# Documentation Technique

Analyseur de vibrations physiologiques 4447

Manuel de l'utilisateur



# Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447

Manuel de l'utilisateur

# Consignes de sécurité

Cet appareil a été construit et testé conformément aux recommandations des publications CEI 61010-1 et EN 61010-1 Règles de sécurité pour appareils électriques. de mesurage, de régulation et de laboratoire. Pour garantir la sécurité de son maniement et le garder dans un état de fonctionnement correct, les consignes suivantes devront être observées :

#### Symboles de sécurité



/ Ce symbole sur l'appareil renvoie impérativement l'opérateur aux mises en garde signalées dans le présent Manuel de l'utilisateur.

Terre de protection

Tension dangereuse

#### Risque d'explosion

Cet appareil ne doit pas être utilisé dans des environnements soumis à des risques d'explosion. Il ne doit pas fonctionner à proximité de liquides ou de gaz inflammables.

#### Avertissements

- Avant de connecter ou déconnecter les cordons d'interface numérique, mettre hors tension tous les éléments de la chaîne de mesurage, sous peine de risquer de les endommager.
- En cas d'altération du fonctionnement de l'appareil, avérée ou supposée, prévenir toute nouvelle tentative d'utilisation jusqu'à ce que le défaut éventuel ait été corrigé.
- Le réglage, l'entretien et la réparation des composants internes sont très fortement déconseillés lorsque l'appareil est sous tension. D'une manière générale, ces opérations sont du ressort d'un personnel de maintenance autorisé
  - Les matériels et équipements électroniques et piles/batteries ne doivent pas être mis au rebut mélangés aux déchets non triés



- Il vous appartient de contribuer à la préservation de l'environnement en utilisant les dispositifs de collecte et de recyclage mis en place dans votre localité
- Les substances dangereuses contenues dans les appareils électroniques et les piles/batteries peuvent dégrader l'environnement et la santé publique
- Le symbole ci-contre signifie que vous devez utiliser un dispositif de collecte séparée pour mettre au rebut l'équipement électronique ou les piles/batteries sur lequel il est apposé
- Les équipements électriques, électroniques et les piles/batteries en fin de vie et plus utilisables peuvent être renvoyés à l'agence locale Brüel & Kjær ou à la maison mère

#### Margues commerciales

Microsoft, Windows et Excel sont des marques déposées et Windows Vista une marque déposée de Microsoft Corporation. VELCRO est une marque déposée de Velcro Industries B.V. Pentium est une marque commerciale de Intel Corporation aux Etats-Unis et dans d'autres pays.

#### Copyright © 2006 – 2009, Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S

Tous droits réservés. Toute reproduction, même partielle, et toute distribution de cette publication, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sans consentement écrit de Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Nærum, Danemark

# Table des matières

CHAPITRE 1		. 1
1 1	A propos du précant Manuel de l'utilisateur	· ·
1.1	A propos du present Manuel de l'utilisateur	יי. ר
1.2	Présentation du 4447	Z
1.3	Priesentation du 4447	3 م
1.4	Mémoire pop volotile	0 6
1.5	Présentation du Logiciel 4447 Vibration Explorer	0 7
CHAPITRE 2		
Mesurage	des vibrations transmises à l'Homme : principes de base	. 9
2.1	Paramètres entrant dans l'évaluation de l'exposition des personnes aux	
	vibrations mécaniques	11
2.2	Evaluation de l'exposition journalière aux vibrations mécaniques transmises	
	au système main-bras	14
2.3	Evaluation de l'exposition journalière aux vibrations mécaniques transmises	47
2.4	a rensemble du corps	17
2.4	Systeme des points d'exposition	22
2.5	Determiner le lacteur de siège SEAT	23
CHAPITRE 3		
Prise en r	nains du 4447	25
3.1	Batterie	25
3.2	Mode opératoire	26
3.3	Choix des unités et réglage de l'horloge	28
3.4	Paramétrer l'entrée	29
3.5	Base de données de calibrage des accéléromètres	31
3.6	Choisir le filtre de pondération/l'application	37
3.7	Enregistrer les valeurs mesurées	39
3.8	L'Ecran	40
3.9	Gérer une procédure de mesurage	42
3.10	Gérer les mesures	43
3.11	Information sur la partie matérielle, le firmware et modalités de mise à jour	
	du firmware	45
CHAPITRE 4		
Mesurer a	vec le 4447	47
4.1	Mesurer les vibrations du système Main-bras	47
4.2	Mesurer les vibrations sur l'ensemble du corps	52
4.3	Déterminer le facteur SEAT	54
		-

CHAPIT Post-f	rre 5 traite ciel V	ment des données ibration Explorer)	59
:	5.1	Système informatique requis	59
:	5.2	Installation du Logiciel 4447 Vibration Explorer	59
:	5.3	Mode opératoire du Logiciel Vibration Explorer	66
:	5.4	Exporter les données et générer des rapports	84
:	5.5	Paramétrage du logiciel 4447 Vibration Explorer	89
:	5.6	Mettre à jour le firmware et spécifier la langue sur le 4447 au moyen de Vibration Explorer	90
4	5.7	Système d'Aide, et information sur la version du Logiciel	91
CHAPITRE 6 Maintenance et révision			93
	6.1	Maniement, nettoyage et stockage	93
CHAPIT <b>Spéci</b>	rre 7 <b>ficati</b>	ons	95
CHAPIT Gloss	FRE 8 Saire .		99
INDEX .			01

# **Chapitre 1**

# Généralités

Merci d'avoir fait l'acquisition d'un Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447. Cet appareil permet de mesurer et d'évaluer objectivement les vibrations transmises au corps humain.

# 1.1 A propos du présent Manuel de l'utilisateur

Le présent Manuel décrit les fonctionnalités du 4447 à partir de la version firmware 3.0.1 ainsi que celles du Logiciel sur PC Vibration Explorer BZ-5623 qui lui est associé, à partir de la version 2.0.0.

Cette description est répartie selon les sections suivantes :

- Chapitre 1 Généralités : Fondamentaux des mesures de vibrations transmises à l'homme, caractéristiques et principaux paramètres associés au 4447
- Chapitre 2 Mesurer les vibrations appliquées au corps humain : les principes de base qui sous-tendent les mesures
- Chapitre 3 Mode opératoire du 4447 : modalités d'utilisation de l'appareil
- Chapitre 4 Mesurer les vibrations appliquées au corps humain : modalités de mesurage des vibrations transmises à l'homme
- Chapitre 5 Post-traitement des données, modalités de leur transfert du 4447 vers le PC
- Chapitre 6 Maintenance et révision : Instructions relatives à l'entretien de l'appareil
- Chapitre 7 Spécifications techniques du 447

**Nota :** Le 4447 mesure la vibration en translation et les résultats sont exprimés selon différentes unités au choix (voir la Section 3.3). Dans le présent Manuel, c'est l'unité d'accélération par défaut qui est utilisée, en l'occurrence le  $m/s^2$ .

### 1.1.1 Conventions typographiques utilisées

Les références aux touches du 4447 sont représentées par des icônes identiques à celles qui apparaissent sur l'appareil. Voir en Section 3.2 la liste des touches et leurs fonctions respectives.

#### Options de menu sur l'écran

Représentés ici en caractères gras (par exemple, choisir Calibrage dans la liste des options).

#### Paramètres affichés et Texte à l'écran

Les paramètres affichés, le texte à l'écran et les variables mathématiques sont représentées en *italiques* (par exemple, '*Pondération*', '*Corps entier*').

### 1.2 Que sont les vibrations transmises à l'Homme ?

Les vibrations transmises doivent se comprendre comme l'effet, sur les fonctions physiologiques, des vibrations mécaniques présentes dans notre environnement et transmises par contact à l'organisme humain. Nous sommes exposés au quotidien à des vibrations d'origines multiples, par exemple dans les moyens de transport. Beaucoup sont également en contact avec d'autres sources de vibrations dans le cadre de leur travail, par la manipulation et la conduite d'outils à main, d'équipements mobiles ou stationnaires, d'engins et autres véhicules lourds.

De la même façon qu'un son peut bercer nos oreilles ou être, à l'inverse, perçu comme un bruit désagréable, le corps humain peut réagir de manière très contrastée à différents stimulis vibratoires. Courir, danser, se balancer dans un fauteuil à bascule provoquent des sensations agréables. Quand les vibrations ont un caractère plus violent, par exemple, au volant d'une voiture roulant dans des ornières ou en faisant fonctionner des outils électriques, elles peuvent non seulement causer du désagrément mais aussi entraîner des risques pour la santé.

C'est un domaine aux multiples aspects. Le présent Manuel l'appréhende du point de vue de la santé et de la sécurité des personnes sur leur lieu de travail et se focalise sur le problème des vibrations mécaniques transmises à l'ensemble du corps et au système main-bras. Lorsque ces vibrations s'appliquent à l'ensemble du corps, c'est généralement par le biais d'un support (sol, siège, etc.). Une exposition prolongée à ce type de vibrations peut induire des pathologies irréversibles au plan physique et sur le système nerveux. Les vibrations transmises à la main et au bras peuvent être invalidantes à terme pour le système articulaire et conduire au syndrome de Reynaud.

De nombreux travaux ont été menés pour évaluer les conséquences d'une surexposition aux vibrations mécaniques, notamment en milieu professionnel. Leurs résultats ont permis d'établir des normes internationales régissant les méthodes d'évaluation de l'exposition de l'homme à ces vibrations.

La Directive européenne 2002/44/CE établit des exigences minimum pour la protection de la santé et de la sécurité des personnes exposées aux risques liés aux vibrations mécaniques dans le cadre de leur travail. Ces exigences normalisées incluent le mesurage des vibrations transmises au système main-bras et à l'ensemble du corps au moyen d'un appareillage qui répond lui aussi à ces exigences. L'Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447 est un de ces instruments de mesure.

Mesurage et traitement des données peuvent être abordés de manière conventionnelle, c'est-àdire selon la séquence "source-chemin de transmission- récepteur". A la source, les vibrations sont induites par un process, une activité, une machine. Dans l'idéal, elles devraient être

3

totalement évitées ou minimisées, mais il n'est pas toujours possible de les ramener à un niveau acceptable. Dans un deuxième temps, il faut essayer de neutraliser le chemin de leur transmission vers le système main-bras ou le corps des opérateurs, par exemple par des dispositifs et systèmes d'amortissement et d'atténuation tels que gants, sièges, etc. Malheureusement, les possibilités sont là encore limitées et l'opérateur reçoit et subit ce qui ne peut être supprimé.

Il est possible, et fortement recommandé, de mesurer en amont les émissions vibratoires liées au fonctionnement d'une machine ou d'un équipement particulier. Quand ils sont normalisés, ces mesurages aident à comparer les divers équipements proposés sur le marché. Mais il est rare que des mesurages effectués dans des conditions réelles de fonctionnement aboutissent aux mêmes résultats, du fait de l'usure des routes pour les camions, de l'usure des outils, de la rugosité des surfaces, qui induisent des vibrations aux fréquences de résonance des machines ou des équipements, etc. C'est pourquoi ces mesurages sont indispensables. La même constatation peut être faite s'agissant de la détermination de l'efficacité du découplage vibratoire du siège d'un engin ou d'un véhicule, qui varie significativement avec la fréquence et le niveau d'excitation ainsi qu'avec le poids et la posture du conducteur.

Ainsi, si le mesurage en amont des vibrations émises par les équipements peut servir dans un premier temps à se faire une idée de la valeur d'exposition à laquelle on peut s'attendre, il reste que c'est le mesurage des vibrations réellement transmises à l'opérateur à son poste de travail qui permet véritablement de déterminer l'exposition réelle et de maîtriser les risques y afférents, et une surveillance de la durée d'exposition réelle est de la plus grande importance.

# 1.3 Présentation du 4447

L'Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447 est un petit appareil léger et convivial principalement destiné aux applications dans le domaine de la santé et de la sécurité sur le lieu de travail. Robuste, ergonomique et polyvalent, les employés peuvent le porter sur eux afin d'évaluer leur exposition aux vibrations mécaniques.

Cet appareil est conforme aux prescriptions de la Directive européenne 2002/44/CE et satisfait aux spécifications de la norme ISO 8041:2005, Réponse des individus aux vibrations – Appareillage de mesure. Il mesure conformément aux référentiels relatifs aux vibrations transmises à l'homme ci-après :

- ISO 5349-1 Vibrations mécaniques Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main Partie 1 : Exigences générales
- ISO 5349-2 Vibrations mécaniques Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main Partie 2 : Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail
- ISO 2631–1 Vibrations et chocs mécaniques Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps Partie 1 : Spécifications générales
- EN 14253 Vibrations mécaniques Mesurage et calcul de l'effet sur la santé de l'exposition professionnelle aux vibrations transmises par l'ensemble du corps Guide pratique

Afin de pouvoir répondre à des besoins en mesure spécifiques, le 4447 est disponible en quatre configurations distinctes (voir au Chapitre 7, Références de commande, les informations sur la spécificité de ces configurations et des composants de l'appareil). La liste complète des divers éléments est donnée en Fig. 1.1.

**Fig. 1.1** Liste complète des éléments constitutifs du 4447<sup>\*</sup>



- 1) Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447 avec sa dragonne
- 2) Accessoires de montage
- Accéléromètre triaxial miniature DeltaTron<sup>®</sup> 4524-B-001 avec câble à connecteur 4 broches LEMO
- 4) Logiciel sur PC Vibration Explorer BZ-5623
- 5) Câble d'interface USB standard A à USB mini-B
- 6) Chargeur
- 7) Accéléromètre de siège 4515-B-002 avec Accéléromètre 4524-B et bride de fixation de l'accéléromètre
- 8) Excitateur de calibrage 4294 avec platine de montage pour calibrage\*

Un écran en couleurs visualise les détails de configuration de l'appareil et les mesures. Une interface utilisateur intuitive, comportant 4 touches, permet une prise en main rapide (voir Fig. 1.2). Les deux touches placées de chaque côté de l'écran permettent de sélectionner (mettre en valeur) ou de changer de valeurs via l'écran, de confirmer les sélections ou d'annuler les modifications effectuées et de revenir au menu précédent (voir Tableau 3.1).

<sup>\*</sup> Le Sac de transport KE-0455 inclus en accessoire n'est pas montré ici

#### Fig. 1.2

Analyseur de vibrations appliquées à l'homme 4447 : 1) Ecran

- 2) Entrée mono-axiale
- 3) Entrée triaxiale
- 4) Port USB Mini-B
- 5) Clavier de commande
- de quatre touches



L'appareil est doté de deux entrées analogiques et d'une entrée/sortie numérique. Les deux entrées analogiques sont respectivement triaxiale et mono-axiale (voir Fig.1.2). Situées sous l'appareil, elles utilisent des connecteurs LEMO différents pour éviter les erreurs de branchement :

• L'entrée triaxiale est destinée aux mesurages dans trois directions orthogonales au moyen d'un accéléromètre triaxial

Cette entrée 3 voies (connecteur à 4 broches) sert à la connexion d'un accéléromètre triaxial DeltaTron<sup>®</sup>. Les valeurs de sensibilité recommandées sont respectivement de  $1,00 \text{ mV/(m/s}^2)$  pour les mesures main-bras et de  $10,0 \text{ mV/(m/s}^2)$  pour les mesures corps entier, ce qui couvre la plupart des applications dans le domaine des vibrations appliquées au corps humain

• L'entrée mono-axiale s'utilise pour les mesurages dans une seule direction au moyen d'un accéléromètre mono-axial

Cette entrée à une voie (connecteur à deux broches) sert à la connexion d'un accéléromètre mono-axial, auquel cas le 4447 peut être utilisé soit comme un mesureur de vibrations monovoie, soit pour de simples mesurages de vibrations main-bras importantes dans l'axe dominant

• Ces deux entrées sont utilisables simultanément pour les mesurages de facteur de siège (découplage vibratoire) SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility)

Les deux entrées sont équipées d'une alimentation CCLD pour alimenter les accéléromètres DeltaTron. Cette alimentation peut être activée/désactivée.

L'entrée USB miniature B1 (sur le côté gauche de l'appareil, voir Fig. 1.2), a deux fonctions :

- Elle sert à recharger le 4447
- Elle sert à communiquer avec un PC

La pince situé à l'arrière de l'appareil permet de sécuriser celui-ci en la fixant à une ceinture ou à une courroie ventrale.

# 1.4 Principales caractéristiques du 4447

L'Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447 présente les caractéristiques suivantes :

- Portatif, ergonomique et convivial
- Mesures mono-axiales, triaxiales ou sur 3+1 axes
- Mesurage simultané des paramètres suivants :
  - valeur efficace d'accélération pondérée (Moy. RMS)
  - valeur efficace instantanée (RMS Inst.)
  - valeur efficace instantanée maximale (MTVV)
  - valeur crête (Crête)
  - valeur de dose de vibrations (VDV)
- Détermination de l'indicateur SEAT
- En cours de mesurage, calcul de la valeur totale combinée (*VTV*), et, pour les mesures corps entier, de la valeur de dose de vibrations (*VDV et VDV*(8)<sub>k</sub>)
- Au terme du mesurage, la valeur d'exposition journalière calculée, normalisée pour 1 heure, 4 heures et 8 heures (A(1), A(4) et A(8)), est sauvegardée
- Gamme de mesurage comprise entre 1,0 mV et 3,2 V, en l'occurrence de 1 m/s<sup>2</sup> à 3200 m/s<sup>2</sup> avec un accéléromètre de 1 mV/(m/s<sup>2</sup>) pour les vibrations main-bras, et de 0,1 m/s<sup>2</sup> à 320 m/s<sup>2</sup> avec un accéléromètre de 10 mV/(m/s<sup>2</sup>) pour les vibrations corps entier
- Pondération en fréquence W<sub>h</sub> pour les vibrations main-bras
- Pondération en fréquence  $W_d$  pour les vibrations corps entier dans les axes X et Y, et  $W_k$  dans l'axe Z
- Pondération en fréquence W<sub>m</sub> pour les vibrations dans les bâtiments
- Enregistrement des valeurs RMS, MTVV, Peak et VDV par pas de 1 seconde
- Capacité de mémorisation :
  - 750 mesures dans les trois axes
  - Environ 4,7 h d'enregistrement des valeurs RMS, MTVV, Peak et VDV dans les trois axes
- Toutes les valeurs mesurées sont sauvegardées, sauf la valeur efficace instantanée (*Inst RMS*)
- Transfert des mesures vers le PC via le port USB pour des calculs supplémentaires sur les données obtenues

# 1.5 Mémoire non volatile

L'appareil dispose d'une mémoire interne non volatile où sont stockés les résultats des calibrages et des mesurages (jusqu'à 750 mesures triaxiales ou environ 4,7 h d'enregistrement de mesures triaxiales). Il peut aussi garder les deux types de mesures simultanément en mémoire, mais au prix d'une réduction de la durée d'enregistrement et du nombre de mesures.

7

# 1.6 Présentation du Logiciel 4447 Vibration Explorer

Le Logiciel Vibration Explorer BZ-5623 inclus avec le 4447 permet de transférer sur un PC, en vue de leur post-traitement, les données mesurées par l'appareil, et de "modéliser" l'exposition des travailleurs aux vibrations transmises au système main-bras et à l'ensemble du corps. Un modèle exhaustif peut être créé afin de déterminer le niveau d'exposition dans une situation donnée ou de simuler divers scénarios sur la base desquels l'employeur pourra gérer et maîtriser les risques que fait peser sur la santé des employés l'exposition aux vibrations. Tant les données de mesurage brutes que les résultats calculés sont exportables aux fins de reporting.

#### 1.6.1 Principales caractéristiques du Logiciel Vibration Explorer BZ-5623

Le BZ-5623 présente les principales caractéristiques suivantes :

- Interface utilisateur conviviale
- Transfert sur PC des mesures et des valeurs enregistrées par le 4447
- Importation des données en provenance de "Projets" précédents
- Post-traitement des données enregistrées
- · Modélisation de l'exposition aux vibrations main-bras et corps entier
- Codage couleur des résultats de calcul d'exposition aux vibrations
- Utilisation du système de points d'exposition (PE)
- Exportation des mesures, des données enregistrées, et des modèles complets d'exposition vers des fichiers texte et des tableurs Excel<sup>®</sup>
- Modèles de rapport personnalisables dans Excel<sup>®</sup>
- Maintenance et mise à niveau de l'appareil



# **Chapitre 2**

# Mesurage des vibrations transmises à l'Homme : principes de base

La transmission de vibrations mécaniques à l'organisme humain peut avoir un effet positif ou un effet négatif.

Certaines vibrations peuvent être souhaitées, ressenties comme agréables, voire générer des réactions utiles à des processus en cours. Mais tout aussi souvent, elles sont cause de stress, de malaise, d'angoisse, provoquent suées, nausées et vomissements. Pourtant, si elles peuvent être à l'origine d'expériences extrêmement déplaisantes et interférer fortement sur l'état mental et dans la vie d'un individu, il ne s'agit là, dans la plupart des cas, que de phénomènes temporaires ; généralement, lorsque l'exposition aux vibrations cesse, les réactions que cellesci entraînent dans l'organisme disparaissent elles aussi.

Pourtant, les conséquences physiologiques des vibrations peuvent quelquefois devenir irréversibles. Le risque d'apparition de pathologies est particulièrement élevé pour les personnes soumises à des vibrations mécaniques dans le cadre de leur travail, car celles-ci peuvent être d'amplitude significative, et les durées d'exposition être longues et revenir de manière périodique, si ce n'est quotidienne. Parmi les métiers à risque, on compte les conducteurs de camions et d'engins de chantier ou agricoles, les ouvriers du BTP et les travailleurs forestiers, les pilotes de certains hélicoptères et les opérateurs de machines à commande manuelle, d'outils motorisés, de pièces en cours d'usinage. Quand elles sont à leur poste de travail, ces personnes peuvent être exposées à des vibrations excessives, qui sont transmises à l'ensemble du corps ou, plus spécifiquement, au système main-bras.

Le rapport de cause à effet entre l'exposition aux vibrations et les dommages sur la santé n'est malheureusement pas toujours évident. Les lésions peuvent se développer imperceptiblement sur une longue période et peuvent aussi être la conséquence d'autres activités. Soulever de lourdes charges, par exemple, peut aussi causer des dorsalgies. Exposé à de fortes vibrations au cours de sa journée de travail, un employé pourra ressentir un engourdissement ou une grande fatigue, mais ces sensations temporaires auront disparu le lendemain. Malheureusement, c'est lorsque l'effet devient rémanent (perte de sensibilité des doigts, lombalgies, etc.) qu'il est souvent trop tard et que l'infirmité passagère est devenue irréversible.

Il est donc essentiel de prévenir toute exposition excessive aux vibrations. La Directive européenne 2002/44/CE fixe des prescriptions minimales en matière de protection des travailleurs contre les risques résultant d'une exposition aux vibrations mécaniques transmises au système main-bras ou à l'ensemble du corps. Cette Directive établit des valeurs d'exposition déclenchant une action de la part de l'employeur pour contrôler les risques vibratoires, et des valeurs limites d'exposition aux vibrations mécaniques.

Pour le système main-bras, ces valeurs sont :

- seuil d'exposition journalière déclenchant l'action : 2,5 m/s<sup>2</sup>
- valeur limite d'exposition journalière :  $5 \text{ m/s}^2$

Pour l'ensemble du corps, ces valeurs sont :

- seuil d'exposition journalière déclenchant l'action : 0,5 m/s<sup>2</sup> (ou, selon le choix de l'État membre, une valeur de dose de vibrations de 9,1 m/s<sup>1,75</sup>)
- valeur limite d'exposition journalière : 1,15 m/s<sup>2</sup> (ou, selon le choix de l'État membre, une valeur de dose de vibrations de 21 m/s<sup>1,75</sup>)

L'employeur doit disposer d'un instrument d'évaluation des risques d'exposition au système main-bras et à l'ensemble du corps et s'assurer que les valeurs d'exposition ne sont pas dépassées. Sur la base de cette évaluation, en cas de dépassement des valeurs, il doit établir et mettre en œuvre un programme de mesures techniques et/ou organisationnelles visant à réduire au minimum l'exposition aux vibrations mécaniques et les risques qui en résultent.

Dans un premier temps, l'évaluation peut être basée sur une estimation des niveaux d'émission des équipements utilisés, autrement dit des valeurs d'amplitude vibratoire associées au fonctionnement d'un outil, d'un engin ou d'une machine spécifiques. Ces données sont généralement fournies par les fabricants mais peuvent aussi être consultées dans des bases de données placées sous l'égide d'organismes indépendants. Mais l'employeur doit se rappeler qu'elles ont surtout été déterminées sur la base de règles harmonisées dans le but de permettre aux clients de comparer directement différents produits.

Or, il s'avère que les niveaux d'émission en situation réelle sont significativement plus élevés. Cela peut être dû à l'usure des revêtements de chaussée, au déplacement des véhicules et des engins mobiles sur des terrains inclinés et à d'autres facteurs rencontrés au quotidien. C'est pourquoi il est fortement recommandé de procéder à des mesurages en situation réelle de fonctionnement pour savoir si tel ou tel contexte particulier ne conduit pas à des vibrations d'une amplitude plus forte que celle qui a été spécifiée par le constructeur de l'équipement concerné.

Que ces informations proviennent de bases de données ou soient obtenues par mesurage des vibrations sur le terrain, ce qui importe, c'est de procéder à un examen détaillé des durées d'exposition aux divers postes de travail, non seulement pour déterminer la durée réelle d'exposition journalière à une situation particulière, mais aussi afin de disposer de données suffisamment fiables pour inspirer des plans d'action susceptibles de réduire cette durée ainsi que les risques y afférents.

# 2.1 Paramètres entrant dans l'évaluation de l'exposition des personnes aux vibrations mécaniques

Pour déterminer l'exposition d'une personne aux vibrations mécaniques, il faut connaître l'amplitude de ces vibrations et la durée des divers processus de travail. En d'autres termes, il faut connaître la durée et la fréquence de l'exposition de cette personne à des vibrations d'une amplitude et d'un type donnés.

#### 2.1.1 Amplitude des vibrations

Une amplitude vibratoire s'exprime en termes d'accélération, de vitesse ou de déplacement. Ces trois paramètres ont ici leur pertinence dans la mesure où le corps humain réagit à l'un quelconque d'entre eux et en fonction de la fréquence du phénomène, voir Fig.2.1.

Fig.2.1 La réponse à une vibration s'exprime en termes d'accélération (à gauche), de déplacement (au milieu) ou de vitesse (à droite)



Cependant, beaucoup de normes relatives aux mesurages des vibrations physiologiques s'accordent pour exprimer l'amplitude d'une vibration en terme d'accélération. Ceci pour des raisons pratiques, le capteur traditionnellement utilisé pour mesurer les vibrations étant l'accéléromètre, qui délivre un signal proportionnel à l'accélération.

Le signal fourni par l'accéléromètre est filtré et pondéré en fréquence avant d'être traité. Le filtre sert à concentrer l'analyse sur les seules fréquences intéressantes dans le cadre de mesurages soit sur le système main-bras soit sur l'ensemble du corps. Ces fréquences sont par ailleurs pondérées différemment, chaque réseau de pondération reflétant la probabilité de la nocivité des vibrations à diverses fréquences. C'est pourquoi divers filtres sont utilisés selon la partie du corps concernée par le mesurage (pied, assise, paume de la main, etc.), et selon la direction de la vibration (verticale, latérale, avant-arrière, etc.). En effet, le corps humain est un système dynamique qui réagit diversement en fonction du point d'application et de la direction de la vibration transmise. Par exemple, le mouvement d'avant en arrière d'une personne assise est très différent du mouvement latéral de cette même personne.

