

ÉVALUATION DES OUTILS PNEUMATIQUES DANS UN CONTEXTE D'ACHAT

LORTIE MONIQUE, NASTASIA IULIANA

Université du Québec à Montréal, Sc. Biologiques, C.P. 8888 succ. Centre-Ville, Montréal,
Québec, Canada.

COMTOIS RENÉ

Cabinet conseil Comtois et associés, Montréal, Québec, Canada.

DENIS DENYS

Institut de recherche en santé et sécurité au travail, Montréal, Québec, Canada.

Résumé

L'objectif de l'étude était d'identifier des modèles intéressants à acquérir pour quatre types d'outil : riveteuse 4X, riveteuse avec anti-vibrations (A.-V.), perceuse, meuleuse à haute vitesse (HV) droite, meuleuse HV à 90°; 17 modèles ont été testés en deux phases (essai hors poste et au poste de travail) selon deux procédures (cotation sur une échelle de 1 à 5 pour des items spécifiques et globaux, mise en rang). Quelque soit la phase et procédure utilisée, ce sont les mêmes modèles à rejeter qui ont été identifiés. Pour les meilleurs outils, les essais au poste permettent parfois de démarquer encore plus un premier choix comme il peut inverser les premiers rangs. De façon générale, les évaluations globales correspondent à la somme des cotations de l'ensemble des items. Le contexte de travail a un effet important sur l'évaluation de la meuleuse. Le système anti-vibrations améliore les évaluations sur cet aspect, mais il en détériore d'autres.

Mots clés : Outil pneumatique, perception, essais

PNEUMATIC TOOLS' EVALUATION AND PURCHASING POLICY

Abstract

The main goal of the study was the identification of the best suited models for four types of tool: rivet gun 4X, rivet gun vibration dampered, drill, high speed grinder (straight and 90°); 17 models were tested through two phases (trial out, during the job) according to two subjective rating procedures (scaling and ranking). Items questioned could be very specific as well as more global. Whatever the approach used, the less satisfying models were the same. Trials on the job were at contrary necessary to fix the choice for the best suited tools. They sometimes amplified the best choice identified from the phase one, as well as reversed some ranking. As a whole, global evaluations lead to same conclusions than the computation of individual item ratings. Job context had an important effect on the assesment of the high speed grinder. Vibration dampered showed adverse effects on items other than vibration.

Keywords: Pneumatic tool, subjective rating, trial procedure

INTRODUCTION

L'augmentation des TMS (troubles musculo-squelettiques) reliés à l'usage des outils pneumatiques a été observée dans de nombreuses études (1,8). Les problèmes les plus souvent rapportés sont le syndrome du tunnel carpien, les épicondylites, les péri-tendinites de l'avant-bras et les tenosynovites du poignet et des doigts. Ces outils sont utilisés en particulier dans le secteur de l'assemblage de véhicules et l'aéronautique. Les services d'achat prennent ainsi des décisions qui ont un impact potentiel sur les TMS et le travail. Or, peu de documents s'adressent à ces derniers pour les guider dans les procédures de choix ou d'essai. Les recommandations ou valeurs de référence sont publiés dans un format peu accessible et ces valeurs ne permettent pas forcément de différencier les modèles les plus intéressants. L'objectif de l'étude était d'identifier parmi différents modèles d'un même type d'outil ceux qui étaient les plus intéressants et de vérifier l'utilisation de différentes procédures sur le choix final, afin de dégager quelques indicateurs pratiques s'adressant aux décideurs.

MÉTHODOLOGIE

Choix des outils pneumatiques

Une enquête par questionnaire a d'abord été menée auprès de 21 mécaniciens de maintenance d'avion pour identifier les outils les plus utilisés qui étaient insatisfaisants. Quatre types d'outil ont été retenus et divers modèles (17), identifiés comme prometteurs: 3 modèles de riveteuse 4X, 3 de riveteuse avec anti-vibrations (A.-V.), 4 de perceuse, 4 de meuleuse à haute vitesse (HV) droite et 3 de meuleuse HV à 90°.

