



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°: 4 OUTILLAGE ET EQUIPEMENT
DE BASE**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

**SPECIALITE : ELECTRICITE DE
RESEAUX**

NIVEAU : QUALIFICATION

Document élaboré par :

Nom et prénom	EFP	DR
Mme KISSIOVA- TABAKOVA Raynitchka	CDC Génie Electrique	DRIF

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

MODULE 4 : OUTILLAGE ET ÉQUIPEMENT DE BASE

Code :

Durée : 90 h

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit
utiliser l'outillage et l'équipement de base
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- Travail individuel avec l'assistance d'une personne.
- À partir de directives.
- À l'aide :
 - de l'outillage et de l'équipement de base;
 - de l'équipement de grimpage;
 - de l'équipement de protection contre les chutes;
 - de l'équipement de protection individuelle.
- En situation réelle.

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect du carnet de prescription au personnel.
- Respect des recommandations des fabricants.
- Respect des techniques de travail.
- Coordination des mouvements et vigilance durant l'exécution des travaux.
- Clarté et précision de la communication au sein de l'équipe de travail.

(à suivre)

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT(suite)

**PRÉCISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

A. Effectuer des travaux manuels :

- percer;

- boulonner;

- scier et couper.

**B. Installer différents types de selles et
l'équipement qui s'y rapporte.**

C. Utiliser des perches.

**CRITÈRES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

- Choix judicieux des mèches en fonction du diamètre des boulons;
- Mise à niveau et orientation correcte de la mèche au début du perçage.
- Trous :
 - à la hauteur appropriée;
 - correctement orientés;
 - droits et propres.

- Boulons solidement fixés.
- Couple de serrage approprié.
- Alignement correct des plaquettes.

- Choix judicieux de l'outil ou de l'équipement en fonction de la composition et du diamètre du matériel à scier ou à couper.
- Coupe nette et selon l'angle indiqué.
- Intégrité des matériaux après le sciage et le coupage.
- Port de l'équipement spécial de protection.

- Précision des manœuvres d'installation.
 - levage;
 - réception mise en place;
 - démontage.
- Charges :
 - correctement préparées;
 - bien positionnées;
 - solidement attachées au câble de service.
- Selle, solide, tendue et à l'horizontale.

- Précision de manœuvres.
 - de mise en place;
 - de retrait;
 - de déplacement d'objet.
- Contrôle appropriée de la perche :
 - en équilibre;
 - correctement positionnée;
 - à une distance appropriée du corps.
- Absence de bris des perches.

(à suivre)

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT(suite)

**PRÉCISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

D. Tendre des haubans.

**CRITÈRES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

- Vérification du palan.
- Préparation appropriée du hauban et du point de fixation au poteau.
- Installation correcte du dispositif de tirage.
- Alignement précis du poteau.
- Attache préformée correctement positionnée et solidement fixée.

E. Utiliser un radio émetteur.

- Utilisation correcte de l'équipement de transmission.
- Respect du protocole de communication.

F. Vérifier et entretenir l'outillage et l'équipement.

- Vérification complète et précise.
- Détection correcte des bris, des altérations et de l'usure excessive.
- Entretien approprié de l'outillage et de l'équipement
 - nettoyage;
 - lubrification;
 - réglage;
 - affûtage.

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à effectuer des travaux manuels :

- **percer;**
- **boulonner;**
- **scier et couper (A) :**

1. Reconnaître les règles de sécurité relatives à l'utilisation de l'outillage et de l'équipement de base.
2. Utiliser l'outillage manuel de base.
3. Décrire le fonctionnement de l'équipement de perçage.
4. Distinguer divers types de boulons.
5. Décrire le fonctionnement de l'équipement de sciage et de coupage.
6. Reconnaître les caractéristiques des matériaux à scier et à couper.

Avant d'apprendre à installer différents types de selles et l'équipement qui s'y rapporte (B) :

7. Reconnaître la fonction de l'équipement associé à une selle à levier et à une selle à volant.

Avant d'apprendre à utiliser des perches (C) :

8. Distinguer différents types de perches.
9. Reconnaître les précautions à prendre au moment de l'utilisation des perches.

Avant d'apprendre à tendre des haubans (D) :

10. Reconnaître la fonction des haubans.
11. Décrire les modes de fixation des haubans à un poteau et à un ancrage.
12. Reconnaître la fonction du dispositif utilisé pour tendre des haubans.
13. Décrire la technique d'installation et d'utilisation de différents palans à levier.
14. Associer différentes pinces de tirage à divers câbles.

Avant d'apprendre à vérifier et à entretenir l'outillage et l'équipement (E) :

15. Expliquer l'importance des recommandations de fabricants relatives à la vérification et à l'entretien.
16. Reconnaître les particularités de la vérification et de l'entretien d'un moteur à deux temps et d'un moteur à quatre temps.
17. Décrire les techniques d'affûtage de mèches et de la chaîne d'une scie.
18. Reconnaître la fonction des produits et des lubrifiants utilisés pour l'entretien.

SOMMAIRE

	Page
<i>Présentation du module</i>	8
<i>Résumé théorique</i>	9
I. GENERALITES	10
II. UTILISATION DE L'OUTILLAGE DE BASE	12
2.1. <i>Technique d'utilisation des outils manuels de base</i>	12
2.1.1. <i>Outils de frappe</i>	12
2.1.2. <i>Outils de serrage</i>	13
2.1.3. <i>Outils de filetage</i>	19
2.1.4. <i>Outils d'extraction</i>	21
2.1.5. <i>Outils de poinçonnage</i>	22
2.1.6. <i>Instruments de mesure et de traçage</i>	22
2.2. <i>Fonctionnement de l'équipement de perçage</i>	26
2.3. <i>Types de boulons</i>	27
2.3.1. <i>Vis d'assemblage</i>	28
2.3.2. <i>Boulons spéciaux</i>	33
2.3.3. <i>Ecrous et rondelles spéciaux</i>	35
2.4. <i>Fonctionnement de l'équipement de sciage et de coupage</i>	37
III. UTILISATION DES EQUIPEMENTS SPECIALISES ...	40
3.1. <i>Fonctionnement de l'équipement associé à une selle</i> ...	40
3.2. <i>Différents types de perches et leur utilisation</i>	47
3.3. <i>Fonction des haubans</i>	60
3.1.1. <i>Fixation des haubans à un poteau et à un ancrage</i>	62
3.1.2. <i>Equipement de tension des haubans</i>	71
3.4. <i>Différents palans à lever et leur utilisation</i>	72
3.5. <i>Pinces de tirage à divers câbles</i>	73

IV. VERIFICATION ET ENTRETIEN.....	74
4.1. Importance des recommandations de fabricants	74
4.2. Particularités de la vérification et de l'entretien d'un moteur à deux temps et d'un moteur à quatre temps	75
4.2.1. Moteur à deux temps	75
4.2.2. Moteur à quatre temps	78
4.2.3. Vérification générale de l'équipement fonctionnant à l'essence	89
4.3. Techniques d'affûtage de mèches et de la chaîne d'une scie	90
4.3.1. Affûtage d'une mèche	90
4.3.2. Affûtage d'une chaîne de scie	93
4.4. Produits et lubrifiants pour l'entretien	99
4.4.1. Produits nettoyants	99
4.4.2. Lubrifiants	100
 Guide de travaux pratiques	 111
TP1 – Effectuer des travaux manuels : percer, boulonner, scier et couper	112
TP2 – Installer différents types de selles et l'équipement qui s'y rapporte	114
TP3 – Utiliser des perches	116
TP4 – Tendre des haubans	118
TP5 – Vérifier et entretenir l'outillage et l'équipement	120
 Evaluation de fin de module	 122

PRESENTATION DU MODULE

Ce module de compétence générale est dispensé au premier semestre de formation. Il débute en même temps que les modules « Déplacement sur support », « Câbles et cordages », « Notions d'électricité », « Plans et manuels » et « Communication au milieu de travail ».

L'objectif de ce module est de faire acquérir les connaissances relatives à l'outillage et à l'équipement de base et les habiletés manuelles telles qu scier, couper, percer, boulonner, etc.

Les activités d'apprentissage seront d'abord à exécuter dans l'atelier et ensuite sur des supports d'une hauteur de 6 à 8 mètres.

**Module 4:
OUTILLAGE ET EQUIPEMENT DE
BASE
RESUME THEORIQUE**

I. GENERALITES

Employer incorrectement les outils manuels représente un danger pour leurs utilisateurs. Il est donc primordial pour le stagiaire de respecter les méthodes de travail offrant tout la sécurité. Les accidents les plus fréquents sont :

- Les fractures aux doigts.
- Les coupures, qui peuvent entraîner jusqu'à l'amputation.
- Les enflures.
- Mains et bras écrasés.
- Doigts coupés.
- Perte de la vue. etc...

Il est donc essentiel pour les stagiaires d'apprendre à assurer sa sécurité.

Précautions pour éviter tout accident en utilisant un outil manuel :

Outils de traçage :

- Ne jamais transporter dans ses poches un traçoir ou pointe à tracer, un compas diviseur ou un compas hermaphrodite ;
- Enlever les bavures et les arêtes vives avant de tracer sur une pièce.

Outils de serrage (tournevis - pinces - clés) :

- Tournevis :
 - La lame ou la pointe de tournevis doit s'adapter parfaitement à la tête de la vis, si non, il y a risque d'accident.
 - Pour réparer la pointe ou la lame d'un tournevis sur la meule, il faut porter des verres protecteurs.
 - Utiliser un tournevis isolé pour travailler sur un circuit électrique alimenté.
 - Ne pas utiliser le tourne-vis pour faire des travaux de coupe (fig. 1-1).

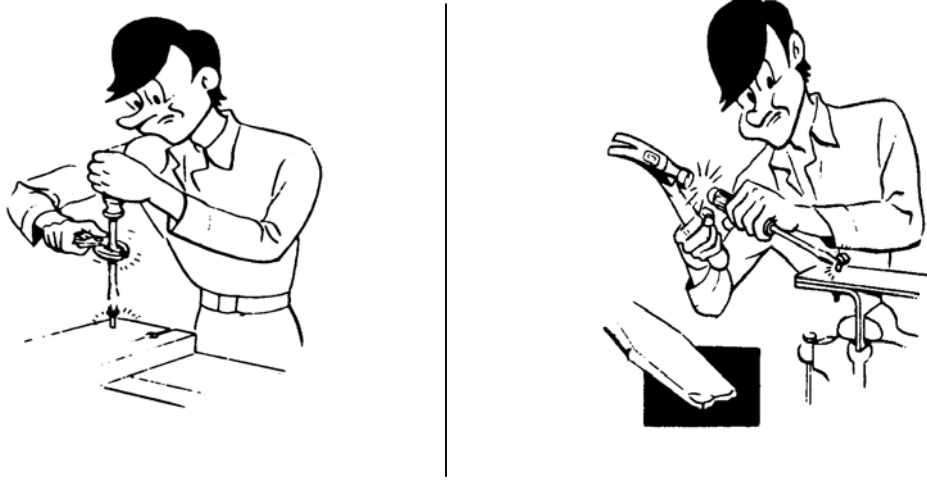


Fig. 1-1

- Les pinces –clés :

- Il ne faut pas utiliser des pinces en guise de clés de serrage.
- Il ne faut pas demander à des pinces coupantes de sectionner des pièces plus grosses que celles prévues par leur fabricant (fig. 1-2).



Fig. 1-2

- Il ne faut pas prolonger de bras de levier des pinces coupantes ou des clés.
- Tirer sur une clé offre plus de sécurité que de la pousser.

- Il faut utiliser la clé appropriée si non l'écrou sera endommagé.
- Ne jamais frapper une clé avec un marteau.
- Ne jamais utiliser de clé sur une machine en mouvement.

Outils de perçage :

- Ne jamais porter de vêtements amples, cravates, foulards, relever ses machines de chemise ;
- Les cheveux longs doivent être retenus par un casque ou un filet ;
- Porter des verres de sécurité ;
- S'assurer que la perceuse est en bon état et que l'outil de perçage est coupant ;
- Attacher solidement la pièce à percer à la table de perçage ou dans l'étau ;
- Enlever la clé du mandrin avant de mettre en marche ;
- Enlever les copeaux avec une brosse et non avec la main et les doigts.

Outils de coupe :

- Ne pas vérifier l'acuité d'une lame de scie avec ses doigts ;
- S'assurer que la lame de scie est bien tendue, sinon elle pourrait se briser en sciant et causer des blessures ;
- Couper avec une scie électrique exige le port de verres protecteurs ;
- N'opérer la machine que si tous les protecteurs sont en place ;
- Ne jamais laisser ses mains près des pièces en mouvement.

II. UTILISATION DE L'OUTILLAGE DE BASE

2.1. Technique d'utilisation des outils manuels de base

2.1.1. Outils de frappe

L'outil de frappe de base est le marteau. Sur la fig. 2-1 on représente les divers types de marteaux.

Pour les électriciens de réseau sont nécessaires en général deux marteaux :

- L'un à longue panne de 200 à 300 grammes;
- L'autre, de 700 grammes à 1 kilogramme, sera utilisé pour les gros travaux.

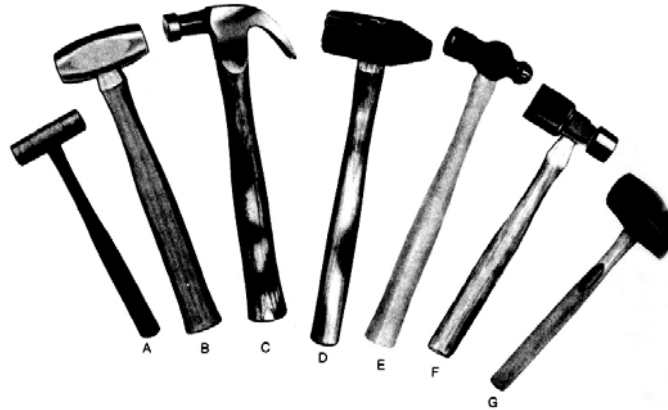


Fig. 2-1

2.1.2. Outils de serrage

Les outils de serrage servent à tenir , serrer ou desserrer des vis, des écrous , des boulons ou des tuyaux .

a) Pinces :

Les pinces sont des outils qu'on utilise pour :

- tenir (pinces universelles) ;
- arracher et couper les fils (pinces coupantes) ;
- courber (pinces à becs rondes et demi - rondes) ;
- sertir les cosses (pinces à sertir les cosses) ;
- montage et démontage des circlips (pinces pour circlips) ;
- façonner, former, pousser, tordre, saisir, tirer, etc. des objets, ainsi que pour:
- dénuder des conducteurs (pinces à dénuder)

Sur la fig. 2-2 sont représentées les pinces les plus couramment utilisées.

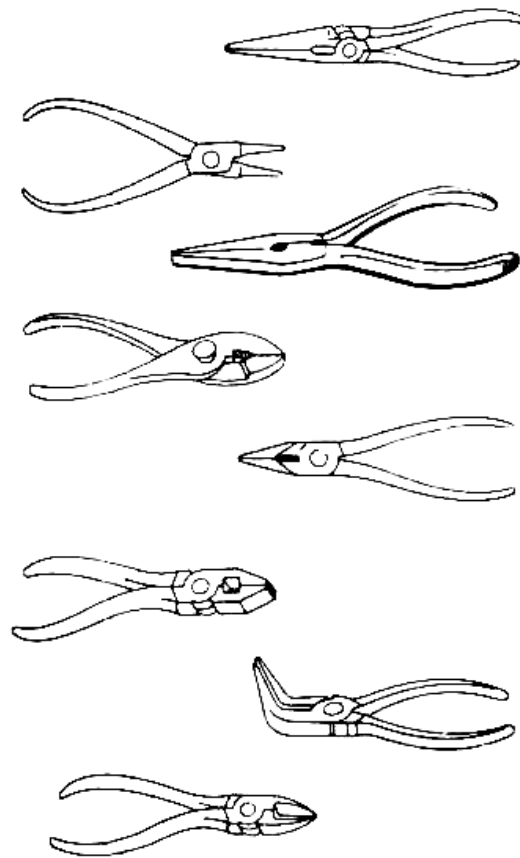


Fig. 2-2

Technique d'utilisation générale : Pour exercer une pression contrôlée sur les pinces, on tient les leviers entre ses doigts. En plaçant le petit doigt contre l'intérieur d'un des leviers, on peut facilement ouvrir les mâchoires, à moins que les leviers soient repoussés par un ressort. Pour couper un fil par exemple, on le place entre les mâchoires coupantes et on serre fermement les leviers de l'autre main.

Pinces universelles (pinces d'électricien) : Les pinces universelles ont des mâchoires partiellement plates, moletées et partiellement tranchantes. On peut s'en servir pour tenir, plier et couper. Les électriciens les utilisent beaucoup pour faire des épissures et pour dénuder les fils, d'où le nom de pinces d'électricien.

Pinces à dénuder : Ce sont des pinces qu'on règle pour couper seulement l'isolant d'un conducteur électrique. En exerçant une simple pression sur les leviers, une

mâchoire agrippe le fil et le retient tandis que les tranchants se referment et coupent l'isolant pour ensuite tirer ce dernier du conducteur. En relâchant les leviers, tous les mécanismes reprennent leur place originale et sont prêts à un nouveau dénudage.

Pinces à sertir les cosses : les pinces à sertir servent à serrer ou écraser la partie de la cosse en contact avec le fil. La figure 2-3 montre les différentes étapes du sertissage d'une cosse à un fil.

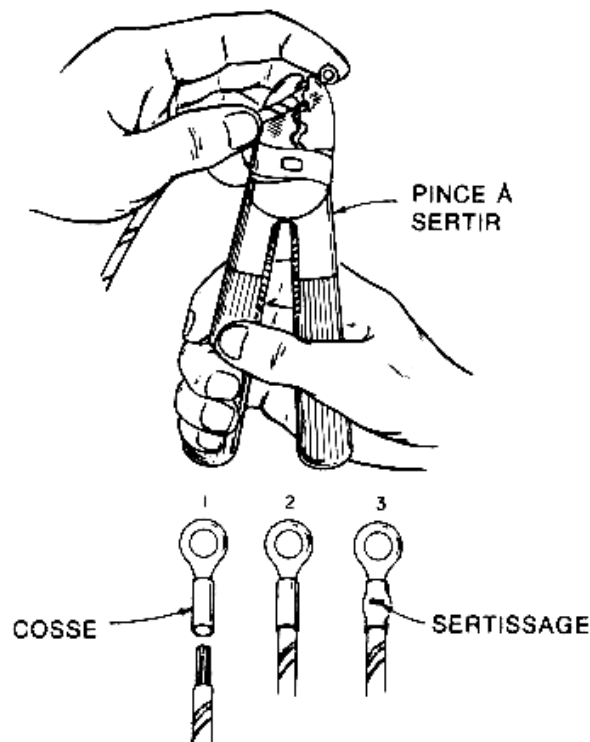


Fig. 2-3

Pinces à usages multiples : ces pinces sont très pratiques et tout technicien devrait en posséder une. Elle sert à couper les fils électriques, à sertir les cosses sur des conducteurs. Elle sert aussi à couper proprement les vis de petit et moyen calibre (fig. 2-4).

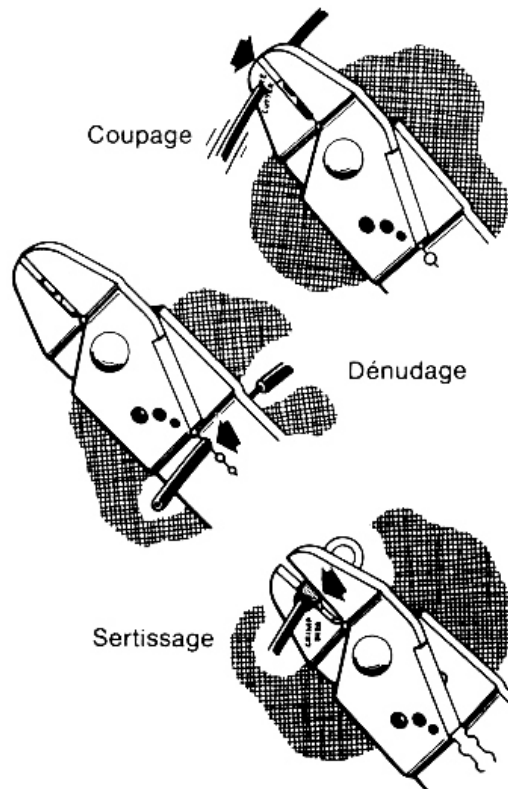


Fig. 2-4

b) Les clés

Elles servent à tenir, serrer ou desserrer des vis, des écrous, des boulons ou des tuyaux. Sur la fig. 2-5 sont représentés les différents types de clé.

Les clés peuvent être fixes ou ajustables .

- Clés à ouverture fixe;
- Clés ajustables : dynamométriques et à ouverture réglable;
- Pincés – étaux;
- Presses et serre – joints.

