

Etude de l'exposition aux vibrations des conducteurs de portiques à conteneurs au Port Autonome du Havre : propositions pour un recentrage nécessaire d'interprétations disciplinaires

Jean-Luc MINGUY,

Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS¹)
Laboratoire Ergonomie et Sciences Cognitives pour les Transports (LESCOT)
25, avenue François Mitterrand, 69675 BRON Cedex

Hugues CHOLLET,

Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
Laboratoire des Technologies Nouvelles (LTN)
2, avenue du général Malleret Joinville, 94114 ARCUEIL

RESUME

Ce texte aborde la question de la construction d'une problématique d'étude ergonomique portée par une équipe pluridisciplinaire. L'exemple proposé ici concerne l'interprétation de données subjectives – il s'agit des critères de confort de conduite – et objectives à partir notamment de données médicales sur les souffrances lombaires et de mesures d'exposition aux vibrations. Les situations de travail concernent des opérateurs de conduite de portiques à conteneurs au Port Autonome du Havre². Après avoir rappelé l'origine de la demande, le contexte de l'étude et les résultats attendus, nous posons le problème de l'interprétation d'une norme face à un critère tel le confort (I). Nous présentons alors quelques résultats significatifs d'enregistrements de vibrations, en les situant dans le contexte de travail (II). L'analyse de données sur la santé des opérateurs de conduite nous conduit à proposer une interprétation des souffrances lombaires à partir d'une première lecture de l'activité (III). La discussion (IV) souligne le recours à deux principes – cohérence d'objectifs et transparence sur les méthodes - dans la construction d'une problématique ergonomique.

Mots-clefs : relations santé-travail, analyses posturales, lombalgies, vibrations, conduite de projet en ergonomie

1 INTRODUCTION

1.1 LE CADRE DE L'ETUDE

Premier port français de trafic de conteneurs, le Port Autonome du Havre est engagé dans un projet de renouvellement d'une partie de son outillage devenant obsolète face aux nouvelles capacités des navires (Mathieu, J.-L., 1998). Cette décision socio-économique d'importance s'accompagne de choix « locaux » visant à améliorer les situations de travail des conducteurs de portiques (198 Mécaniciens Conducteurs d'Engins, MCE) dont les plaintes de type « santé » répertoriées depuis 1985 concernent essentiellement l'exposition

¹ <http://www.inrets.fr>, mël : chollet@inrets.fr, minguy@inrets.fr

² Ce travail bénéficie pour partie d'un financement conjoint du Ministère de la Recherche et du ministère des Transports dans le cadre d'un projet PREDIT (convention n° 98MT56).

aux vibrations. L'INRETS est appelé en mai 1997 afin de traiter cette question du confort vibratoire. Une équipe de recherche se crée en 1998 mêlant ergonomes, bio mécaniciens et spécialistes en mécanique vibratoire, équipe à laquelle s'associent le médecin du travail du PAH, des ingénieurs du bureau d'étude et des techniciens de maintenance pour former un groupe de projet. La demande posée en termes de confort vibratoire glisse progressivement vers un travail d'accompagnement de projet de conception d'une nouvelle cabine de portiques à conteneurs. Si des solutions d'amélioration du confort vibratoire sont toujours d'actualité, leur définition s'inscrit alors dans le cadre plus général de ce projet où devient centrale la compréhension des stratégies de régulation de l'activité individuelle et collective et de compensation des effets des interactions postures-vision sur la santé. Les vibrations sont devenues progressivement un facteur aggravant de ces effets.

1.2 « LE TRAVAILLEUR NE PEUT ETRE MALADE : LES NORMES ONT ETE RESPECTEES ! »³

Si un accord existe dans une communauté scientifique et technique – et l'on doit considérer qu'elle existe au sein des membres d'une commission de normalisation - fondatrice de recommandations pour la méthode de mesurage, l'interprétation des mesures et la définition de critères pour l'aménagement de dispositifs techniques, il n'en demeure pas moins que l'espace de délibération au sein d'une entreprise confrontée à un problème d'exposition aux vibrations et de leurs effets sur la santé, reste à borner puis à occuper de manière à ce que les acteurs sociaux – y compris ceux de la recherche – jouent pleinement leur rôle dans un projet d'amélioration des conditions de travail.

Au cours de l'étude produite au PAH entre mai et décembre 1997 (Blanchet et al., 1998) nous avons été confronté au problème du bornage de l'espace de délibération proposé conjointement par les résultats de l'analyse du travail et la norme ISO 2631-1. La « version 1997 » de cette norme « exposition aux vibrations » supprime la notation en heure, et donc ne propose plus de « durées limites d'expositions » : limites au confort réduit, limite de fatigue et limite d'exposition. Il est proposé une « évaluation santé » et une « évaluation confort » sur la base d'une composition tri axiale des niveaux de vibrations (aw). Les critères d'évaluation de l'exposition « santé » et « confort » s'expriment alors sous la forme suivante (voir tableau 1).