Protocole d'évaluation

L'évaluation a été réalisée en deux phases, chacune impliquant l'utilisation de deux procédures. **1. Évaluation hors poste** : Pour chaque modèle, l'utilisateur (22 à 32 selon le type d'outil) devait situer sa satisfaction (parfois son confort) sur une échelle de 1 (satisfaisant) à 5 (insatisfaisant) pour une série de 12 à 16 items (dépendant de l'outil). Certains items étaient très spécifiques (*p.ex.* diamètre de la poignée), d'autres, de nature plus globale (*p.ex.* confort poignée). L'ordre de présentation des outils - tous neufs - était aléatoire. B) À la fin, l'utilisateur devait classer par rang les modèles pour 7 items. **2. Évaluation au poste** : Les mécaniciens (7 à 11 selon le type d'outil) évaluaient chaque modèle (11 à 15 items), après l'avoir utilisé à leur travail pendant environ une demi-heure. Les dimensions questionnées étaient en partie les mêmes (*p.ex.* gâchette) sauf que les items différaient (*p.ex.* force gâchette). La mise en rang a porté sur 12 à 14 items. Plus de mécaniciens ont participé à la 1^{ère} phase pour des raisons d'implication, le choix les concernant tous. La 2^{ème} phase était beaucoup plus longue et complexe à réaliser. Les essais avec les riveteuses munies d'A.-V. ont été réalisés à part sur des plaques de métal, leur utilisation nécessitant un apprentissage pour obtenir un rivetage de qualité (5). L'impact du contexte (travail au composite vs hush kits, H.K.) sur l'évaluation de la meuleuse à 90° a été analysé. L'adéquation entre les caractéristiques des modèles testés et les valeurs recommandées a été vérifiée.

Éléments évalués : Hors poste : 1. Utilisation: balance, poids, flexibilité générale, à changer les accessoires, barrure; 2. Gâchette: position, longueur, phalange; 3. Poignée: diamètre, longueur, matériel; 4. Confort: doigts, paume/main, poignet; 5. Satisfaction globale. **Au poste** : 1. Contrôle: stabilité, alimentation, ajustement/torque, impact; 2. Vibrations, bruit, poussières; 3. Gâchette: contrôle, force; 4. Utilisation: balance, poids, puissance, facilité d'utilisation globale, performance à l'usage; 5. Confort : gâchette, poignée, global.

RÉSULTATS

Identification du ou des modèles à rejeter

Essais hors poste : Les modèles identifiés à rejeter à partir de la mise en rang, même sur le seul critère global de satisfaction, ont été les mêmes que ceux identifiés à partir de la cote moyenne calculée pour l'ensemble des items. **Essais au poste** : Les outils moins bien évalués ont été les mêmes. En fait, l'essai au poste a accentué les écarts entre les meilleurs et les moins bons modèles (voir tableau 1).

Identification du ou des modèles à retenir

Certains modèles ont été systématiquement évalués comme étant les meilleurs; pour d'autres, les avis ont été plus partagés. Pour ces derniers, l'essai au poste modifie le portrait. Dans certains cas l'écart initial est accentué et le choix est confirmé. Par exemple, 36% des usagers ont classé le modèle 1 de la meuleuse droite au 1^{er} rang à l'essai hors poste vs 86% après les essais au poste. Dans d'autres cas, l'ordre a été modifié. Ainsi, le modèle de perceuse évalué au 2^{ème} rang à l'essai hors poste (M_1 vs M_2 : satisfaction moyenne: 1.91 vs 2.15; classé au 1^{er} rang: 66% vs 44%), s'est classé bon premier après l'essai au poste (M_1 vs M_2 : 1.91 vs 1.56; 45% vs 67%).

Identification des raisons pour préférer un modèle : Les modèles ont obtenu le même ordre, que l'on calcule la valeur moyenne de l'ensemble des items ou la seule réponse globale d'évaluation. Les meilleurs outils le sont en général sur la majorité des items. On peut voir au tableau 1 que le confort pour les outils mieux classés est généralement mieux évalué à l'usage. La performance à l'usage apparaît être une des dimensions qui différencie le plus les outils. Il y a pratiquement toujours concordance entre cette l'évaluation et l'évaluation globale.

