



Équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la CNAMTS, les Carsat, Cram, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, CHSCT, salariés.

Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, multimédias, site Internet... Les publications de l'INRS sont distribuées par les Carsat.

Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la CNAMTS et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), les caisses régionales d'assurance maladie (Cram) et caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, les caisses régionales d'assurance maladie et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, CHSCT, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).

La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression

Équipements avec accessoires de projection
guidés ou positionnés manuellement

Roland Werle
Ingénieur à l'INRS

AVANT-PROPOS

Cette brochure a été réalisée par l'INRS, **en collaboration** avec la commission « Technique et sécurité » de la Fédération nationale des syndicats de l'assainissement (FNSA) qui réunissait des spécialistes en conception, fabrication et utilisation des équipements concernés, ainsi qu'en formation professionnelle, et après consultation : des services prévention des CRAM, du ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle, d'entreprises et de sociétés de raffinage, de nettoyage industriel, de traitement de surface et du BTP.

Son but est de servir de **guide** et de **document de référence** à l'usage des personnes et organisations concernées par l'approvisionnement, l'exploitation et l'entretien des équipements à jet d'eau sous haute et très haute pression, pour leur permettre d'assurer la sécurité et de préserver la santé des travailleurs et des tiers lors des interventions où sont mises en œuvre ces équipements, quels que soient les travaux réalisés.

1. GÉNÉRALITÉS	7
1.1. Domaines d'application et équipements concernés	7
1.2. Description technique	7
1.2.1. Schéma d'une installation type	7
1.2.2. Le circuit d'alimentation	8
1.2.3. Adjonction d'additifs	8
1.2.4. Réchauffeur	9
1.2.5. Le générateur haute pression	9
1.2.6. Équipements de régulation et de sécurité	9
1.2.7. Circuit de distribution haute pression	10
1.2.8. Les accessoires de projection	12
1.3. Principales définitions concernant les pressions	16
1.4. Caractéristiques des générateurs	16
2. RISQUES ET PRINCIPES DE PRÉVENTION	17
2.1. Analyse des risques	17
2.1.1. Risque de perforation/coupure par action du jet	17
2.1.2. Risque de traumatismes divers	18
2.1.3. Risques dus au bruit	18
2.1.4. Risques inhérents à la présence ou à l'utilisation du courant électrique	18
2.1.5. Risques chimiques	19
2.1.6. Risque de chute	19
2.1.7. Risques physiologiques liés à la charge physique	20
2.1.8. Risque de brûlures thermiques	20
2.2. Les principes de prévention	20
2.2.1. La démarche préventive	20
2.2.2. L'évaluation des risques	21
2.2.3. Les actions de prévention	21
2.2.3.1. <i>La suppression ou la diminution des risques (prévention intrinsèque)</i>	
2.2.3.2. <i>Les dispositifs de protection collective</i>	
2.2.3.3. <i>Les équipements et dispositions supplémentaires contribuant à la sécurité</i>	
2.2.3.4. <i>La protection individuelle</i>	
2.2.3.5. <i>La formation du personnel</i>	
2.2.3.6. <i>L'information du personnel</i>	
3. CHOIX DES ÉQUIPEMENTS	27
3.1. Conformité à la réglementation	27
3.2. Groupe moteur-pompe	27

3.3. Circuit de distribution	29
3.3.1. Tuyauteries rigide	29
3.3.2. Flexibles	30
3.4. Accessoires de projection et dispositifs de commande au pied	31
4. PRÉPARATION DE L'INTERVENTION	36
4.1. Organisation du travail	36
4.1.1. Travaux exécutés par une entreprise pour son propre compte	36
4.1.2. Travaux exécutés par une entreprise extérieure	36
4.2. Aménagement du poste de travail	37
4.3. Mise en œuvre des équipements	39
4.3.1. Générateur haute pression	39
4.3.2. Tuyauteries et flexibles	41
4.3.3. Accessoires de projection	44
4.3.4. Commande de dépressurisation d'urgence	45
4.4. Vérifications à effectuer au niveau du matériel	46
4.5. Règles générales de composition des équipes	46
5. RÉALISATION DE L'INTERVENTION	49
5.1. Précautions à prendre avant et lors de la mise en route	49
5.2. Risques et moyens de prévention spécifiques à chaque méthode de travail	50
5.2.1. Travail à la barre	50
5.2.1.1. Risques spécifiques	
5.2.1.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.1.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	
5.2.2. Travail au pistolet	52
5.2.2.1. Risques spécifiques	
5.2.2.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.2.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	
5.2.3. Travail au furet	55
5.2.3.1. Risques spécifiques	
5.2.3.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.3.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	
5.2.4. Travail au chariot de nettoyage	59
5.2.4.1. Risques spécifiques	
5.2.4.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.4.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	
5.2.5. Travail avec un hydroéjecteur	60
5.2.5.1. Risques spécifiques	
5.2.5.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.5.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	

5.2.6. Mise en œuvre des têtes de nettoyage de réservoirs	61
5.2.6.1. Risques spécifiques	
5.2.6.2. Moyens de protection spécifiques	
5.2.6.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun	
5.3. Précautions à prendre lors des interruptions temporaires ou définitives du travail	62
6. ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE	64
7. SÉLECTION ET FORMATION DES PERSONNELS	66
7.1. Personnels utilisateurs	66
7.2. Personnels chargés de l'entretien et de la réparation des matériels	67
8. ENTRETIEN ET VÉRIFICATION DES ÉQUIPEMENTS	68
9. RÈGLES GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ A RESPECTER COMPTE TENU DE L'EXISTENCE DE CERTAINS TYPES DE RISQUES	71
9.1. Risques électriques	71
9.1.1. Mesures relatives à l'environnement immédiat	71
9.1.2. Mesures relatives au matériel	71
9.1.3. Mesures relatives à l'utilisation	72
9.2. Travaux en hauteur	72
9.3. Manipulations de produits	73
9.4. Interventions en espaces confinés	74
9.5. Risques liés aux problèmes de circulation	75
10. L'HYGIÈNE	77
10.1. Hygiène corporelle	77
10.2. Hygiène vestimentaire	77
10.3. Formation à l'hygiène	77
11. CONDUITE A TENIR EN CAS D'ACCIDENT	78
12. TEXTES ET DOCUMENT	80
12.1. Textes réglementaires (Code du travail) sur lesquels est fondée cette brochure	80
12.2. Documentation INRS	81
ANNEXES	82
Annexe 1. Diagramme des poussées	82
Annexe 2. Conseils pratiques pour l'utilisation des flexibles	83
Annexe 3. Exemple d'autorisation d'utilisation des équipements haute pression	86



Groupes à haute et très haute pression : la gamme des équipements concernés est très large.

1.1. Domaines d'application et équipements concernés

Le principe du nettoyage ou du décapage par l'eau sous haute (HP) ou très haute pression (THP) est basé sur la capacité d'altération des matériaux lorsqu'ils sont soumis à l'action d'un jet de liquide à très grande vitesse.

Il est utilisé dans tous les domaines de l'industrie (alimentaire, chimie, métallurgie, nucléaire,...), du BTP et des services (voirie, assainissement,...) pour des applications très variées :

- nettoyage d'installations industrielles de toutes sortes (réservoirs, citernes, tuyauteries, canalisations, faisceaux tubulaires d'échangeurs thermiques, appareils divers des industries alimentaires, chimiques,...),
- décapage de surfaces corrodées ou encrassées (carénage de navires, nettoyage de pistes d'aéroports,...),
- décalaminage et enlèvement de concrétions (fours, réacteurs chimiques,...), enlèvement de dépôts solides à l'intérieur des canalisations,
- décapage de surfaces recouvertes de revêtements, assainissement de béton (enlèvement de béton malsain et nettoyage des armatures), hydrodémolition (perçement d'orifices,...).

Il est réalisé au moyen d'équipements élevant la pression de l'eau à un niveau très supérieur à la pression ambiante (dans certaines applications la pression dépasse aujourd'hui la valeur de 3 000 bars) et forçant son passage au travers d'une tuyère de faible section produisant ainsi un jet concentré et extrêmement puissant.

Pour certaines applications, la capacité d'érosion du jet est encore augmentée par l'effet abrasif de particules solides véhiculées par l'eau ou par l'effet détersif de certains produits chimiques ajoutés à l'eau.

Le présent document prend en considération tous les équipements, stationnaires ou mobiles, permettant d'effectuer des travaux de nettoyage ou de décapage par projection d'eau :

- fonctionnant à une pression en sortie de pompe égale ou supérieure à 25 bars,
- quel que soit le débit, dès lors que le produit de la pression (en bars) par le débit (en litres/min) est égal ou supérieur à 500,
- quelle que soit la forme du jet,
- avec ou sans addition de produits détersifs ou de particules abrasives,
- dont la température n'excède en aucun point 95 °C,
- lorsqu'ils sont utilisés avec l'un des accessoires de projection décrits au paragraphe 1.2.6.

1.2. Description technique

1.2.1. Schéma d'une installation type

La diversité des applications des jets liquides à haute et très haute pression fait qu'il existe une grande variété d'équipements et de configurations d'installations possibles.

La figure 1 présente le schéma fonctionnel type d'une installation. Toutes les installations rencontrées dans la pratique pourront être considérées comme des variantes plus ou moins simplifiées de ce schéma, certaines de ses composantes pouvant être très réduites, voire inexistantes.

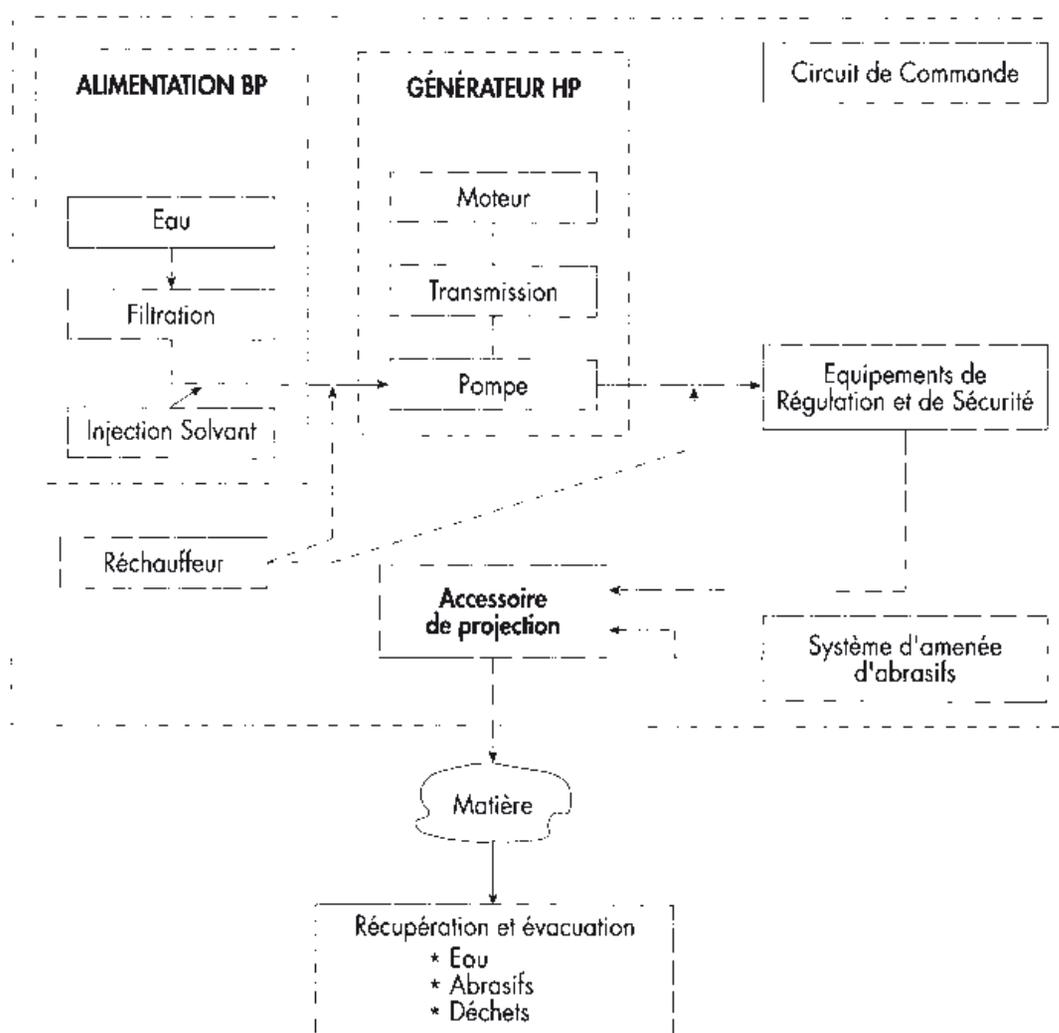


Figure 1

1.2.2. Le circuit d'alimentation

Ce circuit comprend une canalisation permettant de raccorder l'appareil sur un réseau de distribution d'eau et un ensemble de traitement de l'eau dont l'objectif principal est de retenir les particules en suspension qui pourraient avoir une action abrasive au sein du circuit haute pression ; le système de traitement généralement retenu pour les équipements visés par ce document est la filtration (arrêt des particules sur un support adapté).

Le circuit d'alimentation peut aussi inclure un ou plusieurs des éléments suivants :

- un bac permettant de constituer une réserve tampon,
- une sécurité à manque d'eau,
- une pompe de gavage.

1.2.3. Adjonction d'additifs

Une amélioration des performances de nettoyage ou de décapage du jet peut être obtenue, pour certaines applications, en incorporant des additifs chimiques à l'eau.

L'injection est généralement réalisée en amont du générateur haute pression au moyen d'un groupe de dosage constitué d'un réservoir contenant les additifs et d'une pompe doseuse.

1.2.4. Réchauffeur

Une amélioration des performances de nettoyage ou de dégraissage du jet peut être obtenue par élévation de la température de l'eau. Certains équipements intègrent donc un réchauffeur à combustible liquide ou gazeux. Suivant la conception de l'équipement ou de l'installation, celui-ci intervient soit au niveau du circuit d'alimentation, soit au niveau du circuit haute pression.

1.2.5. Le générateur haute pression

Le générateur haute pression est constitué d'une pompe volumétrique à pistons entraînée par un moteur électrique ou thermique au moyen d'organes de transmission (réducteurs, poulies/courroies, cardans, transmission hydraulique,...).

L'entrée et la sortie des chambres de compression sont équipées de clapets anti-retour dont le rôle est d'isoler alternativement, au cours du cycle, le circuit d'alimentation et le circuit HP par rapport à ces chambres.

Une gamme très étendue de générateurs haute pression est aujourd'hui proposée sur le marché. Leurs caractéristiques de débit et de pression conditionnent évidemment les possibilités de l'équipement.

Au générateur haute pression est généralement associé un circuit de commande, électrique et/ou pneumatique, qui sert à commander le fonctionnement de l'installation dans le respect des conditions de sécurité et à protéger les circuits de puissance.

1.2.6. Équipements de régulation et de sécurité

Le circuit haute pression en sortie de pompe est équipé au minimum des dispositifs de contrôle et de sécurité suivants :

- un manomètre indiquant en permanence la pression à la sortie de la pompe,
- un dispositif de sécurité (soupape de sécurité ou disque de rupture), indéréglable, limitant automatiquement la pression dans l'appareil et dans les circuits d'utilisation.

Certaines installations comportent en outre un ou plusieurs des équipements suivants :

- un dispositif installé immédiatement après la sortie de la pompe sur le circuit haute pression, faisant chuter ou permettant de faire chuter la pression résiduelle dans le circuit de distribution après l'arrêt du générateur ; il peut s'agir par exemple :
 - * d'une vanne de décharge pilotée électriquement ou pneumatiquement, ou commandée manuellement ;

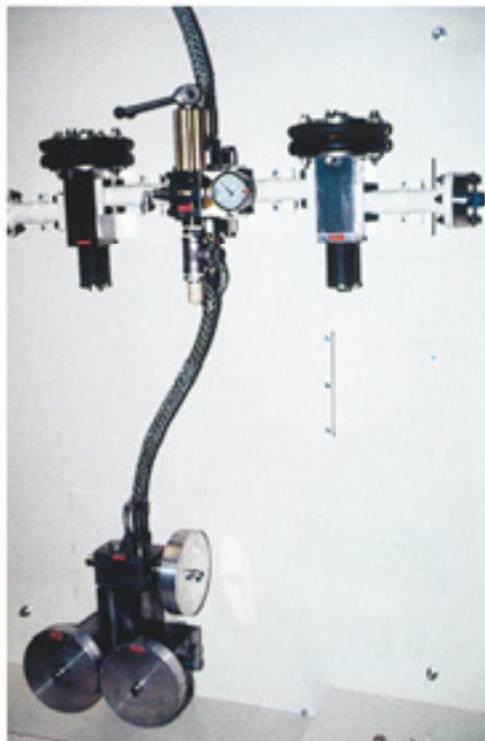


Groupe à haute pression : le circuit d'alimentation, la pompe, les équipements de contrôle et de régulation, l'armoire de commande.

- d'un dispositif prévu à l'origine avec une fuite calibrée qui permet l'annulation de la pression en quelques dizaines de secondes ;
- etc.
- un régulateur de pression, permettant de régler la pression d'utilisation pour l'ajuster en fonction de chaque opération ; dans ce cas un second manomètre indique la pression d'utilisation en aval du régulateur,
- un dispositif anti-pulsatoire destiné à éviter les à-coups de pression dans les tuyauteries et les accessoires lors du rétablissement ou de l'interruption du jet.

1.2.7. Circuit de distribution haute pression

L'eau sous haute ou très haute pression est acheminée du générateur vers les postes d'exploitation par deux types de tuyauteries : rigides ou flexibles.



Les tuyauteries rigides sont réalisées en tube d'acier. Leurs principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

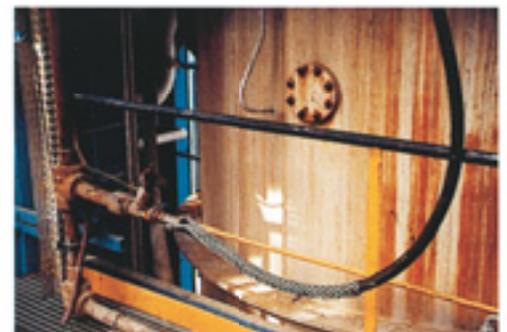
- pression minimale d'éclatement,
- diamètres intérieur et extérieur,
- nature de l'acier et mode de fabrication.

Les tuyauteries flexibles, quant à elles, sont constituées :

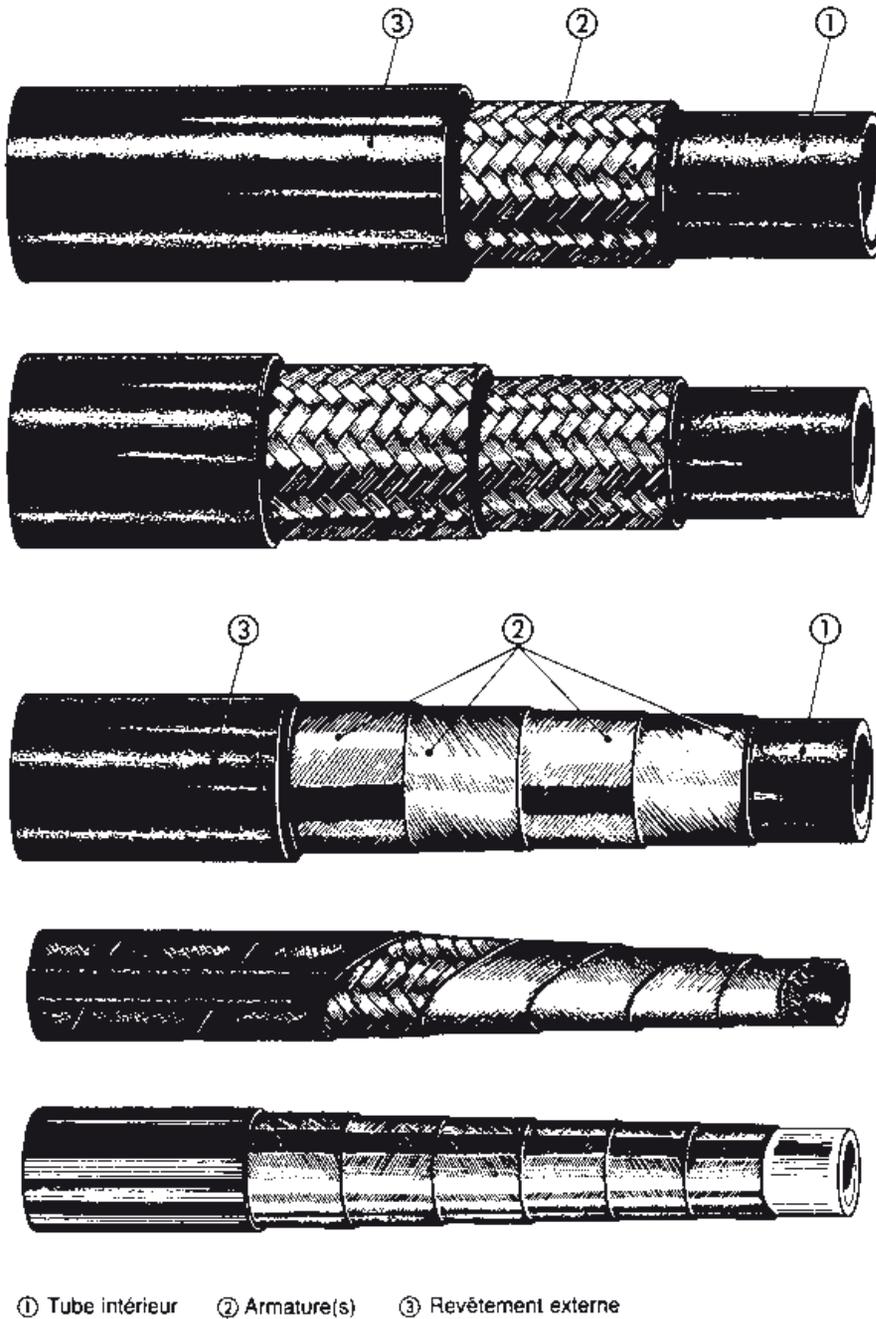
- d'un tube intérieur en matériau souple synthétique dont la fonction est de contenir le fluide sous pression et d'assurer l'étanchéité,
- d'une armature constituée d'une ou plusieurs couches de tresses ou nappes métalliques ou de fibres composites, capable de résister à la pression interne et aux contraintes externes ainsi que d'assurer la stabilité dimensionnelle,
- d'un revêtement externe qui protège le blindage des atteintes extérieures (usure, oxydation, corrosion,...).

et leurs principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

- pression d'éclatement,
- diamètres intérieur et extérieur,
- rayon de courbure minimal,
- poids linéaire,
- températures limites d'utilisation, minimale et maximale,
- type de construction (nature des revêtements, constitution de l'armature),



Réseaux de distribution haute pression associant tuyauteries rigides et tuyauteries flexibles.



Structures de tuyaux flexibles haute et très haute pression.

– caractéristiques mécaniques des éléments de raccordement.

La jonction entre les différentes tuyauteries et les équipements s'effectue au moyen de raccords ou de brides HP ou THP adaptées à la pression maximale d'utilisation (voir définition au § 1.3).

Les raccords équipant les extrémités des tuyauteries flexibles sont toujours sertis sur celles-ci au moyen d'un outillage approprié garantissant la qualité du sertissage. L'étanchéité de l'ensemble est assurée par le principe de montage « partie sphérique/alésage conique ».

Le raccordement des tuyaux flexibles à l'installation se fait par raccords vissés ou par raccords rapides. Il existe aujourd'hui un large éventail de raccords rapides constituant un moyen pratique et sûr pour raccorder entre eux plusieurs équipements et permettant de répondre à bon nombre d'applications de la haute pression.

1.2.8. Les accessoires de projection

Les accessoires de projection concernés par ce document se scindent en six catégories :

1 - Les chariots de nettoyage, spécialement conçus pour le nettoyage/décapage des surfaces planes, qui se composent généralement des éléments suivants :

- un châssis mobile avec dispositif de protection contre les projections de matière, supporté par des roues et manœuvré au moyen d'un timon,
- un dispositif de nettoyage à rotor équipé de buses de projection, sa rotation étant obtenue sous l'effet de la réaction des jets ou par motorisation de l'arbre,
- un organe de commande ou de télécommande installé sur le timon, permettant d'ob-

tenir l'ouverture ou la fermeture d'une vanne d'arrêt ou de décharge située soit sur le chariot lui-même, soit à proximité du générateur HP.

Suivant leur conception ces chariots peuvent être utilisés pour le nettoyage des sols, des plafonds ou encore des parois verticales.



Accessoires de projection : chariots de nettoyage.

2 - Les dispositifs communément appelés « pistolets » ou « lances » constitués :

- d'un canon plus ou moins long recevant à l'une de ses extrémités la buse de projection ;
- d'une crosse à une ou deux poignées, avec ou sans dispositif d'épaulement ; l'une au moins des poignées est équipée d'une gâchette de commande ou de télécommande du jet agissant sur une vanne d'arrêt ou de décharge.

L'extrémité du canon peut, dans certains cas, être équipée d'un dispositif d'injection d'abrasif fonctionnant suivant le principe du venturi : l'abrasif est aspiré par ce dispositif et se jette dans la sortie d'eau haute pression.



Accessoires de projection : pistolets.

3 - Les dispositifs communément appelés « barres » ou « tringles », consistant en un simple tube rigide, généralement de grande longueur, prolongeant le flexible auquel il est raccordé par l'une de ses extrémités et muni d'une buse à l'autre extrémité. Ils sont essentiellement utilisés pour le nettoyage des contenants longs, étroits et linéaires.