Le but de l'analyse est de quantifier l'accélération de manière appropriée. C'est la valeur efficace d'accélération pondérée en fréquence du signal vibratoire qui est calculée et rapportée pour quantifier la vibration à laquelle est exposée une personne à son poste de travail. C'est une mesure de la quantité moyenne d'énergie vibratoire appliquée à l'organisme humain, voir Fig.2.2.





La valeur efficace (moyenne quadratique) de l'amplitude vibratoire est un bon descripteur des vibrations mécaniques de type continu ou intermittent ne s'apparentant pas à des chocs. Des outils tels que les marteaux-piqueurs, scies à chaîne et compacteurs vibrants entrent dans cette catégorie. Les vibrations transmises par les boulonneuses à chocs peuvent aussi être décrites au moyen de ce paramètre, même si chaque cycle d'opération (serrage ou séries de serrage d'un boulon) ne dure que quelques secondes. Il décrit aussi très bien les vibrations appliquées à l'ensemble du corps, par exemple dans le cadre de la conduite d'un bus ou d'un camion sur une chaussée de qualité standard, ou d'un train ou autre moyen de transport sur rail.

Toutefois, il faut envisager autrement l'investigation de chocs ou de processus susceptibles de contenir des signaux transitoires (changements subits de l'accélération, par exemple) – tout particulièrement lorsque les vibrations mécaniques sont transmises à l'ensemble du corps. Un véhicule passant sur des ornières, des engins ou autres équipements de chantier peuvent générer des vibrations qui s'apparentent à des chocs. Dans pareil cas, mesurer la valeur efficace de la vibration sur une période beaucoup plus longue que l'événement vibratoire ne dira rien sur la gravité du problème. L'intensité du choc, de plusieurs chocs, ou le changement brutal de l'accélération peut excéder ce dont le corps humain peut s'accommoder. Or, si ces événements vibratoires sont moyennés sur une longue période de temps, ils ne seront pas représentés avec l'importance qui leur revient. Il faut donc s'intéresser à l'énergie totale émise lors de tels incidents et aux valeurs vibratoires maximales détectées à ces occasions.

La Valeur de la dose de vibrations (VDV) est un descripteur mieux approprié à ce second type de situation. C'est une mesure cumulative, qui représente non plus une moyenne mais le total de l'énergie vibratoire transmise. C'est aussi le cas du paramètre MTVV (valeur de vibration transitoire maximale) aussi appelé valeur efficace maximale en cours (sur un intervalle d'intégration de 1 seconde).

Comme la valeur MTVV est obtenue sur la base d'un intervalle d'intégration très court, elle reflète correctement l'amplitude maximale de la vibration à laquelle a été exposée la personne. C'est un paramètre très utile lorsqu'il est enregistré sur un intervalle aussi court, car le profil chronologique des valeurs enregistrées permet immédiatement de se rendre compte si les vibrations de cette amplitude sont une exception, si elles apparaissent régulièrement ou si elles sont pratiquement constantes.

La valeur VDV permet de bien refléter l'exposition totale aux vibrations ; elle cumule les valeurs d'énergie vibratoire auxquelles s'expose la personne et reflète avec plus d'acuité les pics et/ou les changements brutaux d'accélération.

La Norme ISO 2631–1:1997 (section 6.3.3) – Vibrations et chocs mécaniques – Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps, fournit un guide explicatif indiquant laquelle de ces trois valeurs (RMS, MTVV ou VDV) caractérise le mieux telle ou telle situation d'exposition aux vibrations mécaniques (voir aussi la Section 2.3 ci-après : Evaluation de l'exposition journalière aux vibrations mécaniques transmises à l'ensemble du corps).

#### 2.1.2 Durée d'exposition

S'il est essentiel de déterminer correctement l'amplitude des vibrations pour évaluer l'exposition des personnes aux vibrations mécaniques, il est tout aussi essentiel de déterminer avec précision la durée de cette exposition. Une estimation de la durée d'exposition doit se baser sur une observation détaillée de l'emploi du temps de la personne et des activités inhérentes au processus de travail, à l'aide d'un chronomètre ou d'un enregistrement vidéo. Un entretien avec la personne concernée s'impose également.

Il est important de se rappeler ici l'approche utilisée pour mesurer l'amplitude des vibrations. Certaines tâches peuvent prendre une ou plusieurs heure(s), par exemple le maniement d'un compacteur vibrant ou la conduite d'un engin de chantier. D'autres ont un caractère plus intermittent ou plus varié, tel que le maniement d'une scie à chaîne, d'un chariot élévateur, etc. Enfin, avec certains outils, comme les boulonneuses à chocs, le cycle opératoire ne dure que quelques secondes. De manière générale, deux approches sont envisageables :

- Ne mesurer que lorsque la personne est réellement exposée aux vibrations. Chaque mesurage peut alors quantifier de manière représentative l'amplitude de la vibration transmise par l'outil ou l'engin fonctionnant dans un mode particulier (ex : une scie à chaîne tournant au ralenti, ou pour l'élagage de brindilles, l'ébranchage ou l'abattage de troncs ; un engin roulant sur une route en bon état, roulant en ville avec arrêtsredémarrages, sur des ornières, ou des surfaces caillouteuses ou sablonneuses). Dans toutes ces situations, les durées prises en compte pour l'analyse finale ne doivent correspondre qu'aux périodes pendant lesquelles l'opérateur est réellement exposé aux vibrations générées par l'outil, l'engin ou le véhicule
- Procéder à un mesurage unique incluant les divers modes opératoires, les pauses, les changements de pièces ou d'outils. Un tel mesurage sera représentatif d'une journée de

travail typique ou d'une activité complexe. La durée prise en compte pour l'analyse sera alors la durée totale du processus, englobant tout à la fois périodes d'exposition et pauses ou interruptions

Chacune de ces deux approches a ses avantages et ses inconvénients. Avec la première, une mise à plat préalable de l'emploi du temps est nécessaire pour déterminer précisément les diverses durées d'exposition. Un entretien avec l'opérateur permettra de collecter des informations sur les différentes opérations effectuées au cours d'une journée de travail typique. Mais il faut aussi identifier et vérifier la durée d'exposition par le biais d'une observation directe, car cette durée est souvent surestimée par les personnes concernées, qui considèrent plus volontiers le temps total passé sur leur engin ou aux commandes de leur machine plutôt que les périodes pendant lesquelles cet engin ou cette machine émet effectivement des vibrations.

Avec la seconde approche, il est beaucoup plus facile de déterminer la durée nécessaire au mesurage. Cependant, cette information ne dit rien de précis sur la contribution, à l'exposition totale, des différentes tâches, des différents équipements utilisés, des conditions de fonctionnement, etc. Ces précisions sont noyées dans une moyenne, rendant impossibles le repérage ponctuel et les calculs qui permettraient d'améliorer les conditions de travail en terme de réduction des risques. Sans compter que, par ailleurs, les événements vibratoires liés par exemple à la pose d'un outil ou au fait que le conducteur se lève de son siège ajouteront de manière significative leur contribution à la valeur d'amplitude vibratoire enregistrée, alors même qu'ils n'ont stricto sensu rien à voir avec la durée d'exposition.

# 2.2 Evaluation de l'exposition journalière aux vibrations mécaniques transmises au système main-bras

Avant de procéder à des mesurages de vibrations transmises au système main-bras, vous pouvez consulter la Norme ISO 5349–2:2001. Des informations utiles sont également disponibles dans ISO 20643:2005 – Vibration mécanique – Machines tenues et guidées à la main – Principes pour l'évaluation d'émission de vibration. D'autres informations sont à trouver dans la série ISO 8662 (bientôt remplacée par ISO 28927) et la série EN 60745.

Quelle que soit l'approche envisagée pour les mesurages de vibrations transmises au système main-bras, la durée de mesurage totale doit être au minimum d'une minute. Trois mesurages spécifiques doivent être effectués pour chaque opération. Les mesurages inférieurs à 8 secondes doivent être évités car ils donnent une idée erronée des composantes basse fréquence.

Les mesures sur les systèmes main-bras doivent être prises au contact de la main et de la poignée de commande de l'outil, voir Fig. 2.3. L'accéléromètre de mesurage doit être très léger en comparaison de la masse de la poignée ou de la pièce usinée. En outre, il faut assurer un montage aussi rigide que possible du capteur. Si ce montage est trop lourd, ou trop lâche, les effets de ressort et de masse fausseront les résultats.



**Nota :** Le capteur doit être placé aussi près que possible du point réel de saisie de la machine tenue à la main dans les conditions ordinaires de fonctionnement, sans qu'aucun élément du système de fixation ni câble ne puisse pour autant compromettre la sécurité de fonctionnement de l'équipement. Par exemple, le capteur ne doit pas bloquer le commutateur de mise hors tension ni être positionné de telle façon que le câble puisse s'enrouler dans les parties tournantes

ISO 5349–1:2001 prescrit une détermination de l'accélération efficace pondérée dans trois directions : dans l'axe du bras et dans deux autres directions orthogonales dans le plan entre main et poignée. La meilleure solution est d'utiliser un accéléromètre triaxial miniature, qui capte les vibrations dans les trois directions au même point et ne pèse que quelques grammes.

**Nota :** Pour désigner la valeur efficace d'accélération pondérée , les Normes ISO utilisent un '*a*' minuscule, et c'est la notation qui est adoptée dans ce Chapitre. Mais sur le 4447, elle est désignée '*RMS*' (voir Chapitres 3 et 4)

La plage de fréquence de l'analyse est comprise entre 8 et 1000 Hz. La pondération en fréquence  $W_h$  (voir Fig.2.4) est appliquée aux trois axes, même si l'anatomie, et donc la sensibilité, du système main-bras, diffère selon qu'elle est envisagée dans l'axe du bras ou dans l'axe transversal.

**Fig.2.4** Pondération fréquentielle W<sub>h</sub> dans les trois directions pour mesurer les vibrations transmises au système main-bras, (ISO 5349–1 ou ISO 8041)



Les trois composantes de l'accélération pondérée en fréquence sont désignées  $a_{hwx}$ ,  $a_{hwy}$  et  $a_{hwz}$ . Elles sont combinées avec la valeur dite de vibration totale,  $a_{hv}$ , racine carrée de la somme des carrés des trois composantes :

$$a_{hv} = \sqrt{(k_x a_{hwx})^2 + (k_y a_{hwy})^2 + (k_z a_{hwz})^2}$$
 Eq 2.1

**Nota :** Contrairement à ce qui se passe pour les mesurages de vibrations transmises à l'ensemble du corps, lors du calcul de la racine carrée de la somme des carrés dans un contexte main-bras, tous les axes sont, en théorie, multipliés par le même facteur k=1,0. Par souci de simplification, ces facteurs n'apparaissent pas sur l'équation

La valeur journalière d'exposition A(8) est calculée à partir de cette valeur de vibration totale :

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_{\exp}}{T_0}}$$
 Eq 2.2

où  $T_0$  est la durée de référence de 8 heures, et  $T_{exp}$  représente soit une estimation du temps pendant lequel l'opérateur est exposé aux vibrations, soit la durée totale de la tâche, pauses et attentes comprises (voir Section 2.1). Lorsqu'une personne est exposée à plus d'une source vibratoire, il faut calculer une exposition partielle  $A_i(8)$  pour chaque tâche '*i*' :

$$A_i(8) = a_{hv, i} \sqrt{\frac{T_{\exp,i}}{T_0}}$$
Eq 2.3

Toutes les valeurs d'exposition partielle sont ensuites combinées pour donner la valeur totale d'exposition journalière A(8) pour cette personne :

$$A(8) = \sqrt{A_1^2(8) + A_2^2(8) + \dots + A_n^2(8)}$$
 Eq 2.4

Lorsque vous utilisez le 4447 pour évaluer l'exposition aux vibrations sur un poste de travail, vous procédez d'abord à tous les mesurages requis. La souplesse d'emploi du 4447 vous permet d'utiliser la méthode la mieux appropriée aux conditions de travail rencontrées. Après avoir collecté toutes les données, vous transférez celles-ci dans le Logiciel sur PC Vibration Explorer, vous les combinez en appliquant un temps d'exposition pour chaque tâche. Le Logiciel calcule ensuite la valeur d'exposition journalière totale. Si cette valeur dépasse la limite acceptable, utilisez Vibration Explorer pour modéliser différents scénarios susceptibles de réduire l'exposition aux vibrations, puis exportez ces données et consignez-les dans un rapport.

Le 4447 peut aussi servir à déterminer les vibrations émises par un équipement particulier pour une présentation de ces données dans la fiche technique du produit. Vous procédez alors aux mesurages conformément aux textes normatifs auxquels vous souhaitez vous référer. Ceux-ci préconisent souvent que soit rapportée une moyenne de plusieurs mesurages. Cette fonction est également supportée par Vibration Explorer.

# 2.3 Evaluation de l'exposition journalière aux vibrations mécaniques transmises à l'ensemble du corps

ISO 2631–1:1997 prescrit une méthode pour l'évaluation de l'exposition de l'ensemble du corps aux vibrations mécaniques transmises via un support. Lors d'une investigation dans un souci sanitaire, cette évaluation s'effectue via l'assise et le pied d'une personne assise, ou via le pied d'une personne debout.

Sur un système corps entier, il est préférable de mesurer pendant toute la durée d'exposition aux vibrations. Quand ce n'est pas possible, ni absolument nécessaire, les mesurages doivent être effectués sur des périodes d'au moins 20 minutes. Là où des mesurages courts sont requis, il faut mesurer pendant au moins 3 minutes et répéter l'opération pour obtenir une durée totale de mesurage de plus de 20 minutes. Des durées de 2 heures et plus sont préférables (des durées correspondant à une demi-journée ou à une journée de travail sont également envisageables).

Pour évaluer les vibrations transmises, la valeur d'accélération doit être mesurée sur le siège de la personne assise ou sous le pied de la personne debout. L'accéléromètre doit être placé sur un adaptateur (Capteur de siège) assujetti par un ruban adhésif ou une sangle sur le siège ou au sol pour que l'accéléromètre reste dans la position adéquate et résiste aux changements de position du conducteur de l'engin ou de l'opérateur de la machine. Pour que les résultats soient fiables, le Capteur de siège doit subir le poids de la personne, via son assise ou son pied.

Les valeurs RMS, Crête, MTVV et VDV d'accélération pondérée doivent être mesurées simultanément dans les trois directions, l'axe Z correspondant toujours à l'axe longitudinal du corps (c'est-à-dire perpendiculaire au siège et au sol pour une personne debout ou assise), l'axe X représentant la direction du mouvement antéro-postérieur, l'axe Y celle du mouvement latéral.

17





Contrairement à ce qui se passe pour une évaluation main-bras, les pondérations en fréquence appliquées ici aux axes directionnels diffèrent. Pour le mesurage dans un souci sanitaire des vibrations transmises à l'ensemble du corps via le pied et l'assise, ISO 2631–1:1997 prescrit une pondération  $W_k$  dans la direction Z, et  $W_d$  pour l'accélération dans les directions X et Y, voir Fig. 2.6 et Fig. 2.7.

**Fig.2.6** Pondération fréquentielle W<sub>k</sub> associée à l'axe Z lors du mesurage des vibrations appliquées à l'ensemble du corps d'une personne debout, assise ou couchée (ISO 8041 et ISO 2631--1)



**Fig.2.7** Pondération fréquentielle W<sub>d</sub> associée à l'axe X ou Y lors du mesurage des vibrations appliquées horizontalement à l'ensemble du corps d'une personne debout, assise ou couchée (ISO 8041 et ISO 2631--1)



Sur la base des signaux d'accélération pondérés en fréquence, l'exposition journalière aux vibrations est déterminée en calculant l'exposition pour chacun des axes séparément et en prenant la valeur la plus élevée. Un facteur multiplicatif  $k_i$  doit être appliqué aux valeurs mesurées. Il est de 1,4 pour les axes X et Y, de 1,0 pour l'axe Z :

$$A_x(8) = a_{wx} \cdot 1.4 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_y(8) = a_{wy} \cdot 1.4 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$
Eq 2.5
$$A_z(8) = a_{wz} \cdot 1.0 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

L'exposition journalière aux vibrations retenue la plus élevée de ces trois valeurs :

$$A(8) = \max\{A_{r}(8), A_{v}(8), A_{z}(8)\}$$
 Eq 2.6

**Nota 1 :** Cette procédure diffère sensiblement de celle utilisée pour calculer l'exposition aux vibrations transmises au système main-bras, où les trois axes sont synthétisés en une seule valeur de vibration totale. Toutefois, selon ISO 2631–1:1997, Section 6.5, une valeur de vibration totale peut être utilisée en l'absence d'axe de vibration dominant. Pour un système corps entier, la valeur de vibration totale s'obtient par l'équation suivante :

$$a_{v} = \sqrt{k_{x}^{2} a_{wx}^{2} + k_{y}^{2} a_{wy}^{2} + k_{z}^{2} a_{wz}^{2}}$$
Eq 2.7

Nota 2 : Remarquez les facteurs k dans la racine carrée de la somme des carrés

**Nota 3 :** Dans certains pays, différentes valeurs limites d'exposition sont associées aux divers axes. On peut donc y observer le paradoxe suivant : l'axe associé à la valeur d'exposition la plus élevée pourra ne pas être considéré critique, alors qu'un autre axe associé à une valeur d'exposition moindre pourra dépasser la limite qui lui est impartie. Le procès-verbal, basé sur l'axe présentant la valeur la plus élevée, ne signalera donc aucune alerte, alors même qu'une limite est dépassée

Lorsqu'une personne est exposée à plus d'une source vibratoire, il faut calculer une exposition partielle  $A_{i,i}(8)$ , pour chaque axe 'j' et chaque tâche 'i' :

$$A_{x,i}(8) = a_{wx,i} \cdot 1.4 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_{y,i}(8) = a_{wy,i} \cdot 1.4 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$
Eq 2.8
$$A_{z,i}(8) = a_{wz,i} \cdot 1.0 \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

Les valeurs d'exposition partielle sont alors additionnées séparément pour chacun des trois axes, et l'exposition journalière aux vibrations retenue la somme maximale parmi ces trois sommes :

$$A_{x}(8) = \sqrt{A_{x,1}^{2}(8) + A_{x,2}^{2}(8) + \dots + A_{x,n}^{2}(8)} A_{y}(8) = \sqrt{A_{y,1}^{2}(8) + A_{y,2}^{2}(8) + \dots + A_{y,n}^{2}(8)} A_{z}(8) = \sqrt{A_{z,1}^{2}(8) + A_{z,2}^{2}(8) + \dots + A_{z,n}^{2}(8)}$$
$$A(8) = \max\{A_{x}(8), A_{y}(8), A_{z}(8)\}$$
Eq 2.9

La dose journalière de vibrations, A(8), est un bon descripteur si le profil vibratoire est relativement constant et ne contient ni chocs ni autres pics ou changements abrupts de l'accélération. Mais dans le cas, par exemple, de la conduite d'un engin sur des surfaces inégales, tels que chantiers et autres sites non aménagés, certaines vibrations s'apparentent à des chocs et une évaluation basée sur les seules valeurs efficaces n'est pas appropriée.

Contrairement à la valeur efficace du signal d'accélération pondéré, la valeur de dose de vibrations (VDV) est, elle, une valeur cumulative qui tient compte des événements vibratoires de nature transitoire, et qui augmente avec la durée de mesurage. Il est donc impératif, pour tout mesurage de cette valeur VDV, de connaître la durée du mesurage. Par ailleurs, comme c'est une grandeur biquadratique, les pics et les transitoires pèsent plus lourd dans l'intégration.

Si la durée de mesurage est inférieure à la durée d'exposition estimée, la valeur *VDV* mesurée doit être étendue à cette durée d'exposition :

$$VDV_{\exp,x} = VDV_x \cdot 1, 4 \left(\frac{T_{\exp}}{T_{\max}}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{\exp,y} = VDV_y \cdot 1, 4 \left(\frac{T_{\exp}}{T_{\max}}\right)^{1/4}$$

$$Eq 2.10$$

$$VDV_{\exp,z} = VDV_z \cdot 1, 0 \left(\frac{T_{\exp}}{T_{\max}}\right)^{1/4}$$

où  $T_{mes}$  est la durée de mesurage et  $T_{exp}$  représente la durée totale d'exposition attendue. Remarquez de nouveau la présence des facteurs multiplicateurs k (1.4, 1.4 et 1.0). Par ailleurs, si la personne est exposée à plus d'une source vibratoire, il faut calculer la valeur *VDV* totale à partir des doses de vibration partielles pour chaque axe :

$$VDV_{x} = \left(VDV_{x,1}^{4} + VDV_{x,2}^{4} + \dots + VDV_{x,n}^{4}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{y} = \left(VDV_{y,1}^{4} + VDV_{y,2}^{4} + \dots + VDV_{y,n}^{4}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{z} = \left(VDV_{z,1}^{4} + VDV_{z,2}^{4} + \dots + VDV_{z,n}^{4}\right)^{1/4}$$

$$= \max\{VDV_{x}, VDV_{y}, VDV_{z}\}$$

$$(VDV)$$
Eq 2.11

La valeur VDV journalière retenue la plus grande de ces valeurs VDV.

Un autre paramètre utile, dans le cadre d'une investigation de vibrations contenant des événements vibratoires transitoires, est la "valeur efficace en cours". Comme elle est obtenue sur la base d'une durée d'intégration de 1 s, elle reflète bien l'amplitude des événements vibratoires transitoires. La valeur MTVV (maximum transient vibration value) représente la valeur efficace maximale obtenue au cours d'un mesurage.

ISO 2631–1:1997 conseille sur l'emploi respectif des valeurs *VDV*, valeur efficace en cours et MTVV en lieu et place de la valeur efficace d'accélération pondérée,  $a_w$ :

- Annexe B.3.2 : Si  $CF = \frac{Peak}{RMS} > 9$ , utilisez VDV en complément de la valeur efficace
- Section 6.3 :
  - si  $\frac{MTVV}{RMS} > 1,5$ , utilisez MTVV en complément de la valeur efficace si  $\frac{MTVV}{MTV} > 1,75$ , utilisez VDV en complément de la valeur efficace

si 
$$\frac{MT}{RMS \cdot T^{1/4}} > 1,75$$
, utilisez VDV en complément de la valeur efficace

Si l'une de ces conditions est remplie, cela signifie que le profil vibratoire mesuré contient des pics dépassant sensiblement le niveau vibratoire moyen.

**Nota :** Le rapport entre la valeur crête et la valeur efficace de l'amplitude vibratoire, le facteur de crête (CF) est un critère incertain car le pic peut être apparu avant ou après (quelques minutes ou quelques heures) l'événement qui a déterminé la valeur efficace.<sup>\*</sup> Dans le doute, préférez-lui les deux autres critères

### 2.4 Système des points d'exposition

Les ingénieurs ou techniciens chargés de procéder régulièrement à des mesurages de vibrations sont familiers des paramètres que sont les valeurs d'exposition journalière (A(8)) et VDV. Toutefois, pour les novices, des valeurs d'exposition exprimées en m/s<sup>2</sup> et en m/s<sup>1,75</sup> peuvent poser problème. Prendre une décision sur la base de ces paramètres peut alors devenir inutilement difficile.

Pour faciliter la décision et la gestion des données, un moyen plus simple permet d'exprimer la valeur d'exposition journalière A(8) : le système des points d'exposition. Ce système a deux avantages :

- Plus besoin d'unités : Alors que les amplitudes vibratoires critiques diffèrent selon qu'elles sont associées à l'ensemble du corps ou à un système main-bras (aux amplitudes plus importantes), le système de points d'exposition est, lui, défini de telle manière que, dans les deux cas de figure, le seuil d'exposition déclenchant l'action est atteint au bout de 100 points.
- 2) Une fois l'exposition exprimée en points, il n'est plus nécessaire de faire appel à des mathématiques compliquées : les points d'exposition sont simplement additionnés l'un à l'autre. Si un employé est exposé à plusieurs sources vibratoires, le nombre total des points d'exposition est la somme des points de toutes les sources. Ce qui signifie aussi que les points varient simplement avec la durée d'exposition : quand la durée double, le nombre de points double pareillement.

Pour les vibrations main-bras, le nombre de points s'obtient à partir de la valeur totale de vibrations pour les trois axes (voir Equation 2.1) de la manière suivante :

$$P_E = \left(\frac{a_{hv}}{2.5 \text{ m/s}^2}\right)^2 \frac{T_{exp}}{T_0} 100$$
 Eq 2.13

où  $a_{hv}$  est la valeur totale de vibrations (RMS VTV, voir Equation 2.1),  $T_{exp}$  représente la durée d'exposition en heures et  $T_0$  la durée de référence de 8 heures. Notez que l'amplitude vibratoire de 2,5 m/s<sup>2</sup> correspond au seuil déclenchant l'action pour un système main-bras. En conséquence, la conversion de A(8) à  $P_E$  est telle que les expositions égales au seuil d'exposition déclenchant l'action (2,5 m/s<sup>2</sup> A(8)) donnent 100 points, et que les expositions égales à la limite d'exposition (5 m/s<sup>2</sup> A(8)) donnent 400 points.

<sup>\*</sup> Pour évaluer correctement, examiner le profil temporel des valeurs enregistrées.

Il est possible également de convertir directement de A(8) à  $P_E$ :

$$P_E = A(8)^2 \frac{100}{(2.5 \text{ m/s}^2)^2}$$
 Eq 2.14

Pour les vibrations corps entier, le nombre de points s'obtient par un calcul pour chacun des trois axes séparément, comme suit :

$$P_{E,j} = \left(\frac{k_j a_{wj}}{0.5 \text{ m/s}^2}\right)^2 \frac{T_{\text{exp}}}{T_0} 100$$
 Eq 2.15

où  $k_j$  est le facteur multiplicatif pour l'axe X, Y ou Z, respectivement ;  $a_{wj}$  est la valeur efficace d'accélération pondérée pour l'axe X, Y ou Z ;  $T_{exp}$  représente la durée d'exposition en heures et  $T_0$  la durée de référence de 8 heures. Notez que l'amplitude vibratoire de  $0.5 \text{ m/s}^2$  correspond au seuil déclenchant l'action pour des vibrations appliquées à l'ensemble du corps. Ici aussi, la conversion de A(8) à  $P_E$  est telle que les valeurs d'exposition de  $0.5 \text{ m/s}^2$  donnent 100 points. En revanche, une valeur limite d'exposition de  $1,15 \text{ m/s}^2$  donnera 529 points.

Pour convertir directement de A(8) à  $P_E$ :

$$P_E = A(8)^2 \frac{100}{(0.5 \text{ m/s}^2)^2}$$
 Eq 2.16

### 2.5 Déterminer le facteur de siège SEAT

Contrairement aux mesurages décrits précédemment en Section 2.2 et en Section 2.3, la détermination du facteur de siège (SEAT) ne fournit aucune information directe sur l'exposition aux vibrations mécaniques. Il s'agit ici de déterminer les caractéristiques de découplage vibratoire (filtrage) du siège sur lequel est assis le conducteur du véhicule ou de l'engin afin de protéger celui-ci des vibrations excessives.

C'est pourquoi ce mesurage nécessite deux jeux de résultats obtenus à deux positions différentes :

- 1) Sur le siège.
- 2) Directement sur le plancher du véhicule, sous le siège.

Les deux mesures sont obtenues simultanément et le facteur SEAT est calculé comme le rapport de ces deux valeurs. Le SEAT peut être calculé sur la base des valeurs efficaces d'accélération pondérée  $(a_w)$  ou des valeurs *VDV*. En outre, plutôt que d'utiliser un coefficient (le facteur SEAT), vous pouvez multiplier le résultat par 100 pour exprimer l'efficacité de filtrage en pourcentage.