Une clé doit toujours être utilisée en tirant vers soi et jamais en poussant, car si elles glissent, on pourrait facilement se blesser. La clé doit être placée en respectant l'angle de prise avec la manche. On utilise jamais une clé dans le sens latéral, car elle ne supporte pas de grande force (fig. 2-6).

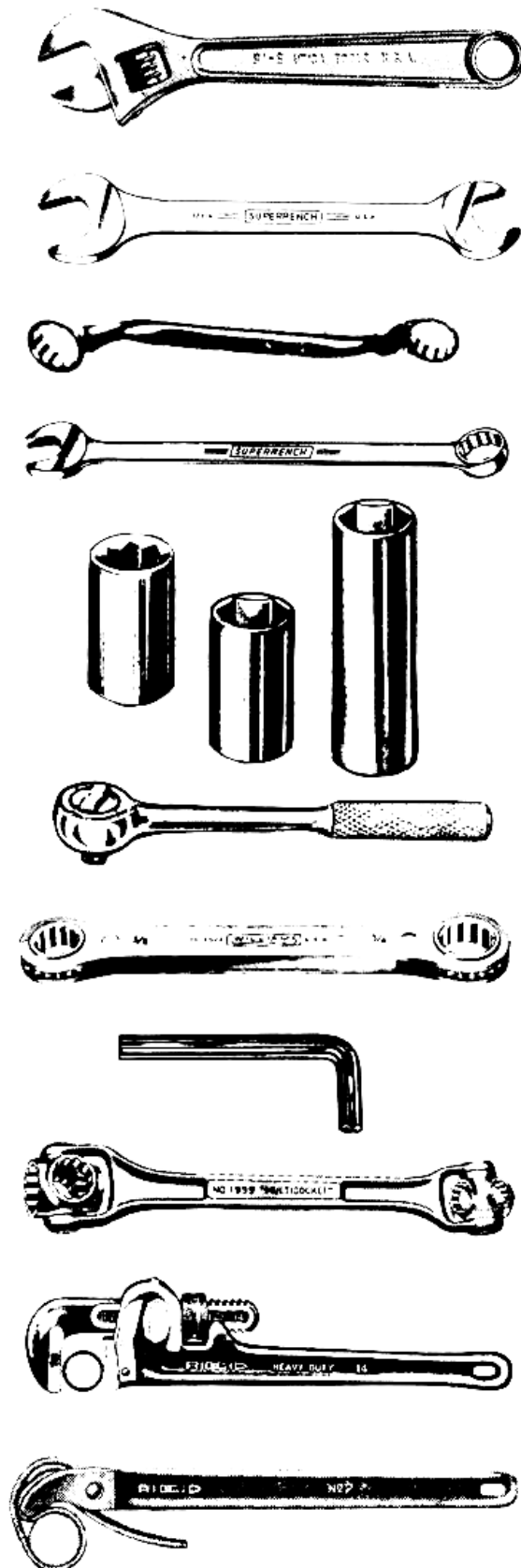


Fig. 2-5

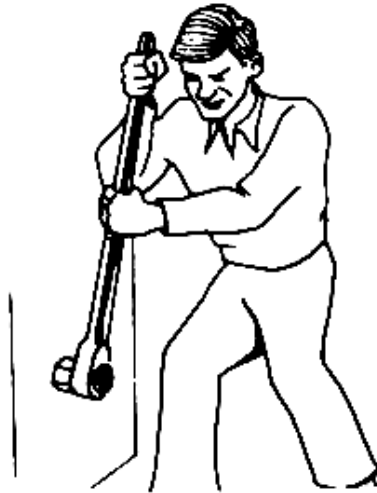


Fig. 2-6

c) Les tournevis :

Le tournevis sert à serrer ou desserrer des vis de toutes sortes à têtes très variées. Pour différents types de rainures de vis on doit utiliser de tournevis appropriées. Sur la fig. 2-7 sont représentés les divers types de tournevis.

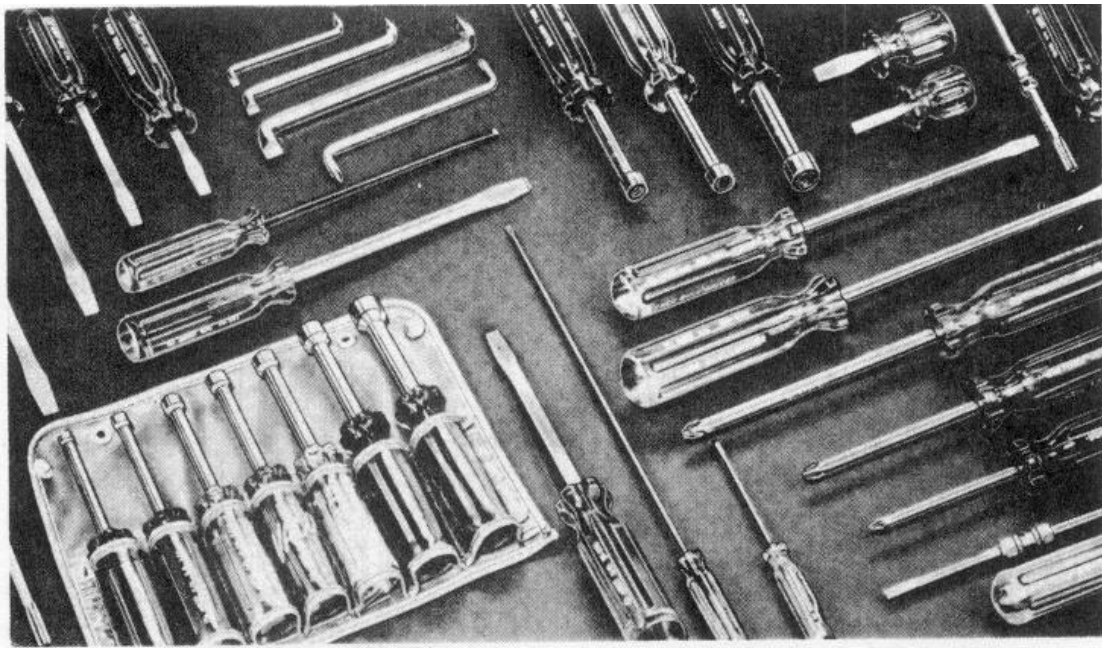
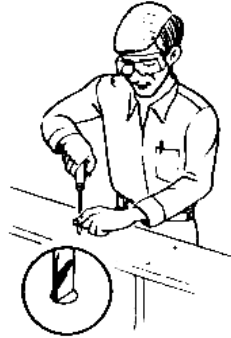
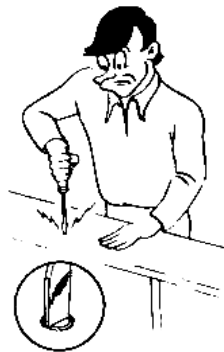


Fig. 2-7

Pour visser une vis, on doit tenir fermement le manche d'une main en appliquant la lame dans la rainure de la vis et en exerçant seulement la pression nécessaire pour que la lame demeure dans la rainure, on tourne lentement la poignée en tenant la vis de l'autre main (fig. 2-8).



Bonne façon d'utiliser un tournevis



Mauvaise façon

Fig. 2-8

2.1.3. Outils de filetage

Sont des outils qui servent pour réaliser le filetage (les filets). Pour exécuter des filets dans un trou, on utilise un taraud, alors que pour faire des filets sur une tige, on utilise une filière. Sur la fig. 2-9 sont représentés les outils de filetage.

**Taraud
(Pratt and Whitney Co.)**



Fillère



Fig. 2-9

Pour tarauder il faut (fig. 2-10) :

- Choisir le taraud et le tourne-à-gauche approprié pour le taraudage à exécuter.
- Enduire le taraud d'un fluide de coupe approprié.

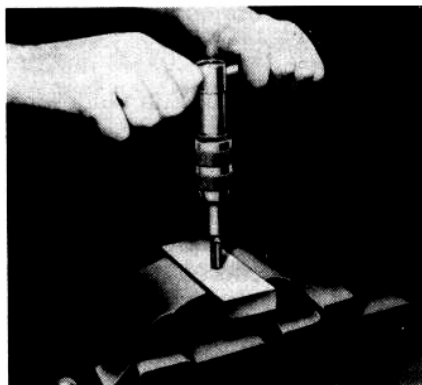


Fig. 2-10

- Engager le taraud dans le trou, exercer une pression descendante égale et uniforme sur le tourne-à-gauche et tourner dans le sens horaire (pour des filets à droite) jusqu'à faire deux trous complets.
- Retirer le tourne-à-gauche et vérifier à l'équerre si le taraud est perpendiculaire à la pièce.

- Si le taraud n'est pas engagé d'équerre, le sortir du trou et reprendre le taraudage en exerçant la pression dans le sens opposé à celui de l'inclinaison du taraud.
- Lorsque le taraud est engagé comme il se doit, le faire pénétrer plus en avant en tournant le tourne-à-gauche.
- Tourner le taraud à droite sur un demi-tour environ et revenir d'un quart de tour en arrière à fin de briser les copeaux.

Pour tailler des filets externes sur des tiges cylindriques on utilise les filières. La filière doit être maintenue fermement dans une monture appelée porte – filière (fig. 2-11)

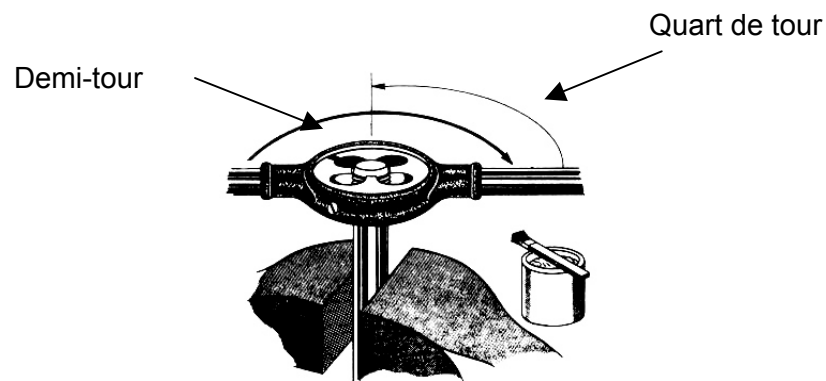


Fig. 2-11

Les précautions indiquées pour l'utilisation d'un taraud doivent également être observées lorsqu'on utilise une filière.

2.1.4. Outils d'extraction

Les outils d'extraction sert pour les démontages de certains parties d'une machine situées dans les endroits les plus difficiles d'accès, exemple : roulements ,écrous, goujons, etc. L'opération doit se faire sans endommager les autres parties de la machine, en évitant les démontages importantes. Les outils d'extraction les plus utilisés sont :

- extracteurs à prise extérieure ou à prise intérieure ;

- extracteurs de goujons , casse - écrous .

2.1.5. Outils de poinçonnage

Pour découper une ouverture dans une plaque à l'aide d'une presse, on utilise *le poinçon* . Le poinçon constitue la partie malle d'un outil. Il à le rôle de compléter la matrice afin de produire l'effet désiré sur la tôle à découper. Les poinçons se divisent en trois catégories :

- poinçons à découper ;
- poinçons à former;
- poinçons à double action.

Parmi les poinçons manuels , le plus connu est le poinçon à tôle manuel (fig. 2-12)

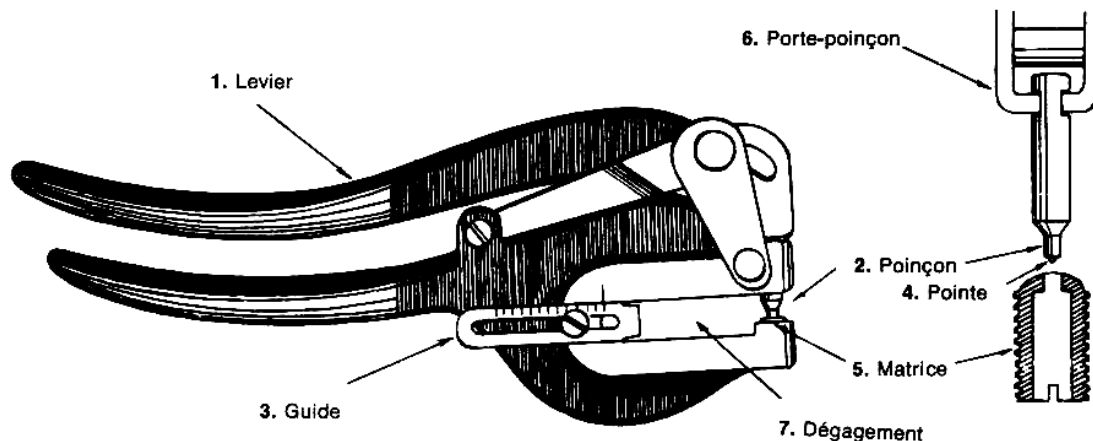


Fig. 2-12

2.1.6. Instruments de mesure et de traçage

Les instruments de mesure servent à mesurer des dimensions comprises entre 0,002 mm et 30 m. Les instruments de mesure les plus couramment utilisés en pratique sont :

- mètres - ruban ;
- réglets - mètres pliants ;

- pieds à coulisse ;
- jauges de profondeur ;
- micromètres ;
- équerres ;
- niveaux ;
- comparateurs ;
- rapporteurs d'angles ;

Les outils de traçage servent à indiquer l'endroit où une pièce doit être coupée ou percée. Ces outils sont : le traçoir, les compas et les trusquins (fig. 2-13)

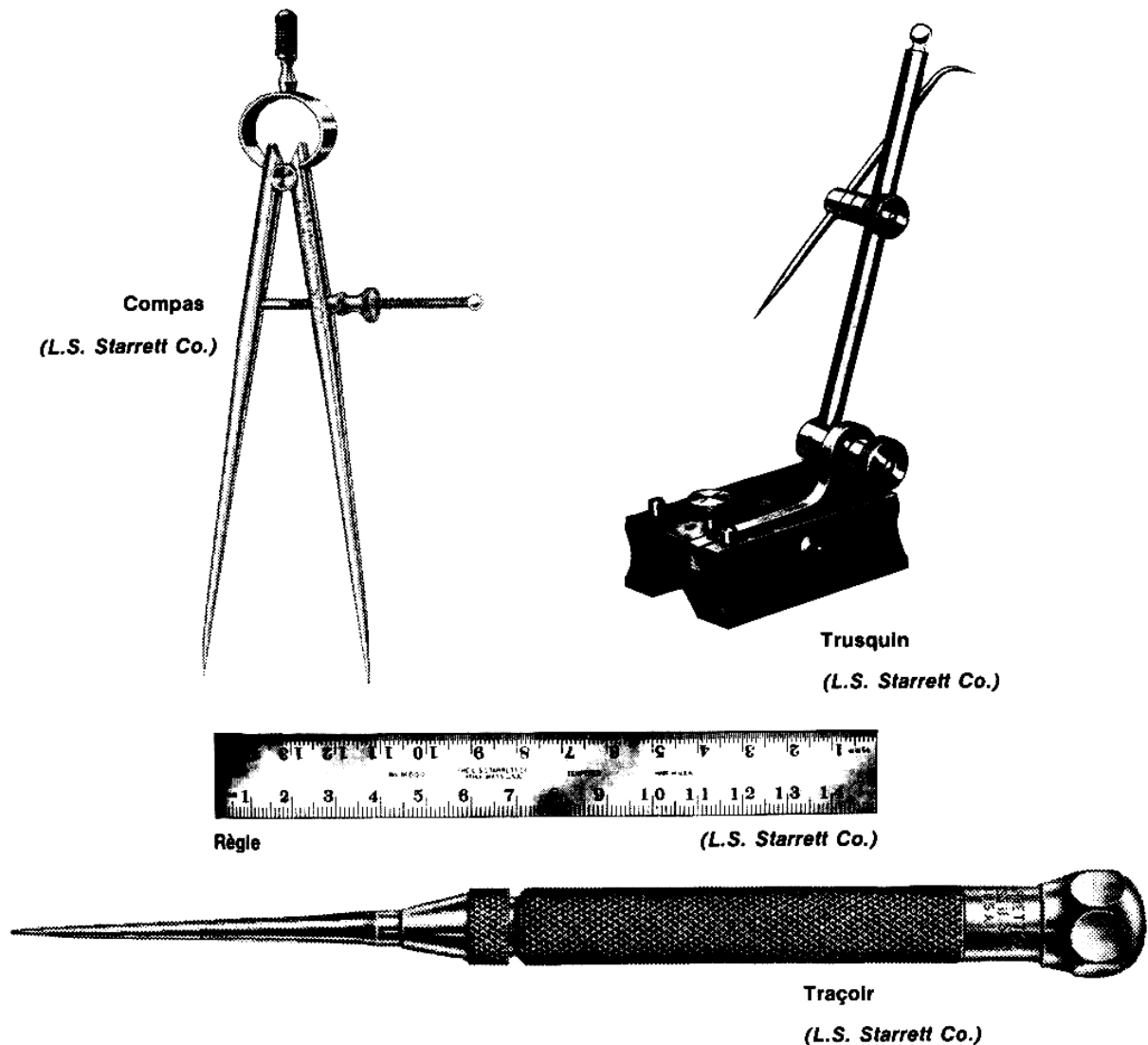


Fig. 2-13

Règles et rubans d'acier : Pour déterminer une longueur, placer l'instrument, la règle ou le ruban à mesurer sur la pièce, le long de la dimension à mesurer, en prenant soin de mettre le repère zéro en regard de la marque de départ. Ensuite, relever sur l'instrument, en face de la marque d'arrivée, la longueur cherchée.

Jauges d'épaisseur : elles sont de deux types :

- Le premier type sert à mesurer l'épaisseur d'une pièce mince, une tôle (fig. 2-14). Pour l'utiliser, il suffit d'insérer la tôle dans l'une des fentes appropriées. La jauge nous indique le numéro et l'épaisseur de la tôle.

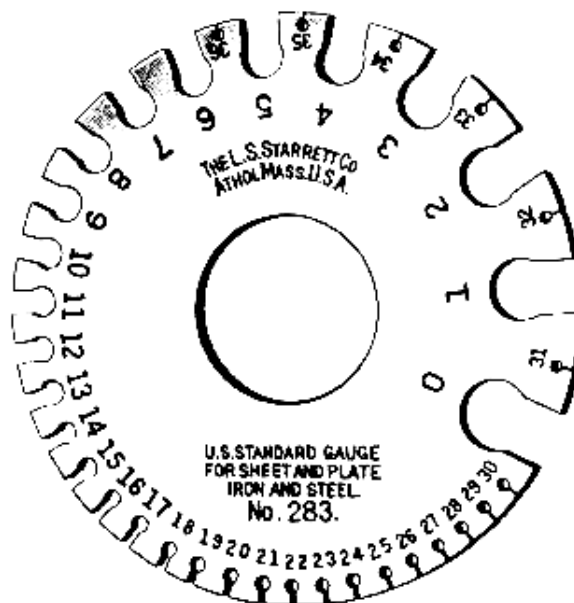


Fig. 2-14

- Le deuxième type sert à mesurer un espacement ou un dégagement (fig. 2-15). Pour évaluer la largeur d'un dégagement, on choisit une feuille qui semble plus mince que l'ouverture à mesurer et on y place la feuille. On aura ainsi la dimension précise de l'espacement.

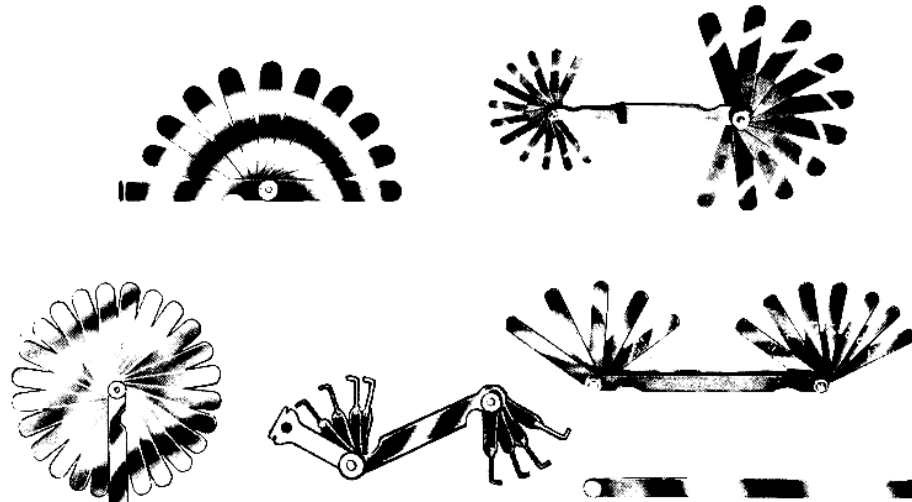


Fig. 2-15

Jauge d'épaisseur à lames et à fils (Utica Tool)

Le micromètre : pour effectuer des mesures de précision, on utilise le micromètre (fig. 2-16).

