

43 TRAVAUX DE FERRAILLAGE

Outils du métier

Introduction

Cette section offre un survol des dangers liés aux outils manuels et à commande mécanique et résume les pratiques sécuritaires. Parce que les blessures dues aux outils sont souvent graves, il est important de tout mettre en œuvre pour les éviter.

Chaque année, l'emploi inapproprié des outils est la cause de blessures aux yeux, de plaies par piqûre, de fractures, de contusions, d'infections et de doigts, tendons et artères tranchés.

Malgré que certains outils à commande mécanique comportent divers dispositifs de protection offrant une certaine sécurité, la meilleure prévention passe par la sensibilisation aux dangers, la formation et le bon sens.

Les plus polyvalents des outils à notre disposition, nos mains, jouent trop souvent le rôle de victime d'accidents dus à un outil. Vous seriez frappé d'une incapacité majeure sans l'usage complet de vos deux mains. Elles peuvent être coincées dans les machines, écrasées sous des objets ou coupées par des outils tranchants tels que couteaux ou scies. Elles peuvent également subir des brûlures, des fractures ou des foulures, à moins que vous demeuriez toujours alerte. Vos mains n'ont pas de prix. Protégez-les des blessures en suivant les règles de sécurité du travail avec les outils.

Les yeux s'exposent fortement aux blessures attribuables aux outils, même si ces dernières sont presque toujours évitables. Utilisez les dispositifs et l'équipement de protection que tous voient comme nécessaires, mais qui sont trop facilement oubliés.

Le bruit est inévitable lors de certains travaux, qu'il provienne des outils ou de l'environnement de travail. L'exposition aux bruits intenses peut mener à la déficience auditive. L'exposition prolongée peut provoquer des lésions irréversibles de l'oreille et éventuellement, la surdité. Des protège-oreilles doivent être portés partout où il y a exposition au bruit intense.

Causes fréquentes des accidents

Les causes communes d'accidents liés aux outils manuels et à commande mécanique dans la construction incluent

- l'utilisation d'un outil inadapté à la tâche
- les chutes d'outils des niveaux supérieurs
- le rangement d'outils tranchants dans les vêtements
- l'utilisation d'allonges sur les manches d'outil
- les vibrations extrêmes
- l'utilisation d'outils dont les faces sont arrondies
- l'absence d'appui ou d'arrimage de l'ouvrage à travailler
- le port d'outils dans les mains en gravissant une échelle ou en descendant
- l'utilisation de cordons d'alimentation ou de connecteurs abîmés
- le non-recours aux disjoncteurs de fuite à la terre (GFCI), surtout à l'extérieur.

Pratiques de travail sécuritaires

Les blessures graves attribuables aux outils manuels et à commande mécanique peuvent être évitées par une sensibilisation élémentaire aux risques et le bon sens. Adoptez en tout temps les pratiques sécuritaires décrites ci-dessous.

- 1) **Portez des vêtements adaptés au travail.**
Portez les vêtements et équipements conçus pour les outils du métier (figure 1.1).

Portez toujours des lunettes protectrices. L'utilisation d'outils manuels ou à commande mécanique comporte toujours des risques liés aux particules volantes et à la poussière. Le port de lunettes protectrices appropriées est essentiel autant pour l'ouvrier que pour les autres personnes présentes.



Figure 1.1 : Ferrailleur prêt pour la pose d'acier d'armature

- 2) **Utilisez un outil adapté à la tâche.**
Utiliser une barre ou un tuyau d'allonge sur le manche d'une clé, ou utiliser une pince en tant que marteau sont des exemples d'erreurs qui mènent fréquemment des accidents ou des blessures.
- 3) **Utilisez les outils conformément aux recommandations du fabricant.**
Par exemple, utilisez toujours une clé ou un marteau convenable, non pas une pince. Une pince improprement utilisée subit des pressions pour lesquelles elle n'a pas été conçue et peut causer l'usure, le bris et des blessures.
- 4) **Mettez de côté les outils endommagés ou abîmés.**
Les marteaux dont le manche est fissuré ou lâche, les dés aux mors usés, les barres à cintrer abîmées, les cordons prolongateurs endommagés et les outils dépourvus de mise à la masse sont dangereux et doivent être mis de côté afin qu'ils soient réparés ou détruits.
- 5) **Veillez au fonctionnement sécuritaire des outils.**
Les pinces aux dents usées peuvent blesser lorsqu'elles dérapent lors du liage des fils.
Veillez à la fermeté et la sûreté des branches.
N'utilisez pas un ruban isolant pour relier les gaines fendillées ou pour prévenir leur fendillement. Vérifiez fréquemment les pivots et les branches. Assurez-vous que les têtes sont fermement calées sur les branches. Veillez à ce que la surface des branches soit lisse et dépourvue d'aspérités. Remplacez les branches fendillées ou ébréchées, ou qui ne peuvent demeurer fermement en place.
Maintenez les tranchants affûtés.
Les outils affûtés facilitent le travail, améliorent la précision de votre travail, économisent le temps, nécessitent moins d'efforts et sont plus sécuritaires que les outils émoussés.
- 6) **Ne gravissez jamais une échelle en portant des outils dans les mains.**
Les porte-outils et les étuis pour outil libèrent les mains lorsque vous montez ou travaillez dans une échelle, un échafaudage ou d'autres endroits d'accès difficile. Pour passer d'un niveau à l'autre en portant des outils, déposez-les dans un sac ou une boîte ferme et hissez-les à l'aide de cordages solides.
- 7) **On recommande l'utilisation d'outils antiétincelants non ferreux** en présence possible de matériaux inflammables ou de poussières ou vapeurs explosives. Ces outils, tels que

marteaux et maillets en laiton ou en cuivre, doivent toujours être utilisés avec prudence. Souvenez-vous — qu'il est possible qu'ils n'évitent pas tous les risques d'explosion, tels que la présence de vapeurs de carburant. Il est toujours plus sûr d'éliminer le risque en veillant à la sûreté de l'atmosphère par l'isolation, la ventilation et la purge.

- 8) **Protégez les tranchants des outils lors de leur transport.** Transportez-les de façon qu'ils ne posent aucun danger pour vous ni les autres. Transportez les outils pointus ou à bords tranchants dans des porte-outils ou des étuis.
- 9) **Gardez propres les outils manuels.** Protégez-les des dommages causés par la rouille. Nettoyez-les en essayant la saleté et la graisse. Trempez les outils à l'occasion dans des liquides ou solvants nettoyants et essuyez-les complètement.
- 10) **Lubrifiez** les pièces réglables ou parties mobiles pour prévenir l'usure et le désalignement.
- 11) **Lors du balancement d'un outil**, assurez-vous complètement que personne d'autre n'est à la portée du balancement ou ne peut y parvenir, ou être heurté par du matériel volant.
- 12) **Les chutes d'outil** représentent un grave danger pour les travailleurs œuvrant plus bas. N'égarez pas les outils, surtout lors du travail en hauteur sur les échafaudages ou d'autres installations d'accès. Une lime ou un marteau burineur qu'on bute par mégarde sur une plateforme de travail peut se transformer en une bombe volante et risque de vous faire trébucher. Lorsque cela est faisable, liez les outils à l'écart lors du travail en hauteur.
- 13) **L'équipement de protection auditive** doit être porté partout où il y a risque d'exposition aux bruits intenses. Le bruit est un risque inhérent au domaine de la construction, qu'il provienne des outils, des autres travailleurs ou de l'environnement de travail. L'exposition aux bruits intenses peut mener à la déficience auditive. L'exposition prolongée peut provoquer des lésions irréversibles de l'oreille et éventuellement, la surdité. Même si les outils à commande mécanique ne représentent que l'une des sources de bruit possibles, on doit chercher à utiliser les moins bruyants de ces outils qui puissent tout de même suffire à la tâche.