Le choix entre valeur efficace et valeur *VDV* dépend de la nature des vibrations constatées en cours de mesurage. Si le profil chronologique des valeurs enregistrées est relativement régulier, utilisez de préférence la valeur efficace ; s'il présente des pics et des irrégularités, calculez plutôt le SEAT à partir des valeurs *VDV*.

$$SEAT_{RMS} = \frac{a_{w, \text{ siège}}}{a_{w, \text{ sol}}}$$
$$SEAT_{VDV} = \frac{VDV_{\text{siège}}}{VDV_{\text{sol}}}$$

Eq 2.17

 $SEAT\% = SEAT \times 100$ 

Un siège fournit un bon affaiblissement lorsque le facteur *SEAT* est inférieur à 1, ou, exprimé en pourcentage, lorsque *SEAT*% est inférieur à 100%. Si la valeur dépasse ces limites, c'est que le siège amplifie les vibrations et aggrave le manque de confort de l'assise et les risuqes pour la santé.

**Nota :** Dans le cadre d'une évaluation motivée par un souci sanitaire, le réseau de pondération utilisé pour les mesurages de SEAT est le même que pour les mesurages des vibrations transmises à l'ensemble du corps, voir Section 2.3.

Lors de l'évaluation des caractéristiques de découplage vibratoire d'un siège, il est important de considérer le siège et son occupant comme un système unique. Le conducteur ajoute en effet sa masse à celle du siège, ce qui modifie fréquence de la résonance. De plus, en fonction de la posture du sujet, le système siège-conducteur est plus ou moins rigide (les vibrations seront différentes selon que le conducteur se relâche totalement ou qu'il appuie ses pieds sur le plancher du véhicule).

Les performances du siège pouvant ainsi varier sensiblement avec la masse et la position du conducteur, il convient de procéder à plusieurs mesurages pour avoir une vision du problème la plus fidèle possible à la réalité.

Pour les mesurages en laboratoire, les normes spécifient les masses exactes à utiliser, des réglages spécifiques du siège et des procédures détaillées, y compris, entre autres, l'observation d'un délai de préchauffage. Le 4447 n'est pas destiné à ce type d'applications puisqu'il est conçu pour déterminer le facteur SEAT en condition réelle de fonctionnement, avec de vrais employés et sans délai de préchauffage. Il est cependant judicieux de consulter les référentiels qui régissent l'évaluation du facteur SEAT, car ils prodiguent des conseils utiles.

Le mesurage du facteur SEAT avec un 4447 vous fournit un avantage supplémentaire, puisqu'il vous permet de réaliser deux tâches à la fois : la détermination du facteur SEAT et le mesurage des vibrations transmises à une personne assise. Quand les tests doivent être réalisés avec plusieurs conducteurs, la durée totale des essais s'en trouve notablement raccourcie.

# **Chapitre 3**

# Prise en mains du 4447

Ce Chapitre explique en détails comment recharger la batterie du 4447, configurer les mesurages, transférer/exporter mesures et résultats. Il traite également des modalités de mesurage, de calibrage, et d'utilisation de l'interface utilisateur.

### 3.1 Batterie

Avant d'utiliser l'appareil pour la première fois, il est conseillé d'en charger complètement la batterie. Le chargement initial doit durer au minimum 6 heures. Une durée de chargement plus longue est sans danger pour la batterie.

Le 4447 est alimenté par une batterie intégrée, compacte et rechargeable. Lorsqu'il est sous tension, le niveau de charge de la batterie est affiché dans l'angle supérieur droit de l'écran sous la forme d'une icône de couleur verte, voir Fig.3.1. Pour plus de détails, voir l'élément 3 de la liste de la page 41.

**Fig. 3.1** Indication du niveau de charge de la batterie



Le chargement de la batterie s'effectue via le port USB de l'appareil. Il est effectif dès que l'appareil est connecté au Chargeur ZG-0459, ou à un PC, au moyen du Câble USB AO-1476.

Le chargement au moyen du Chargeur ZG-0459 est beaucoup plus rapide qu'au moyen d'une connexion à un PC. Pendant le chargement (au moyen du Chargeur), il est préférable de mettre le 4447 hors tension pour augmenter l'efficacité du cycle de charge.

**Nota :** Le chargement ne doit pas être effectué pendant les mesurages, car cela pourrait générer du bruit influant sur les résultats.

Une fois que la batterie est complètement rechargée, l'icône de la figure 3.2 apparaît sur l'écran. Comme il a été dit précédemment, le cycle de charge initial doit durer au minimum 6 heures. Une durée de chargement plus longue est sans danger pour la batterie. Dans le cadre d'un usage régulier de l'appareil, le temps de charge doit être de 4 heures pour une batterie totalement épuisée (l'appareil s'étant préalablement mis tout seul hors tension). Si la batterie n'est pas totalement épuisée, le temps de charge doit être au minimum de 3 heures pour assurer une recharge complète.

Fig. 3.2 Icône indiquant que la batterie est à pleine charge



En situation de fonctionnement, un avertissement *Batterie faible* apparaît quand le niveau de charge passe au-dessous de 3%. Il faut alors sauvegarder le mesurage en cours et recharger la batterie. Toutefois, pour prévenir toute perte de données, l'appareil sauvegarde automatiquement les mesures avant de s'éteindre.

# 3.2 Mode opératoire

#### 3.2.1 Clavier de commande

Vous gérez les opérations au moyen de quatre touches sur le clavier de la face avant (voir Fig. 3.3). Elles sont distribuées de chaque côté de l'affichage : deux flèches verticales à gauche et deux touches multi-fonctions à droite. Les fonctions de ces touches sont expliquées au Tableau 3.1.

**Fig. 3.3** Touches de commande du 4447



Tableau 3.1 Fonctions des touches

Touche	Fonctions
(~)	<ul> <li>Touche multi-fonction permettant de :</li> <li>mettre l'appareil sous tension (presser et maintenir enfoncé plus de 3 secondes)</li> <li>confirmer la sélection d'un paramètre</li> <li>stopper le mesurage en cours (presser et maintenir enfoncé plus de 3 secondes)</li> <li>réinitialiser totalement l'appareil, le cas échéant (par exemple s'il ne répond plus aux sollicitations). Presser et maintenir enfoncé pendant environ 10 secondes</li> </ul>
<b>(</b> ×)	<ul> <li>Touche multi-fonction permettant de :</li> <li>revenir au menu précédent</li> <li>faire une pause pendant un mesurage</li> <li>relancer un mesurage en pressant deux fois en une seconde (impossible lors d'un mesurage avec enregistrement de données)</li> </ul>
(▲)	Permet de naviguer d'un paramètre à l'autre (vers le haut) et de changer les valeurs/ réglages de ces paramètres
(▼)	Permet de naviguer d'un paramètre à l'autre (vers le bas) et de changer les valeurs/ réglages de ces paramètres

#### Mettre le 4447 sous tension

Maintenez la touche infoncée plus de 3 secondes pour mettre le 4447 sous tension et enclencher une courte procédure de mise en marche. L'appareil est prêt à l'emploi en quelques secondes.

#### Se familiariser avec le 4447

Le 4447 est doté d'un affichage (représentation matricielle par points) fournissant une information immédiate sur la configuration de l'appareil, sur l'état du mesurage, de la voie d'entrée, sur le niveau de charge de la batterie et sur les résultats du mesurage en cours.

Au démarrage, le 4447 affiche le menu principal. Utilisez les touches options du menu, for pour accéder à un sous-menu, confirmer un choix/réglage/changement, et options apportées.

Certains menus du 4447 se parcourent en boucle : lorsque la dernière option d'un menu est mise en valeur sur le display et que vous pressez [w], vous revenez à la première option. Et vice versa : si la première option est sélectionnée et que vous pressez [w], vous revenez à la dernière option. A certains niveaux de menu, les options sont trop nombreuses pour toutes trouver place sur l'écran, auquel cas vous pressez respectivement sur [w] ou [w] pour ouvrir une nouvelle page contenant les options dissimulées. Une fois la fin ou le début de cette nouvelle page atteint(e), c'est la page de menu originale qui réapparaît avec la première ou la dernière option mise en valeur (sélectionnée).

#### Mettre le 4447 hors tension

Pour mettre le 4447 hors tension, utilisez les touches (A) ( pour sélectionner **Eteindre** dans le menu principal et confirmez en pressant ( ou annulez et revenez au menu principal en pressant ( ).

Lorsqu'il ne mesure pas, le 4447 s'éteint automatiquement au terme d'un délai de nonactivation de plus de 15 minutes. Lorsqu'il mesure, le 4447 ne s'éteint automatiquement qu'en cas de faiblesse de la batterie. Dans le cas d'une extinction automatique, les mesures en cours sont préalablement sauvegardées.

### 3.3 Choix des unités et réglage de l'horloge

A la livraison, le 4447 est réglé par défaut sur un format date et heure et sur une unité exprimant l'accélération (m/s<sup>2</sup>). Vous modifiez ces réglages comme décrit ci-après.

#### 3.3.1 Choisir l'unité de mesure

Par défaut, le format des unités du 4447 est celui du système métrique (m/s<sup>2</sup> et m/s<sup>1,75</sup>). Mais il est possible d'exprimer les résultats affichés en 'g et gs<sup>0,25</sup>, ou 'dB réf  $1\mu$ m/s<sup>2</sup>.

Nota : Dans le présent Manuel, l'unité d'affichage par défaut est : m/s<sup>2</sup>

#### Changer d'unité de mesure

- 1) Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage puis Unités.
- 2) Choisissez l'unité souhaitée au moyen des touches (()) puis pressez () pour confirmer votre choix.





3) Après votre confirmation, le menu de paramétrage réapparaît sur l'affichage.

#### 3.3.2 Régler la Date et l'Heure

Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage puis Réglage heure.
 Note - Cette option de travus que le deuvième page du menu de paramétrage

Nota : Cette option se trouve sur la deuxième page du menu de paramétrage

- 2) Réglez l'heure au moyen des touches 2 puis pressez 2 pour confirmer chaque modification (heure, minute, seconde, jour, mois et année).
- 3) Après confirmation de l'année, le menu de paramétrage réapparaît sur l'affichage.

# 3.4 Paramétrer l'entrée

#### 3.4.1 Choisir et connecter/déconnecter les accéléromètres

L'accéléromètre/les accéléromètres livré/s avec le 4447 a/ont été spécialement choisi/s pour les mesurages de vibrations transmises à l'homme supportées par l'appareil.

Choisir l'accéléromètre approprié :

- Pour les mesurages de vibrations transmises à l'ensemble du corps d'une personne travaillant en position assise ou debout, utilisez l'Accéléromètre de siège 4515-B-002 équipé d'un Accéléromètre 4524-B
- Pour les mesurages de vibrations transmises au système Main-bras, l'Accéléromètre triaxial 4520-B-001 est généralement un choix judicieux. Si l'outil transmet des accélérations extrêmes au système main-bras, il est toutefois préférable d'utiliser l'Accéléromètre 4520-004. Il est spécialement conçu pour mesurer les valeurs d'accélération élevées et peut s'utiliser avec un filtre mécanique (WA-0224) qui élimine les composantes haute fréquence. Ces fréquences se situent au delà de la plage considérée comme intéressante dans un contexte Main-bras. Les éliminer permet d'atténuer les valeurs crête du signal, de prévenir les surcharges intempestives et de supprimer l'apparition de "DC shift"
- Pour les mesurages des vibrations dans les bâtiments (confort), utilisez un accéléromètre triaxial de sensibilité élevée (fourni avec le kit approprié)

Pour connecter les accéléromètres triaxiaux, utilisez le Câble AO-0694-D-012. Le connecteur LEMO s'insère dans la prise de gauche (4 broches) du 4447. Le connecteur Microdot se branche sur le capteur, voir Fig. 3.5.



#### Fig. 3.5 Connexion de l'Accéléromètre triaxial 4520-B-001 au 4447

Outre ces accéléromètres triaxiaux, le 4447 supporte également les accéléromètres de type mono-axial, qui s'utilisent lorsque seules les vibrations dans une direction sont intéressantes, mais aussi pour mesurer les vibrations au plancher d'un véhicule ou d'un engin mobile dans le cadre d'un mesurage du facteur SEAT du siège sur lequel sont assis les occupants (voir Chapitres 2 et 4).

Pour connecter un accéléromètre mono-axial au 4447, utilisez le Câble AO-0695-D-025. Le connecteur LEMO s'insère dans la prise de droite (2 broches) du 4447. Le connecteur Microdot se branche sur le capteur, voir Fig. 3.6.

Fig. 3.6 Connexion d'un accéléromètre mono-axial au 4447



Attention : Pour retirer le connecteur LEMO de la prise, tirez-le vers vous en le prenant **uniquement** par la partie moletée, voir Fig.3.7. N'essayez pas de tourner le connecteur ou de le retirer en tirant sur son câble, sous peine de l'endommager





#### 3.4.2 Paramétrer l'entrée : type et alimentation du capteur

L'étape suivante consiste à paramétrer en conséquence l'entrée du 4447 : entrée triaxiale, entrée mono-axiale, ou les deux entrées simultanément (3+1 axes). Le 4447 accepte indifféremment les accéléromètres de charge/piézoélectriques ou bien DeltaTron<sup>®</sup> (accéléromètres piézoélectriques avec préamplificateur intégré) ; il faut donc spécifier si le capteur doit, ou non, être alimenté en courant.

#### Activer/Désactiver l'alimentation en courant de l'accéléromètre

Les accéléromètres livrés avec le 4447 sont tous de type CCLD DeltaTron. Il faut donc paramétrer l'appareil pour que leur alimentation en courant soit assurée :
- 1) Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage puis Alim. capteur.
- 2) Au moyen des touches (), sélectionnez *CCLD Oui* (voir Fig. 3.8) puis confirmez cette sélection en pressant () pour revenir au menu de configuration.



L'option *CCLD Oui* signifie que le courant nécessaire au capteur est fourni par la prise d'entrée. Utilisez cette option chaque fois qu'un accéléromètre DeltaTron ou qu'un Convertisseur de charge 2647 est connecté à l'entrée du 4447. L'option *CCLD Non* signifie qu'aucun courant d'alimentation n'est fourni par l'entrée. Utilisez cette option lorsqu'une source de tension est connectée en entrée.

#### Choisir le type d'entrée en fonction de l'accéléromètre utilisé

L'entrée du 4447 doit aussi être paramétrée pour être compatible avec l'accéléromètre utilisé : triaxial, mono-axial, ou les deux simultanément. Pour ce faire :

- 1) Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage puis Capteur.
- 2) Au moyen des touches ((), sélectionnez une de ces trois options :
  - Triaxial
  - Mono axe
  - 3+1 axes

puis confirmez cette sélection en pressant [].

**Nota :** Comme il est évoqué dans la Section 3.5 qui suit, le 4447 intègre une petite base de données contenant les données de calibrage de cinq accéléromètres triaxiaux et de cinq accéléromètres mono-axiaux. Les capteurs triaxiaux sont numérotés 1-5, la position 5 étant réservée à un accéléromètre de sensibilité très élevée. Les capteurs mono-axiaux sont numérotés 6-10, la position 10 étant réservée à un accéléromètre de sensibilité très élevée (pour plus d'informations, voir ci-après)

## 3.5 Base de données de calibrage des accéléromètres

Si la réglementation exige qu'un calibrage soit effectué avant et après chaque séance de mesurage, utilisez pour ce faire un Excitateur de calibrage 4294 Brüel & Kjær. Si la réglementation ne le demande pas, l'appareil doit cependant être vérifié avant chaque mesurage pour prévenir tout risque d'erreur sur les résultats. Le menu **Calibrage** se trouve dans le menu principal et propose les options *Choisir capteur* et *Calibrer capt*. décrites ci-après.

Le 4447 intègre une petite base de données dans laquelle sont mémorisées les résultats de calibrage de cinq accéléromètres triaxiaux et de cinq accéléromètres mono-axiaux. Les premiers sont stockés aux positions 1 à 5, les seconds aux positions 6 à 10.

Les positions 5 et 10 sont réservées aux accéléromètres de sensibilité très élevée conçus pour les mesures de vibration dans les bâtiments. Comme ces capteurs sont relativements lourds (jusqu'à 200 g chacun), ils requièrent un autre type de calibreur, le Calibreur 4294-002 (différent de celui qui est utilisé pour les accéléromètres miniature), qui génère une excitation de niveau moins élevé. Le 4447 en tient automatiquement compte lors du calibrage des accéléromètres 5 ou 10 dans la base de données.

Lorsque le 4447 est configuré pour mesurer avec l'option 3+1 axes, les deux capteurs, le triaxial et le mono-axial, ne peuvent être choisis que par paire, sur le principe 1+6, 2+7 etc. Il est bon de se le rappeler au moment de placer les données de calibrage dans la base de données, et d'attribuer un numéro au capteur tri-axial et au capteur mono-axial, respectivement.

Calibrage et sélection du capteur s'effectuent via le menu **Calibrage** (voir Fig. 3.9), qui est accessible via le menu principal.



Vous alimentez la base de données soit par saisie manuelle soit en effectuant un calibrage avec l'accéléromètre connecté directement au 4447. Lorsque les données relatives à un accéléromètre ont été mises à jour dans la base de données, vous pouvez sélectionner ces données pour qu'elles deviennent les données actives. Sélectionnez *Calibrer capt.* pour accéder à l'affichage **Mode calibra.** (voir Section 3.5.1 ci-après).

### 3.5.1 Calibrer l'accéléromètre

Le menu **Calibrer capt./Mode calibra.** vous permet de réaliser deux types de calibrage, : *Calibreur* et *Manuel*, comme illustré en Fig. 3.10.

Fig.3.10 Choix du mode de calibrage

🔲 Mode cali	bra 💷
Calibreur	
Manuel	
X Y Z	00.22.45
	09:32:45

Fig.3.9 Menu Calibrage

#### Au moyen d'un calibreur

Plusieurs normes préconisent qu'un calibrage soit effectué avant et après chaque séance de mesurage :

- Pour calibrer les Accéléromètres miniature 4524-B (Capteur de siège) et 4524-B-001 (vibrations Main-bras), utilisez l'Excitateur de calibrage 4294 Brüel & Kjær. L'Accéléromètre 4520-004 (mesures de valeurs g très élevées) ne peut pas être calibré avec l'Excitateur de calibrage 4294 Brüel & Kjær, le niveau de vibration qu'il génère étant insuffisant compte tenu de la faible sensibilité de cet accéléromètre
- Pour calibrer l'accéléromètre utilisé pour mesurer les vibrations des bâtiments (de masse et de dimensions plus importantes), utilisez l'Excitateur de calibrage 4294-002 Brüel & Kjær

**Nota :** Pendant un calibrage, le filtre de pondération précédemment sélectionné est temporairement désactivé

Préparatifs du calibrage :

- 1) Connectez l'accéléromètre au 4447, voir Section 3.4.1.
- 2) Vérifiez que le paramétrage de l'entrée (triaxial, mono-axial, 3+1 axes et alimentation du capteur) correspond à la configuration rencontrée

**Nota 1** :Pour calibrer l'Accéléromètre de siège, il faut préalablement le démonter et le retirer de son adaptateur. Utilisez pour ce faire le tournevis inclus en accessoire. Faites attention en retirant le câble de l'accéléromètre

**Nota 2 :**Lorsque l'option choisie est 3+1, le calibrage concerne les deux accéléromètres à la fois

Au terme du calibrage de l'Accéléromètre de siège, replacez celui-ci dans son clip de maintien en respectant l'orientation indiquée. Le côté avec le logo doit regarder vers le haut. Reconnectez précautionneusement le câble et réassemblez le Capteur de siège.

#### Calibrer un accéléromètre triaxial

Pour faciliter le calibrage des accéléromètres triaxiaux, le 4447 vous guide interactivement dans la procédure de calibrage des trois axes X, Y et Z. Mais vous pouvez aussi choisir de calibrer chaque axe séparément.

Pour calibrer un accéléromètre triaxial en suivant la procédure interactive automatique (après l'étape 1), reportez-vous à la séquence de calibrage illustrée en Fig. 3.11 :

1) Dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage**, **Capteur** et *Triaxial*, puis revenez au menu principal et sélectionnez **Calibrage**, **Calibrer capt**. puis **Calibreur**.



Choisir 💷	Select. axe	🗖 Activer cal. 📃	Calibre 💷
Capteur 1 X 10.002 mV/m/s <sup>2</sup> Y 10.004 mV/m/s <sup>2</sup> Z 10.003 mV/m/s <sup>2</sup>	Tous les axes        X      10.002      mV/m/s²        Y      10.004      mV/m/s²        Z      10.003      mV/m/s²	Excitation: X avec 10 m/s <sup>2</sup> a 159Hz	Sensibilite X 10.03 mV/m/s <sup>2</sup> Appuyer sur √ Pour stocker
X Y Z		X Y Z	X Y Z

- 2) Sur l'affichage qui apparaît, utilisez les touches (A)(() pour sélectionner l'accéléromètre à calibrer. En parcourant la base de données, vous êtes informé des données de calibrage actuellement stockées pour cet accéléromètre. Pressez () pour le sélectionner.
- 3) Utilisez les touches (()/() pour sélectionner *Tous les axes* et pressez () pour lancer la procédure interactive.
- 4) Vous êtes d'abord invité(e) à appliquer une excitation de 10 m/s<sup>2</sup> à 159,2Hz sur l'axe X. Nota : Si vous avez sélectionné l'un des quatre premiers capteurs, vous devez utiliser l'Excitateur de calibrage 4294 ; le 4447 prévoit un signal d'excitation de 10 m/s<sup>2</sup>. Mais si vous avez sélectionné l'accéléromètre à la Position 5, vous devez utiliser l'Excitateur 4294-002 ; le 4447 prévoit un signal d'excitation de 3,16 m/s<sup>2</sup>.
- 5) Montez l'accéléromètre sur l'Adaptateur de calibrage DV-0459 (ou sur le Goujon DB-0756 en le fixant avec de la cire d'abeille) selon l'axe X, voir Fig.3.12.



6) Après lui avoir fixé l'accéléromètre, démarrez le calibreur et pressez is sur le 4447. Le calibrage de chaque axe prend 12 secondes, au terme desquelles la valeur de sensibilité s'affiche. Comparez-la à la valeur spécifiée pour ce capteur (sur sa fiche d'étalonnage) et sauvegardez-la en pressant .



A gauche : Adaptateur de calibrage DV-0459 A droite : Goujon DB-0756 à visser sur le 4294, l'accéléromètre étant collé avec de la cire d'abeille **Nota :** Le niveau du signal doit rester stable pendant toute la durée du calibrage (12 s) sinon un avertissement apparaît : *Niveau signal instable*. Dans ce cas, pressez *pour refermer ce message, et recommencez l'étape 6*). L'instabilité peut être due au fait que l'Excitateur a arrêté d'émettre avant que les 12 secondes ne soient écoulées, ou encore que l'accéléromètre n'était pas monté correctement

7) Au terme du calibrage dans cet axe directionnel, changez l'orientation de l'accéléromètre pour que le signal de calibrage soit appliqué dans un autre axe directionnel. Déclenchez de nouveau l'excitateur et suivez la procédure de l'étape 6) pour les axes restants.

Après acceptation de la valeur de sensibilité associée au dernier axe, le 4447 revient au menu principal. A ce stade, les nouvelles données de calibrage ont été sauvegardées et le capteur concerné devient le capteur par défaut. C'est cet accéléromètre qui sera automatiquement sélectionné pour le prochain mesurage.

**Nota :** Pendant le calibrage, la valeur de sensibilité affichée est arrondie à deux décimales, mais les mesures sont sauvegardées dans la base de données avec une meilleure précision

Pour ne calibrer spécifiquement qu'un seul axe d'un accéléromètre triaxial :

- 1) Suivez les étapes 1) et 2) décrites précédemment. Dans l'étape 3), au lieu de sélectionner *Tous les axes*, sélectionnez l'axe à calibrer.
- 2) Suivez les étapes 4) à 6) pour l'axe sélectionné.

Après acceptation de la valeur de sensibilité associée à cet axe, le 4447 sauvegarde la mesure et revient au menu principal.

**Nota :** Par défaut, les valeurs de calibrage sont 0mV/ms<sup>-2</sup> pour tous les accéléromètres. Un accéléromètre ne peut donc être utilisé pour un mesurage avant d'avoir été calibré une première fois dans les trois axes. C'est pourquoi si un ou deux seulement de ses axes ont été calibrés, l'accéléromètre ne pourra pas être sélectionné comme le capteur par défaut. En revanche, une fois que le troisième axe aura été calibré, tout recalibrage d'un quelconque de ses axes lui donnera le statut de capteur sélectionné par défaut

## Calibrer un accéléromètre triaxial et un accéléromètre mono-axial en mode 3+1 Axes

Si vous avez choisi l'option 3+1 axes (dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage**, **Capteur** puis 3+1 axes), le 4447 permet de calibrer les deux accéléromètres en une seule et même séquence. La procédure est similaire à celle du calibrage d'un accéléromètre triaxial. Vous pouvez choisir de calibrer soit tous les axes en une seule séquence, soit un axe spécifique.

#### **Calibrer manuellement**

Plutôt que d'utiliser un Excitateur de calibrage, vous pouvez aussi utiliser les touches de commande de l'appareil pour spécifier manuellement les valeurs de sensibilité). Il n'est alors pas nécesaire de connecter l'accéléromètre au 4447. Pour calibrer manuellement, vous devez connaître la valeur de sensibilité du capteur, qui est consultable sur la Fiche d'étalonnage de chaque accéléromètre.

- 1) Vérifiez que le paramétrage de l'entrée est correct (dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage, Capteur** et *Triaxial, Mono axe* ou *3*+*1 axes*).
- 2) Dans le menu principal, sélectionnez Calibrage, Calibrer capt. puis Manuel.
- 3) Vous êtes alors invité(e) à sélectionner le capteur (la paire de capteurs) dont vous souhaitez spécifier la sensibilité. Utilisez les touches (a)/(a) pour sélectionner les accéléromètres à calibrer et pressez (a).
- Le curseur se pose sur le premier chiffre de la valeur de sensibilité du premier axe du capteur sélectionné. Utilisez les touches (()) pour spécifier ce chiffre.
- 5) Pressez ( pour passer au chiffre suivant. Pour revenir en arrière le cas échéant, pressez ( ).
- 6) Répétez les actions des étapes 4) et 5) pour chaque chiffre de la ligne. Après spécification du dernier chiffre, le curseur se pose sur la ligne suivante.
- 7) Après avoir spécifié le dernier chiffre du dernier axe, le 4447 revient au menu principal.

A ce stade, les nouvelles données de sensibilité ont été sauvegardées et le(s) capteur(s) ainsi "calibré(s)" devien(nen)t le(s) capteur(s) par défaut et sera(ont) automatiquement sélectionné(s) pour le prochain mesurage.

#### 3.5.2 Sélectionner un accéléromètre dans la base de données

Les données de calibrage associées aux accéléromètres triaxiaux (jusqu'à 5, numérotés de 1 à 5) et aux accéléromètres mono-axiaux (jusqu'à 5, numérotés de 6 à 10) sont stockées dans la base de données du 4447. Si vous connectez au 4447 un accéléromètre dont les données de calibrage se trouvent déjà dans l'appareil, il suffit de sélectionner son numéro, dans la base de données, les valeurs de sensibilité qui lui correspondent étant alors utilisées.

