

LES PROTECTEURS DE PIEDS CONTRE LES JETS D'EAU THP

Cet article présente les résultats d'essais de protecteurs de pieds susceptibles de protéger contre les jets d'eau très haute pression (THP).

La méthode d'essai mise en œuvre consiste à faire passer un protecteur de pieds à une vitesse de 0,5 m/s devant un jet d'eau THP ; la distance entre le protecteur et la buse est de 10 cm. Le système de détection de la perforation est une feuille de latex d'épaisseur 0,18 mm qui recouvre un pied artificiel ; l'ensemble est inséré dans la botte à tester. Les bottes ont été testées en utilisant différents types de jets (droits, rotatifs, plats, orbitaux).

Quatre modèles de bottes, couramment utilisées par les opérateurs, ont été testées. Les résultats montrent que, dans les conditions d'essais de l'étude :

- les bottes en cuir et en caoutchouc normal sont à proscrire,
- la botte de bûcheron convient uniquement pour les jets plats jusqu'à une pression de 1 050 bars,
- seule la botte revendiquant la protection contre les jets THP protège contre tous les types de jets avec une pression allant jusqu'à 1 150 bars et un débit de 35 l/min.

La plupart des accidents liés à l'utilisation des jets d'eau à très haute pression (THP) se situent au niveau des membres inférieurs [1] et, plus particulièrement, les pieds [2]. Mais l'utilisateur n'a pas la garantie d'être protégé contre tous les types de jets d'eau THP avec les protecteurs de pieds actuellement proposés sur le marché, puisqu'il n'existe pas de norme pour les évaluer, ni de procédure d'essai pour les comparer de manière rigoureuse.

L'objectif de cet article est donc de présenter une méthodologie d'essai pour contrôler les protecteurs de pieds susceptibles de protéger contre ces jets et de tester quelques modèles couramment utilisés par les opérateurs, en fonction des différents types de jets.

MATÉRIEL D'ESSAI

Le banc d'essai est composé d'un groupe très haute pression et d'une enceinte d'essai dans laquelle sont installés les protecteurs de pieds à vérifier.

Le groupe THP de l'INRS utilisé lors de l'étude (cf. Figure 1) permet d'obtenir une pression maximale de 1 150 bars et un débit maximum de 35 l/min. Plusieurs modèles de têtes ont été montés sur la lance afin d'obtenir les différents types de jets couramment utilisés dans le nettoyage, le décapage et l'hydrodémolition.

L'enceinte d'essai est un compartiment clos et sécurisé pour éviter tout risque de contact avec le jet d'eau THP.

- Jet liquide
- Pression
- Chaussure de sécurité
- Essai

► *Patrice MARCHAL,*
INRS, département Ingénierie des équipements de travail

FOOT PROTECTORS FOR VHP WATER JETS

This paper presents the results of tests conducted on foot protectors capable of ensuring protection against very high pressure (VHP) water jets.

The implemented test procedure involves passing a foot protector, at a speed of 0.5 m/s, in front of a VHP water jet. The distance between the protector and the water jet nozzle is 10 cm. The perforation detection system comprises a 0.18 mm thick latex sheet, which covers the artificial foot. The latex sheet and artificial foot are inserted inside the boot to be tested. Boots have been tested by using various types of jets (straight, rotating, flat, orbital).

Four boot models commonly used by operators have been tested. Results show in test conditions that:

- normal leather and rubber boots should be prohibited.
- woodcutter type boots can only be used for flat jets up to a pressure of 1,050 bar.
- Only boots claiming protection against VHP water jets do in fact protect against all types of jets for a pressure up to 1,150 bars and a jet flow of 35 l/min.

- Liquid jets
- Pressure
- Safety shoe
- Test

Le support de l'échantillon est monté sur un bras rotatif qui permet d'ajuster la vitesse de passage devant le jet. La lance se déplace afin de régler la distance entre la buse et l'échantillon.

SUPPORT D'ÉCHANTILLON ET DÉTECTION DE LA PERFORATION

Afin d'être proche des conditions réelles d'utilisation, une forme en aluminium (cf. Figure 2) a été employée pour simuler le pied de l'opérateur. La méthode de détection de la perforation du protecteur par le jet a été reprise de celle mise au point lors d'une étude antérieure pour tester les vêtements contre les jets THP [1]. Une feuille de latex d'épaisseur 0,18 mm recouvre le pied artificiel. L'ensemble pied/latex est inséré dans la chaussure ou la botte à tester (cf. Figure 3). Le protecteur ainsi équipé est monté sur un bras tournant à une vitesse définie simulant le déplacement du jet.

Le protecteur est considéré comme non résistant aux jets THP lorsque des perforations sont observées sur la feuille de latex.