Inspection et réparation

Une personne possédant la formation et l'expérience nécessaires à l'inspection des outils doit déterminer si l'outil est en état de fonctionner de façon sûre. Les outils usés ou endommagés doivent porter la mention « **DÉFECTUEUX-NE PAS UTILISER** » et retourner à l'atelier pour la réparation ou le remplacement.

L'inspection régulière de tous les outils est nécessaire et doit comporter l'entretien et la réparation des outils conformément aux directives des manuels de l'utilisateur. La conformité du maniement et du rangement des outils doit également faire partie du processus d'inspection. La charge de l'inspection revient habituellement au superviseur. Toutefois, les utilisateurs doivent vérifier quotidiennement leurs outils.

Les outils soumis aux tâches et aux traitements les plus rudes, tels que burins, marteaux et clés, doivent être fréquemment et régulièrement inspectés.

Installations et équipements convenables sont nécessaires aux tâches appropriées d'entretien et de réparation. Seules les personnes qui en détiennent les compétences doivent se voir confier la réparation des outils. Autrement, les outils doivent être envoyés à un service spécialisé dans la réparation.

Utilisation

La mauvaise utilisation des outils est une cause fréquente de blessures dans la construction. Dans plusieurs cas, les blessures surviennent du fait que l'on suppose que chaque utilisateur sait utiliser les outils les plus courants. Cela n'est pas le cas.

Il incombe au superviseur et à l'employeur d'assurer que les travailleurs sont formés à l'utilisation appropriée et sécuritaire des outils manuels.

Marteaux et masses

Des marteaux de formes et tailles diverses se destinent à différentes tâches. Leur choix et leur utilisation doivent s'adapter au travail à effectuer. Même si le marteau, qui prend la forme de nombreux types et modèles, ne fait pas partie de l'équipement de base de la ceinture à outils, il sert régulièrement.

Règles élémentaires – Marteaux

- Portez toujours des lunettes protectrices.
- Assurez-vous que le manche est serré; n'utilisez jamais un marteau à manche lâche ou endommagé.
- Frappez toujours la surface de l'ouvrage à angle droit à l'aide de la tête de frappe et évitez les frappes aveugles.
- Maintenez le marteau en gardant le poignet droit et en agrippant fermement le manche.
- Regardez derrière et au-dessus avant d'articuler le marteau.
- N'utilisez jamais un marteau pour frapper un autre marteau.
- Jetez tout marteau présentant des entailles, de fissures, des encoches ou une tête arrondie; la rectification **n'est pas** conseillée.
- Lors de la frappe d'un autre outil (ciseau, poinçon, cale, etc.), la tête de frappe du marteau doit excéder de 1/2 pouce (1,25 cm) celle de la tête de l'outil frappé.
- Ne soudez et ne retrempez jamais un marteau.

Les marteaux burineurs sont conçus de sorte à dégager le laitier des soudures ou des rebords brûlés. Les différents types offrent une multitude de formes et de manches. Ces marteaux comportent de longues pointes ou extrémités aplaties ou coniques, qui peuvent être réaffûtées plusieurs fois.

Outils coupants manuels

Coupe-tiges et coupe-barres

Il existe un certain nombre de précautions élémentaires à observer lors de l'utilisation de ces outils.

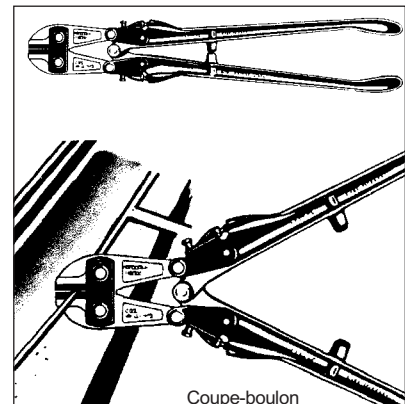
- Portez des lunettes protectrices.
- Gardez vos doigts hors de la portée des mors et des articulations.
- Les bouts coupés peuvent voler et causer des blessures; on suggère d'envelopper les mors de jute ou d'un chiffon lors de la coupe.

Coupe-boulons

Les coupe-boulons types affichent des longueurs allant de 18 à 36 po, les plus grands desquels peuvent couper des boulons et tiges d'acier doux d'autant que 1/2 po de diamètre, ainsi que d'autres matériaux tels que les câbles métalliques.

Posez les mors perpendiculairement au matériau.

Ne faites pas levier et ne tordez pas : des éclats peuvent se détacher et voler dangereusement, et les tranchants peuvent s'abîmer.



Cisailles à barre d'armature manuelle

Elles réussissent à couper des barres d'autant que 15M (n° 6) ou plus.

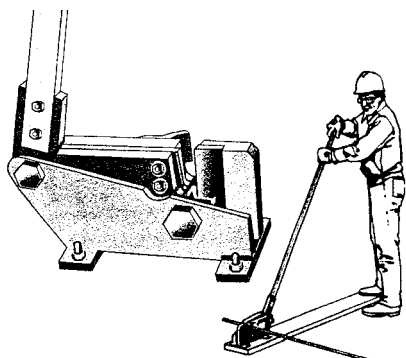


Figure 1.2
Cisaille à barre d'armature manuelle

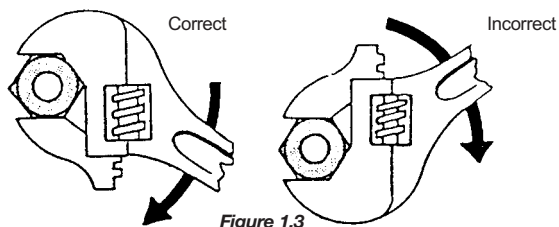
Prise des outils

Clés

Quel que soit le type de clé, il y a toujours risque que la clé désengage l'ouvrage ou que l'ouvrage se dégage soudainement. Il y a également possibilité que la clé ou l'ouvrage cède. L'utilisateur doit toujours s'appuyer de façon à ne pas perdre l'équilibre et se blesser dans le cas où l'outil se dégage pour quelque raison. Inspectez toujours la clé pour déceler les failles, les bris ou l'usure, afin d'éviter qu'elle dérape et d'abîmer les dispositifs de fixation.

Il y a une clé appropriée à chaque tâche. Si la clé est trop grande, elle peut ne pas offrir une prise sûre. Le dérapage ou la détérioration de la clé ou du dispositif de fixation peuvent s'ensuivre, tandis que le serrage exagéré peut fausser les filets. Lorsque cela est possible, lubrifiez les écrous et boulons avec de l'huile pénétrante.

- Agrippez toujours la clé de manière à éviter les blessures dans le cas d'un dérapage.
- Évitez le dérapage par le recours aux mors appropriés. Les clés fermées sont plus sécuritaires que les clés ouvertes, car elles risquent moins de déraiper. Les clés ouvertes fixes de taille appropriée sont en général plus sécuritaires que les clés à molette, surtout pour tourner les têtes coincées.
- Jetez toute clé fermée ou ouverte endommagée. Ne tentez jamais de réparer les pointes arrondies ou brisées de l'extrémité fermée d'une clé, ou les mors usés ou écartés de l'extrémité ouverte.
- Présentez la clé à molette de face et tournez la clé de façon à distribuer la pression sur le mors fixe (figure 1.3).



- Il faut toujours **tracter** la clé lorsque cela est possible. Ne la poussez pas.
- Ne surchargez jamais une clé à l'aide d'une allonge tubulaire posée sur le manche ou en martelant le manche. Ces manœuvres peuvent affaiblir le métal de la clé et provoquer le bris de l'outil. Des clés de service intensif aux manches surdimensionnés et des clés « marteaux » ou à tête de frappe servent cette

fin. Les clés à tête de frappe munies d'ouvertures à 12 pointes sont conçues pour la frappe d'un marteau à panne ronde ou d'une masse. Elles sont offertes en versions droites ou décalées, mais on préférera le type droit lorsque cela est possible.

