

ÉVALUATION BIOMÉCANIQUE D'ACTIVITÉS DE LEVAGE DE COUVERCLE DE PUIITS D'AQUEDUCS ET D'ÉGOUTS

IMBEAU DANIEL, FARBOS BRUNO

École Polytechnique de Montréal, Département de Mathématique et de Génie Industriel
C.P. 6079, Succursale Centre Ville, Montréal, Québec, Canada, H3C 3A7
daniel.imbeau@courriel.polymtl.ca

BÉLANGER RAYMOND, MASSÉ SERGE

Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail
Montréal, Québec, Canada

DERFOUL ZOHRA, LORTIE MONIQUE,

Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, Canada,

Résumé

Les activités d'ouverture et de fermeture des grilles recouvrant les puits d'égouts pluviaux, des tampons de puits d'accès aux aqueducs et de ceux d'égouts sanitaires exigent des efforts physiques importants. Ces efforts sont à l'origine de blessures au système musculosquelettique et de plaintes des personnels égoutiers. Les caractéristiques fonctionnelles de ces grilles et tampons évoluent au fil des ans avec les exigences des municipalités de sorte que les égoutiers doivent composer avec des situations de travail variées. L'objectif de cette étude est de dresser un portrait des risques liés à ces activités de manutention. Des entrevues ont été réalisées auprès de 20 travailleurs de trois villes de la province de Québec et d'une entreprise privée. Le travail d'ouverture et de fermeture de 20 couvercles par chacun des travailleurs a également été filmé et analysé. Les résultats indiquent que certaines combinaisons d'outils et de couvercles présentent des risques accrus de lésions musculosquelettiques.

Mots clés : Troubles musculosquelettiques, égouts et aqueducs, manutention de charge

BIOMECHANICAL EVALUATION OF AQUEDUCT-ACCESS-WELL AND SEWER-COVER LIFTING ACTIVITIES

Abstract

The activities of opening and closing the sewage and aqueduct access well covers are associated with important physical efforts that give rise to many complaints and which may be associated with musculoskeletal injuries in sewage and aqueduct workers. The functional characteristics of these covers change on a constant basis to meet evolving municipalities' requirements for these equipment. In this respect, sewage and aqueduct workers must cope with varied work situations. This study is aimed at describing the risks associated with these cover opening and closing activities. Interviews were conducted among 20 workers from three municipalities and one private company. Each worker's opening and closing work of 20 covers was then videotaped and analysed. Results indicate that some tools and cover combinations may put the worker at greater risk of musculoskeletal injuries.

Key words : Musculoskeletal injuries, sewage and aqueduct, manual load handling

INTRODUCTION

Malgré des progrès technologiques importants dans plusieurs secteurs industriels au cours des dernières décennies, les interventions périodiques d'inspection et d'entretien des puits d'aqueducs et d'égouts demeurent nécessaires dans les municipalités du Québec. L'ouverture de tampons d'aqueducs et d'égouts sanitaires ainsi que des grilles d'égouts pluviaux a toujours été une activité difficile en raison des efforts importants qu'elle implique, particulièrement pour le dos et les membres supérieurs. Ces efforts résultent principalement du poids élevé de ces couvercles mais aussi de leurs caractéristiques très variées forçant les travailleurs à utiliser des outils divers pour les tâches d'ouverture et de fermeture. Selon les travailleurs affectés à ces travaux, aucun outil n'e serait approprié, certains outils étant acceptables dans certaines conditions et pour certains types de couvercles mais pas pour d'autres. Les caractéristiques qui font en sorte qu'une combinaison d'outil et de couvercle est acceptable n'a pas été identifiée, la littérature offrant peu de support à cet égard. Par contre, l'inadaptation d'outils et la diversité des couvercles rendent déjà prévisibles les lésions musculosquelettiques au dos des opérateurs tel que l'indiquent Aptel et Horwat (1).

Récemment, de nouveaux couvercles et tampons ont fait leur apparition sur le marché. Ces nouveaux équipements offrent des avantages importants du point de vue fonctionnel de sorte que plusieurs municipalités du Québec procèdent au remplacement progressif des anciens modèles par les nouveaux équipements (ex. lors de bris, de travaux de réfection des voies ou de développements de nouveaux quartiers). La caractéristique principale de ces nouveaux tampons est qu'ils sont munis de pattes-guides destinées à maintenir le couvercle centré dans l'ouverture du puits lui permettant de reprendre sa place lorsqu'il est déplacé, comme par exemple lors du passage à grande vitesse d'un poids lourd sur une voie rapide. Toutefois, on peut déjà anticiper que la présence de ces pattes rend ce type de couvercle plus difficile à ouvrir parce qu'il doit être levé verticalement sur toute la longueur des pattes. Selon les intervenants du milieu, les outils et méthodes actuels ne sont pas appropriés pour ces nouveaux couvercles à pattes ce qui a pour conséquence d'en rendre l'ouverture beaucoup plus exigeante sur le plan physique.