ECHANTILLONS

Les modèles testés sont des bottes, ce type de protecteur étant le plus adapté pour se protéger contre les jets d'eau THP. Ils sont tous équipés d'un embout métallique ou plastique ainsi que d'une semelle anti-perforation. Ces composants ont en outre été testés indépendamment des bottes pour vérifier leur aptitude à résister aux jets d'eau THP.

Les quatre modèles de bottes sélectionnés sont :

- botte revendiquant une protection contre les jets THP,
- botte prévue pour les bûcherons. Elle est équipée d'un renfort au niveau du coup pied qui protège contre les scies à chaîne,
- botte en cuir,
- botte en caoutchouc courante.

Certifiées CE, elles ont été choisies parmi celles couramment utilisées par les opérateurs et les personnes travaillant sur les chantiers avec des jets d'eau THP ; même si, de toute évidence, les deux dernières ne conviennent pas à ce type d'utilisation.

FIGURE 1

Groupe THP de l'INRS



FIGURE 2

Forme simulant le pied artificiel



FIGURE 3

Représentation d'une botte en cuir sur le support



MÉTHODE D'ESSAI

L'essai consiste à faire passer un protecteur de pieds monté sur le support devant un jet d'eau THP, dans les conditions les plus proches des conditions réelles d'utilisation (cf. Figure 4). Lors d'une étude précédente [1], une méthode d'essai pour vérifier la résistance des vêtements de protection avait été mise au point. Certains paramètres préalable-

ment définis ont été repris : la vitesse de passage devant le jet reste à 0,5 m/s et la distance buse/échantillon à 10 cm.

Les caractéristiques des jets étudiés sont :

- les jets droits :
 - diamètre de buse 1,2 mm, pression 1 150 bars, force de recul 250 N,

FIGURE 4

Botte cuir sur son support dans l'enceinte d'essai



FIGURE 5

Impact du jet droit sur une semelle anti-perforation



FIGURE 7

Traces d'un jet rotatif à 2 buses sur le coup de pied d'une botte en cuir



- les jets rotatifs 2 buses :
 - diamètre de buse 1,1 mm, pression 700 bars, force de recul 200 N,
 - diamètre de buse 1,2 mm, pression 650 bars, force de recul 180 N,
- les jets plats :
 - diamètre de buse 1,6 mm, pression 1 000 bars, angle d'ouverture 15°, force de recul 170 N,

FIGURE 6

Impact du jet droit sur un embout métallique



FIGURE 8

Trace d'un jet droit sur le coup de pied d'une botte en cuir



- diamètre de buse 1,6 mm, pression 1 100 bars, angle d'ouverture 30°, force de recul 160 N.
- les jets orbitaux :
 - diamètre de buse 1,25 mm, pression 1 050 bars, force de recul 200 N.

Les caractéristiques des jets correspondent au maximum des possibilités

du groupe THP de l'INRS, c'est-à-dire une pression de 1 150 bars et un débit de 35 l/min.

RÉSULTATS

SEMELLE ANTI-PERFORATION ET EMBOUT DE PROTECTION

Les embouts et les semelles anti-perforation ont été testés avec des jets droits (cf. Figures 5 et 6) à une pression d'environ 1 100 bars et une buse de diamètre 1,2 mm correspondant à un débit de 35 l/min. Ce type de jet a été choisi car il est le plus dangereux des jets qu'il est possible d'obtenir avec les moyens d'essai mis en œuvre.

Aucune perforation n'est visible sur les semelles anti-perforation. Seule la peinture est décollée (cf. Figure 5).

Les embouts métalliques et plastiques résistent aux jets d'eau THP définis précédemment. La Figure 6 présente une trace provoquée par le jet sur les embouts, mais ils ne sont pas perforés.

BOTTE EN CUIR ET EN CAOUTCHOUC

Les bottes en cuir et en caoutchouc ne résistent à aucun des jets, qu'ils soient droits, rotatifs, orbitaux ou plats (cf. Figures 7 et 8). Le latex est entièrement perforé quel que soit le type de jet.

BOTTE DE BÛCHERON

Ces bottes protègent contre les jets plats. En revanche, elles ne résistent pas aux jets rotatifs, orbitaux et droits (cf. Figure 9).

BOTTE REVENDIQUANT LA PROTECTION CONTRE LES JETS THP

Cette botte résiste contre tous les types de jets définis lors de cette étude (cf. Figure 10). Seule une marque due au passage du jet est visible, mais la botte n'est pas traversée.