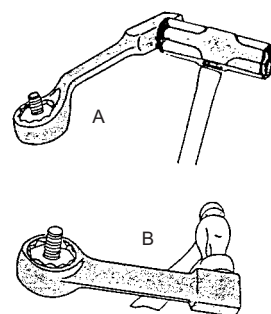


Figure 1.4 : Clés marteaux
(A) clé marteau décalée
(B) clé marteau droite

Clés à douilles

Les jeux de clé à douilles offrent tout un éventail de tailles et de types de douilles, ainsi que divers types de manches, y compris à cliquet, universel, démultiplicateur, ainsi qu'un bon nombre de rallonges et d'adaptateurs. En utilisant des adaptateurs et réducteurs de taille, prenez soin à ne pas serrer exagérément une douille plus petite, et le dispositif de fixation à l'aide d'un manche de plus grande taille.

Utilisez toujours une douille de la bonne dimension; assurez-vous qu'elle s'adapte justement. Une douille trop grande ou lâche peut déraiper, causer une blessure et menacer d'usure la douille et le dispositif de fixation.

N'utilisez jamais des douilles « manuelles » avec des clés à commande mécanique ou à chocs. Les douilles manuelles possèdent habituellement un fini plus brillant, tandis que celles de ces autres outils présentent un aspect terne et des parois plus épaisses.

Pinces

Les pinces, ou plus précisément les pinces à tranchants latéraux, sont les outils de base du ferrailleur, destinés à fixer les barres d'armature. Les types les plus utilisés sont ceux de 7, 8 ou 9 pouces, mais la taille peut varier selon les préférences de chacun.

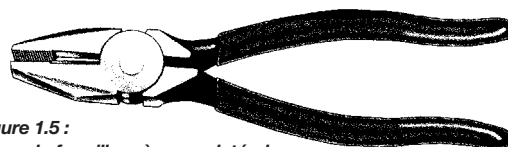


Figure 1.5 : Pince de ferrailleur à coupe latérale

Plusieurs ferrailleurs préfèrent utiliser des « pinces à coupe latérale à grand levier », conçues pour augmenter la force de levier de coupe.

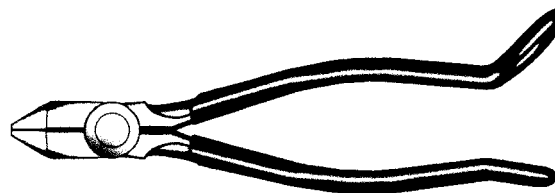


Figure 1.6 : Pince de ferrailleur à grand levier

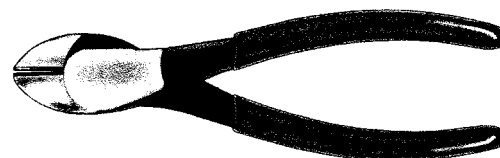


Figure 1.7 : Pince de ferrailleur à coupe diagonale à grand levier

Les pinces sont souvent mal utilisées. Elles sont conçues pour la prise et la coupe, et ne doivent pas se substituer aux clés parce que leurs mors sont flexibles et peuvent déraiper.

Règles élémentaires de sécurité – Pinces

- Choisissez une pince dont l'espace entre les branches suffit à prévenir le pincement de la paume ou des doigts.
- Remplacez les pinces dont les dents ou les tranchants sont usés, car elles peuvent déraiper et blesser.
- Optez pour une pince dont l'amplitude de la prise se situe entre 6 cm et 9 cm (2 1/2 po à 3 1/2 po).
- Tirez la pince – ne la poussez pas.
- Les pinces à tranchants latéraux peuvent blesser lorsque des bouts retranchés des fils volent vers les yeux du travailleur.
- Des lunettes protectrices doivent être portées lors de l'utilisation d'une pince à tranchants latéraux.
- Effectuez toujours les coupes à angle droit; ne balancez jamais les tranchants d'un côté à l'autre.
- Les pinces utilisées pour les travaux d'électricité doivent être isolées. Vous devez quand même couper l'alimentation.
- N'oubliez pas : les branches rembourrées ne visent que le confort et ne protègent pas contre les chocs électriques.
- N'exposez jamais une pince à la chaleur extrême, car cela pourrait compromettre son trempage et détruire l'outil.
- N'utilisez jamais une pince pour marteler, car cela peut causer des fissures, des bris ou des entailles.
- Les pinces ne doivent pas servir à serrer les écrous et les boulons : utilisez une clé appropriée.

Clés à tuyau

Les clés à tuyau ont provoqué maintes blessures graves lorsqu'elles étaient utilisées au-dessus de la tête. Ces clés peuvent déraiper sur les tuyaux ou les raccords, déséquilibrant le travailleur et le faisant chuter. Les clés à tuyau, conventionnelles ou à chaîne, doivent comporter des mors affûtés et être maintenues propres pour éviter le dérapage (figure 1.8).

- La molette de la clé à tuyau doit faire l'objet d'inspections fréquentes visant à détecter les fissures. Une molette fissurée peut céder sous la charge, provoquant bris et blessures graves.
- Utilisez une clé de longueur et de taille appropriées à la tâche. Une clé trop petite ne suffira pas à offrir le levier et la prise nécessaires. Une clé trop volumineuse peut fausser les filets du tuyau ou briser l'ouvrage, causant soudainement un dérapage ou une chute.
- Présentez la clé à tuyau de face. Tournez la clé de façon à exercer la pression sur le mors.
- N'utilisez jamais une allonge posée sur le manche afin d'augmenter la force de levier. L'allonge peut forcer la clé ou l'ouvrage jusqu'au point de rupture.

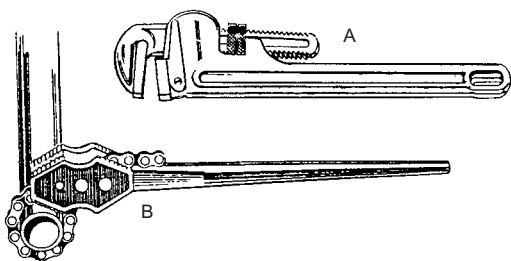


Figure 1.8 : Types de clés à tuyau : (A) Conventiennelle, (B) Type clé dynamométrique

Cintreuse manuelles et barres à cintrer

- La plupart du temps adaptées aux barres de 15M à 25M.
- Inspectez l'outil avant l'utilisation.
- Assurez-vous que la position de vos pieds et celle de votre corps sont telles à vous empêcher de perdre l'équilibre.
- Soyez prudent lors du redressement ou du pliage des barres

et des goujons à l'extrémité ouverte d'une structure. Les barres d'armature qu'on plie trop ont tendance à casser et peuvent se rompre. Assurez-vous d'abord d'être sûrement relié avant de pousser ou de rabattre les barres le long des bords ouverts.

- Évitez les points de pincement.
- Assurez-vous qu'il y a assez d'espace à effectuer le pliage.