Les barres ou tringles peuvent être montées, de façon isolée ou par groupe, sur un équipement mécanisé (tringleuse) pouvant être télécommandé ou télémanipulé qui en assure le déplacement horizontal et vertical ainsi que l'avance et le retrait ; l'opérateur se place alors à distance et commande les mouvements au moyen d'un boîtier portatif.



Accessoires de projection : tringleuse pour travail à la barre.



Accessoires de projection : furets.

4 - Les dispositifs communément appelés « furets », consistant en un flexible muni à son extrémité d'une tête de curage à plusieurs orifices dont certains, dirigés vers l'arrière, engendrent des jets propulsifs qui assurent la progression de ce dispositif dans la canalisation. Ils sont essentiellement destinés au nettoyage des conduits longs et sinueux.

Ces deux dernières catégories ont en commun le fait qu'elles n'intègrent aucun organe de commande du jet. Le déclenchement et l'interruption du jet sont généralement obtenus au moyen d'une pédale (commande au pied) agissant soit directement sur une vanne incorporée à ce dispositif, soit, par l'intermédiaire d'une télécommande électrique ou pneumatique, sur une vanne située à proximité du générateur HP.

5 - Les « dispositifs rotatifs de lavage de réservoirs », essentiellement utilisés pour le nettoyage des capacités (citernes, cuves,...), se composent généralement :

- d'un dispositif de nettoyage à rotor équipé de buses de projection et dont la rotation est obtenue sous l'effet de la réaction des jets ou par motorisation de l'arbre ; ce dispositif peut être fixé soit à l'extrémité d'un élément flexible, soit à l'extrémité d'une perche de longueur fixe ou télescopique ;
- d'un dispositif de fixation de l'ensemble sur l'ouverture de la capacité à nettoyer ; ce dispositif assure aussi la fermeture de la capacité à nettoyer et protège donc l'environnement (extérieur de la capacité) de l'effet des jets ;
- éventuellement d'un mécanisme de positionnement et de déplacement automatique du dispositif de nettoyage ;
- d'une vanne de commande permettant d'alimenter et d'interrompre l'alimentation

en eau haute pression du dispositif de nettoyage.

6 - Les dispositifs appelés « hydroéjecteurs » fonctionnant sur le principe du venturi, utilisés pour pomper des eaux chargées, des boues, voire des matières solides.

Ne sont pas concernées par le présent document les installations avec équipements assurant le déplacement automatique ou semi-automatique des accessoires de projection et enchaînant plusieurs mouvements sans intervention d'un opérateur.



Accessoires de projection : têtes de nettoyage de réservoir.



Accessoires de projection : hydroéjecteurs.

1.3. Principales définitions concernant les pressions

Pression d'utilisation

Pression choisie par l'utilisateur pour effectuer le travail.

Pression maximale d'utilisation

Pression maximale à laquelle l'appareil peut être réglé par l'utilisateur.

Cette valeur est généralement fixée par le constructeur, car c'est celle qu'il a prise en compte pour effectuer le tarage de la soupape de sécurité.

Elle peut être réduite volontairement par l'utilisateur si celui-ci installe à la sortie du groupe, avant tout autre accessoire, un dispositif à soupape indérégable ou disque de rupture préтарé à une valeur inférieure à celle à laquelle a été réglée la soupape installée par le constructeur et conçu pour évacuer la totalité du débit du générateur.

Cette pression est celle qui doit être prise en compte pour le choix des équipements et des accessoires qui seront utilisés pour réaliser le travail.

Pression maximale admissible

Pression maximale sous laquelle il est autorisé d'utiliser une tuyauterie ou un accessoire.

Pression d'épreuve

Pression à laquelle sont contrôlés (vérification initiale ou vérification après réparation

ou vérification périodique) les équipements et accessoires utilisés avec un générateur haute pression.

Pression d'éclatement

Pression provoquant la ruine de l'équipement par perforation, rupture ou éclatement.

Coefficient de sécurité

Rapport de la pression d'éclatement sur la pression maximale admissible ; sa valeur dépend du type d'équipements et de la température du fluide qui les traverse.

1.4. Caractéristiques des générateurs

Les pompes à haute ou très haute pression sont caractérisées par :

- la pression engendrée à la sortie de la pompe ;
- le débit ;
- la puissance absorbée (les trois quarts environ de cette puissance sont transmis au fluide).

Le jet est caractérisé par :

- sa section à la sortie de la buse ;
- sa forme et son angle de divergence ;
- sa puissance P :

celle-ci est liée au débit « d » et à la pression « p » par la formule $P = 5/3 \times p \times d$ (P en watts, d en litres/min et p en bars).

2. RISQUES ET PRINCIPES DE PRÉVENTION

2.1. Analyse des risques

Le nettoyage, le décapage et l'hydrodémolition au jet d'eau à haute et très haute pression se substituent de plus en plus fréquemment à d'autres méthodes qui peuvent être dangereuses (travail à l'intérieur de gaines ou de conduits,...) et génératrices de nuisances (vibrations, poussières,...). Mais cette technique apporte avec elle des risques spécifiques dont il importe, pour les combattre efficacement, de bien estimer l'importance.

2.1.1. Risque de perforation/ coupure par action du jet

Parmi ces risques spécifiques on notera tout d'abord le risque de perforation ou de coupure, voire de sectionnement d'une partie du corps, par action directe d'un jet :

- soit par le jet issu de la buse de projection,
- soit par une fuite parasite sur le circuit haute pression.

On ne dispose pas actuellement de toutes les connaissances qui permettraient de donner à la notion de jet dangereux toute la précision souhaitable. En effet, le pouvoir de pénétration est une fonction très complexe de nombreux paramètres : la puissance du groupe motopompe (les 3/4 de cette puissance sont transmises au jet), la pression, la section du jet, la distance entre la buse et le point d'impact, le temps de l'action et la nature des matériaux soumis à cette action. Mais la forme du jet, divergent ou cylindrique, la pression et le débit au niveau de la buse constituent les trois facteurs déterminants pour apprécier le risque à sa valeur réelle.

Ainsi ne faut-il jamais perdre de vue qu'un jet fin à très grande vitesse possède un pouvoir perforant redoutable, essentiellement dû à sa faible section, et qu'il peut suffire d'une fraction de seconde pour perforer une partie du corps exposée à un jet à bout portant, selon la puissance et la finesse du jet. Le débit, quant à lui, a une influence sur la cohérence du jet et donc sur la distance, à partir de la sortie de la buse, sur laquelle le jet doit être considéré comme dangereux.



Un jet haute pression peut avoir un pouvoir de destruction très important.

Enfin il faut être conscient que les blessures résultant d'une perforation par un jet liquide sous pression sont toujours très graves (destruction rapide des tissus pouvant conduire à la gangrène, diffusion de l'eau et des produits éventuellement additionnés à l'eau dans l'organisme, développement d'infections gravissimes) et c'est à ce titre qu'il faut prendre les mesures de sécurité qui s'imposent.

2.1.2. Risque de traumatismes divers

Le second risque mécanique induit par ces équipements est le risque de traumatismes, contusions ou plaies dues :

- soit à un coup de fouet d'un flexible, conséquence d'une rupture du flexible lui-même ou du dessertissage d'un raccord,
- soit à un choc asséné par la tête de curage d'un « furet » mal contrôlé,
- soit à la projection d'un objet ou de débris mis en mouvement par l'action du jet,
- soit à l'action du jet lui-même, du fait de son énergie (après qu'il a perdu son pouvoir perforant).

Le coup de fouet peut être la conséquence de la rupture d'un flexible, du dessertissage d'un raccord ou de la perte de contrôle d'un équipement de projection alors que celui-ci est alimenté (furet auquel on laisse trop de liberté ou qui fait demi-tour dans un conduit, éjection brutale d'une tringle après formation d'une « poche de pression », pistolet modifié ou mal entretenu...). Les coups de fouet sont souvent à l'origine d'accidents graves en raison de la vitesse importante acquise par l'extrémité libre ; ils transforment celle-ci en une arme redoutable qu'il est impossible d'esquiver, et les traumatismes qui en résultent peuvent avoir des conséquences mortelles (hémorragies internes,

épanchement de liquide céphalo-rachidien,...).

Les objets ou débris projetés par un jet HP, du fait qu'il s'agit d'éléments solides, sont souvent dangereux sur une distance bien plus importante que ne l'est le jet lui-même et il faut donc en tenir compte lors de l'évaluation du risque et du choix des mesures de protection.

En outre il ne faut pas oublier que la réflexion d'une partie du jet peut entraîner vers l'opérateur des particules avec une énergie cinétique telle qu'elles peuvent provoquer des blessures graves aux yeux ou s'incruster dans l'épiderme, voire le derme, de l'opérateur si celui-ci n'est pas suffisamment protégé.

Enfin un jet à fort débit, alors même qu'il ne présente plus réellement un risque de pénétration du fait de la distance qui sépare le point d'impact de la buse, conserve toutefois encore un pouvoir traumatique important capable de causer des lésions graves (aux yeux, aux oreilles,...) s'il venait à être dirigé vers un individu.

2.1.3. Risques dus au bruit

L'exposition au bruit intense du jet et, éventuellement, au bruit du groupe moteur-pompe peut, si aucune précaution particulière n'est prise, être à l'origine de troubles auditifs pouvant aller jusqu'à la perte partielle ou totale de l'ouïe.

Le bruit peut en outre être à l'origine d'incidents secondaires pour cause d'incompréhension entre les opérateurs.

2.1.4. Risques inhérents à la présence ou à l'utilisation du courant électrique

Les accidents consécutifs à aux risques inhérents à la présence ou à l'utilisation du cou-

rant électrique peuvent être classés en 3 grandes catégories :

- L'électrocution, entraînant l'arrêt cardiaque, donc la mort de l'individu.
- L'électrisation, décharge électrique reçue par le corps humain, n'entraînant pas l'arrêt cardiaque mais occasionnant une tétanisation des muscles causant dans la plupart des cas la chute de l'individu avec les risques que cela comporte.
- Les brûlures cutanées, plus ou moins étendues, sur les zones ayant été en contact avec la source électrique.

Les risques électriques ont pour cause le contact direct ou indirect avec une pièce sous tension :

- jet atteignant un équipement resté sous tension (aucune enveloppe ou protection classique ne présente une étanchéité suffisante vis-à-vis du jet issu d'un équipement de projection HP ; l'isolation des câbles peut être détruite par le jet) ;
- défectuosité du matériel.

Le travail en milieu humide et parfois conducteur constitue, en outre, une condition aggravante pour les risques d'origine électrique.

2.1.5. Risques chimiques

Une mauvaise maîtrise des risques chimiques peut conduire aux accidents suivants :

- l'asphyxie, phénomène particulièrement insidieux, souvent mortel, qui survient sans aucun signe avant-coureur qui pourrait alerter la victime ;
- les intoxications par inhalation ou par contact, susceptibles de provoquer des irritations, des allergies, des accidents pulmonaires et des empoisonnements ;
- les brûlures chimiques, provoquées par le contact direct de produits corrosifs, qui détruisent la peau, les muqueuses oculaires

ou respiratoires et provoquent des lésions plus ou moins graves en fonction de la nature du produit, de sa concentration, de la durée du contact, de la surface du corps atteinte. Ici, de tels accidents ont principalement pour causes :

- La réaction de certaines substances avec l'eau, entraînant soit une libération de gaz, soit la formation d'acide dont les projections et les brouillards peuvent être dangereux, même à faibles doses.
- L'accumulation de gaz ou de vapeurs toxiques dans des zones auxquelles l'opérateur doit accéder (interventions dans des capacités, réservoirs, égouts, travail en souterrain).
- L'accumulation de gaz ou de vapeurs toxiques dans une poche et la libération soudaine de ceux-ci après désobstruction d'un conduit.

2.1.6. Risque de chute

Les chutes sont consécutives :

- soit à une glissade,
- soit à une perte d'équilibre.

Les paramètres à prendre en compte pour évaluer le risque de chute par glissade sont :

- l'état des sols en cours d'intervention ; sont particulièrement dangereux :
 - les sols boueux, ou souillés de matière grasse ou liquide,
 - les sols soumis aux conditions atmosphériques, humidité, neige, gel ;
- la visibilité dans la zone d'intervention ;
- la technique de travail.

Les paramètres à prendre en compte pour évaluer le risque de chute par perte d'équilibre sont :

- l'apparition et la disparition de l'effort de recul lors de l'établissement et de l'interruption brusque du jet ;

- les variations de l'effort s'exerçant sur l'accessoire tenu par l'opérateur (par exemple lorsque plusieurs porte-buses sont raccordés simultanément sur un même générateur HP) ;
- l'encombrement ou les irrégularités du sol ;
- la présence au sol du flexible d'alimentation en eau sous pression ;
- le défaut d'appréciation de ce risque par l'opérateur.

Les conséquences des chutes sont aggravées par :

- la perte de contrôle d'un accessoire de projection avec crispation sur la commande du jet ;
- les travaux en élévation (chutes de hauteur).

2.1.7. Risques physiologiques liés à la charge physique

Les paramètres à prendre en compte pour évaluer ces risques sont :

- la posture de l'opérateur en cours de travail ;
- l'effort que l'opérateur doit exercer pour maintenir l'accessoire de projection (poids propre et réaction du jet haute pression) ou pour effectuer le travail (traction sur le furet) ;
- la maniabilité, le poids et l'équilibrage des accessoires de projection ;
- l'effort que l'opérateur doit exercer sur l'organe de commande.

2.1.8. Risque de brûlures thermiques

Les brûlures thermiques peuvent être provoquées :

- soit par l'échauffement de la buse,
- soit par l'échauffement de tout ou partie des accessoires, des raccords,... lors de l'uti-

lisation d'un générateur haute pression équipé d'un réchauffeur,

- soit par la projection d'eau chaude sur l'opérateur ou sur toute autre personne lors de l'utilisation d'un générateur haute pression équipé d'un réchauffeur. Dans ce dernier cas le risque existe sur toute la portée du jet.

2.2. Les principes de prévention

2.2.1. La démarche préventive

La démarche préventive doit toujours être abordée de façon globale pour l'ensemble de l'intervention. Elle consiste à :

- 1) Définir les travaux à effectuer et reconnaître les lieux.
- 2) Identifier les phénomènes dangereux et procéder à une évaluation des risques.
- 3) Supprimer les phénomènes dangereux ou limiter le risque dans toute la mesure du possible.
- 4) Prévoir et mettre en place des dispositifs de protection contre tous les risques qui n'ont pu être éliminés.
- 5) Prendre les dispositions supplémentaires utiles et nécessaires en vue de situations d'urgence ou de l'amélioration de la sécurité.
- 6) Exiger des opérateurs et de toutes les personnes intervenant dans la zone de danger le port des équipements de protection individuelle adéquats.
- 7) Informer et avertir les opérateurs des risques résiduels.

En ce qui concerne les phases 3, 4 et 5, il faut examiner l'impact des mesures de prévention :

- prises au niveau du choix du matériel et des équipements nécessaires pour réaliser l'intervention,
- prises au niveau de l'organisation des postes de travail et des chantiers,
- mises en œuvre par les utilisateurs lors de l'intervention elle-même.

Dans la plupart des cas la combinaison de plusieurs de ces mesures est nécessaire pour atteindre les objectifs de sécurité en tenant compte notamment des critères d'ergonomie, de productivité et de flexibilité.

2.2.2. L'évaluation des risques

Il ne suffit pas de mettre les risques en évidence pour en avoir une connaissance complète, il faut ensuite en évaluer l'importance, même de façon approximative, pour s'assurer que les mesures de prévention nécessaires sont bien prises ou pour les mettre en place.

Mais il n'existe pas toujours de règle précise pour évaluer les risques ; aussi doit-on se limiter, la plupart du temps, à une estimation simple :

- de la probabilité d'apparition de l'événement redouté ;
- de la gravité de cet événement.

En pratique, l'estimation des risques se fonde sur de nombreux facteurs :

- la nature et le lieu de l'intervention,
- le type d'accessoire de projection utilisé,
- les équipements mis en œuvre et leurs caractéristiques (pression, débit, température,...),
- le nombre de personnes exposées,
- le caractère habituel ou occasionnel de l'intervention,
- la durée d'exposition au risque,
- la survenue d'incidents, d'accidents ou de maladies à la suite d'interventions similaires,

- les observations ou les plaintes des opérateurs,
- l'efficacité des mesures de prévention régulièrement mises en place, etc.

2.2.3. Les actions de prévention

On désigne ainsi l'ensemble des actions à mettre en place pour :

- supprimer ou diminuer les risques (voir 2.2.3.1) ;
- mettre en œuvre des mesures de protection collective (voir 2.2.3.2) et des équipements et dispositions complémentaires (voir 2.2.3.3) ;
- déterminer / choisir les moyens de protection individuelle nécessaires (voir 2.2.3.4) ;
- informer et former les opérateurs (voir 2.2.3.5 et 2.2.3.6) ;
- diminuer les conséquences d'un éventuel accident (voir § 11) ;

ainsi que les opérations de surveillance périodique et de maintenance à assurer en vue de contrôler les dérives éventuelles de la situation et de garantir la sécurité dans le temps.

2.2.3.1. La suppression ou la diminution des risques (prévention intrinsèque)

L'idéal est, bien sûr, de remplacer un équipement dangereux ou une situation dangereuse par un équipement ou une situation ne présentant pas ou peu de risque chaque fois que cela est techniquement possible et/ou de limiter l'exposition des personnes aux phénomènes dangereux en réduisant le besoin, pour les opérateurs, d'intervenir dans des zones dangereuses.

Pour cela il faut intervenir le plus en amont possible : dès le choix des équipements et des accessoires, mais aussi dès l'établissement des procédures d'intervention pour

faire prendre en compte, à tous les niveaux, les exigences de sécurité et de santé du travail. Pour les entreprises intervenantes cela passe nécessairement par un dialogue avec le « client » et la préparation, en commun, de l'intervention.



Amélioration des équipements de travail : un dispositif de retenue s'oppose à la sortie accidentelle de la tête.



Choix du procédé de travail : pour le décapage des sols, le chariot est préférable au pistolet (réduction du risque d'accident aux jambes, possibilité de récupération des boues à la source...).

Les principaux axes de recherche pouvant être explorés sont les suivants :

L'amélioration des équipements de travail

Par exemple :

- utilisation d'un dispositif pour « reprendre » les efforts s'exerçant sur un porte-buse ;
- utilisation de commandes à ouverture progressive ;
- mise en place de canalisations rigides et protégées chaque fois que possible ;
- utilisation d'un dispositif de retenue de la tête de curage pour empêcher sa sortie inopinée lors du retrait ;
- utilisation d'un matériel en parfait état, régulièrement entretenu et contrôlé ;
- etc.

L'aménagement des conditions de travail

Par exemple :

- travail de plain-pied chaque fois que l'on peut déplacer la pièce à traiter ;
- coupure totale de l'alimentation en énergie électrique des lignes et des appareils susceptibles d'être atteints par le jet ;
- etc.

La modification, l'adaptation du procédé de travail

Par exemple :

- l'utilisation de chariots de nettoyage au lieu de pistolets pour le nettoyage/décapage des sols ;
- l'utilisation d'un matériel approprié au travail à effectuer, en utilisant le couple débit-pression le plus faible ;
- l'utilisation de buses à jet divergent chaque fois que l'utilisation de buses à jet cylindrique n'est pas justifiée ;
- en évitant l'utilisation d'eau chaude chaque fois que celle-ci n'est pas indispensable (travail à pression supérieure, avec un additif,...).

L'organisation du travail

Une bonne préparation de l'intervention, l'établissement de procédures et le respect des procédures établies permettent souvent de réduire les temps d'intervention et donc d'exposition aux risques et d'éviter les improvisations de dernière minute qui ne permettent plus de faire une analyse et une évaluation objective des risques.

La mécanisation de certaines opérations et l'éloignement du personnel

Par exemple :

- L'usage d'équipements mécanisés et contrôlés à distance pour le déplacement des barres horizontales lors d'intervention sur des échangeurs tubulaires (tringleuses).
- L'utilisation de « têtes de nettoyage rotatives » sur un dispositif de positionnement à déplacement automatique permet de nettoyer l'intérieur de réservoirs, réacteurs, autoclaves, en s'affranchissant des risques liés à l'intervention en espace confiné.

2.2.3.2. Les dispositifs de protection collective

Si le risque n'a pu être supprimé ou réduit à un niveau acceptable, il faut prévoir la mise en œuvre de dispositifs de protection collective lors de l'aménagement du site.

Dans le cas d'interventions chez un client, les dispositifs de protection qui doivent être mis en œuvre peuvent impliquer une participation effective du client. L'entreprise intervenante ne doit pas transiger sur les informations qui doivent être, pour elle, des certitudes ! (Validité des contrôles, qualité des moyens mis à sa disposition, neutralité de l'environnement, etc.).

Les principaux risques engendrés par les travaux au jet HP ou THP et qui justifient la mise en œuvre d'une protection collective sont :



Eloignement du personnel de la zone dangereuse : la mise en œuvre d'équipements mécanisés contrôlés à distance permet de soustraire l'opérateur au risque présenté par le jet issu de la buse.

Les risques liés au jet

Il s'agit essentiellement d'assurer la protection des tiers contre les risques dus au jet (action directe et projection d'objets) ou au fouettement d'un furet sortant inopinément d'un conduit :

- soit au moyen d'un balisage signalant le danger (protection par éloignement), solution acceptable pour un chantier provisoire lorsque l'on dispose d'un espace suffisant ;
- soit au moyen d'obstacles matériels résistant au jet dans les cas suivants :
 - si l'espace disponible est trop réduit pour assurer correctement une protection par éloignement au moyen d'un simple balisage,
 - dans le cas de l'existence d'un risque spécifique (nettoyage à l'eau chaude, addition d'abrasif,...),
 - pour les aires de nettoyage spécifiquement aménagées.

Les risques d'intoxication, d'asphyxie ou d'explosion

Lorsque l'aération naturelle ne suffit pas à rétablir une atmosphère correcte, il faut mettre en œuvre une ventilation mécanique.

Le risque de chute de hauteur

Pour des dénivellations supérieures à 3 mètres, il faut donner la priorité à l'utilisation de moyens assurant la protection collective. Seules les interventions de brève durée (moins de 1 journée) autorisent le recours à la seule protection individuelle. Pour les interventions plus longues, et sauf impossibilité technique, une protection collective conforme à la réglementation et aux normes en vigueur (voir aussi § 9.2) doit être mise en place.

Les risques électriques

Lorsque les conditions d'exploitation rendent dangereuse ou impossible la mise hors tension de certains circuits électriques situés dans la zone d'intervention, il faut :

- installer des écrans de protection faisant efficacement obstacle au jet devant ces circuits car aucun équipement ne présente une étanchéité suffisante vis à vis d'un jet haute pression et le jet aurait vite fait de dégrader les isolants ;
- protéger, si cela n'est déjà fait, chaque ligne d'alimentation de ces circuits par un dispositif différentiel à haute sensibilité.

2.2.3.3. Les équipements et dispositions supplémentaires contribuant à la sécurité

En fonction du type d'intervention réalisé et des conditions dans lesquelles elle se déroule, il pourra être nécessaire de mettre en œuvre un ou plusieurs dispositifs supplémentaires. Citons pour exemple :

- Les équipements d'arrêt à distance.
- Les commandes au pied avec vannes de décharge.
- Les dispositifs destinés à améliorer la sécurité des opérateurs au travail :
 - les doubles commandes sur les pistolets, ou, ce qui est encore préférable, les commandes bimanuelles⁽¹⁾ ;

- les dispositifs de retenue pour les barres ou les furets.

- Les équipements de radiocommunication pour faciliter l'échange d'informations en milieu bruyant ou à distance.

Ces dispositifs sont détaillés au § 5 « Réalisation de l'intervention ».

En outre il conviendra de mettre à la disposition de l'équipe de travail du matériel de secourisme (trousse de secours, couverture,...), afin qu'elle soit en mesure d'assurer les premiers secours. Suivant le type et le lieu de l'intervention, il peut être nécessaire de la doter d'équipements de secours complémentaires.

2.2.3.4. La protection individuelle

Bien qu'il faille privilégier les mesures de prévention intrinsèque et de protection collective, il ne faut jamais négliger le recours à la protection individuelle qui, dans le cadre de travaux impliquant des opérations manuelles, s'avère indispensable pour prévenir des types d'accidents particuliers (accidents aux mains par exemple) et compléter une protection collective qui n'est jamais parfaite.

En outre la protection individuelle permet, dans certains cas particuliers, de suppléer à une protection collective techniquement impossible ou trop onéreuse (lorsque le travailleur est exposé à un risque spécifique pendant une courte durée par exemple).

Des équipements de protection individuelle (EPI) : gants, bottes, casques, lunettes, pro-

(1) Commande nécessitant une action maintenue qui, pour déclencher et maintenir le jet, exige au moins que les deux mains actionnent simultanément deux organes de commande. Le jet est interrompu dès que cesse l'action d'une main au moins, et il ne pourra pas être rétabli tant que l'opérateur n'aura pas cessé d'actionner les deux commandes.

ecteurs acoustiques, vêtements protecteurs résistant aux produits chimiques,... doivent donc être mis à la disposition du personnel par l'employeur.

Les EPI sont toujours conçus et réalisés dans le cadre du « meilleur compromis possible » entre des critères d'efficacité (adaptation aux risques) tels qu'isolation, étanchéité, résistance, etc. et des critères de confort (adaptation au travailleur et au travail) tels qu'épaisseur, souplesse, poids, etc. Ils doivent donc être choisis en fonction de la nature des travaux à effectuer et doivent présenter des caractéristiques d'efficacité compatibles avec la nature des risques.