Cette étude fait suite à une demande de l'APSAM à l'IRSST et vise d'abord à dresser un portrait des risques liés aux activités d'ouverture et de fermeture des couvercles de puits d'aqueducs et d'égouts. L'étude vise également à faire ressortir des avenues d'amélioration des outils, des équipements et des méthodes de travail susceptibles de rendre ces activités de manutention plus sécuritaires.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Sujets

Vingt travailleurs volontaires ont participé à cette étude. L'âge moyen de cet échantillon était de 43,8 (écart-type de 10,6 ans), l'expérience moyenne à ce travail de 13,7 années (écart-type de 9,7 ans) et le poids moyen de ces opérateurs de 83,5 kg (écart-type de 14,4 kg). Pour participer à cette étude, les travailleurs devaient avoir un minimum de deux ans d'expérience et ne présenter aucun handicap physique majeur. Ces travailleurs venaient en nombre égal (5 travailleurs) de trois municipalités de la province de Québec et d'une entreprise privée.

Procédure

Chaque travailleur réalisait 20 ouvertures et fermetures de couvercles (tampons ou grilles). Il devait faire son travail comme à l'habitude sans contrainte ni exigence particulière de la part des chercheurs. Pour chaque couvercle manipulé, 2 ensembles de questions ont été utilisés.

Le premier ensemble a permis l'estimation de la difficulté perçue par l'opérateur avant, puis après le levage du couvercle, de l'effort perçu lors de cette levée et du niveau de satisfaction quant à l'adaptation de l'outil utilisé. Ces estimations ont été effectuées à l'aide d'échelles de type CR-10 avec ancrages terminologique. Un second ensemble de questions a été utilisé pour recueillir des informations relatives aux caractéristiques des opérateurs (ex. poids, taille expérience) et aux sensations d'inconfort ressenties lors de sa tâche de manutention. Les commentaires spontanés des opérateurs ont également été notés. Ils ont fait l'objet d'une analyse de contenu afin d'extraire des informations plus détaillées sur les activités réalisées. Les caractéristiques des outils utilisés (ex. dimensions) et des couvercles ouverts (type, forme, présence d'encoche, manufacturier, dimensions, etc.) ont été notées lors des observations. Enfin, deux caméras vidéo, chacune dans un plan différent, ont été utilisées pour enregistrer toutes les activités de manutention.

Analyses des données

Afin de faciliter le traitement de l'ensemble des informations recueillies, une base de données a été produite. Celle-ci a permis de regrouper pour chacune des levées, les informations relatives aux dimensions des couvercles, aux outils et à leur séquence d'utilisation et aux niveaux de satisfactions attribués par les opérateurs avant, pendant et après le levage du couvercle. Des statistiques descriptives et des analyses univariées ont été réalisées sur cette base de données. Deux autres catégories d'informations composent cette base: les temps d'ouverture et de fermeture des couvercles ainsi que les résultats d'analyses biomécaniques des tâches de manutention.

Le calcul des temps et des fréquences des différentes étapes liées à l'ouverture et à la fermeture d'un couvercle a été réalisé à partir du logiciel « The Observer » et ce, pour les 400 levées.

Des analyses biomécaniques ont été effectuées à partir du logiciel *3D Static Strength Prediction Program* (3). Ce logiciel permet d'estimer les chargements statiques à différentes articulations du système musculosquelettiques résultant de l'application d'un effort dans une posture donnée. Cette estimation est rendue possible par une reconstitution de la posture de l'opérateur lors de sa tâche à partir d'un mannequin virtuel. Afin de restituer les positions des opérateurs pour chaque effort, des images ont été obtenues à partir des enregistrements vidéos. Ces images correspondaient aux périodes au cours desquelles les efforts appliqués par l'opérateur semblaient les plus importants. Les forces appliquées par le travailleur ont été estimées à partir des dimensions de l'outil utilisé, des caractéristiques du couvercle soulevé et de la position de l'outil sur le couvercle. Le logiciel situe la valeur des chargements résultants par rapport à une distribution correspondante de force dans la population de travailleurs industriels en bonne santé permettant ainsi d'établir un niveau de risque pour la combinaison de posture et de forces appliquées par le travailleur.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Compte tenu du nombre important de données recueillies, de l'ampleur des analyses réalisées et de l'espace restreint ici alloué, des résultats concernant uniquement l'analyse de l'ouverture de tampons avec et sans pattes sont présentés. Pour faciliter les comparaisons, un poids de tampon de 100 kg a été utilisé dans les analyses. Ce poids est représentatif des couvercles observés sur le terrain, la plage allant de 75 kg à 132 kg. Comme pour d'autres couvercles, l'ouverture d'un tampon peut exiger jusqu'à 5 opérations différentes par l'égoutier : 1- le dégagement du couvercle des éléments tels que la neige, les feuilles susceptibles de l'obstruer; 2- son détachement du cadre le plus souvent au moyen d'une masse; 3- l'installation de l'outil de levage; 4- le décollement puis le tirage du couvercle et