Tableau 1 critères d'évaluation selon la norme ISO 2631-1 : 97

<i>EVALUATION « SANTE »</i>	<i>EVALUATION « CONFORT »</i>
Moins de 0,6 m/s ² <i>Pas de risques</i>	Moins de 0,315 m/s ² <i>Pas du tout inconfortable</i>
De 0,6 m/s ² à 1,1 m/s ² <i>Zone de précaution santé</i>	De 0,315 m/s ² à 0,630 m/s ² <i>Légèrement inconfortable</i>
Plus de 1,1 m/s ² <i>Exposition dangereuse</i>	De 0,630 m/s ² à 1 m/s ² <i>Assez inconfortable</i>

La référence à la « durée d'exposition » n'est plus explicite si ce n'est une déduction faite à partir d'un abaque pour ce qui est d'un « risque santé » (ISO 2631, 1997, p. 23), et il convient même de l'oublier en ce qui concerne le risque « inconfort » : « aucun élément probant ne permet d'affirmer que les effets des vibrations sur le confort sont toujours liés au temps ». Ce qui est acquis cependant, à partir d'études expérimentales en laboratoire, est

³ Titre inspiré d'un texte de Diane Demer, avocate, professeur à l'Université du Québec à Montréal (uqam), <http://mckaypc.juris.uqam.ca/cours/aut97/jur6560/>,

l'existence de seuils de tolérance aux accélérations (1 m/s^2) et aux secousses⁴ (1 m/s^3) valeurs au-delà desquelles « *les efforts musculaires croissent très rapidement et par conséquent provoquent rapidement de la fatigue* » (Florès et al., 1981, p.151). Dans le registre des secousses, même si des valeurs seuils de $0,5 \text{ m/s}^3$ sont parfois évoquées, la valeur de $1,2 \text{ m/s}^3$ est couramment admise dans les transports en commun. Le confort est réparti en six classes élaborées à partir de l'analyse des réactions de passagers dans les transports publics, debout ou assis normalement, indépendamment d'une quelconque activité. Cette disposition normative s'applique également aux postes de travail. La difficulté d'interprétation des résultats de mesures de vibrations - accélération et secousses - pour l'appréciation d'un niveau de confort ne nous permet pas de fonder un jugement sur la base des propositions normatives. La suggestion d'apporter une pondération supplémentaire aux différents seuils pour tenir compte des fortes contraintes posturales ne semble pas pertinente puisqu'il faut avant tout privilégier une amélioration de la posture de conduite (Donati, 1999, communication personnelle).

2 QUELQUES RESULTATS SIGNIFICATIFS DE L'EXPOSITION DES MCE AUX VIBRATIONS ET CHOCS

2.1 METHODE ET PRINCIPES DE MESURES

Les paramètres physiques telle la position (déplacement), la vitesse (m/s), l'accélération (m/s^2), la secousse décrivent globalement les vibrations. La secousse, qui est la dérivée de l'accélération, s'exprime en m/s^3 . Le terme "oscillation" s'applique aux vibrations dont la fréquence est inférieure à quelques Hertz.

2.1.1 Matériel utilisé

Les vibrations sont enregistrées au niveau du pied du siège et au niveau de l'assise par six accéléromètres piézo-résistifs (passant le continu). Le domaine des basses fréquences (0-8HZ) exige des accéléromètres différents de ceux habituellement utilisés pour les vibrations de structure. Etant en phase de recherche nous avons favorisé l'enregistrement des données brutes sur un support magnétique - analogique - car il est associé à un commentaire en temps réel - en phonie - qui facilite l'exploitation ultérieure ; cependant nous avons doublé les enregistrements par séquences sur un micro-ordinateur portable, solution plus souple et légère qui devrait devenir systématique pour des contrôles réguliers.

2.1.2 Support et fixation des accéléromètres

Le support des accéléromètres fessiers est une cupule de $15 \times 25 \text{ cm}$ en polysard. Ils sont incorporés à l'intérieur d'une cavité placée au centre de la cupule. Ceux qui sont placés au pied de siège sont fixés directement sur le point de fixation du siège au plancher. Ces points de mesure nous permettent notamment d'analyser l'efficacité du siège en tant que filtre - la fonction de transfert du siège en vertical - et de nous donner des indications dans des directions normalisées, verticale (axe Z) et transversales (axes X et Y). Cependant la posture du conducteur n'est pas verticale lors de la tâche de positionnement de conteneurs, et les capteurs fessiers en appui sur une surface déformable, le coussin, subissent des orientations parasites qui ne facilitent pas l'interprétation. Pour la plupart des calculs de valeur efficace, on se référera principalement aux capteurs posés au plancher.

⁴ Comme pour les crêtes d'accélération, pour ce paramètre il est essentiel de préciser la bande passante du filtre utilisé : ici 0-1 Hz (voir plus loin).

2.1.3 Recueil des paramètres

Lors de l'enregistrement de séquences vibratoires, les événements liés à chaque séquence sont consignés dans un cahier d'essai. Sont notés en particulier :

- les paramètres liés aux capteurs (gain des amplis, échantillonnage, etc.),
- l'heure d'enregistrement, l'éclairage nuit-jour,
- les conditions météo (pluie, vent),
- les paramètres liés au bateau : - petit ou grand (largeur et en nombre de conteneurs en pontée), - position par rapport au château (risque de fumée et de heurt) ou autres obstacles (grues), - avec ou sans glissières,
 - en pontée ou en cale (masquée ou non),
 - en cale : glissières de 40' ou 20', ou absence de glissières (petits bateaux)
- le type de tâche : - chargement, déchargement, de 20 ou 40 pieds, de conteneurs spéciaux, de panneaux de cale...
- la position globale de la cabine au-dessus du navire ou du sol.