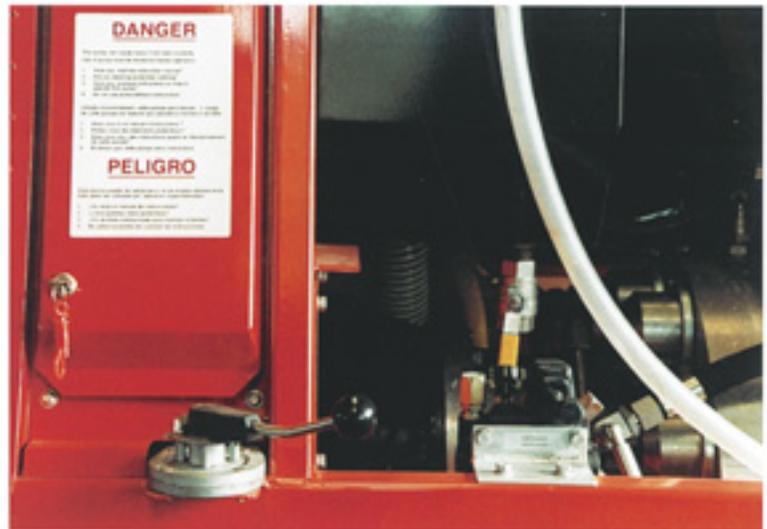
2.2.3.5. La formation du personnel

Le décret 79-228 du 20 mars 1979 a rendu obligatoire la formation du personnel à la sécurité. Cette formation a pour objet d'enseigner au salarié, à partir des risques auxquels il est exposé, les comportements et les gestes les plus sûrs en ayant recours à des démonstrations ainsi que de l'instruire des précautions à prendre pour assurer sa propre sécurité et, le cas échéant, celle des autres personnes concernées.

Dans le cadre d'un programme établi pour des personnes auxquelles seront confiés des travaux de nettoyage/décapage avec des équipements HP ou THP, la formation pratique des intervenants à l'utilisation des appareils est indispensable, car elle est le premier gage de sécurité.

La formation sera l'occasion :

- d'informer sur les risques potentiels d'accidents ou d'altération de la santé ;
- d'expliquer l'utilité des mesures de prévention prises ;
- d'expliquer les modes opératoires retenus s'ils ont une incidence sur sa sécurité ou celles des autres personnes ;



Affichage permanent de consignes écrites sur un groupe HP.

- d'enseigner les comportements et les gestes les plus sûrs ;
- de montrer le fonctionnement des dispositifs de protection et de sécurité et d'expliquer les motifs de leur emploi ;
- de préparer le salarié à la conduite à tenir lors d'événements accidentels prévisibles ou lorsqu'une personne est victime d'un accident ou d'une intoxication sur les lieux de l'intervention ;
- et enfin de rappeler les mesures d'hygiène.

2.2.3.6. L'information du personnel

Il est nécessaire d'informer et d'avertir les opérateurs quant aux risques qui n'ont pu être suffisamment réduits et contre lesquels les mesures de protection ne sont pas – ou

- pas totalement – efficaces, et sur les dispositions particulières à prendre si les conditions de travail sont perturbées et rendues plus dangereuses, notamment par suite :
- de conditions atmosphériques particulières : gel, chaleur, vent... ;
 - de dégagements gazeux ;
 - etc.

Cette information peut être portée à la connaissance des travailleurs de plusieurs façons :

- affichage de consignes de travail en sécurité, de fiches de postes,... ;
- transmission de consignes de travail écrites ou verbales ;
- organisation de réunions ou de campagnes d'information dans l'entreprise ;
- etc.

3. CHOIX DES ÉQUIPEMENTS

3.1. Conformité à la réglementation

Il ne faut choisir et utiliser que des appareils conformes à la réglementation (se reporter au § 12 pour les références des textes applicables).

Les générateurs haute pression alimentant les installations sont des machines au sens du décret n° 92-765 du 29 juillet 1992. Ils doivent donc être marqués CE et accompagnés d'une déclaration de conformité CE et d'une notice d'instruction.

Selon le ministère du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle, les accessoires de projection alimentés par ces générateurs constituent, au sens du décret précité, des « équipements interchangeables » qui doivent donc, comme les générateurs, être marqués CE et accompagnés d'une déclaration de conformité CE et d'une notice d'instruction.

Dans le cas d'un assemblage d'éléments provenant de fabricants différents, ceux-ci seront responsables des informations qu'ils donneront pour assurer un montage correct, tandis que l'entreprise qui les met en œuvre devra s'assurer de la compatibilité des différents éléments entre eux.

3.2. Groupe moteur-pompe

Circuit d'alimentation

Le circuit d'alimentation en eau du groupe haute pression doit être de préférence équipé d'une réserve tampon et d'une sécurité de manque d'eau, dont l'intérêt est de protéger à la fois le matériel (en évitant les phéno-

mènes de cavitation) et l'opérateur (toute perturbation dans l'alimentation pouvant se traduire par des à-coups dangereux au niveau de l'accessoire de projection).

Dispositifs de contrôle et de sécurité

Le circuit haute pression en sortie de pompe doit être au minimum équipé des dispositifs de contrôle et de sécurité suivants :

- un manomètre indiquant en permanence la pression à la sortie de la pompe ; son échelle de mesure sera au moins égale à 1,5 fois la pression maximale d'utilisation ;
- un dispositif de sécurité (soupape de sécurité ou disque de rupture), non susceptible de se dérégler, et limitant automatiquement la pression dans l'appareil et dans les circuits d'utilisation. Cette limite sera fixée en fonction de la pression maximale d'utilisation par les normes harmonisées. En attendant l'adoption de ces normes, il est recommandé que ce dispositif empêche la pression de dépasser de 20 bars ou de 15 % la pres-

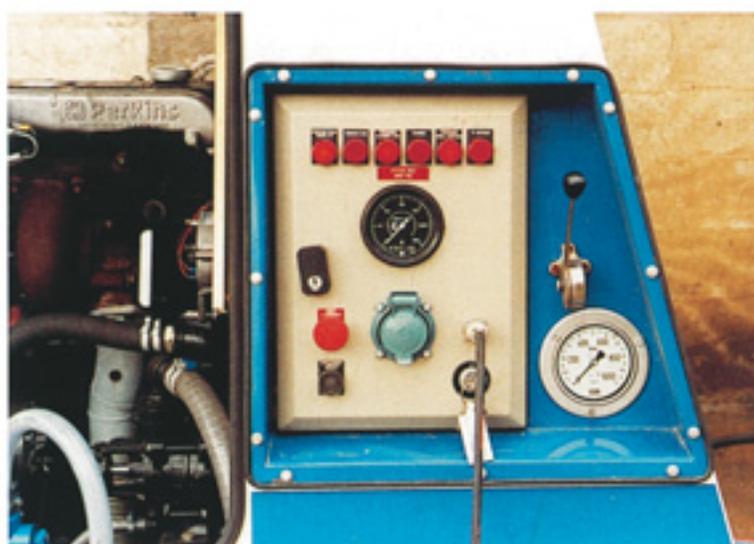
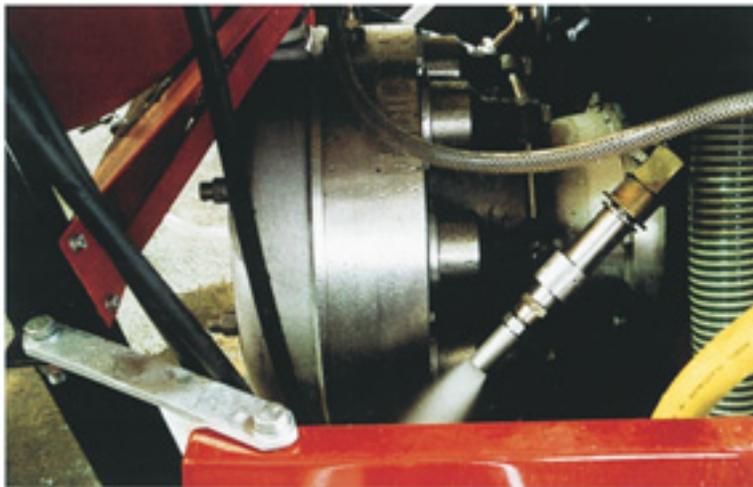
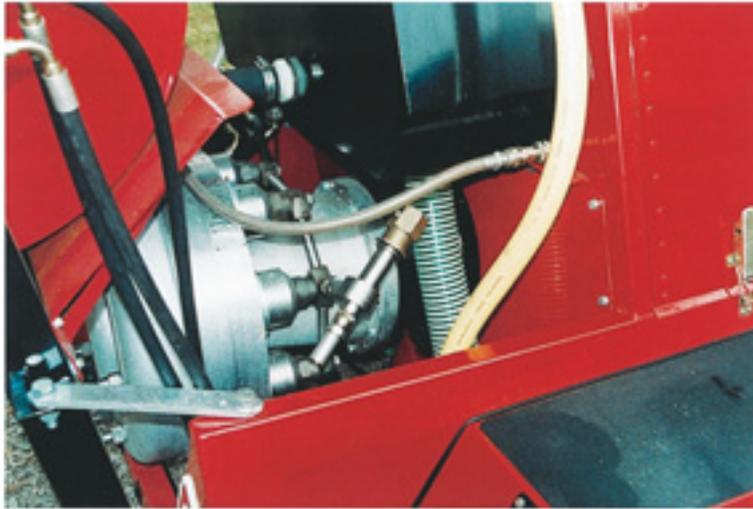


Tableau de commande d'un groupe HP avec manomètre affichant la pression en aval de la pompe et commande d'arrêt d'urgence pour l'interruption rapide du débit d'eau.



Soupape de sécurité intervenue pour limiter automatiquement la pression dans les circuits d'utilisation ; ce modèle nécessite un réarmement manuel après chaque déclenchement, obligeant ainsi l'opérateur à en rechercher la cause.

sion maximale d'utilisation prévue par le constructeur (10 % dans le cas des installations équipées d'accumulateur(s) anti-pulsations⁽¹⁾).

L'évacuation du liquide s'échappant par l'orifice de ce dispositif doit être assurée de telle

(1) Ces valeurs sont celles qui figurent actuellement sur le projet de norme européenne en cours d'élaboration et ont été admises par la majorité des experts chargés de préparer cette norme.

manière qu'elle ne présente aucun danger pour l'opérateur ou pour les personnes se trouvant à proximité de l'équipement.

Interruption du débit vers le circuit d'utilisation

Le générateur doit aussi être équipé d'un dispositif permettant, le plus rapidement possible et de manière fiable, d'interrompre le débit de fluide vers le circuit d'utilisation ; il peut s'agir par exemple :

- d'un contacteur interrompant l'alimentation en énergie électrique lorsque la pompe est entraînée par un moteur électrique de faible puissance ;
- d'un mécanisme d'embrayage désaccouplant la liaison moteur/pompe lorsque la pompe est entraînée par un moteur thermique (l'arrêt de ce dernier ne pouvant être obtenu instantanément) ;
- d'un système de décharge piloté électriquement, pneumatiquement ou commandé manuellement, situé sur le circuit HP ou THP immédiatement à la sortie de la pompe...

Ce dispositif doit comprendre un (des) organe(s) de service clairement identifiable(s), bien visible(s) et facilement accessible(s).

Lorsqu'après avoir déclenché un ordre d'interruption du débit on cesse d'activer l'organe de service correspondant, l'ordre doit être maintenu par un blocage du dispositif jusqu'à son déblocage volontaire.

Annulation de la pression résiduelle

Il est recommandé d'acquérir des équipements conçus de telle sorte que la pression à la sortie de la pompe revienne automatiquement à un niveau inférieur ou égal à la pression du circuit d'alimentation chaque fois que ces équipements sont mis à l'arrêt.

Si l'équipement n'a pas été conçu à l'origine suivant ce principe, il est possible d'évi-

ter la majeure partie des accidents dus à la persistance d'une pression résiduelle par l'utilisation d'un dispositif présentant une fuite calibrée, soigneusement protégée, permettant l'annulation de la pression en quelques dizaines de secondes après l'arrêt.

Mise hors pression des flexibles et accessoires lors de la suspension d'une opération

Lors du choix d'un équipement mobile, il faut donner la préférence aux modèles équipés d'une vanne de décharge pouvant être télécommandée et située au plus près du générateur, afin que les flexibles et autres équipements ne restent pas sous pression pendant les périodes de suspension d'une opération.

Liaisons équipotentielles

Toutes les masses métalliques du groupe moteur-pompe doivent être interconnectées (même si la source d'énergie n'est pas l'électricité) pour pouvoir être reliées facilement à une prise de terre.

Niveau sonore

Avant d'acquérir un appareil, il est conseillé de s'informer du niveau sonore de celui-ci dans les conditions habituelles d'utilisation et d'en tenir compte pour arrêter son choix.

Équipements avec réchauffeurs

Dans le cas d'un appareil à eau chaude équipé d'un réchauffeur à combustible liquide ou gazeux, il faut s'assurer que l'équipement comporte au minimum, pour ce sous-ensemble spécifique, les sécurités suivantes :

- un dispositif interrompant l'arrivée du combustible ou assurant un réallumage automatique en cas d'extinction de flamme,
- un thermostat de surchauffe évitant le dépassement de la température maximale de service.

Par ailleurs, le point de remplissage ou de raccordement à une réserve en combustible doit être clairement identifié et facile d'accès et la nature du combustible doit y être indiquée de façon indélébile.

Dispositions visant à faciliter l'entretien et la maintenance

La présence d'un compteur-totalisateur du nombre d'heures de fonctionnement facilite le travail des personnes chargées de l'entretien et de la vérification des équipements.

3.3. Circuit de distribution

3.3.1. Tuyauteries rigides

Les tuyauteries rigides sont à utiliser de façon préférentielle dans le cas d'installations fixes ou lorsque des interventions répétées sont à prévoir en des endroits peu accessibles (particulièrement en des endroits élevés).

Elles doivent être adaptées à la pression maximale d'utilisation : le coefficient de sécurité, calculé ou déterminé par des essais représentatifs, doit être :

- au moins égal à 3 si des dispositions sont prises pour les protéger contre les ondes de choc, qu'elles sont incapables d'amortir (dispositif antipulsatoire en amont, anti-bélier en aval) ;
- au moins égal à 4 dans le cas contraire.

En principe il est souhaitable que les circuits de distribution rigides soient reliés aux générateurs par l'intermédiaire de tronçons flexibles : cette mesure permet d'éviter la transmission des vibrations générées par le groupe et d'amortir les pulsations. Ce tronçon flexible doit être couvert par une gaine.

Une attention particulière doit être portée à la corrosion qui peut, d'une part, affaiblir la

résistance du tube et, d'autre part, être à l'origine de problèmes dus au détachement de particules corrodées pouvant obstruer les buses.

Les circuits de distribution rigides doivent être conçus pour être aisément purgés et pour supporter sans dommage les phénomènes de dilatation. Le nombre de raccords doit être réduit au minimum.

Les canalisations rigides seront soumises à une épreuve hydraulique avant la mise en service, à une pression d'épreuve égale à 1,5 fois la pression maximale admissible ; elles seront clairement repérées, protégées contre les chocs, notamment à proximité des postes de travail et des voies de circulation et au droit des raccords, et solidement maintenues sur leurs supports (en particulier à chaque changement de direction).

3.3.2. Flexibles

Approvisionnement

Toute commande de flexible(s) doit mentionner clairement les caractéristiques d'utilisation suivantes :

- la nature des fluides utilisés, car l'agressivité chimique de certains détergents ou produits spéciaux n'est pas toujours compatible avec la qualité des matériaux constitutifs des flexibles ;

- les températures limites si elles ne sont pas comprises dans la plage - 10 °C à + 70 °C, car la résistance à la pression varie énormément avec la température ;

- la pression maximale admissible ;

- la pression minimale d'éclatement exigée.

Tout flexible complet, c'est-à-dire avec ses deux embouts sertis, destiné à être utilisé avec des générateurs haute pression doit avoir subi une épreuve hydraulique avant sa première mise en service.

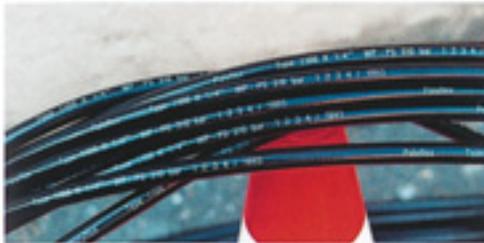
Le coefficient de sécurité à prendre en compte pour la détermination de la pression d'éclatement et le rapport de la pression d'épreuve à la pression maximale admissible dépendent de l'équipement avec lequel sera utilisé le flexible ainsi que de la température du fluide qui le traversera. Il est recommandé de respecter les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

	Rapport pression d'épreuve sur pression maximale admissible	Coefficient de sécurité
Flexibles utilisés exclusivement avec de l'eau à moins 70 °C	= 1,5	≥ 2,5
Flexibles utilisés avec des appareils équipés de réchauffeurs ou alimentés en eau à plus de 70 °C(1)	= 2	≥ 4

(1) Les valeurs indiquées correspondent à des épreuves et des essais pratiqués à la température ambiante du local d'essai, et établissent un niveau de sécurité comparable à celui qui serait obtenu par des épreuves et des essais effectués à la température d'utilisation des flexibles (eau entre 70 °C et 95 °C) avec un coefficient égal à 1,5 pour l'épreuve et à 3 pour la résistance à l'éclatement.

L'utilisateur doit exiger du fournisseur qu'à partir des documents accompagnant la livraison, d'une part, et des marquages figurant sur les flexibles eux-mêmes, ou sur les raccords sertis sur les flexibles ou au moins sur une plaque ou un anneau solidement fixé à ceux-ci, d'autre part, il soit possible, sans équivoque :

- de retrouver l'origine du flexible (le fabricant et la référence),
- d'identifier la société qui a effectué le sertissage des raccords, si elle est distincte du fabricant,
- de connaître la date de sertissage, la pression d'éclatement et la pression à laquelle a été éprouvé le flexible une fois assemblé.



Les flexibles équipés doivent pouvoir être identifiés sans ambiguïté au moyen des marquages portés sur les flexibles eux-mêmes et sur les embouts sertis.

La pression maximale admissible doit, quant à elle, être marquée en clair et sans ambiguïté sur les flexibles eux-mêmes, ou sur les raccords sertis sur les flexibles ou au moins sur une plaque ou un anneau solidement fixé à ceux-ci.

Les marquages doivent être réalisés par gravure en creux ou par tout autre procédé leur garantissant un caractère indélébile.

Pour qu'un flexible puisse être utilisé avec des fluides dont la température dépasse 70 °C il faut, en outre, que la température maximale d'utilisation soit gravée en clair sur les raccords.

Stockage

Les flexibles doivent être entreposés à l'abri de la lumière directe du soleil et des produits agressifs, à une température comprise entre 5 et 35 °C (optimum 15 à 25 °C).

Dans le cas où un stockage de longue durée (≥ 1 an) n'a pu être évité par l'utilisateur, il faut procéder à un contrôle approfondi de l'article avant sa mise en service (consulter le fournisseur).

Les flexibles doivent être stockés sur une surface plane et sèche, en respectant les rayons de courbure minimaux ; l'accrochage sur des pics ou crochets est absolument pros crit ; les extrémités doivent être protégées par des bouchons.

3.4. Accessoires de projection et dispositifs de commande au pied

Tenue à la pression

Il est recommandé que les accessoires de projection et les dispositifs de commande au pied (pédales de commande) aient un coefficient de sécurité au moins égal à 3 (valeur

calculée ou vérifiée par des essais représentatifs) et qu'ils aient subi une épreuve hydraulique à une pression d'épreuve égale à 1,5 fois la pression maximale admissible.

Marquage

Le marquage en clair de la pression maximale admissible sur tous les accessoires de projection, leurs composants interchangeables et sur les dispositifs de commande au pied est le seul moyen fiable permettant aux personnes qui seront chargées de les mettre en œuvre de s'assurer qu'ils sont bien adaptés à la pression prévue pour effectuer le travail. Sauf impossibilité dans l'état des techniques existantes, il est donc recommandé à l'utilisateur d'exiger de son fournisseur la présence de ce marquage, ainsi que la présence d'un marquage permettant d'identifier le constructeur, sur tous les composants.

Organes de commande

Pour tous les accessoires de projection, à l'exception des dispositifs rotatifs de nettoyage des réservoirs, et pour les dispositifs de commande au pied, l'organe de commande provoquant la formation du jet doit nécessiter une action maintenue : le jet doit être interrompu automatiquement dès que cesse l'action sur cette commande et aucun moyen de blocage de la commande en position « jet établi » ne doit être toléré.

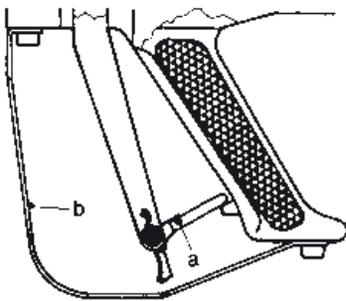
Le dispositif de commande doit être conçu ou protégé de façon que le jet ne puisse être obtenu sans une manœuvre intentionnelle. Parmi les solutions généralement adoptées pour satisfaire à cette exigence on peut citer (par ordre de performance croissant) :

- la garde de gâchette (arceau, ou capot de protection pour les commandes au pied),



L'indication en clair de la pression maximale admissible est le seul moyen fiable pour s'assurer que chaque composant est bien adapté à la pression maximale d'utilisation.

- le dispositif de verrouillage de la gâchette ou de la pédale en position « jet interrompu »,
- la garde de gâchette associée à un dispositif de verrouillage de la gâchette en position « jet interrompu »,
- la garde de gâchette associée à une double commande,
- la commande bimanuelle.



a) Dispositif de verrouillage automatique.
b) Arceau de protection du levier de commande d'un pistolet.

Un des moyens de protection du dispositif de commande contre une manœuvre par inadvertance sur un pistolet.

Lorsqu'il choisit des accessoires de projection équipés d'une commande manuelle, l'utilisateur doit aussi faire attention à la valeur de l'effort nécessaire pour actionner et maintenir cette commande, et donner une préférence à ceux qui présentent la valeur la plus faible ; en effet, au-delà d'un effort de 5 à 6 daN, la personne qui utilise l'accessoire de façon permanente ressent une fatigue certaine, et la tentation est forte de chercher un moyen de bloquer cette commande en position.

Décharge hydraulique de la pression

Il existe des accessoires de projection ou des pédales de commande conçus de telle façon que, dès que cesse l'action sur la commande, le flux de liquide est dérivé vers un conduit

de décharge, faisant ainsi chuter la pression dans le circuit d'utilisation à un niveau tel que les risques de blessures par un jet sont alors fortement réduits. Cette conception présente en outre l'avantage d'introduire une phase intermédiaire entre un effort de recul nul et un effort de recul maximal au niveau de l'accessoire de projection qui peut contribuer à supprimer l'effet de surprise pour



Accessoires de projection conçus pour dériver le flux de liquide dans un conduit de décharge en l'absence d'action sur le dispositif de commande.

l'opérateur et à éviter ainsi des réactions dangereuses de ce dernier. Enfin elle permet de réduire l'effet des coups de bélier dans le circuit haute pression (augmentation de la longévité du matériel et réduction du risque de rupture). Il faut donc, dans la mesure du possible, donner la préférence à ce type d'équipements.

Critères spécifiques aux pistolets et lances

Pour ce qui concerne les pistolets ou lances, l'utilisateur choisira de préférence :

- des modèles conçus pour atténuer les à-coups lors de l'établissement du jet ;
- des modèles à double commande chaque fois que possible, et particulièrement s'il envisage d'effectuer des travaux hors surveillance permanente dans les conditions précisées au § 4.5 ou des travaux exigeant l'emploi de pistolets à canon court ; toutefois, pour être considérée comme plus sécurisante, une double commande doit être conçue pour ne pas pouvoir être facilement neutralisée ;
- des modèles équipés d'origine, ou pouvant l'être ultérieurement, d'un accessoire permettant de les mettre en appui contre le thorax ou l'épaule de l'opérateur si les caractéristiques pression/débit du générateur peuvent générer des efforts de recul supérieurs à 15 daN dans l'axe du canon ; en effet, au-delà de cette valeur, il est recommandé d'utiliser un support permettant au corps de l'opérateur de contribuer à absorber l'effort.

La maniabilité, le poids et la répartition des masses par rapport aux points de préhension sont également des facteurs à prendre en compte pour réduire les risques physiologiques et diminuer la fatigue de l'opérateur.

Critères spécifiques aux chariots de nettoyage

L'utilisateur doit porter une attention particulière :

- à leur stabilité et à leur facilité de manœuvre,
- aux protections mises en place sur le carter pour limiter la formation de brouillards de pulvérisation et la projection de débris.

Si le chariot est conçu pour le nettoyage/décapage de murs verticaux ou de plafonds, il doit être de préférence, et dans la mesure où l'application et les techniques existantes le permettent, équipé d'un dispositif interrompant automatiquement et immédiatement le jet et arrêtant le rotor dès que le carter couvrant le dispositif rotatif est écarté de la paroi à traiter d'une distance telle que le dispositif présente un risque pour le personnel.

Critères spécifiques aux dispositifs rotatifs de nettoyage des réservoirs

Les dispositifs de nettoyage des réservoirs doivent pouvoir être fixés positivement sur les ouvertures des capacités dans lesquelles ils seront introduits.

Les moyens de fixation doivent, de préférence, être conçus de telle façon que :

- la tête ne puisse être retirée tant qu'elle est alimentée en fluide sous pression,
- la tête ne puisse être alimentée en fluide sous pression tant qu'elle n'est pas bridée sur une capacité.