Pour rappeler la valeur de sensibilité d'un accéléromètre et sélectionner celle-ci :

- 1) Vérifiez que le paramétrage de l'entrée est correct (dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage**, **Capteur** et *Triaxial*, *Mono axe* ou 3+1 axes).
- 2) Dans le menu principal, sélectionnez Calibrage/Choisir capteur. Vous êtes alors invité(e) à sélectionner le capteur (la paire de capteurs) dans la base de données : de 1 à 5 s'il est triaxial, de 6 à 10 s'il est mono-axial, et de 1+6 à 5+10 si vous avez choisi l'option 3+1.
- 3) Utilisez les touches (()) pour sélectionner l'accéléromètre et pressez () pour confirmer la sélection.

Le 4447 revient au menu principal.

## 3.6 Choisir le filtre de pondération/l'application

Selon que vous utilisez le 4447 pour mesurer les vibrations transmises au système Main-bras, à l'ensemble du corps ou les vibrations des bâtiments, vous devez le configurer en conséquence et sélectionner le filtre approprié :

- **Corps entier :** En conformité avec ISO 2631–1:1997, la pondération fréquentielle appliquée aux signaux d'entrée pour les axes X et Y est la courbe  $W_d$ , pour l'axe Z, la courbe  $W_k$  (voir Fig.3.13 et Fig.3.14)
- **Main-bras :** En conformité avec ISO 5349–1:2001, la pondération fréquentielle appliquée à toutes les voies d'entrée est la courbe *W<sub>h</sub>* (voir Fig. 3.15)
- Vibrations dans les bâtiments : En conformité avec ISO 2631–2:2003, la pondération fréquentielle appliquée à toutes les voies d'entrée est la courbe *W<sub>m</sub>* (voir Fig. 3.16)

**Fig.3.13** Pondération fréquentielle W<sub>d</sub> pour des vibrations transmises horizontalement, axe X ou Y, au corps d'une personne debout, assise, ou allongée (selon ISO 8041 et ISO 2631–1)







Fig.3.15 Pondération fréquentielle W<sub>h</sub>, pour des vibrations transmises à un système main-bras dans les trois axes (selon ISO 8041 et ISO 5349–1)



38

![](_page_44_Figure_1.jpeg)

**Fig.3.16** Pondération fréquentielle W<sub>m</sub> pour des vibrations dans les bâtiments dans les trois axes (selon ISO 8041 et ISO 2631–2)

Le 4447 vous permet aussi d'utiliser des filtres limiteurs de bande. Ceux-ci ont respectivement des fréquences de coupure correspondant aux réseaux de pondération normalisés corps entier, main-bras, et vibrations dans les bâtiments. Mais à l'intérieur de la bande passante, aucune pondération n'est appliquée et ils ont une réponse plate. La plage de fréquence nominale des filtres limiteurs de bande est 8–1000 Hz pour les mesurages main-bras, 0,5–80 Hz pour les mesurages corps entier et 1–80 Hz pour les vibrations dans les bâtiments.

Lors du passage d'un filtre à l'autre, le 4447 sélectionne automatiquement le facteur k correspondant à la norme utilisée, voir au Chapitre 2 :

- Pondération corps entier :  $k_x = 1,4, k_y = 1,4$  et  $k_z = 1,0$
- Pondérations main-bras et vibration dans les bâtiments : les trois facteurs k sont réglés sur 1,0

Les facteurs k sont affichés lorsque vous sélectionnez le filtre de pondération.

## 3.7 Enregistrer les valeurs mesurées

Le 4447 peut effectuer les mesurages en mode normal ou en mode enregistrement. En mode enregistrement, outre les résultats du mesurage normal, il enregistre toutes les secondes les valeurs *RMS*, *Peak*, *MTVV* et *VDV* pour chaque axe. Dans cet intervalle, un moyennage linéaire est utilisé pour la valeur efficace. Le "profil temporel" des valeurs ainsi enregistrées fournit une vue plus détaillée de l'exposition aux vibrations au cours du mesurage et vous donne plus de possibilités pour le post-traitement des mesures

Pour procéder à un mesurage avec enregistrement :

- 1) Préparez le 4447 comme décrit précédemment (Section 3.1 à Section 3.6).
- 2) Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage puis Profil temporel. Le menu Profil temporel indique la capacité d'enregistrement résiduelle en heures et minutes et vous permet d'activer/désactiver l'option enregistrement.
- 3) Utilisez les touches (()) pour sélectionner *Oui* puis pressez () pour confirmer ce choix.

Si vous lancez un mesurage, le 4447 va non seulement procéder à un mesurage total mais aussi enregistrer chronologiquement les valeurs des paramètres vibratoires mesurés.

Au cours du mesurage, c'est alors un point rouge  $\bigcirc$  qui apparaît en lieu et place d'une flèche verte  $\bigcirc$  dans l'angle supérieur gauche de l'écran.

**Nota :** Si, pendant un mesurage avec enregistrement, la mémoire du 4447 se sature, le mesurage s'arrête. Les mesures sont sauvegardées et le message *Log pleine* s'affiche jusqu'à ce que vous pressiez sur une quelconque des touches du clavier

## 3.8 L'Ecran

Au cours du mesurage, l'écran du 4447 informe sur le paramétrage du mesurage, sur son état, sur le paramétrage de la voie d'entrée, le niveau de charge de la batterie et sur les résultats en cours. La Fig. 3.17 est un exemple d'affichage pendant un mesurage. Les chiffres renvoient aux explications sur les différents champs affichés (voir ci-après).

Fig. 3.17 Exemple d'affichage pendant un mesurage

![](_page_45_Figure_10.jpeg)

- Etat du mesurage : La progression d'un mesurage est indiquée par une flèche verte (par un point rouge si c'est un mesurage avec enregistrement) ; un mesurage en mode pause est indiqué par le symbole ; et un mesurage stoppé par le symbole.
- 2) Pondération : Filtre de pondération/type de mesurage utilisé (sélectionné avant le mesurage dans Paramétrage/Pondération. Les options possibles sont :

- **Corps entier :** Les signaux d'entrée sont pondérés en fréquence au moyen des filtres corps entier normalisés  $W_d$  et  $W_k$  (voir Fig. 3.13 et Fig. 3.14)
- **Main-bras :** Les signaux d'entrée sont pondérés en fréquence au moyen du filtre main-bras normalisé,  $W_h$  (voir Fig. 3.15)
- **Bâtiment :** Les signaux d'entrée sont pondérés en fréquence au moyen du filtre normalisé *W<sub>m</sub>*

Ce champ a un fond de couleur noire lorsqu'un filtre de pondération normalisé est utilisé. Il est de couleur jaune lorsque ce sont les filtres limiteurs de bande qui sont utilisés, auquel cas la bande passante est identique à celle des filtres corps entier, main-bras et vibrations des bâtiments normalisés, mais aucune pondération n'est appliquée à l'intérieur des limites de cette bande passante, et leur réponse est plate.

**Nota :** Utilisez les filtres limiteurs de bande à votre convenance. Toutefois, pour être conforme à ISO 5349 et ISO 2631, le mesurage soit toujours être effectué avec un filtre de pondération normalisé. C'est pourquoi, sur le display du 4447 et dans le Logiciel Vibration Explorer sur PC, les données obtenues avec un filtre limiteur de bande apparaissent sur un fond jaune

3) **Batterie :** Informe du niveau de charge de la batterie du 4447. La couleur verte (pleine charge) devient orange lorsque la capacité résiduelle est d'environ 40%, et rouge lorsqu'elle n'est plus que de 20%. Lorsque la capacité résiduelle n'est plus que de 3% de la valeur maximale, un message *Batt. faible* apparaît. Reportez-vous au Chapitre 7 pour plus d'informations.

Pendant le chargement de la batterie, la couleur verte va et vient sur l'icône. Si la lettre C apparaît à côté de l'icône, cela signifie que le chargement s'effectue à partir d'un chargeur branché sur une prise secteur, voir Fig. 3.1. Lorsque le 4447 est relié à un PC, c'est la lettre U qui apparaît d'abord, puis la totalité du display est remplie par un symbole USB.

Veuillez noter que le chargement est moins rapide lorsque c'est le PC qui sert de source d'alimentation.

4) **Unité :** Correspond au paramètre sélectionné pour le mesurage. Par exemple :  $m/s^2$  pour une valeur efficace ou crête,  $m/s^{1,75}$  pour une valeur VDV ou  $VDV(8)_k$ .

Nota : Si vous avez sélectionné un accéléromètre à la Position 5 ou 10, l'unité devient  $\rm mm/s^2$  ou  $\rm mm/s^{1,75}$ 

- 5) **Date et heure :** Lorsque l'appareil ne mesure pas, il indique l'heure réelle en heures, minutes et secondes. Pendant un mesurage, il indique la durée de mesurage écoulée, en minutes et secondes.
- 6) **Etat des voies d'entrée :** En fonction du capteur choisi, deux ou trois champs d'état sont actifs (au bas de l'affichage) :

Pour un accéléromètre triaxial (choix triaxial), trois champs sont actifs, un pour chaque axe.

Pour le choix 3+1 axes, deux champs sont actifs (à gauche : état de l'accéléromètre monoaxial (AUX) ; à droite : état des trois axes XYZ). En cas d'anomalie (temps de montée, valeur sous gamme, saturation ou rupture du câble) dans l'un quelconque des trois axes, le problème est signalé dans le champ d'état des trois axes (vous êtes averti d'un problème, mais pas de la voie sur laquelle il a été détecté). Pour le choix Mono-axe, un seul accéléromètre mono-axial utilisé, deux champs sont affichés mais seul le champ de gauche (AUX) est actif – le champ de droite (XYZ) est affiché mais n'est pas actif.

Le codage fait intervenir quatre couleurs, violet, vert, rouge et jaune :

- Violet : Temps de "stabilisation" de l'appareil suite à une modification du paramétrage
- Vert : Tout est OK. Si l'option CCLD est réglée sur *CCLD Non*, l'entrée est en mode tension, indiqué par un *V*
- **Rouge :** Anomalie détectée. Si *O* apparaît, c'est une saturation. Si l'option **CCLD** est réglée sur *CCLD Oui*, *B* ou *S* peut alors apparaître : *B* signale une rupture de câble, *S* uncâble en court-circuit (*B* et *S* indiquent une erreur soit au niveau de l'accéléromètre, soit au niveau du câblage)
- Jaune : Avertissement. U signale une valeur en sous-gamme et indique que les valeurs mesurées se situent en deçà de la limite inférieure de la gamme de fonctionnement linéaire – cet avertissement n'apparaît qu'en cours de mesurage
- 7) Axes : Direction du mesurage.
- 8) **Résultats :** La partie centrale du display affiche les résultats pour les paramètres sélectionnés (voir Chapitre 4).
- 9) **Paramètres mesurés :** Pendant un mesurage, vous pouvez commuter entre les paramètres suivants :
  - RMS Inst. & MTVV et Moy. RMS & Crête (mesurage main-bras)
  - *RMS Inst. & MTVV, Moy. RMS & Crête*, et *Total VDV & VDV(8)*<sub>k</sub> (mesurages corps entier et vibrations dans les bâtiments, avec une quelconque des unités choisies)
  - Lors d'un mesurage du facteur SEAT, une page supplémentaire apparaît pour afficher les valeurs *Moy. RMS* et *VDV(8)<sub>k</sub>* associées à la voie auxiliaire et à la direction Z du capteur de siège, de même que la valeur du facteur *SEAT*

## 3.9 Gérer une procédure de mesurage

#### 3.9.1 Lancer un mesurage

Pour lancer un mesurage, sélectionnez **Mesure** au moyen des touches ((a)) ((b)) dans le menu principal et pressez ((c)) pour confirmer.

**Nota :** Si vous avez changé le filtre de pondération ou le type de capteur préalablement à un mesurage, patientez quelques secondes, le temps que le système se stabilise. A la suite de quoi le mesurage démarre et l'horloge temps réel affiche la durée de mesurage écoulée

43

## 3.9.2 Suivre la progression d'un mesurage sur l'affichage

Pendant un mesurage, vous pouvez utiliser les touches  $\square$ , pour naviguer sur l'affichage et observer les divers paramètres mesurés. L'affichage des paramètres varie avec le type de filtre sélectionné, *Main-bras* ou *Corps entier*, et le type de capteur sélectionné, *Triaxial* ou *mono-axial*. VDV et VDV(8)<sub>k</sub> ne sont disponibles qu'avec une pondération *Corps entier*.

**Nota :** Les valeurs *RMS*, *MTVV* et *VDV* mesurées pour les différents axes sont affichées et stockées **sans être** multipliées par les facteurs k. Les valeurs *VTV*, A(1), A(4), A(8) et  $VDV(8)_k$ , pour les différents axes sont multipliées par leurs facteurs k respectifs. Pour plus d'informations sur les facteurs k, reportez-vous au Chapitre 2

### 3.9.3 Pauser un mesurage

Un mesurage peut être interrompu à tout moment. Pour passer en mode Pause, pressez (20). L'indication *Durée écoulée* se fige, et les résultats peuvent être consultés en faisant défiler l'affichage. Pressez de nouveau (20) pour poursuivre le mesurage, ou pressez (20) pendant 3 secondes pour le stopper définitivement.

## 3.9.4 Stopper un mesurage

Vous stoppez un mesurage en pressant [] pendant 3 secondes. Lorsque le mesurage est arrêté, vous avez le choix entre deux possibilités :

- Pressez ( pour sauvegarder les résultats
- Pressez (X) pour annuler le mesurage

Nota : Les valeurs enregistrées sont toujours sauvegardées, quelle que soit la touche que vous pressez, 🐼 ou 🐼

## 3.9.5 Redémarrer un mesurage

Vous pouvez redémarrer un mesurage (main-bras ou corps entier) à tout moment sans qu'il soit nécessaire de d'abord l'interrompre. Il vous suffit de presser 🐼 deux fois en moins d'une seconde. Les valeurs mesurées affichées sont remises à zéro (0.000) et la durée écoulée revient à 00:00:00. Toute indication éventuelle de *Saturation* est également réinitialisée. Un nouveau mesurage démarre immédiatement suite à la réinitialisation, sans aucun délai.

Nota : Le redémarrage n'est pas possible si c'est un mesurage avec enregistrement de données

## 3.10 Gérer les mesures

Les mesures sauvegardées sont accessibles à tout moment, soit pour leur rappel et leur affichage sur l'écran du 4447, soit pour leur transfert vers un PC aux fins de leur traitement et du reporting. Chaque mesure est identifiée par un numéro et un horodatage indiquant le moment de sa sauvegarde.

**Nota :** Vous ne pouvez rappeler sur l'affichage du 4447 que les mesures globales. Pour visualiser les données enregistrées (les profils temporels), vous devez d'abord transférer cellesci vers un PC

#### 3.10.1 Rappeler les résultats mémorisés

Pour rappeler les résultats gardés en mémoire :

- 1) Dans le menu principal, sélectionnez Gestion fichiers, puis Rappeler.
- La liste des mesures stockées dans le 4447 apparaît. Ces mesures sont identifiées par leur numéro et leur horodatage (voir Fig.3.18).
- 3) Utilisez les touches (()) pour désigner la mesure à rappeler, et pressez () pour la sélectionner.

**Fig. 3.18** Gestionnaire de fichiers, Rappel des mesures sauvegardées

	Rappele	ər 🗖
1:	05.10.07	11:30
2:	05.10.07	12:11
3:	06.11.07	08:10
4:	07.11.07	08:45
×	Y Z	09:32:45

Les données affichables varient en fonction de l'application. La Fig.3.19 donne un exemple de cinq différents affichages de résultats de mesurage (vibrations transmises à l'ensemble du corps).

Fig.3.19 Gestionnaire de fichiers, Rappel des mesures sauvegardées (mesurage Corps entier)

![](_page_49_Picture_11.jpeg)

Les valeurs de A(1), A(4), A(8) peuvent également être rappelées sur l'affichage. Elles représentent l'exposition journalière aux vibrations pour une durée d'exposition de 1, 4 et 8 heures, respectivement. A(4) est le produit de A(8) par la racine carrée de 4 h/8 h. A(1) est le produit de A(8) par la racine carrée de 1 h/8 h. Pour les résultats *Main-bras*, A(n) est égal à la valeur *Moy. RMS VTV.* Pour les résultats *Corps entier*, A(n) est égal à la valeur maximale dans les trois axes, *Moy. RMS*, multipliée par les facteurs k respectifs.

**Nota :** Les valeurs *RMS*, *MTVV* et *VDV* mesurées pour les différents axes sont affichées et stockées **sans être** multipliées par les facteurs k. Les valeurs *VTV*, A(1), A(4), A(8) et  $VDV(8)_k$ , pour les différents axes sont, elles, multipliées par leurs facteurs k respectifs

45

### 3.10.2 Effacer les résultats mémorisés

Pour effacer de la mémoire les mesures et les valeurs enregistrées :

1) Dans le menu principal, sélectionnez Gestion fichiers puis Effacer tout.

**Nota :** Le 4447 ne peut pas effacer les données individuellement. Cette action efface toutes les données stockées en mémoire, mesures et valeurs enregistrées

2) Si vous êtes sûr(e) de vouloir effacer tous les fichiers, pressez [] pour confirmer cette décision.

## 3.11 Information sur la partie matérielle, le firmware et modalités de mise à jour du firmware

Pour consulter les informations relatives au numéro de série, à la partie matérielle et au firmware de l'appareil : dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage** puis **A propos...** :

- Version Hardware **HW** ver.:
- Version Firmware **FW** ver.:
- Numéro de série No de série.

La mise à jour du firmware s'effectue au moyen du Logiciel PC Vibration Explorer fourni avec le 4447. Pour plus d'informations, reportez-vous au Chapitre 5.

![](_page_51_Picture_0.jpeg)

# **Chapitre 4**

## Mesurer avec le 4447

Avant de commencer à mesurer, il est essentiel de vérifier les réglages suivants, réglages qui sont essentiels pour l'obtention de résultats corrects :

- Paramétrage du capteur (Capteur) : Triaxial, Mono axe ou 3+1 axes
- Paramétrage du filtre (**Pondération**) : *Main-bras, Corps entier* ou leur version *Bande limitée*
- Paramétrage des enregistrements (Profil temporel) : Oui ou Non
- Configuration de l'entrée (Alim. capteur) : CCLD Oui/Non
- Choix et calibrage du capteur (Calibrage)

**Nota :** Le 4447 ne peut pas mesurer quand il est connecté au PC. Il est en outre conseillé de ne pas utiliser l'alimentation externe (Chargeur ZG-0459) pendant un mesurage, à cause du bruit que cette opération peut générer

## 4.1 Mesurer les vibrations du système Main-bras

Avant de commencer, veuillez consulter la Norme ISO 5349–2:2001 ainsi que la Norme ISO 20643:2005, Vibrations mécaniques — Machines portatives et guidées. Principes d'évaluation des émissions de vibrations. D'autres informations utiles peuvent être trouvées dans la série ISO 8662 (bientôt remplacée par la série ISO 28927) ainsi que dans la série EN 60745 (voir aussi le Chapitre 2).

Pour procéder à des mesurages Main-bras, l'accéléromètre doit être positionné entre la main et la poignée de commande de l'outil, aussi près que possible de la zone de préhension, voir Fig.4.2. Veuillez vous référer à ISO 5349–2:2001 pour toute suggestion utile relative au montage de l'accéléromètre sur un outil ou un organe de commande de machine fixe ou mobile.

![](_page_53_Figure_1.jpeg)

#### **Fig. 4.1** Point de mesurage et orientation des axes pour un mesurage main-bras

#### 4.1.1 Marche à suivre

Pour mesurer les vibrations main-bras avec le 4447 :

- 1) Mettez l'appareil en marche en pressant () pendant au moins 3 secondes.
- Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage., Capteur puis *Triaxial* au moyen des flèches .
  Confirmez ce choix en pressant .
- Choisissez l'accéléromètre le mieux approprié au mesurage et reliez-le au 4447, voir Section 3.4.1 :
  - Si l'accéléromètre est déjà calibré, vérifiez qu'il est activé. Sélectionnez Calibrage, Choisir capteur puis le capteur adéquat au moyen des flèches (). Confirmez ce choix en pressant ).
  - Si l'accéléromètre n'est pas calibré, suivez les étapes décrites en Section 3.5.
- Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage, Pondération puis *Main-bras* au moyen des flèches (...). Confirmez ce choix en pressant (...).
- 5) Quittez le menu de configuration en pressant (🔊).

- 6) Montez le capteur sur un des adaptateurs pour mesurages main-bras fournis avec le 4447. Reportez-vous plus loin dans cette section pour consulter la liste des adaptateurs et un descriptif des situations dans lesquelles chacun peut être utilisé.
- 7) Positionnez l'adaptateur aussi près que possible de la zone normale de préhension de l'outil (voir ISO 5349–2:2001).
- 8) Bridez, au moyen de la Bride VELCRO<sup>®</sup> DG-0517 fournie en accessoire, le câble du capteur sur le bras de l'opérateur de manière à ne pas gêner ce dernier dans ses mouvements, ni exposer le câble aux aléas de manipulation.
- 9) Demandez à l'opérateur de commencer à utiliser son outil. Si vous utilisez la poignée ou l'adaptateur de poignée, l'opérateur doit maintenir fermement ce dernier sur la surface de l'adaptateur, en exerçant sur celui-ci une pression constante.
- Au moyen des flèches (), sélectionnez Mesure dans le menu principal et pressez sur
  pour lancer le mesurage.

Si vous avez modifié la pondération avant de mesurer, l'application du filtre choisi peut prendre quelques secondes ; sinon, le mesurage commence immédiatement.

- 11) Dans le cadre d'un mesurage main-bras, vous pouvez surveiller les valeurs *Inst RMS*, *MTVV*, *Moy. RMS* et *Crête* dans les directions X, Y et Z :
  - Sur le premier écran de mesurage (aucune intervention nécessaire), les valeurs *Inst RMS* et *MTVV* sont affichées séparément pour les axes X, Y et Z
  - Sur le deuxième écran de mesurage (pressez 🚺 une fois pour accéder à cet écran), sont affichées la valeur efficace d'accélération pondérée (*Moy. RMS*) et la valeur *Crête* dans les directions X, Y et Z. La valeur *VTV* est également affichée au bas de l'affichage. *VTV* est la racine carrée de la somme des carrés des valeurs *Moy. RMS* sur les trois axes. La valeur *VTV* correspond à "a<sub>hv</sub>" dans la norme ISO 5349

**Nota :** Les valeurs d'exposition journalière aux vibrations A(8), A(4) et A(1), seront calculées sur la base de ces mesures, après sauvegarde et rappel du mesurage

12) Pour stopper le mesurage en cours, pressez sur (v) quelques secondes. Vous allez être invité(e) à sauvegarder ou supprimer les données obtenues. Pressez de nouveau sur (v) pour les sauvegarder, ou sur (v) pour les supprimer.

Reportez-vous à la Section 3.10.1 pour les modalités de rappel des mesurages sur l'affichage du 4447. Reportez-vous à la Section 5.3.5 pour les modalités de transfert des données vers le PC en vue de leur archivage et de leur traitement.

### 4.1.2 Adaptateurs pour mesurages de systèmes main-bras

Le montage de l'accéléromètre doit être aussi rigide que possible, sous peine d'une mauvaise transmission de la vibration (modification de la réponse en fréquence)<sup>\*</sup> et que l'accélération mesurée ne soit pas celle de la poignée de commande de l'outil. Pour vous permettre de réaliser un montage correct, le 4447 est livré avec trois adaptateurs différents :

<sup>\*</sup> Même si l'effet de masse n'est pas visible à l'oeil nu, un montage trop lâche donne des résultats erronés

- 1) Adaptateur cubique UA-3017 pour un montage direct sur la surface au point de préhension de la poignée de commande (si la place est suffisante), voir Fig.4.2, à gauche.
- 2) Adaptateur de main UA-3015, pour maintenir la base entre deux doigts sur la surface de l'outil (quand un montage direct n'est pas possible), voir Fig.4.2, au centre.
- Adaptateur pour poignée UA-3016 qui se place sur la poignée de l'outil, là où la main l'agrippe (quand un montage direct n'est pas possible), voir Fig.4.2, à droite.

Fig. 4.2 Adaptateurs livrés avec le 4447

![](_page_55_Figure_5.jpeg)

Chaque adaptateur est doté d'un clip de maintien pour la fixation de l'accéléromètre, voir Fig.4.3.

![](_page_55_Figure_7.jpeg)

![](_page_55_Picture_8.jpeg)

Pour déterminer la valeur VTV d'une mauvaise transmission de la vibration (modification de la réponse en fréquence) lors d'un mesurage main-bras, l'orientation du capteur importe peu étant donné que la pondération est la même pour les trois axes. Mais si on s'intéresse aux valeurs vibratoires dans chacun des axes, la bonne pratique est alors d'orienter correctement l'accélé-romètre.

Si la place est suffisante, utilisez l'Adaptateur cubique UA-3017 et fixez-le sur la poignée de la source vibratoire. Sinon, utilisez l'Adaptateur de main UA-3015 ou l'Adaptateur de poignée UA-3016. Des exemples d'utilisation de ces Adaptateurs sont donnés en Fig.4.4. D'autres

51

exemples de positionnement de l'accéléromètre sont décrits dans l'Annexe A de la Norme ISO 5349–2:2001. Pour un guide détaillé des modalités de fixation du capteur sur différents modèles de poignées ou organes de commande, reportez-vous à ce référentiel.

![](_page_56_Figure_2.jpeg)

Pour fixer l'accéléromètre sur l'adaptateur, vous devez desserrer légèrement les vis, faire glisser le capteur dans le clip, puis resserrer les vis (voir Fig. 4.5).

Fig. 4.5 Montage de l'accéléromètre sur l'adaptateur

![](_page_57_Picture_2.jpeg)

## 4.2 Mesurer les vibrations sur l'ensemble du corps

Avant de commencer, veuillez consulter la Norme internationale ISO 2631–1:1997, qui préconise un mesurage dans trois directions mutuellement orthogonales, l'axe Z étant perpendiculaire à la surface via laquelle la vibration entre en contact avec le corps, voir Fig. 4.6.

![](_page_57_Figure_5.jpeg)

![](_page_57_Picture_6.jpeg)

L'accéléromètre est intégré à un capteur de siège fixé de préférence sur le sol ou sur le siège au moyen d'une sangle ou d'un ruban adhésif. Il reste ainsi dans la position souhaitée et résiste aux changements de position de l'opérateur ou du conducteur. Toutefois, pour obtenir des résultats corrects, le capteur de siège doit subir le poids de la personne pendant le mesurage (position debout ou assise), voir Fig.4.7.

**Fig. 4.7** Différents positionnements du capteur de siège

![](_page_58_Picture_2.jpeg)

## 4.2.1 Marche à suivre

Pour réaliser un mesurage corps entier avec le 4447 :

- 1) Mettez l'appareil en marche en pressant [ pendant au moins 3 secondes
- Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage Capteur puis *Triaxial* au moyen des flèches .
  Confirmez ce choix en pressant .
- 3) Quittez le menu de configuration en pressant [X].
- 4) Reliez le Capteur de siège au 4447, voir Section 3.4.1 :
  - Si l'accéléromètre choisi est déjà calibré, vérifiez qu'il est activé. Sélectionnez Calibrage, Choisir capteur puis le capteur adéquat au moyen des flèches (Confirmez ce choix en pressant (Confirmez ce choix e
  - Si l'accéléromètre n'est pas calibré, suivez les étapes décrites en Section 3.5.
- 5) Dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage**, **Pondération** puis *Corps entier* au moyen des flèches (()). Confirmez ce choix en pressant ().
- 6) Quittez le menu de configuration en pressant [🗙].
- 7) Positionnez le capteur de siège :
  - a) Placez l'adaptateur sur le siège ou sur le sol à l'endroit où le mesurage doit avoir lieu.
  - b) Positionnez l'adaptateur de telle manière que l'accéléromètre respecte le système biodynamique de coordonnées (l'axe 'X' du dos vers la poitrine, l'axe 'Y' de la droite vers la gauche et l'axe 'Z' du pied (ou du fessier) à la tête.
  - c) Assujettissez l'adaptateur de manière à ce qu'il soit placé sous les tubérosités ischiaques du pelvis (les os de l'assise) du sujet testé ou sous son pied.
- 8) Demandez au sujet testé de s'asseoir ou de poser le pied sur l'adaptateur du capteur de siège.
- Au moyen des flèches (), sélectionnez Mesure dans le menu principal et pressez sur
  pour lancer le mesurage.