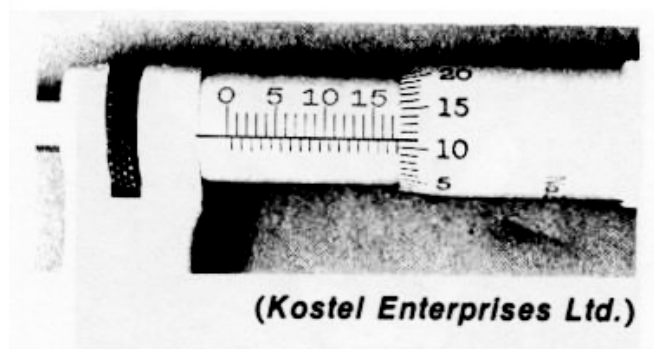


Fig. 2-16

D'après cet exemple on lit :

- 17 mm sur les divisions au-dessus de l'axe longitudinal.
- 0,5 mm sur les divisions en dessous de l'axe longitudinal.
- La douille indique 11 vis-à-vis de l'axe longitudinal.

La dimension totale à mesurer sera :

$$\begin{array}{rcl} 17 \times 1 & = & 17,00 \text{ mm} \\ 1 \times 0,5 & = & 0,50 \text{ mm} \\ \underline{11 \times 0,01} & = & \underline{0,11 \text{ mm}} \\ \text{Totale} & = & 17,61 \text{ mm} \end{array}$$

Pied à coulisse à vernier : Le pied à coulisse est l'instrument utilisé pour faire des mesures, intérieures, extérieures et de profondeur.

Technique d'utilisation :

- Desserrer les deux vis de blocage du coulisseau de réglage et de bec mobile ;
- Ajuster le bec mobile près de la pièce à mesurer mais sans y toucher ;
- Serrer la vis de blocage du coulisseau de réglage ;
- Aligner dans les deux axes les becs avec la pièce à mesurer ;
- Ajuster l'écrou de réglage jusqu'à ce que le bec mobile touche la pièce ;
- Relever la lecture, en place sans bouger le pied à coulisse ;
- Resserrer les deux vis de blocage et dégager le pied à coulisse de la pièce.

2.2. Fonctionnement de l'équipement de perçage

On utilise beaucoup de types d'équipements de perçage :

- perceuse à gaz;
- perceuse électrique;
- perceuse à percussion.

Les grandes perceuses sont utilisées pour certains gros œuvres : percer des planche en bois avec des mèches pour le bois et percer le béton avec des mèches pour le béton et le fer. Dans le dernier cas on effectue le travail généralement avec des perceuses à percussion.

On classe généralement les perceuses électriques (fig. 2-17) selon le diamètre des tiges que peuvent accepter leurs mandrins. Les formats les plus courants sont : 6, 10, 13, 16 et 19 mm; la plus courante étant de $\varnothing 6$ mm. La puissance du moteur d'entraînement varie entre 0,2 ch pour $\varnothing 6$ mm et 1,5 ch pour $\varnothing 19$ mm. La vitesse est de 2000 tr/min pour $\varnothing 6$ mm.

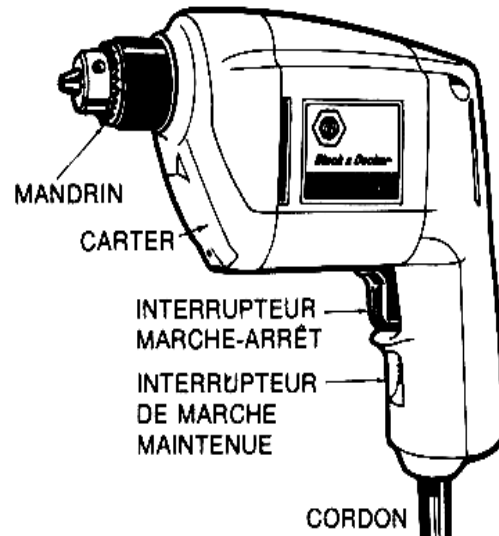


Fig. 2-17

Le centre du trou à percer ayant été déterminé à l'aide d'un pointeau à centrer ; on perce un petit trou qui servira de trou-guide. Le petit foret pénétrera le métal exactement au centre de l'empreinte laissée par le pointeau. Lorsque le foret amorce sa coupe, il faut exercer une certaine pression et maintenir une avance continue. Si on doit percer en profondeur on doit lubrifier la pointe et le trou d'huile de coupe. On relâche la pression occasionnellement pour que les copeaux se dégagent d'eux-mêmes. Lorsque la pointe du foret atteint le côté opposé de la pièce, on diminue la pression pour éviter la formation de bavures au bord du trou.

2.3. Types de boulons

Boulon : Ensemble constitué d'une vis à tête et d'un écrou et destinée à assurer un serrage entre la face d'appui de la tête et celle de l'écrou (fig. 2-18).

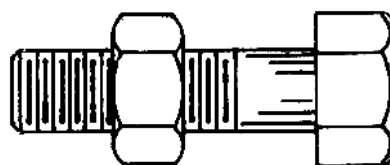


Fig. 2-18

Les vis de fixation servent à réunir plusieurs pièces par pression des unes sur les autres. Deux modes d'action sont utilisés (fig. 2-19) :

- la pression est exercée par la tête (vis d'assemblage);
- la pression est exercée par l'extrémité (vis de pression).

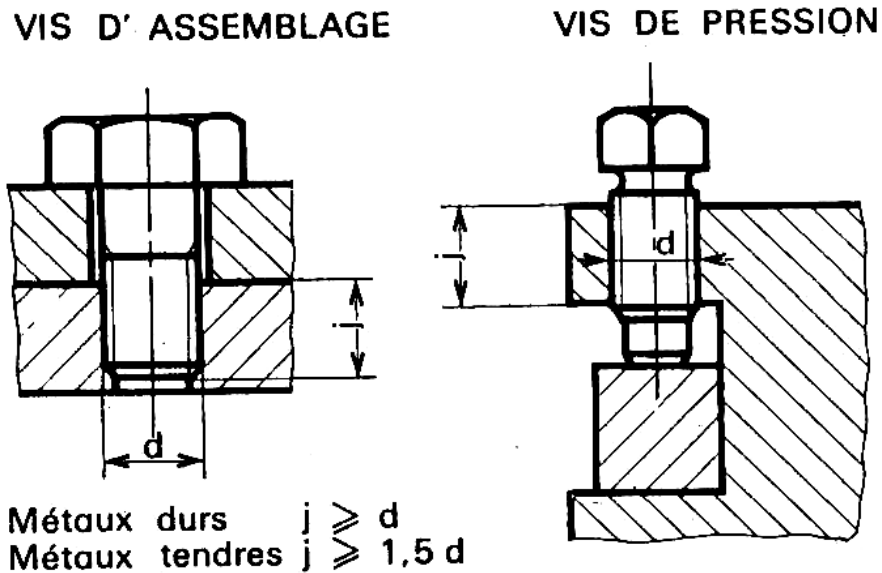


Fig. 2-19

2.3.1. Vis d'assemblage

Ce sont les têtes H et Q qui donnent le serrage le plus énergique (la tête Q est peu utilisée en mécanique). Vient ensuite la tête C HC qui a l'avantage par rapport aux précédentes d'être logée dans un lamage de faible diamètre. Les têtes à fente donnent un serrage peu énergique. Les têtes fraisées peuvent être noyées dans des pièces de faible épaisseur (fig. 2-20).

Les vis à tête conique assurent un centrage des pièces. C'est souvent un inconvénient (surabondance des centrages).

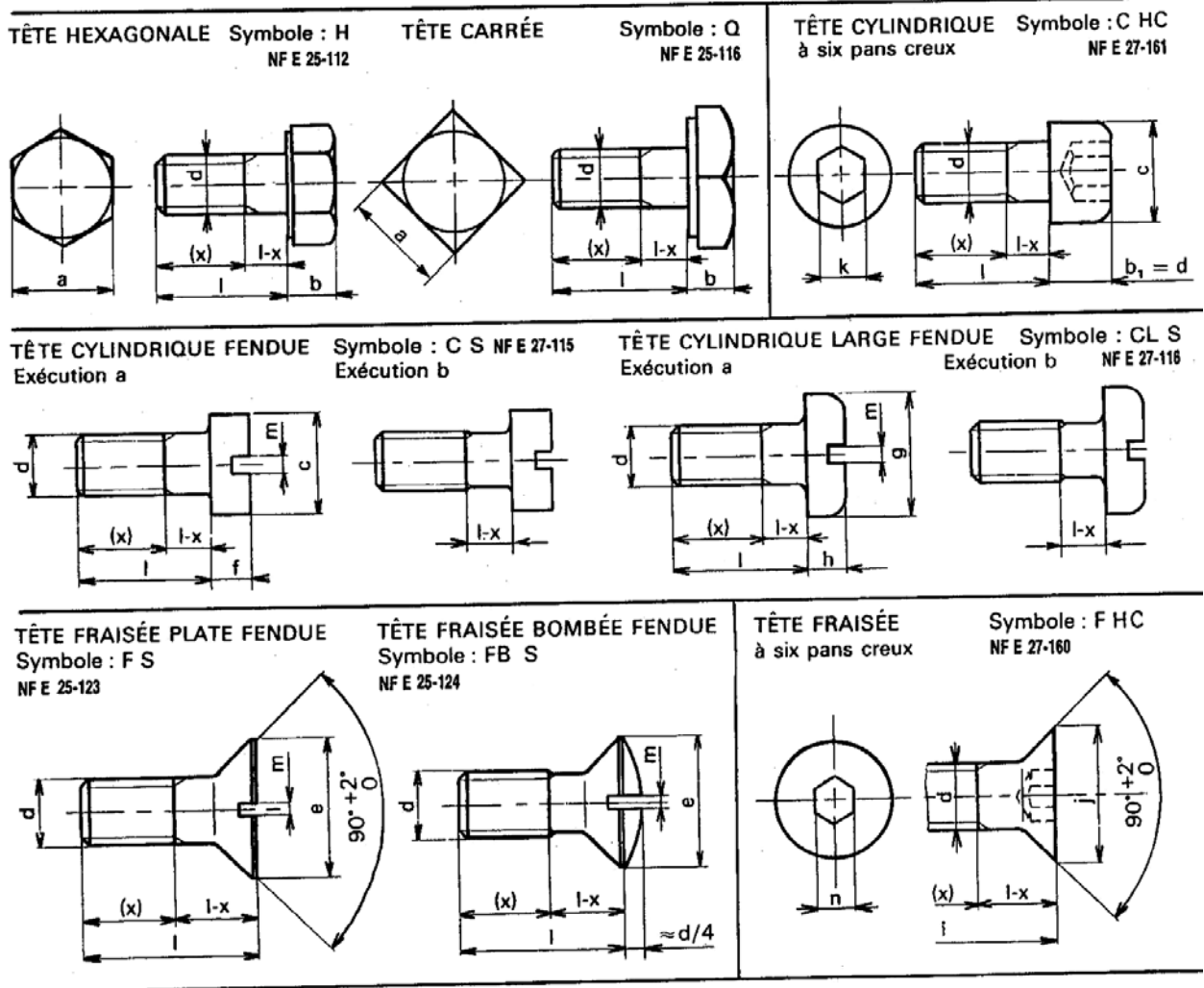
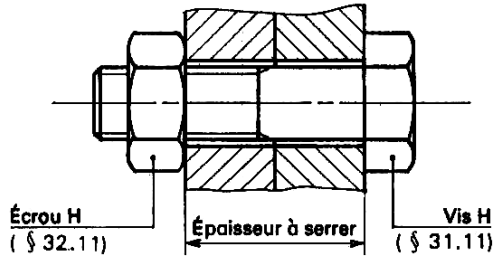


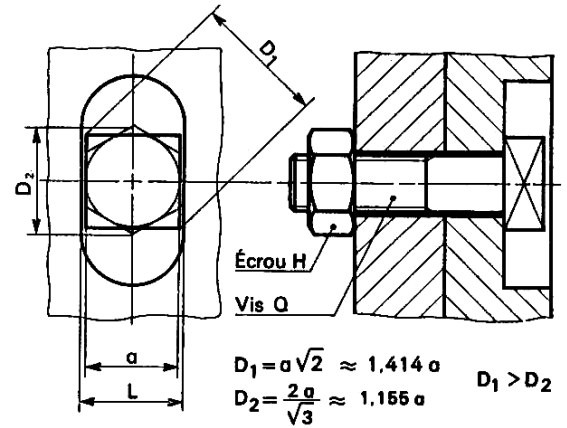
Fig. 2-20

Sur la fig. 2-21, fig. 2-22 et fig. 2-23 sont présentées le dimensionnement des boulons et les valeurs normalisées des différentes dimensions, ainsi que leur codification.

BOULON À TÊTE HEXAGONALE



BOULON À TÊTE CARRÉE Symbole Q NF E 27-311



Boulons à tête cylindrique

d	Pas	l	h	r	Notes
6	1	10	3	2	Voir tableau § 31.11
8	1,25	14	4	2,5	
10	1,5	17	5	3	
12	1,75	21	6	3,5	
14	2	23	7	4	
16	2	26	8	4	
20	2,5	32	10	5	
24	3	38	12	6	
30	3,5	46	15	7	
36	4	54	18	8	

BOULONS À TÊTE CYLINDRIQUE

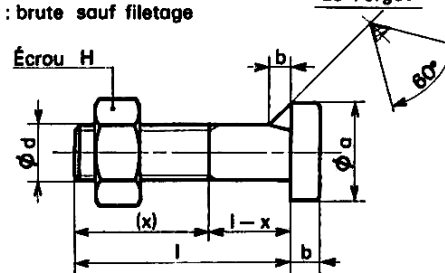
NF E 27-312

Ergot venu de forge

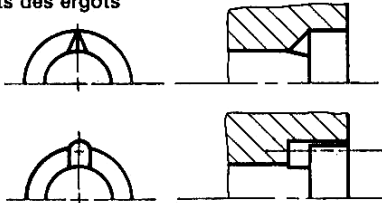
Symbole : CE

Finition N : brute sauf filetage

Section de l'ergot



Logements des ergots



Ergot rapporté

Finition T : semi-fine

Finition U : fine

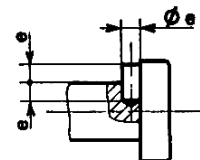


Fig. 2-21

Boulons à tête ronde

d	Pas	a	b	c	e
4	0,7	7	3	2	—
5	0,8	9	4	2,5	—
6	1	11	4,5	3	2
8	1,25	14	5,5	4	2,5
10	1,5	17	7	5	3
12	1,75	21	8	6	3,5
(14)	2	24	10	7	4
16	2	28	11	8	4
20	2,5	34	14	10	5
24	3	41	17	12	6
30	3,5	51	21	15	7
36	4	61	25	18	8

Voir tableau § 31.11

Boulons à tête fraisée

d	Pas	a	b	c	e
4	0,7	8	2	1	1,5
5	0,8	10	2,5	1,25	1,8
6	1	12	3	1,5	2
8	1,25	16	4	2	2,5
10	1,5	20	5	2,5	3
12	1,75	24	6	3	3,5
(14)	2	28	7	3,5	4
16	2	32	8	4	4
20	2,5	40	10	5	5
24	3	48	12	6	6
30	3,5	60	15	7,5	7
36	4	72	18	9	8

Voir tableau § 31.11

BOULONS À TÊTE RONDE

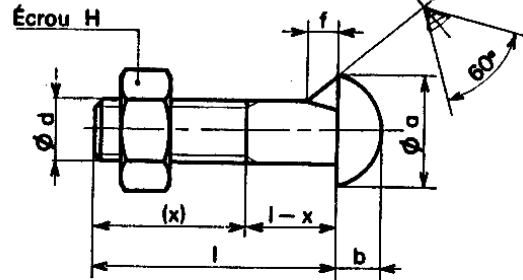
NF E 27-313

Ergot venu de forge

Symbole : RE

Finition N : brute sauf filetage

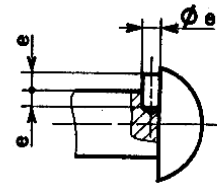
Section de l'ergot



Ergot rapporté

Finition T : semi-fine

Finition U : fine



BOULON À TÊTE FRAISÉE

NF E 27-314

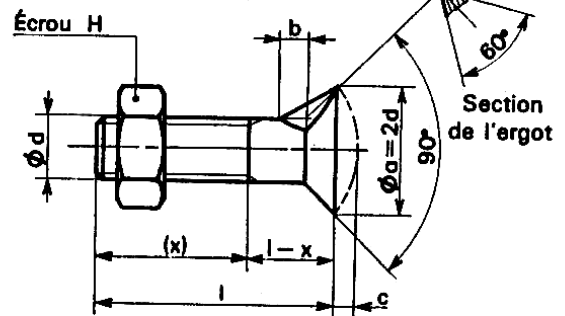
Symbole : F/90 E

BOULON À TÊTE FRAISÉE BOMBÉE NF E 27-314

Symbole : FB/90 E

Ergot venu de forge

Finition N : brute sauf filetage



Ergot rapporté

Finition T : semi-fine

Finition U : fine

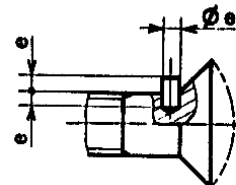


Fig. 2-22

d	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	20	24	30	36	42	48	56	64
Pas	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
a				5,5	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55	65	75	85	95
b				2	2,8	3,5	4	5,5	6,4	7,5	8,8	10	12,5	15	18,7	22,5	26	30	35	40
c	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	30	36	45	54	63	72		
e	3,6	4,4	5,5	6,3	9,4	10,4	12,6	17,3	20											
f	1	1,3	1,6	2	2,6	3,3	3,9	5	6	7	8	9	11							
g			5	6	8	10	12	16	20											
h			1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8	6											
i	3,52	4,4	5,5	5,5	8,4	9,3	11,3	15,8	18,3	22,5	26	30	38							
k	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	17	19	22	27	32	36		
m	1,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	3	4	5							
n	0,9	1,3	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	10	12							
Longueur l	LONGUEURS FILETÉES MINIMALES x*																			
2,5	2,5																			
3	3	3																		
4	4	4	4																	
5	5	5	5	5																
6	6	6	6	6	6															
8	8	8	8	8	8	8														
10	10	10	10	10	10	10	10													
12	12	12	12	12	12	12	12	12												
16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16										
20		16	17	20	14	20	20	20	20	20										
25			17	18	14	16	18	25	25	25	25	25								
30				18	14	16	18	30	30	30	30	30	30							
35					14	16	18	22	35	35	35	35	35							
40					14	16	18	22	26	40	40	40	40	40						
45						16	18	22	26	30	45	45	45	45	45					
50						16	18	22	26	30	34	50	50	50	50					
55							18	22	26	30	34	38	55	55	55	55				
60							18	22	26	30	34	38	60	60	60	60	60			
65								22	26	30	34	38	46	65	65	65	65			
70								22	26	30	34	38	46	70	70	70	70			
80								22	26	30	34	38	46	54	80	80	80			
90									26	30	34	38	46	54	66	90	90			
100									26	30	34	38	46	54	66	100	100			
110										30	34	38	46	54	66	78	78			
120											34	38	46	54	66	78	78			
130											34	38	46	54	66	78	78			
140											34	38	46	54	66	78	78			
150												38	46	54	66	78	78			
160												38	46	54	66	78	78			
180													46	54	66	78	78			
200													46	54	66	78	78			
220														54	66	78	78			
240														54	66	78	78			
260															66	78	78			
280															66	78	78			
300															66	78	78			

Vis
fabriquées
sur
commande

Exemple de désignation d'une vis à tête hexagonale, de cotes d = 10, filetage métrique ISO (on indique le pas 1,5 sous la forme M 10 x 1,5, si l'on redoute la confusion avec un autre pas), l = 50 et de classe de qualité 8.8 (ou la matière, voir chapitre 37).

Vis H, M 10** — 50, 8,8, NF E 25-112

* Vis H, vis Q, seules les dimensions encadrées sont normalisées.

** Le diamètre du filetage peut éventuellement être suivi de la tolérance de fabrication : 6 g.

Fig. 2-23

2.3.2. Boulons spéciaux

Les travaux de construction et d'entretien des lignes de transport et de distribution d'énergie électrique demandent l'utilisation des éléments de montage plus spécifiques comme suit :

- *boulon à cosse* : type de boulon dont la tête est constituée par une cosse, c'est-à-dire un anneau métallique creusé en gouttière (fig. 2-24). Par sa forme, la cosse prévient l'usure prématurée du câble d'hauban.