Si tel n'est pas le cas, il est recommandé d'équiper le circuit d'alimentation de deux vannes d'arrêt situées au plus près de la tête, dont l'une au moins peut être verrouillée en position de fermeture.

Accessoires pour appareils avec réchauffeurs

Si un accessoire est destiné à être utilisé avec un générateur haute pression équipé d'un

réchauffeur, il doit être équipé d'une protection contre le risque de brûlures partout où l'opérateur peut normalement poser les mains.

Attention ! Non-respect des règles de l'art = Danger

La confection par l'utilisateur d'accessoires adaptés à certains travaux particuliers peut être, si elle ne respecte pas les règles de

l'art des constructeurs, la source de risques graves. Ainsi :

- le non-respect des règles d'ergonomie,
- l'utilisation de matériaux non prévus pour la pression de service,
- la réalisation d'accessoires de projection sans commande de déclenchement et d'interruption du jet fiable et éprouvée, peuvent être à l'origine d'accidents graves.

4. PRÉPARATION DE L'INTERVENTION

4.1. Organisation du travail

Un employeur ne doit confier l'utilisation d'un appareil à jet d'eau sous haute pression qu'à une ou des personnes autorisées. L'autorisation leur est délivrée par écrit par l'employeur, après vérification de l'aptitude médicale et professionnelle et après une formation appropriée aux travaux à effectuer (voir chapitre 7).

L'hygiène et la sécurité doivent être intégrées à l'organisation du travail. Cela suppose une bonne préparation de l'intervention afin de définir avec précision les conditions de son déroulement, le matériel à utiliser et les moyens de prévention à mettre en œuvre.

Il faut alors informer le personnel sur les procédures à suivre et vérifier régulièrement l'application de chaque prescription.

Le contrôle de l'application stricte des procédures est indispensable pour lutter contre certaines pratiques néfastes pour la sécurité pouvant s'instaurer avec l'habitude, qui peut faire oublier certains risques peu apparents.

4.1.1. Travaux exécutés par une entreprise pour son propre compte

Lorsque les travaux sont effectués par une entreprise pour son propre compte et sur son domaine, l'entreprise doit désigner une personne responsable du suivi de ces travaux ; ce responsable a la charge de :

- composer les équipes ;
- définir les opérations à effectuer ;
- faire l'analyse et l'évaluation des risques et définir les mesures de sécurité à prendre pour assurer la protection du personnel appelé à se trouver dans la zone de travail ;

- établir et indiquer la procédure à suivre et transmettre les consignes aux opérateurs ;
- vérifier l'application de chaque prescription.

Ce responsable évaluera la nécessité de communiquer les consignes par écrit aux membres de l'équipe, compte tenu de la pression, du débit et de l'existence éventuelle de risques inhabituels.

4.1.2. Travaux exécutés par une entreprise extérieure

L'entreprise qui envisage la réalisation de travaux au jet HP ou THP avec un nouveau donneur d'ordre, sur un nouveau site ou dans de nouvelles conditions doit effectuer un examen minutieux des lieux avec le donneur d'ordre (entreprise utilisatrice, administration, particulier,...) et avec le responsable de chantier qu'elle pourrait choisir.

A la suite de cet examen elle établira un cahier des charges⁽¹⁾ dans lequel doit être rappelé le respect, à la fois par le donneur d'ordre et par l'entreprise extérieure, des textes en vigueur et des mesures prises pour couvrir les différents risques. Ce cahier des charges doit tout particulièrement préciser les obligations à la charge du donneur d'ordre et celles à la charge de l'entreprise extérieure.

(1) Lorsque le donneur d'ordre est une entreprise utilisatrice au sens du décret n° 92-158 du 20 février 1992, ce cahier des charges doit être intégré dans un plan de prévention (Il convient de consulter le document INRS ED 757 « Intervention d'entreprises extérieures. Aide-mémoire pour la prévention des risques » qui rappelle et explique ce décret).

Ce cahier des charges peut être un document (parmi plusieurs) établi à l'avance par l'entreprise extérieure en fonction de son expérience de chantiers similaires ; ce document de base sera complété et/ou amendé au cours ou à l'issue de cet examen, ceci pour tenir compte des situations particulières et des risques supplémentaires nécessitant des mesures spéciales. Les travaux ne doivent pas commencer avant que le donneur d'ordre et le responsable de l'intervention aient pris connaissance de ce document et l'aient approuvé.

Le donneur d'ordre doit délivrer une autorisation de travail écrite après examen de la procédure d'intervention ; sur cette autorisation devront être précisées les règles particulières de sécurité auxquelles le personnel de la société extérieure devra se conformer ainsi que la nature de tous les risques spécifiques dont le donneur d'ordre a connaissance :

- nature des produits dangereux véhiculés ou stockés,
- risques que ceux-ci comportent,
- présence de lignes électriques, etc.

En délivrant cette autorisation de travail, le donneur d'ordre s'engage à informer son personnel de la réalisation de ce type de travaux et à lui indiquer les procédures à suivre (restriction d'accès à la zone d'intervention, etc.), ce qui est particulièrement important lorsque les travaux ont lieu in-situ, hors zone aménagée.

L'équipe d'intervention doit recevoir avant le départ vers le lieu de travail toutes les informations utiles sur les procédures à suivre, les précautions particulières à prendre, les contrôles à effectuer, les postes de secours les plus proches ou l'emplacement des moyens de liaison les plus proches permet-

tant de prévenir les organismes de secours en cas d'accident.

Pour les travaux réalisés à très haute pression ou en cas d'exposition de personnel à des risques inhabituels, les consignes du donneur d'ordre doivent être écrites ; elles doivent en particulier définir la zone dangereuse et la procédure à suivre pour libérer cette zone de toute présence avant le commencement des travaux ; il faut s'assurer que l'ensemble du personnel travaillant à proximité de la zone d'intervention a connaissance des consignes de sécurité concernant l'accès à cette zone.

Le responsable de l'entreprise extérieure doit désigner une personne chargée de vérifier l'application de chaque prescription ; à défaut c'est à lui que revient cette tâche.

4.2. Aménagement du poste de travail

Choix et délimitation de la zone de travail

Dans toute la mesure du possible, les opérations de nettoyage ou décapage au jet seront effectuées dans des cabines ou sur des aires de lavage aménagées en conséquence, parfaitement délimitées au moyen de protecteurs fixes dans lesquels sont aménagés des accès.

Les points d'accès devront être munis d'une signalisation interdisant l'entrée à toute personne venant de l'extérieur tant qu'une opération est en cours. Si la nature des protecteurs ne permet pas de voir l'intérieur du site, une signalisation claire et non ambiguë devra être prévue à proximité des points d'accès pour informer toute personne venant de l'extérieur qu'une opération est en cours.



Signalisation du danger.

Si l'intervention doit être effectuée hors zone aménagée, la périphérie de la zone dangereuse devra être clairement délimitée et matérialisée au moyen d'obstacles assurant une dissuasion efficace avec panneaux d'avertissement nettement visibles signalant le danger de façon claire et non ambiguë et, si nécessaire, au moyen d'obstacles matériels résistant au jet.

Ces obstacles devront, dans la mesure du possible, être placés à une distance telle de la pièce ou de la zone à nettoyer que toute personne qui s'en approche sans les franchir ne soit exposée à aucun des risques dus au jet (perforations, coupures ou traumatismes dus à l'action mécanique directe du jet, traumatismes créés par des débris ou objets projetés par le jet, contact avec des produits nocifs additionnés à l'eau, brûlures dans le cas de l'eau chaude). Éventuellement ils peuvent être installés à une distance inférieure s'ils constituent un obstacle pour le jet et s'ils ont une hauteur suffisante pour protéger les tiers (une hauteur de 2 mètres est acceptable).

L'espace entre la barrière de protection et la pièce à nettoyer doit être suffisant pour

permettre à l'opérateur d'évoluer en sécurité et sans gêne.

Postes de travail adjacents

Lorsqu'il est nécessaire d'avoir plusieurs postes de travail adjacents, ils devront être séparés de manière qu'aucun d'entre eux ne soit exposé aux risques engendrés par les autres, c'est-à-dire que chaque opérateur soit à tout moment situé en dehors des zones dangereuses des postes avoisinants.

Ergonomie et conditions de travail

Lors de l'aménagement d'un poste de travail, qu'il soit permanent ou provisoire, il faut en particulier :

- assurer un éclairage suffisant et, si les opérations ont lieu dans un local clos, une ventilation correcte ;
- veiller au problème de la communication entre les opérateurs ;
- veiller à ce que la visibilité de l'opérateur ne soit pas altérée par les conditions d'ambiance (vitesse du vent, changement de direction du vent, éblouissement dû au soleil, etc.) ;
- prévoir des dispositifs de fixation pour les pièces à nettoyer lorsque celles-ci ne peuvent pas être stables sous l'action du jet ; une pièce à nettoyer ne doit en aucun cas être maintenue avec les pieds ou les mains ;
- prendre garde au fait que le nettoyage de pièces posées au sol peut engendrer des risques dus à la détérioration du sol (projection de gravier) ;
- mettre en place, chaque fois que cela est possible, des déflecteurs pour éviter que les particules ou débris projetés par le jet ne reviennent sur l'opérateur ;
- prévoir la récupération et l'évacuation des liquides et des résidus de nettoyage au plus près de la zone de projection, en respectant la réglementation en vigueur lorsqu'il s'agit de produits polluants ;

- prévoir les moyens de manutention nécessaires au déplacement des pièces à nettoyer.

État des sols

Dans la zone d'évolution de l'opérateur, le sol doit être aussi plan que possible (aménagement éventuel d'une plate-forme de travail) ; il doit être propre et dégagé au début de l'intervention et il doit le rester tout au long de cette intervention ; des consignes doivent préciser aux opérateurs que :

- avant de commencer une opération au jet HP ou THP, il faut retirer tous les objets qui encombrant le sol et qui peuvent constituer une gêne, ou être à l'origine d'une chute ;
- le sol ne doit pas être glissant : éventuellement il faut commencer par le nettoyer.

Si le travail doit être effectué lorsqu'il existe un risque de gel, des précautions doivent être prises pour éviter les chutes par glissade.

Travaux en hauteur

Pour les travaux en hauteur, les opérateurs doivent pouvoir évoluer sur des plates-formes ou échafaudages stables avec protecteurs et moyens d'accès réglementaires et normalisés (voir aussi § 9.2), et disposer d'équipements individuels de protection contre les chutes pour l'utilisation desquels des points d'amarrage doivent être prévus. En aucun cas, et sous aucun prétexte, il ne faut utiliser les échelles, quelles qu'elles soient, comme poste de travail.

4.3. Mise en œuvre des équipements

Les opérateurs doivent avoir comme consignes :

- de ne jamais intervenir sur un équipement, quelle que soit l'opération envisagée (res-

serrage de raccord, changement de buse, nettoyage, etc.) lorsque la pompe est entraînée en rotation ;

- de s'assurer, préalablement à ces interventions, que tous les circuits sont hors pression : examen des manomètres, activation des commandes de mise hors pression ;
- de s'assurer que le matériel ne pourra être mis sous pression accidentellement durant l'intervention.

Ces procédures doivent être écrites et cette consigne devrait apparaître clairement et de manière indélébile sur tout équipement générateur HP ou THP.

4.3.1. Générateur haute pression

Installation

Le déplacement et la mise en place d'un générateur doivent toujours être effectués en respectant les consignes (d'élinguage, d'accrochage au véhicule de traction,...) établies par le constructeur et remises lors de la livraison de l'appareil.

Son lieu d'implantation devra être défini en tenant compte des critères suivants :

- le générateur doit être éloigné autant que possible des opérateurs afin de les protéger du bruit, mais sans que cela nuise à sa surveillance par le responsable de l'intervention ;
- dans le cas d'interventions en extérieur, si le groupe est entraîné par moteur thermique ou équipé d'un réchauffeur, il faut tenir compte de la direction des vents dominants pour choisir son lieu d'implantation ;
- si le groupe doit être relié au réseau ou à un générateur électrique, il devra être installé hors de portée des équipements de projection ;
- si le groupe est embarqué sur un véhicule et que l'intervention a lieu sur la voie

publique, il faudra, sauf contraintes particulières, placer le véhicule de telle façon qu'il assure la meilleure protection possible pour les opérateurs vis-à-vis des risques liés à la circulation et que les opérateurs aient accès aux commandes en étant le moins possible exposés à ces risques.

Alimentation en eau

Le raccordement du générateur au point d'alimentation en eau devra être réalisé en respectant les spécifications du constructeur, tant pour ce qui concerne la qualité de l'eau que pour ce qui concerne la ligne d'alimentation (diamètre, longueur,...).

L'utilisation de l'eau sous haute pression impose une alimentation du générateur en eau de très bonne qualité, sous peine de voir la durée de vie des joints, clapets et autres pièces mobiles de la pompe fortement réduite, la présence de particules en suspension produisant un effet d'abrasion au sein du circuit haute pression.

En général le degré de filtration nécessaire à la garantie de la longévité du matériel est très inférieur au diamètre de la buse de sortie ; donc s'ils sont correctement entretenus et s'ils sont en place, les filtres ne laisseront passer aucune particule susceptible d'obstruer la buse.

Utilisation d'additifs

L'utilisateur de l'équipement haute pression doit s'informer auprès du fabricant sur les additifs utilisables et leur compatibilité avec son matériel (influence sur la tenue des joints par exemple).

Appareils produisant des fumées et des gaz de combustion

Les générateurs entraînés par un moteur thermique, ou comportant un réchauffeur à combustible liquide ou gazeux, doivent de préférence être installés à l'extérieur. Dans les

cas où cela ne serait pas possible, l'une des deux solutions suivantes doit être mise en œuvre :

- de préférence, mise en place un dispositif de captage et d'évacuation des fumées conçu de telle façon qu'un dysfonctionnement de ce dernier provoque l'arrêt immédiat du générateur ;
- sinon, contrôle en continu de la teneur :
 - en CO (monoxyde de carbone), pour les moteurs thermiques à essence,
 - en NO/NO₂ (monoxyde et dioxyde d'azote), pour les moteurs thermiques diesel,
 - en CO₂, et éventuellement en NO/NO₂, suivant le type de combustible utilisé, en cas de mise en œuvre d'un réchauffeur, au moyen d'un appareil déclenchant une alarme dès qu'une valeur maximale ou limite d'exposition est atteinte ou dès que la teneur en oxygène devient insuffisante.

Appareils reliés à une source d'énergie électrique

Dans le cas d'un groupe relié à une source d'énergie électrique, il est impératif :

- que le point d'interconnexion des masses métalliques soit relié à une prise de terre ;
- et que la ligne d'alimentation du groupe comporte à demeure un dispositif différentiel de sensibilité égale ou inférieure à 30 mA ou que l'opérateur, dans le cadre de son travail, ne puisse jamais être en contact avec des tensions autres que de la TBT 24 volts, cette tension étant obtenue au moyen d'un transformateur de sécurité à double écran de protection et homologué comme tel.

Protection des circuits d'utilisation

Les circuits d'utilisation en aval du générateur doivent être protégés contre les surpressions, quelles qu'en soient leurs causes. Cette protection peut être assurée soit par le

dispositif de sécurité prévu et installé par le constructeur, soit par un dispositif de sécurité prétaré, mis en place par l'utilisateur, lorsque ce dernier décide de réduire, pour des raisons techniques, la valeur de la pression maximale d'utilisation du générateur.

Ce dispositif de sécurité additif doit être exclusivement :

- soit une soupape prétarée en atelier à 1,15 fois la nouvelle valeur de la pression maximale d'utilisation, et indé réglable sur le chantier (présence d'une capsule ou d'un plombage d'inviolabilité),
- soit un dispositif à disque de rupture, le disque étant choisi pour que la pression ne puisse jamais excéder 1,25 fois la nouvelle pression maximale d'utilisation.

Il doit être adapté au débit maximal du générateur, c'est-à-dire que les valeurs ci-dessus ne doivent pas être dépassées y compris lorsque le débit du générateur est maximal.

Il doit être installé sur le raccord prévu par le constructeur du générateur pour le branchement du circuit de distribution haute pression, en amont des flexibles et des accessoires.

La mise en place d'un tel dispositif par l'utilisateur ne l'autorise absolument pas à neutraliser ou à modifier le réglage du dispositif de sécurité installé à l'origine par le constructeur.

4.3.2. Tuyauteries et flexibles

Pression maximale admissible

La pression maximale admissible des tuyauteries, flexibles et éléments de raccordement doit impérativement être égale ou supérieure à la pression maximale d'utilisation du groupe HP (voir § 1.3 et § 4.3.1 dernière partie).

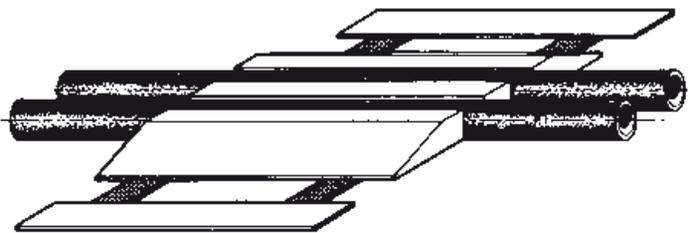
Propreté

Avant d'utiliser un flexible, il faut s'assurer que l'intérieur de celui-ci et que ses raccords sont propres (voir aussi § 5.1).

Mesures destinées à éviter que tuyauteries et flexibles ne soient endommagés

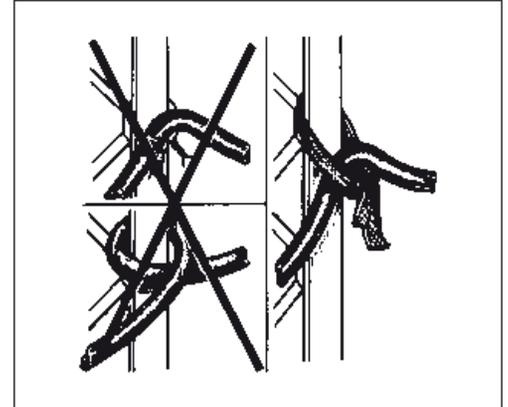
Les flexibles sont des éléments essentiellement fragiles et il convient donc de les protéger contre les multiples risques d'endommagement :

- il faut proscrire, au niveau de leur montage et de leur installation, les modes de montage pouvant faire apparaître des causes de rupture (voir annexe 2) ;
- si le cheminement des flexibles doit traverser une voie de passage qui ne peut être condamnée par un obstacle matériel, il sera nécessaire de les protéger efficacement contre les risques d'écrasement ; il est toutefois toujours préférable de les installer en hauteur au moyen de supports adaptés (reconnaissance du lieu d'intervention indispensable) ;
- tout flexible ne reposant pas au sol doit être fixé à des supports ; les points de fixation doivent être régulièrement espacés ;
- pour attacher les flexibles, il ne faut utiliser que des sangles ou des courroies qui ne soient pas susceptibles de les endommager



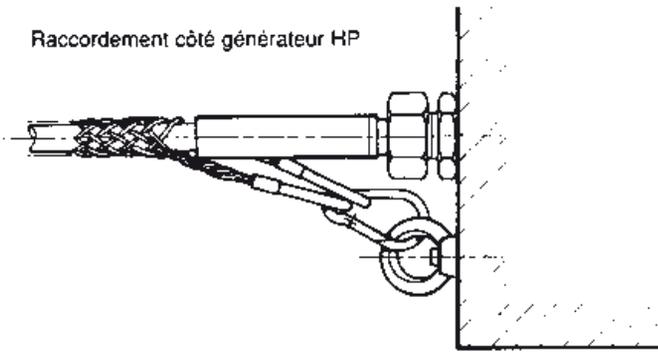
Des tuyauteries posées sur des voies carrossables ou des trottoirs doivent être protégées contre l'écrasement par des rampes de protection.

et veiller au respect des rayons de courbure minimaux spécifiés par les constructeurs ;
– lorsque l'on attache un flexible, il ne doit jamais être bridé dans ses fixations ; il doit pouvoir prendre sans contrainte un rayon de courbure aussi grand que possible ;

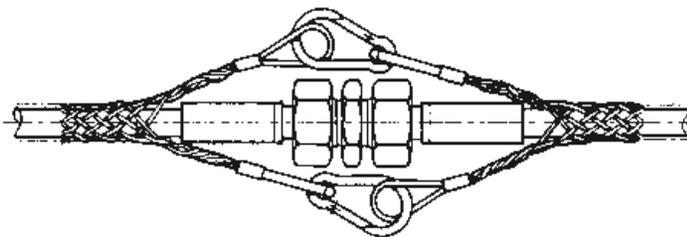


Pour la fixation des flexibles, choisir des moyens qui ne les endommagent pas et respecter les rayons de courbure spécifiés.

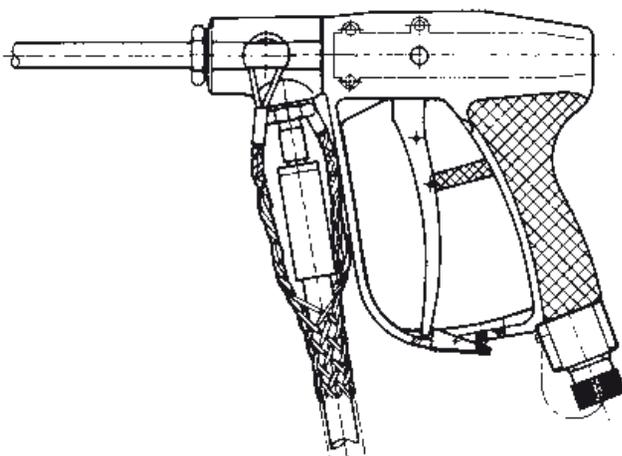
Raccordement côté générateur HP



Raccordement de flexibles



Raccordement flexible et outil



Exemples d'utilisation de tresses de protection de flexibles.

– on doit protéger les extrémités des lignes de flexibles (coté générateur et coté utilisateur pour les travaux autres qu'au furet) contre l'usure due aux frottements engendrés par les vibrations soit en les attachant, soit en les plaçant dans une gaine de protection ;

– enfin, pour les travaux au furet de nettoyage ou d'égout, il convient d'utiliser, chaque fois que possible, des systèmes guide-flexibles pour protéger le flexible de l'usure résultant du frottement sur l'entrée des canalisations, gaines...

Atténuation des conséquences d'une fuite ou d'une rupture

Afin de réduire les conséquences d'un coup de fouet consécutif à une éventuelle rupture et les risques de blessures par des fuites parasites au niveau des raccords ou des sertisages, il convient :

- d'assurer un maintien ferme des tuyauteries rigides à chaque changement de direction au moyen de supports à colliers ;
- d'attacher régulièrement les flexibles à des points fixes sur le maximum de leur longueur (voir aussi le paragraphe précédent) ;
- d'établir des liaisons mécaniques complémentaires entre deux flexibles (au moyen

de tresses métalliques par exemple) de part et d'autre des raccords, et en particulier lorsque ces raccords sont proches des intervenants ;

- de gainer les raccords les plus proches des opérateurs et en particulier les raccords flexibles-accessoires de projection qui sont toujours très sollicités.

Utilisation avec eau chaude

En cas d'utilisation d'eau chaude, il faut faire en sorte qu'aucune personne ne puisse être atteinte par un jet d'eau chaude consécutif à une fuite éventuelle. Ceci peut être obtenu :

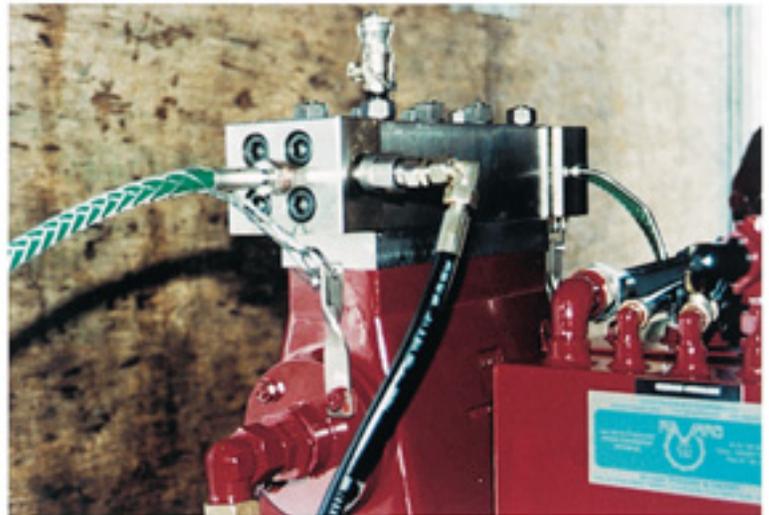
- soit en interdisant l'approche de la tuyauterie à toute personne autre que l'opérateur au moyen de protecteurs adéquats avec signalisation du danger spécifique ;
- soit en gainant ou en protégeant la tuyauterie de telle sorte que le fluide provenant d'une fuite éventuelle soit récupéré et évacué de façon sûre.

A proximité de l'accessoire de projection, le flexible sera impérativement gainé sur une longueur telle que l'opérateur ne puisse être atteint par un jet provenant d'une fuite accidentelle.

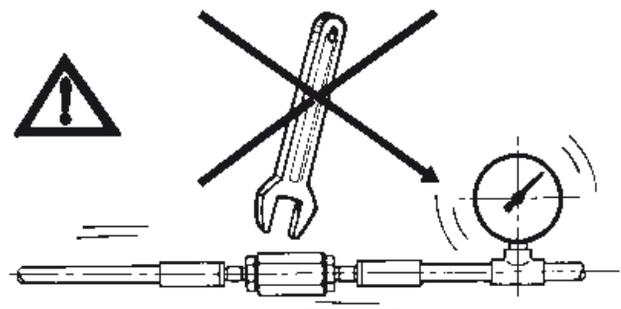
Il sera, en outre, nécessaire d'établir des liaisons mécaniques complémentaires au niveau de tous les raccords.