Si vous avez modifié la pondération avant de mesurer, un délai de quelques secondes peut retarder l'application du filtre choisi ; sinon, le mesurage commence immédiatement.

- 10) Dans le cadre d'un mesurage Corps entier, vous pouvez surveiller les valeurs *Inst. RMS*, *MTVV*, *Moy. RMS*, *Crête*, *Total VDV* et  $VDV(8)_k$  dans les directions X, Y et Z. La valeur vibratoire totale (*VTV*) est affichée :
  - Sur le premier écran de mesurage (aucune intervention nécessaire), les valeurs *RMS instantanée* et *MTVV* sont affichées séparément pour les axes X, Y et Z
  - Sur le deuxième écran de mesurage (pressez in une fois pour accéder à cet écran), sont affichées la valeur efficace d'accélération pondérée (*Moy. RMS*) et la valeur crête dans les directions X, Y et Z. La valeur *VTV* est également affichée au bas du display. *VTV* est la racine carrée de la somme des carrés des valeurs *Moy. RMS* sur les trois axes. Elle correspond à "a<sub>v</sub>" dans la norme ISO 2631–1.
  - Sur le troisième écran de mesurage (pressez de nouveau () (deux fois en tout) pour accéder à cet écran), *Total VDV* and *VDV(8)*<sub>k</sub> sont affichées avec la valeur *VTV*, qui est la racine carrée de la somme des carrés des valeurs *Total VDV* pour les trois axes

**Nota 1 :** Les valeurs d'exposition journalière aux vibrations A(8), A(4) et A(1), sont calculées sur la base de ces mesures, après sauvegarde et rappel du mesurage

**Nota 2 :** Les valeurs rappelées pour les mesurages corps entier diffèrent de celles des mesurages main-bras en ce qui concerne le calcul des valeurs A(8), A(4) et A(1). Dans le cadre d'une évaluation de mesures corps entier, l'amplitude vibratoire est d'abord calculée pour chaque axe séparément en faisant le produit de la valeur efficace par le facteur k correspondant, voir Chapitre 2. Seule la plus élevée des valeurs dans les trois directions orthogonales est ensuite prise en compte pour le calcul du paramètre A(8). Dans le cas de mesures main-bras, le paramètre A(8) est calculé sur la base de la valeur vibratoire totale VTV (VTV correspond ici à " $a_{hv}$ " dans la norme ISO 5349)

Pour stopper le mesurage en cours, pressez or quelques secondes. Vous allez être invité(e) à sauvegarder ou supprimer les données obtenues. Pressez de nouveau pour les sauvegarder, ou pour les supprimer.

Pour les modalités de rappel des mesurages sur l'affichage du 4447, reportez-vous à la Section 3.10.1. Pour les modalités de transfert des données vers le PC en vue de leur archivage et de leur traitement, reportez-vous à la Section 5.3.5.

## 4.3 Déterminer le facteur SEAT

Les mesurages relatifs à une détermination du facteur SEAT à l'aide du 4447 servent à évaluer, en laboratoire ou in-situ, la transmission vibratoire, à travers le siège, au conducteur du véhicule ou de l'engin. Il s'agit d'une évaluation globale permettant de déterminer si le siège aide ou non à amortir les vibrations.

Le montage des accéléromètres sur le siège et sur le plancher du véhicule ou de l'engin doit être conforme aux prescriptions de la Norme ISO 10326-1. Un accéléromètre doit être placé sur la plate-forme à l'endroit de la transmision vibratoire au siège. L'autre doit être monté sur le capteur de siège à l'endroit où l'assise du conducteur est en contact avec le siège, voir Fig. 4.8.

**Nota :** Le 4447 ne peut évaluer le facteur SEAT que dans la direction verticale. Il compare la vibration verticale au niveau du plancher avec les vibrations mesurées le long de l'axe Z du capteur de siège

Les mesurages de facteur SEAT entrent dans la catégorie des mesurages des vibrations appliquées à l'ensemble du corps. C'est pourquoi c'est un filtre corps entier (pondération  $W_d$  pour X et Y,  $W_k$  pour Z et l'accéléromètre auxiliaire) qui est appliqué dans le cadre de ces mesurages. En plus de sauvegarder les mesures, le 4447 sauvegarde aussi les données relatives au capteur de siège, celles-ci pouvant servir à évaluer l'exposition de l'ensemble du corps aux vibrations. Deux différents mesurages peuvent ainsi être réalisés en une seule fois.

#### Fig. 4.8

Positionnement du capteur de siège et de l'accéléromètre auxiliaire pour le mesurage du facteur SEAT

![](_page_60_Figure_4.jpeg)

### 4.3.1 Marche à suivre

Pour réaliser un mesurage du facteur SEAT avec le 4447 :

- 1) Mettez l'appareil en marche en pressant [] pendant au moins 3 secondes
- Dans le menu principal, sélectionnez Paramétrage, Capteur puis 3+1 au moyen des flèches .
  Confirmez ce choix en pressant .
- 3) Quittez le menu de configuration en pressant [8].
- Connectez l'accéléromètre du capteur de siège (connecteur à 4 broches) et l'accéléromètre mono-axial auxiliaire (connecteur à 2 broches) au 4447, voir Section 3.4.1.
  - Si les accéléromètres choisis sont déjà calibrés, vérifiez qu'ils sont activés. Sélectionnez Calibrage, Choisir capteur puis le capteur adéquat au moyen des flèches (()/()). Confirmez ce choix en pressant ().

- Si les accéléromètres ne sont pas calibrés, suivez les étapes décrites en Section 3.5.
- 5) Positionnez le capteur de siège et l'accéléromètre auxiliaire :
  - a) Positionnez l'adaptateur de l'accéléromètre de siège de telle manière que ce capteur respecte le système biodynamique de coordonnées (l'axe 'X' du dos vers l'avant du thorax, l'axe 'Y' de la droite vers la gauche et l'axe 'Z' du pied (ou du fessier) à la tête, et assujettissez-le de manière à ce qu'il soit placé sous les tubérosités ischiaques du pelvis (les os de l'assise) du sujet testé.
  - b) Placez l'accéléromètre auxiliaire sur le plancher du véhicule à l'endroit approprié pour le mesurage.
- 6) Demandez au sujet testé de s'asseoir sur le capteur de siège.
- 7) Au moyen des flèches (), sélectionnez Mesure dans le menu principal et pressez sur pour lancer le mesurage. Si vous avez modifié la pondération avant de mesurer, l'application du filtre choisi peut prendre quelques secondes ; sinon, le mesurage commence immédiatement.
- 8) Dans le cadre d'un mesurage de facteur SEAT, vous pouvez surveiller les valeurs RMS instantanée, MTVV, Moy. RMS, Crête, Total VDV et VDV(8)<sub>k</sub> dans les directions X, Y et Z de l'accéléromètre du capteur de siège. Les trois premiers écrans de mesurage sont réservés à l'affichage relatif aux mesures sur le capteur de siège. Le quatrième affiche les valeurs Moy. RMS et VDV associées à l'axe Z, à l'axe AUX ainsi que les facteurs SEAT résultants.

**Nota :** Les valeurs d'exposition journalière aux vibrations A(8), A(4) et A(1) sont calculées sur la base de ces mesures, après sauvegarde et rappel du mesurage

9) Pour stopper le mesurage en cours, pressez invité(e) à sauvegarder ou supprimer les données obtenues. Pressez de nouveau pour les sauvegarder, ou pour les sauvegarder, ou pour les supprimer.

Pour les modalités de rappel des mesurages sur le display du 4447, reportez-vous à la Section 3.10.1 . Pour les modalités de transfert des données vers le PC en vue de leur archivage et de leur traitement, reportez-vous à la Section 5.3.5.

#### 4.3.2 Montage des accéléromètres

Placez le capteur de siège sur le dessus du siège et fixez-le au moyen d'un ruban adhésif ou d'une sangle de manière à ce qu'il soit placé sous les tubérosités ischiaques du pelvis (les os de l'assise) du sujet testé. Voir aussi en Section 4.2 les modalités de fixation du capteur de siège sur le siège.

Placez l'accéléromètre auxiliaire sur le plancher du véhicule au centre d'un cercle de 200 mm de diamètre à la verticale du capteur de siège, voir Fig.4.8. Pour le fixer, utilisez de la colle, un aimant puissant ou un ruban double adhésif (EN 14253–2004 suggère une force minimale de 1 kN).

## 4.4 Mesurages avec enregistrement

Les mesurages peuvent aussi être accompagnés d'enregistrements de données, voir Section 3.7. C'est également le cas pour les mesurages de facteur SEAT, mais seules sont alors enregistrées les valeurs de vibration mesurées par l'accéléromètre du capteur de siège, pas celles que mesure l'accéléromètre auxiliaire (voie AUX) ; ce qui signifie que le facteur SEAT proprement dit n'est pas enregistré.

L'enregistrement des valeurs *RMS*, *VDV*, *MTVV* et Crête est réalisé par pas de 1 seconde en supplément du mesurage standard. Lorsque la fonction d'enregistrement est activée, le 4447 génère donc deux fichiers : un pour les résultats totaux du mesurage (mesures globales), un autre pour les valeurs enregistrées (profils temporels). Pour ce faire :

- 1) Paramétrez le 4447 en suivant les marches à suivre décrites respectivement en Section 4.1, Section 4.2 ou Section 4.3, mais ne lancez pas encore le mesurage.
- 2) Dans le menu principal, sélectionnez **Paramétrage** puis **Profil temporel** afin d'accéder au menu de paramétrage de l'enregistrement. Notez les intervalles d'enregistrement disponibles en heures et minutes au bas de l'écran, et vérifiez que la capacité de mémorisation est suffisante pour la tâche envisagée avant de lancer le mesurage.
- En vous servant des flèches (), sélectionnez *Oui*. Confirmez la sélection en pressant
  .
- Revenez au menu principal en pressant (X).
- 5) Dans le menu principal, sélectionnez **Mesure** et pressez [ pour commencer à mesurer.

**Nota 1 :** En cours d'enregistrement, un cercle rouge apparaît dans l'angle supérieur gauche de l'affichage. Si la mémoire se sature avant le terme du mesurage, le 4447 stoppe automatiquement les opérations

**Nota 2 :** Il n'est pas possible de réinitialiser le 4447 pendant un mesurage avec enregistrement. Il faut stopper le mesurage et reprendre celui-ci depuis le début

![](_page_63_Picture_0.jpeg)

# **Chapitre 5**

# Post-traitement des données (Logiciel Vibration Explorer)

Le Logiciel Vibration Explorer BZ-5623, qui accompagne le 4447, est un logiciel fonctionnant sur PC. Il vous permet de transférer les données de l'appareil au PC aux fins de leur post-traitement.

## 5.1 Système informatique requis

Pour que le Logiciel Vibration Explorer puisse fonctionner correctement, le système informatique doit au minimum présenter les caractéristiques suivantes :

- Micro-ordinateur recommandé :
  - Processeur Pentium<sup>®</sup> III (ou équivalent)
  - RAM de 256 Moctets
  - Adaptateur/Carte graphique SVGA
  - Lecteur de CD ROM
  - Souris
  - Port USB 2.0
- Système d'exploitation :
  - Windows<sup>®</sup> XP (de préférence avec le dernier Service Pack en date)
  - Internet Explorer 5 ou plus récent

**Nota :** Le PC doit être équipé d'un port USB 2.0 auquel le 4447 se raccorde directement. Des sautes de courant peuvent se produire en cas d'utilisation d'un hub USB

## 5.2 Installation du Logiciel 4447 Vibration Explorer

Le CD livré avec l'appareil contient :

• Le Logiciel Vibration Explorer BZ-5623 (fonctionne sur PC)

- Le Logiciel embarqué dans le 4447 (driver du 4447 et firmware)
- Un guide des bonnes pratiques pour mesurer les vibrations transmises au système main-bras
- Un guide des bonnes pratiques pour mesurer les vibrations transmises à l'ensemble du corps

#### 5.2.1 Installation

Fig. 5.1

Setup.exe

Boîte de dialogue d'exécution du fichier

Nota : Seul un utilisateur avec le statut d'administrateur peut installer/désinstaller le Logiciel

- 1) Si une version précédente du Logiciel est déjà installée sur le PC :
  - a) Cliquez sur Démarrer, Panneau de configuration et Ajout/Suppression de Programmes.
  - b) Dans la boîte de dialogue, sélectionnez l'entrée 4447 Vibration Explorer et cliquez sur le bouton Ajouter/Supprimer.
- Insérez le CD dans le lecteur de CD-ROM. La procédure d'installation devrait démarrer automatiquement.

Si la procédure ne démarre pas :

- a) Cliquez sur **Démarrer** puis sur **Exécuter**. La boîte de dialogue illustrée en Fig.5.1 apparaît.
- b) Cliquez sur **Parcourir**... et choisissez le lecteur où se trouve le CD.
- c) Dans la liste des fichiers, sélectionnez *Setup.exe* et cliquez sur **OK** pour exécuter le fichier.

-	Type the name of a program, folder, document, or	r.
	Internet resource, and Windows will open it for yo	u.
Open:	D:\setup.exe	

3) L'installation commence, et plusieurs invitations à la confirmation de choix apparaissent au cours de la procédure.

**Nota :** Les copies d'écran illustrées dans le présent Manuel proviennent d'un système d'exploitation Windows<sup>®</sup> Vista, mais l'Assistant qui vous guide au cours de la progression de l'installation est similaire quel que soit le système installé sur le PC (Windows<sup>®</sup> XP, Windows Vista ou Windows<sup>®</sup> 2000). Les seules différences sont d'ordre graphique. Si ces différences ont une influence sur la procédure d'installation, cela est mentionné et expliqué le cas échéant

4) Si le Logiciel Vibration Explorer est installé pour la première fois, il peut vous être demandé d'installer le programme Windows<sup>®</sup> Installer 3.1, auquel cas la boîte de dialogue de la Fig.5.2 apparaît.

Fig. 5.2	🐞 4447 Vibration Explorer Setup
Boîte de dialogue Contrat	For the following components:
de licence	Windows Installer 3.1
	Please read the following license agreement. Press the page down key to see the rest of the agreement.
	SUPPLEMENTAL END USER LICENSE AGREEMENT FOR MICROSOFT SOFTWARE ("Supplemental EULA")
	"online" or electronic documentation ("OS Components") are subject to the terms and conditions of the agreement under which you have licensed the applicable Microsoft operating system product described below (each an "End User License Agreement" or "EULA") and the terms and conditions of this Supplemental EULA BY INSTALLING,
	View EULA for printing
	Do you accept the terms of the pending License Agreement?
	If you choose Don't Accept, install will close. To install you must accept this agreement.
	Accept Don't Accept

**Nota :** Windows<sup>®</sup> Installer 3.1 est un programme requis par Microsoft<sup>®</sup> sans relation spécifique avec le Logiciel Vibration Explorer. Il ne doit être installé qu'une seule fois. Vous devez accepter le contrat de licence pour pouvoir poursuivre l'installation

- a) Cliquez sur J'accepte.
- b) Au terme de l'installation, il vous faut redémarrer le PC.
- c) Suite au redémarrage, répétez les étapes 2a) à 2c).

Pour plus d'informations sur Windows<sup>®</sup> Installer 3.1, visitez le site www.microsoft.com.

5) L'Assistant d'installation démarre (voir Fig. 5.3).

![](_page_67_Picture_1.jpeg)

6) Sélectionnez l'adresse de destination du Logiciel Vibration Explorer sur le PC. Une destination par défaut est suggérée (voir Fig.5.4).

Fig.5.4 Choisir l'adresse de	世 4447 Vibration Explorer	
destination sur le PC	Select Installation Folder	
	The installer will install 4447 Vibration Explorer to the following folder. To install in this folder, click "Next". To install to a different folder, enter it b Folder:	below or click "Browse".
	C:\Program Files\Bruel and Kjaer\4447 Vibration Explorer\	Browse
		Disk Cost
	Install 4447 Vibration Explorer for yourself, or for anyone who uses this on the second secon	omputer:
	Cancel < Bac	k <u>N</u> ext>

 Cliquez ensuite sur Suivant, puis de nouveau sur Suivant pour confirmer l'adresse. L'installation du Logiciel Vibration Explorer commence.

Assistant d'installation du Logiciel Vibration Explorer 8) En cas d'apparition d'un avertissement (pilote/périphérique inconnu, comme sur la Fig.5.5), cliquez sur *Installer le pilote logiciel quand même*, car le Logiciel Vibration Explorer et son pilote proviennent d'une source connue.

![](_page_68_Figure_2.jpeg)

8	Windows can't verify the publisher of this driver software
	Don't install this driver software You should check your manufacturer's website for updated driver software for your device.
	Install this driver software anyway Only install driver software obtained from your manufacturer's website or disc. Unsigned software from other sources may harm your computer or steal information.

9) Cliquez sur **Terminer** pour terminer l'installation de Vibration Explorer (voir Fig. 5.6).

Installation Complete			
4447 Vibration Explorer has been su Click "Close" to exit.	ccessfully installed.		_

**Fig.5.6** Refermez l'assistant

Le PC est maintenant prêt à installer le programme pilote (driver) et à être connecté au 4447.

## 5.2.2 Installation du pilote (driver) du 4447

Une fois le Logiciel BZ-5623 (Vibration Explorer) installé, vous pouvez établir la communication entre le PC et le 4447. Pour installer le pilote du 4447 sur le PC :

 Mettez l'Analyseur 4447 sous tension en pressant [] pendant 3 secondes, puis reliez le Câble AO-1476 (inclus) au mini-connecteur USB placé sur le côté du 4447 et au port USB sur le PC. Après un court laps de temps, un nouveau périphérique va être détecté par le PC (voir Fig.5.7).

**Fig.5.7** Exemple de message de détection d'un nouveau périphérique par le PC

![](_page_69_Figure_4.jpeg)

2) En fonction du système d'exploitation utilisé, soit un assistant va être activé et le pilote du 4447 être automatiquement détecté (Windows<sup>®</sup> XP et Windows<sup>®</sup> Vista), soit il vous faudra installer le pilote manuellement (Windows<sup>®</sup> 2000).

Windows<sup>®</sup> XP et Windows<sup>®</sup> Vista :

 a) Dans la page de bienvenue de l'assistant, l'option vous est donnée d'utiliser Windows<sup>®</sup> Update pour rechercher une mise à jour du logiciel. Sélectionnez Non, pas maintenant et cliquez sur Suivant.

Si le CD d'installation n'est pas déjà chargé, insérez celui-ci dans le lecteur de CD-ROM et vérifiez que l'option *Installer le logiciel automatiquement (recommandé)* est sélectionnée, puis cliquez sur **Suivant**. L'assistant va sélectionner et copier le pilote approprié.

b) Un nouvel avertissement peut apparaître (see Fig.5.8) pour signaler que le pilote n'a pas passé le test Windows<sup>®</sup> Logo. Sélectionnez **Poursuivre l'installation**.

*Fig. 5.8 Exemple d'avertissement, que vous pouvez ignorer* 

![](_page_69_Picture_11.jpeg)

64

- c) Dans la dernière fenêtre de l'assistant, cliquez sur **Terminer**. Le pilote du 4447 va maintenant être complètement installé, et l'Analyseur va pouvoir communiquer avec le PC.
- d) Quand la communication s'établit entre les deux appareils, l'écran du 4447 affiche une icône USB (voir Fig.5.9), indiquant que l'appareil est relié au PC et qu'aucune manipulation des touches de l'Analyseur n'est possible. Les touches du 4447 ne seront de nouveau actives qu'après déconnexion du PC, et l'écran du 4447 reviendra alors au menu principal.

![](_page_70_Figure_3.jpeg)

![](_page_70_Picture_4.jpeg)

Windows<sup>®</sup> 2000 :

- a) L'Assistant Ajout de nouveau matériel détecté démarre et vous invite à spécifier le chemin d'accès au fichier du logiciel pilote *dwusb.sys*.
- b) Cliquez sur **Parcourir** et localisez le fichier dans C:\Fichiers programme\BRUEL AND KJAER\4447 Vibration Explorer\HBVDrv (adresse par défaut).
- c) Exécutez le fichier dwusb.sys et suivez les instructions de l'Assistant.
- d) Dans la dernière fenêtre de l'assistant, cliquez sur Terminer. Le pilote du 4447 va maintenant être complètement installé, et l'Analyseur va pouvoir communiquer avec le PC.
- e) Une fois la communication établie entre les deux appareils, l'écran du 4447 affiche une icône USB (voir Fig.5.9), indiquant qu'il est relié au PC et qu'aucune manipulation des touches de l'Analyseur n'est possible. Les touches ne seront de nouveau actives qu'après déconnexion du PC, et l'affichage du 4447 reviendra alors au menu principal.

Au terme de l'installation, le 4447 n'apparaît pas comme un périphérique USB dans l'Explorateur ni dans la barre de tâches de Windows<sup>®</sup>; c'est pourquoi, avant de débrancher le 4447, il n'est pas nécessaire d'informer Windows<sup>®</sup> que vous souhaitez retirer ce périphérique. Observer cependant un délai de quelques secondes entre branchement et débranchement ou vice versa, sous peine de déstabiliser le système.

**Nota :** Tant qu'il est relié au PC, le 4447 ne peut pas mesurer. Pour que les fonctions de mesurage du 4447 soient de nouveau actives, il faut d'abord déconnecter celui-ci du PC

Le 4447 est maintenant prêt à être utilisé avec le Logiciel Vibration Explorer.

## 5.3 Mode opératoire du Logiciel Vibration Explorer

## 5.3.1 Le concept de "Projet"

Dans Vibration Explorer, vous travaillez sur des "Projets". Un Projet se divise en deux parties principales :

- Une suite de mesures. Ces données peuvent avoir été directement importées du 4447 ou provenir d'autres fichiers Projet. Ces données peuvent être le résultat d'un mesurage normal (Mesures globales) ou l'enregistrement chronologique de valeurs paramétriques (Profils temporels). Un mesurage normal ne contient qu'un jeu de mesures par axe pour toute la durée écoulée, tandis qu'un mesurage avec enregistrement contient également le profil temporel des valeurs efficaces (RMS), crête (Peak), VDV et MTVV enregistrées par pas de 1 seconde pour chaque axe individuellement.
- 2) Un modèle de l'exposition journalière aux vibrations. Cette partie du Projet combine les mesures obtenues et attribue les durées d'exposition sur la base desquelles le Logiciel détermine l'exposition journalière et indique si celle-ci excède des valeurs limites ou pouvant déclencher une action, ainsi que le prescrit la réglementation.

Vous pouvez ajouter d'autres informations à ces données vibratoires, sous forme de notes, de photos des personnes, de l'entreprise, de l'équipement ou des engins/machines. Toutes ces données seront stockées dans le fichier Projet.

**Nota :** Les photos/illustrations ajoutées via la boîte de dialogue Propriétés sont sauvegardées dans le fichier Projet. Même si vous les supprimez ultérieurement sur le disque, elles resteront disponibles dans le Projet

Le concept de calcul de l'exposition dans Vibration Explorer vous permet de vous focaliser sur une personne et une journée de travail plutôt que de suivre aveuglément la 'norme' qui scinde le problème en deux, en l'occurrence les vibrations sur les systèmes main-bras et celles sur l'ensemble du corps. Cette distinction entre les deux approches n'est pas nécessairement très pratique au quotidien.

Par exemple, la conduite d'un chariot élévateur expose une personne à des vibrations mainbras et corps entier. Pour avoir une vision complète du problème, il faut mesurer les vibrations au volant, au niveau des pieds et de l'assise, de même que le découplage vibratoire du siège (facteur SEAT) pour un chariot et un conducteur donnés. Avec le 4447, vous pouvez mesurer tous ces paramètres et les transférer dans un seul et même Projet, y créer un dossier pour cette personne et y rassembler toutes les données qui la concernent. Au moment de calculer l'exposition journalière et de combiner la conduite du chariot élévateur avec d'autres activités, Vibration Explorer garde trace des données relatives au système main-bras et à l'ensemble du corps pour cette personne. Certes, les mesures SEAT ne contribuent pas directement au calcul de l'exposition aux vibrations, mais comme chaque mesure SEAT est associée à un enregistrement des données d'exposition (basé sur les données fournies par le capteur de siège), vous pouvez utiliser directement ces informations, et il peut s'avérer utile de les garder associées à ce travailleur.
**Nota :** Le 4447 dispose également de filtres limiteurs de bande (voir Chapitre 3). Ces filtres ont les mêmes fréquences de coupure que les pondérations corps entier, main-bras et vibration dans les bâtiments mais qu'aucune pondération n'est appliquée dans les limites de la bande passante (leur réponse est plate à l'intérieur de celle-ci). Vous pouvez procéder à des mesures globales filtrées de cette manière. Vibration Explorer permet d'exploiter les données mesurées à l'aide de ces filtres limiteurs de bande pour les calculs d'exposition ; toutefois, afin de vous rappeler que ces filtres diffèrent entièrement des filtres normalisés, celles-ci sont clairement signalées et apparaissent sur un fond jaune pour vous en avertir.

# 5.3.2 Démarrer Vibration Explorer

Pour démarrer Vibration Explorer :

- Double-cliquez sur l'icône Vibration Explorer affichée sur le bureau, ou
- Dans le menu Démarrer, sélectionnez Démarrer, Programmes, Brüel & Kjær Applications, 4447 Vibration Explorer, puis 4447 Vibration Explorer X.X ('X' symbolise le numéro de la version installée)

Vibration Explorer s'ouvre et crée un nouveau Projet, vide, prêt à recevoir les données en provenance du 4447. Si vous démarrez Vibration Explorer alors que le 4447 n'est pas connecté au PC, les commandes de menu et les boutons qui gèrent le transfert des données du 4447 ou les interventions de maintenance sur l'appareil sont désactivées et apparaissent grisés, voir Fig.5.10.

#### Fig.5.10

Interface graphique (ici, la version anglaise) du Logiciel Vibration Explorer lorsque le 4447 n'est pas connecté au PC



Si le 4447 est connecté, boutons et menus sont actifs, voir Fig. 5.11. Vous pouvez commencer le transfert des données, la mise à jour éventuelle du firmware de l'Analyseur, ou modifier certains réglages, par exemple la date et l'heure.

#### Fig. 5.11

Interface graphique (ici, la version anglaise) du Logiciel Vibration Explorer lorsque le 4447 est connecté au PC

ile Edit Inse	ert Iools H	elp					
						*	2
New project	Open	Save	Measurement	Logging Profiles	Export		Help
Project			_			-	
Measurements			ले ले	8			

67

# 5.3.3 Interface graphique du Logiciel Vibration Explorer

La Fig. 5.12 représente l'interface graphique (version anglaise) du Logiciel Vibration Explorer. Les données sont réunies en groupes de mesures accompagnés de leurs propriétés.