L'usage d'enregistrements vidéo permet aisément le recueil de ces paramètres et le suivi de leur évolution au cours d'une phase de travail. Sur la base d'une centaine d'enregistrement, soixante-dix séquences – soit 3 heures environ – ont été traitées de manière à obtenir des résultats significatifs du point de vue de l'activité de transbordement.

2.1.4 Principes de dépouillement

Les données, digitalisées sous SUPERSCOPE avec une carte GWinstrument (modèle 8Ain), sont stockées en binaire. Le dépouillement se fait sous forme numérique avec un programme écrit en MATLAB 4 sur Macintosh. Les traitements appliqués à ces enregistrements se réfèrent pour le confort moyen à plusieurs normes ISO (Blanchet & Chollet, 1999), alors que la méthode d'estimation des secousses ponctuelles, peu normalisée, est propre à l'INRETS (Chollet, 1999).

2.2 ANALYSE DES SECOUSSES

Pour déterminer les valeurs crête des secousses, on filtre d'abord les accélérations avec un passe-bas de type Butterworth 1 Hertz à l'ordre 2. Puis on dérive cette accélération et l'on filtre de nouveau par un passe-bas 1 Hertz, cette fois à l'ordre 1, pour compenser la dérivation d'ordre 1 qui tend à remonter du bruit. Un filtrage passe-bas est proposé en option dans la dernière norme ISO 2631 :97 pour évaluer les chocs ponctuels, mais ce filtre, proche de 0,5 Hz, est plus tolérant, il n'est appliqué qu'aux accélérations, et il ne nous paraît pas correspondre aux pratiques appliquées dans les transports en commun.

2.2.1 Répartition dans le temps

Trois caractéristiques apparaissent : les dépassements sont dominants en chariotage (X), il n'y a pas de choc type (les dépassements en X, Y ou Z ne sont pas synchronisés), la plupart des dépassements a lieu en phase terminale d'un mouvement. Malgré cette dernière remarque, un aspect aléatoire des chocs des conteneurs au sol ou à l'engagement en glissière, on constate que la jonction de bec a une influence visible à l'aller comme au retour et correspond à des dépassements de secousses

2.3 ANALYSE DES VIBRATIONS MOYENNES

A partir des mêmes données, en appliquant des filtres légèrement différents entre la norme ISO 2631 : 1985 et celle de 1997, les résultats obtenus apportent des interprétations différentes selon ces deux versions de la norme. En ce qui concerne l'estimateur vibratoire

d'un "risque santé" nous avons appliqué le principe de sommation tri axiale des trois accéléromètres au plancher, compte tenu que les niveaux enregistrés peuvent être analogues en X, Y ou Z. Les normes ne prévoient pas clairement cette possibilité de combinaison. Les filtrages verticaux obtenus par les sièges ne sont pas significatifs. Une suspension de siège, quand elle n'est pas bloquée par le manque d'entretien, ne filtre qu'au-delà de 5 à 7 Hertz alors que les spectres verticaux montrent des pics à 2-3 Hertz.

2.3.1 Estimation du confort vibratoire global, norme de 1985

La composition des résultats d'enregistrement dans les trois directions (voir figure 1) donne aussi une note de "confort global⁵" vibratoire ou "tri axial" qui est sensée représenter la globalité de la situation vibratoire. Les « notes de confort » proposées par la norme de 1985 sont toujours inférieures à 1 heure, ce qui confirme le jugement des MCE sur le moment d'apparition d'une sensation de gêne : on montre en III que pour 50% d'entre eux la gêne apparaît avant 1 heure de conduite. La variabilité des notations (portique 742) est à relier à la diversité des tâches.