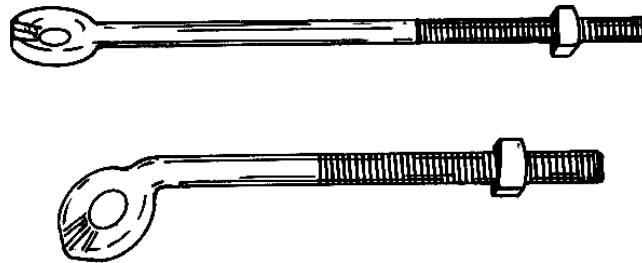


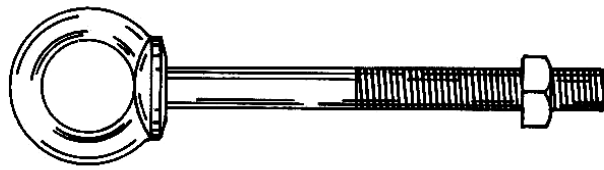
Fig. 2-24

- *boulon à œil* : type de boulon dont la tête est constituée par un œil, c'est-à-dire un anneau métallique pouvant recevoir un autre accessoire (fig. 2-25).

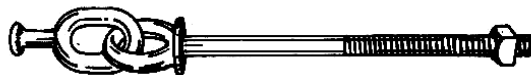


Fig. 2-25

- *boulon à œil avec embase* : type de boulon dont la tête est constituée par un œil avec embase (fig. 2-26). Ce type de boulon peut être muni d'un maillon à rotule ou de tout autre type de maillon.



boulon à oeil avec embase



boulon à oeil avec embase muni d'un maillon à rotule

Fig. 2-26

- *boulon d'espacement* : type de boulon dont la vis est filetée sur une partie ou sur la totalité de sa longueur, et servant à réunir deux croisillons, deux traverse, etc., tout en les maintenant à une distance fixe (fig. 2-27).

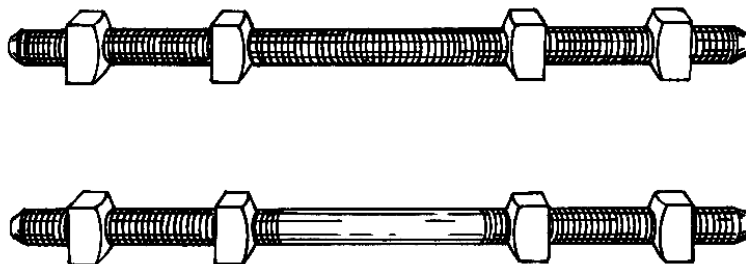


Fig. 2-27

- *vé de suspension* : pièce en forme de V destinée à écarter de la traverse le point haut de la chaîne d'isolateurs de suspension, notamment dans le cas d'un support d'angle souple (fig. 2-28).

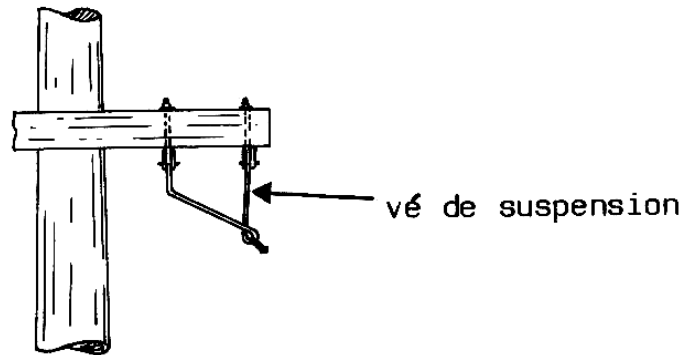


Fig. 2-28

2.3.3. Écrous et rondelles spéciaux

Pour les boulons spéciaux existent des écrous de différents types selon l'utilisation :

- *écrou (standard)* : pièce généralement hexagonale, percée d'un trou taraudé pour recevoir une vis de boulon (fig. 2-29);

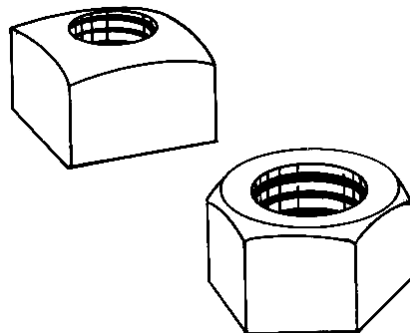


Fig. 2-29

- *écrou à cosse* : type d'écrou comportant une cosse sur sa face supérieure (fig. 2-30);

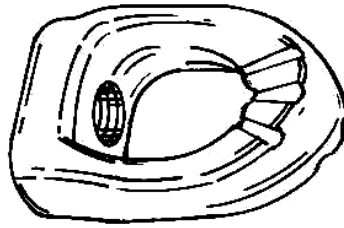


Fig. 2-30

- *écrou de blocage* : deuxième écrou serré sur une tige filetée pour éviter le desserrage du premier. Le contre-écrou est généralement plus petit que l'écrou (fig. 2-31).

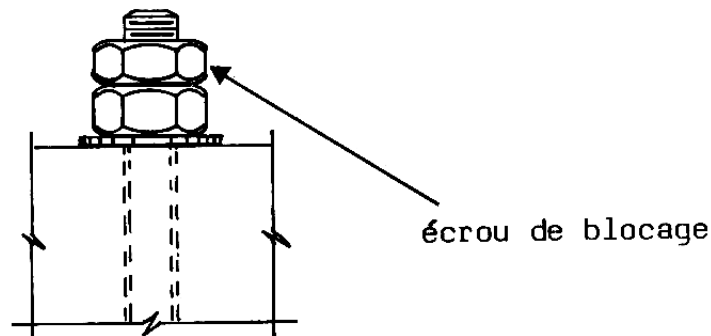


Fig. 2-31

- *rondelle* : disque métallique percé, placé sous un écrou et servant de surface d'appui ou de séparation (fig. 2-32)

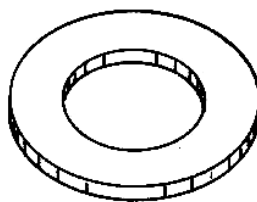


Fig. 2-32

- *rondelle de blocage* : rondelle assurant la permanence des forces de frottement entre un écrou et la surface d'appui, empêchant ainsi le desserrage de l'écrou. Il

existe divers types de rondelles-freins dont le plus courant est la rondelle-ressort (rondelle Grower) (fig. 2-33).

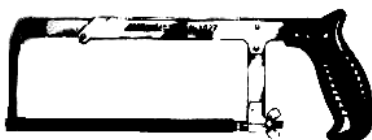


Fig. 2-33

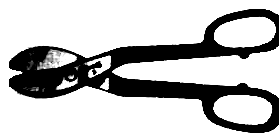
2.4. Fonctionnement de l'équipement de sciage et de coupage

Pour couper les métaux (acier en barres, tôles, ou en tuyau, le cuivre en tuyaux ou en tôle) et autres matériaux (bois , plastique etc.), on utilise un outil de coupage. Les outils de coupage les plus fréquemment rencontrés par l'électricien dans le pratique de son métier , sont : (fig. 2-34)

- les scies à métaux manuelles;
- les cisailles ;
- les coupe - câbles ;
- les couteaux ;
- les guillotines ;
- les cutters .



Scie à métaux



Cisailles



Coupe - tuyaux

Fig. 2-34

La scie à métaux est faite de trois éléments principaux : le cadre, la poignée et la lame.

Technique d'utilisation : D'abord la pièce à couper doit être fixée dans un étau, puis :

- Les dents de la lame doivent pointer vers l'avant, c'est à dire en s'éloignant de la poignée ;
- L'écrou de serrage doit tendre la lame de manière à l'empêcher de se tordre et de flamber ;
- On doit saisir la scie (fig. 2-35) avec la main gauche sur le cadre et la main droite sur la poignée. La position debout avec le pied gauche légèrement en avant du pied droit : est la meilleure position à adopter.

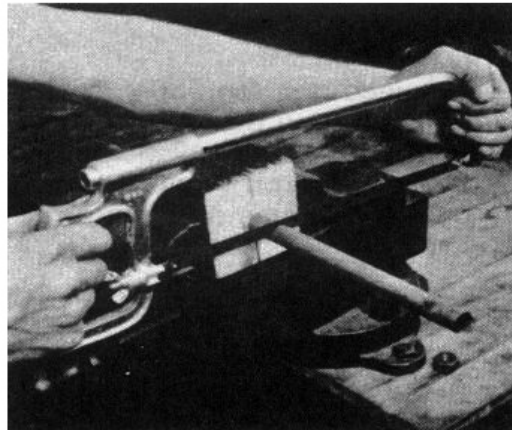


Fig. 2-35

- Il faut guider la lame avec son pouce et scier près du tracé et à l'extérieur de ce dernier ;
- Lorsque le trait de scie est amorcé, il suffit de pousser le cadre avec la main gauche en contrôlant la pression sur la poignée avec la main droite. On applique la pression lors du mouvement vers l'avant seulement.

On utilise un *coupe-tuyau* de la manière suivante : Le tuyau est inséré entre le couteau et les rouleaux de la serre. A l'endroit désiré le couteau est serré avec la poignée puis le coupe-tuyaux est tourné autour du tuyau. A chaque tour de l'outil il

faut serrer la poignée d'un tour ce qui fait pénétrer le couteau d'avantage. De cette façon après quelques tours, le tuyau est coupé à la longueur désirée (fig. 2-36).

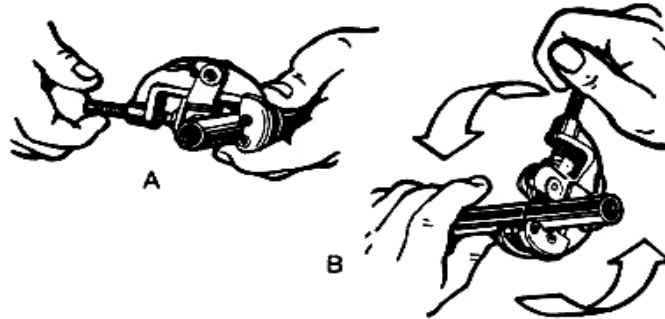


Fig. 2-36

Pour les éléments de grande taille on utilise la scie à métaux sur la fig. 2-37.

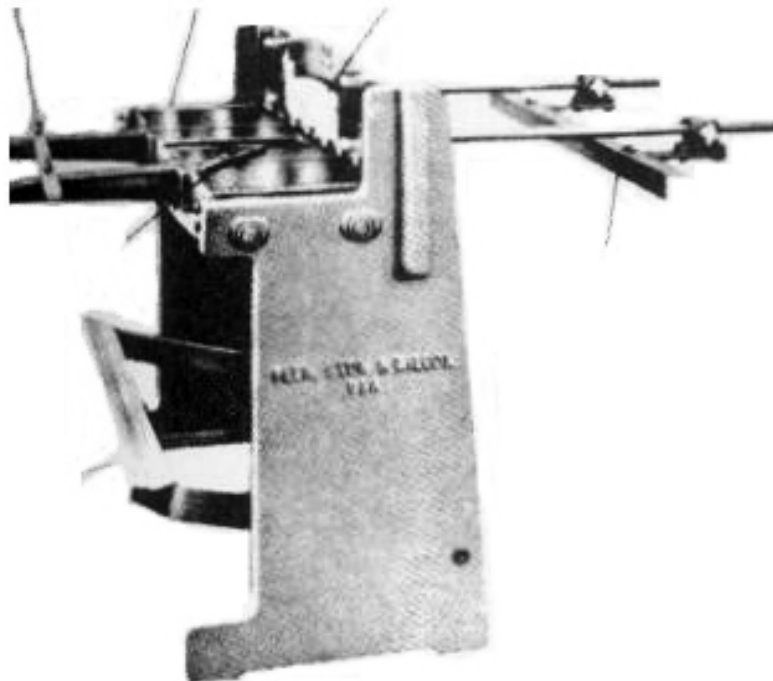


Fig. 2-37

Pour des travaux à la hauteur les électriciens de réseau utilisent les différents types de perches à main dont la tête comporte des ciseaux (les coupe-câbles). Elles seront étudiées en détailles dans la chapitre suivante.

III. UTILISATION DES EQUIPEMENTS SPECIALISES

3.1. Fonctionnement de l'équipement associé à une selle

On appelle une **selle**, l'accessoire métallique fixé à un support à l'aide de divers dispositifs, comme une chaîne d'attache ou des tiges à crochets, et utilisé pour tenir ou guider des perches de maintien ainsi que différentes pièces.

Il existe différents types de selles :

- *Selle à anneaux* : type de selle comportant des anneaux et une chaîne d'attache, utilisée pour réaliser un point fixe d'ancrage pour les cordages et quelquefois les palans (fig. 3-1);

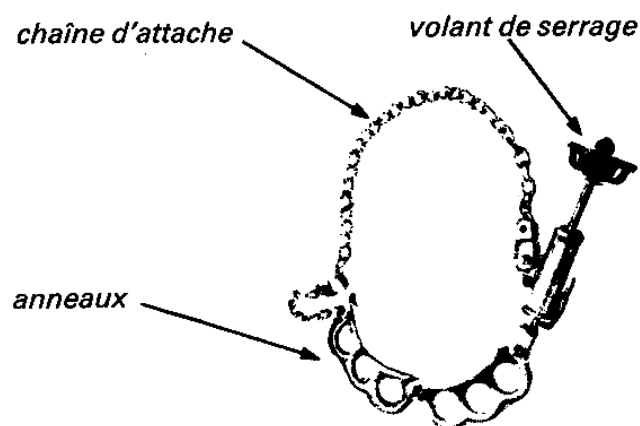


Fig. 3-1

- *Selle à levier* : type de selle constituée d'une embase, d'un levier, d'une béquille, d'une manille et d'une chaîne d'attache. Elle est utilisée lorsque les charges à supporter sont très lourdes comme dans le cas où il faut lever ou baisser un conducteur (fig. 3-2);

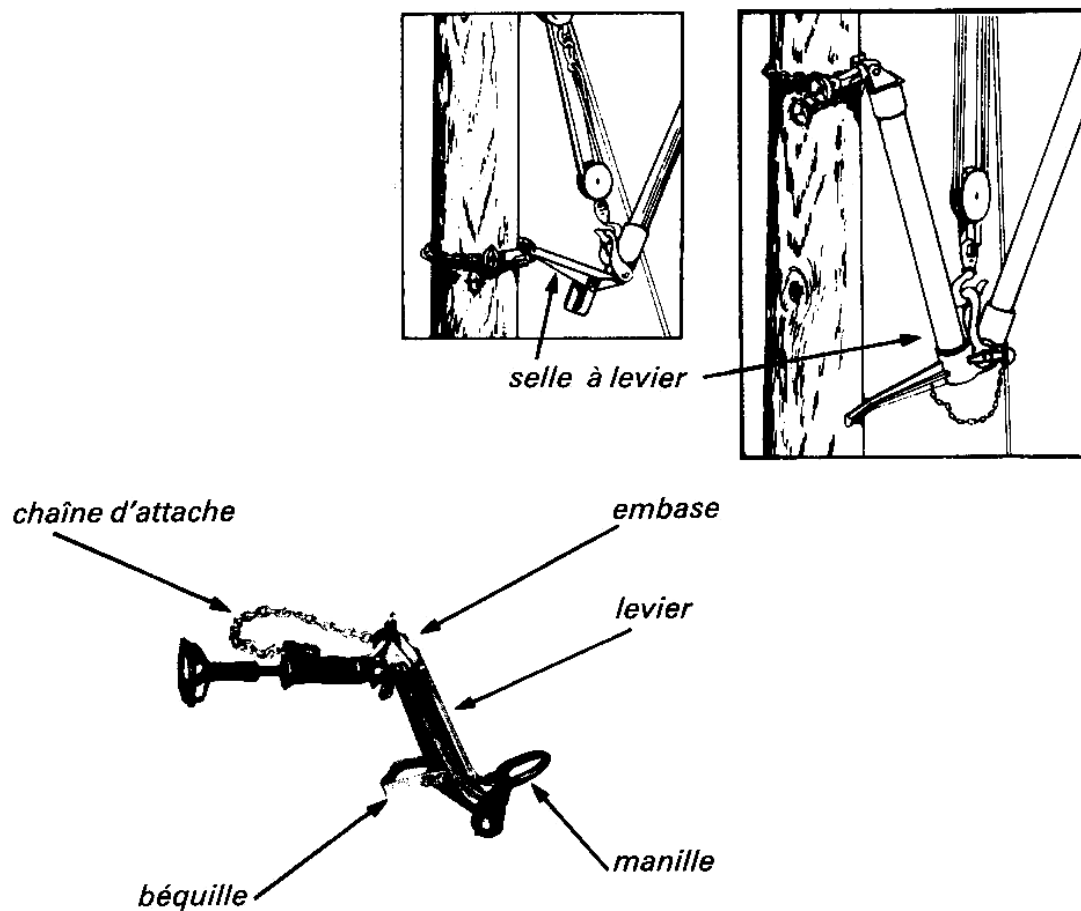


Fig. 3-2

- *Selle pour bitte double* : type de selle destinée à servir de prise à un tendeur à rochet dans le but de fixer une bitte double à un pylône tubulaire (fig. 3-3);

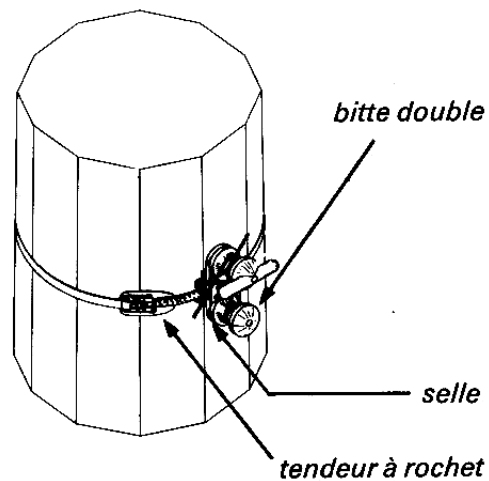


Fig. 3-3

- *Selle pour console de cabestan* : type de selle destinée à servir de prise à un tendeur à rochet dans le but de fixer une bitte double à un pylône tubulaire (fig. 3-4);

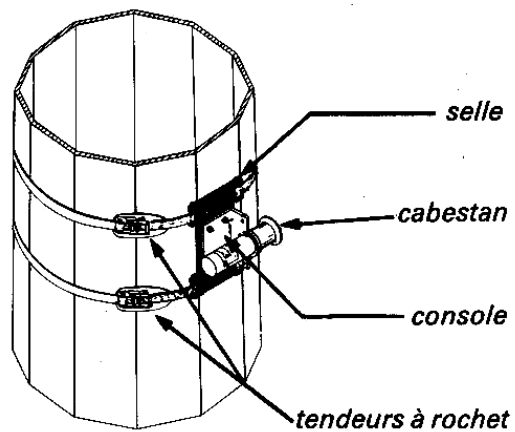


Fig. 3-4

- *Selle pour palonnier* : type de selle de forme variable que l'on place entre un palonnier et un palonnier-outil et qui est destinée à soutenir celui-ci afin de permettre une meilleure reprise de la tension exercée par la chaîne d'isolateurs (fig. 3-5);

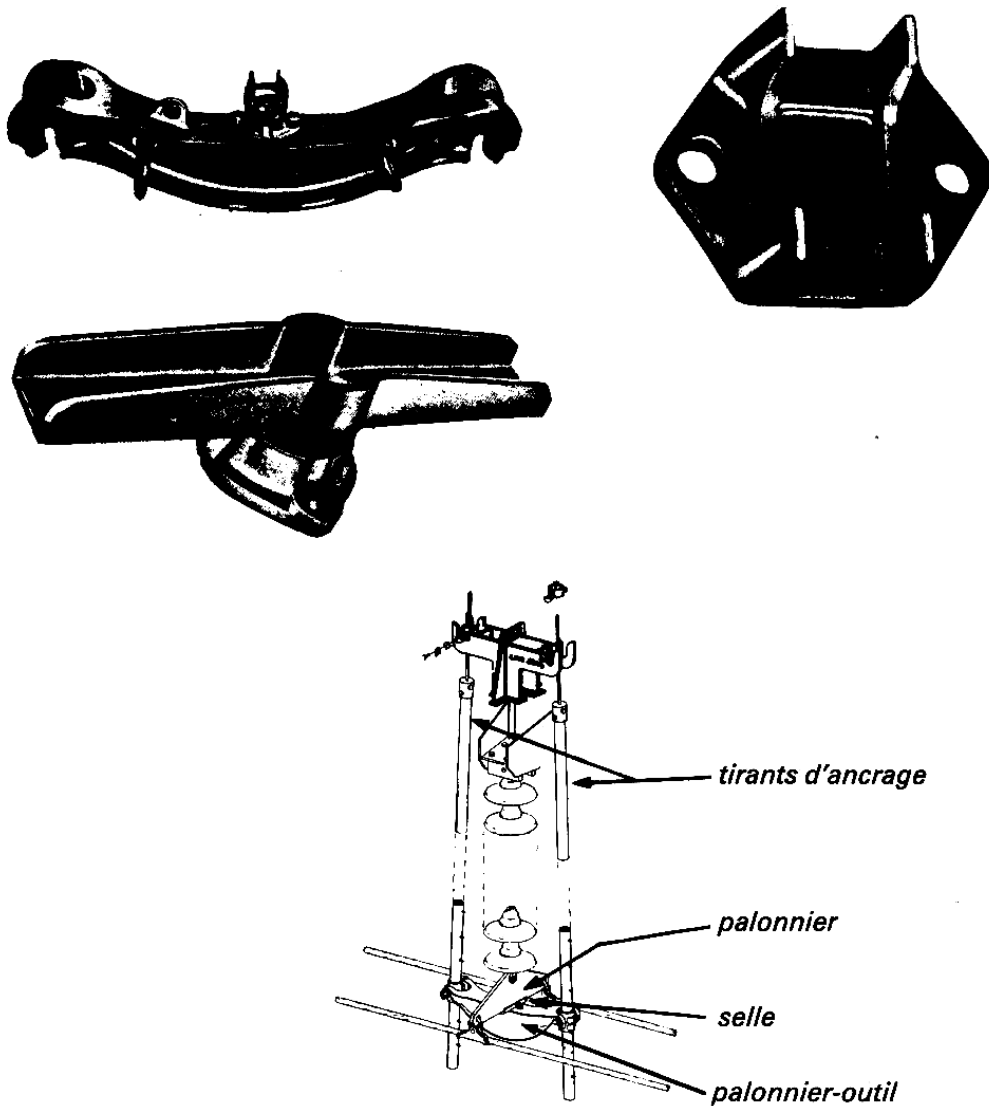


Fig. 3-5

- *Selle pour plate-forme* : type de selle de forme variable pouvant comporter une embase ou deux embases jointes par une tige cylindrique. Elle est utilisée pour fixer une plate-forme à un poteau ou un pylône et est reliée au support par une ou deux chaînes d'attache ou par des tiges à taquet et à volant de serrage. Il existe également une « selle pivotante pour plate-forme » qui permet de tourner la plate-forme à angle désiré (fig. 3-6).