ALLY Vocation Explorer - Eco Farming								
Neuverau projet	Rear Balling	a goupe de Mesures poble	e depuis le 640	2		/	Brüel & I	(jaer 🗢
Projet	Guy Dupost							
Harrs I Constant Desares plates Desares plates Desares plates Desares plates Desares plates Desares Desa	Steeds alon 2 Coupoge du 3 Nettry age Past 1	Hains bras     Depart mesarage     H3415 2000 10/51420     H3415 2000 10/51420     H415 2000 10/51420     H415 2000 10/51420     H415 2000 10/51420	Exposition 00-20 00-20 00-20 00-00	895 sty (=42) 6,42 9,125 4,225 0,000	400 [mix2] 1,330 2,340 0,881 0,000	PE VDV M 27,883 73,860 12,439 6,000	er (mikt, 70)   Saturation          	Sout gamme Non /
Operation 2 2 2 0	Senare 1 Préparatio		01:00		2.671	114182	1	
Perre Duand     Madwest     Andrewste 1     Transpresule 1     Transpresule 1	Esposton Henre Pendération: Henre de départ Durée écosidee:	Maro-box 13-13-2008 21-51-59 00:00:23	ŧ.					
	Num RMS NEW Delte Plactur de L Coefficient Saturation Souir gamme	nt X mail 2,222 mail 5,948 mail 21,767 5,677 1,00	T 5,140 14,725 34,036 36,260 1,00 700 100	2 974 3,213 5,467 10,558 37,465 10,659 1,00 100 100	A(1): 2,2 A(4): 4,5 A(8): 6,4 Tps pour - Tps pour -	96 [m/92] 72 [m/92] 67 [m/92] •> Action : 01:11 -> Limite : 04:40		
	A" de série: Capteur Capteur utilisé: Densier calibrag	420035 Transf 4 E 12-11-0005						

La fenêtre est divisée en deux volets principaux :

- 1) Le volet Projet : A gauche, les données de mesurage sont présentées sous la forme d'une arborescence. Vous pouvez les organiser à l'intérieur du Projet et à l'intérieur du modèle représentant l'organisation de l'entreprise.
- 2) Le volet espace de travail : A droite, le reste de la fenêtre est l'endroit où vous visualisez et manipulez les données sélectionnées dans le **Projet**.

Le volet Projet se divise verticalement en deux sous-volets :

- **Mesures**, dans le sous-volet du haut, liste les mesures globales et les profils temporels importés du 4447. Cliquez sur un groupe *Mesures globales* ou *Profils temporels* pour en visualiser le contenu dans l'espace de travail (sous-volet de droite, en haut)
- Entreprise, dans le sous-volet du bas, permet d'organiser les données en vue de déterminer l'exposition des employés aux vibrations transmises aux systèmes main-bras et corps entier. Vous pouvez créer des icônes *Répertoire, Personne* et *Poste de travail* dans ce volet. Dès qu'une icône *Répertoire, Personne* et *Poste de travail* a été créée, vous pouvez y placer des mesures par "glisser-lâcher" à l'aide de la souris. En outre, une icône *Poste de travail*, qui fournit l'outil pour calculer la moyenne de plusieurs mesures, peut être glissée-lâchée dans une icône *Personne* et devenir ainsi une entrée sur la liste des expositions. Cliquez sur une icône *Personne* ou *Poste de travail* pour visualiser son contenu dans l'espace de travail (sous-volet de droite, en haut)

L'espace de travail se divise également en deux sous-volets superposés :

- 1) Une table est affichée dans le sous-volet supérieur, listant le contenu de la sélection effectuée à gauche dans le sous-volet Projet ou Organisation, voir Fig.5.12.
- 2) Le sous-volet du bas donne des informations plus détaillées sur les objets sélectionnés dans le sous-volet du haut. Dans le cas d'un mesurage normal, c'est une table listant des informations sur chacun des axes, voir Fig.5.13. Dans le cas d'un mesurage avec enregistrement de profil temporel, une table supplémentaire apparaît où vous pouvez visualiser le profil temporel, voir Fig.5.14. Enfin, lorsqu'une mesure a été adjointe à une personne, un nouvel onglet apparaît, via lequel vous pouvez spécifier la durée d'exposition, voir Fig.5.15.



Le calcul de l'exposition affichée se base sur les valeurs RMS et VDV obtenues, pour une exposition de 8 heures. L'échelle des couleurs à droite procure une rapide indication visuelle de l'amplitude de l'exposition et du risque vibratoire sur la santé.<sup>\*</sup> Elle se base sur les valeurs A(1), A(4), A(8) et  $VDV(8)_k$ . Lorsqu'une durée d'exposition a été spécifiée (pour une personne), elle se base sur les valeurs A(8),  $P_E$  et VDV correspondant à cette durée.



Pour plus de détails, voir en Section 5.3.7.



# 5.3.4 Créer, ouvrir, sauvegarder un Projet

#### Créer un Projet

Comme il a déjà été mentionné en Section 5.3.2, un nouveau Projet est automatiquement créé chaque fois que vous démarrez Vibration Explorer, afin de vous permettre d'importer immédiatement les données du 4447.

Mais vous pouvez aussi créer un nouveau Projet à tout moment en sélectionnant **Fichier** puis **Nouveau projet** ou en cliquant sur le bouton **Nouveau Projet** de la barre d'outils (Fig. 5.16).



#### **Ouvrir un Projet**

Vous ouvrez un Projet soit en sélectionnant **Fichier** puis **Ouverture projet**, soit en cliquant sur le bouton **Ouvrir** de la barre d'outils. Une boîte de dialogue apparaît alors, dans laquelle vous naviguez jusqu'au Projet à ouvrir. Sélectionnez ce Projet et cliquez sur **OK**.

Comme vous ne pouvez ouvrir qu'un Projet à la fois, la création ou l'ouverture d'un autre Projet entraînera la fermeture du Projet déjà ouvert à l'écran. Si ce Projet contient des données ou des modifications non encore sauvegardées, une boîte de dialogue vous demandera si elles doivent l'être avant de refermer le Projet en cours ou d'en créer un nouveau.

#### Sauvegarder un Projet

Pour sauvegarder un Projet, sélectionnez Fichier puis Sauvegarder projet ou Sauvegarder projet dans ... ou cliquez sur le bouton Sauvegarder de la barre d'outils. La première fois que vous sauvegardez un Projet, ou si vous sélectionnez Sauvegarder projet dans ..., une boîte de dialogue vous demande de spécifier un nom et un chemin d'accès pour ce Projet.

#### **Refermer un Projet**

Vous pouvez refermer un Projet sans avoir à quitter Vibration Explorer. Sélectionnez **Fichier** puis **Fermer Projet**. Si vous essayez de refermer un Projet alors que les modifications qui lui ont été apportées n'ont pas été sauvegardées, vous êtes préalablement invité(e) à sauvegarder celles-ci.

## 5.3.5 Importer et gérer les données

A tout moment, quand un Projet est ouvert, vous pouvez y importer des données. Les mesures peuvent être importées soit directement du 4447, soit d'un autre Projet sauvegardé sur votre disque dur.

**Nota :** Lorsque vous effectuez des enregistrements avec le 4447, deux fichiers sont créés : l'un contient le mesurage global, l'autre le Profil temporel des valeurs enregistrées. Une fois le mesurage sauvegardé dans le 4447, ces deux fichiers existent indépendamment l'un de l'autre. C'est pourquoi importer l'un – le mesurage global ou le profil temporel – ne signifie pas automatiquement importer l'autre ; il faut expressément importer les deux, à la suite de quoi vous pourrez toujours savoir quel Mesurage correspond à quel Profil temporel (par le biais de l'horodatage des données)

#### Importer une Mesure globale du 4447

Vous pouvez importer les résultats d'un mesurage global stocké dans le 4447 de quatre manières différentes :

- 1) En cliquant sur 😤 dans la barre d'outils.
- 2) En cliquant sur le petit bouton dans le volet **Projet**.
- Dans le menu principal, en sélectionnant Insérer puis Nouveau groupe de Mesures globales depuis le 4447.
- 4) En cliquant avec le bouton droit sur le dossier **Mesures globales** dans le sous-volet Mesures et en choisissant l'option *Nouveau groupe de mesures globales issues du 4447*.

L'une quelconque de ces quatre opérations se traduit par l'importation de toutes les mesures présentes dans le 4447 et place celles-ci dans un nouveau groupe de mesures dans la zone 'Mesures globales'. Un nom par défaut est attribué à ce nouveau groupe, que vous pourrez modifier à tout moment en cliquant dessus avec le bouton droit et en sélectionnant *Renommer*.

#### Importer un Profil temporel du 4447

Vous pouvez importer un Profil temporel stocké dans le 4447 de quatre manières différentes :

- 1) En cliquant sur 🗬 dans la barre d'outils.
- 2) En cliquant sur le petit bouton *ind* dans le volet **Projet**.
- 1) Dans le menu principal, en sélectionnant **Insérer** puis *Nouveau groupe de profils temporels depuis le 4447.*
- 2) En cliquant avec le bouton droit sur le dossier **Profils temporels** dans le sous-volet Mesures et en choisissant l'option *Nouveau groupe de profils issus du 4447*.

L'une quelconque de ces quatre opérations se traduit par l'importation de tous les Profils temporels présents dans le 4447 et les place dans un nouveau groupe de profils dans la zone Profils temporels. Un nom par défaut est attribué à ce nouveau groupe, que vous pourrez modifier à tout moment en cliquant dessus avec le bouton droit et en sélectionnant *Renommer*.

#### Importer les données d'un autre fichier Projet

Vous pouvez importer les mesures et profils d'enregistrement contenus dans d'autres Projets stockés sur votre PC. Pour ce faire :

- Dans le menu principal, sélectionnez **Insérer** puis *Importation groupe de mesures globales depuis un fichier*, ou
- cliquez avec le bouton droit sur le dossier *Mesures globales* dans le sous-volet Mesures du volet Projet et sélectionnez *Importation d'un (de) groupe(s) de mesures globales depuis un fichier*

Pour importer les profils temporels stockés dans d'autres projets :

- Dans le menu principal, sélectionnez **Insérer** puis *Importation d'un groupe de profils temporels depuis un fichier*, ou
- cliquez avec le bouton droit sur le dossier *Profils temporels* dans le sous-volet Mesures du volet Projet et sélectionnez *Importation d'un (de) groupe(s) de profils temporels depuis un fichier*

Une boîte de dialogue apparaît dans laquelle vous choisissez le fichier contenant les données à importer. Cliquez sur **OK** pour importer dans le Projet en cours tous les groupes de mesures ou d'enregistrements contenus dans ce fichier. Le(s) nom(s) de groupe du fichier source seront conservés. Vous pouvez modifier ce(s) nom(s) à votre convenance.

#### Propriétés d'un groupe

Pour visualiser et éditer les informations génériques associées à un groupe de mesures ou à un groupe de valeurs enregistrées, procédez comme suit :

- 1) Sur l'arborescence, cliquez avec le bouton droit sur l'icône ou sur le nom du groupe.
- 2) Dans le menu qui apparaît, sélectionnez Propriétés.
- 3) Une boîte de dialogue apparaît, voir Fig.5.17, dans laquelle vous pouvez modifier la plupart des entrées :
  - Nom : nom du groupe de mesures également utilisé pour l'étiquette du groupe, qui change elle aussi si le nom est modifié
  - Localisat. : l'endroit d'où proviennent les mesures
  - Opérateur : l'opérateur de la machine ou des engins ayant fait l'objet du mesurage
  - Date à associer à ce groupe. La date par défaut est celle à laquelle le groupe a été créé, et non pas la date d'obtention des mesures, car, dans un groupe donné, les mesures peuvent être obtenues périodiquement sur plusieurs jours
  - **Description** des mesures

Nota : Le champ No de série n'est pas modifiable

 Pressez Sauvegarder pour garder les modifications effectuées dans cette boîte de dialogue, ou Annuler pour les annuler.

Fig.5.17 Boîte de dialoque pour	Groupe Mesures globales						
spécifier les propriétés d'un groupe de données	Groupe Mesures globales						
	Nom	Tronçonneuse					
	Localisat.	Forêt					
	Opérateur	Guy Dupont					
	Date	24.04.2009					
	Nº de série	1					
	Description	Mesures effectuées avant et après l'abattage de l'arbre					
		Sauvegarder Annuler					

#### Supprimer les données stockées dans le 4447

Une fois importés du 4447, les mesures globales et les profils temporels ne disparaissent pas pour autant de l'Analyseur. Il faut expréssement les en retirer.

**Nota :** Dans l'état actuel des choses, il n'est pas possible de supprimer du 4447 des données choisies. La suppression concerne l'ensemble des données (mesures globales et profils temporels enregistrés). Toutefois, par le biais du Logiciel Vibration Explorer, mesures et profils temporels peuvent être effacés indépendamment l'un de l'autre

Pour effacer toutes les mesures globales contenues dans le 4447 et vider ainsi complètement la mémoire de l'appareil :

- Dans le menu principal, sélectionnez **Outils** puis *Effacer toutes les mesures globales dans le 4447* ou
- cliquez avec le bouton droit sur l'icône Mesures globales sur l'arborescence du Projet et sélectionnez *Effacer toutes les mesures globales dans le 4447*

Une boîte de dialogue apparaît pour vous inviter à confirmer cette action.

Pour effacer tous les profils temporels enregistrés dans le 4447 :

- Dans le menu principal, sélectionnez **Outils** puis *Effacer tous les profils temporels du* 4447, ou
- cliquez avec le bouton droit sur l'icône Profils temporels sur l'arborescence du Projet et sélectionnez *Effacer tous les profils temporels du 4447*

Une boîte de dialogue apparaît pour vous inviter à confirmer cette action.

#### Supprimer les données contenues dans un Projet

Pour effacer les données (mesures globales ou profils temporels) contenues dans un Projet, sélectionnez celles-ci dans le volet Projet puis :

- Cliquez sur le bouton 😺, ou
- Dans le menu principal, sélectionnez Edition puis Effacer, ou
- cliquez avec le bouton droit sur l'icône ou l'étiquette, et, dans la liste qui apparaît, sélectionnez *Effacer*

Une boîte de dialogue apparaît pour vous inviter à confirmer cette action.

## 5.3.6 Gérer les groupes de mesures globales ou de profils temporels

Chaque groupe *Mesures globales* et/ou *Profils temporels* peut contenir plusieurs jeux de ces mesures ou profils. Pour déployer toute la liste de ses données, sélectionnez le groupe sur l'arborescence du Projet. Son contenu se présente alors sous forme tabulaire dans le sous-volet du haut de l'espace de travail (voir Fig.5.18). La barre de titre de ce sous-volet affiche le nom du noeud de projet sélectionné. Ce nom peut être celui d'un groupe de mesures globales ou d'un groupe de profils temporels.

#### Fig. 5.18

Présentation tabulaire des données contenues dans un groupe



Chaque ligne de la table représente une mesure globale ou un profil temporel. Les mesurages réalisés uniquement avec des filtres limiteurs de bande sont signalés par un fond jaune :

- Identification : Icône et étiquette. L'icône indique le type de mesurage effectué :
  - An anticipation des vibrations appliquées à l'ensemble du corps
  - Mesurage normal des vibrations appliquées à un système main-bras
  - Mesurage du facteur de siège SEAT
  - A Mesurage normal des vibrations dans les bâtiments
  - 🆧 Profil temporel des valeurs enregistrées mesurées sur l'ensemble du corps
  - R Profil temporel des valeurs enregistrées mesurées sur le système main-bras
  - Registrées des vibrations des bâtiments

L'étiquette ID peut servir à donner un nom à chaque mesurage (le nom et le type de machine ou d'engin peuvent être utilisés. Le Logiciel Vibration Explorer attribue un nom par défaut *Mesure*# ou *Profil*# respectivement (# est un numéro) lors du transfert des données en provenance du 4447. Ce nom peut être modifié en cliquant dessus (ou sur une partie quelconque de la même ligne) puis en tapant le nouveau nom ou en cliquant avec le bouton droit et sélectionnant un nom dans la liste qui apparaît.

- **Départ mesurage :** Heure et date à laquelle le mesurage a commencé ainsi que la durée totale de mesurage écoulée
- **Pondération :** Filtre de pondération utilisé pour le mesurage. Ce peut être *Corps entier* (mesurages SEAT et corps entier), *Main-bras*, *Bâtiment* ou la version *Bande limitée* de ces filtres. Dans le cas de mesurages SEAT, (3+1) est ajouté au type de pondération
- Suit un nombre variable de colonnes affichant les principaux paramètres pour chaque mesurage :
  - RMS VTV
  - A(1)
  - A(4)
  - A(8)
  - Fact. de Crête Max
  - Crête Max
  - MTVV Max
  - VDV Max
  - $VDV(8)_k VTV$
  - SEAT (RMS)
  - SEAT (VDV)
  - Saturation
  - Sous gamme

Reportez-vous au Glossaire pour la définition de ces différents paramètres.

**Nota :** Vous pouvez personnaliser l'aspect de cette table, dont les colonnes, à l'exception de la colonne *Identification*, peuvent être affichées/dissimulées. Pour ce faire, cliquez sur l'en-tête de la colonne pour faire apparaître une liste d'options. Pour afficher une colonne, cochez celleci dans la liste. Pour la faire disparaître, enlevez la coche, voir Fig.5.19.





Etant donné qu'un groupe contient toujours toutes les données qui étaient présentes dans le 4447 avant leur transfert, divers types de mesures peuvent s'y côtoyer. Toutes les colonnes de la table ne sont donc pas toujours pertinentes pour toutes les mesures importées dans un groupe. Lorsqu'un paramètre n'est pas concerné par un type de mesurage particulier, il est représenté par un '/'.

Pour effacer un mesurage dans un groupe, sélectionnez dans la table le mesurage ou le profil temporel enregistré concerné, puis :

- Dans le menu principal, sélectionnez Edition puis Effacer, ou
- cliquez avec le bouton droit sur la ligne et, dans la liste qui apparaît, sélectionnez Effacer.

#### Voir le détail des mesures globales

Pour visualiser toutes les mesures correspondant à un mesurage donné, sélectionnez la ligne correspondante dans la table. Le sous-volet inférieur de droite est alors réactualisé et affiche toutes les informations disponibles sur la mesure choisie (voir Fig.5.20).



Dans le cas d'un mesurage normal, la table affichée liste les paramètres mesurés et le résultat pour chacun des axes. Avec, en supplément, des informations sur l'appareil et sur l'accélé-romètre/les accéléromètres utilisé(s) pour le mesurage. Les valeurs suivantes sont également affichées à droite de la table :

- Un jeu de *valeurs d'exposition journalière* A(1), A(4) et A(8) selon que la durée d'exposition est basée sur 1, 4 et 8 heures
- *Tps pour > Action* (valeur d'exposition déclenchant une action) et *Tps pour >Limite* (valeur limite d'exposition) : durée pendant laquelle un outil, une machine, ou un engin peut encore être utilisé(e) avant que ne soit atteinte une valeur d'exposition susceptible de déclencher une action ou une valeur limite, respectivement
- *SEAT RMS* et *SEAT VDV* : Dans le cas d'un mesurage SEAT, les facteurs de siège basés sur les valeurs RMS et VDV, respectivement, sont indiquées ici

**Nota :** La table et les informations affichées peuvent varier en fonction du type de mesurage concerné (mono-axial ou multi-axial, corps entier, main-bras ou SEAT)

Les valeurs d'exposition journalière et Temps pour > Action et Limite donnent une estimation rapide du risque associé à l'utilisation de l'outil, de la machine, de l'engin. Une échelle de couleurs est également associée aux valeurs A(1), A(4) et A(8) pour donner une indication très rapide de la sévérité des risques liés aux vibrations générées par le maniement de l'équipement (voir Fig.5.20, en haut et à droite). Cette échelle est divisée en trois sections auxquelles sont associées une couleur spécifique :

- Vert : La section de gauche de l'échelle se remplit de vert. Si cette couleur est la seule qui est visible sur l'échelle, c'est le signe que la valeur d'exposition journalière calculée n'a pas atteint la valeur déclenchant une action
- Jaune : La section médiane de l'échelle se remplit de jaune. Si le vert et le jaune sont les seules couleurs visibles, c'est le signe que la valeur d'exposition aux vibrations se situe entre la valeur déclenchant une action et la valeur limite
- Rouge : La section de droite de l'échelle se remplit de rouge. Si c'est le cas, c'est le signe que la valeur d'exposition a dépassé la valeur limite

#### Voir le détail des profils temporels

Dans le cas de valeurs enregistrées, un onglet supplémentaire permet de visualiser le profil temporel (la chronologie) des valeurs enregistrées. Pour commuter entre les deux vues, sélectionnez l'onglet approprié, voir Fig.5.21. Selon le type de mesurage (système main-bras,

corps entier, mono-axial ou triaxial), vous pouvez afficher les données suivantes avec une résolution temporelle de 1 seconde :

- Profil RMS
- Profil MTVV
- Profil Crête
- Profil VDV

Les valeurs peuvent être affichées pour chaque axe ou comme la racine carrée de la somme des carrés (VTV).

Nota : Les valeurs RMS, MTVV et Crête sont affichables sur le même graphe, mais l'affichage de la valeur VDV désactive l'affichage de ces valeurs, car VDV est exprimée avec une unité qui n'est pas compatible avec les unités de grandeur qui expriment les paramètres RMS, MTVV et Crête. Ces unités s'excluent mutuellement



Fig. 5.22

l'axe Y

78

Profil temporel (affichage chronologique des valeurs enregistrées)



Pour ajuster la plage d'affichage de l'axe Y, cliquez sur la valeur maximale de cet axe. Une boîte de texte apparaît, voir Fig.5.22. Tapez une nouvelle valeur maximale puis pressez sur OK ou sur la touche Entrée du clavier pour modifier l'échelle. Ce réglage restera en vigueur pour chaque profil enregistré jusqu'à la prochaine fermeture du Projet.



Pour zoomer sur un profil, cliquez sur celui-ci à l'endroit où la vue dilatée doit commencer et faites glisser le pointeur de la souris jusqu'à l'endroit souhaité tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé. Simultanément, les informations au-dessous du graphe vont être

réactualisées pour afficher les valeurs Crête Max, RMS VTV, et VDV VTV correspondant à la portion zoomée du profil. Lorsque vous relâchez le bouton de la souris, un menu apparaît via lequel vous pouvez :

- Affiner la plage sélectionnée
- Zoomer sur la plage sélectionnée
- Exporter la plage sélectionnée, sous forme de valeurs numériques, vers Microsoft® Excel
- Générer une une image de la plage sélectionnée en arrière-plan et placer celle-ci dans le presse-papiers

Dès que des postes de travail ou des personnes ont été créés, ce menu contient aussi des options permettant d'adjoindre des données sélectionnées ou même le profil complet à un poste de travail ou à une personne.

Si vous choisissez d'affiner la sélection, une boîte de dialogue apparaît dans laquelle vous pouvez saisir d'autres valeurs que celles du début et de la fin de la plage sélectionnée avec la souris. Si vous choisissez *Tout*, vous sélectionnez le profil complet. Pressez **OK** pour confirmer vos ajustements ou **Annuler** pour annuler les ajustements effectués et quitter la boîte de dialogue. Le menu est de nouveau affiché, vous permettant de décider à quoi vous voulez utiliser la sélection que vous venez d'affiner.

### 5.3.7 Déterminer l'exposition aux vibrations – Modèle organisationnel

Vibration Explorer permet de modéliser l'exposition des personnes aux vibrations sur le système main bras et sur l'ensemble du corps. Un modèle complet peut être créé en vue de déterminer l'exposition des employés dans une situation donnée, de même qu'il est possible de simuler divers scénarios sur la base desquels il sera possible d'estimer les risques que font courir sur la santé des ouvriers les vibrations auxquelles ils vont être soumis.



Un modèle organisationnel peut être constitué des éléments suivants :

- Entreprise : Le nom de l'organisation, entreprise, usine, exploitation
- Répertoire : Départements et services, outillage ou parc d'engins, par exemple
- Poste de travail : Outils et engins manipulés par les employés
- **Personne :** Employé(s) exposé(s) aux vibrations

Il ne peut y avoir qu'une seule Organisation par Projet. Le noeud Organisation est étiqueté par défaut 'Organisation', mais cette étiquette peut être changée pour désigner une entité spécifique et concrète. Pour ce faire, cliquez avec le bouton droit sur l'étiquette Organisation, sélectionnez l'option **Renommer** et tapez le nom de votre choix.

Vous structurez votre modèle organisationnel aux moyen de répertoires, et pouvez créer des sousrépertoires. Vous pouvez ajouter autant de Postes de travail et de Personnes que vous le souhaitez.

Le Poste de travail est un outil qui permet de gérer plusieurs jeux de mesurages relatifs à une même opération. Ces mesurages sont toujours entachés d'incertitudes dues aux fluctuations dans les processus de travail, si les employés changent de position, par exemple, ainsi qu'aux variations dans les configurations de mesurage, par exemple de légères différences dans le positionnement du capteur. C'est pourquoi, en effectuant plusieurs mesurages concernant la même opération, vous constaterez des divergences plus ou moins importantes d'un résultat à l'autre. Il est donc conseillé de recommencer plusieurs fois le mesurage et d'utiliser une moyenne des résultats pour calculer l'exposition.

**Nota :** Les normes préconisent différentes approches pour moyenner les résultats d'un jeu de mesurages. Vérifiez préalablement que le concept actuellement implémenté pour les Postes de travail dans Vibration Explorer s'applique bien à votre Projet

Pour moyenner les valeurs efficaces d'émission vibratoire relatives à un Poste de travail, Vibration Explorer utilise l'approche décrite aux paragraphes 9.2.1 et 10.1 de la Norme EN 1032 (Vibrations mécaniques. - Essai des machines mobiles dans le but de déterminer la valeur d'émission vibratoire), qui préconise la moyenne de plusieurs valeurs efficaces comme amplitude de l'émission vibratoire pour une machine donnée, selon un mode opératoire donné. La même règle s'applique aux valeurs SEAT et aux valeurs d'exposition journalière, A(1), A(4)et A(8), et à la valeur de dose vibratoire sur huit heures,  $VDV(8)_k$ . En revanche, en ce qui concerne les valeurs Crête, *CF*, *MTVV* et *VDV*, c'est le maximum qui est considéré.

Quand une icône Poste de travail est intégrée à une icône Personne, elle est considérée comme un mesurage unique auquel sont associées la valeur moyenne et les valeurs maximales de *VDV* et *crête* déterminées pour ce Poste de travail.

#### Modalités de création de l'arborescence représentant l'Organisation

Pour insérer un Répertoire, un Poste de travail et une Personne directement en aval du noeud Organisation sur l'arborescence, sélectionnez ce noeud et pressez respectivement le bouton *Ajouter répertoire*, *Ajouter personne* ou *Ajouter poste de travail* dans la petite barre d'outils située au-dessus de l'aborescence. Vous pouvez aussi cliquer avec le bouton droit sur le noeud Organisation, sélectionner **Nouveau** puis l'option souhaitée. Cet objet sera créé avec son nom par défaut, mais automatiquement sélectionné pour que vous puissiez immédiatement le renommer.

Après avoir créé un ou plusieurs répertoire(s), vous pouvez y adjoindre des sous-répertoires, des Postes de travail ou des Personnes. Vibration Explorer vous assiste au moyen de boutons contextuels dans la barre d'outils associée à l'Organisation. En fonction de l'objet sélectionné sur l'arborescence, la pression sur un de ces boutons ajoute cet objet directement à l'arborescence à un sous-répertoire.