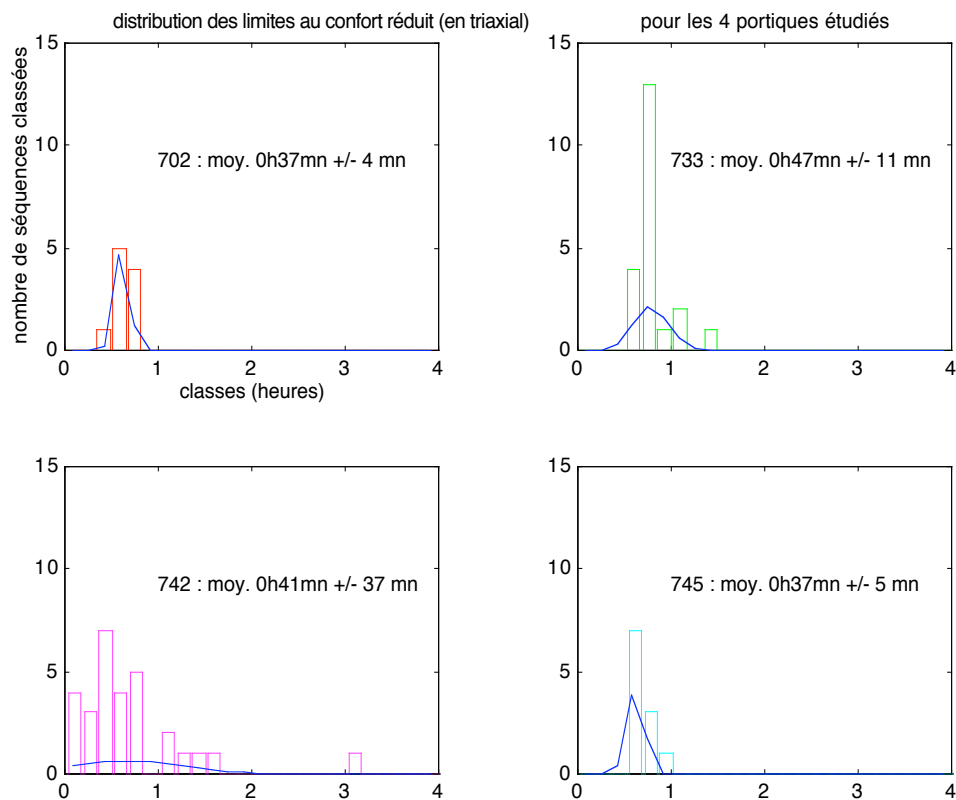


Figure 1 Distribution des limites au confort réduit

2.3.2 Estimation du confort vibratoire selon la norme de 1997

Cette norme propose uniquement de classer la séquence, une fois celle-ci notée par un paramètre pondéré aw. Ce classement, reflet des enquêtes menées auprès notamment des clients de la SNCF, n'est pas adapté à la situation dans les portiques, nous nous sommes

⁵ Cependant on évitera ce terme, car un critère de confort vraiment global devrait englober d'autres paramètres d'ambiance. Il n'est question ici que de certaines vibrations.

donc refusés à noter le confort du conducteur assis. Tout au plus pourrait-on évoquer le confort d'un accompagnateur debout à côté du MCE : il serait classé "légèrement" à "assez" inconfortable. Cependant, la norme de 1997 s'étend jusqu'aux fréquences basses, et couvre (vers 1/2 Hz) les manipulations que le conducteur est obligé d'effectuer pour positionner son conteneur avec précision. Cela a pour effet de relever le niveau moyen de nos estimateurs vibratoires de 20% dans la direction de chariotage, de 10 à 20% en transversal, et de 5 à 10% en vertical.

2.3.3 Estimation « risques pour la santé », normes de 1985 et 1997

Norme de 1985

Dans la norme de 1985, une estimation précise d'une "limite de précaution santé" est exprimée, comme la limite au confort réduit, en heures. Typiquement, sur ces portiques, elle est de l'ordre de 4 heures. Il est donc tentant de la rapprocher des deux fois deux heures de conduite journalières, pour en conclure que la situation est acceptable. Outre que c'est oublier un peu vite les problèmes de posture, il se trouve que la norme de 1997 ne reprend pas du tout cette approche.

Norme de 1997

Elle se limite à définir une "zone de précaution santé" entre 0,6 et 1,1 m/s² RMS. Le seuil de 0,6 est une alerte, mais rien de grave pour la santé n'est « pronostiqué » tant que la valeur de 1,1 n'est pas franchie (voir figure 2).

