

Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006

## Chargeuse, reprise au tas : effet système assistance au chargement

- amélioration sur l'ensemble des axes, surtout x et y
- avec le sujet lourd expérimenté (gain 20 et 30%).
- gain moindre avec le sujet léger inexpérimenté (10 à 15%)



*Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006*

## Chargeuse en roulement : effet du siège

- Amortissement moyen
  - SEAT = 74% : roulement à vide à 10 km/h, anti-tangage = off, fréquence de coupure environ 2 Hz
  - SEAT = 55 % (meilleures performances) à vide, 15 et 20 km/h, anti-tangage on
- Effet amortissement. SEAT de 64% à 94%

*Vibrations engins de chantier - cmp Toulouse 2006*



## c) Évaluer l'exposition aux vibrations des conducteurs d'engins de chantier sans mesurer !

(ISO TC127 /SC2 /TR 25398)

Évaluer ne veut pas dire forcément mesurer

- Décret : « L'employeur évalue et si nécessaire, mesure les niveaux d'exposition aux vibrations par un échantillonnage représentatif de l'exposition du salarié ».
- But de l'évaluation :
  - A) se situer par rapport aux valeurs d'action ou limite
  - B) prendre les décisions valides pour maîtriser correctement l'exposition aux vibrations.

Note : La mesure est indispensable pour contrôler les progrès.

## Étapes d'une évaluation de l'exposition aux vibrations

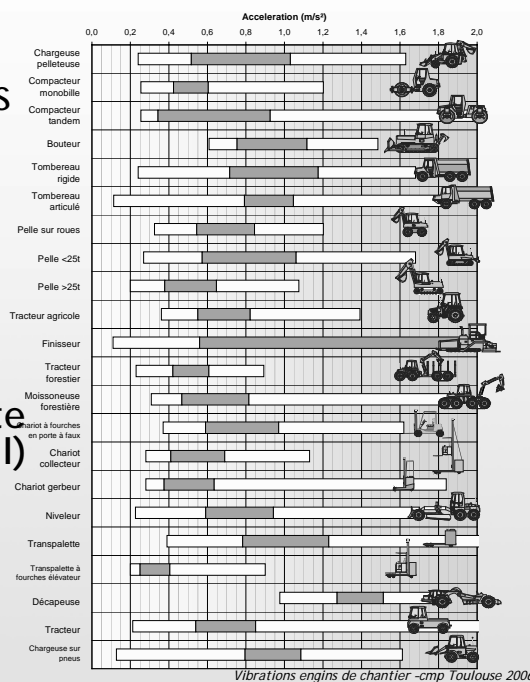
- 1. Identifier s'il s'agit d'un secteur à risques
- 2. Obtenir des informations sur les niveaux vibratoires typiques
- 3. Ajuster selon les conditions d'exposition
- 4. Estimer les durées d'exposition quotidienne
- 5. Comparer / valeurs d'action ou limite

## 1. Identifier s'il s'agit d'un secteur à risques : Questions à se poser

- *Les fabricants de la machine mettent-ils en garde contre un risque de vibrations globales du corps ?*
- *La machine se déplace-t-elle sur terrain difficile ? Les chaussées sont-elles correctement entretenues ?*
- *Les véhicules sont-ils conçus pour l'état de la chaussée ?*
- *L'opérateur est-il exposé à des chocs (ou des secousses) ?*
- *L'opérateur a-t-il une posture contraignante ou effectue-t-il des tâches manuelles de manutention ?*
- *Pendant combien de temps l'opérateur est-il exposé quotidiennement ?*
- *Les employés se plaignent-ils de problèmes dorsaux ?*

## 2. Obtenir des informations sur les niveaux vibratoires typiques

- Figure 2 du Guide européen de bonne pratique (site ministère du travail)



## 2. Utiliser le tableau des valeurs du rapport normatif ISO TC127 /SC2 /TR 25398 (annexe B)

Exemple : Chargeuse sur pneus : accélérations moyennes

m/s²	Charge et transport	mine	Déplacement	Reprise au tas
1.4 awxs	0.84	1.27	0.76	0.99
1.4 awys	0.81	0.97	0.91	0.84
awzs	0.52	0.81	0.49	0.54
sx	0.23	0.47	0.33	0.29
sy	0.20	0.31	0.35	0.32
sz	0.14	0.47	0.17	0.14

### 3. Ajuster selon les conditions d'exposition

- Cas conditions bonnes : émission = (valeur moyenne d'accélération) - (écart type)
- Cas conditions standards : émission = (valeur moyenne)
- Cas conditions dégradées : émission = (valeur moyenne d'accélération) + (écart type)

Calculer l'émission moyenne pour chaque tâche et chaque axe x, y, et z.

### Ajuster selon les conditions d'exposition : exemple d'une chargeuse

- Conditions bonnes : sol ferme lisse ou de gravier, conducteur expérimenté
- Conditions standards : sol souple avec des mottes, conducteur formé
- Conditions dégradées : sol caillouteux ou avec nids de poule, conducteur débutant

m/s <sup>2</sup>	Déplacement	reprise au tas
1.4 awxs	0.43	0.70
	0.76	0.99
	1.09	1.28
1.4 awys	0.56	0.52
	0.91	0.84
	1.26	1.16
awzs	0.32	0.40
	0.49	0.54
	0.66	0.68

4 & 5. Estimer les durées d'exposition quotidienne et comparer / valeurs d'action et limite. Exemple de la chargeuse

• **Déplacement** :  $T_i = 1$  h

• **Reprise au tas, respectivement** :

•  $T_i = 3,5, 4$  et  $6$  h

Calculer pour chaque axe :

$$A_l(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum a_{lwi}^2 T_i}$$

Conditions bonnes = action

Conditions dégradées = limite

Conclusion : Formation + entretien piste  
= gain de 50%

m/s <sup>2</sup>	Selon conditions
Ax(8)	0.49 0.75 1.17
Ay(8)	0.40 0.68 1.10
Az(8)	0.29 0.42 0.63

Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006

d) Actions de prévention. Choix de la chargeuse, conditions normales

Chargeuse équipée :

- antitangage =

gain de 20 % (x et z)

-aide au cavage =

gain de 20 % (x et y) et de 10% (z)

-siège à suspension adaptée =  
gain de 30% (z)

Gain total : Réduction du  
A(8) de 20%

m/s <sup>2</sup>	Déplacement	Reprise au tas	Ai(8)
Ax(8)	0,60	0.80	0.60
Ay(8)	0.90	0.70	0.59
Az(8)	0.35	0.40	0.32

Vibrations engins de chantier -cmp Toulouse 2006