Conditions d'interventions sur raccords

Les raccords doivent toujours être serrés lorsque l'installation est hors pression ; si un resserrage est nécessaire après la mise sous pression, il faut arrêter le groupe et veiller à la mise hors pression des circuits avant de l'effectuer. En effet il ne faut jamais perdre de vue qu'une fuite, si faible qu'elle soit, sur un raccord haute pression est souvent aussi dangereuse, sinon plus, qu'un jet haute pression issu d'une buse ; par ailleurs une fuite



Avec de telles tresses, on évite que le tuyau s'écarte sans contrôle quand le raccord est endommagé.



Ne jamais resserrer un raccord de flexible haute pression sous pression.

peut toujours avoir comme origine une défectuosité du raccord dont le resserrage peut éventuellement conduire à sa rupture, avec des effets catastrophiques pour l'intervenant si le circuit est resté sous pression.

Il faut toujours considérer qu'un raccord haute pression n'est pas réparable : en cas de détérioration il doit être impérativement réformé et remplacé.

Réparation

Tout flexible détérioré doit être immédiatement remplacé et remis à un atelier spécialisé pour réparation ou réforme. Si une réparation est réalisée, elle doit être suivie d'une réépreuve hydraulique exécutée dans les mêmes conditions que s'il s'agissait d'un flexible neuf (voir aussi § 8). C'est en effet le seul moyen d'avoir une certaine garantie sur la qualité d'une modification apportée à un flexible usagé dont les caractéristiques ont pu varier.

Toutefois la réparation d'un flexible sur chantier est tolérée si toutes les conditions suivantes sont satisfaites :

- il sera utilisé exclusivement avec un générateur eau froide dont la pression est limitée par construction à 200 bars et dont la puissance ne peut, en aucun cas, être supérieure à 65 kW ;
- la réparation est effectuée au moyen d'un ensemble de réparation vendu à cet effet et accompagné d'une procédure de réparation éprouvée par son constructeur ;
- la personne qui effectue la réparation a reçu une formation spécifique et respecte rigoureusement la procédure prévue par le constructeur ;
- une liaison mécanique complémentaire est établie entre les flexibles situés de part et d'autre de ce raccord tant qu'une réépreuve hydraulique n'a pas été effectuée (sauf si un

dessertissage éventuel ne présente pas de risque pour les opérateurs : raccord introduit dans un conduit, par exemple).

Attention ! Composants non adaptés = danger

L'utilisation de raccords ou d'accessoires de raccordement qui ne sont pas spécialement conçus pour la pression maximale d'utilisation du générateur et certifiés comme tels par le fournisseur (document ou marquage) est une action extrêmement dangereuse qu'il faut à tout prix éviter de commettre.

4.3.3. Accessoires de projection

La pression maximale admissible des accessoires de projection doit impérativement être égale ou supérieure à la pression maximale d'utilisation du groupe HP (voir § 1.3 et § 4.3.1 dernière partie).

Si l'accessoire doit être manœuvré ou maintenu manuellement par un opérateur, il faut évaluer au moyen des diagrammes établis par le fournisseur de la buse, ou à défaut



Un dispositif d'appui - ici une épaulière - est indispensable lorsque l'effort dépasse 25 daN.

au moyen du diagramme figurant en annexe 1, l'effort que l'opérateur sera amené à exercer compte tenu de la pression maximale pouvant être atteinte par le générateur.

Si cet effort excède 25 daN, les pistolets, lances ou barres devront impérativement être équipés d'un dispositif d'appui (épaulière, etc.) permettant au corps de l'opérateur de participer à l'absorption de l'effort.

En tout état de cause, pour un travail prolongé, l'effort continu que doit exercer l'opérateur ne devrait pas dépasser le tiers de son poids.

Plusieurs pistolets ou barres ne peuvent être alimentées par la même pompe que si des dispositions ont été prévues (au niveau du générateur ou au niveau des accessoires de projection) pour atténuer les réactions que peut provoquer sur les appareils en service l'ouverture ou la fermeture de la vanne de

l'un d'entre eux. La variation de l'effort ne devrait ainsi jamais dépasser de plus de 15 % la valeur de l'effort nominal.

4.3.4. Commande de dépressurisation d'urgence

D'une façon générale, il est souhaitable que le coéquipier chargé de la surveillance de la zone balisée dispose d'une commande de dépressurisation rapide et fiable de l'ensemble du circuit de distribution.

Ce coéquipier doit être conscient du fait que l'interruption et le rétablissement du jet sont des phénomènes qui perturbent fortement l'équilibre de l'opérateur : aussi est-il important qu'aucune dépressurisation ne soit suivie d'une remise sous pression à l'insu de l'opérateur. Il serait donc souhaitable que cette commande soit conçue de telle manière qu'elle se verrouille systématiquement en position hors pression.



Disposant d'une pédale de commande, la personne chargée de la surveillance peut intervenir immédiatement et efficacement en cas d'incident.

4.4. Vérifications à effectuer au niveau du matériel

Avant toute utilisation, un responsable qualifié et nommément désigné doit s'assurer du bon état apparent du matériel et de ses accessoires ainsi que du bon fonctionnement de ce matériel.

L'ensemble des vérifications à effectuer devrait figurer sur un document qui pourrait être établi, par l'utilisateur, à partir de la liste non exhaustive suivante :

Au niveau du groupe moteur-pompe

- vérifier le bon état du manomètre,
- vérifier le bon fonctionnement de tous les organes de commande ;

Au niveau des flexibles

- vérifier leur bon état ; surveiller tout particulièrement l'apparition de :

- craquelures, fissures, blessures, décollements, arrachement du revêtement avec lésion ou mise à nu, même très localisée, de l'armature,
- zones poisseuses ou ramollies imputables à une attaque chimique.

Ces anomalies justifient le remplacement du flexible concerné et son retour à l'atelier pour réparation ou réforme.

- vérifier l'absence de torsion,
- vérifier l'absence d'amorce de rupture sur les tuyaux au niveau des sertissages,
- vérifier le bon état des filetages et des portées d'étanchéité (état mécanique, propreté, ...) avant de les assembler.

Au niveau du matériel en général

- vérifier le bon état apparent des fiches, boîtiers, cordons et autres composants électriques,
- vérifier l'état du câble de la pédale de commande ainsi que des rallonges éventuelles,

- vérifier l'état général de la pédale,
- vérifier le bon état des accessoires :
 - absence de trace de choc, de déformation ou d'usure prononcée sur les buses, au niveau des orifices,
 - non-obstruction des orifices des buses,
 - qualité et propreté des filetages,
 - bon fonctionnement des organes de commande et de sécurité des pistolets.

4.5. Règles générales de composition des équipes

Un opérateur ne peut être autorisé à travailler isolément, c'est-à-dire sans assistant ni surveillant, que si les conditions suivantes sont simultanément remplies pendant toute la durée des travaux :

- la pression maximale d'utilisation du générateur ne doit pas dépasser 150 bars, sa puissance doit être telle que le produit pression (en bars) par débit (en l/min) soit inférieur à 6 000 ;
- le travail est réalisé exclusivement avec un pistolet dont la longueur est telle que la distance qui sépare la buse de l'endroit où l'opérateur pose naturellement et habituellement la main la plus proche de cette dernière est supérieure à 1 mètre ;
- la buse équipant le pistolet est d'un type « à jet cylindrique divergent^{1} » ;
- il n'est fait usage que d'eau froide (température ≤ 50 °C) sans addition de produit nocif ;
- l'opérateur, qui doit être familiarisé avec le fonctionnement de l'appareil, utilise cet

{1} Angle d'ouverture supérieur à 15°.

appareil dans une zone de travail dont la délimitation est assurée par un marquage situé à la limite des zones pouvant être atteintes par les projection d'eau ou par des obstacles matériels fixes dans le cas d'aires moins spacieuses.

Un opérateur ne peut être autorisé à travailler en dehors de la présence permanente d'un assistant chargé spécifiquement de sa surveillance que si les conditions suivantes sont simultanément remplies pendant toute la durée des travaux :

- la pression maximale d'utilisation du générateur ne dépasse pas 400 bars, sa puissance est telle que le produit pression (en bars) par débit (en l/min) est inférieur à 12 000, et l'effort de réaction sur l'accessoire de projection ne dépasse pas 15 daN ;
- le travail est réalisé exclusivement :

- avec un pistolet dont la longueur est telle que la distance qui sépare la buse de l'endroit où l'opérateur pose naturellement et habituellement la main la plus proche de cette dernière est supérieure à 1 mètre ;
- ou avec chariot de nettoyage de sol équipé soit d'une commande bimanuelle, soit d'un dispositif interrompant l'arrivée de l'eau en cas de soulèvement ou de renversement accidentel du carter ;

et le relâchement de la commande à action maintenue ou l'activation du dispositif de sécurité équipant le chariot provoque l'annulation de la pression dans les flexibles ;

- il n'est fait usage que d'eau froide (température ≤ 50 °C) sans addition de produit nocif ;

- l'opérateur, qui doit être familiarisé avec le fonctionnement de l'appareil, utilise cet appareil pour un travail de niveau, sur une aire de nettoyage aménagée spécifiquement et délimitée par des protecteurs matériels fixes situés à plus de deux mètres des zones

habituelles de projection, elles-mêmes matérialisées par marquage ; des précautions ont été prises pour éviter l'intrusion d'une tierce personne dans la zone de travail à l'insu de l'opérateur ;

- l'opérateur est si possible à portée de vue et au moins à portée de voix d'une autre personne présente sur le site en dehors de l'aire de lavage et ayant été informée des instructions à respecter en cas d'accident ;
- l'opérateur dispose, sur l'aire de travail, d'une commande lui permettant de dépressuriser l'ensemble du circuit HP depuis la sortie du générateur jusqu'à l'accessoire de projection (commande à distance agissant sur le générateur, vanne trois voies avec un orifice à gros débit entre générateur et porte-buse,...). Cette commande est toujours distincte de celle qui équipe l'accessoire de projection. Elle doit être clairement signalée et facilement accessible.

Dans tous les autres cas, et sans exception, les interventions seront effectuées par une équipe de travail comprenant au minimum deux personnes, parmi lesquelles un responsable désigné :

- 1 opérateur maniant l'accessoire de projection ; hormis le cas des travaux au furet, ce dernier étant tiré à la main, et des travaux à la barre horizontale, c'est lui qui doit disposer de la commande de déclenchement et d'arrêt du jet ;
- 1 assistant dirigeant l'opération ; celui-ci est particulièrement chargé de veiller sur l'opérateur (il doit être attentif au moindre signe de difficulté ou de fatigue) et d'assurer la surveillance de la zone dangereuse. Il doit se trouver à portée de vue et de voix de l'opérateur et doit pouvoir à tout moment apprécier le risque. En aucun cas il ne manie l'accessoire de projection.

Cet effectif peut être limité à ces deux personnes si les conditions suivantes sont simultanément remplies pendant toute la durée des travaux :

- l'assistant dispose en permanence d'une commande d'arrêt assurant immédiatement et de façon fiable la mise hors pression de toutes les tuyauteries ;
- le dispositif de commande du jet n'étant pas activé, la pression dans le flexible et dans l'accessoire de projection est suffisamment réduite pour ne pas présenter de danger pour les personnes ;
- le groupe est installé à portée de vue de l'opérateur dirigeant les opérations ;
- les précautions ont été prises pour que le groupe ne puisse être approché à l'insu de l'assistant par une personne non avertie et pour que ses réglages ne puissent être modifiés que par lui-même ;
- l'assistant doit pouvoir rejoindre le groupe dans un délai raisonnable pour l'arrêter complètement en cas d'incident ;
- en cas d'accident, celle des deux personnes restant valide doit avoir les moyens de prévenir les secours sans abandonner la victime.

Une troisième personne, chargée spécifiquement de la surveillance du groupe, est indispensable si l'une des conditions ci-dessus n'est pas remplie. Si cette personne n'est pas à portée de vue de l'assistant dirigeant l'opération, ces deux personnes doivent disposer d'un moyen de communication.

La mise en œuvre des moyens matériels permettant à l'assistant de dépressuriser de façon fiable la totalité du circuit haute pression reste toutefois la solution préférable, car elle garantit le délai le plus court pour la suppression du risque en cas de survenue d'un accident sur la zone de travail (cas le plus fréquent).

Mais l'effectif réel dépend aussi, en fait, de la nature des travaux ainsi que des conditions dans lesquelles s'effectue l'intervention (ainsi il peut être nécessaire de prévoir deux opérateurs pour manier un accessoire de projection encombrant tel qu'une barre longue par exemple, ou encore de prévoir le nombre de personnes suffisant pour porter assistance à un opérateur en difficulté dans un espace confiné ou au-dessous de la surface de plancher, etc.). Il doit également être déterminé en respectant les impératifs définis par le client.

Enfin l'assistant doit toujours avoir dans son champ de vision l'opérateur effectuant le travail et l'ensemble des accès à la zone dangereuse^[1]. Si cela n'est pas possible compte tenu de la configuration du site, il devra être assisté d'autant de personnes que nécessaire, chacune d'elles disposant également d'une commande de mise hors pression.



Le groupe ne doit jamais rester sans surveillance, surtout s'il peut être approché par des tiers.

[1] Un simple balisage, qu'il soit souple ou rigide, dans la mesure où il reste facilement franchissable, doit toujours être considéré comme un point d'accès possible. Par contre des écrans de protection d'une hauteur minimale de 1,40 m, à condition qu'ils puissent être difficilement déplacés, sont généralement considérés comme des obstacles réels à l'entrée dans la zone dangereuse et dispensent de ce fait une surveillance permanente.

5. RÉALISATION DE L'INTERVENTION

Si les conditions de travail sont perturbées et rendues plus dangereuses notamment par suite :

- de variations atmosphériques particulières : brouillard, orage, vent, risque de gel, etc.,
- de dégagement de gaz ou de vapeurs opaques, etc.,
- de toute cause rendant l'air impropre à la respiration, ou réduisant les conditions de visibilité ou les possibilités de communication en cas de travail en équipe,

des dispositions particulières pouvant aller jusqu'à l'arrêt des opérations sont à prendre immédiatement. Les équipes de travail doivent avoir reçu des instructions très claires à ce sujet.

Particulièrement important :

Toute intervention en vue du remplacement d'un flexible, d'un accessoire, d'une buse, etc., ne doit être effectuée qu'après mise hors pression des circuits de distribution et verrouillage de l'organe de commande garantissant qu'ils ne pourront être mis sous pression accidentellement.

5.1. Précautions à prendre avant et lors de la mise en route

Immédiatement avant de procéder à la mise en route du groupe (ou bien à sa remise en route après une suspension du travail), le responsable de l'intervention doit :

- vérifier que l'ensemble du matériel et des composants est prévu pour fonctionner à la pression souhaitée,
- s'assurer que la commande de réglage de la pression a bien été ramenée dans la

position correspondant au fonctionnement à la pression d'utilisation la plus faible possible,

- et contrôler le cheminement des tuyaux pour s'assurer que les flexibles sont aussi peu courbés que possible et correctement positionnés afin que leurs déplacements soient aussi réduits que possible lors de la mise en pression.

Il est ensuite important de purger convenablement toute l'installation à basse pression : ceci permet d'une part d'éviter un refoulement d'air par la pompe haute pression qui pourrait engendrer dans la canalisation et l'accessoire de projection des à-coups qui peuvent surprendre, voire déséquilibrer l'opérateur et d'autre part de rincer les circuits haute pression et d'évacuer d'éventuels corps étrangers qui pourraient obstruer l'orifice d'une buse et entraîner de ce fait des accidents graves (l'interruption accidentelle du jet peut être à l'origine de gestes dangereux).

L'installation une fois purgée, les buses pourront être montées sur les porte-buses ; toutefois avant de réaliser ou faire réaliser cette opération, le responsable de l'intervention devra s'assurer que les circuits sont hors pression et qu'ils ne peuvent pas être mis sous pression par inadvertance (verrouillage d'une commande ou mise à l'arrêt du moteur).

Après le montage des buses, et notamment avec les appareils à jets multiples, il est important de contrôler le(s) jet(s) à basse pression, afin de s'assurer de l'absence de défaut au niveau des orifices (usure, déformation ou obstruction) ou d'une erreur de montage qui pourraient générer des réactions inattendues et imprévisibles de l'ac-

cessoire de projection, aux conséquences toujours très graves.

Si aucun défaut n'est apparu lors de ces différentes opérations, il appartient alors au responsable de l'intervention de vérifier l'absence de personnes non autorisées dans la zone dangereuse puis de faire procéder au réglage, si possible progressif, de la pression jusqu'à atteindre la pression d'utilisation.

Immédiatement après mise en pression, et avant de commencer les opérations de nettoyage, le responsable de l'intervention devra encore contrôler l'absence au niveau des flexibles de :

- déformations, cloques, gonflements localisés sous pression ;
- fuites.

Si l'application nécessite un couple pression-débit conduisant à des efforts importants sur l'accessoire de projection, il est souhaitable que l'opérateur puisse s'habituer progressivement à l'effort de recul exercé par ce dernier.

Enfin en cas d'utilisation de plusieurs accessoires sur un même groupe, il faut s'assurer que la mise en route ou l'arrêt de l'un d'entre eux ne provoque ni à-coups ni fouellements susceptibles de provoquer une perte d'équilibre ou une réaction dangereuse du(des) autre(s) opérateurs et veiller à ce que les opérateurs intervenant dans ces conditions soient informés et habitués au phénomène.

5.2. Risques et moyens de prévention spécifiques à chaque méthode de travail

5.2.1. Travail à la barre

5.2.1.1. Risques spécifiques

Formation d'une « chambre de pression » conduisant à l'éjection brutale de la barre vers l'arrière, en direction des opérateurs, avec perte de contrôle sur celle-ci, d'où risque de traumatismes causés par la barre



Une garde coulissante se bloquant sur la buse de projection et munie d'un déflecteur réduit considérablement les risques d'accidents aux mains et protège l'opérateur contre les projections.

ou de blessures par l'action d'un jet incontrôlé si la barre est totalement éjectée.

Projection aléatoire et intempestive de liquide et de débris vers l'arrière, en direction des opérateurs manipulant la barre ; risque aggravé si le liquide est devenu caustique, acide, etc., au contact des surfaces à nettoyer.

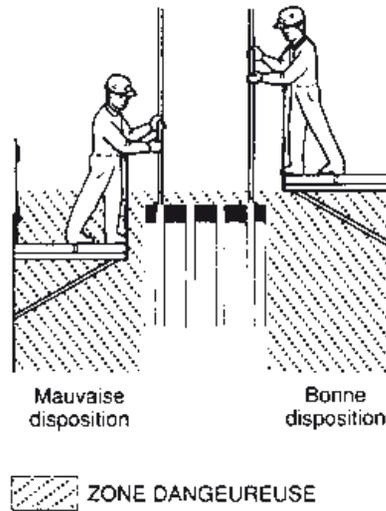
Risques de blessures par le jet au moment du retrait de la barre, si celle-ci reste alimentée en eau sous pression lorsque la buse est extraite du conduit à nettoyer. Dans le cas d'une intervention à la barre verticale, les jambes de l'opérateur sont particulièrement exposées.

Risques de blessures par l'action directe du jet ou par l'action des débris entraînés et projetés par le jet sur le côté opposé à celui où se trouve l'opérateur, dans le cas de conduits débouchants (ouverts aux deux extrémités).

5.2.1.2. Moyens de protection spécifiques

Il faut limiter le risque de formation d'une « chambre de pression » en choisissant la barre et la buse de diamètre le plus faible possible compatible avec le travail à effectuer, afin de laisser un espace annulaire suffisant entre barre et conduit à nettoyer pour permettre l'évacuation du liquide et des débris vers l'arrière lorsque le tube est partiellement ou totalement obstrué en avant de la buse.

Sauf impossibilité technique dûment justifiée, il convient d'utiliser un dispositif de retenue de la barre (étrier anti-retour), muni d'un déflecteur en forme de cloche ou de coupelle pour protéger l'opérateur le plus exposé contre les projections d'effluents refoulés. En outre, il est souhaitable qu'un organe de commande (à commande manuelle dans le cas du travail à la barre



Pour le nettoyage à la lance de tubes verticaux, par exemple, le seul fait de placer la plate-forme sur laquelle évolue l'opérateur au-dessus des orifices des tubes diminue considérablement le risque de blessure aux pieds ou aux jambes.

horizontale ou à commande au pied dans le cas du travail à la barre verticale), permettant à cet opérateur d'établir et d'interrompre le jet, soit associé à ce dispositif de protection.

A défaut des dispositifs ci-dessus, la sécurité de l'opérateur doit être assurée par un aide équipé d'une commande nécessitant une action maintenue et la barre doit être munie d'un repère bien visible et aussi résistant que possible à l'abrasion (il doit être restauré chaque fois que cela est nécessaire), situé à une distance égale ou supérieure à 500 mm de l'extrémité de la buse ; le jet ne doit pas être établi avant que ce repère ait été introduit dans le conduit, et, lors du retrait, le jet doit être interrompu dès la réapparition de ce repère.

Pour le travail à la barre verticale, il est bon de surélever l'opérateur par rapport à la zone dans laquelle le jet peut se trouver à l'air libre (par exemple en le faisant évoluer

sur une plate-forme située au-dessus du niveau des orifices des tubes à nettoyer). En outre, le port de guêtres ou de bottes de sécurité spéciales incorporant une protection du cou-de-pied permettra d'affaiblir de manière importante l'action du jet sur le pied en cas d'accident.

Il faut veiller, lors de la délimitation et du balisage des zones dangereuses, à ce que personne ne puisse se trouver dans l'axe des extrémités libres du conduit à nettoyer. De plus, il est fortement recommandé de placer un écran résistant au jet face à ces extrémités ; cet écran devra être implanté au plus près des orifices de sortie, sans pour autant constituer un obstacle à l'évacuation des effluents. A défaut de la mise en place de cet écran, le balisage devra être réalisé de telle façon que les tiers soient maintenus hors de portée du jet, y compris dans les circonstances les plus défavorables.

5.2.1.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

Travail à la barre verticale

L'équipe d'intervention se compose de deux personnes au moins, un opérateur et un assistant, toutes deux munies d'un dispositif de commande.

L'opérateur guide et manipule la barre ; le dispositif de commande dont il dispose lui permet, en cas de danger, d'interrompre très rapidement l'arrivée de liquide sous pression, et éventuellement de couper la pression si la commande est munie d'un orifice de décharge (ce qui est préférable).

L'assistant surveille la zone balisée et l'opérateur ; le dispositif de commande dont il dispose lui permet de dépressuriser l'ensemble des circuits de distribution (depuis la sortie de la pompe) s'il constate une situation anormale, ou si un tiers pénètre dans

la zone balisée. Il ne doit jamais relâcher sa vigilance tant que le jet est établi.

Travail à la barre horizontale

Si le conduit doit être nettoyé dès l'entrée, l'utilisation d'un dispositif de retenue de la barre avec déflecteur devient indispensable, car il est nécessaire de déclencher le jet alors que la buse affleure l'entrée du conduit. L'équipe d'intervention se compose alors au minimum de trois personnes :

- un opérateur pour guider la barre et maintenir le dispositif de retenue en position ; sauf cas exceptionnel justifié, il doit disposer d'une commande lui permettant d'interrompre l'arrivée de liquide sous pression et éventuellement d'annuler la pression ;
- un opérateur pour manipuler la barre (avance et retrait) ;
- un assistant pour surveiller la zone balisée et les deux opérateurs ; il dispose d'une commande lui permettant de dépressuriser l'ensemble des circuits de distribution (depuis la sortie de la pompe) s'il constate une situation anormale, ou si un tiers pénètre dans la zone balisée. Il ne doit jamais relâcher sa vigilance lorsque le jet est établi.

Dans le cas où la sécurité ne nécessite pas l'usage d'un dispositif de retenue, l'équipe peut être limitée à deux personnes si chacune d'elles dispose d'une commande et si l'une d'entre elles reste, pendant que l'opération de nettoyage est en cours, entièrement disponible pour assurer de façon exclusive la surveillance de la zone balisée et de l'opérateur chargé de manipuler le porte-outil.

5.2.2. Travail au pistolet

5.2.2.1. Risques spécifiques

Risque de blessures par le jet consécutif à une fausse manœuvre, à une opération dan-

gereuse, à une défaillance du matériel, etc.

A titre d'exemples :

- main de l'opérateur glissant accidentellement vers la buse lors de la mise en œuvre d'un pistolet à canon court ;
- usage d'un pistolet pour nettoyer ou décaiper une surface ou une pièce située à proximité immédiate des pieds de l'opérateur ;
- manœuvre accidentelle de la commande d'un pistolet alimenté en eau sous pression ;
- utilisation d'une buse ou d'une tête rotative usée ou détériorée ;
- à-coups importants à la suite d'un dysfonctionnement du groupe, d'un problème d'alimentation en eau, etc.

Perte d'équilibre de l'opérateur due à une glissade, à un trébuchement ou à une variation brutale de l'effort de réaction exercé sur le pistolet ; outre les conséquences habituelles d'une chute, il faut considérer le risque de blessures par l'action directe du jet qui peut atteindre une tierce personne ou l'opérateur lui-même, si ce dernier perd le contrôle du pistolet, ce qui est généralement le cas ; enfin il faut tenir compte du fait que, dans une telle situation, l'opérateur est susceptible de crispier sa main sur la commande.

Risques de blessures par des objets déséquilibrés ou projetés sous l'action du jet ; ainsi l'impact du jet sur une pièce ou une surface non prévue pour résister à son action peut en arracher des morceaux et les projeter violemment dans une direction quelconque (par exemple arrachement et projection de gravier lors du nettoyage d'une pièce posée au sol sans précaution particulière).