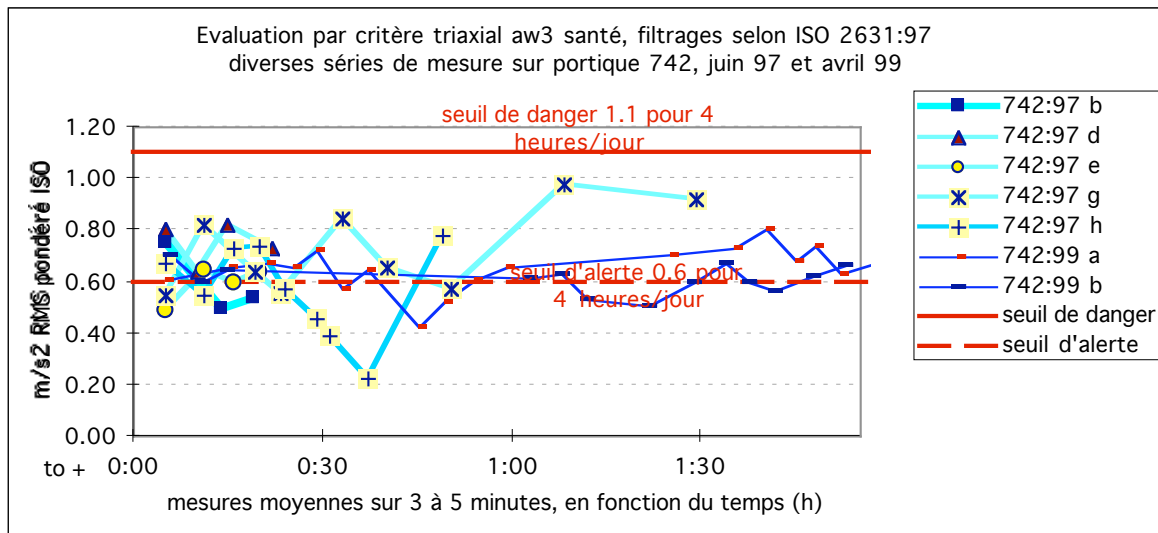


Figure 2 Valeurs de l'estimateur santé 1997 pour quelques séquences

On pourrait en tirer comme conclusion que, pour ces portiques, la situation n'est pas catastrophique puisque seul le seuil d'alerte est franchi, les plus mauvaises séquences étant évaluées à 1 m/s² RMS par l'estimateur tri axial. Reste que l'estimateur en X franchit lui aussi souvent la barre de 0,6 m/s² RMS et que, encore une fois, on ne tient pas compte de la posture.

2.3.4 Autres résultats vibratoires

D'autres renseignements peuvent être tirés des résultats de ces mesures. Le premier porte sur les résonances de structure de ces portiques très élancés. Révélées par les spectres, elles sont importantes, peu atténuées. Elles se produisent à suffisamment basse fréquence pour

rendre délicat un filtrage par des suspensions à ressort, et en tout cas inefficace une suspension par plot caoutchouc, comme on le rencontre souvent. Ces mesures permettent aussi - en vertical - une évaluation du mal des transports. Mais comme les oscillations « basse fréquence » dans ces cabines sont surtout longitudinales les faibles valeurs de l'estimateur ISO 2631 :97 du mal des transports - de l'ordre du pour cent de la population serait malade sous 2 heures - ne semblent pas très significatives.

3 ELEMENTS DE COMPREHENSION DE L'ETAT DE SANTE DE LA POPULATION DES MECANICIENS CONDUCTEURS D'ENGINS

3.1 TROUBLES DORSAUX ET RACHIDIENS : APPORTS DE RESULTATS D'ENQUETES

En 1991 une enquête de type épidémiologique menée par le médecin du travail du PAH (Arguillère, 1997) indiquait que sur une population de 248 MCE, 82 agents soit 33% se plaignait de douleurs lombaires et sciatiques (voir tableau 2).

Tableau 2 *Plaintes et troubles dorsaux et cervicaux chez les MCE du PAH en 1991*
(d'après Arguillère, 1997)

Classe d'âge	Nombre	Lombalgies	% du groupe	Dont sciatiques	Autres rachis	
					Cerv.	Dors
< 24	11	0	0	0	0	0
25-29	42	7	16,6	2	2	1
30-34	51	12	23,5	2	2	0
35-39	57	19	33,3	3	5	1
40-44	43	18	41,8	5	2	0
45-49	20	14	70	3	3	1
50-54	16	7	43,7	2	1	1
> 55	8	5	62,5	2	2	0
Total	248	82	33	19	17	4

Résultat 1 : Si l'on considère les souffrances lombaires, une analyse fine de ces résultats nous indique qu'elles sont présentes à 13,2% du groupe constitué par les MCE de moins de 30 ans (7 cas sur 53), à 28,7 % par ceux du groupe 30-39 ans, à 50,8% par ceux du groupe 40-49 ans et à 50% par les plus âgés.

Par ailleurs, en considérant une population témoin constituée par les ouvriers du PAH, il apparaît que « si l'âge moyen des agents accusant une souffrance rachidienne est identique dans les deux populations, le pourcentage de plaintes varie et est plus important dans le groupe des conducteurs d'engins ». Comparé aux données de la CNAM, l'écart sur l'âge moyen est de 8 ans : 48 ans pour l'ensemble de la population touchée par la pathologie, 40 ans pour les MCE du PAH. La cause principale d'inaptitude à la conduite des portiques à conteneurs est la pathologie rachidienne - 20% des déclarations -, mais la décision de déclaration est motivée pour 2/3 des cas par 2 de causes au moins. Le tableau 3 ci-après nous indique que parmi les plus de 45 ans en 1991, 19 MCE, soit 43% sont déclarés inaptes à la conduite de portiques ; en 1992, cette proportion est de 51%.

Tableau 3 *Proportion de MCE aptes⁶ à la conduite de portiques*

⁶ Il s'agit ici des MCE dont l'aptitude est appréciée sur l'ensemble de l'année.

(d'après Arguillère, 1997)

Classe d'âge	Nombre		Aptes portiques		% du groupe	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992
< 24	11	8	3	7	27	87
25-29	42	22	33	22	80	100
30-34	51	64	47	54	95	84
35-39	57	47	50	36	90	77
40-44	43	38	32	31	80	82
45-49	20	29	15	15	75	52
50-54	16	11	9	9	55	82
> 55	8	11	1	1	12	9
Total	248	230	190	175	70%	76%

L'enquête par entretiens semi-directifs effectués en février-mars 1999 au PAH par l'INRETS (Wang & Dolivet, 1999), et portant sur l'inconfort postural des MCE⁷, nous indique que la première sensation de gêne apparaît en moins d'une heure de conduite pour 49% des conducteurs. Cette sensation est localisée principalement au niveau des lombaires, du cou et des yeux. Les stratégies employées pour soulager cette gêne consiste avant tout en des changements de postures, à « faire une pause » – cela est possible lors des arrêts de manutention – ou encore à réajuster les réglages du siège et/ou de la suspension. Un tiers des conducteurs porte une ceinture lombaire sans pour autant que ce port soit systématique en conduite.