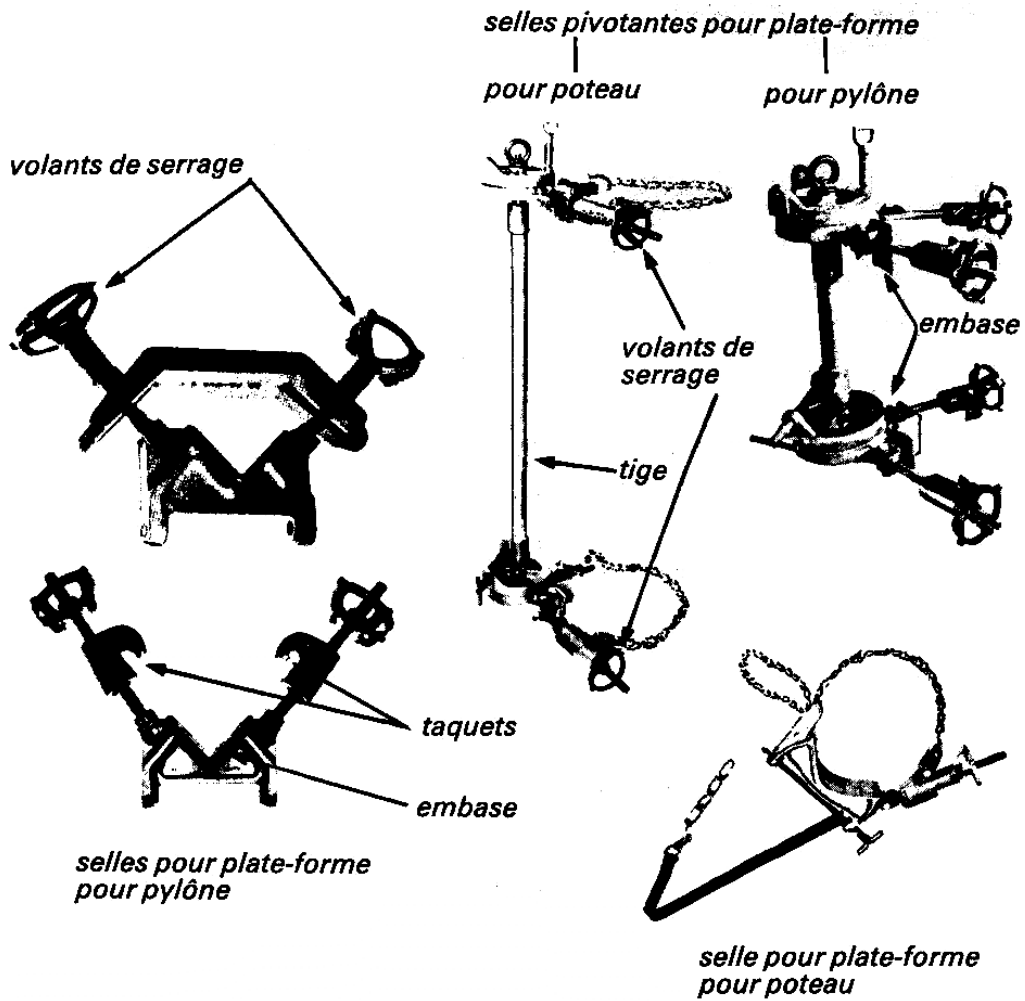


Fig. 3-6

- *Selle pour poteau* : type de selle destinée à être mise en place sur un poteau et constituée d'une chaîne d'attache, d'une embase et d'une tête tournante à manille à laquelle on peut fixer un manchon pour perche, un adaptateur à chape ou d'autres accessoires (fig. 3-7);

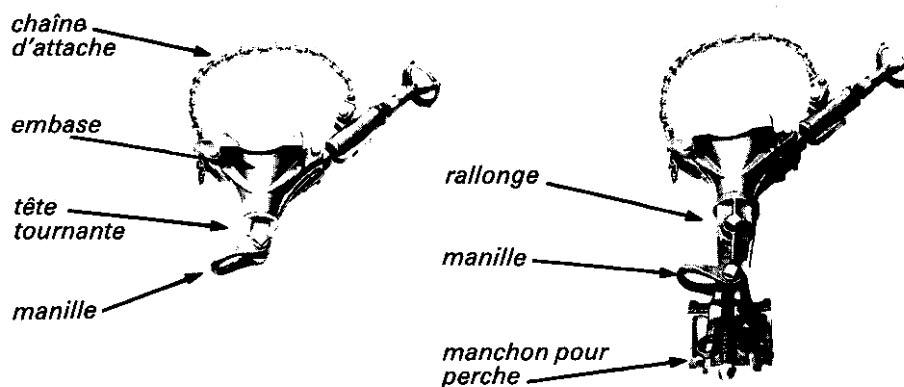


Fig. 3-7

- *Selle pour pylône* : type de selle destinée à être mise en place sur une membrure principale d'un support à treillis et constituée de tiges filetées à crochets et d'une tête tournante à manille à laquelle on peut fixer un manchon pour perche ou d'autres accessoires (fig. 3-8)

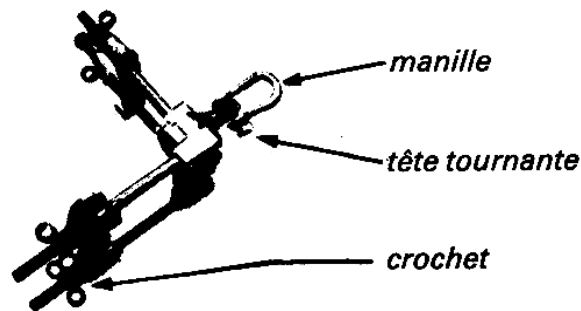


Fig. 3-8

- *Selle pour traverse* : type de selle destinée à être mise en place sur une traverse et constituée de deux flasques serrées par des tiges filetées et d'une tête tournante à manille à laquelle on peut fixer un manchon pour perche ou d'autres accessoires (fig. 3-9);

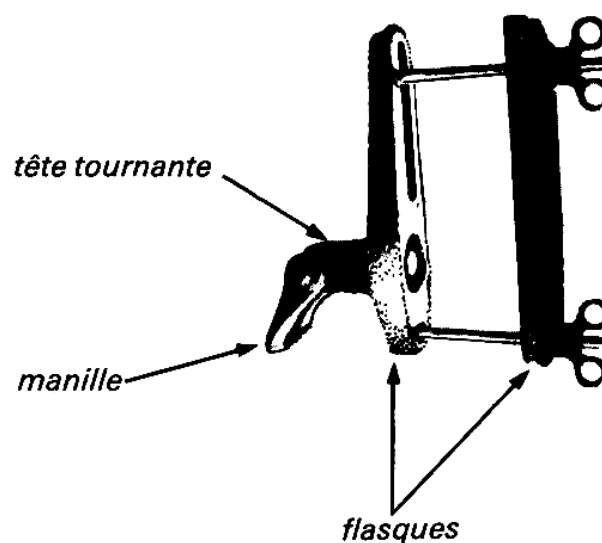
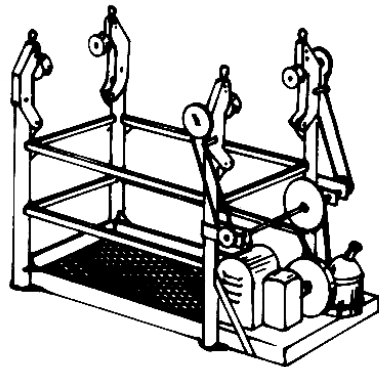
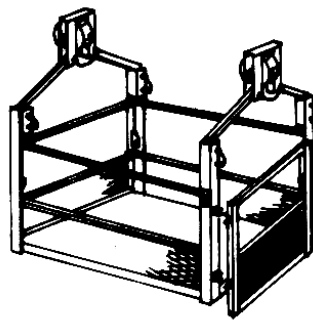


Fig. 3-9

- *nacelle suspendue* : nacelle dont les montants se terminent par des roues qui permettent de se poser et de la faire se déplacer sur un ou plusieurs conducteurs. Elle est utilisée pour exécuter des travaux d'entretien ou de réparation. Certaines nacelles suspendues sont motorisées ou automotrices et d'autres, non motorisées (fig. 3-10).



*nacelle motorisée
(ou automotrice)*



nacelle non motorisée

Fig. 3-10

- *plate-forme* : dispositif réalisé en matériau synthétique renforcé ou en bois et qui, fixé à un support, permet de positionner l'utilisateur (fig. 3-11);

1. Chaîne d'attache
2. Garde-corps
3. Jambe de force

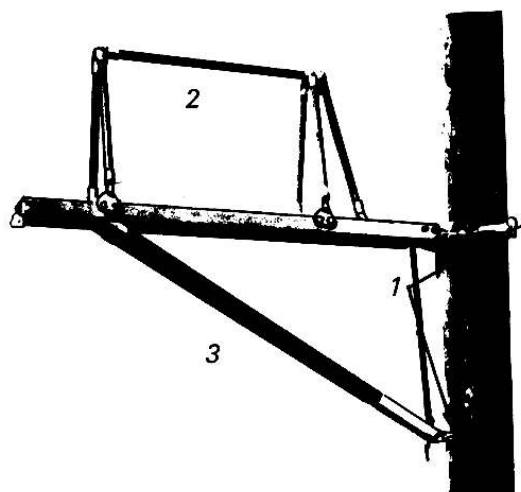


Fig. 3-11

- *plaque support pour échelle* : accessoire métallique qui se pose sur des goujons et qui sert à fixer une échelle isolante à un pylône tubulaire (fig. 3-12).

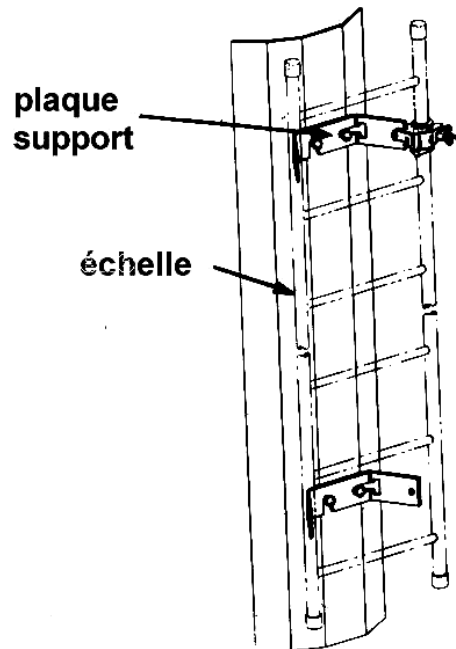


Fig. 3-12

3.2. Différents types de perches et leur utilisation

On appelle « *perche* », le tube en fibre de verre recouvert d'une résine époxy, rempli de mousse en comportant généralement une tête et un pied ou, dans quelques cas, deux têtes. Il existe deux types de perches : « à main » et « de maintien ».

La *perche à main* est un type de perche utilisée pour intervenir à distance sur un élément de ligne'. Elle ne subit pas d'autres efforts mécaniques que ceux produits par l'utilisateur.

La *perche à maintien* est type de perche utilisée pour supporter ou déplacer des conducteurs, des équipements ou de l'appareillage. Elle est conçue pour supporter principalement les efforts mécaniques exercés par les éléments de la ligne.

Il est à noter que la « perche télescopique » est considérée comme une perche isolante même si seul le dernier élément qui la compose est rempli de mousse.

Une perche est constituée principalement de trois parties : la tête, le tube et la tige (fig. 3-13).

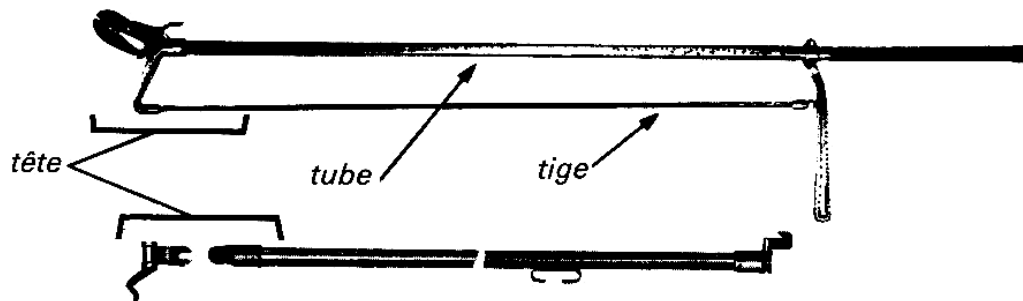


Fig. 3-13

La *tête* est l'extrémité supérieure d'un tube ou d'une tige, comportant un outil, par exemple un crochet, un étau, une cisaille, un porte-pince ampèremétrique, avec ou sans l'intermédiaire d'un embout.

La *tige* est une pièce cylindrique homogène constituée de matériau synthétique isolant et utilisée comme organe de commande d'une perche.

Le *tube* est l'élément de base d'une perche, de forme cylindrique et en matériau synthétique isolant. L'intérieur est soit rempli de mousse, soit creux comme les éléments (sauf le plus petit) des perche télescopiques.

On utilise souvent des accessoires qui permettent d'augmenter la fonctionnalité des perches comme : les pieds, les rallonges et les talons.

Le *pied* est l'extrémité inférieure d'un tube ou d'une tige, généralement protégée par un talon ou comportant quelquefois un anneau à émerillon (fig. 3-14).

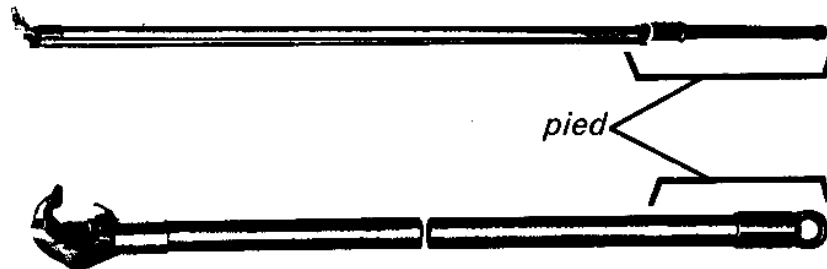


Fig. 3-14

La *rallonge* est un élément de tube constitué par des extrémités, soit mâle et femelle, soit comportant un embout fileté, un œil ou un talon. Il est utilisé pour allonger différents types de perches (fig. 3-15).

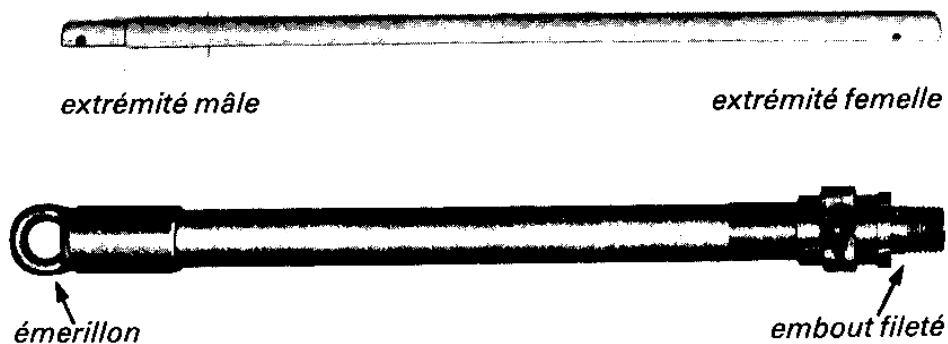


Fig. 3-15

La *rallonge pour perche à crochet* représente un élément constitué d'une tige et d'un tube, utilisé pour allonger une perche à crochet (fig. 3-16).



Fig. 3-16

Le *talon* est une pièce en matériau synthétique qui s'adapte au pied d'une perche ou d'une rallonge pour perche pour le protéger (fig. 3-17).

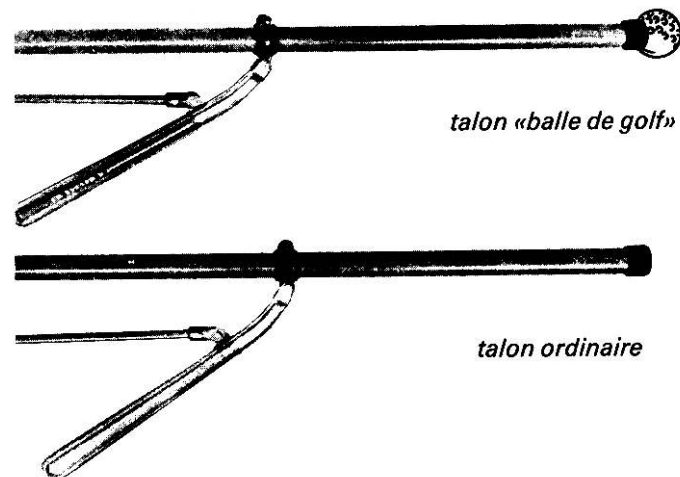


Fig. 3-17

Il existe de différents types de perches :

- *perche à attaches* : type de perche à main dont une tête comporte une lame tournante, et l'autre, un crochet tournant, et qui est principalement utilisée pour confectionner ou enlever les attaches. Le crochet tournant permet également de déplacer, mettre en place ou enlever des accessoires légers munis d'un anneau, d'une boucle ou d'un crochet, tels qu'un grenouille ou une poulie (fig. 3-18);

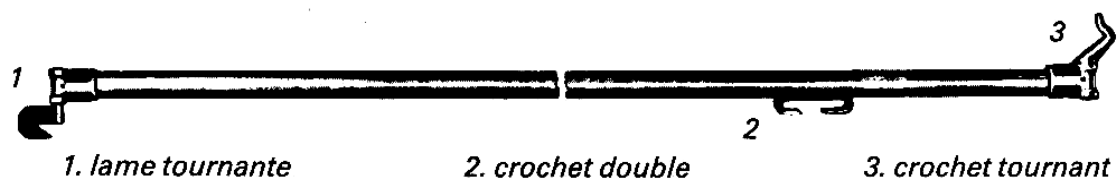


Fig. 3-18

- *perche à conducteur* : type de perche de maintien dont la tête comporte deux mâchoires (une fixe et une mobile) et le pied, un anneau à émerillon. Elle est

utilisée pour saisir un conducteur ou d'autres pièces en vue de leur maintien dans une position déterminée ou de leur déplacement (fig. 3-19);



Fig. 3-19

- *perche à connecteur de (mise à la) terre* : type de perche à main dont la tête comporte un connecteur de terre. Elle est utilisée pour mettre à la terre un conducteur de phase (fig. 3-20).