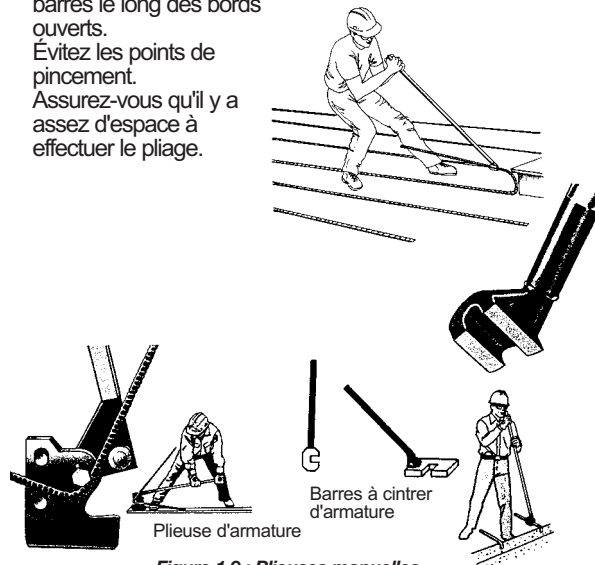


Figure 1.9 : Plieuses manuelles

Outils mécaniques de façonnage de barres d'armature

La plus grande part de la fabrication des barres d'armature s'effectue en atelier, mais il peut arriver qu'une fabrication sur place s'impose, surtout sur les chantiers relativement éloignés. Les figures 1.10, 1.11 et 1.12 représentent quelques-uns de ces outils.

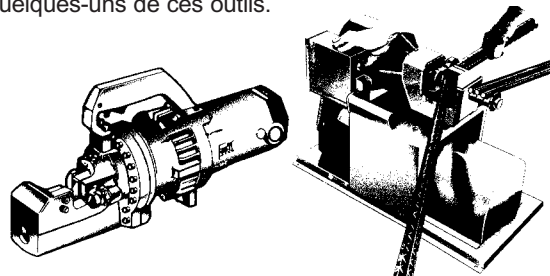


Figure 1.10 : Cisailles et coupeuses électriques ou électriques/hydrauliques

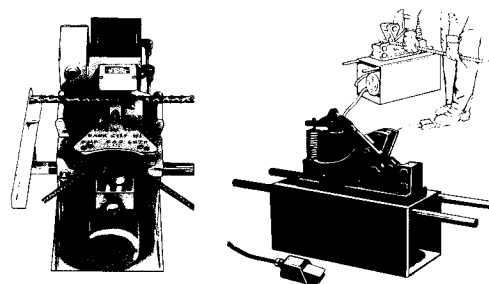


Figure 1.11 : Cisailles et coupeuses électriques ou électriques/hydrauliques

Précautions élémentaires

- Assurez-vous de porter des lunettes protectrices.
- Écartez vos doigts des environs de la lame et de la prise.
- Protégez les lignes d'alimentation des dommages pouvant provenir de la circulation ou des bords acérés.

Pour les outils électriques

- Vérifiez que l'alimentation correspond aux exigences du matériel.
- Utilisez un disjoncteur de fuite à la terre (GFCI).
- Veillez au remplacement des câbles endommagés.

Pour les outils hydrauliques

- Remplacez les tuyaux endommagés ou usés.

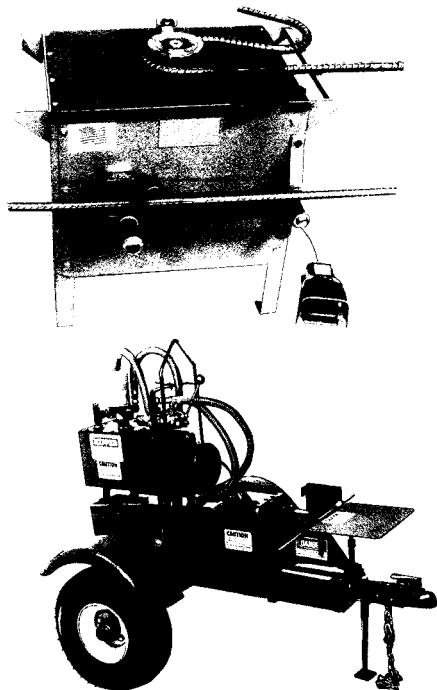


Figure 1.12 : Plieuses et plieuses/coupeuses électriques/hydrauliques

- Assurez-vous que les raccords sont propres et serrés.
- Assurez-vous que la pompe et l'outil conviennent l'un à l'autre.

Cintreuse de barres d'armature

Le risque de blessures musculosquelettiques, telles que la lombalgie, attribuables au cintrage des barres d'armature est reconnu depuis longtemps. L'abondance des cas peut pointer vers la fréquence et la répétition de deux facteurs :

- 1) la posture stationnaire et gênante du tronc pour le cintrage des barres d'armature sur le sol
- 2) et la soumission à l'effort manuel excessif dû à l'usage de pinces pour lier les barres d'armature.

Une façon d'améliorer la posture est l'utilisation d'une cintreuse de barres d'armature automatique. Cet outil à commande électrique à batterie s'appuie contre les intersections des barres. Sur pression de la gâchette, la machine enveloppe d'un fil l'intersection, le tord et le coupe (voir photos).



Des recherches effectuées par le Rodworkers' Labour-Management Health and Safety Committee ont démontré que



l'utilisation d'une cintreuse de barres d'armature peut diminuer les fortes pressions répétitives des mouvements du poignet et les inclinaisons latérales associées au cintrage manuel. En outre, l'utilisation de la cintreuse de barres d'armature peut éviter le recours aux inclinaisons latérales du tronc, ce qui, par conséquent, diminue les risques de lombalgie.

L'utilisateur d'une cintreuse de barres d'armature doit considérer un certain nombre d'aspects.

- Choisissez une cintreuse de barres d'armature permettant une posture confortable du dos lors du cintrage des barres d'acier.
- Optez pour une cintreuse de barres d'armature pouvant lier des barres de différents diamètres.
- Pour les barres d'armature de dalle sur terre-plein, le cintrage à l'aide d'une cintreuse de barres d'armature devra s'effectuer à l'aide d'un long crochet destiné à soulever les barres (voir photo 1).
- Plusieurs cintruses de barres d'armature doivent être réchauffées par temps froid. La tension de cintrage doit donc être réglée à la valeur appropriée lorsqu'il fait froid.
- Lors des journées chaudes d'été, laissez refroidir la machine durant les pauses régulières et le midi. On placera à cette fin l'appareil dans une zone ombragée.
- Une équipe de 4 ou 5 ouvriers par chantier peut devenir très productive grâce à la cintreuse de barres d'armature.
- La cintreuse permet d'aider les travailleurs souffrant de lombalgie ou de blessures aux mains à reprendre le travail.



Photo 1

Ceintures de travail

Lors de l'installation d'acier d'armature sur une surface verticale comportant des barres d'acier à l'horizontale, un échafaudage doit être érigé si la hauteur du travail dépasse 12 pieds (3,7 mètres). Si un échafaudage ne peut être érigé, le travailleur doit porter une ceinture pour manœuvrer des barres d'armature.

Une ceinture de travail doit comporter un support dorsal et un crochet d'ancrage sur le devant capable de porter un travailleur. La ceinture de travail permet le libre mouvement des deux mains lors du ferrailage d'un mur. La ceinture est conçue de manière à maintenir le travailleur en place au poste de travail, mais non conçue en tant que système d'arrêt de chute. Par conséquent, un harnais de sécurité complet avec dispositif de point d'ancrage, tel qu'une structure existante ou un support fixe temporaire, doit être utilisé si le travailleur s'expose à une chute sur plus de 10 pieds (3 mètres) ou une chute sur des pièces ou substances dangereuses.

Entreposage des barres d'armature

- Prévoyez une aire d'entreposage rapprochée du travail.
- Utilisez des espaceurs en bois pour distancer les piles.
- Vérifiez les charges exercées sur les planchers.
- Assurez-vous de renouveler l'étaiyage des dalles fraîchement coulées.
- Ne permettez pas aux barres d'armatures entreposées sur les supports (longrines de 4x4) de toucher le sol.
- Assurez-vous que les étiquettes d'identification sont clairement visibles pour éviter la manutention inutile.
- Entrepochez les barres à l'abri de la boue, de l'huile, des graisses, etc.