La réflexion d'une partie du jet peut projeter vers l'opérateur, ou toute personne s'en approchant, des particules susceptibles de provoquer des blessures (débris, particules

d'abrasifs additionnées à l'eau) ou du liquide pouvant être pollué chimiquement ou bactériologiquement ou encore à température élevée.

5.2.2.2. Moyens de protection spécifiques

Il faut porter une attention particulière à la longueur du canon qui équipe le pistolet. Sauf impossibilité liée au travail à réaliser, il ne faut mettre en œuvre que des pistolets dont le canon est suffisamment long pour que :

- l'opérateur ne puisse pas normalement passer sa main devant la buse lorsqu'il travaille ;
- l'opérateur ne puisse pas faire accidentellement passer la buse au-dessus de ses pieds lorsqu'il tient le pistolet normalement pour effectuer le travail.

En outre, il faut veiller à ce que l'opérateur puisse effectuer le travail en maintenant tou-



Sauf impossibilité dûment justifiée, le canon doit être d'une longueur telle que l'opérateur ne puisse pas passer sa main devant la buse ou faire passer la buse au-dessus de ses pieds.

jours la buse à plus de 0,5 m de ses pieds : dans le cas d'un travail de décapage au niveau du sol, le canon devrait avoir une longueur telle que cette règle puisse être respectée et que la buse touche le sol à au moins 0,5 m des pieds de l'opérateur lorsque le pistolet est tenu correctement.

Si la nature du travail nécessite l'emploi d'un pistolet court, il est recommandé que celui-ci soit au moins équipé de commandes nécessitant l'action maintenue des deux mains (la solution idéale est la commande bimanuelle avec contrôle de simultanéité) ; ainsi, si l'opérateur perd accidentellement le contrôle du pistolet, le relâchement de l'une au moins de ces commandes provoquera l'interruption du jet susceptible de l'atteindre à bout portant. Cette mesure devient indispensable dans le cas d'un travail effectué :



La commande bimanuelle est la solution idéale pour les travaux au pistolet court.

– à une pression supérieure à 250 bars et avec un générateur d'une puissance supérieure à 10 kW, quel que soit le type de buse,

– ou avec une buse à jet non divergent (ou « crayon »), quels que soient alors la pression et le débit.

Une alternative consiste à utiliser un pistolet équipé d'un module de sécurité qui interrompt le jet de façon sûre et immédiate dès que l'angle formé par l'axe du pistolet et l'horizontale dépasse une valeur fixée par construction.

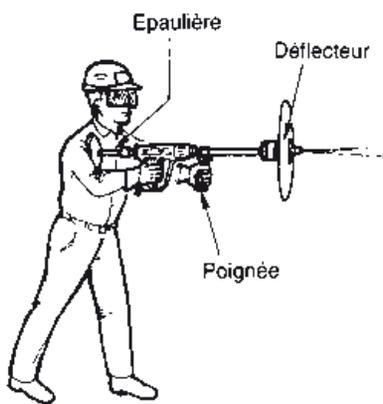
Par ailleurs le port de guêtres ou de bottes de sécurité spéciales incorporant une protection du cou-de-pied permettra, en cas d'accident, d'affaiblir de manière importante l'action du jet sur le pied.

Lorsque l'extrémité du canon est équipée d'une tête rotative par exemple (ou de tout autre embout spécial à plusieurs orifices), cette tête doit être protégée contre les conséquences d'un choc éventuel, car la moindre détérioration peut induire brutalement des réactions latérales dangereuses sur le pistolet avec les risques liés aux mouvements incontrôlés qui en résulteront.

Dans la zone de travail, le sol doit être dégagé ; la progression du travail devrait être telle que l'opérateur n'ait besoin que d'avancer et tirer le flexible lorsque le jet est établi et celui-ci devrait être interrompu lorsque l'opérateur revient sur ses pas, et donc sur le flexible. S'il n'était pas possible de procéder ainsi, il faudrait lui adjoindre un assistant chargé de tirer le flexible au fur et à mesure qu'il recule.

Les pièces qui risquent de basculer ou d'être projetées sous l'action du jet doivent être solidement fixées avant que commence l'opé-

ration de nettoyage. En aucun cas l'opérateur ne doit maintenir la pièce avec son pied. Il faut s'assurer que les pièces ou les surfaces vers lesquelles peut être dirigé le jet sont en mesure de résister à son action et, sinon, prendre les mesures nécessaires pour les protéger (mise en place d'écrans, etc.) et pour protéger l'environnement.



Un déflecteur empêche la main de passer accidentellement devant la buse et, dans le cas d'un canon court, limite les risques d'accidents aux jambes.

La mise en place d'un déflecteur sur le canon du pistolet à proximité de la buse améliore la protection de l'opérateur contre les projections par réflexion ; mais elle ne le dispense en aucun cas du port des équipements de protection individuelle. En outre, le déflecteur constitue un obstacle s'opposant au passage accidentel de la main de l'opérateur devant la buse et, s'il est d'un diamètre suffisant, diminue le risque de blessure aux jambes avec un pistolet à canon court.

Les consignes et les procédures de travail doivent être telles qu'aucune personne ne s'approche de l'opérateur tant que la commande de jet est activée.

5.2.2.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

La composition de l'équipe doit suivre les règles du § 4.5.

Lorsque l'équipe se compose de plus d'une personne, il est fortement recommandé que la personne chargée d'assurer la surveillance de la zone balisée dispose d'une commande lui permettant d'annuler la pression si elle constate un phénomène anormal ou un danger que l'opérateur n'aurait pas vu.

5.2.3. Travail au furet

5.2.3.1. Risques spécifiques

Risque de traumatismes consécutifs à un heurt avec la tête de curage ou risque de blessures par l'action d'un jet incontrôlé dans les cas suivants :

- la tête de curage est éjectée brutalement au cours d'une opération sur un conduit bouché ou borgne ;
- lors du retrait du furet, la tête de curage est extraite du conduit à nettoyer alors que l'arrivée d'eau sous pression n'a pas été interrompue ;
- la tête de curage se retourne dans le conduit et revient en direction des opérateurs à l'insu de ceux-ci ;
- la tête de curage effectue une sortie inopinée par un orifice situé sur le tronçon à nettoyer ;
- le furet n'est pas retenu alors que la tête de curage sort du conduit à nettoyer à l'extrémité opposée à celle où elle a été introduite ; la tête de curage peut alors aussi pénétrer dans un autre conduit et revenir vers les opérateurs à l'insu de ceux-ci.

Projection aléatoire et intempestive de liquide et de débris vers l'arrière, en direction des opérateurs ; le risque est aggravé



Pour signaler l'imminence de la sortie de la tête de curage, on peut fixer des bagues ou anneaux de couleur sur le flexible...



... ou utiliser un flexible de tête de couleur différente de celle du flexible principal.

lorsque le liquide est caustique, acide, etc. (par suite du contact des surfaces à nettoyer, de l'addition d'un produit chimique à l'eau de nettoyage,...) ou lorsqu'il entraîne des effluents pollués.

Risques de blessures par une fuite parasite au niveau des flexibles et des jonctions, ou par un coup de fouet après rupture du flexible. Les parties de flexibles et les jonctions pénétrant dans les conduits à nettoyer sont, en effet, particulièrement sollicitées.

5.2.3.2. Moyens de protection spécifiques

Il faut prendre toutes les dispositions utiles pour éviter un retournement du furet ou une sortie incontrôlée de la tête de curage alors qu'il est sous pression.

Chaque fois que cela est possible, il faut utiliser un dispositif mécanique de retenue du furet (voir l'exemple de la figure 12) ; fixé ou maintenu sur l'entrée du conduit, il permet de retenir la tête de curage sans risque pour les mains de l'opérateur, même lorsque celle-ci reste alimentée en eau sous pression (ce dispositif autorise ainsi le nettoyage des conduits depuis l'entrée, puisque la pression peut être maintenue lors du retrait du furet jusqu'à ce que la tête réapparaisse). En outre, s'il est muni d'un déflecteur, il protège les opérateurs contre les projections de débris et de liquide.

En l'absence d'un tel dispositif, il faut utiliser un moyen pour signaler l'imminence de la sortie de la tête de curage ; à titre d'exemples :

- bagues ou anneaux de couleur fixés sur le flexible à distance convenable (0,6 mètre ou plus) de la tête de curage ; ceux-ci doivent alors présenter la meilleure résistance possible à l'abrasion et doivent être remplacés chaque fois que cela est nécessaire ;

– tronçon de flexible de couleur spécifique inséré entre le flexible d'alimentation et la tête de curage (flexible de tête) ; cette solution a, en outre, l'avantage d'éloigner l'extrémité du flexible principal de la tête de curage, donc des zones de turbulences, avec pour conséquence une réduction de l'usure de ce dernier.

L'alimentation en eau sous pression ne doit alors être établie qu'après introduction du furet dans le conduit à nettoyer et elle doit être interrompue avant que la buse n'atteigne la sortie ou n'arrive dans le regard (curage d'égout).

Le déséquilibre des réactions exercées par les jets sur la tête de curage est un facteur qui augmente sa probabilité de retournement dans le conduit ; il faut donc s'assurer :

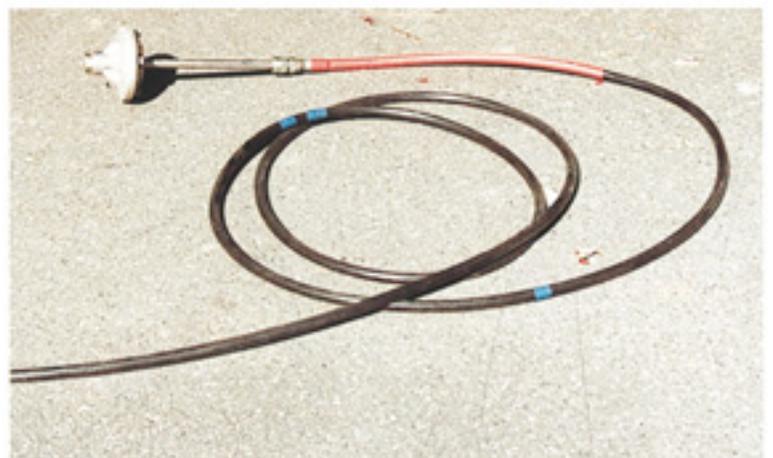
- que la tête de curage est en bon état,
- que les buses dont elle est équipée sont les bonnes,

– que les orifices de ces buses ne présentent pas de trace de choc ou d'usure apparente et ne sont pas obstrués, et respecter la procédure de mise en route, notamment :

- purger et rincer les circuits avant de procéder au montage de la tête de curage sur le flexible,
- vérifier l'aspect des jets en alimentant la tête de curage sous basse pression.

Pour rendre impossible le retournement de la tête de curage lorsqu'elle arrive sur un obstacle, il est recommandé de monter, entre celle-ci et le flexible, un embout rigide d'une longueur suffisante : la longueur de l'équipage rigide tête-embout devrait être aussi proche que possible d'une valeur égale à 1,5 fois la plus grande largeur du conduit et en tous cas supérieure à 0,8 fois cette largeur.

L'utilisation d'un dispositif de centrage de la tête de curage est un autre moyen pour réduire le risque de retournement dans le conduit.



Embouts destinés à rendre impossible le retournement de la tête de curage dans le conduit.

au niveau le plus faible possible pendant la phase d'avance.

Il faut veiller, lors de la délimitation et du balisage des zones dangereuses, à ce que personne ne puisse se trouver dans l'axe des extrémités libres dans le cas de canalisations débouchantes. Un écran devrait être mis en place au plus près des orifices de sortie ; cet écran, pour être efficace, devra être conçu et placé de telle sorte qu'il ne constitue pas un obstacle à l'évacuation des effluents et que le furet ne puisse sortir de la canalisation, même s'il était par inadvertance laissé totalement libre. A défaut de la mise en place de cet écran, le balisage devra être réalisé de telle façon que les tiers soient maintenus hors d'atteinte du furet, y compris dans les circonstances les plus défavorables.

Les ouvertures intermédiaires situées sur les conduits seront particulièrement surveillées

et l'alimentation en eau sous pression devra être immédiatement interrompue si, malgré les précautions prises, le furet sort du conduit par l'une de ces ouvertures. Dans le cas d'un chantier étendu (nettoyage d'un égout par exemple), chacune des ouvertures doit être balisée et surveillée comme une zone de travail et l'accès à ces zones devra être interdit pendant toute la durée de l'intervention.

La longueur de flexible pénétrant dans le conduit doit, elle aussi, être contrôlée. La mise en place d'un repère sur le flexible permet à l'opérateur d'arrêter sa progression au moment opportun avant sa sortie incontrôlée du conduit ; c'est aussi un moyen efficace pour limiter le risque de retour de la tête de curage vers l'opérateur par un autre conduit.

Enfin il faut prendre toutes les précautions pour prévenir l'endommagement du flexible



Guide-flexibles destiné à prévenir l'endommagement des flexibles.

sur les bords d'entrée des conduits à nettoyer ; l'utilisation de guide-flexibles, par exemple, est un moyen efficace pour réduire son usure lorsque l'orifice d'introduction n'est pas situé dans l'axe de la canalisation à nettoyer.

5.2.3.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

L'équipe se compose au minimum de deux personnes :

- un opérateur pour manœuvrer et/ou surveiller le furet.

Sauf si les conditions dans lesquelles se déroule l'intervention rendent impraticable la manœuvre du furet et d'un organe de commande par une seule personne, il doit pouvoir interrompre immédiatement le jet en cas de besoin au moyen d'une commande nécessitant une action maintenue ;

- un assistant chargé de surveiller la zone balisée dans laquelle évolue l'opérateur.



Equipe d'intervention pour le nettoyage au furet d'une gaine de vide-ordures.

Il doit impérativement disposer d'une commande nécessitant une action maintenue lui permettant d'interrompre le jet en toutes circonstances (opérateur crispé sur la pédale de commande du jet, intrusion d'un tiers, par exemple).

Dans le cas d'une intervention avec un camion de curage (intervention sur une ligne d'égout par exemple), une personne de l'équipe reste obligatoirement près du camion et doit pouvoir, à tout moment et sans délai, agir sur les organes de commande en cas de besoin. Suivant la configuration du lieu d'intervention et l'emplacement choisi pour le camion, la tâche de surveiller la zone balisée dans laquelle évolue l'opérateur peut lui être confiée.

Pour une intervention au furet sur un conduit de grande longueur, il faut prévoir le nombre d'équipes nécessaires pour surveiller la totalité des zones à risques ; ceux-ci devront tous être en liaison permanente avec une personne disposant de la commande de dépressurisation immédiate du circuit HP ou THP.

5.2.4. Travail au chariot de nettoyage

5.2.4.1. Risques spécifiques

Dans le cas de chariots conçus et utilisés pour le nettoyage de sols, le principal risque est celui de blessures par projection de débris à partir de la périphérie du carter de protection. Il concerne non seulement l'opérateur mais aussi toute personne susceptible de s'approcher du chariot alors qu'il est en fonctionnement.

Dans le cas de chariots conçus et utilisés pour le nettoyage de parois verticales ou encore de plafonds, au risque ci-dessus s'ajoute celui de blessures par l'action

directe du jet si le carter vient à être écarté de la paroi à traiter.

5.2.4.2. Moyens de protection spécifiques

Il faut veiller au maintien en bon état du dispositif de protection prévu pour réduire les projections et le remplacer chaque fois que cela est nécessaire.

L'alimentation en eau sous pression doit être interrompue et condamnée au niveau du générateur et le circuit d'alimentation du chariot doit être dépressurisé chaque fois qu'il est nécessaire de soulever le carter par rapport au sol ou de l'éloigner de la paroi à nettoyer, et ceci quelle qu'en soit la raison (manutention, franchissement d'un obstacle, etc.).

Il ne faut pas mettre en œuvre de chariots destinés au nettoyage de parois verticales ou de plafonds s'ils ne sont pas équipés d'un dispositif interrompant l'arrivée d'eau sous pression lorsque le carter n'est pas appliqué contre une paroi, sauf s'ils ont été conçus de telle façon que l'opérateur ne puisse en aucun cas atteindre le jet ou être atteint par celui-ci lorsqu'il actionne les dispositifs de commande.

5.2.4.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

L'équipe se compose au moins de deux personnes :

- un opérateur pour manœuvrer le chariot ; il doit pouvoir interrompre immédiatement le jet en cas de besoin au moyen d'une commande nécessitant une action maintenue ;
- un assistant chargé de surveiller la zone balisée dans laquelle évolue l'opérateur.

Il doit être en mesure d'interrompre le jet sur-le-champ s'il constate une anomalie ou si une personne tente de pénétrer dans la zone balisée.

Un opérateur peut toutefois être autorisé à travailler seul pour effectuer des travaux de nettoyage de sols si les conditions suivantes sont remplies :

- la commande nécessitant une action maintenue du chariot est une commande bimanuelle ou elle est complétée par un dispositif interrompant l'arrivée de l'eau en cas de soulèvement ou de renversement accidentel du carter,
- le relâchement de cette commande ainsi que l'actionnement de ce dispositif provoquent la décharge hydraulique de la pression dans les flexibles,
- le générateur est tel que le produit de la pression (en bars) par le débit (en l/min) est inférieur à 6 000 et il se trouve à portée de vue de l'opérateur.

5.2.5. Travail avec un hydroéjecteur

5.2.5.1. Risques spécifiques

Risques de blessures et de traumatismes par suite du fouettement du tube d'évacuation et de la projection de débris à la sortie de ce tube s'il n'est pas fixé ou maintenu, ou si les fixations sont incorrectement assurées.

5.2.5.2. Moyens de protection spécifiques

Il faut veiller à ce que l'orifice de sortie de la gaine d'évacuation de l'hydroéjecteur soit dirigé de telle façon que les projections ne mettent pas en danger les opérateurs et ne constituent pas un risque pour l'environnement.

Lorsque le débit de l'hydroéjecteur est susceptible d'entraîner des mouvements incontrôlables du flexible d'évacuation (se reporter aux informations du constructeur), il faut que cette gaine soit régulièrement et correctement arrimée à des points d'ancrage.

L'alimentation en eau sous haute pression doit être impossible tant que cette opération d'arrimage n'a pas été effectuée.

5.2.5.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

L'équipe se compose au moins de deux personnes :

- un opérateur pour manœuvrer l'hydroéjecteur.

Celui-ci doit disposer d'une commande nécessitant une action maintenue pour pouvoir interrompre le jet sur-le-champ s'il constate une anomalie ou si une personne tente de pénétrer dans la zone balisée ;

- un assistant chargé de surveiller la zone balisée dans laquelle évolue l'opérateur.

5.2.6. Mise en œuvre des têtes de nettoyage de réservoirs

5.2.6.1. Risques spécifiques

Risques de blessures par action directe du jet :

- si l'appareil est alimenté en eau sous pression alors qu'il n'est pas engagé dans un réservoir,
- ou si cet appareil est extrait du réservoir alors qu'il est resté alimenté en eau sous pression,
- ou si une personne s'approche d'un orifice de remplissage, de vidange, de visite,... imparfaitement obstrué.

5.2.6.2. Moyens de protection spécifiques

Il faudrait ne mettre en œuvre que des appareils dont le fonctionnement est asservi au verrouillage d'un dispositif de fixation sur l'orifice.

En ce qui concerne les dispositifs rotatifs de nettoyage des réservoirs, leur dispositif de fixation sur la capacité doit être conçu de telle façon que :



Travail avec un hydroéjecteur. L'opérateur doit disposer d'une commande à action maintenue et l'extrémité de la gaine doit être maintenue fermement.

- la tête ne puisse être retirée tant qu'elle est alimentée en fluide sous pression,
- la tête ne puisse être alimentée en fluide sous pression tant qu'elle n'est pas bridée sur une capacité.

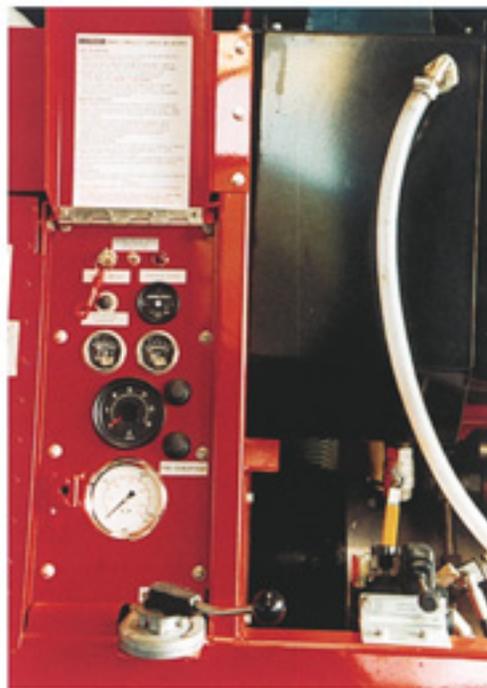
Si tel n'est pas le cas, le circuit d'alimentation doit être équipé de deux vannes d'arrêt situées au plus près de la tête et dont l'une au moins doit pouvoir être verrouillée en position de fermeture.

Un balisage signalant la nature du danger doit être mis en place autour de la capacité à nettoyer, et l'accès à la zone balisée doit être interdit à toute personne pendant l'opération ; l'alimentation en eau sous pression doit être interrompue si, pour une raison quelconque, une personne doit pénétrer dans cette zone. Une signalisation interdisant la

manœuvre des dispositifs d'obturation doit être mis en place à proximité de chaque orifice de communication entre l'intérieur et l'extérieur du réservoir.

Dans le cas contraire, l'intervention doit être réalisée en enceinte close ; l'alimentation de l'appareil en eau sous pression doit être asservi à la fermeture des moyens d'accès à l'intérieur de l'enceinte, aucune personne ne devant se trouver enfermée à l'intérieur de l'enceinte de protection au cours de l'opération.

La ligne d'alimentation de la tête de nettoyage doit être équipée d'un dispositif pouvant être verrouillé, garantissant qu'elle ne puisse pas être alimentée par inadvertance en eau sous pression après qu'elle a été extraite de la capacité à nettoyer. Ce dispositif doit être systématiquement mis en œuvre et verrouillé par un responsable désigné avant que l'on procède à son extraction.



Le retrait de la clé garantit l'arrêt du groupe et son maintien hors pression.

5.2.6.3. Composition de l'équipe et rôle de chacun

Une seule personne peut suffire pour la mise en service d'une tête de nettoyage ; une assistance peut toutefois être nécessaire pour les phases de mise en place et d'extraction de l'appareil en l'absence de moyens mécanisés d'aide à la manutention.

La présence de cette personne pendant le déroulement de l'opération (hors phases de mise en service et d'arrêt) n'est pas absolument nécessaire si les précautions suffisantes ont été prises pour qu'aucune personne ne puisse pénétrer dans la zone dangereuse durant cette période.

5.3. Précautions à prendre lors des interruptions temporaires ou définitives du travail

Il est particulièrement important de ne jamais laisser un accessoire de projection opérationnel sans surveillance. Si l'opérateur s'éloigne du poste de travail, il doit mettre ou faire mettre hors pression l'ensemble des circuits haute pression au moyen d'un dispositif pouvant être verrouillé garantissant qu'ils ne pourront pas être remis en pression accidentellement et involontairement. En outre, la pression doit être ramenée au niveau de la pression atmosphérique dans tous les composants de l'appareil ou de l'installation si, contrairement à ce qui est souhaitable, cette dernière opération n'est pas automatique.

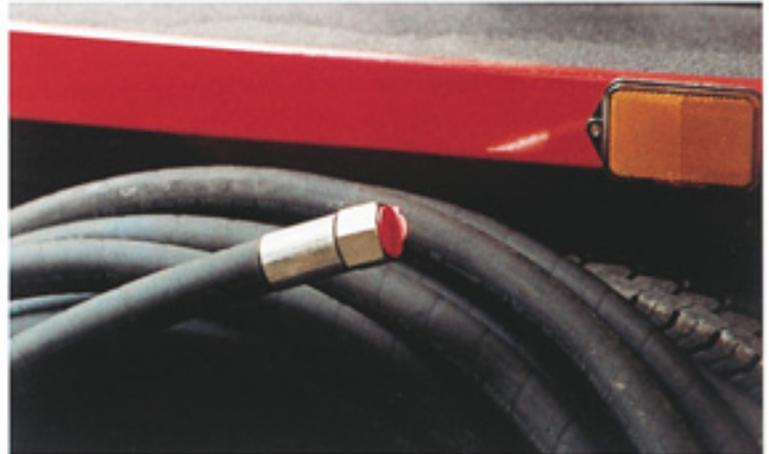
La mise hors pression des circuits au moyen d'un dispositif pouvant être verrouillé garantissant le maintien hors pression doit égale-

ment être la règle lorsqu'il s'agit de changer un accessoire, une buse, etc. et pour toute autre opération de ce type.

En cas d'interruption prolongée du travail, pour quelque raison que ce soit, ou lorsqu'il est nécessaire d'intervenir sur le matériel pour une opération de maintenance (y compris pour une opération de maintenance de premier niveau), le générateur doit être mis à l'arrêt, et son maintien à l'arrêt doit être garanti par un dispositif pouvant être verrouillé. Le responsable de l'intervention doit s'assurer que la pression a bien été ramenée au niveau de la pression atmosphérique dans tous les circuits avant d'autoriser l'intervention ou avant de s'éloigner de l'appareil.

Il est en outre impératif de retirer le balisage chaque fois que son maintien en place n'est plus justifié, car celui-ci, pour garder toute son efficacité, doit rester une mesure de caractère provisoire et exceptionnel. Un balisage restant inutilement en place amène les individus à ne plus faire attention à, voire à ne plus respecter, ce type de mesure.