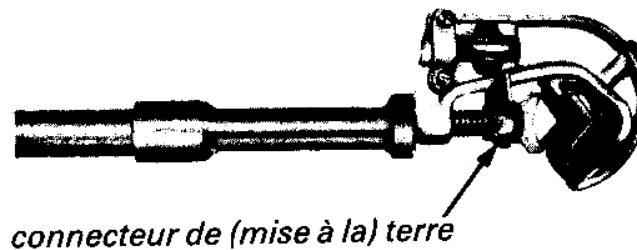
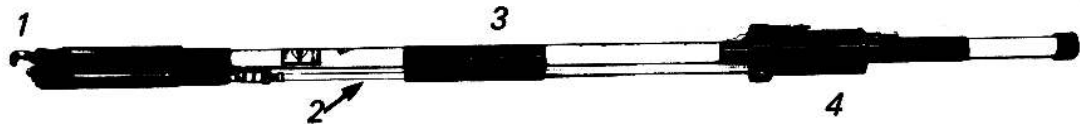


Fig. 3-20

- *perche à crochet* : type de perche à main dont la tête comporte un crochet. Elle est utilisée pour manipuler tous les accessoires et outils munis d'un anneau, par exemple un connecteur de terre. La perche à crochet peut aussi servir à guider et à écarter une pièce de faible section, comme une bretelle ou une grenouille. Elle permet également de serrer les boulons, par exemple sur les manchons pour tirants (fig. 3-21);



1. crochet

3. manchon de positionnement de la main

2. tige de commande

4. manchon de commande

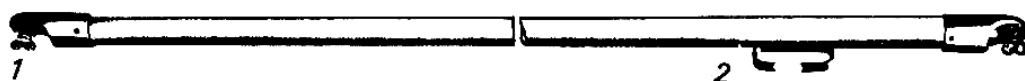
Fig. 3-21

- *perche à crochet porte-anneau* : type de perche à main dont la tête comporte un crochet porte-anneau. Elle est utilisée pour immobiliser des raccords (généralement des connecteurs de terre) munis d'une vis à anneau (fig. 3-22).



Fig. 3-22

- *perche à embout(s) universel(s)* : type de perche à main dont la ou les têtes comportent un embout universel servant à recevoir un outil adaptable à embout cranté (fig. 3-23);



1. embout universel

2. crochet double

Fig. 3-23

- *perche à étau* : type de perche à main dont la tête comporte un étau. Celui-ci est formé de deux mâchoires dont on règle le serrage à l'aide d'une tige de commande de façon à maintenir les bretelles, des shunts ou des manchons pour

en faciliter l'installation (fig. 3-24). Il existe deux types de perches à étau : « à tête fixe » et « à tête orientable ».

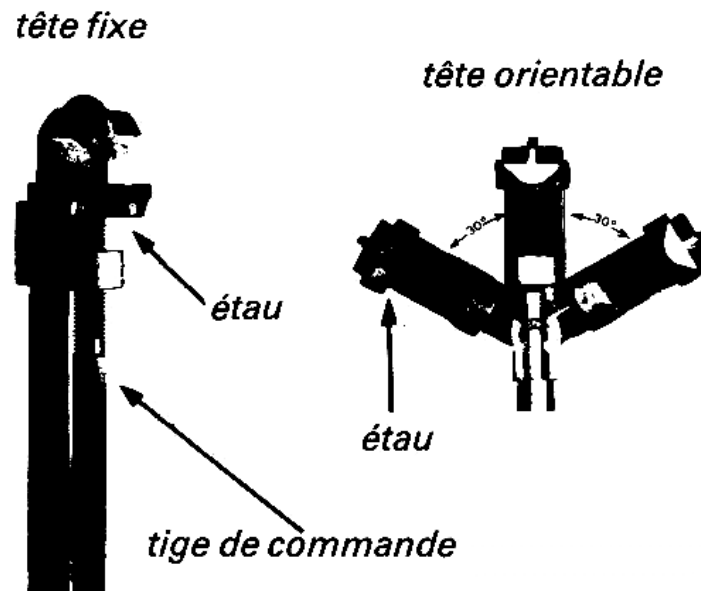


Fig. 3-24

- *perche à plateau* : type de perche de maintien dont la tête comporte un plateau permettant de soutenir une file d'isolateurs. Elle est utilisée dans un dispositif de manutention de chaînes de suspension (fig. 3-25);

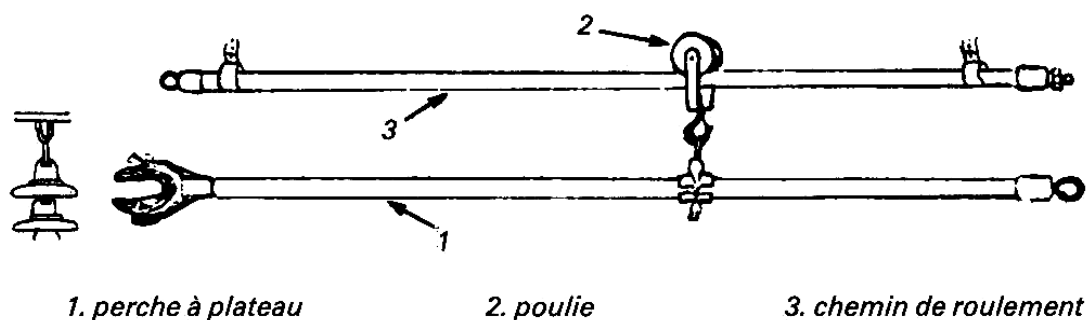


Fig. 3-25

- *perche à presse à manchonner* : type de perche à main dont la tête comporte une presse à manchonner. Elle est utilisée pour comprimer les manchons sur les

conducteurs ou les câbles de garde. Il existe deux types de perches à presse à manchonner : « mécanique » et « hydraulique » selon la grandeur des éléments à comprimer. Certaines perches à presse à manchonner sont constituées de deux parties : manches isolés et presse à manchonner (fig. 3-26).

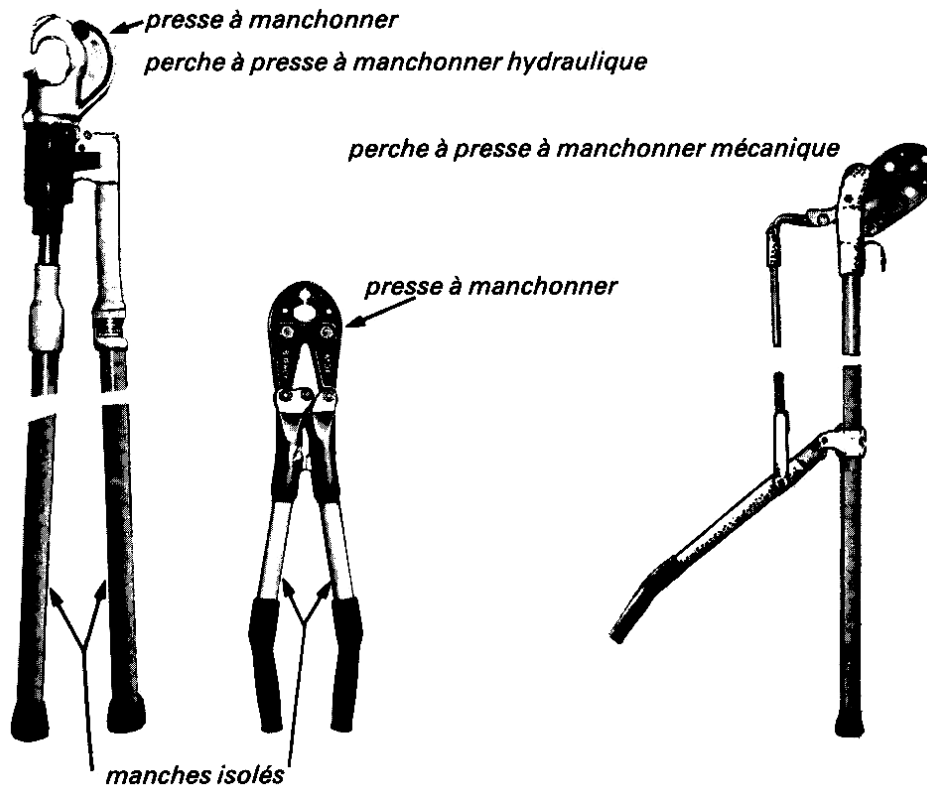


Fig. 3-26

- *perche-burette (perche à burette)* : type de perche à main dont la tête comporte un réservoir contenant un lubrifiant ou un dégrissant. Elle est utilisée pour appliquer ces produits à distance, soit sur des pièces ou des dispositifs, soit sur des boulons, des vis ou des goupilles (fig. 3-27).

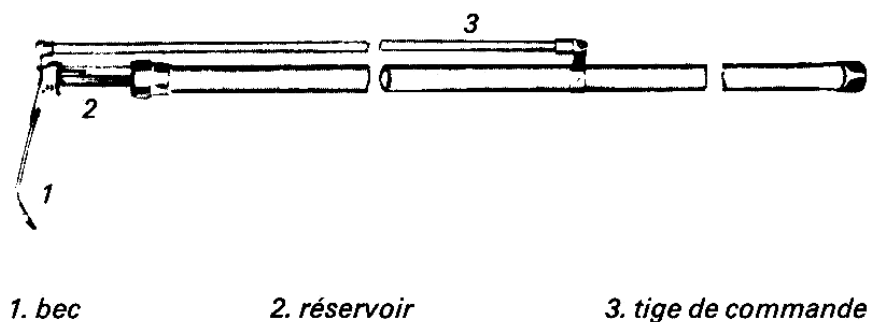


Fig. 3-27

- *perche-cisaille (coupe-câble)* : type de perche à main dont la tête comporte des ciseaux. Elle est utilisée pour sectionner des conducteurs, des câbles de garde, des haubans ou des fils d'attache (fig. 3-28). Il existe deux types de perches-cisailles (coupe-câble) : « mécanique » et « hydraulique » selon la grosseur des éléments à couper. Les perches-cisailles mécaniques présentent de plus différents modèles de têtes de coupe.

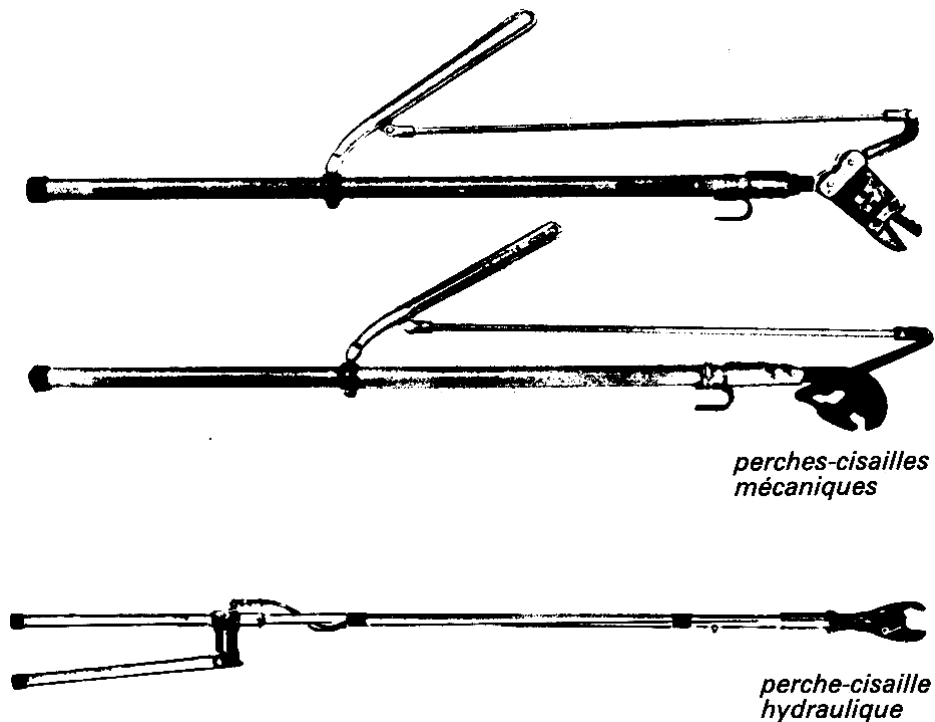


Fig. 3-28

- *perche de manœuvre* : type de perche à main dont la tête comporte une tige à encoche. Elle est utilisée pour ouvrir ou fermer les sectionneurs manuels et les coupe-circuit (fig. 3-29).

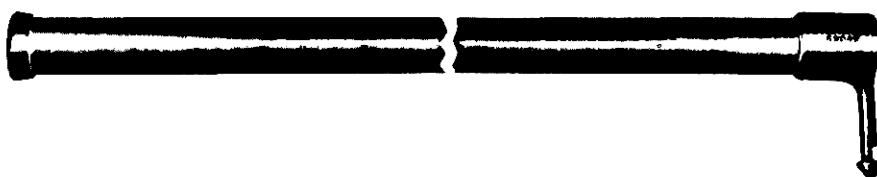


Fig. 3-29

- *perche-jauge télescopique (perche à mesurer télescopique)* : type de perche télescopique dont le tube est gradué. Elle est utilisée pour mesurer les distances entre le sol et les pièces sous tension (fig. 3-30).

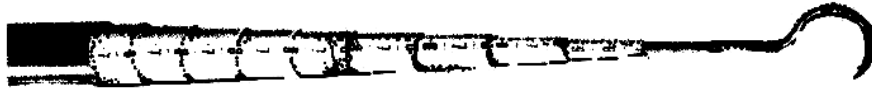
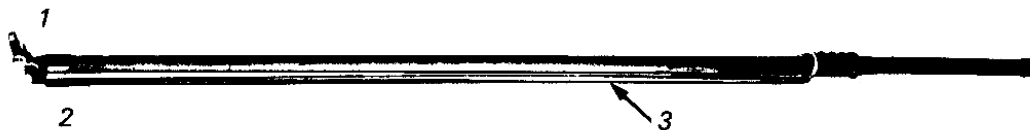


Fig. 3-30

- *perche porte-douille à angle variable* : type de perche à main dont la tête comporte un porte-douille à angle variable. Elle est utilisée pour visser ou dévisser, au moyen de douilles amovibles, des boulons dont l'axe peut faire un angle prononcé avec l'axe de la perche (fig. 3-31).



1. porte-douille

2. engrenage

3. tige de commande

Fig. 3-31

- *perche porte-douille à cardan* : type de perche à main dont la tête comporte un porte-douille à cardan. Elle est utilisée pour visser ou dévisser, au moyen de douilles amovibles, des boulons dont l'axe est sensiblement dans le prolongement de l'axe de la perche (fig. 3-32).



1. cardan

2. crochet simple

3. embout universel

Fig. 3-32

- *perche porte-pince ampèremétrique* : type de perche à main dont la tête comporte un porte-pince. Elles est utilisée pour manœuvrer à distance une pince ampèremétrique dans le but de mesurer l'intensité du courant circulant dans un conducteur (fig. 3-33).

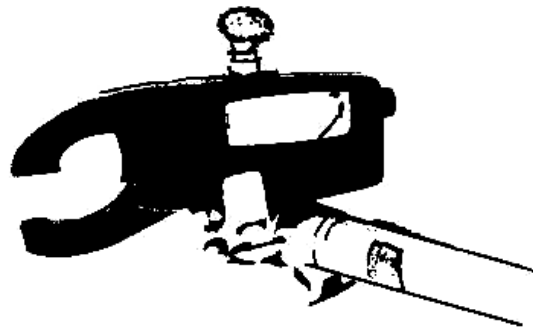


Fig. 3-33

- *perche télescopique* : type de perche à main constituée de plusieurs éléments munis d'un bouton de verrouillage à ressort, coulissant les uns dans les autres et dont seul l'élément ayant le plus petit diamètre est rempli de mousse. La perche télescopique remplace la perche à embout(s) universel(s) pour vérifier les isolateurs ou pour poser des limiteurs de tension sur certaines lignes de transport (fig. 3-34).

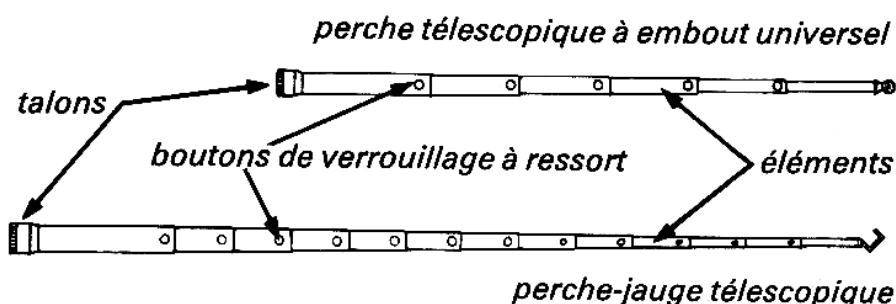


Fig. 3-34

Le *tirant* est un type de maintien dont la tête comporte un élément de préhension et le pied généralement un élément de fixation, par exemple un émerillon. Elle est utilisée pour exercer un effort de traction.

Il existe de différents types de tirants :

- *tirant à (crochet) queue de cochon* : type de tirant dont la tête comporte un élément de préhension en forme de tire-bouchon (fig. 3-35). Il est utilisé soit pour isoler les palans et les treuils du conducteur sous tension, soit pour supporter le berceau contenant les isolateurs au cours d'un travail sur une chaîne d'ancrage.



Fig. 3-35

- *tirant à émerillons* : type de tirant comportant un émerillon à chaque tête, permettant ainsi le pivotement de l'élément supporté, par exemple une échelle isolante ou une corde d'assurance (fig. 3-36).



Fig. 3-36

- *tirant à étau* : type de tirant dont la tête comporte un étau (fig. 3-37). Celui-ci est formé de deux mâchoires dont on règle le serrage à l'aide d'une vis. Il est utilisé dans tous les cas où il faut exercer un effort de traction supérieur à la résistance d'une perche à conducteur.

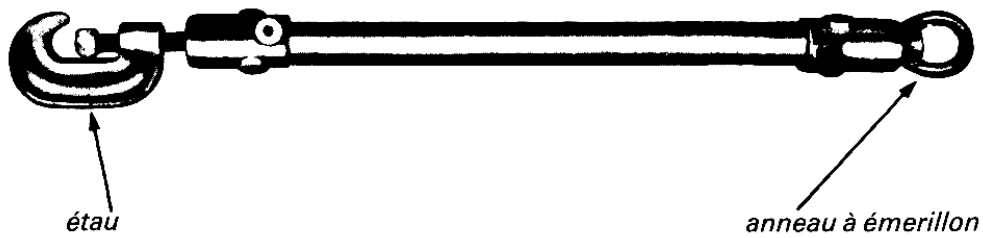


Fig. 3-37

- *tirant à rouleau* : type de tirant dont la tête comporte un étai à rouleau permettant son déplacement le long d'un conducteur (fig. 3-38). Il est utilisé pour écarter les conducteurs dans une portée.

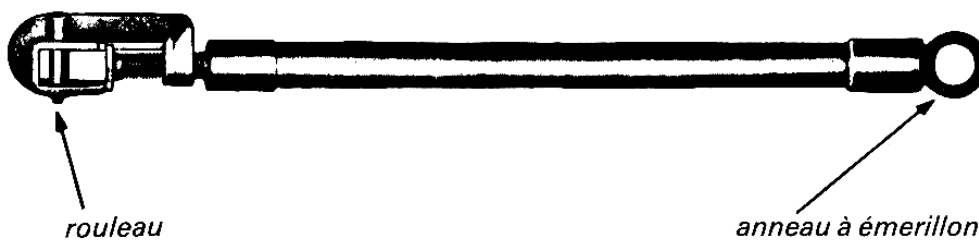


Fig. 3-38

- *tirant d'ancrage (tirant à broches)* : type de tirant comportant à la tête une tige filetée et sur le tube, des broches métalliques qui permettent un réglage en longueur (fig. 3-39). Il est utilisé avec divers accessoires, comme les palonniers, pour soulever ou décrocher le conducteur au cours d'un travail sur des chaînes d'isolateurs de suspension ou d'ancrage.

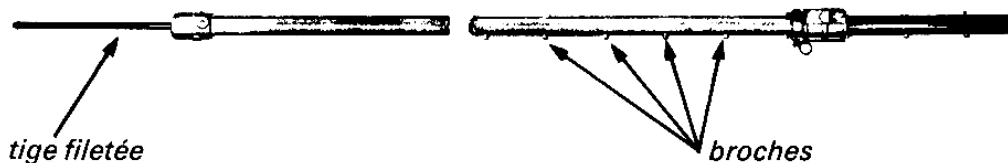


Fig. 3-39

Pour le choix de différents types de perches il faut déterminer les critères de distinction : matériaux de fabrication, utilité, dispositifs de préhension, capacité isolante, etc.

Les précautions à prendre au moment d'utilisation des perches sont :

- minutie à l'actionnement des mécanismes;
- propreté de la perche;
- absence d'éraflures sur la surface de la perche;
- ne jamais placer les mains au delà du garde-mains.

3.3. Fonction des haubans

Le *hauban* est une tige ou un câble métallique destiné à assurer ou à augmenter la tenue mécanique d'un support ou la stabilité d'un poteau (fig. 3-40).