FIGURE 9

Trace d'un jet droit sur une botte de bûcheron



FIGURE 10

Trace de jet droit sur une botte revendiquant la protection contre les jets THP



DISCUSSION

L'étude, objet de cet article, a permis de mettre au point une méthodologie d'essai pour tester l'efficacité des protecteurs de pieds contre les jets d'eau THP. Une forme en aluminium simulant le pied artificiel est recouverte d'une feuille de latex d'épaisseur 0,18 mm servant à détecter la perforation du protecteur des pieds. L'ensemble est introduit à l'intérieur de la botte ou de la chaussure qui est fixée sur un bras rotatif. La vitesse de passage devant le jet est fixée à 0,5 m/s et la distance buse/échantillon à 10 cm. Le protecteur est considéré comme non résistant aux jets THP lorsque des trous sont observés sur la feuille de latex.

Cette méthodologie d'essai a permis de tester différents modèles de protecteur des pieds. Les échantillons sont tous des bottes certifiées CE :

- en caoutchouc,
- en cuir,
- de bûcheron,

■ revendiquant la protection contre les jets d'eau THP.

Ils sont tous équipés de semelles anti-perforation et de coques.

Les résultats sont très variables selon les modèles et les types de jet utilisés.

■ La botte en cuir ou en caoutchouc simple est à proscrire quel que soit le type de jet THP.

■ La botte de bûcheron convient pour les jets plats jusqu'à des pressions de 1 050 bars. En revanche, elle ne protège pas contre les jets droits, orbitaux ou rotatifs.

■ La botte revendiquant la protection contre les jets THP est efficace contre tous les types de jets avec des pressions allant jusqu'à 1 150 bars et un débit de 35 l/min. En revanche, elle a une conception qui limite considérablement son emploi. Sa semelle à larges crampons est uniquement adaptée pour les terrains meubles. Elle est inadaptée pour un usage sur un sol dur, surtout lorsque l'adhérence est réduite à cause de la présence d'eau et de polluants issus du nettoyage ou du décapage. De plus, la rigidité de l'ensemble ne permet pas de marcher facilement et augmente le risque de chute.

En conclusion, il est possible de trouver des bottes protégeant contre les jets d'eau THP. L'utilisateur devra cependant vérifier les limites d'utilisation revendiquées par le fabricant de l'EPI en termes de pression, de débit et de forme de jet et s'assurer que le niveau de protection des bottes couvre ses propres conditions de travail.

Des éléments entrant dans la composition des protections individuelles des pieds ont été évalués avec cette méthode. Tous les embouts et les semelles anti-perforations testés protègent contre les jets THP, dans les limites définies de cette étude. Les fabricants de protecteurs de pieds devront veiller à ne pas employer des embouts perforés, qui peuvent être utilisés pour améliorer l'aération et le confort des utilisateurs. Lors de la conception des bottes, l'amélioration du niveau de protection doit se situer principalement sur la zone coup de pied de la chaussure.

L'étude portait sur les protecteurs de pieds, mais il convient de rappeler

qu'avant d'utiliser ces équipements de protection individuelle, il faut éliminer le risque à la source [3].

Différentes solutions sont possibles. L'utilisation d'une lance suffisamment longue est à privilégier pour éviter que le jet puisse atteindre les pieds de l'opérateur lorsqu'elle est en position basse.

Le jet droit étant le plus dangereux, il est préférable d'étudier la possibilité d'employer des moyens mécanisés disposant de carter ou tout autre type d'équipement de protection collective, ou à défaut d'utiliser d'autres types de jet moins agressifs.

Le débit et la pression influencent également fortement sur la résistance des protecteurs, il est donc nécessaire d'adapter ces paramètres à l'objectif désiré et de ne pas utiliser systématiquement les groupes THP au maximum de leurs possibilités.

Reçu le : 13/11/2008

Accepté le : 04/02/2009

POINTS À RETENIR

- Il est possible de trouver des bottes protégeant contre les jets d'eau THP.
- La botte en cuir ou en caoutchouc simple est à proscrire quel que soit le type de jet THP.
- La botte de bûcheron convient pour les jets plats jusqu'à des pressions de 1 050 bars mais ne protège pas contre les jets droits, orbitaux ou rotatifs.
- La botte revendiquant la protection contre les jets THP est efficace contre tous les types de jets avec des pressions allant jusqu'à 1 150 bars et un débit de 35 l/min.
- Avant d'utiliser ces équipements de protection individuelle, il faut éliminer le risque à la source.

BIBLIOGRAPHIE

[1] MARCHAL P., JACQUES M. – Étude de la tenue mécanique des équipements de protection individuelle aux jets d'eau à très haute pression. *Hygiène et sécurité du travail*, 203, ND 2248, 2006, 12 p.

[2] IMBEAU D., MOMPETIT Y., BERGERON S. – Description des risques à la santé et à la sécurité du travail de nettoyage avec jets d'eau sous haute et très haute pression, Rapport R-285, CSST, 2001, 63 p.

[3] WERLE R. – Équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression, ED 784, INRS, 1997, 88 p.