Résultat 2 : Tous âges confondus les 4/5^{ème} (82%) des MCE expriment une gêne au niveau des lombaires, les 2/3 (66,7%) au niveau du cou et 3/5^{ème} (61,3%) au niveau des yeux. La gêne lombaire est ressentie à 13,5% par les MCE de moins de 30 ans (13 répondants sur 15), à 42,4% par ceux de la classe d'âge 30-39 ans (32 répondants sur 36), à 42,3% par ceux de la classe 40-49 ans (38 répondants sur 47) et à 11,7% par les plus âgés – plus de 50 ans - (9 répondants sur 13).

Les résultats de 1991 obtenus par le service de médecine du travail du PAH, associés à ceux qui sont obtenus en 1999 par l'INRETS, nous permettent de conclure que, en 1991 :

- ⇒ A partir de 50 ans, la proportion de MCE inaptes à la conduite de portiques croît très rapidement pour atteindre 90% du groupe à 55 ans,
- ⇒ Les lombalgies et lombo-sciatalgies sont près de deux fois plus fréquentes chez les MCE du PAH que dans la population française considérée dans sa totalité
- ⇒ Elles surviennent en moyenne 10 ans plus tôt dans ce groupe que dans la population générale,
- ⇒ D'autre part, en comparant les résultats 1 et 2 portant sur la souffrance lombaire objectivée médicalement (1991) et appréciée de manière subjective par entretiens (1999), la tendance observée entre 1991 et 1999 est :
 - une stabilité de la souffrance lombaire chez les jeunes (moins de 30 ans),
 - une forte augmentation dans le groupe 30-39 ans,
 - une diminution légère dans le groupe 40-49 ans,
 - une diminution importante dans le groupe des plus âgés (plus de 50 ans).

Une hypothèse que nous proposons est que les « anciens » toujours MCE sont ceux qui tiennent au poste en adoptant des stratégies de compensation. La suite de l'exposé propose

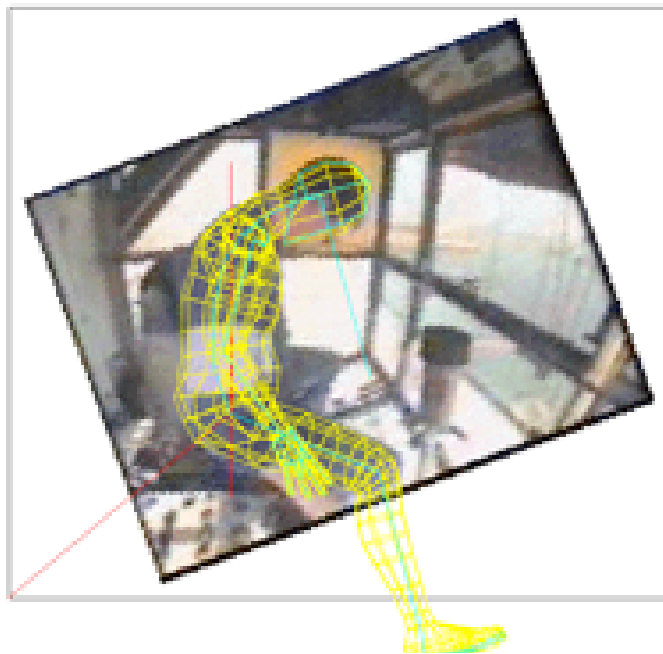
⁷ Cette enquête porte sur une population de 111 MCE sur un total de 198 ; l'effectif en % est représentatif de la population.

une lecture de l'activité posturale et de certaines de ces stratégies développées pour réduire les effets des contraintes vibratoires.

3.2 ACTIVITE POSTURALE ET EXPOSITION AUX VIBRATIONS OU COMMENT SE PREPARER A L'ACTION ET SE PREMUNIR DE LEURS EFFETS

En ce qui concerne les vibrations transmises à l'ensemble du corps, on s'accorde avec les auteurs d'études récentes (Bovenzi & Hulshof, 1998) ou déjà anciennes (Wisner, 1967, Marcellin, 1975, Seidel & Heide, 1986, Donati, 1987) d'une part pour établir un lien de cause à effet entre la posture de travail et la prévalence d'un risque de troubles lombaires, dorsaux et rachidiens, d'autre part pour considérer les vibrations, chocs et secousses comme facteurs aggravant de ces troubles. L'intensité de la vibration et la durée d'exposition sont des facteurs déterminants du confort vibratoire, mais il convient d'y ajouter le tonus musculaire, les caractéristiques anthropo-morphologiques, ou encore l'aménagement du dispositif d'assise (Rebiffé, 1968). Le détail des résultats présentés dans le point 2 nous a amené à conclure que les vibrations en cabine sont dans la gamme de fréquence 0,4Hz-10Hz, que les secousses sont importantes en intensité et en fréquence et que certains portiques semblent bien plus inconfortables que d'autres.