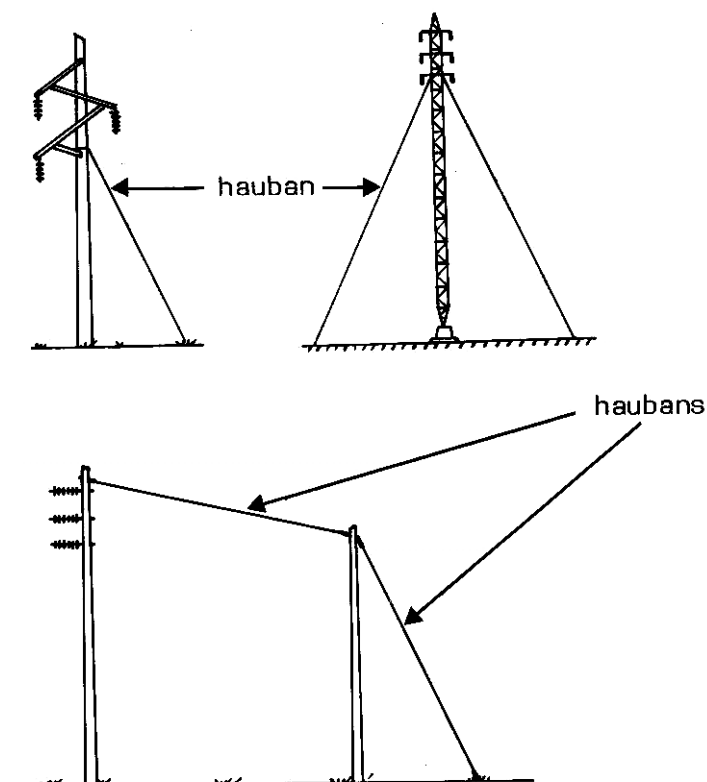


Fig. 3-40

Haubanage : désigne l'action de renforcer ou de maintenir un support par des haubans.

Il existe en générale trois types d'hauban :

- *hauban à ancrage vertical* : hauban (fig. 3-41) dont la partie inférieure est maintenue parallèle au poteau par une contrefiche horizontale et un ancrage vertical;

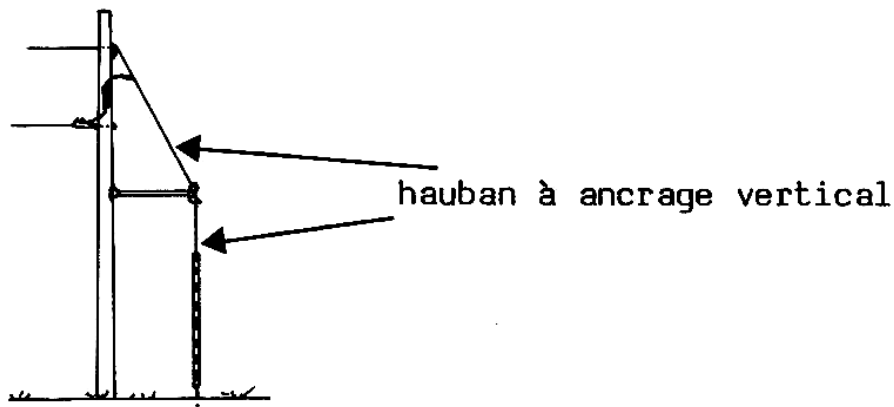


Fig. 3-41

- *hauban parallèle* : hauban tendu entre deux poteaux d'alignement en deux points situés à des hauteurs différentes (fig. 3-42). On utilise ce hauban à la fin d'un circuit basse ou moyenne tension;

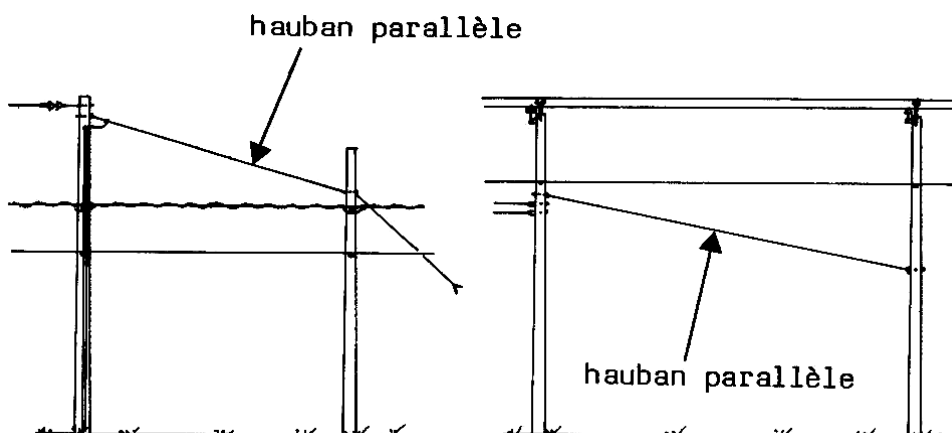


Fig. 3-42

- *hauban perpendiculaire* : hauban tendu perpendiculairement à la ligne et fixé à un poteau de haubanage suffisamment haut pour assurer le dégagement d'un obstacle (fig. 3-43).

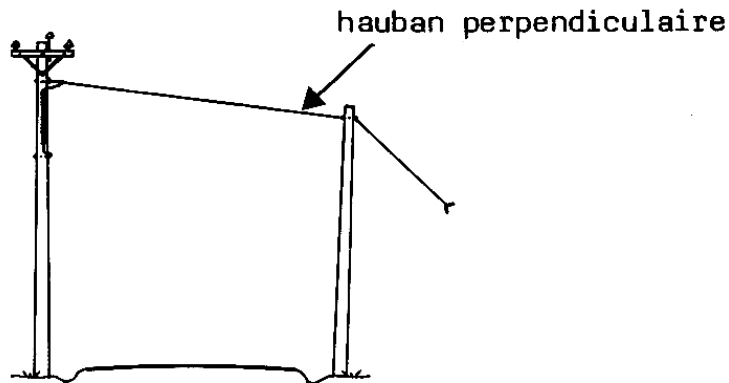


Fig. 3-43

Le choix d'un hauban est fait en relation avec :

- la capacité des différentes classes de poteaux;
- la charge appliquée au poteau;
- l'angle du hauban par rapport au sol.

3.3.1. Fixation des haubans à un poteau et à un ancrage

Les modes de fixation des haubans dépendent de leur utilisation, dans les lignes de distribution ou dans les lignes de transport.

Pour les haubans de distribution on emploie :

- Fixation au poteau à l'aide d'une ferrure à crochet de hauban :
 - *ferrure de haubanage* : terme générique désignant les pièces métalliques qui servent à retenir le hauban au poteau, comme les plaques de protection et les crochets (fig. 3-44);

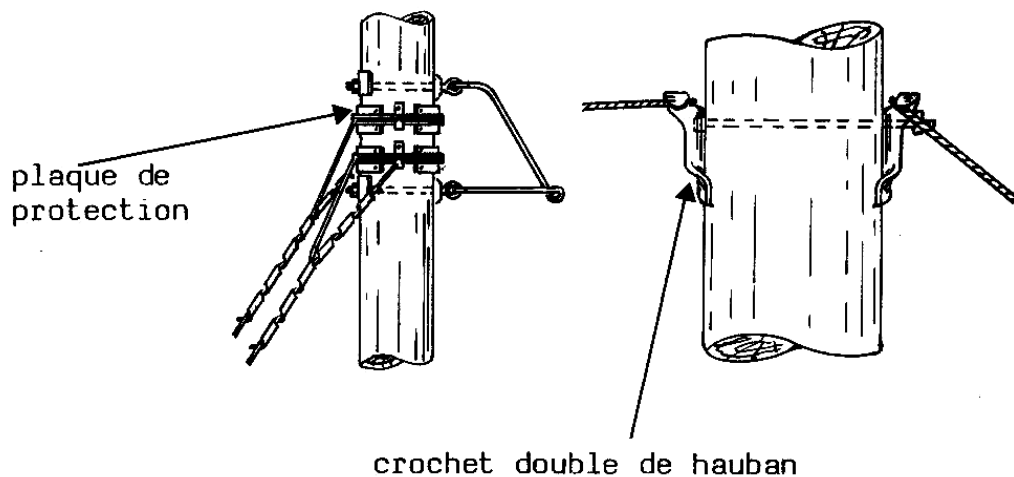


Fig. 3-44

- *plaque de protection* : plaque plus ou moins épaisse destinée à protéger le poteau (fig. 3-45). La plaque de protection sert à empêcher le câble de hauban d'entailler le bois lorsqu'on enroule autour du poteau, à renforcer les fibres du bois d'un poteau d'angle haubané, à protéger la base du poteau contre les heurts.

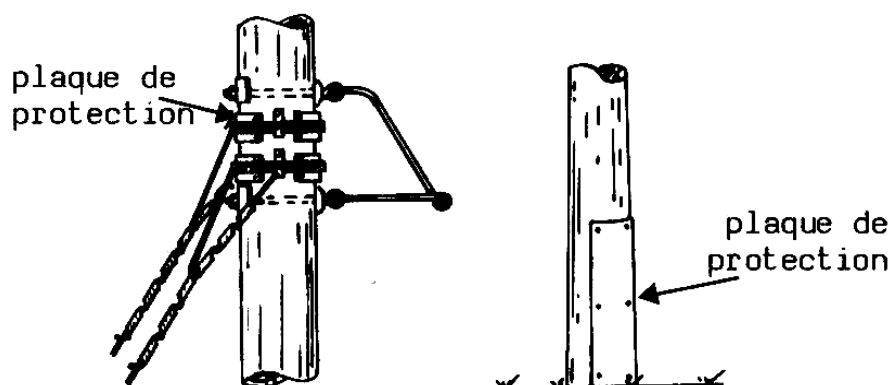


Fig. 3-45

- *crochet de hauban* : pièce de métal recourbée servant à retenir l'hauban (fig. 3-46);

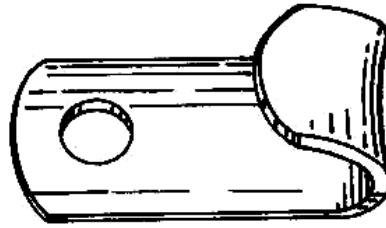


Fig. 3-46

- *crochet double de hauban* : pièce de métal dont les deux bouts sont recourbés vers l'intérieur et qui sert à retenir le hauban (fig. 3-47).

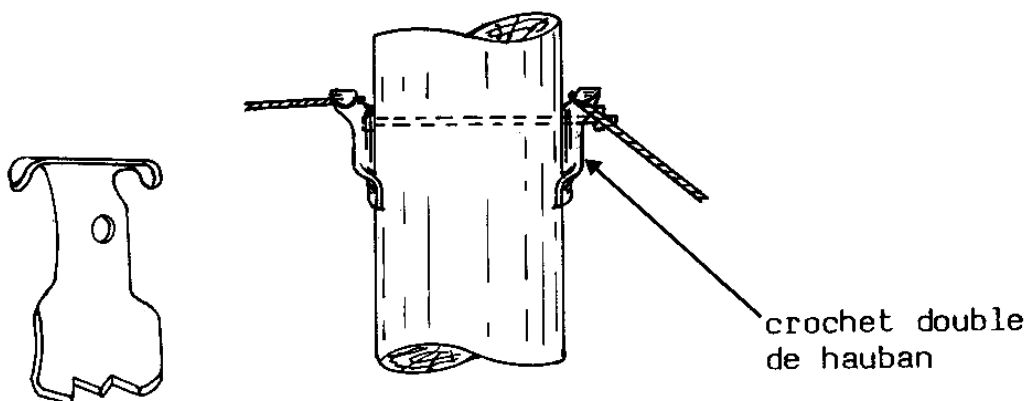


Fig. 3-47

- Fixation à l'ancrage à l'aide d'une attache droite préformée :
 - *ancrage* : dispositif (généralement enterré) destiné à fournir au hauban un point d'attache fixe (fig. 3-48). Il existe plusieurs types d'ancrages : l'ancrage à bille, l'ancrage à plaque, l'ancrage à vis, l'ancrage expansible. Le terme « ancrage » désigne également l'action d'ancrer.

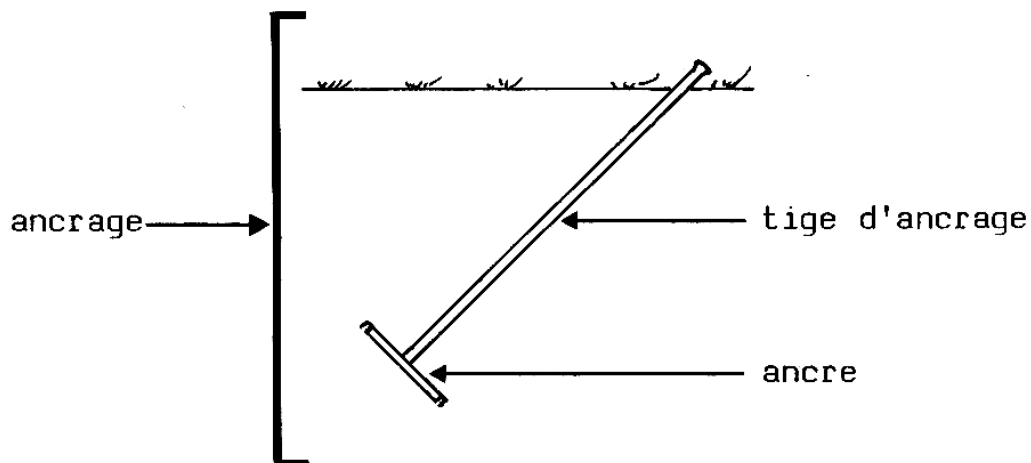


Fig. 3-48

- *ancre* : dans un ancrage, pièce fixée à l'extrémité de la tige d'ancrage. L'ancre peut être constituée d'une bille, d'une plaque, d'une vis, etc;:
 - *ancre à bille* : type d'ancre constituée par un morceau de bois traité d'environ 3 m (fig. 3-49);

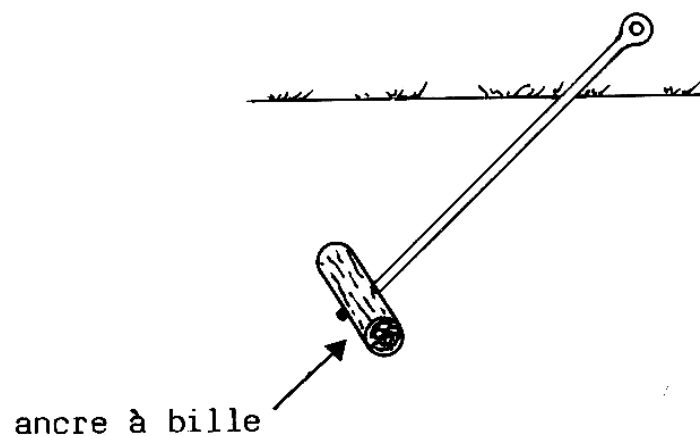


Fig. 3-49

- *ancre à plaque (plaque d'ancrage)* : type d'ancre constituée par une plaque métallique que l'on place dans une entaille au fond d'une fouille et dont la taille varie selon la résistance à obtenir (fig. 3-50);

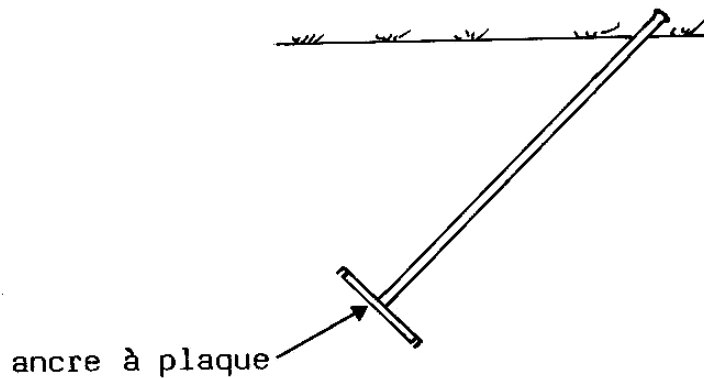


Fig. 3-50

- *ancre à vis* : type d'ancre constituée par un disque en forme d'hélice permettant l'enfoncement dans le sol à la manière d'une vis. L'ancre à vis constitue un moyen rapide et facile de haubaner un support dans un sol moyen, et offre une bonne résistance à l'effort d'arrachement (fig. 3-51);

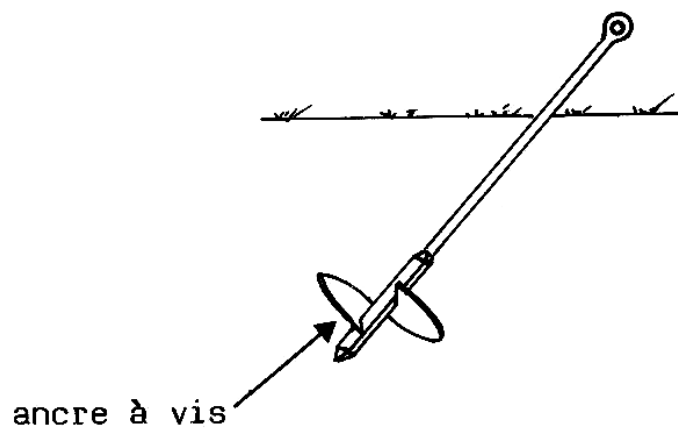


Fig. 3 51

- *ancre expansible* : type d'ancre constituée par une pièce métallique qui comporte de 4 à 8 ailettes se développant en superficie et que l'on pose dans une fouille oblique creusée dans la même direction que le hauban (fig. 3-52);

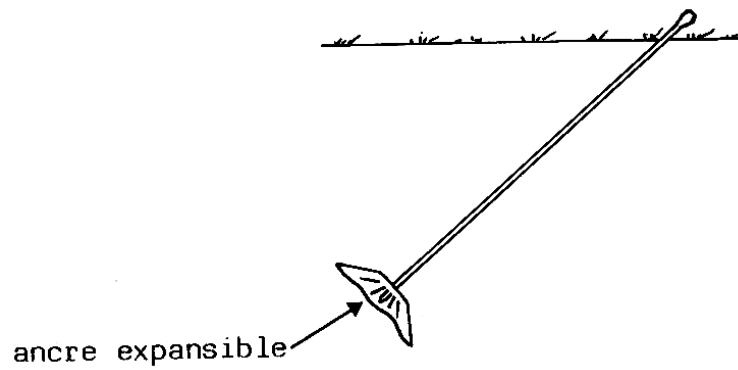


Fig. 3-52

- *ancre pour la roche* : type d'ancre constituée par une tige métallique à l'extrémité de laquelle se trouve un coin et que l'on pose dans une fougille creusée perpendiculairement à la direction du hauban (fig. 3-53).

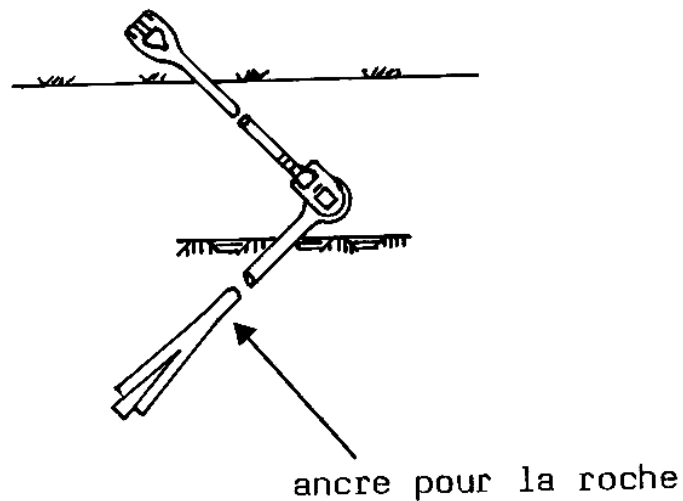


Fig. 3-53

- *attache préformée* : fils enroulés en hélice autour d'un hauban et destinés à retenir celui-ci (fig. 3-54). La forme de l'hélice est donnée en usine, d'où la qualificatif « préformée ».

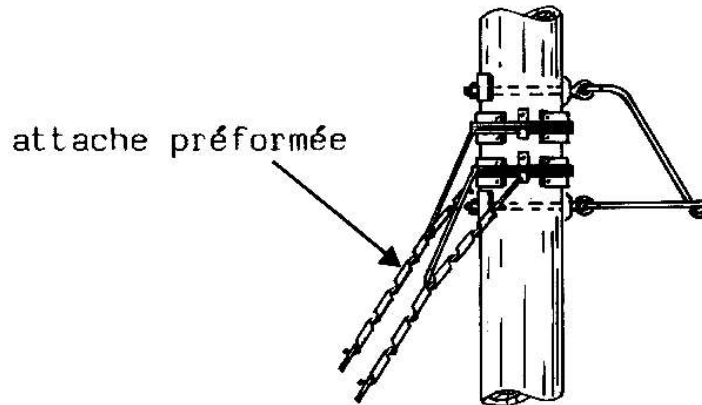


Fig. 3-54

- *tige d'ancrage* : tige ou pièce métallique transmettant l'effort de traction du hauban à l'ancre (fig. 3-55).