Enfin le rangement du matériel est également une opération de prudence et de sécurité qui ne doit pas être négligée. Aussi, le personnel d'intervention doit-il avoir pour consignes de :



La mise en place des bouchons de protection sur les raccords empêche l'introduction de corps étrangers dans les conduits et protège les filetages.

- déconnecter, nettoyer et ranger les accessoires et les pédales de commande ;
 - ranger les flexibles en mettant en place les bouchons de protection sur les raccords libres ;
 - vidanger les circuits si nécessaire (risque de gel, par exemple) ;
- à la fin de chaque poste de travail ou à la fin de l'intervention. Ces opérations permettent de contrôler l'état du matériel (absence de défautuosité, bon fonctionnement des commandes,...) et éventuellement de le faire réviser ou réparer par le service entretien avant l'intervention suivante.

6. ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Aucun accessoire courant de protection individuelle n'est capable de résister longtemps à l'action directe d'un jet à très haute pression.

Un équipement de base complet est néanmoins nécessaire à tout opérateur pour le protéger :

- contre les jets réfléchis aussi bien que contre les corps solides qui peuvent être mis en mouvement par l'action du jet et rebondir dans sa direction ;
- contre les brouillards résultant de la pulvérisation de l'eau ou de l'impact du jet, ces brouillards pouvant, dans certaines circonstances, se révéler corrosifs ou toxiques ;
- contre le risque d'écrasement des pieds lié à certaines opérations de manutention (plaques d'avaloirs ou tampons d'égouts par exemple) ;
- contre le risque de chute par glissade (travail sur sol mouillé) ;
- contre les risques de blessures diverses aux mains (flexible détérioré,...) toujours susceptibles de s'infecter du fait des mauvaises conditions d'hygiène dans lesquelles s'effectuent généralement les travaux ;
- contre le risque de chute de hauteur ;
- etc.

Cet équipement, qui doit être porté par toutes les personnes de l'équipe d'intervention ainsi que par toute autre personne pénétrant dans la zone de projection, comprendra :

- une tenue imperméable (combinaison, veste-pantalon,...) pouvant être serrée au

niveau des poignets sur la manchette des gants et recouvrant la tige des bottes,

- un casque,
- une visière ou une paire de lunettes (la visière étant préférable puisqu'elle protège la totalité du visage),
- une paire de bottes de sécurité avec semelles à fort coefficient d'adhérence et dispositifs de protection du cou-de-pied (guêtres, renforts spéciaux incorporés aux bottes),
- une paire de gants étanches et aussi résistants et souples que possible,
- un casque anti-bruit ou des protecteurs d'oreille.

Dans le cas d'interventions sur des installations ayant contenu des substances dangereuses, l'équipement sera renforcé par l'utilisation de combinaisons étanches assurant une protection totale.

Si le travail l'impose, l'employeur ou le responsable désigné doit remettre à l'équipe, avant son départ vers le lieu d'intervention, l'équipement spécial avec les instructions d'emploi (pare-chutes, appareils de protection respiratoire, contrôleurs d'atmosphère,...), en s'assurant au préalable que le personnel a bien reçu la formation relative à l'utilisation de cet équipement spécial.

Afin de rechercher une efficacité maximale, l'employeur veillera :

- à procurer aux salariés sous sa responsabilité les équipements les mieux adaptés aux risques, aux tâches à accomplir et à la

morphologie des individus ; il est important d'impliquer les travailleurs dans le choix des EPI ;

– à les informer de l'importance d'utiliser effectivement et systématiquement ces équipements, en insistant pour que son message soit bien perçu ;

– à assurer l'instruction et l'entraînement du personnel à l'utilisation de certains EPI (protection respiratoire, harnais anti-chute,...) ;

– et enfin à maintenir ces équipements en bon état de propreté et de fonctionnement, et à les remplacer si besoin est. (Certains types d'EPI doivent être désinfectés avant d'être distribués à de nouveaux titulaires).

La protection individuelle ne doit jamais être négligée, car elle constitue la dernière ligne de défense des opérateurs.



Un équipement de base complet de protection individuelle doit être porté par chaque intervenant.

7. SÉLECTION ET FORMATION DU PERSONNEL

Les domaines de responsabilité, la compétence et la surveillance du personnel doivent être réglementés de façon détaillée par l'entreprise.

7.1. Personnels utilisateurs

Le personnel chargé de l'emploi des appareils à jets de liquide doit avoir été reconnu apte par le médecin du travail. (Ceci sous-entend que le médecin du travail a été informé des risques spécifiques auxquels est soumis ce personnel, en particulier ceux qui sont dus à l'ambiance et à l'environnement du poste de travail : travail en ambiance chaude ou poussiéreuse, travail en hauteur,...).

Chaque employeur doit dispenser ou faire dispenser une formation appropriée aux travaux à effectuer au personnel auquel il confie l'utilisation d'un appareil à jet d'eau sous haute pression. (Il est conseillé de conserver des traces écrites des différentes sessions de formation et d'information suivies par le personnel).

Cette formation portera sur :

- les techniques d'utilisation,
- les risques encourus,
- les mesures de prévention à prendre.

Pour un opérateur auquel n'est confiée que la mise en œuvre d'équipements :

- dont la pression est inférieure ou égale à 200 bars et le produit de la pression (en bars) par le débit (en l/min) est inférieur ou égal à 6 000,

- utilisés uniquement avec de l'eau froide ($T \leq 50 \text{ °C}$) non additionnée de produit toxique, corrosif ou irritant,

la formation comprendra une présentation et des démonstrations pratiques d'emploi du type d'appareil utilisé, insistant sur les points suivants :

- effets des projections du liquide et de l'entraînement possible des objets par le jet ;
 - attitudes à respecter au cours des incidents de fonctionnement les plus probables ;
 - importance des tenues de travail et des protecteurs individuels, notamment ceux relatifs à la protection des yeux et du visage.
- Durée optimale d'une telle formation : une demi-journée (minimum) à une journée de travail.

Dans tous les autres cas, la formation comprendra deux volets :

- un volet théorique (il peut être intéressant de disposer de moyens audiovisuels) :
 - les dangers liés à l'utilisation des pompes et des jets HP et THP ;
 - la connaissance des matériels ;
 - la façon d'organiser le chantier d'intervention ;
 - les avantages et les inconvénients des dispositifs et des équipements de protection collective et individuelle employés ;
- un volet pratique :
 - démonstration du fonctionnement des groupes ;
 - démonstration du maniement des accessoires de projection pour travailler en sécurité ;
 - entraînement à l'emploi du matériel (organes de commande et de sécurité) ;

- entraînement au maniement des accessoires de projection (adaptation progressive à l'effort de recul du pistolet).

Durée optimale d'une telle formation : 2 (minimum) à 3 jours de travail.

Le volet pratique doit tenir compte du fait que l'opérateur travaille au sein d'une équipe dans laquelle il est susceptible d'occuper différents postes de travail. Il faudra insister au cours des entraînements sur la conduite à tenir au poste de travail en cause en cas d'apparition d'une situation anormale.

La formation pratique sera régulièrement révisée en tenant compte de l'évolution des techniques, des matériels et des interventions effectuées par l'entreprise, ainsi que de l'expérience acquise par elle ou par ses clients.

Des sessions de recyclage devront être organisées régulièrement pour rafraîchir et compléter les connaissances théoriques et pratiques acquises par le personnel impliqué dans ce type d'opérations.

L'employeur ne doit délivrer l'autorisation de travail qu'après avoir vérifié que la personne a bien assimilé les connaissances dispensées lors de la formation et après observation de son comportement in situ. Elle doit préciser clairement le type d'équipements que l'opérateur est autorisé à mettre en œuvre.

Si la nature de l'opération, la configuration du lieu de travail, ou toute autre raison

impose l'utilisation d'équipements de protection spécifiques, tous les membres de l'équipe d'intervention doivent avoir reçu préalablement une formation adéquate concernant l'utilisation de ces équipements.

Dans les cas où il existe des risques spécifiques liés à l'environnement du poste de travail (risques chimiques, électriques, etc.) ou aux conditions de travail elles-mêmes (travail en capacité, en hauteur, etc.), au moins une personne de l'équipe devra avoir reçu une formation spécifique pour les risques concernés. La nature de ces formations complémentaires doit figurer sur l'autorisation écrite de travail délivrée par l'employeur.

7.2. personnels chargés de l'entretien et de la réparation des matériels

Les agents chargés de l'entretien et de la réparation des appareils et des accessoires sont des spécialistes désignés particulièrement pour ce travail :

- ayant une connaissance et une expérience pratique réelle du matériel dont ils assurent l'entretien ;
- et ayant effectué un stage de formation spécifique entretien/maintenance chez les fournisseurs des appareils.

8. ENTRETIEN ET VÉRIFICATION DES ÉQUIPEMENTS



Le sertissage des embouts ne doit être confié qu'à des techniciens compétents, disposant de tout l'outillage spécifique nécessaire à cette opération.



Toute intervention sur un flexible doit être suivie d'une épreuve hydraulique réalisée conformément aux règles de l'art.

L'entretien est par essence préventif : il tend à éviter les pannes et, bien compris, il doit tendre aussi à éviter les accidents.

La vérification périodique des organes et dispositifs qui contribuent à la sécurité des personnes et leur maintien en bon état devraient figurer au premier plan dans tout programme d'entretien préventif.

Le matériel doit donc être régulièrement entretenu et vérifié par un technicien qualifié (voir ci-dessus) de l'entreprise ou d'une entreprise spécialisée (constructeur, par exemple, dans le cadre d'un contrat de maintenance). Celui-ci devra disposer d'un dossier d'entretien établi par le constructeur du matériel en vue de la maintenance de celui-ci. Ce dossier précisera :

- les vérifications à effectuer et leur fréquence ;
- les opérations à effectuer en fonction des observations faites ;
- les procédures opératoires détaillées pour chacune de ces opérations ;
- les plans nécessaires pour les réaliser.

Le dossier d'entretien doit faire partie intégrante de la fourniture lors de la livraison d'un matériel ; l'utilisateur qui commande un matériel doit s'en assurer et l'exiger si nécessaire.

Pour toute opération que l'utilisateur prend à sa charge, il doit se munir du matériel et appliquer les méthodes qui garantissent une qualité d'exécution équivalente à celle du fabricant. En particulier :

- toute pièce défectueuse ou usée sera remplacée par une pièce équivalente conformément à la nomenclature des pièces de rechange fournies par le constructeur ;
- aucune modification ne sera faite sans accord préalable du constructeur ;
- aucune opération ne sera effectuée sans que celui qui l'effectue dispose de l'outillage adapté (le sertissage des embouts sur les flexibles ne pourra être réalisé que s'il dispose des équipements de sertissage adaptés aux tuyaux et aux embouts, ainsi que de la possibilité de réaliser, conformément aux règles de l'art, une épreuve hydraulique) ; tout élément de canalisation qui a subi une réparation ne doit pas être réutilisé tant qu'il n'a pas été soumis à une épreuve hydraulique, le rapport de la pression d'épreuve à la pression maximale admissible étant défini dans le tableau ci-dessous.

Les essais d'épreuve ne doivent être faits que par des techniciens spécialement formés disposant du matériel et des installations adéquats pour les réaliser en toute sécurité.

Les opérations d'entretien qui influent le plus sur la sécurité dans l'utilisation du matériel de nettoyage et de décapage à l'eau sous

haute pression sont probablement celles qui s'appliquent :

- aux organes de commande et de sécurité du groupe HP (soupape de sécurité, manomètre, régulateur, arrêt d'urgence, commande de mise en pression, raccords de départ...),
- aux canalisations flexibles et à leurs raccords (toute réparation doit être suivie d'une réépreuve),
- aux organes de commande des accessoires de projection (étanchéité, absence de point dur ou de coincement, bon fonctionnement des sécurités).

S'agissant d'appareils :

- dont la pression maximale d'utilisation peut dépasser 200 bars,
 - ou dont le produit de la pression (en bars) par le débit (en l/min) peut être supérieur à 6 000,
 - ou équipés de réchauffeurs (quelles que soient alors leurs caractéristiques),
- ces opérations doivent être effectuées mensuellement ou toutes les cent d'heures environ si la durée quotidienne d'utilisation dépasse régulièrement les six heures). Elles doivent être suivies d'une vérification effective du bon fonctionnement de ces équipe-

	Rapport pression d'épreuve sur pression maximale admissible	Coefficient de sécurité
Flexibles transportant de l'eau à moins de 70 °C	= 1,5	≥ 2,5
Flexibles transportant de l'eau à plus de 70 °C	= 2	≥ 4
Éléments de canalisation rigide, porte-buses, autres composants	= 1,5	≥ 3 ou 4



Les opérations de contrôle du manomètre, de la soupape de sécurité... doivent être effectuées régulièrement au moyen d'équipements appropriés.

ments, si nécessaire avec l'aide d'appareil et d'outillage de contrôle (par exemple pompe d'épreuve hydraulique avec manomètre de contrôle pour la vérification du manomètre et de la pression d'ouverture de la soupape). Si une mise en route est nécessaire, la présence d'au moins deux personnes est impérative.

Ces opérations doivent être complétées par une vérification étendue à l'ensemble des matériels et accessoires, au moins une fois par an ainsi qu'après :

- toute modification effectuée sur les éléments constitutifs du matériel d'origine,
- et tout arrêt dont la durée et les conditions ont exposé l'appareil à de possibles détériorations.

Les canalisations rigides doivent subir une épreuve hydraulique et un examen endoscopique (contrôle de corrosion) tous les cinq ans.

Pour aider à l'organisation des vérifications périodiques, l'utilisateur prévoira un carnet ou registre de vérification pour chaque groupe HP, sur lequel seront consignés :

- les résultats de toutes les vérifications périodiques,
- les remplacements et réparations effectués sur le matériel,
- les modifications apportées au matériel.

Ce document devrait aussi être mis à la disposition des opérateurs pour leur permettre d'y inscrire, au retour d'une intervention, toutes les observations (dysfonctionnements, usures normales ou anormales...) qu'ils seraient amenés à faire sur l'équipement lui-même, mais aussi sur tous les accessoires et composants qu'ils utilisent avec cet équipement.

L'identification précise des équipements et des accessoires (par exemple au moyen d'un marquage) facilitera la tâche de toutes les personnes qui auront à renseigner ce document.

Les suites données aux différentes remarques des utilisateurs seront alors mentionnées sur ce même document.

Toutes les mentions portées sur le carnet doivent être datées et accompagnées des noms et qualités des personnes qui les ont faites.

Aucune modification ne doit être apportée aux éléments constitutifs de l'équipement ou des accessoires sans une autorisation écrite du constructeur.

Rappel : il est strictement interdit de souder ou de braser sur des accessoires HP ou THP, quels qu'ils soient.

9. RÈGLES GÉNÉRALES DE SÉCURITÉ A RESPECTER COMPTE TENU DE L'EXISTENCE DE CERTAINS TYPES DE RISQUES

9.1. Risques électriques

L'électricité et l'eau sont absolument incompatibles : l'utilisation d'équipements de nettoyage et de décapage à l'eau sous haute pression alimentés en énergie électrique ou à proximité d'installations sous tension engendre de façon permanente un risque important. Une bonne connaissance des risques électriques et des dispositions de sécurité qui en découlent est le meilleur moyen d'éviter les accidents.

Pour prévenir les risques électriques, des mesures doivent être prises à trois niveaux :

- au niveau de l'environnement immédiat,
- au niveau du matériel,
- au niveau de l'utilisation.

9.1.1. Mesures relatives à l'environnement immédiat

Les travaux de nettoyage ne devront en aucun cas être effectués sur un emplacement situé à portée de jet d'une installation électrique si celle-ci n'est pas consignée hors tension ou si elle n'est pas spécialement conçue ou protégée à cet effet. Ces installations doivent être repérées et signalées, et une demande de mise hors tension doit être faite à l'exploitant ou à l'utilisateur.

Les installations électriques du site sur lequel est effectuée l'intervention doivent être en conformité avec la réglementation et les normes en vigueur (décret n° 88-1056 du

14 novembre 1988, circulaire DRT 89-2 du 6 février 1989 et publication UTE C 18-510).

En règle générale, une entreprise extérieure ne doit pas intervenir sur les réseaux du donneur d'ordre, pour quelque motif que ce soit (contrôle, modification ou réparation). Cependant, il peut exister des clauses particulières qui doivent faire l'objet d'un accord avec le client et doivent alors impérativement être mentionnées sur le contrat comme, par exemple, la mise hors tension de tout ou partie du réseau pour la réalisation des travaux.

9.1.2. Mesures relatives au matériel

Les équipements et matériels mis en œuvre doivent, pour ce qui est de leur équipement électrique, satisfaire aux normes européennes de sécurité. Mais pour que la sécurité soit permanente, il faut, lors de l'entretien ou du remplacement de composants électriques respecter scrupuleusement ces mêmes règles (section des conducteurs, nature des câbles, type de fiches, type d'enveloppes isolantes, type et calibre des protections, etc.).

Des sécurités sont mises en place par les constructeurs en vue d'augmenter la fiabilité de leur matériel en le protégeant contre un certain nombre de « dérives » dues, le plus souvent, à une mauvaise utilisation des équi-

pements (dispositifs de protection contre les surintensités, contre les coupures de phases, contre les courants de défaut, etc.). En aucun cas ces sécurités ne doivent être neutralisées.

9.1.3. Mesures relatives à l'utilisation

Mais il y a aussi un certain nombre de règles qu'il faut absolument faire observer par les intervenants sur les chantiers :

- Réaliser systématiquement la mise à la terre de l'ensemble de l'équipement, y compris les accessoires de projection s'il n'y a pas continuité électrique par les flexibles ; celle-ci s'impose tout particulièrement :
 - pour protéger les personnes contre les mises sous tension accidentelles des masses ;
 - éviter les risques dus à l'accumulation de charges lors du travail à proximité de produits inflammables ou en atmosphère susceptible de devenir explosive.
- Vérifier que la tension du réseau coïncide bien avec la tension d'alimentation de l'équipement ; en alimentation triphasée, vérifier le sens de rotation des moteurs lors de la mise en marche.
- Ne raccorder un appareil au réseau que lorsque le socle femelle correspond rigoureusement à la prise mâle du cordon d'alimentation et ne jamais forcer pour obtenir le couplage.
- Ne jamais exercer une traction sur le cordon d'alimentation pour le déconnecter du réseau.
- Remplacer impérativement tout cordon défectueux (coupure, écrasement, usure par frottement) et ne jamais procéder à une réparation par épissures, dominos, etc.
- S'assurer de la conformité des rallonges, en classe et section.

En complément aux règles et consignes de sécurité évoquées ci-dessus, il faut savoir que, indépendamment des risques inhérents à la non-conformité des matériels et des installations électriques, des défaillances accidentelles peuvent être causées par des agents extérieurs en cours de travail (détérioration d'un câble, chute d'eau abondante sur les équipements, action du jet sur l'isolant d'un conducteur, etc.) et peuvent mettre en danger les utilisateurs de ces équipements.

En conséquence, il est recommandé de prévoir et de faire utiliser sur les chantiers des appareils à coupure automatique (prises différentielles) sensibles aux courants de défaut et dont la sensibilité n'excède pas 30mA (milliampères) en vue de prévenir les risques d'origine électrique par contacts directs ou indirects. Ces dispositions ne dispensent pas de donner au personnel une formation et des consignes l'incitant à ne pas mettre en service des installations manifestement défectueuses et à ne pas toucher des parties nues sous tension.

9.2. Travaux en hauteur

Consécutives à une perte d'équilibre dont la cause peut être matérielle ou humaine, les chutes sont dites « de hauteur » (ou « avec dénivellation ») lorsque le travailleur tombe sur un plan ou un obstacle situé à un niveau inférieur à celui que ses points d'appui occupaient immédiatement avant la chute.

Le risque de chute de hauteur, quand il existe, est à considérer avec une attention particulière, car ses conséquences sont générale-

ment d'une gravité certaine, parfois mortelles, toujours suivies de séquelles importantes et définitives pour la victime.

Lorsque le personnel effectue une intervention en se trouvant exposé à un risque de chute de hauteur :

- les dispositifs de protection permanents existant pour prévenir ce risque doivent être en place ;
- dans le cas où ces dispositifs n'existent pas (chantier temporaire, intervention occasionnelle, etc.), un balisage et une signalisation devront être mis en place pendant la durée de cette intervention.

Parmi les chutes avec dénivellation, il faut porter la plus grande attention aux chutes qui peuvent se produire :

- lorsque du personnel, circulant ou travaillant à une hauteur de plus de 3 mètres, se trouve exposé à un risque de chute dans le vide,
 - ou lorsque du personnel travaillant à une hauteur nettement inférieure se trouve exposé à un risque de chute en arrière,
- ce sont de toute évidence les plus graves.

Une priorité absolue doit être donnée aux mesures de protection collective. Ce n'est que si la durée prévue d'exécution des travaux n'excède pas une journée ou si la protection collective ne peut être assurée d'une manière satisfaisante que les installations et dispositifs destinés à assurer une protection collective pourront être remplacés par l'utilisation d'un équipement de protection individuelle comme le harnais de sécurité. Les points d'ancrage possibles devront alors avoir été désignés au personnel.

Pour les travaux en hauteur par élévation, l'emploi d'une échelle, de quelque type qu'elle soit, doit être strictement interdit pour réaliser des travaux au jet HP ou THP. L'en-

treprise réalisant ce type de travaux devra donc recourir :

- soit aux échafaudages fixes ou roulants,
- soit aux nacelles élévatrices.

Il ne faut utiliser qu'un matériel conforme aux normes en vigueur. Il est recommandé de se référer aux documents suivants réalisés et publiés par l'INRS :

- Conseils aux utilisateurs d'échafaudages de service, Édition INRS ED 673,
- Recommandations R 212 et R 257 de la Caisse nationale d'assurance maladie (cf § 12.2), adoptées par les comités techniques nationaux en novembre 1982 et décembre 1984, qui définissent les dispositions à mettre en œuvre en vue d'assurer la sécurité du personnel lors de l'utilisation des élévateurs de personnel sur véhicule porteur.

Lorsque des opérateurs sont amenés à travailler sur un échafaudage ou une plateforme surélevée avec un accessoire sur lequel la force de réaction est susceptible de dépasser la valeur de 15 daN, il est conseillé de prendre des mesures de protection complémentaires pour éviter qu'ils puissent être déséquilibrés et projetés dans le vide par la réaction du jet :

- mise en place d'un grillage de sécurité,
- utilisation d'un harnais anti-chute.

9.3. Manipulations de produits

Les récipients contenant les additifs chimiques utilisés pour améliorer les performances de nettoyage doivent être étiquetés conformément à la réglementation établie par le Ministère du Travail (reprise pour l'es-

sentiel de directives européennes). Si le produit contient des substances dangereuses, l'étiquette apposée sur l'emballage doit mentionner :

- le nom, l'adresse complète et le numéro de téléphone du fournisseur ;
- le nom du produit. Pour une substance, c'est son nom chimique ; pour une préparation, son nom commercial ou sa désignation ;
- le(s) symbole(s) et indication(s) de danger ;
- les phrases de risques, codifiées par la réglementation ;
- les conseils de prudence, codifiés par la réglementation.

Cette étiquette ne doit en aucun cas être retirée et les indications qui y figurent doivent rester lisibles pendant toute la durée d'utilisation du contenant.

Le médecin du travail doit être l'interlocuteur privilégié pour les questions relatives au risque chimique ; il doit être consulté chaque fois que des travailleurs attribuent des symptômes (maux de têtes, fatigue, irritation, eczéma, etc.) à des produits qu'ils manipulent.

9.4. Interventions en espaces confinés

Dans les locaux fermés ou mal ventilés tels que sous-sols, galeries de service de même que dans certaines installations telles que les cuves, bassins ou réservoirs, il existe des risques non négligeables d'asphyxie ou d'intoxication respiratoire.

L'asphyxie peut se produire :

1. Lorsque l'oxygène de l'air a été consommé :

- par combustion (utilisation d'un moteur thermique, d'un réchauffeur à combustible),
- par la respiration,
- par réaction chimique d'oxydation lente (ex. : formation de rouille dans un contenant)

2. Lorsque l'oxygène de l'air a été remplacé par un gaz inerte vis-à-vis de la respiration (ex. : remplissage d'un réservoir ayant contenu des matières inflammables avec de l'azote pour réduire le risque d'explosion).

L'intoxication respiratoire a pour origine une pollution de l'atmosphère par des gaz ou des fumées (l'oxyde de carbone ou l'hydrogène sulfuré par exemple sont des gaz très dangereux à de très faibles concentrations).

Si des travaux doivent être effectués dans de tels locaux ou dans de telles installations, l'entreprise doit se conformer à la réglementation et aux recommandations relatives à l'assainissement des atmosphères des locaux de travail. Il lui est recommandé de se référer aux documents suivants réalisés et publiés par l'INRS :

- « Aération et assainissement des ambiances de travail. Réglementation générale. Textes et commentaires », édition INRS ED 720 ;
- « Guide pratique de ventilation n° 8 : Ventilation des espaces confinés », édition INRS ED 703.

En outre, si un opérateur doit s'introduire dans une cuve ou dans un réservoir, il convient de consulter également la recommandation R 276 Cuves et réservoirs, de la Caisse nationale de l'assurance maladie, adoptée le 13 décembre 1985 par le Comité central de coordination. (Les textes de ces recommandations sont disponibles sur demande auprès des Caisses régionales

d'assurance maladie ou de l'Institut national de recherche et de sécurité).

Le brouillard intense provoqué par l'impact du jet contre les parois rend très difficile le travail en espace restreint : dans toute la mesure du possible les travaux de nettoyage sous pression à l'intérieur de capacités seront donc mécanisés, par exemple en utilisant des systèmes à tête rotative.