Tableau 1 : Évaluation des divers modèles pour différentes dimensions

Outil /modèle	Hors poste		Au poste			
	Confort	Facile d'usage	Confort	Facile d'usage	Performance	Santé/sécur.
Perceuse						
1	1.99	2.49	1.59	1.67	1.53	1.50
2	1.79	2.08	1.82	2.00	2.06	1.78
3	2.42	2.40	2.82	2.67	2.67	3.06
4	2.72	2.46	3.57	3.33	3.00	2.56
Riveteuse 4X						
1	2.29	2.38	1.82	2.10	1.55	2.50
2	2.28	2.12	2.28	2.30	2.28	2.65
3	2.95	2.50	3.55	3,80	3.75	3.50
Riveteuse A.V						
1	2.35	2.50	2.13	2.22	1.65	2.17
2	2.30	2.42	2.93	2.78	2.89	2.73
3	2.74	3.06	2.42	2.89	2.26	2.72
Meuleuse droite						
1	1.98	2.36	1.79	1.71	1.71	2.11
2	2.10	2.34	1.88	1.71	2.36	2.13
3	2.42	2.42	2.62	2.57	2.04	2.47
4	2.21	2.08	3.03	2.86	2.82	3.16
Meuleuse 90°						
1	2.21	2.30	1.93	1.91	1.86	2.61
2	2.28	2.46	1.88	1.82	1.77	2.09
3	2.77	2.71	2.33	2.45	2.73	2.42

Impact tache/contexte : Sur les 45 paires (15 items X 3 modèles), le contexte (composite vs H.K.) a modifié 27 fois l'évaluation de la meuleuse à 90° de plus de 0.5; 20 fois sur 27, l'outil a été évalué moins satisfaisant pour le travail sur H.K. La tendance est systématique pour deux modèles, mais pratiquement inversée pour le troisième, où le travail aux H.K. améliore au contraire l'évaluation une fois sur deux. Les impacts les plus notables sont résumés au Tableau 2. Le contexte a eu un impact important pour certains éléments environnementaux, comme la poussière et sur l'évaluation des caractéristiques de design, telles le contrôle de la gâchette, l'ajustement du torque.

Tableau 2 : Impact du contexte de travail sur l'évaluation de l'outil

Item	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Composite	Hush Kits	Composite	Hush Kits	Composite	Hush Kits
Puissance	1.60	+ 0.57	1.40	+ 0.77	1.40	+ 0.60
Ajustement torque	4.40	- 1.90	1.20	+ 0.47	1.20	+ 0.30
Contrôle gâchette	4.20	- 1.20	1.60	+ 0.90	2.20	- 0.70
Performance à l'usage	2.00	+ 0.17	1.80	+ 0.53	1.80	+ 0.70
Gâchette confort	2.60	+ 0.53	1.60	+ 0.17	1.60	- 0.27
Système de barrure	2.60	- 0.87	2.33	+ 1.07	2.80	- 0.13
Poussière	2.00	+ 0.50	2.25	+ 0.75	2.00	+ 1.50
Vibration	2.00	0.00	2.00	+ 0.83	1.60	+ 0.73
Bruit	2.40	- 0.90	1.80	+ 1.00	1.80	+ 0.80
Moyenne¹	2,28	- 0.22	1.73	+0.65	2.05	+0.31

1. L'insatisfaction augmente avec la valeur; la moyenne porte sur tous les items, non seulement sur ceux du tableau

Impact des anti-vibrations: Les deux meilleurs modèles (avec et sans A.V.) ont été cotés sensiblement de la même façon à l'essai hors poste, l'écart maximum calculé étant de 24% (balance). Par contre, les évaluations au poste ont été sensiblement différentes. Avec l'A.-V., la satisfaction par rapport aux vibrations s'est améliorée de 36%, Cependant 8 des 14 items questionnés ont été moins bien évalués, dans certains cas de façon notable (puissance et force sur gâchette: +43%).

Comparaison avec les valeurs recommandées: Les catalogues donnaient des informations pour près des deux tiers des items considérés. Dans l'ensemble, les fabricants respectent les valeurs recommandées. Lorsqu'ils s'en écartaient (e.g. poids riveteuse avec A.-V.), c'était le cas de tous les modèles considérés.

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Limites de l'étude : Il s'agit d'une évaluation réalisée en milieu de travail où les conditions n'étaient pas contrôlées. Les caractéristiques individuelles, en particulier l'anthropométrie de la main ont sans doute eu un impact sur certaines évaluations(6), de même que l'expérience, les méthodes de travail (3,5,6) et le contexte de travail (2,4,7). Cependant, il s'agissait avant tout d'identifier des outils valables et d'établir des repères pour le choix des outils, non de comprendre tous les facteurs qui interviennent lors des évaluations. Ceux qui ont à choisir, sont dans les mêmes conditions. Les échelles utilisées à 5 gradients sont rapides mais moins sensibles. Si les évaluations sont à la frontière de deux gradients, l'imprécision des résultats augmente. Même si elles sont un peu plus longues à utiliser, les échelles de type CR-10 sont préférables.