Technique appropriée de cintrage et redressage

Cintrage

- Avant le début des travaux, assurez-vous que toutes les ouvertures et bordures de dalle sont protégées à l'aide de garde-corps ou de recouvrements appropriés et assez solides pour prévenir les chutes.
- On utilise habituellement un fil métallique de calibre 16 pour le cintrage des barres, à moins que l'ingénieur du projet indique un autre diamètre.
- Les extrémités des fils à ligature doivent être rabattues afin de prévenir les contacts contondants avec les travailleurs.
- Ne cintrez jamais à reculons. Dirigez-vous face à l'ouvrage.
- Lors du ferrailage des murs ou des colonnes, utilisez des liens qui préviendront l'écartement des barres d'armature.

Redressage

Il arrive souvent que des ferrailleurs soient affectés au redressement des goujons émergeant d'une coulée précédente.

- Soyez particulièrement prudent lors du redressage des goujons des bords ouverts d'une structure. L'acier d'armature tend à se casser et peut se rompre s'il est trop plié. Les ruptures soudaines d'une tige en goujon ont provoqué trop de chutes de travailleurs. Ne poussez et n'écartez jamais une barre d'armature avant d'être sûr, le cas échéant, que vous portez un équipement antichute approprié comprenant un harnais de sécurité reliant une partie fixe de la structure.
- Un manchon ou tuyau à cintrer doit être utilisé pour le redressement des barres de plus de 15M.
- Une aide mécanique, telle qu'un vérin hydraulique, peut s'avérer nécessaire pour redresser les barres de plus de 30M.

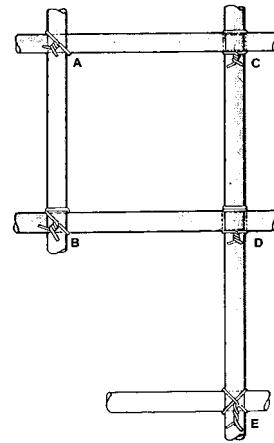
Ligatures communes

Il existe différentes méthodes de ligature manuelle des intersections des barres. En voici parmi les plus répandues :

- A. **La ligature simple** est habituellement destinée à fixer les

barres en position de façon à résister au déplacement.

- B. **La ligature enveloppante et simple** est habituellement utilisée lors du ferrailage des murs visant à maintenir les barres en place de sorte que les barres horizontales ne se déplacent pas durant la progression des travaux ou lors du coulage.
- C. **La ligature d'écartement** sert au cintrage de positionnement des barres des poutres, des colonnes et des murs.
- D. **La ligature enveloppante et d'écartement** sert à fixer les barres lourdes préassemblées en structures à hisser à l'aide d'une grue. Ces ligatures sont soumises à des charges considérables.
- E. **La ligature en huit** s'utilise quelquefois dans les murs au lieu de la ligature enveloppante et d'écartement.



Précontrainte à post-tension

La mise en précontrainte est un moyen de créer des éléments de béton structural superficiels et élégants de longue portée. La précontrainte à post-tension est généralement utilisée sur place au lieu d'effectuer des opérations de prémoulage dans une cour.

La précontrainte à post-tension s'effectue surtout pour le coulage du profil de béton. Des orifices de coulage distribués le long du profil, où sont situées les armatures d'acier, permettent le durcissement du béton, tandis que la tension des armatures armées à des ancrages d'acier comprime le profil de béton. Les armatures comportent habituellement une extrémité de contrainte fixe et une extrémité de contrainte mobile ou flottante.

La précontrainte à post-tension ne fait pas partie des activités de la plupart des ferrailleurs, mais elle est une technique que certains entrepreneurs et donc, certains ferrailleurs, doivent utiliser à l'occasion. Cette facette du travail du ferrailleur comporte des risques et problèmes particuliers qui doivent être explorés.

Les connaissances liées à la précontrainte à post-tension s'acquièrent par la formation professionnelle. Toutefois, la section suivante en résume les dangers, précautions et pratiques sécuritaires.

Types de système de précontrainte à post-tension

Il existe un certain nombre de systèmes brevetés, habituellement partagés en trois types aux caractéristiques suivantes :

1) Systèmes à torons

- Armatures normalement fabriquées d'un ou plus d'un câble à 7 torons de 0,5 ou 0,6 pouce de diamètre.
- Armatures à toron unique maintenues par des cônes d'ancrage fendus calés dans des ancrages noyés.

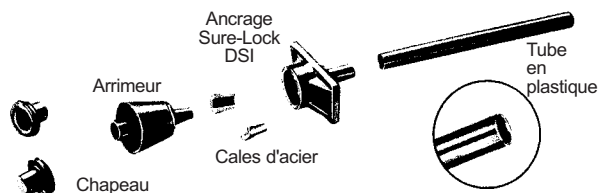


Figure 1.13
Système à toron unique

- Les gros aciers multitorons peuvent comporter entre 31 à 55 torons (figure 1.14).

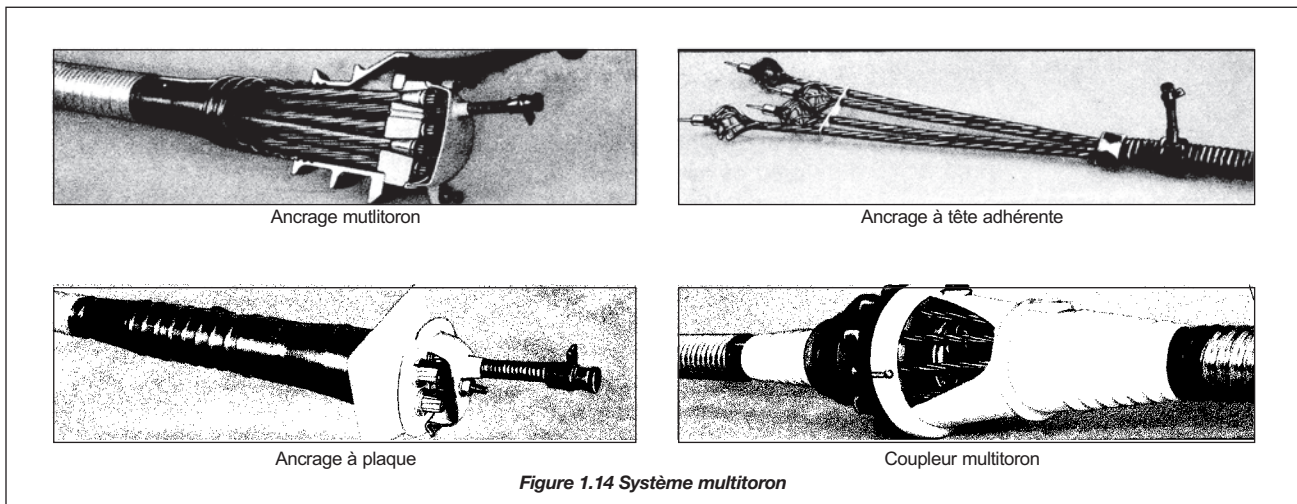
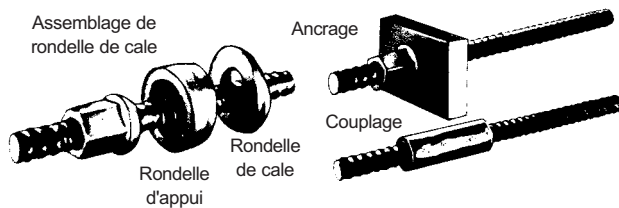


Figure 1.14 Système multitoron

- Dans les ancrages multitorons, chaque toron est ancré par des cales d'acier segmenté dans une clavette d'ancrage après enfilage dans une tromplaque : un assemblage soudé consistant en une trompette (tube) et une plaque d'appui.
- 2) **Systèmes à barres** (figure 1.15)
- Des barres à haute résistance (normalement 1 pouce à 1 3/8 pouce) servent d'aciers de mise en tension du béton.
 - Les nervures filetées des barres permettent l'ancrage, après la mise en tension, à l'aide d'écrous de blocage serrés contre des plaques d'ancrage.
 - Les nervures filetées permettent à des coupleurs filetés de relier deux barres entre elles.