Nota : Il n'est pas possible de créer un Poste de travail en aval d'une Personne sur l'arborescence. Mais vous pouvez glisser-lâcher une icône Poste de travail dans une icône Personne pour ajouter le résultat du calcul de ce Poste de travail au listing des valeurs d'exposition aux vibrations. Les Postes de travail adjoints à une Personne apparaissent en aval de cette personne sur l'arborescence, signalés par une flèche verte pour indiquer que ce n'est pas un nouveau Poste de travail qui a été créé, seulement une référence à un Poste de travail déjà créé

#### Définir les Propriétés de chaque noeud de l'arborescence Organisation

Des informations peuvent être associées à chaque noeud de l'arborescence (à l'exception des répertoires eux-mêmes). Pour ouvrir la boîte de dialogue, cliquez avec le bouton droit sur le noeud et sélectionnez l'option Propriétés :

- Pour le noeud Organisation, vous pouvez spécifier le nom, l'adresse, le code postal, la ville et le numéro de téléphone. Un champ de saisie permet également d'ajouter une note ou un commentaire
- Pour les noeuds Poste de travail et Personne, vous pouvez spécifier un nom, un lieu, ٠ ajouter un texte descriptif et même une photo du poste de travail ou de la personne

<b>Fig. 5.24</b> Boîte de dialogue pour spécifier des informations	Personne Personne	
sur une personne	Changer limage Effacer	Nom: Guy Dupont Localisat.: Hêtraie / Tronçonneuse Description: Mesures liées à l'abattage d'un hêtre
		Sauvegarder Annuler

#### Adjonction de mesures à un Poste de travail ou à une Personne

Après avoir créé des Postes de travail et/ou des Personnes sur l'arborescence Organisation, vous pouvez leur attribuer un ou plusieurs mesurage(s) ou profil(s) temporel(s).

Deux approches sont possibles pour ce faire :

1) Sélectionnez le Groupe auquel appartient le mesurage (l'espace de travail affiche alors les mesures globales de ce Groupe) puis glissez-lâchez, de la table vers l'icône Personne ou Poste de travail, le mesurage souhaité.

81

2) Sélectionnez le Groupe auquel appartient le mesurage (l'espace de travail affiche alors les mesures globales de ce Groupe) puis cliquez avec le bouton droit sur le mesurage dans la table pour afficher la liste des Personnes et des Postes de travail actuellement contenus dans le Projet, et sélectionnez la Personne ou le Poste de travail dans cette liste.

**Nota :** Vous pouvez adjoindre indifféremment des mesures main-bras et des mesures corps entier à la même Personne ou au même Poste de travail. Vibration Explorer les traitera séparément

Après avoir adjoint plusieurs mesures globales à une Personne ou à un Poste de travail, sélectionnez sur l'arborescence le noeud qui lui correspond. Une table semblable à celle des Groupes de mesures apparaît dans le sous-volet suppérieur de l'espace de travail. Au cours du calcul de l'exposition, les données vibratoires main-bras et corps entier doivent toutefois être traitées séparément. C'est pourquoi seules les données de même type sont affichées à la fois. Pour commuter entre les divers groupes de données, utilisez les boutons au-dessus de la table.

**Nota :** Les boutons n'apparaissent que pour les types de mesures déjà adjoints à une Personne. Si vous n'avez adjoint que des mesures main-bras, par exemple, seul le bouton correspondant à ces mesures apparaît



Vous pouvez aussi copier des mesures globales d'une icône Poste de travail à une icône Personne, et vice versa.

Deux approches sont possibles pour ce faire :

- 1) Par glisser-lâcher du mesurage d'une icône à l'autre
- En cliquant avec le bouton droit sur le mesurage puis en sélectionnant la Personne ou le Poste de travail où sera dupliquée cette mesure.

#### Adjonction de profils temporels à un Poste de travail ou à une Personne

La procédure d'utilisation des profils temporels pour le calcul de l'exposition est identique à celle qui prévaut pour les mesures globales. Si vous souhaitez utiliser un profil complet, vous sélectionnez celui-ci dans le groupe des profils et le faites glisser avec la souris vers une icône Personne ou Poste de travail.

Fig. 5.25

Liste des opérations

Toutefois, Vibration Explorer vous donne ici plus de flexibilité ; en effet, vous pouvez vous contenter d'adjoindre une portion de profil et considérer celle-ci comme une activité ou un mesurage à part entière. Pour ce faire, vous sélectionnez le profil temporel afin de l'afficher dans l'espace de travail. Puis vous cliquez sur le profil pour sélectionner la portion à insérer dans l'icône Poste de travail ou Personne concernée. Quand vous relâchez le bouton de la souris, un menu apparaît. Si vous souhaitez affiner votre sélection, cliquez sur **Ajuster limites...** et saisissez l'heure de début et de fin dans la boîte de dialogue qui apparaît avant de poursuivre la procédure. Puis sélectionnez le Poste de travail ou la Personne auxquels vous souhaitez associer cette portion de profil.

Ensuite, sélectionnez sur l'arborescence l'icône Personne ou Poste de travail concernée, et, dans la table des contributions au calcul de l'exposition, cliquez sur l'objet représentant le profil que vous venez d'insérer. Vous pouvez constater que seule la portion sélectionnée a été insérée.

#### Spécifier la durée d'exposition

Pour calculer l'exposition journalière d'une personne, vous devez spécifier la durée pendant laquelle cette personne effectue les diverses opérations liées à son travail.

Pour spécifier (ou modifier) la durée d'exposition :

- 1) Dans la table du sous-volet supérieur de droite (affichant les données relatives à la personne concernée), sélectionnez soit *Main-bras* soit *Corps entier*.
- Sélectionnez le mesurage qui représente l'opération pour laquelle vous souhaitez spécifier la durée d'exposition.
- 3) Dans le sous-volet inférieur droit, sélectionnez l'onglet Exposition et saisissez la valeur souhaitée au moyen des boutons (résolution large) ou des boutons fléchés (résolution temporelle plus fine).

Lorsque vous modifiez la durée d'une opération, Vibration Explorer recalcule l'exposition aux vibrations pour cette opération. Le résultat s'affiche dans le sous-volet inférieur, à droite des boutons : valeur A(8), valeur de dose vibratoire, VDV, et Points d'exposition  $P_E$ , et échelle de couleurs (voir aussi Section 5.3.6, page 77).

Outre les valeurs partielles d'exposition, l'exposition aux vibrations combinée de la personne est elle aussi, recalculée et affichée sur la dernière ligne au bas de la table. Ces valeurs sont associées à un codage couleurs :

- Vert, si l'exposition aux vibrations est inférieure à la valeur déclenchant une action
- Jaune, si l'exposition aux vibrations est située entre la valeur déclenchant une action et la valeur limite
- Rouge, si l'exposition aux vibrations dépasse la valeur limite

La Fig. 5.26 est un exemple d'affichage du résultat d'un calcul d'exposition aux vibrations.



# Fig. 5.26 Exemple de résultat du calcul de l'exposition

# 5.4 Exporter les données et générer des rapports

Les opérations de reporting se gèrent au moyen des fonctions d'exportation du Logiciel Vibration Explorer. Le moyen le plus simple est d'exporter les données vers un fichier texte séparé par tabulations, HTML ou XML. Mais Vibration Explorer peut aussi exporter toutes les données dans Windows<sup>®</sup> Excel, vous donnant ainsi la maîtrise du format du rapport et permettant des calculs supplémentaires.

# 5.4.1 Paramétrage pour l'exportation des données

Avant de procéder à l'exportation de données, utilisez la boîte de dialogue appropriée pour spécifier ce qui doit être exporté. Pour ouvrir cette boîte de dialogue, sélectionnez **Outils** puis *Réglages d'exportation*. Elle comporte 4 onglets (voir Fig.5.27), selon que vous souhaiter exporter les données relatives à une Personne, un Poste de travail, un répertoire complet sur l'arborescence Organisation ou des données provenant d'un Groupe de mesures globales ou de profils temporels. Dans chaque page, cochez les données spécifiques à exporter.



Si vous souhaitez exporter vers Excel<sup>®</sup>, vous pouvez aussi spécifier un modèle (fichier \*.XLT) dans lequel seront insérées les données (voir plus loin). Pour plus d'informations sur les modalités d'utilisation des modèles de rapport dans Excel, reportez-vous plus bas à la fin de cette section. Refermez ensuite la boîte de dialogue.

## 5.4.2 Exporter les données

Pour exporter des données :

- 1) Sélectionnez la Personne, le Poste de travail, le Répertoire, la Mesure globale ou le Profil temporel dont vous souhaitez exporter les données.
- 2) Dans le menu, sélectionnez **Outils**, **Export** et choisissez l'option d'exportation appropriée : *Excel*, *Text*, *XML* ou *HTML*.

Vous pouvez aussi sélectionner l'option d'exportation souhaitée à partir du bouton **Export** de la barre d'outils.

**Nota :** Le bouton d'exportation de la barre d'outils mémorise la dernière option d'exportation choisie

Si vous choisissez d'exporter vers un fichier texte, HTML ou XML, une invite vous demande de lui spécifier un nom, à la suite de quoi Vibration Explorer exporte les données vers ce fichier.

Si vous choisissez d'exporter vers Excel<sup>®</sup>, Vibration Explorer démarre Microsoft<sup>®</sup> Excel, crée un nouveau fichier Excel<sup>®</sup> (workbook) et y place les données. Ce fichier ne sera pas sauvegardé automatiquement. Pour le sauvegarder, vous devez commuter sur Excel<sup>®</sup> et sélectionner **Fichier** puis *Sauvegarder dans* ....



# 5.4.3 Exporter des données dans Excel<sup>®</sup>

Au moment d'exporter les données relatives à des Mesures globales, Personnes, Postes de travail et Répertoires, Vibration Explorer place toujours celles-ci dans la Feuille 'Sheet1' du nouveau workbook. Pour la manipulation de ces données, il est conseillé de les placer sur une nouvelle Feuille. Cliquez avec le bouton droit sur l'onglet 'Sheet1' et sélectionnez *Insert*. Dans le menu **Insert**, sélectionnez *Worksheet*. Cette nouvelle feuille sera nommée 'Sheet2'. Dans les lignes qui suivent, cette nouvelle feuille sera désignée 'Sheet2', mais vous pouvez bien sûr lui donner un autre nom (par exemple Rapport).

Fig.5.29 Exemple d'exportation de données relatives à une personne

Microsoft Excel - Sh	cet1						
(i) File Edit Yew	insert Format Tools Da	ta Window Help				Type a question for hr	4
NERALA	0 - CI - 1 E - 1 11 10	0% - 0 HA	nal 🖌 lar	- B Z U	業業用 調 % ・		- 01 - A -
A1 -	f Name						_
A	B	C	D	E	F	G	н 📷
1 Name	John D.						7
2 Location	Warehouse						
3 Description							
4 Org Name	TCG Unitech Ltd.						
5 Org Address	S. William Street 123						
6 Org ZIPCode	123456						
7 Org Town	New Town						
8 Org Telephone							
9 Org Comments							
10							
11 WHOLE-BODY							
12 A(8)	0,667277283	1					
13 A(X)	0,517557553	1					
14 A(Y)	0,313836881						
15 A(Z)	0,667277283	1					
16 VDV VTV	25,34						
17 VDV(X)	22,621						
18 VDV(Y)	11,153	A Contraction of the second se					
19 VDV(Z)	25,34						
20 Identification	Exposure	RMS VTV	VDV(8)k VTV	CF Max	Serial no.		
21 Driver Seat 1	1:30	1,803469012	34,376	10,696	8		
22 Driver Seat 2	0:25	1,968266035	45,707	7,258	1		
22 A A A A A A A A A A A A A A A A A A			100600				
A + H / Susary				10			1.00

Les cellules de la feuille 'Sheet2' peuvent être paramétrées pour renvoyer à des données dans d'autres feuilles. Par exemple, Vibration Explorer a placé A(8) dans la cellule B12 de la feuille 'Sheet1'. Pour renvoyer à cette valeur dans la feuille 'Sheet2' :

1) Sélectionnez une cellule dans la feuille Sheet2 et tapez le texte suivant :

=Sheet1!B12

2) Pressez la touche Entrée.

Excel<sup>®</sup> insère la valeur de la cellule B12 de la feuille 'Sheet1' dans la cellule de la feuille 'Sheet2'. Si vous changez la valeur dans 'Sheet1', elle changera aussi dans 'Sheet2'.

Vous pouvez ensuite réorganiser les cellules de la feuille 'Sheet2' pour qu'elles soient utilisables dans un rapport. Les opérations de formatage, de mise en page et de référencement sont réalisables au moyen de toutes les fonctions standard Excel<sup>®</sup>, à savoir *Insert Picture* (votre logo), *Format Texte*, *Apparence Page*, etc. Reportez-vous au menu Aide de Microsoft<sup>®</sup> Excel pour les détails. Si l'apparence de la feuille vous convient, sélectionnez les cellules que

vous souhaitez inclure au rapport puis cliquez sur **Fichier**, **Print Area**, *Set Print Area*. Ouvrez *Page Setup* (File/Page Setup) pour vérifier que les marges, en-têtes, pieds de page, etc., sont correctement positionnés (voir exemple de rapport en Fig.5.30).

Fig. 5.30	B Microsoft Excel - VibrationReportExample1	
Exemple de rannort créé	[철] Bie Edit Yew Inset Format Isola Data Window Belo	je a question for help 💿 🗕 🗗 🗙
	□ 22 日 3 0 17 · ··· Σ · 22 · 22 · 200% · ··· 22 · 22 · 22 · 2	} 課課   • <u>○</u> •• <u>∆</u> •
dans Microsoft <sup>®</sup> Excel		M N O
	Brüel & Kjær 👍	π.
	Test report no.: 001-2007	
	7	_
	8         9         Client.         TCG Unitech Ltd.           10         Adresse:         S. William Street 123           11         124265 New Town	
	12 13 Contact person: 14 Tel/Fax 15 eMail:	
	Vi 17 18 Vibration measurement performed in accordance with EU Directive 2002/44 EC using equipment that comply with the requirement of ISO 8041-2005	
	21 22 22 22 Whole Body Results Hand Arm Results	-
	23 Action value Limit value Action value Limit value	
	24 RMS 0.5 m/s2 1,15 m/s2 RMS 2,5 m/s2 5 m/	\$2
	Z/Z         www.sec.ed/with/2/sec.ed/wi	= 

# 5.4.4 Créer un modèle de rapport Excel<sup>®</sup> (\*.XLT)

Sur la base des réglages définis pour l'exportation des données (voir Section 5.4.1), Vibration Explorer utilisera la même structure pour 'Sheet1'. Si vous avez besoin de générer régulièrement des rapports similaires, il est judicieux de créer un modèle de rapport qui pourra être utilisé chaque fois que vous exporterez des résultats dans Excel<sup>®</sup>. La procédure de création des rapports s'en trouvera ainsi raccourcie de manière significative.

Pour créer un modèle de rapport Excel<sup>®</sup> :

- 1) Créez un rapport tel que décrit en Section 5.4.3.
- 2) Lorsque vous aurez défini ce modèle à votre convenance, taille, liens, logo etc., effacez toutes les données dans 'Sheet1'.
- 3) Sauvegardez ce format tableur comme un modèle, en sélectionnant Fichier puis Save as. Dans Save as, type, sélectionnez Template (\*.XLT). Pour accéder plus facilement au modèle ainsi créé à partir de Vibration Explorer, sauvegardez-le dans le répertoire Data de Vibration Explorer (voir Fig. 5.31).



Sauvegarde du modèle de rapport dans le répertoire Data de Vibration Explorer



#### Fig. 5.32

Activation du modèle de rapport pour exporter les données relatives à une Personne

🙊 Réglage	es d'exportation	×
Personne	Poste de travail Mesure globale Répertoire Profils Temporels	
Export Pe	ersonne	
Ext.	port vers template Excel (xlt)	
Nom	du fichier Template Excel: C:\Programmer\BRUEL AND KJAER\:	2
Choix	attribut Tout prendre Sélectionner	
	Nom personne 🛛 🔽 localisation personne 🔽 Description personne	2
	A(8), A(X), A(Y) 🔽 VDV 🔽 VDV MAX	
	Poste de travail 🔽 Durée d'exposition 🔽 RMS VTV	
	Fact, de crête Max 🖊 N° de série 🛛 🖌 Pe	
	Organisation description 🔽 Items (Excel)	
	Een	mer

Vous pourrez maintenant sélectionner le modèle dans **Réglages d'exportation** (voir Fig. 5.32) quand vous le voudrez. Les Fig.5.31 et Fig.5.32 illustrent la procédure d'utilisation d'un modèle pour exporter les données relatives à une Personne.

# 5.5 Paramétrage du logiciel 4447 Vibration Explorer

La boîte de dialogue **Paramétrages du logiciel** (voir Fig.5.33) permet de spécifier certains paramètres de calcul (p. ex. les valeurs déclenchant l'action et limites d'exposition main-bras/ corps entier), la durée d'exposition journalière, et la langue du logiciel. Pour ouvrir cette boîte de dialogue, sélectionnez **Outils/Paramétrages du logiciel....** 

Fig. 5.33	<b>28</b> Pe	ramétrages du logicie	el			l	
Boîte de dialogue	Loc	calisation fichier langue:	C: Programmer BRUEL AND KJAB	5 <u></u>			
permettant de spécifier	Ue	ités de mesure par défau Réglages pour A(8) et VC	ut m/s2				
certains paramètres du	Période de référence (T0) 8 X Heure						
logiciel		Pondération	Val. expo. jour. décl. action A(8)	Val. Lim. expo. jouralière A(8)	Val. expo. jour. décl. action VDV	Val. Lim. expo. journalière VDV	
logioloi		Corps entier	0,500	1,150	9,100	21,000	
		Mains-bras	2,500	5,000	1	1	
		Dâtiment	Undéfini	Undéfini	Undéfini	Undéfini	
	has a						

#### **Fichiers langue**

Par défaut, le Logiciel Vibration Explorer dialogue en anglais. Toutes les langues disponibles sont accessibles via DISQUE LOCAL \*PROGRAM FILES\BRUELAND KJAER\4447 VIBRATION EXPLORER\ LANGUAGE*. Pour changer de langue, sélectionnez le fichier .SWL approprié.

#### Unités de mesure

Par défaut, les mesures sont exprimées en m/s<sup>2</sup>, mais elles peuvent aussi être exprimées en g ou en dB.

#### Durée de référence $(T_0)$

La durée de travail journalière de référence, exprimée en heures, est réglée par défaut sur 8 heures. Vous pouvez la modifier à tout moment avant, pendant ou après les procédures de calcul. L'effet sur les résultats est immédiat.

#### Table des valeurs d'exposition journalière

Cette table liste par défaut les seuils déclenchant l'action ou les valeurs limites pour les mesurages sur les systèmes main-bras et corps entier telles que les préconise la Directive 2002/44/CE. Pour en changer, double-cliquez sur une valeur de la table et saisissez-en une nouvelle. Cette nouvelle valeur sera utilisée pour calculer l'exposition journalière.

# 5.6 Mettre à jour le firmware et spécifier la langue sur le 4447 au moyen de Vibration Explorer

La boîte de dialogue *Mise à jour Logiciel 4447* sert au réglage et à la maintenance logicielle du 4447 (voir Fig.5.34). Connectez le 4447 au PC puis sélectionnez **Outils, Maintenance** et *Mise à jour Logiciel 4447*.

Fig. 5.34	R Instrument SW upgrade	
Boîte de dialogue pour la maintenance logicielle du 4447	Instrument SW Upload	
	Synchronise Time with PC	

Pour installer la dernière version en date du firmware :

1) Cliquez sur le bouton ... situé à droite du champ *Logiciel 4447*. Une boîte de dialogue standard de Windows<sup>®</sup> *Ouvrir* apparaît.

Close

- 2) Naviguez jusqu'au fichier du nouveau firmware, sélectionnez-le puis pressez le bouton **Ouvrir**.
- Après être revenu(e) à la boîte de dialogue Mise à jour Logiciel 4447, pressez le bouton Chargement.
- 4) Une barre indique la progression du chargement.

**Nota :** Ce chargement peut prendre un certain temps. Assurez-vous préalablement que la batterie du 4447 est à pleine charge et que le câble USB est bien connecté à l'appareil et au PC. En cas d'interruption éventuelle du chargement (par exemple à cause d'une rupture de connexion), le 4447 se verrouille. Il faut alors recommencer l'opération jusqu'à ce qu'elle soit réussie

La version la plus récente du firmware peut être téléchargée à partir du site Brüel & Kjær (www.bksv.com).

#### Pour changer de langue sur le 4447

- 1) Cliquez sur le bouton ... situé à droite du champ *Language file (Fichier Langue)*. Une boîte de dialogue standard de Windows<sup>®</sup> *Ouvrir* apparaît.
- 2) Naviguez jusqu'au fichier langue souhaité (extension .HWL), sélectionnez-le puis pressez le bouton **Ouvrir**. Par défaut, les fichiers langue du 4447 sont placés dans le dossier LANGUAGE du répertoire racine de Vibration Explorer.
- 3) Après être revenu à la boîte de dialogue Mise à jour Logiciel 4447, pressez le bouton **Chargement**.
- 4) Une barre indique la progression du chargement.

**Nota :** Ce chargement peut prendre un certain temps. Assurez-vous préalablement que la batterie du 4447 est à pleine charge et que le câble USB est bien connecté à l'appareil et au PC. En cas d'interruption éventuelle du chargement (par exemple à cause d'une rupture de connexion), le 4447 se verrouille. Il faut alors recommencer l'opération jusqu'à ce qu'elle soit réussie

#### Pour synchroniser l'horloge du 4447 et celle du PC

Pour synchroniser les horloges du 447 et du PC, cliquez sur **Synchroniser l'heure avec le PC**. La synchronisation réussie sera confirmée par le message *Synchronisation OK*.

# 5.7 Système d'Aide, et information sur la version du Logiciel

Pour accéder à l'aide en ligne, cliquez sur le bouton **Aide** de la barre d'outils ou sélectionnez **Aide** puis *Manuel* dans le menu.

Le menu **A propos** (Aide puis *A propos du 4447 Vibration Explorer*) vous informe sur le numéro de version du Logiciel Vibration Explorer installé sur votre PC.



# **Chapitre 6**

# Maintenance et révision

Le 4447 a été conçu pour vous assurer une fiabilité d'utilisation totale. Toutefois, si par extraordinaire un défaut survenait, de nature à compromettre le bon fonctionnement du 4447, pensez à le mettre immédiatement hors tension et à retirer tous les câbles qui lui sont reliés afin de prévenir tout risque d'endommagement de l'instrument.

Pour plus d'informations sur la prévention de défauts de fonctionnement ou de dommages sur votre 4447, prenez le temps de consulter la Section ci-après.

Pour toute réparation ou intervention sur l'appareil, contactez l'agence Brüel & Kjær. Le service après-vente de la société Brüel & Kjær fournit un support technique de haute qualité aux utilisateurs de ses équipements.

# 6.1 Maniement, nettoyage et stockage

Comme tout appareil de précision, le 4447 doit être manipulé avec un minimum de précautions. Respectez les consignes ci-après pour son maniement, son stockage ou son nettoyage :

#### Maniement de l'appareil

- Ne pas essayer d'ouvrir l'appareil, qui ne contient aucun élément remplaçable par l'utilisateur. Toute intervention éventuelle sur ses composants internes est du ressort exclusif d'un personnel habilité par Brüel & Kjær
- Prendre garde aux projections de liquide sur l'appareil
- Protéger l'appareil contre les chocs. Ne pas le laisser tomber. Le transporter dans son sac
- · N'utiliser que le chargeur inclus en accessoire pour recharger les batteries Li-Ion

#### Remise à zéro générale

Au cas où l'appareil ne semble plus obéir aux commandes (toutes ses fonctions semblent bloquées), procédez à une réinitialisation générale en pressant []] la touche pendant plus de 10 secondes.

(Suite à une telle réinitialisation, il vous faudra régler de nouveau l'horloge de l'appareil et vérifier les réglages des menus **Paramétrage** et **Calibrage** avant de procéder à de nouveaux mesurages.)

## 6.1.1 Stockage de l'appareil

- Gardez le 4447 dans un endroit sec, de préférence dans son sac
- Respectez les limites de températures de stockage (entre –25 et +60°C)

#### 6.1.2 Nettoyage de l'appareil

Si le boîtier de l'appareil est sale, essuyez-le avec un chiffon légèrement humidifié. N'utilisez ni détergent ni produit solvant. Gardez connecteurs et boîtier à l'abri des projections de liquide.

### 6.1.3 Remplacement de la batterie

Le remplacement de la batterie n'est pas du ressort de l'utilisateur. Si la batterie doit être remplacée, renvoyez l'appareil en l'état à votre centre de service après-vente Brüel & Kjær.

# Chapitre 7

# **Spécifications**

Le 4447 fonctionne conformément aux exigences des normes suivantes quand celles-ci concernent le domaine d'utilisation de l'appareil :

- ISO 8041:2005 : Réponse des individus aux vibrations – Appareillage de mesure
- ISO 5349-1: 2001 : Vibrations mécaniques Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main – Partie 1 : Exigences générales
- ISO 5349-2: 2001 : Vibrations mécaniques Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main – Partie 2 : Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail
- ISO 2631-1: 1997: Vibrations et chocs mécaniques
   Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – Partie 1: Spécifications générales
- Directive européenne 2002/44/CE

	Capteur	Sensibilité nominale	Filtre	Gamme fréquentielle	Gamme de fonctionnement linéaire <sup>a</sup>	Bruit de l'appareil
Main-bras	4524-B-001	1 mV/(m/s <sup>2</sup> )	W <sub>h</sub>	2 Hz à 7 kHz	1 m/s <sup>2</sup> à 3200 m/s <sup>2</sup>	<0,1 m/s <sup>2</sup>
Corps entier	4515-B-002	10 mV/(m/s <sup>2</sup> )	W <sub>d</sub> , W <sub>k</sub>	0,25 Hz à 900 Hz	0,1 m/s <sup>2</sup> à 320 m/s <sup>2</sup>	<0,01 m/s <sup>2</sup>

a. La gamme de fonctionnement linéaire est la gamme de l'appareil spécifiée conformément à ISO 8041:2005 et au delà de laquelle une indication de surcharge ou de sous-gamme est affichée.