enfin; 5- le dégagement complet du trou (le couvercle est déplacé à côté du trou). Les étapes 4 et 5 sont celles pour lesquelles les efforts déployés par les travailleurs sont les plus importants. Les 5 étapes ne sont pas réalisées systématiquement dans tous les cas. Par exemple, il arrive fréquemment que l'étape 1 ne soit pas nécessaire ou que l'étape 2 soit omise. L'une des conséquences de cette omission est le fait que les efforts requis à l'étape 4 seront plus importants et répétés lorsque le couvercle restera collé sur son cadre (ex. poussière, rouille), ce qui est courant particulièrement en hiver et au printemps. Les Figures 1 à 4 présentent des images correspondant aux efforts appliqués et aux postures adoptées lors des étapes 4 et 5. Aux Figures 1 et 2 le tampon ne comporte pas de pattes alors qu'à la Figure 3 celui-ci comporte des pattes courtes et qu'à la Figure 4, les pattes sont longues. À la Figure 1, l'outil utilisé pour ouvrir le tampon est un crochet. La Figure 2 montre l'utilisation d'un Pic. À la Figure 3, le protol est d'abord utilisé pour l'étape 4 alors que le pic permet de réaliser l'étape 5: les pattes du couvercle rendent très difficile l'étape 5 avec le protol lorsqu'elles sont courtes, et carrément impossible lorsqu'elles sont longues. Le pic est l'outil le plus utilisé, dans plus de 55% des ouvertures de tampons et de grilles (Figure 2, 3 et 4). Il permet d'ouvrir tous les types de couvercle, il est rapide et facile à installer et, sans manipulation additionnelle, il peut servir à nettoyer le cadre une fois le couvercle déplacé. Les Figures 1 à 4 indiquent aussi les deux articulations les plus sollicitées lors de l'ouverture ainsi que le pourcentage de la population des travailleurs masculins ayant tout juste assez de force musculaire pour réaliser l'opération selon le logiciel 3DSSP.



Région sollicitées: épaule (10%); coude (59%)
Figure 1: Ouverture d'un tampon à l'aide d'une crochet simple



Région sollicitées: épaule (84%); hanche (89%)
Figure 2: Ouverture d'un tampon à l'aide d'un pic



Région sollicitées (usage du protocole): hanche (89%); genou (98%)

Figure 3: Ouverture d'un tampon à pattes courtes à l'aide du protocole, puis du pic



Région sollicitées: coude (15); tronc (34%)

Figure 4: Ouverture d'un tampon à pattes longues à l'aide du pic

L'analyse de ces 4 figures suggère qu'une proportion relativement importante de travailleurs en bonne santé ne peuvent réaliser l'ouverture d'un tampon en toute sécurité et ceci indépendamment du type d'outil utilisé. C'est particulièrement le cas pour les tampons à pattes longues. Lorsqu'on applique la recommandation de Putz-Anderson (2) à savoir que le travail devrait être conçu de façon à éliminer tous les efforts exigeant plus de 50% de la capacité musculaire du travailleur afin que celui-ci puisse bénéficier d'une capacité de réserve suffisante en cas d'imprévu, les résultats suggèrent que seule une petite minorité de travailleurs peuvent en effet réaliser ce travail en toute sécurité. La recommandation de Putz-Anderson apparaît particulièrement pertinente ici compte tenu du poids élevé des couvercles et compte tenu qu'il est fréquent que la prise du pic sur le couvercle se rompe subitement, la pointe du pic glissant dans le trou où elle est insérée. Cette rupture donne lieu à des mouvements rapides de la part du travailleur pour dégager ses pieds et ses jambes de la zone où le couvercle retombe. Elle donne lieu également à des efforts subits et importants pour stabiliser la posture ou pour récupérer le couvercle qui glisse sur l'outil. Seul l'usage du protocole apparaît acceptable d'un point de vue des exigences physiques, toutefois cet outil reste très inadapté aux tampons avec pattes et aux grilles d'égoûts pluviaux.

CONCLUSIONS

Cette étude constitue une première quant à l'évaluation des risques musculosquelettiques associés aux tâches de manutention des couvercles d'aqueducs et d'égoûts. Les résultats permettent déjà d'identifier certaines caractéristiques de conception des outils et des couvercles eux-mêmes visant à faciliter et à rendre plus sécuritaires les activités de manutention. Toutefois, la conception de nouveaux couvercles, leur production puis leur installation dans les municipalités du Québec, représentent les grandes étapes d'un processus de transformation du travail qui s'étalera vraisemblablement sur quelques années étant donné, entre autres, le grand nombre d'acteurs qu'il fait intervenir. En attendant, les correctifs de type administratifs et la sensibilisation des travailleurs aux risques inhérents à leur travail apparaissent comme des avenues à privilégier de même que l'essai d'outils modifiés visant à faciliter le travail avec les couvercles existants.

RÉFÉRENCES

- (1) Aptel, M. et Horwath, 1992. Estimation de la contrainte lombaire lors du décollement de plaques d'égout. Unité d'assistance en physiologie et ergonomie, Centre de recherche de l'INRS, Nancy.
- (2) Putz-Anderson, V., 1988. Cumulative trauma disorders – A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. London: Taylor & Francis.
- (3) University of Michigan, 1993. 3D Static Strength Prediction Program, version 3.0. Center of Ergonomics, 1205 Beal Ave., Ann Arbor, MI 48109.