Pour les interventions proprement dites, il ne doit être admis qu'une seule personne à la fois à l'intérieur d'une capacité, et cette personne doit être rattachée à l'extérieur à l'aide d'une longe et d'un harnais. Une deuxième personne assurant la surveillance de l'opération doit se tenir à l'extérieur, à proximité de l'orifice d'accès ; elle doit disposer impérativement d'une commande d'arrêt nécessitant une action maintenue pour pouvoir interrompre immédiatement l'arrivée d'eau sous pression en cas d'incident. Si les conditions ne permettent pas au surveillant extérieur de voir l'opérateur en permanence, clairement et distinctement, une liaison phonique entre les deux personnes sera nécessaire.

Compte tenu des difficultés, l'emploi d'un pistolet à double commande doit être la règle pour ce type d'intervention.

La descente dans un regard (intervention sur un égout) est assimilée à un travail dans un réservoir : elle doit donc avoir été explicitement autorisée par le responsable des opérations. Si elle est décidée, elle doit être précédée d'un contrôle d'atmosphère et l'opérateur qui descend doit être équipé d'un harnais et d'une corde ; il faut, en outre, que l'effectif de l'équipe soit suffisant pour lui porter éventuellement secours (au minimum 2 personnes en surface).

9.5. Risques liés aux problèmes de circulation

Pour toute intervention sur les voies de circulation ou sur leurs dépendances, la règle d'or « **bien voir et être vu** » doit être appliquée de jour comme de nuit ; elle nécessite réflexion et organisation avant l'intervention proprement dite.

Par ailleurs, il importe de placer le véhicule de telle façon :

- qu'il gêne le moins possible la circulation,
- et que les opérateurs soient le moins possible exposés aux risques de la circulation au cours de l'intervention.

Signalisation des personnes

Il faut fournir au personnel intervenant sur les voies de circulation des baudriers ou des gilets fluorescents et réfléchissants et lui demander de les utiliser systématiquement et de porter de préférence des vêtements de couleur claire.

Signalisation des véhicules

L'équipement spécifique du véhicule d'intervention doit être maintenu en bon état de fonctionnement et de propreté.

Les équipes d'intervention doivent appliquer les consignes suivantes :

- à l'arrêt, elles doivent utiliser les équipements spéciaux :
 - feux de détresse,
 - gyrophare ou triangle équipé de clignotants,

et compléter cette signalisation par une signalisation d'approche ;

- en circulation normale, elles doivent éteindre tous ces équipements spéciaux et, en particulier, le gyrophare.

Signalisation des chantiers

La meilleure façon de diminuer le risque que présente un chantier sur une voie de circulation, c'est de rendre ce chantier très visible.

Il ne doit jamais y avoir d'obstacle non signalisé sur une voie de circulation. Même lorsqu'il s'agit d'interventions de courte durée, la signalisation réglementaire au sol est obligatoire. Celle-ci comprend :

- une signalisation à grande distance (« d'approche ») ;

- une signalisation de proximité (de « position ») ;

- une délimitation de la zone de travail au moyen de cônes, de rubans, ..., même si l'intervention ne dure que quelques minutes.

Les signalisations d'approche et de position doivent être réalisées conformément au code de la route et il est important de s'assurer que le responsable de l'équipe d'intervention connaît bien cette réglementation.

La prévention des maladies professionnelles et des risques d'infection nécessite, en outre, l'application stricte des règles d'hygiène. Elle requiert la participation de chaque individu et, à cette fin, les actions de formation et d'information individuelles deviennent primordiales.

10.1. Hygiène corporelle

Il faut éviter toute absorption de liquide pollué par l'organisme et, pour cela, il convient de faire appliquer les consignes suivantes :

- par l'ensemble du personnel :
 - se laver soigneusement les mains et se brosser les ongles ;
 - ne pas manger ni fumer sans avoir les mains propres ;
- et par les personnes au contact de milieux chimiquement ou bactériologiquement contaminés :
 - prendre une douche à la fin de chaque poste de travail ;
 - nettoyer et désinfecter soigneusement toutes les plaies et coupures même minimales et consulter un médecin qui décidera des soins à donner.

10.2. Hygiène vestimentaire

Il faut imposer le port des gants et des vêtements de travail.

Les gants ne doivent pas être souillés intérieurement.

Les vêtements doivent être nettoyés périodiquement.

10.3. Formation à l'hygiène

La formation à l'hygiène concerne en premier lieu le nouvel embauché. Celui-ci doit recevoir une information sur l'ensemble des risques de contamination auxquels il peut être exposé. Il est également indispensable de lui indiquer toutes les règles d'hygiène nécessaires pour éviter la contamination.

Cette formation peut être dispensée par le médecin du travail, mais celui-ci doit ensuite être relayé par l'encadrement et par les chefs d'équipe pour que l'hygiène soit véritablement une préoccupation permanente et que les manquements aux règles d'hygiène soient constamment corrigés.

Il faut éviter que l'exercice quotidien d'une activité au contact d'un milieu fortement contaminé conduise à une accoutumance et entraîne des négligences dans le respect de ces règles élémentaires.

11. CONDUITE A TENIR EN CAS D'ACCIDENT

Le personnel intervenant avec des équipements de nettoyage/décapage à haute et très haute pression est exposé à des risques nombreux. De plus, les postes de travail diffèrent suivant le lieu d'intervention et la nature des travaux à effectuer. La combinaison de ces divers éléments conduit à des situations réelles d'accident relativement complexes. Enfin certaines particularités peuvent encore aggraver la situation :

- l'accès au lieu de l'accident peut être difficile ; c'est le cas après une chute dans un regard ou dans une capacité ;
- l'équipe peut être éloignée d'un centre de secours et l'alerte sera retardée ;
- le risque d'intoxication peut apparaître subitement lors de certaines interventions ; il faut alors avoir la possibilité de s'équiper avec un appareil de protection respiratoire avant d'intervenir.

En conséquence, l'attitude à prendre en cas d'accident ne peut résulter de l'application de consignes simples.

Tous ces éléments influent sur la composition de l'équipe d'intervention et sur les moyens matériels qui devront être mis à sa disposition. Il faut pouvoir donner l'alerte, d'une part, et secourir, d'autre part.

Dès que l'accident vient de se produire, il faut intervenir rapidement et efficacement. Certains gestes doivent être évités, d'autres doivent être exécutés immédiatement. Cela suppose de la part du personnel présent sur

le lieu de l'accident une connaissance suffisante et un entraînement régulier pour mettre en œuvre les principes élémentaires du secourisme, lesquels ne peuvent être acquis qu'au moyen d'une formation spécifique et régulièrement renouvelée.

Des consignes écrites doivent préciser au personnel, en fonction de la localisation du lieu de travail, les personnes ou organismes de secours à appeler avec leur numéro de téléphone (pompiers, SAMU, médecins, entreprise) ; Les interventions dans des lieux inhabituels doivent faire l'objet d'une information particulière sur le poste de secours le plus proche.

Particulièrement important :

En cas de blessure par un jet d'eau sous haute pression ou de traumatisme causé par un coup de fouet, il faut consulter immédiatement un médecin, même si la blessure ou le traumatisme semble superficiel. Seul un médecin est, en effet, en mesure de déterminer si, par exemple, des organes internes ont été atteints.

Le médecin consulté doit être informé de la nature de l'accident. Le port, par chaque opérateur, d'un badge mentionnant qu'il effectuait des travaux avec des équipements de projection de fluide à haute ou très haute pression permet d'éviter que la transmission de cette information soit omise.

“ Il est possible que cette personne ait été blessée par de l'eau sous très haute pression, jusqu'à 2 500 bars (2 459 kg/cm²), par un jet d'une vitesse supérieure à 1 000 m/s (3 600 km/h).

Des infections inhabituelles par des matières organiques microaérophiles se manifestant à de faibles températures ont déjà été constatées. Celles-ci peuvent être des gènes pathologiques gram négatifs tels que ceux trouvés dans les eaux d'égouts.

Des traitements antiseptiques et des analyses de sang peuvent par conséquent être utiles. ”

L'importance apparente des blessures peut être sans rapport avec la gravité des lésions et des dommages causés en profondeur aux tissus.

Ce texte, reproduit sur un badge, informe le personnel médical de l'existence du risque d'injection d'eau et d'infection qui peut en résulter.

12. TEXTES ET DOCUMENTS

12.1. Textes réglementaires (Code du travail) sur lesquels est fondée cette brochure

Les articles R. 233-1 à R. 233-1-3 du Code du travail qui fixent les règles générales d'utilisation des équipements de travail et des moyens de protection.

Les articles R. 233-2 à R. 233-13 du Code du travail qui fixent les mesures d'organisation et les conditions de mise en œuvre des équipements de travail.

Les articles R. 233-14 à R. 233-41 qui fixent les prescriptions techniques applicables pour l'utilisation des équipements de travail.

Les articles R. 233-42 à R. 233-44 qui fixent les mesures d'organisation et les conditions d'utilisation des équipements de protection individuelle.

L'annexe I du Livre II du Code du travail qui définit les règles techniques de conception et de construction applicables aux équipements de travail définis par l'article R. 233-83, prévues par l'article R. 233-84 du Code du travail.

Les articles R. 232-8 à R. 232-8-7 du Code du travail qui fixent les règles relatives à la prévention des risques dus au bruit.

Les articles R. 237-1 à R. 237-28 du Code du travail qui fixent les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure, complétés par l'arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars) qui fixe la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965, modifié, concernant les mesures particulières de protection et de salubrité applicables aux établissements dont le personnel exécute des travaux du bâtiment, des travaux publics et tous autres travaux concernant les immeubles.

Le décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

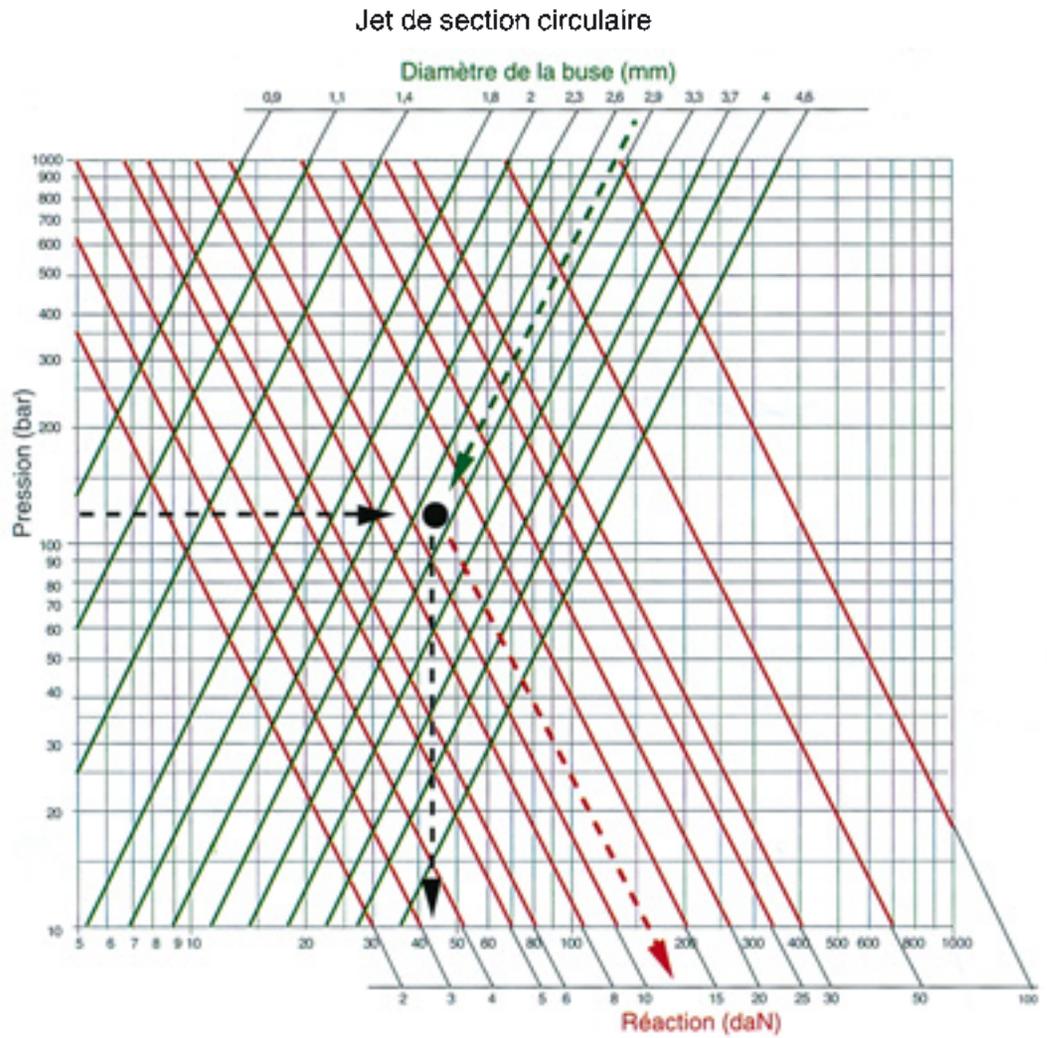
12.2. Documentation INRS

Les documents suivants peuvent être obtenus auprès des services prévention des

Carsat/Cram ou auprès de l'INRS :

- ED 723. Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- ED 790. Aide-mémoire BTP. Prévention des accidents et des maladies professionnelles dans le bâtiment et les travaux publics. (Ndlr : ce document donne des informations et des conseils sur les échafaudages de service).
- ED 657. L'assainissement de l'air des locaux de travail. Guide pratique de ventilation n° 1.
- ED 703. Ventilation des espaces confinés. Guide pratique de ventilation n° 8.
- ED 941. Interventions d'entreprises extérieures.
- ED 6109. Consignations et déconsignations.

ANNEXE 1 Diagramme des poussées



Exemple d'utilisation du diagramme :

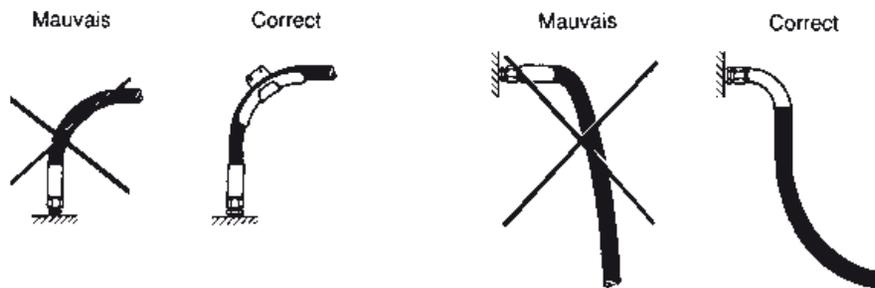
Pour une pression de 120 bars et un diamètre de buse de 2,8 mm :

- le débit sera égal à 43 l/min,
- la réaction sur le porte-buse sera égale à 12 daN.

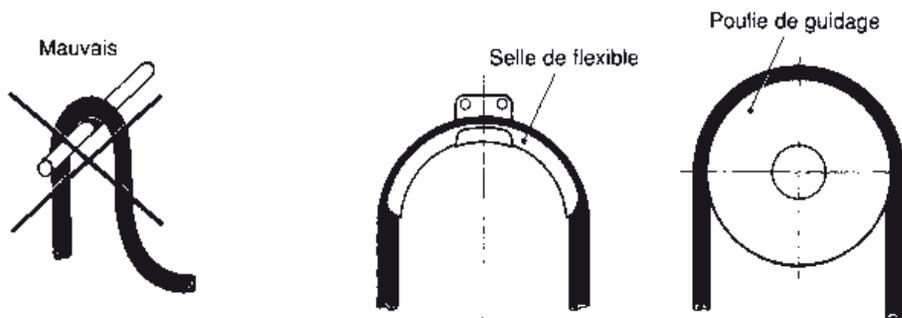
ANNEXE 2

Conseils pratiques pour l'utilisation des flexibles

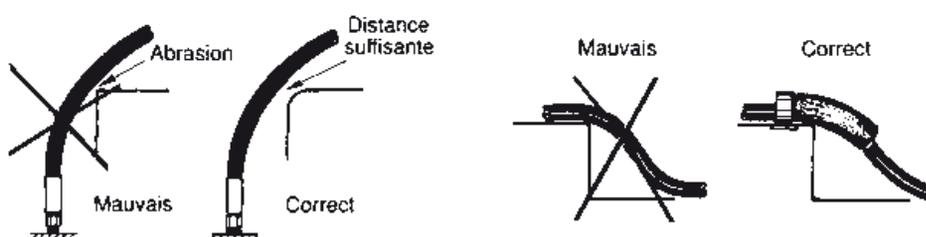
1 Éviter les cassures au niveau des raccords ; choisir un montage permettant d'éviter la cassure ou utiliser un support de suspension ou une spirale de maintien.



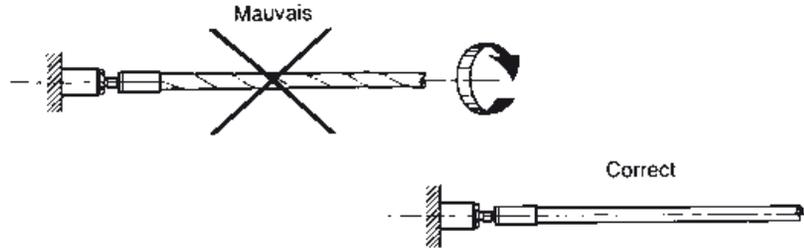
2 Respecter les rayons de courbure minimaux. Ne pas plier le flexible sur une arête ou sur un obstacle. Mettre en place des goutottes ou des supports appropriés.



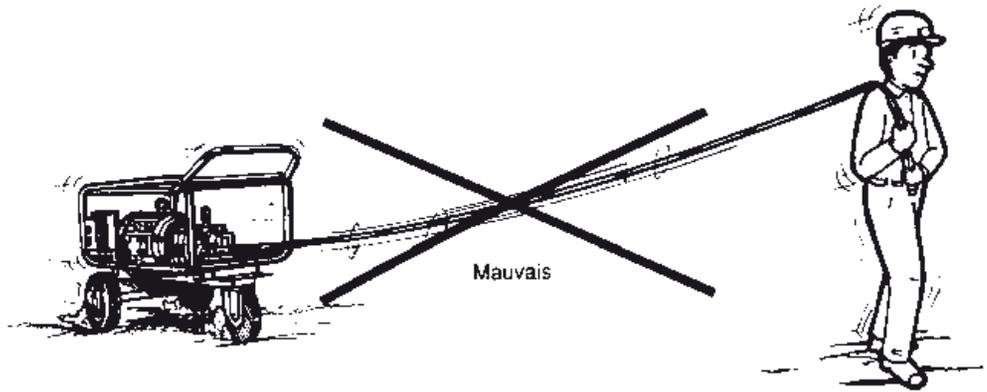
3 Ne pas faire glisser ni laisser reposer un flexible sur une arête vive. Mettre en place des fourreaux de protection ou attacher le flexible pour le maintenir à une distance suffisante de tout élément sur lequel il pourrait s'user par frottement.



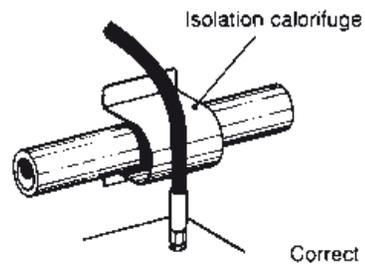
4 Éviter de tordre un flexible (surtout lors du déroulement ou du serrage des raccords).



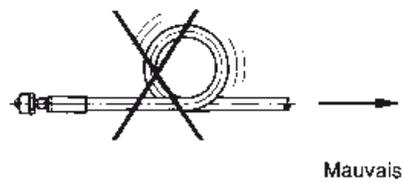
5 Éviter de soumettre un flexible à des efforts de traction (en particulier, ne pas l'utiliser pour tirer l'unité de nettoyage haute pression).



6 Maintenir le flexible à distance suffisante de toute source de chaleur ; sinon interposer un écran de protection thermique entre le flexible et la source de chaleur.



7 Éviter la formation de boucles lors du déroulement ou de la manipulation des flexibles. Si une boucle s'est formée, arrêter l'unité et retirer la boucle en la déroulant (ne pas tirer sur le flexible).



ANNEXE 3

Exemple d'autorisation d'utilisation des équipements haute pression

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

IL EST INTERDIT

- D'utiliser le pistolet sans être muni des protections individuelles : chaussures, gants, tablier lunette.
- De diriger la lance vers une autre personne.
- De nettoyer des appareillages électriques.
- D'utiliser le pistolet pour un usage autre que le nettoyage.

EN CABINE

- S'assurer que les pièces à nettoyer sont bien calées sur les supports prévus à cet effet.
- Après usage du pistolet, le ranger sur son support et le cadenasser.
- Rendre la clé à la hiérarchie.

Société

Adresse

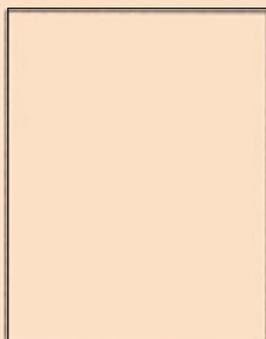
AUTORISATION PERSONNELLE

D'UTILISATION DES PISTOLETS
A HAUTE PRESSION

La validité de cette autorisation est limitée à un an ; elle sera prorogée d'un an, chaque année par le médecin du travail à l'occasion de la visite systématique si celle-ci est satisfaisante.

NOM :

PRÉNOMS :



Le Titulaire

déclare avoir pris
connaissance
des consignes
de sécurité
notées au verso.

.....
.....
.....

Le Directeur,

Autorisation valable

Le Médecin du Travail

Du :

Au :

Les illustrations de cette brochure ont été fournies à titre gracieux par :

- la Fédération nationale des syndicats de l'assainissement,
- les Établissements RIVARD SA. du groupe TROUVAY-CAUVIN,
- la Société PBS,
- l'Entreprise GIRARDET,
- la Société DORANDT,
- la Société de la Raffinerie BP et ELF de Dunkerque,
- la Société GE Plastics ABS SA,
- le groupe SARP Industries,
- la Société SAVAC.

L'auteur remercie toutes les personnes qui l'ont aidé à mener à bien la réalisation de ce document, et en particulier :

- Monsieur Bouvier (Compagnie rhénane de Raffinage),
- Monsieur Harwood (Société PBS),
- Monsieur Leseux (CRAM Alsace-Moselle),
- Messieurs Moreau et Ollivier (Établissements RIVARD),
- Madame Pelletier (FNSA),
- Monsieur Rollin (Entreprise GIRARDET),
- Monsieur Rouveyre (CRAM Sud-Est).

© INRS, Paris, 2001. Maquette Michèle Billerey

Pour obtenir en prêt les audiovisuels et multimédias et pour commander les brochures et les affiches de l'INRS, adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

Services Prévention des Carsat et des Cram

Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
CS 10392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13
prevention.documentation@carsat-am.fr
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 70488
68018 Colmar cedex
tél. 03 88 14 33 02
fax 03 89 21 62 21
www.carsat-alsacemoselle.fr

Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 36
fax 05 57 57 70 04
documentation.prevention@carsat-aquitaine.fr
www.carsat.aquitaine.fr

Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 76
fax 04 73 42 70 15
preven.carsat@orange.fr
www.carsat-auvergne.fr

Carsat BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord, 38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 08 21 10 21 21
fax 03 80 70 52 89
prevention@carsat-bfc.fr
www.carsat-bfc.fr

Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48
drpcdi@carsat-bretagne.fr
www.carsat-bretagne.fr

Carsat CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrilles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 81 50 00
fax 02 38 79 70 29
prev@carsat-centre.fr
www.carsat-centre.fr

Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
37 avenue du président René-Coty
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 45 71 45
cirp@carsat-centreouest.fr
www.carsat-centreouest.fr

Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84
prevention.atmp@cramif.cnamts.fr
www.cramif.fr

Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56
prevdoc@carsat-lr.fr
www.carsat-lr.fr

Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 0820 904 231 (0,118 €/min)
fax 05 62 14 88 24
doc.prev@carsat-mp.fr
www.carsat-mp.fr

Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70
documentation.prevention@carsat-nordest.fr
www.carsat-nordest.fr

Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 79 30
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr
www.carsat-nordpicardie.fr

Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 22
fax 02 35 03 60 76
prevention@carsat-normandie.fr
www.carsat-normandie.fr

Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
44932 Nantes cedex 9
tél. 02 51 72 84 08
fax 02 51 82 31 62
documentation.rp@carsat-pl.fr
www.carsat-pl.fr

Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,
74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09
preventionrp@carsat-ra.fr
www.carsat-ra.fr

Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66
documentation.prevention@carsat-sudest.fr
www.carsat-sudest.fr

Services Prévention des CGSS

CGSS GUADELOUPE

Immeuble CGRR, Rue Paul-Lacavé, 97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13
lina.palmonat@cgss-guadeloupe.fr

CGSS GUYANE

Espace Turenne Radamonthe, route de Raban,
BP 7015, 97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01

CGSS LA RÉUNION

4 boulevard Doret, 97704 Saint-Denis Messag cedex 9
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01
prevention@cgss-reunion.fr

CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes, 97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 51 32 – fax 05 96 51 81 54
prevention972@cgss-martinique.fr
www.cgss-martinique.fr

Ce guide, réalisé avec l'aide des concepteurs, des fabricants et des utilisateurs, doit aider les personnes et organisations concernées par l'approvisionnement, l'exploitation et l'entretien des équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression, à assurer la sécurité et préserver la santé des travailleurs et des tiers lors de tous types d'interventions.



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00
Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 784

1^{re} édition (1995) • réimpression novembre 2012 • 1 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2030-0