#### LIMITE DE CHOC

Niveau de choc maximal pour les capteurs recommandés (±crête) : 50 km/s $^2$ 

#### AFFICHAGE

Ecran graphique couleur : résolution 124×124 pixels Informations de base sur l'état de fonctionnement de l'appareil, affichées sous forme d'icônes :

- Indicateur de niveau de la batterie
- Etat du mesurage : En cours, Pause, Stop
- Etat de la voie
- Durée écoulée : hh:mm:ss

#### HORLOGE

Donne l'heure réelle. Horodatage des mesures

#### MÉMOIRE

64 kB, non volatile, pouvant contenir 750 mesures (dans les 3 axes) ou 4,7 h d'enregistrement

#### INTERFACE USB

Conforme à USB 2.0 Connecteur : Mini B

#### **VOIES D'ENTRÉE**

Deux entrées analogiques et une entrée/sortie numérique USB. Les entrées reçoivent les signaux d'un accélérométre triaxial et/ou mono-axial et sont équipées d'une alimentation CCLD activable/ désactivable. La sensibilité par voie d'entrée est alignée sur celle des capteurs typiquement utilisés pour les mesurages de vibrations mécaniques transmises aux personnes

#### CÂBLES

La longueur maximale du câble de l'accéléromètre est de 3 m  $\,$ 

#### PONDÉRATION FRÉQUENTIELLE

Réseaux de pondération fréquentielle conformes à ISO 8041:2005, y compris les filtres  $W_h$ ,  $W_d$ ,  $W_k$  et  $W_m$ 

#### ACCÉLÉROMÈTRES INCLUS

#### PARAMÉTRAGE

Filtres de pondération (type de mesurage) Unités

#### DÉTECTEUR

Mesurage simultané des valeurs pondérées RMS, MTVV, VDV et Crête pour chaque voie

#### PARAMÈTRES MESURÉS

Sont fonction du paramétrage sélectionné. Les paramètres ci-après (voir tableau) sont mesurés, calculés et affichés pendant et après le mesurage

#### BATTERIE

Li-ion rechargeable de 3,7 V, 2600 mA. Jusqu'à 4 h d'autonomie en utilisation continue à température ambiante suite à une recharge pendant plus de 6 h au moyen du Chargeur ZG-0459 inclus<sup>\*</sup> **Nota :** Il est déconseillé d'utiliser le Chargeur ZG-0459 pendant un mesurage à cause du bruit qu'il peut générer

#### CALIBRAGE

Valeur d'accélération pour vérification : 10 m/s<sup>2</sup> (3,16 m/s<sup>2</sup> dans le cas d'accéléromètre de sensibilité élevée : positions 5 et 10 dans la base de données) Fréquence de vérification : 159,2 Hz

Tension de vérification (calibrage électrique) : 100 mV pour le 4515-B-002 et 10 mV pour le 4524-B-001

#### ENCOMBREMENT

**Dimensions :**  $70 \times 135 \times 28 \text{ mm}$ Poids : 260 g, batterie incluse

#### LANGUES

Anglais, Allemand, Espagnol, Français, Italien

Paramètre	Symbole	Unité
Valeur efficace d'accélération pondérée, moyennée linéairement sur toute la durée du mesurage	Moy. RMS X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur de vibration totale (racine carrée de la somme des carrés des valeurs efficaces) : les 3 valeurs orthogonales × leurs facteurs k respectifs	Moy. RMS VTV	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur efficace d'accélération instantanée pondérée (moyennage exponentiel, pas de 1 s)	RMS Inst. X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Vibration transitoire maximale : valeur efficace instantanée maximale en cours de mesurage	MTVV X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur d'amplitude vibratoire crête : amplitude maximal des valeurs crête instantanées (positive et négative) de l'accélération pondérée en fréquence. Mesurée sur toute la durée du mesurage	Crête X, Y, Z	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur de la dose de vibrations : dose cumulative basée sur la moyenne d'ordre 4 du signal d'accélération pondérée. Mesurée sur la durée du mesurage	VDV X, Y, Z	m/s <sup>1,75</sup> , g⋅s <sup>0,25</sup> ou dB <sup>a</sup>
Valeur de vibration totale de la VDV totale : valeur efficace des 3 valeurs orthogonales $\times$ leurs facteurs k respectifs	Total VDV VTV	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur de dose de vibrations sur 8 heures : la valeur VDV mesurée sur la durée réelle du mesurage est extrapolée/interpolée pour donner la valeur que le même signal aurait générée pour une durée de huit heures, multipliée par le facteur k approprié	VDV(8) <sub>k</sub> X, Y, Z et VTV	m/s <sup>1,75</sup> , g·s <sup>0,25</sup> ou dB <sup>a</sup>
Durée du mesurage	Durée écoulée	hh:mm:ss
Valeur d'exposition journalière sur 8 heures A(8). Main-bras : A(8) = Moy. RMS VTV. Ensemble du corps : A(8) = maximum de Total RMS sur les trois axes $\times$ leurs facteurs k respectifs	A(8)	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Valeur d'exposition journalière sur 4 heures : A(8) est recalculé pour une exposition de 4 heures	A(4)	m/s², g ou dBª
Valeur d'exposition journalière sur 1 heure : A(8) est recalculé pour une exposition de 1 heure	A(1)	m/s <sup>2</sup> , g ou dB <sup>a</sup>
Facteur de siège SEAT calculé comme le rapport des valeurs efficace ou	SEAT RMS	_
VDV obtenues dans les directions Z, sur le siège et sous le siège (sur le plancher)	SEAT VDV	_

a. dB réf 1  $\mu$ m/s<sup>2</sup> (pour VDV: 1  $\mu$ m/s<sup>1.75</sup>)

<sup>\*.</sup> A basse température, la durée d'autonomie de fonctionnement est moindre.

### Références de commande

Analyseur de vib livré avec :	rations physiologiques 4447-A,	ACCESSOIRES E	EN OPTION Excitateur de calibrage
Type 4515-B-002	Accéléromètre de siège triaxial DeltaTron, avec Type 4524-B	DV-0459	Adaptateur de calibrage (inclus avec le 4447-B)
Type 4524-B-001	intégré, 10 mV/(m/s <sup>2</sup> ), TEDS, 3 m de câble intégré vers connecteur LEMO 4 broches et Bride de fixation DH-0411 Accéléromètre miniature triaxial	Type 4515-B-002	Accéléromètre de siège triaxial DeltaTron, avec Type 4524-B intégré, 10 mV/(m/s <sup>2</sup> ), TEDS, 3 m de câble intégré vers connecteur LEMO 4 broches
AO-0693-D-025	DeltaTron, 1 mV/(m/s <sup>2</sup> ), TEDS Câble de connexion LEMO vers	Туре 4524-В-001	Accéléromètre miniature triaxial DeltaTron, 1 mV/(m/s <sup>2</sup> ), TEDS
et les accessoires	MicroTech 1/4–28 4 broches, 2,5 m suivants :	Туре 4507-001	Accéléromètre miniature mono-axial DeltaTron, 1 mV/(m/s <sup>2</sup> )
<ul> <li>AO-1476 : Câble USB mini-B, 1,8</li> </ul>	e d'interface USB standard A vers m	Туре 4520-004	Accéléromètre miniature triaxial, 0,1 mV/(m/s <sup>2</sup> )
• UA-3015 : Adap • UA-3016 : Adap	tateur de main tateur de poignée	AO-0694-D-012	Adaptateur femelle, $3 \times 10-32$ UNF vers LEMO, 1,2 m
<ul> <li>UA-3017 : Adap</li> <li>BZ-5623 : Logic transfert des do</li> </ul>	tateur cubique pour fixation directe iel sur PC Vibration Explorer pour nnées, organisation du site de	AO-0695-D-025	Câble LEMO mâle vers 10–32 UNF, 2,5 m, pour mesures mono-axiales, voie 4
<ul><li>mesurage et des</li><li>ZG-0459 : Charge</li></ul>	s calculs geur, 100–240 V, 50–60 Hz	DH-0411	Bride de fixation pour Accélé- romètre de siège
<ul> <li>QA-0232 : Tourr</li> <li>YJ-0216 : Cire c</li> </ul>	ievis l'abeille pour montage	DV-0463	Clips pour Adaptateurs UA-3015, UA-3016 et UA-3017
<ul> <li>DB-0756 : Gouje</li> <li>DH-0750 : Drag</li> <li>DG-0517 : Bride</li> </ul>	on à coller, 10–32 UNF onne pour 4447 • Velcro	DV-0497 UA-2085	Attache ceinture pour Analyseur 10 × Vis pour Accéléromètre de siège
• KE-0455 : Sac o	le transport	WA-0224	Filtre mecanique, goujon 3 mm
Analyseur de vib livré avec : Tous les composa • Type 4294 : Exc • DV-0459 : Petite	rations physiologiques 4447-B, nts et accessoires du 4447-A plus : itateur de calibrage bague pour calibrage	4447-A-CVF	E SERVICE Etalonnage accrédité du 4520-002, 4524-B, Vérification de l'Analyseur et Remplacement de la batterie Etalonnage initial accrédité du
Analyseur de vib	rations Main-bras 4447-C, livré		4520-002, 4524-B et Vérification initiale de l'Analyseur
<ul><li>Tous les composa</li><li>Type 4515-B-00 DeltaTron</li></ul>	nts et accessoires du 4447-A <b>sauf</b> : 2 : Accéléromètre de siège triaxial	4447-B-CVF	Etalonnage accrédité du 4520-002, 4524-B, 4294, Vérification de l'Analyseur et Remplacement de la batterie
• DH-0411 : Bride	pour Accéléromètre de siège	4447-B-CV/I	Datterie Etalonnage initial accrédité du
Analyseur de vib avec : Tous les co sauf :	rations Corps entier 4447-D, livré mposants et accessoires du 4447-A,		4520-002, 4524-B, 4294 et Vérifi- cation initiale de l'Analyseur
Type 4524-B-001	Accéléromètre miniature triaxial DeltaTron, 1 mV/(m/s <sup>2</sup> ), TEDS	4447-C-CVF	Etalonnage accrédité du 4520-002, Vérification de l'Analyseur et
AO-0693-D-025	Câble de connexion LEMO vers MicroTech 1/4–28 4 broches, 2,5 m	4447-C-CVI	Etalonnage initial accrédité du 4520-002 et Vérification initiale de
<ul> <li>UA-3015 : Adap</li> <li>UA-3016 : Adap</li> <li>UA-3017 : Adap</li> <li>DG-0517 : Bride</li> </ul>	tateur de main tateur de poignée tateur cubique pour fixation directe Velcro	4447-D-CVF	l'Analyseur Etalonnage accrédité du 4524-B, Vérification de l'Analyseur et Remplacement de la batterie

4447-D-CVI	Etalonnage initial accrédité du 4524-B et Vérification initiale de	4447-RE3	Remplacement de la batterie du 4447
	l'Analyseur	4447-TCF	Test et Certificat de conformité

# Conformité à la réglementation

CE, C	Le label CE indique la conformité aux directives européennes sur la CEM et sur les courants basse tension. La coche indique la conformité aux exigences CEM en Australie et Nouvelle-Zélande	
Sécurité	EN 61010-1 et CEI 61010-1 : Sécurité des équipements électriques et des équipements de contrôle, de régulation et de laboratoire. ANSI/UL 61010-1 : Sécurité des équipements électriques et des équipements de contrôle, de régulation et de laboratoire	
CEM Emission	EN/CEI61000-6-3 : Norme générique : Environnement résidentiel, commercial et industrie légère. EN/CEI61000-6-4 : Norme générique : Emission en environnement industriel. CISPR 22 : Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations radioélectriques des appareils de radio et télécommunication. Limites de Classe B FCC, Partie 15 : Limites de Classe B.	
CEM Immunité	EN/CEI61000-6-1: Norme générique : Environnement résidentiel, commercial et industrie légère. EN/CEI61000-6-2 : Norme générique : Immunité en environnement industriel. EN/CEI61326 : Exigences CEM des équipements électriques et des équipements de contrôle, de régulation et de laboratoire. Nota : Uniquement avec les accessoires listés dans le présent Manuel	
Température	CEI 60068-2-1 CEI 60068-2-2 : Essais environnementaux. Chaleur sèche et humide. En fonctionnement : -10 à +50°C Stockage : -25 à +70°C	
Humidité	CEI 60068-2-78 : Chaleur humide : 93% HR (sans condensation à 40°C	
Résistance mécanique	En condition de non-fonctionnement : CEI 60068-2-6 : Vibrations : 0,3 mm, 20 ms <sup>-2</sup> , 10 - 500 Hz CEI 60068-2-27 : Chocs : $1000 \times 40$ g CEI 60068-2-29 : Secousses : $6 \times 1000$ secousses à $40$ g	
Enceinte	CEI 60529 (1989) : Protection IP 42	

# **Chapitre 8**

# Glossaire

A(1), A(4), A(8): Valeur d'exposition journalière aux vibrations. Pour un système main-bras, A(8) est la valeur efficace d'accélération pondérée totale (RMS) ou la valeur de vibration totale (VTV) : pour l'ensemble du corps, A(8) est la valeur maximale sur les trois axes Total RMS multipliée par le facteur k respectif. A(4) est le produit de A(8) et de la racine carrée de 4 h/8 h. A(1) est le produit de A(8) et de la racine carrée de 1 h/8 h.

*Crête (colonne "peak" sur l'écran du 4447)* : Valeur crête. Amplitude maximale des valeurs crête (positive ou négative) instantanées de l'accélération pondérée mesurée au cours de la durée écoulée. Dans le cadre d'un mesurage avec enregistrement temporel, une valeur crête est également enregistrée par pas de 1 seconde.

*Durée écoulée* : Durée totale du mesurage, du début à la fin, excluant les pauses éventuelles. Sa valeur en cours est affichée dans l'angle inférieur droit de l'affichage du 4447.

*Facteur de crête* : Le facteur de crête est la valeur crête d'un paramètre divisée par sa valeur efficace mesurée sur un intervalle de temps donné. Il est faible si la valeur crête n'est que légèrement supérieure à la valeur efficace, indiquant une vibration relativement constante et régulière. Un facteur de crête important indique au contraire la présence d'une ou plusieurs vibrations transitoires fortes, par exemple des chocs.

*Moy. RMS* : Valeur efficace d'accélération pondérée en fréquence, moyennée linéairement sur toute la durée de mesurage écoulée. Dans le cadre d'un mesurage avec enregistrement temporel, la valeur efficace est également enregistrée par pas de 1 seconde. Pour les mesurages de type Main-Bras, il s'agit de la valeur moyenne des paramètres  $a_{hwx}$ ,  $a_{hwy}$ ,  $a_{hwz}$  de la norme ISO 5349–1 depuis le début du mesurage. Pour les mesurages de type Corps-entier, il s'agit de la valeur moyenne des paramètres  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$ ,  $a_{wz}$  de la norme ISO 2631–1 depuis le début du mesurage.

*MTVV* : Valeur maximale de vibration transitoire : valeur maximale de la valeur efficace instantanée d'accélération pondérée en fréquence (moyennée par pas de 1 seconde) détectée au cours de la durée écoulée. Dans le cadre d'un mesurage avec enregistrement temporel, la valeur MTVV est déterminée pour chaque intervalle d'enregistrement.

 $P_E$ : Point d'exposition. Système pratique permettant d'exprimer simplement l'exposition journalière aux vibrations A(8). La relation entre P<sub>E</sub> et A(8) est définie de telle sorte que 100 points d'exposition correspondent toujours au seuil d'exposition journalière déclenchant l'action

 $(0,5 \text{ m/s}^2 \text{ pour l'ensemble du corps}, 2,5 \text{ m/s}^2 \text{ pour le système main-bras})$ . Les points d'exposition sont simplement additionnés les uns aux autres. Ces caractéristiques du système de points d'exposition facilitent grandement l'évaluation des risques pour les non-spécialistes.

**RMS Inst.** : Valeur efficace instantanée d'accélération pondérée en fréquence, obtenue par moyennage exponentiel par pas de 1 seconde. Elle n'est pas sauvegardée avec les autres paramètres mais affichée pendant le mesurage pour permettre d'observer les variations du niveau vibratoire. Pour les mesurages de type Main-Bras, il s'agit des paramètres  $a_{hwx}$ ,  $a_{hwy}$ ,  $a_{hwz}$  de la norme ISO 5349–1. Pour les mesurages de type Corps-entier, il s'agit des paramètres  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$ ,  $a_{wz}$  de la norme ISO 2631–1.

**SEAT RMS** : Facteur SEAT de transmissibilité du siège (Seat Effective Amplitude Transmissibility) basé sur une valeur efficace d'accélération pondérée en fréquence. C'est le rapport entre la valeur efficace mesurée dans la direction verticale (axe Z) sur le siège du conducteur et la valeur efficace mesurée dans l'axe Z sur le plancher du véhicule, directement sous le siège.

**SEAT VDV** : Facteur SEAT de transmissibilité du siège (Seat Effective Amplitude Transmissibility) basé sur une valeur de dose de vibrations (VDV). C'est le rapport entre la valeur VDV mesurée dans la direction verticale (axe Z) sur le siège du conducteur et la valeur VDV mesurée dans l'axe Z sur le plancher du véhicule, directement sous le siège.

VDV: Valeur de dose de vibrations (VDV). Dose cumulative basée sur la moyenne d'ordre 4 du signal d'accélération pondérée en fréquence. Exprimée en m/s<sup>1,75</sup>. Le temps d'intégration est identique à la durée de mesurage écoulée ; dans le cadre d'un mesurage avec enregistrement temporel, une valeur VDV est enregistrée par pas de 1 seconde.

 $VDV(8)_k$ : Valeur de dose de vibrations sur 8 heures. La valeur VDV correspondant à la durée de mesurage réellement écoulée est extrapolée/interpolée pour correspondre à la valeur que le même signal vibratoire donnerait pour une durée de 8 heures, multipliée par le facteur k approprié.

*VTV* : Valeur de dose de vibrations totale : racine carrée de la somme des carrés des valeurs d'accélération multipliées par les facteurs k pour les trois axes. Les facteurs k sont des facteurs multiplicatifs qui varient en fonction du contexte de mesurage (main-bras ou ensemble du corps). Deux valeurs VTV différentes sont calculées : une sur la base de la valeur efficace, une sur la base de la valeur VDV. Pour les mesurages de type Main-bras, la valeur VTV correspond au paramètre a<sub>hv</sub> décrit dans la norme ISO 5349–1.

# Index

# Numériques

3+1		55, 75
4447		
Caract	éristiques	6
Préser	ntation de l'appareil	3
Prise e	en main	25
4447 Vibra	ation Explorer	88
4447 Vibra	ation Explorer Software 1, 61, 62, 6	63, 65,
		89, 90
4515-B-00	02	29
4524-B		29

# Α

A propos du présent Manuel1
A(1)
A(1), A(4), A(8) 43, 44, 49, 54, 56, 69, 75,
A(4)6
A(8)
Accéléromètre
Calibrage
Accéléromètre DeltaTron4
Accéléromètre triaxial5, 29
Accéléromètres à très haute sensibilité32
Accessoires de montage4
Adaptateur cubique51, 97
Adaptateur cubique UA-301750
Adaptateur de main51
Adaptateur de main UA-301550
Adaptateur de poignée51
Adaptateur pour poignée UA-301650
Adjonction d'enregistrements à un Point de travail ou à
une Personne83
Adjonction de mesures à un Point de travail et à une
Personne81
Amplitude vibratoire12
Amplitude vibratoire enregistrée14
Analyseur de vibrations transmises à l'homme 4447
avec sa dragonne4
Appareil, Interface utilisateur

Arborescence Organisation	
Propriétés	81
Arborescence représentant l'Organisation	80

# В

Base de données			
Positions 5 et 10			. 32
Batterie	25,	26,	96
Chargement			. 41
Indicateur de niveau			. 95
Remplacement			. 94
Signalisation du niveau de charge			. 41
BZ-5623			7

# С

Câble d'interface USB standard A à USB mini-B 4	ŀ
Calibrage 34, 55	,
Adaptateur DV-0459 34	ŀ
Avec un calibreur 33	5
Base de données 31	
du capteur 47	'
Durée pour chaque axe34	ŀ
Excitateur97	'
Goujon à coller DB-0756 34	•
manuel	,
Menu31, 32, 94	r
Mode 3+1 Axes 35	,
Montage de l'accéléromètre 34	r
Stockage des résultats 6	j
Calibrer l'accéléromètre 32	2
Capteur de siège 53	;
Calibrage de l'accéléromètre	5
Capteur de siège 4515-B-002 4	r
Caractéristiques du 4447 6	j
CF22, 80, 99	)
Chargement de la batterie 5, 25	,
Chargeur 4, 25, 41, 47, 96, 97	'
Chargeur de batterie	5
Choix du type d'entrée31	
Clavier de commande5	,
Codage couleur 42	

Collier	5
Connecteur 4 broches	5
Conventions typographiques	1
Créer un Projet	70
Créer un rapport	84
Crête	49, 54
Crête max	75

# D

Date et Heure	
Affichage	
Réglage	
DeltaTron	
Durée d'exposition	
Définir	

# Е

Effacer les données mémorisées       45         Enregistrement des valeurs       6         Enregistrements       27, 71         Entrée       31         Paramétrage       31         Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       Affichage         Affichage       41         Etat du mesurage       Signalisation         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,
Enregistrement des valeurs       6         Enregistrements       27, 71         Entrée       31         Paramétrage       31         Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       Affichage         Affichage       41         Etat du mesurage       Signalisation         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exposition       22         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,
Enregistrements       27, 71         Entrée       31         Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       41         Affichage       41         Etat du mesurage       Signalisation         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exposition       22         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,
Entrée       Paramétrage       31         Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       Affichage         Affichage       41         Etat du mesurage       Signalisation         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition journalière aux vibrations       99         Encomble du corpo       17
Paramétrage       31         Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       68, 82, 83         Affichage       41         Etat du mesurage       5         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition journalière aux vibrations       99         Exposition journalière aux vibrations       99
Entrée mono-axiale       5         Entrée triaxiale       5         Entrée sanalogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       68, 82, 83         Affichage       41         Etat du mesurage       5         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition journalière aux vibrations       99         Exposition journalière aux vibrations       99
Entrée triaxiale       5         Entrée/sortie numérique       5         Entrées analogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       68, 82, 83         Affichage       41         Etat du mesurage       5         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,
Entrée/sortie numérique       5         Entrées analogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       68, 82, 83         Affichage       41         Etat du mesurage       5         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition aux vibrations mécaniques       13         Exposition journalière aux vibrations       99         Esposition journalière aux vibrations       17
Entrées analogiques       5         Espace de travail       68, 82, 83         Etat des voies d'entrée       41         Affichage       41         Etat du mesurage       3         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition journalière aux vibrations       99         Exposition journalière aux vibrations       99
Espace de travail
Etat des voies d'entrée       Affichage       41         Affichage       41         Etat du mesurage       3         Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,
Affichage       41         Etat du mesurage       Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       Système des points d'exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition aux vibrations mécaniques       13         Exposition journalière aux vibrations       99
Etat du mesurage       Signalisation       40         Excitateur de calibrage 4294       4         Exporter les données       84         Exposition       22         Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66,       79, 81, 83         Exposition aux vibrations mécaniques       13         Exposition journalière aux vibrations       99         Exposition journalière aux vibrations       17, 10
Signalisation
Excitateur de calibrage 4294
Exporter les données
Exposition Système des points d'exposition
Système des points d'exposition
Exposition aux vibrations7, 16, 39, 49, 54, 56, 66, 
Exposition aux vibrations mécaniques
Exposition journalière aux vibrations
Encomble du corps 17 10
Rappel des données mémorisées 44
Système main-bras 14
F
- Facteur de crête maximal 75
Fermer un Projet 70
Firmware
Mise à jour

# G

Généralités	1
Gestion des mesures	43
Groupe	
Présentation tabulaire	74

L

Importer les données d'un autre fichier Projet	72
Importer un Mesurage Total	71
Importer un Profil d'enregistrement	71
Installation du pilote (driver) du 4447	63
Installation du pilote du 4447	63
Interface graphique du Logiciel	68
Interface utilisateur	
Mode opératoire	26
ISO 5349-1	3
ISO 5349-2	3
ISO 8041	3
ISO 2631-1	3
ISO 2631-2	3
ISO 2631-4	3
_	

## L

Li-Ion, rechargeable	.25
Logiciel Vibration Explorer7,	59
Logiciel Vibration Explorer pour 4447 BZ-5623	4

# М

Main-bras		
Positionnement et orientation du système d'	axes	15
Manipulation de l'appareil		93
Mesurage		
Arrêt		43
Gérer la procédure		42
Lancement		42
Pause		43
Redémarrage		43
Mesurage Corps entier	54,	56
Mesurage de l'ensemble du corps		
Orientation des axes		18
Mesurage Main-bras		49
Marche à suivre		48
Mesurages avec enregistrements de données		57
Mesurer le facteur SEAT		54
Mesurer les vibrations		
Sur l'ensemble du corps		52
Système Main-bras		47
Mesurer les vibrations transmises à l'Homme		47
Mesures		68
Mesures 3 + 1		6
Mise à jour		45
Mise à jour du firmware		90
Mise hors tension		28
Modèle de rapport Excel®		87
Modèle organisationnel		79
Montage des accéléromètres		56
Moy. RMS	49,	54
MTVV6, 13, 17, 21, 39, 42, 43, 44,	49, 5	57,
	96,	99

# Ν

Nettoyage de l	'appareil	
Nonoyaye ue i	apparent.	
# 0

Onglet Exposition	70, 83
Options de menu sur l'écran	2
Organisation	
Créer l'arborescence	80
Organisations	68
Orientation de l'accéléromètre	33
Orientation du capteur	50
Ouvrir un Projet	70

#### Ρ

Paramétrage du Logiciel	89
Paramétrer l'entrée	30
Paramètres affichés	2
Personnalisation de l'affichage tabulaire	76
Point d'exposition	22
Points d'exposition	83
Pondération fréquentielle, Wd6, 37, 41, 55,	95
Pondération fréquentielle, Wh6, 15, 37,	41
Pondération fréquentielle, Wk6, 18, 37, 41, 55,	95
Pondération fréquentielle, Wm 6, 37,	41
Port USB Mini-B	5
Positions 5 et 10 de la base de données Capteurs	32
Présentation du 4447	3
Profil d'enregistrement71,	83
Affichage	78
Profil des valeurs enregistrées	39
Profils temporels	68
Projet	68
Propriétés d'un groupe	72

### R

Remise à zéro générale	93
Remplacement de la batterie	94
RMS12, 15, 22, 42, 43,	44, 49, 54, 56,
	, 78, 79, 96, 99
RMS instantanée	54

## S

Saturation	.75
Sauvegarder un Projet	.70
SEAT	
Mesurage	.23
Signal d'entrée	
Paramétrage	.30
Sous gamme	.75
Stockage de l'appareil	.94
Supprimer les données contenues dans un Projet	.74
Supprimer les données stockées dans le 4447	.73

Système biodynamique de Système informatique requ	coordonnées 52 lis
т	
Texte à l'écran	2
Touches	
Fonctions	
Touches du 4447	
Triaxial	15, 29, 31, 32, 47, 48, 53

### U

Unité	
Affichage	41
Unités	
Modifier	
USB port	6

### ۷

VDV 6, 13, 17, 20, 21, 23, 39, 41, 43, 56, 57,
VDV(8)k6, 41, 42, 43, 69, 80, 96, 100
Vibration dans les bâtiments
Vibration de la structure dans les bâtiments
Accéléromètre 29
Vibration Explorer17, 41, 82, 83, 84, 85, 86
Installation 59
Logiciel7
Logiciel PC 45
Mode opératoire 66
Vibration Explorer software
Vibration Explorer Software Installation
Vibrations transmises à l'ensemble du corps
Accéléromètre
Vibrations transmises à un système Main-bras
Accéléromètre
Voie d'entrée
Paramétrage29
Voir le détail des enregistrements77
Voir le détail des mesures
Volet d'information sur un mesurage
VTV 6 22 43 44 49 50 54
75, 78, 96, 99, 100
W
Windows® 2000 65
Windows® Installer 3.1 60, 61

USINE: DK-2850 Naerum · Danemark · Tél.: +45 4580 0500 · Télécopie: +45 4580 1405 · www.bksv.com · info@bksv.com

Brüel & Kjaer Canada Ltd.: 6600 Trans-Canada Hwy · Pointe Claire · Québec H9R 4S2 · Tél.: (514) 6958225 · Fax: (514) 6954808 Brüel & Kjaer France: 46, rue du Champoreux · 91540 Mennecy · Tél.: 01 69 90 71 00 · Fax: 01 69 90 02 55 · www.bksv.fr · info.fr@bksv.com Translation of English BE 1772-14