Figure 1.15 : Plaque d'ancrage de barre d'armature de précontrainte



- 3) **Systèmes à câbles** (figure 1.16)
Ils n'ont pas été utilisés au Canada depuis les environs de 1980, mais ils peuvent réapparaître.

- Armatures fabriquées de câbles à traction élevée de 1/4 pouce de diamètre.

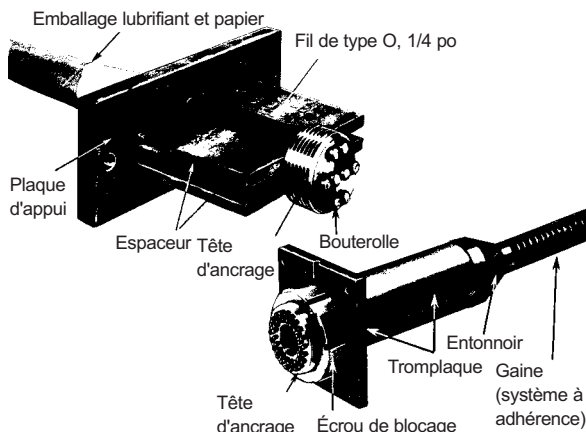


Figure 1.16 : Systèmes de contrainte câble

- Un acier de précontrainte peut contenir de 2 à 180 câbles, mais comporte habituellement de 8 à 46 câbles.
- Les câbles sont souvent préfabriqués avec des rivets bouterolles et enfilés à travers une plaque d'ancrage préperçée, particulièrement à l'extrémité fixe.
- Les câbles sont mis en tension et ancrés aux extrémités mobiles par des espaceurs ou un écrou de blocage contre une plaque d'appui ou une tromplaque.

Adhérence versus non-adhérence

Les trois systèmes décrits plus haut peuvent se diviser en systèmes « adhérents » ou « non adhérents », selon que les gaines sont remplies de coulis après la mise en tension (adhérent) ou que les armatures sont lubrifiées et enveloppées de papier, ou lubrifiées et revêtues de plastique. La plupart des systèmes sont adaptables à la construction à adhérence et à non-adhérence. Dans les installations « adhérentes », la gaine, ou le conduit, est construite en premier et les armatures sont enfilées ou enfilées après le bétonnage.

Même s'ils ne s'y limitent pas, les systèmes dits non adhérents se rencontrent le plus souvent dans des applications plancher-dalle qui comprennent un grand nombre d'armatures de précontrainte. Les systèmes à armatures adhérentes semblent comporter des avantages structuraux et se destiner aux poutres et aux profils structuraux d'envergure qui intègrent un petit nombre d'armatures relativement volumineuses afin de réduire les coûts d'injection de coulis.

Systèmes à adhérence

- Les armatures de précontrainte sont enchâssées dans une gaine ou un conduit flexible.
- La gaine est installée et ensuite enrobée par bétonnage.
- Les armatures sont placées (si elles n'y sont pas déjà), mises en tension et ancrées.
- Finalement, le coulis expansif est injecté pour remplir le vide dans la gaine ou le conduit.

Systèmes non adhérents

- Le toron, le câble ou les barres sont lubrifiés et enveloppés de papier ou lubrifiés et recouverts d'une gaine synthétique.
- Le béton est coulé pour créer le profil, la poutre, le pilier, etc.
- L'acier de précontrainte est alors mis en tension et ancré.

Systèmes de précontrainte à post-tension – Déchargement, manutention et entreposage

Les opérations de déchargement, de manutention, d'entreposage et de distribution des dispositifs de précontrainte à post-tension exigent que les ferrailleurs fassent appel en tout temps à leurs notions de pratiques exemplaires d'installation sécuritaire.

Généralités

- Tous les types de dispositifs, adhérents ou non adhérents, doivent être manipulés avec soin afin d'éviter les dommages. Les câbles, les torons et les barres de précontrainte sont fabriqués d'acier à haute teneur en carbone, ce qui les rend particulièrement vulnérables aux dommages mécaniques. Une coche ou un pli peut provoquer une rupture lors de la mise en tension aux charges requises.
- Une extrême prudence est requise pour le soudage ou l'utilisation de matériel de soudage à l'endroit des matériaux de précontrainte. Un toron peut se rompre à la suite d'une seule goutte de métal en fusion chutant sur lui. L'exposition à la chaleur élevée avant ou pendant la mise en tension peut provoquer la rupture des torons mis sous tension.
- Le matériel de mise sous tension de précontrainte étant fragile et coûteux, il doit être entreposé dans un endroit sûr, propre et sec.
- Les rouleaux ou les tréteaux d'aciers d'armature ou les armatures individuelles doivent être rangés dans des endroits propres et secs, à une hauteur d'au moins trois pouces du sol ou de la surface de travail, protégés des intempéries, etc.

Systèmes à torons

- Les armatures de précontrainte à torons sont habituellement transportées vers le chantier en rouleaux liés par des feuillards d'acier.
- Les rouleaux sont habituellement d'un diamètre d'environ cinq pieds et d'une hauteur de quatre pieds. Chaque rouleau pèse environ de 1 500 à 2 000 lb et contient environ de 20 à 40 armatures individuelles.
- On recommande de façon générale l'utilisation d'élingues plates tissées en nylon pour le levage des rouleaux d'armatures à torons pour éviter d'abîmer l'emballage.
- Déposez les rouleaux, lorsque cela est possible, sur la plateforme le plus près possible de l'endroit auquel ils se destinent. On peut couper les feuillards liant les rouleaux afin de séparer les torons.
- Les armatures individuelles peuvent alors être hissées hors du rouleau et déposées sur des supports de rangement à au moins quatre pouces du sol ou de la surface de travail, près du profil de poutre dans lequel elles seront utilisées. Les armatures individuelles peuvent souvent être manutentionnées manuellement.

Systèmes à barres

- Les aciers de précontrainte parviennent sur le chantier en longueurs précoupées, et les techniques générales de manutention sont semblables à celles des autres types d'armature. Étant donné que les aciers de précontrainte ressemblent aux barres d'armature de ferrailage, assurez-vous de les identifier et les séparer pour éviter qu'ils soient substitués par mégarde aux barres de ferrailage.

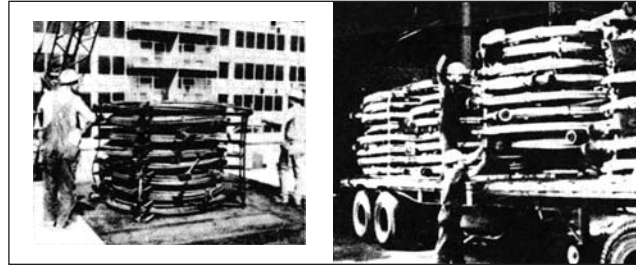


Figure 1.17 : Lots d'armatures de précontrainte entreposés sur des supports de rangement

Systèmes à câbles

- En général, les pratiques adoptées pour les armatures à câbles sont les mêmes que celles des armatures à torons, à quelques différences près.
- Les aciers à câbles sont normalement d'un diamètre plus élevé et plus lourds que les armatures à toron simple.
- Les armatures de précontrainte sont habituellement expédiées en tréteaux de transport métalliques et rotatifs, munis de bras métalliques séparant les armatures les unes des autres (figure 1.18). Normalement, un certain nombre d'armatures, entre huit et dix, sont liées par feuillards avec ou sans un tréteau.

Figure 1.18



Les tréteaux de transport aident à la protéger les aciers enroulés et facilitent la manutention et la mise en place.