Qu'en est-il de l'activité posturale ? Regard dirigé vers le bas lors des phases de prise et de dépose de conteneurs à quai, sur le pont du navire ou en cale, « bras en croix » et main sur les manettes pour manipuler les combinateurs de direction, jambe écartées pour s'assurer un champ de vision dans une plage correcte et repérer des indices situés 45m à l'aplomb de la cabine, pieds en appui sur le sol de la cabine, telle est la posture principalement adoptée par le conducteur de portique (voir figure 3).



*Figure 3 Posture caractéristique d'un MCE
(d'après Brunel et al., 1999)*

Des variantes existent à cette posture de travail, qui pour certaines traduisent la recherche d'un moindre inconfort postural :

Calage des lombaires, tête droite avec regard vers le bas : cette posture se caractérise par une assise au fond du siège, l'axe de la tête étant le plus vertical possible, le regard affleurant les joues. Dans cette posture, lors des chocs, nous avons observé de grandes amplitudes des mouvements de la tête (tangage) lors des secousses longitudinales. La distance d'appui des pieds est variable (plus ou moins vers l'avant du siège).

Calage des pieds sous le siège : les pieds sont calés sous le siège pour mieux se stabiliser, en raidissant l'appui sur ses jambes. Les sièges n'étant pas tous identiques, il arrive que le pied soit calé sur le côté du siège, en coinçant le bord du siège entre sa cuisse et son mollet.

Appui de la tête sur le sternum : cette posture consiste à appuyer son menton sur le sternum ; la tête est relevée en dehors des phases d'accostage.

Appui sur une cuisse : cette posture n'est adoptée que temporairement par quelques conducteurs. Elle consiste à prendre appui avec une jambe sur l'avant de la cabine et de faire reposer la cage thoracique dessus. Cette posture n'est adoptée que par les personnes de grande taille, car les appuis possibles pour les pieds (les barres de protection des parties vitrées) sont éloignés du siège.

Cette rapide description des postures de conduite n'a pas d'autres prétentions que celle d'indiquer quelles sont les marges de manœuvre disponibles du point de vue de l'ajustement des segments corporels dans l'espace : elles sont limitées et induisent des troubles physiologiques dus à la compression abdominale, la flexion importante du rachis, la faiblesse de l'appui dorsal. La disposition des commandes manuelles détermine en grande partie la posture plutôt qu'elle ne la fixe. En complément à cette étude, les premiers résultats d'analyses fines des interactions postures-vision nous ont amené à proposer une interprétation « élargie » de ces stratégies corporelles, en termes de « styles de conduite » : c'est bien la recherche d'un compromis entre un mode opératoire efficace et une moindre souffrance corporelle – y compris le système vestibulo-oculaire - qui serait à l'origine de ces stratégies. La posture consiste à « se tenir prêt pour l'action » (Berstein, cité par Berthoz, 1997), et dans ces situations de travail, la fonction visuelle précède toute action de conduite. D'autre part les déterminants de l'action dans cette situation de travail ne réfèrent pas tous exclusivement à la conduite à proprement parler. Les facteurs d'environnement (éclairage, fumées, chocs, ...), les risques de panne ou d'incidents mécaniques, les risques de heurt des dockers à terre ou sur le navire influent sur les modes opératoires des MCE et orientent les décisions d'action.

4 DISCUSSION

Dans la situation étudiée, la référence aux résultats d'études techniques est insuffisante pour envisager des perspectives de transformation de situations de travail. Nous avons pour preuve l'enregistrement des plaintes de même type - sur une dizaine d'années au travers de compte rendu de CHSCT -, plaintes non suivies d'effets. Dans le champ des relations santé-travail et tout particulièrement sur les aspects souffrance lombaire - exposition aux vibrations, une correspondance doit être recherchée entre des résultats objectifs et des critères subjectifs.

Ainsi, en ce qui concerne l'interprétation des résultats de mesure de vibrations/secousses, le cadre proposé par la norme ISO 1985 était intéressant car la notation des seuils en « heure » met en débat certaines composantes du travail telle la répartition « temps de conduite » - « temps de non-conduite ». Lors de nos présentations des premiers résultats vibratoires

selon cette norme, nous avons trouvé un écho favorable tant auprès des représentants des MCE que des ingénieurs et administrateurs de l'équipe de direction de l'outillage. Le passage à la norme de 1997 a été vécu comme une régression, car - moins incisive dans ses réponses - elle engendre une sorte de « mollesse » dans les confrontations de logiques, du fait des écarts d'interprétation possible des termes « confort » et « inconfort ».

En ce qui concerne l'étude des relations entre travail sous contraintes vibratoires et prévalence de souffrances lombaires, nos premiers résultats portant sur l'état de santé des MCE invitent à recadrer ces interprétations issues des normes en resituant les souffrances lombaires et dorsales - objectivation médicale - et les sentiments de gêne apparaissant au cours de l'activité - au travers l'expression de la sensation -, dans un débat portant sur l'organisation du travail. Si le schéma d'organisation retenu à ce jour est celui qui permet peut-être le plus de souplesse dans la recherche de compromis entre « temps de conduite » et « temps de non-conduite », la grande diversité des situations de manutention et la difficulté à prévoir la nature et les caractéristiques de certaines de ces situations, sont deux paramètres à intégrer dans la définition des règles de l'alternance entre « temps de travail » - « temps de repos ».