Procédures de choix : Les évaluations globales hors poste sont rapides; elles permettent de distinguer les outils moins intéressants. Dans une première procédure de tri consistant à

identifier ce qui peut être retenu pour des essais subséquents, cela peut suffire. La procédure de mise en rang donne les mêmes résultats que celle par cotation. Cependant, il peut-être utile d'identifier le niveau de satisfaction, une valeur supérieure à 2.5 indiquant qu'il serait utile de chercher d'autres modèles.

Pour le choix définitif, des essais au travail sont nécessaires. Cela l'est d'autant plus que non seulement les usagers ont des caractéristiques différentes mais surtout, le contexte d'usage a un impact important. Dans la présente étude, parfois un modèle s'est bien distingué des autres alors que pour d'autres, deux modèles se sont avérés intéressants. Cependant, ces outils sont coûteux, chacun aimerait disposer de son outil, dans son coffre. La salle d'outillage permet de rendre disponibles différents outils, mais cela implique toutefois des déplacements et la mise en place d'une procédure de contrôle. Il faut aussi pouvoir déterminer le nombre à acheter. À partir du moment où deux outils valables sont identifiés, chacun devrait disposer d'une période minimale pour identifier l'outil préféré, dans des conditions représentatives de son travail. La satisfaction globale à l'usage peut suffire. Cependant, il serait utile de demander aux usagers après une certaine période de remplir une fiche d'évaluation. Cela permettrait de savoir et d'indiquer aux fabricants les points sur lesquels les outils sont moins bien évalués.

Les anti-vibrations : Les études menées sur les A.-V. montrent que les sujets, surtout expérimentés, les apprécient moins parce qu'ils empêcheraient la rétroaction d'information habituellement utilisée au rivetage (4). La qualité du rivetage diminuerait. On soupçonne qu'avec l'apprentissage, les réserves exprimées seraient moindre. Cependant, cette étude montre que les évaluations sont négatives pour des items qui ne sont pas reliés à l'apprentissage. La mise en place des A.-V. a des désavantages. On ne peut en recommander l'implantation généralisée.

Critères de choix : Présentement, les fabricants suivent les recommandations. Ces dernières ne suffisent pas à identifier les meilleurs outils. Malgré certaines indications sur le rôle de l'aménagement de poste (p.ex surface verticale vs horizontale), il est très difficile d'identifier *a priori* comment le poste et la tâche vont influencer l'évaluation. Les données expérimentales ne peuvent fournir cette réponse, du moins à court ou moyen termes. L'évaluation *in situ* demeure incontournable. De plus, si le confort demeure un élément clé, la performance à l'usage constitue cependant un critère essentiel parfois négligé. Il est souvent le facteur démarquant le plus les outils.

RÉFÉRENCES

- (1) Dimberg L., Anders O. (1991). White finger symptoms: A cross-sectional study. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, vol.62, no.9, pp.879-883.
- (2) Friedvald A., Eklund J. (1993). Reaction torques and operator stress while using powered nutrunners. *Applied Ergonomics*, vol. 24. No.3, pp. 158-164.
- (3) Lindquist B. (1993). Torque reaction in angled nutrunners. *Applied Ergonomics*, vol. 24. No.3, pp. 174-180.
- (4) Martin B.J., Klinenberg E., Cherng. J., Knight, J., Saltzman J., Rempel, D. (1994). Comparison of riveting tool design: A pilot field study in an aircraft repair shop. In *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI*. Ed. Aghazadeh F., pp. 547-552. Taylor and Francis.
- (5) Melhorn J.M. (1996). A prospective study for upper-extremity cumulative trauma disorders of workers in aircraft manufacturing. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 38, no 12, pp.1264-1271.
- (6) Oh S.A., Radwin R.G. (1993). Pistol grip power tool handle and trigger size effects on grip exertions and operator preference. *Human Factors*, vol.35, no.3, pp.551-569.
- (7) Oh S.A., Radwin R.G. (1997). The effects of power handtool dynamics and workstation design on handle kinematics and muscle activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol.20, pp.59-74.
- (8) Wos H., Lindberg J., Jakus R., Norlander S. (1992). Evaluation of impact in overhead work using a bolt pistol support. *Ergonomics*, vol.35, no.9, pp. 1069-1079.