- Les armatures à câbles individuelles destinées aux dalles peuvent habituellement être manutentionnées manuellement. La plupart des armatures à câbles pour poutre pèsent toutefois plus de 200 lb. Une machinerie de levage sera nécessaire à leur retrait du rouleau ou du tréteau de transport.
- Utilisez des élingues plates tissées en nylon pour éviter d'endommager les gaines.
- Prenez soin lors du levage des rouleaux d'armatures d'équilibrer la charge à l'aide de deux ou trois élingues et de maintenir les rouleaux à niveau.
- **Danger.** Ne tentez pas de couper le feuillard liant les armatures de contrainte individuelles d'un rouleau. Chaque acier enroulé est un ressort géant qui, lorsqu'il se détend, bondit et peut provoquer de graves blessures. Le déroulage doit être guidé à l'aide d'une table à vérin de déroulage. Même si les tensions de ressort exercées par les armatures à câbles des dalles ne sont pas aussi élevées, soyez prudent lors de la coupe des feuillards d'emballage.

Mise en place d'armatures de précontrainte

Il existe plusieurs types de systèmes brevetés de précontrainte à post-tension et chaque système – parfois chaque application – comporte ses propres directives précises. La mise en place des torons de précontrainte dans les poutres, les dalles, etc. varie, et le rendement approprié du système exige l'application exacte des directives des fournisseurs ou des concepteurs.

Si quelque chose ne va pas, faites-en part à votre contremaître immédiatement afin que le fournisseur soit joint pour des éclaircissements ou des corrections.

Les plans de mise en place des éléments de précontrainte doivent être respectés avec le plus grand soin.

- Gardez trace de toutes les armatures quant à leur nombre et leur emplacement.
- Prenez extrêmement soin à ne pas endommager les torons lors de leur enfilage à l'aide d'un chariot tracteur ou d'une machine du même type.
- Pour les systèmes à adhérence à gaines installées et à alimentation de toron par pousseur ou par enfilage, assurez-vous de
 - vérifier que les gaines sont bien fixées et reliées en continu entre les organes d'ancrage

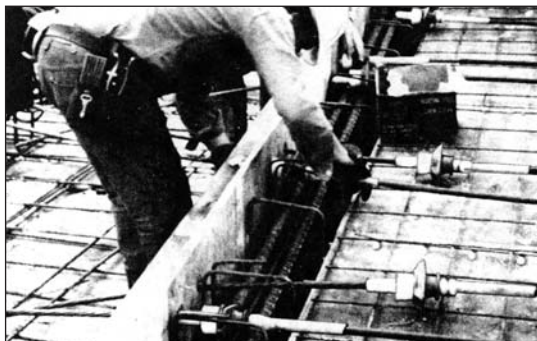
- isoler d'un cordage la zone située entre le pousseur et la cage à toron lors de l'utilisation
- garder les travailleurs hors de la zone face à l'organe d'ancrage opposée à l'extrémité vers laquelle est poussé le toron.
- Assurez-vous que toutes les barres d'armature de ferrailage nécessaires à résister aux tensions locales ont été installées.

Armatures de précontrainte à torons

- Deux ferrailleurs suffisent habituellement à la tâche de déroulage des armatures à câbles : l'un retient l'extrémité, pendant que l'autre déroule l'acier qu'il étend sur la plateforme.
- Le profil des armatures dans les coffrages est créé par la mise en place exacte des sous-poutres, des taquets de sécurité et des barres de soutènement. On recommande que les barres de soutènement des armatures de précontrainte des dalles soient d'abord posées à plat sur la plateforme et correctement espacées. Dès que les armatures ont été déroulées, les barres de soutènement doivent être soulevées et les taquets individuels positionnés.
- Vérifiez le conduit ou la gaine de plastique pour déceler toute écorchure ou déchirure. Tout bris doit être réparé à l'aide du ruban fourni par le fabricant de l'armature de précontrainte (figure 1.19). Toute infiltration de béton peut compromettre l'appui de calage ou fausser les charges de contrainte.



Figure 1.19



Rubannage d'ancrage, de raccord et de toron
Ferrailleur fixant un organe d'ancrage aux coffrages

Armatures de précontrainte à câbles

- Les armatures de précontrainte à câbles pour dalle sont souvent posées manuellement. La plupart des armatures à câbles pour poutre pèsent toutefois plus de 200 lb. Leur retrait du rouleau ou du tréteau de transport nécessitera le recours à une machine de levage (figure 1.20).
- Utilisez des élingues plates tissées en nylon pour éviter d'endommager les gaines.
- Prenez soin lors du levage des rouleaux d'armatures d'équilibrer la charge à l'aide de deux ou trois élingues et de maintenir les rouleaux à niveau.



Figure 1.20

Armature d'installation à élingues nylon abaissée sur dérouleur d'armature sur place

- **Danger.** Ne tentez pas de couper le feuillard liant les armatures de contrainte individuelles d'un rouleau.
- Faites toujours preuve d'extrême prudence lors du coupage des rouleaux d'armatures individuelles. Chaque acier enroulé est un ressort géant qui, lorsqu'il se détend, bondit et peut provoquer de graves blessures. Il vaut mieux utiliser un « dérouleur d'acier sur place » ou, en tant que choix de deuxième ordre, une « boîte à explosion » à parois de bois, fabriquée sur place. Cette installation est habituellement fabriquée madriers de 2x10 formant une boîte d'une dimension excédant le diamètre du rouleau.
- Même si les tensions de ressort exercées par les armatures à câbles des dalles ne sont pas aussi élevées, soyez toujours prudent lors de la coupe des feuillards d'emballage. Coupez les feuillards un à un à mesure que l'armature est déroulée, ne les coupez jamais d'un bloc (figure 1.21).

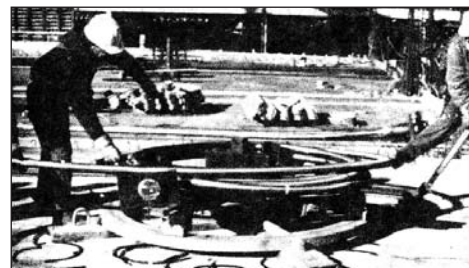


Figure 1.21

Coupage par étapes des feuillards; équipe de ferrailleurs utilisant une table à vérin de déroulage

- Inspectez toujours la gaine de l'armature de précontrainte et effectuez les réparations qui s'imposent afin d'assurer qu'il n'y aura aucune infiltration du béton dans le vide lors du coulage.

- Comme toujours, on doit prendre soin de respecter exactement les plans de mise en place et s'assurer que les armatures sont conformes à leurs profils spécifiés.

Mise en place du béton

- Lors du coulage et de la mise en place du béton, tout dommage à la gaine doit être réparé avant de continuer. Ceci est nécessaire à obtenir la pleine résistance que doit fournir le dernier profil de béton.
- Par exemple, pendant le vibrage du béton, tout contact du vibreur avec la gaine peut rapidement provoquer des dégâts.

Mise en tension

Après le coulage du profil de béton (dalle, poutre, pilier, etc.), on doit laisser durcir la structure jusqu'à ce qu'elle atteigne le degré de résistance qui lui permettra de soutenir les charges de précontrainte. La mise en tension des armatures de précontrainte peut dès lors être exécutée. La charge nécessaire à la mise en tension provient d'une pompe hydraulique et de vérins et doit se propager à tous les organes d'ancrage que le système comporte.