Sans préjuger de l'aboutissement de ce travail, il nous semble que deux principes au moins fédèrent la méthode de recueil de données et de mise en débat des interprétations possibles à partir des résultats issus de leur traitement :

- Un principe de cohérence d'objectifs entre les acteurs exerçant une force de rappel - considérons ici les représentants du personnels MCE - et ceux exerçant « une poussée anti-dérive » - considérons ici l'équipe de recherche ; dans cette métaphore nautique, la trajectoire est guidée par le groupe de projet,
- Un principe de transparence sur les méthodes de l'étude et de la conduite du projet et son corollaire qui est que l'évolution des représentations du travail et de l'activité peut certes s'outiller des résultats d'études techniques, mais avant tout est balisée par la mise en circulation de faits indiscutables (...) et d'interprétations discutables (de Terssac, cité par Daniellou, 1997).

Les études se poursuivront jusqu'à l'année prochaine, tant dans le domaine de la mécanique vibratoire que dans celui de la modélisation bio mécanique et de la simulation gestuelle. Une enquête épidémiologique auprès des MCE du Havre et de Marseille est en cours. Les ergonomes apportent leur concours dans l'analyse de la tâche et la conduite de projet pour l'étude de faisabilité d'une cabine de conduite.

REFERENCES

AFNOR, (1996). Vibrations mécaniques, guide concernant les effets des vibrations sur la santé du corps humain, FD CR 12349, Septembre 1996, 13 pages.

Arguillère, D. (1997). Etude des dorsalgies-cervicalgies dans la population des MCE du PAH, Document PAH, 25 pages.

Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Paris : Editions Odile Jacob.

Blanchet, V., Chollet, H. et Minguy, J.L. (en collaboration avec la Société ARTISFACTA) (1998) Etude du travail des portiqueurs : assistance technique en ergonomie. Rapport INRETS-LESCO N°9801.

Blanchet, V. & Chollet, H. (1999). Portiques à conteneurs de Dunkerque, vibrations en cabine, Rapport d'étude INRETS, document LTN, 41 pages + annexes.

- Bovenzi, M. & Hulshof, C.T.J. (1998). An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. *Journal of Sound and Vibration*, 215(4), 595-611
- Brunel, N., Wang, X. & Dolivet, C. (1999). Projet PREDIT « Super-Cabine », Enquête anthropométrique des portiqueurs à conteneurs au Port Autonome du Havre, (en collaboration avec la société AGIL), Document provisoire INRETS-LBMC, 14 pages.
- Chollet, H. (1999). Projet PREDIT « Super-Cabine », Volet vibrations, rapport de phase 1 : méthodologie, Document provisoire INRETS-LTN, juin 1999, 35 pages.
- Daniellou, F. (1997). Evolutions de l'ergonomie francophone : théories, pratiques, et théories de la pratique. Actes du XXXIIe Congrès de la SELF, Lyon, septembre 1996, pp. 37-54.
- Donati, P. (1987) *Contribution à l'étude des effets des vibrations transmises à l'homme et les moyens de prévention*. Thèse de doctorat d'état, INPL.
- Flores, J.-L., Bonnardel, G. & Pachiaudi, G. (1981). Confort Dans L'autobus - Approche Ergonomique, Note D'information N°19, IRT - CERNE, Septembre 1981.
- ISO 2631 : 97 (1997). Norme Internationale, Vibrations et chocs mécaniques – évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps -, 33 pages.
- Marcellin, J. (1975). L'état ostéo-articulaire des travailleurs de 40 à 50 ans. In : A. Laville, C. Teiger and A. Wisner (Eds.), *Agés et contraintes au travail*, NEB Editions scientifiques, 373 pages.
- Mathieu, J.-L. (1998). *Bilan et compte-rendu du déroulement du débat public sur le projet « Le Havre Port 2000 »*. Document Commission nationale de débat public, 48 pages + annexes.
- Rebiffé, R. (1968). Le siège du conducteur : son adaptation aux exigences fonctionnelles et anthropométriques, In E. Grandjean Ed., *Sitting Postures*, Proceedings of a symposium held at the Swiss Federal Institute of Technology, Sept. 1968, Zurich, pp. 132-147.
- Seidel, H. & Heide, R. (1986). Long-term effects of whole-body vibration : a critical survey of the literature. *International archives of occupational and environmental health*, 58, 10-26.
- Wang, X. & Dolivet, C. (1999). Projet « Super-cabine », Enquête sur l'inconfort postural des portiqueurs au Port Autonome du Havre, Document provisoire INRETS-LBMC, mai 1999, 26 pages.
- Wisner, A., (1967). Effets des vibrations sur l'homme. In J. Scherrer, *Traité de Physiologie du Travail et d'Ergonomie*, Masson (Ed.), Paris, tome 2, pp. 73-113.