- Effectuez une vérification visuelle du béton autour des ancrages. Ces zones ne doivent afficher aucun vide ni nid de gravier. Rappelez toute cavité importante.
- Assurez-vous que le vérin est fermement appuyé et que l'axe de traction du vérin s'aligne sur l'armature.
- Avant de commencer la mise en tension, actionnez la pompe du vérin afin de vérifier que tout se passe bien. N'actionnez pas le vérin jusqu'à la fin de sa course et ne le rabattez pas pour continuer à pomper, ce qui provoquerait des dommages.
- Assurez-vous que personne n'est posté à l'une ou l'autre extrémité de l'armature ou sous le vérin durant l'opération de mise en tension. Ne vous postez jamais entre les tuyaux.

Les ensembles pompe hydraulique et vérin sont de types variés et adaptés à chaque type de système breveté et d'application de précontrainte. Ils possèdent chacun leur propre configuration de levage contre les plaques d'appui ou ancrages aux extrémités du profil en béton destiné à la mise en tension des torons, des câbles ou des barres d'armature. Les figures 1.22 et 1.23 illustrent les diverses pièces et applications d'un système représentatif, y compris les installations requises pour appuyer les vérins utilisés.

Injection de coulis (systèmes à adhérence)

- Inspectez le dispositif et les tuyaux d'injection de coulis pour vérifier leur fonctionnement. Vérifiez afin de déceler des signes tels que raccords lâches ou tuyaux abîmés.
- Le coulis de ciment est corrosif. Portez toujours des accessoires de protection des yeux et du visage, ainsi que des gants, pour l'injection de coulis.
- Rincez à l'eau le coulis en contact avec la peau.

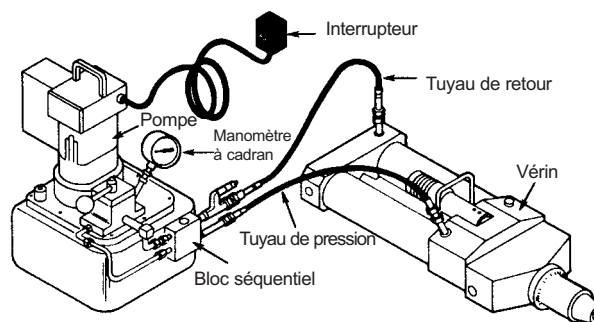
Pratiques de travail exemplaires

- La qualité et la résistance du béton doivent toujours être vérifiées avant la mise en tension des torons.
- Les plaques de calage expédiées doivent être propres. Les cavités doivent être dépourvues de poussière et de rouille. Les cales doivent être dépourvues de poussière et de rouille.
- Suivez toujours les directives du fabricant lors du maniement et de l'utilisation du vérin.
- Les pièces internes du vérin doivent correspondre aux dimensions de l'armature de précontrainte.
- Tous les tuyaux et raccords et toutes les soupapes et autres composantes doivent être vérifiés avant l'utilisation afin de déceler les bris, et les éléments douteux doivent être réparés ou remplacés de façon qu'ils soient conformes aux

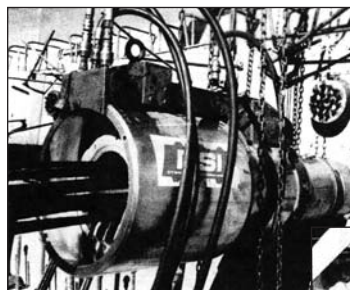
exigences du fabricant.

- Effectuez un essai à vide du vérin pour en vérifier le fonctionnement et purgez tout air présent selon les directives du fabricant.
- Les pompes hydrauliques laissées sans surveillance doivent être débranchées.
- Il est important de veiller à ce que les prises et les torons soient impeccablement propres. Une particule de saleté insérée entre la cale (mors) et le boîtier d'acier (cylindre) peut provoquer la rupture ou le glissement du toron.
- Suivez les directives du fabricant pour la coupe des torons. Le coupage au chalumeau peut occasionner des ruptures. La coupe des extrémités d'un profil terminé peut être permise, mais souvenez-vous que — l'utilisation d'un chalumeau à gaz ou du matériel de soudage dans la zone peut créer un danger au moment de la mise en tension.

Figure 1.22



Système de vérin à toron unique



Multitoron

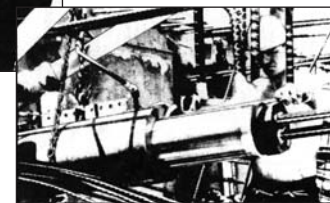


Figure 1.23 : Configurations de pompes hydrauliques et vérins

- Étant donné le fort poids des vérins (un vérin de 50 tonnes avec ses accessoires pèse environ 150 livres, tandis qu'un vérin de 200 tonnes atteint 700 livres), on devra faire appel à du matériel d'installation pour le positionnement et le maintien du vérin lors de la mise en tension.
- Utilisez une grue, si une telle machinerie est disponible. Une autre méthode possible d'installation de vérins destinés à l'armature de précontrainte prend la forme d'un palan sur monorail, tel que celui illustré à la figure 1.24.
- On peut parfois utiliser un gabarit fabriqué sur place. La figure 1.25 présente un échafaudage sur roues utilisé comme chariot et muni d'une poutre en I et d'une installation à palan à chaîne destinée à lever, abaisser et positionner un vérin de 250 tonnes. Remarquez la nécessité d'un contrepoids dont l'installation tient compte de la sécurité de la plateforme.

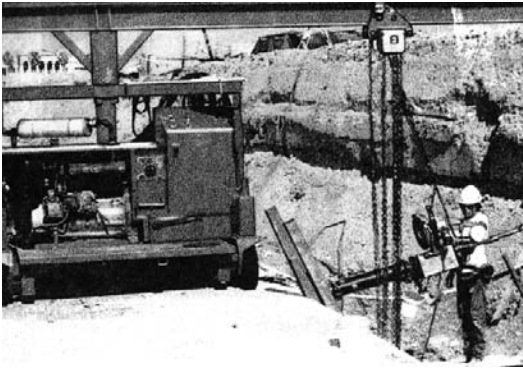


Figure 1.24

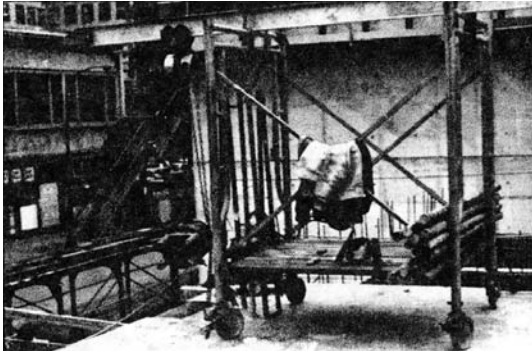


Figure 1.25
Installations de positionnement de vérin

Précautions pour la mise en tension de l'armature de précontrainte

- Ne vous postez pas derrière le vérin lors de la mise en tension. Si les filets ne sont pas complètement engagés, la tige peut s'éjecter du vérin comme une flèche.
- Gardez vos doigts à l'écart de l'espace entre les espaceurs ou l'écrou de blocage et la plaque d'appui ou la tête d'ancrage. Les doigts peuvent être coincés lors d'une perte de pression hydraulique qui provoquerait le relâchement de la tête d'ancrage vers la plaque d'appui.
- Avant d'actionner la pompe, assurez-vous que le ferrailleur manœuvrant le vérin sache ce que vous faites et quand vous le faites. Communiquez.
- Ne vous postez jamais sur le béton situé au-dessus ou à l'avant du vérin lors de l'application de la charge. S'il y a présence de nid de gravier ou de béton affaibli derrière la plaque d'appui, le vérin peut bondir.
- N'actionnez pas le vérin jusqu'à la fin de sa course, ou ne le retirez-le pas complètement pour ensuite continuer à pomper. Il pourrait en résulter un bris du vérin et une éclaboussure d'huile sous haute pression qui pourrait blesser gravement.
- N'utilisez pas des manomètres qui pourraient être endommagés ou se briser. Ils pourraient être responsables de pressions inexactes, d'excédents de tension des armatures et de défaillances.