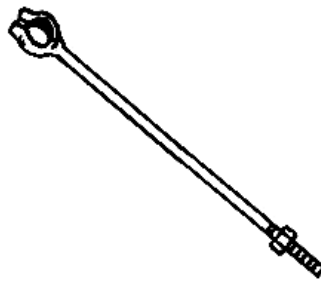


Fig. 3-55

- *rallonge de tige d'ancrage* : tige métallique ajoutée à une tige d'ancrage pour la rendre plus longue (fig. 3-56). On utilise une rallonge surtout dans les ancrages à vis et les enclaves dans la roche.

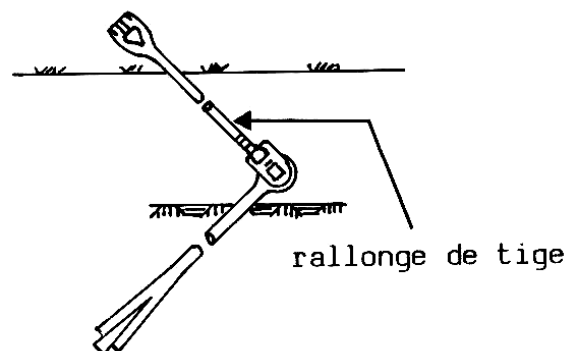


Fig. 3-56

Pour la fixation des haubans on utilise aussi certains accessoires comme :

- *collier* : pièce en acier constituée de deux parties semblables assemblées par boulons, selon le réglage voulu (fig. 3-57). On l'utilise au sommet des poteaux comme point de fixation pour les haubans ou à la base, pour les divers ancrages.

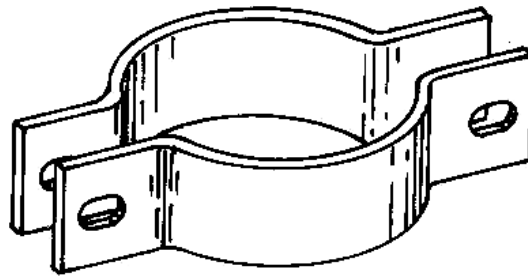


Fig. 3-57

- *cosse-cœur* : pièce métallique comportant une rainure dans laquelle on pose un hauban (fig. 3-58). La forme de la cosse-cœur empêche le rayon de courbure du hauban d'être trop prononcé.

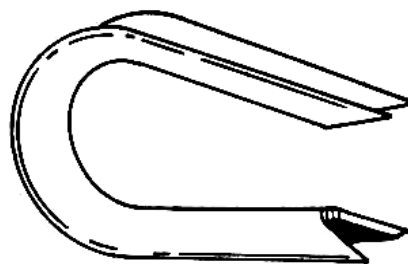


Fig. 3-58

- *serre-câble* : pièce constituée par deux plaquettes rainurées serrées par deux ou trois boulons et servant à fermer la boucle que forme un hauban sur l'œil d'un tige d'encrage (fig. 3-59).

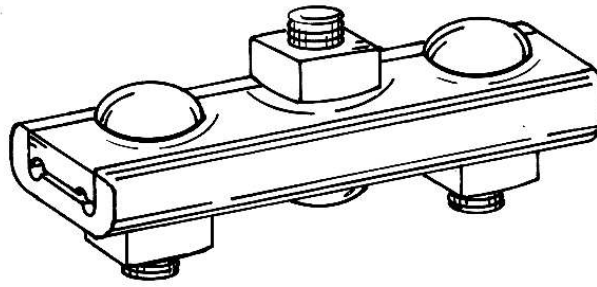


Fig. 3-59

- *manchon de surliure* : tube métallique placé à l'extrémité de la boucle que forme un hauban sur un œil afin d'empêcher le hauban de se détordre (fig. 3-60).

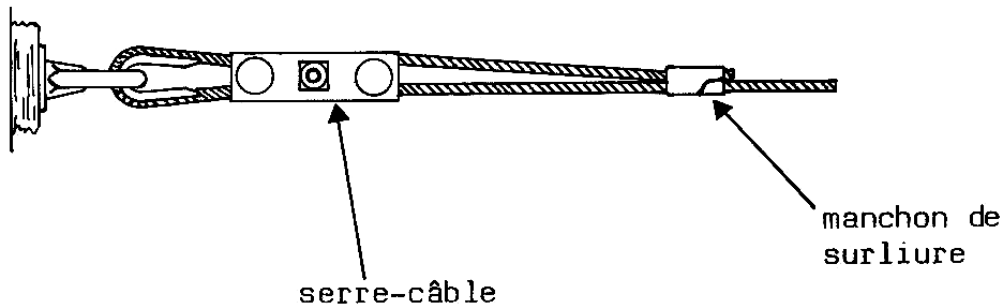


Fig. 3-60

- *protège-hauban* : type de protection mécanique de forme semi-cylindrique ou cylindrique, en métal ou en plastique, de couleur vive (jaune), qui sert d'écran au hauban (fig. 3-61).

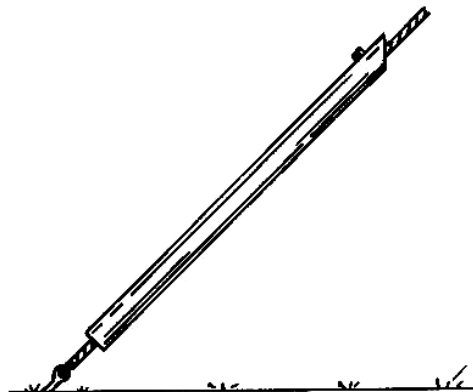


Fig. 3-61

- *tirefond* : vis à bois à tête carrée ou hexagonale servant, par exemple, à fixer les croisillons ou les crochets de hauban au poteau (fig. 3-62).

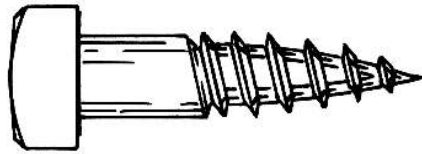


Fig. 3-62

Pour les haubans de transport on emploie :

- Fixation au poteau à l'aide d'un encerclement;
- Fixation à l'ancrage à l'aide d'une attache courbée préformée.

3.3.2. Équipement de tension des haubans

Les dispositifs utilisés pour tendre les haubans sont les suivants :

- *pince de tirage* (« *grenouille* ») : appareil à tirage exerçant son action de préhension au moyen de mâchoires (fig. 3-63).

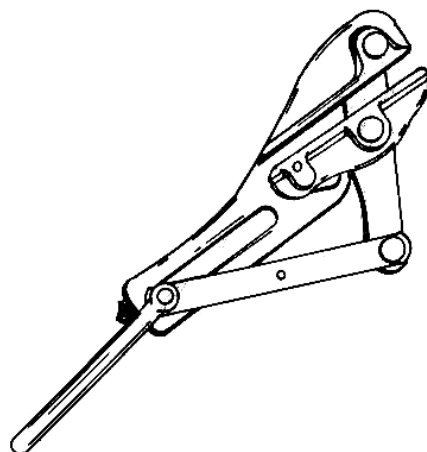


Fig. 3-63

- *œil de tirage* : équipement permettant de créer un point de fixation temporaire à la tige d'ancrage;
- *palan* : appareil de levage à crochet utilisé pour déplacer une charge ou exercer une traction sur une course limitée (fig. 3-64). En construction de lignes, on utilise principalement le palan à corde (fig. 3-64a), le palan à levier (fig. 3-64b) et le palan à courroie (fig. 3-64c);

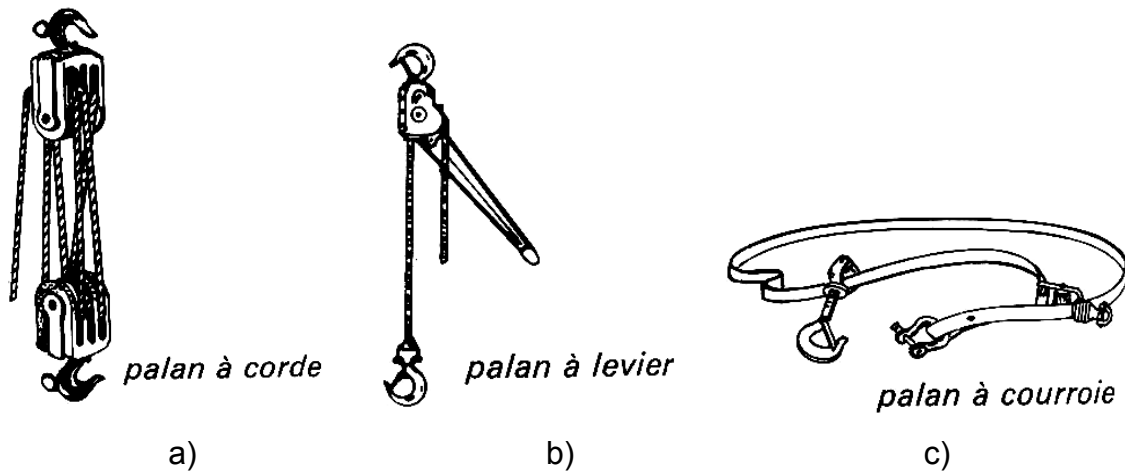


Fig. 3-64

- *palan à corde*: palan constitué de deux moufles montées par paire, sur lesquelles passe une corde dont une extrémité est fixée à l'une des moufles, la traction s'exerçant sur l'autre extrémité;
- *palan à courroie* : palan constitué de deux moufles sur lesquelles passe une courroie dont une extrémité est fixée à l'une des moufles, la traction d'exerçant sur le garant.

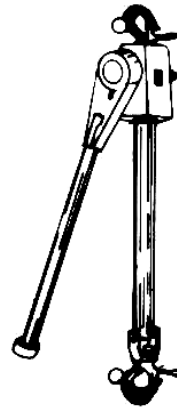
3.4. Différents palans à levier et leur utilisation

Le *palan à levier* est un palan manœuvré par un levier dont le mouvement de va-et-vient actionne une roue à rochet ou un autre mécanisme sur lequel passe une chaîne (fig. 3-65a) ou une courroie (fig. 3-65b).



palan à levier à chaîne

a)



palan à levier à courroie

b)

Fig. 3-65

La technique d'installation et d'utilisation des palans à levier et des palans tire-fort comporte :

- vérification avant usage du :
 - mécanisme d'embrayage;
 - crochet;
 - linguet;
 - point de fixation.
- installation :
 - fixation du crochet fixe;
 - fixation du crochet mobile.
- utilisation :
 - orientation du bras de levier;
 - position de l'utilisateur;
 - positionnement de la manette de contrôle pour la montée, la descente et l'arrêt.

3.5. Pincés de tirage à divers câbles

La pince de tirage est un appareil à mâchoires fixé à un câble dans le but de le saisir pour le tirer ou modifier la tension mécanique. Elle est utilisée avec des

mâchoires dont les surfaces sont abrasives ou non abrasives et qui ont une forme différente selon le type de câbles :

- mâchoires concaves ou convexes;
- mâchoires biseautées;
- mâchoires unies, etc.

Les critères pour le choix d'une pince de tirage sont les suivants :

- matériaux de fabrication;
- diamètre du câble;
- fonction du câble (conducteur, câble de hauban, câble de garde, etc.).

IV. VERIFICATION ET ENTRETIEN

Les outils et les équipements subissent dans le temps une dégradation successive due à l'usage et aux conditions d'utilisation – les événements atmosphériques (température, vent, humidité, etc.), la poussière, les vapeurs chimiques, etc.

Compte tenu du précédent il faut procéder aux vérifications périodiques et à l'entretien, s'il y a des défauts détectés.

4.1. Importance des recommandations de fabricants

Pour une vérification correcte des outils et des équipements, il est préférable de suivre les recommandations de fabricants pour prendre en considération les particularités de leur construction.

Avantages liés à une vérification minutieuse et régulière sont les suivants :

- sécurité accrue;
- entretien facilité;
- réduction des pertes;
- diminution des coûts;
- fiabilité assurée.

Pour le travail de maintenance à effectuer il faut demander et consulter toujours les catalogues et les guides d'entretien pour les différents outils de base et les équipements : le palan à levier et le tire fort, la perceuse à essence, la génératrice, la scie à chaîne à essence, etc.

La maintenance périodique doit être planifiée dans le temps selon les particularités de chaque équipement et il faut prévoir comme matériel requis pour l'entretien :

- le guide d'entretien;
- l'outillage;
- les produits nettoyants;
- les lubrifiants;
- les pièces de rechange.

4.2. Particularités de la vérification et de l'entretien d'un moteur à deux temps et d'un moteur à quatre temps

4.2.1. Moteur à deux temps

Le moteur à 2 temps réalise le cycle Beau de Rochas (aspiration, compression dans le carter, détente, échappement) en 2 courses de piston au lieu de 4 courses prévues dans le moteur 4 temps (fig. 4-1).

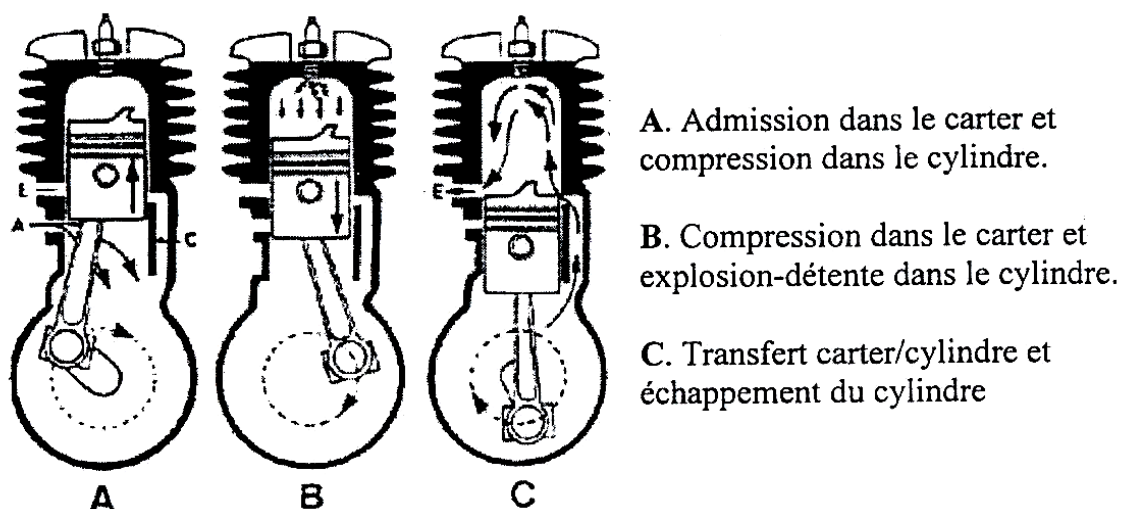


Fig. 4-1

1^{er} temps (du PMB au PMH):

Le piston étant au PMB, le mélange air-essence est introduit sous une faible pression de 1,2 à 1,4 bars. Au 1/7 environ de sa course, le piston ferme les lumières pour permettre la compression.

2^{ème} temps (du PMH au PMB) :

La combustion commence un peu avant le PMH; après le PMH, la descente du piston réalise le "temps moteur". Au 6/7 environ de sa course, le piston découvre l'orifice d'échappement pour permettre l'évacuation des gaz brûlés.

Dans les moteurs 2 temps à lumières, les opérations d'admission et d'échappement ont une durée très réduite et elles s'effectuent toutes les deux au voisinage du PMB.

Cycle à 2 temps

Cycle théorique : Le piston part de **PMB** au point **A**, les lumières de transfert étant découvertes et les gaz frais préalablement comprimés dans le carter. C'est la phase "admission" jusqu'au point **B** qui correspond à la fermeture des lumières de transfert et d'échappement (fig. 4-2).

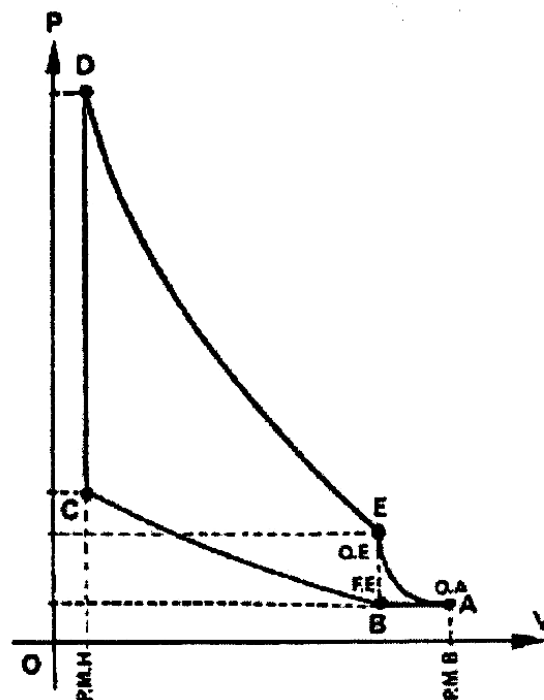


Fig. 4-2

La compression s'exerce jusqu'au point **C** où se produit l'allumage, au voisinage du **PMH**; et la pression monte brusquement jusqu'en **D**. C'est alors la détente qui correspond à la phase **DE**, le point **E** correspondant à l'ouverture de la lumière d'échappement. La pression tombe brusquement jusqu'en **B**.

Le piston termine sa course descendante **EA** avant de recommencer un nouveau cycle. La phase **EAB** correspond au balayage des gaz brûlés qui n'ont pas fini d'être évacués par les gaz frais qui ont commencé à pénétrer dans le cylindre par les canaux de transfert.

Cycle pratique : Le diagramme réel (fig. 4-3) diffère du diagramme théorique sur les points suivants :

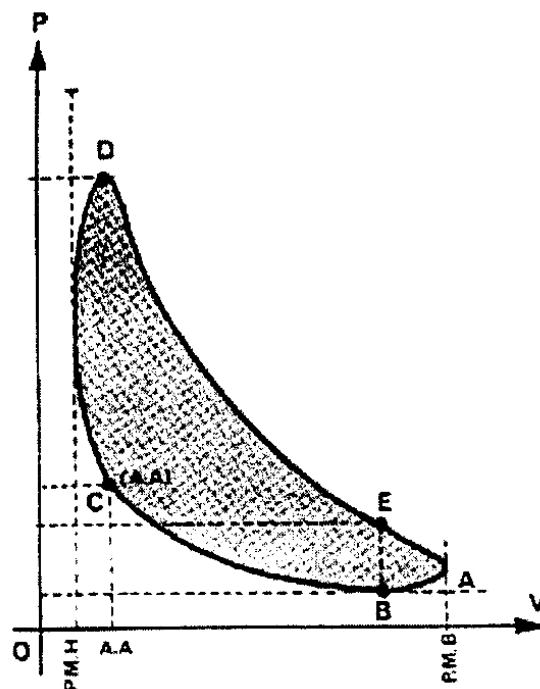


Fig. 4-3

- L'étincelle jaillit avec une assez grande avance (**AA**) avant que le piston n'atteigne le **PMH**.
- La combustion se prolonge légèrement après le **PMH**, quand le piston commence à descendre; il y a une pointe de pression, puis

celle-ci diminue assez régulièrement pendant la détente jusqu'à l'ouverture de la lumière d'échappement.

- c) L'échappement ne se fait pas aussi rapidement que dans le cycle à 4 temps puisqu'on ne dispose que d'une faible course du piston au voisinage du **PMB**.
- d) Le balayage ne peut se faire qu'avec la faible pression correspondant à la précompression dans le carter inférieur .Celle-ci est faible puisqu'elle est de l'ordre de 1,4 bars.

Avantages et inconvénients du moteur à 2 temps

Avantages :

- Accélération plus vite car le temps moteur s'effectue dans un tour de vilebrequin;
- La distribution sans soupape permet d'augmenter la vitesse de rotation du moteur sans risque d'affolement;
- La régularité des poussées sur le vilebrequin diminue les à-coups et les vibrations, notamment en monocylindre. La masse du volant peut ainsi être réduite.

Inconvénients :

- La compression est commencée plus tardivement, la combustion est plus lente et produit des résidus nombreux ainsi qu'une fumée d'huile à l'échappement;
- Pertes de puissance proviennent du mélange possible des gaz frais et des gaz brûlés;
- Consommation plus de combustible par rapport au moteur à 4 temps.

4.2.2. Moteur à quatre temps

Il s'agit du moteur le plus utilisé pour la propulsion des voitures et des motocyclettes. Le moteur est un ensemble d'organes qui transforme l'énergie

chimique en énergie mécanique en un cycle à quatre temps. Il existe deux types de moteur:

- Moteur à essence, appelé moteur à explosion;
- Moteur diesel, appelé moteur à combustion interne.

Le moteur à quatre temps à essence comporte un ensemble mobile constitué du piston, de la bielle et du vilebrequin (fig. 4-4). Cet ensemble est entouré par le bloc moteur, avec les cylindres, la culasse et le carter. Le piston coulisse dans le cylindre. La bielle transmet ce mouvement au vilebrequin. L'ensemble bielle – vilebrequin transforme le mouvement alternatif du piston en un mouvement circulaire continu.

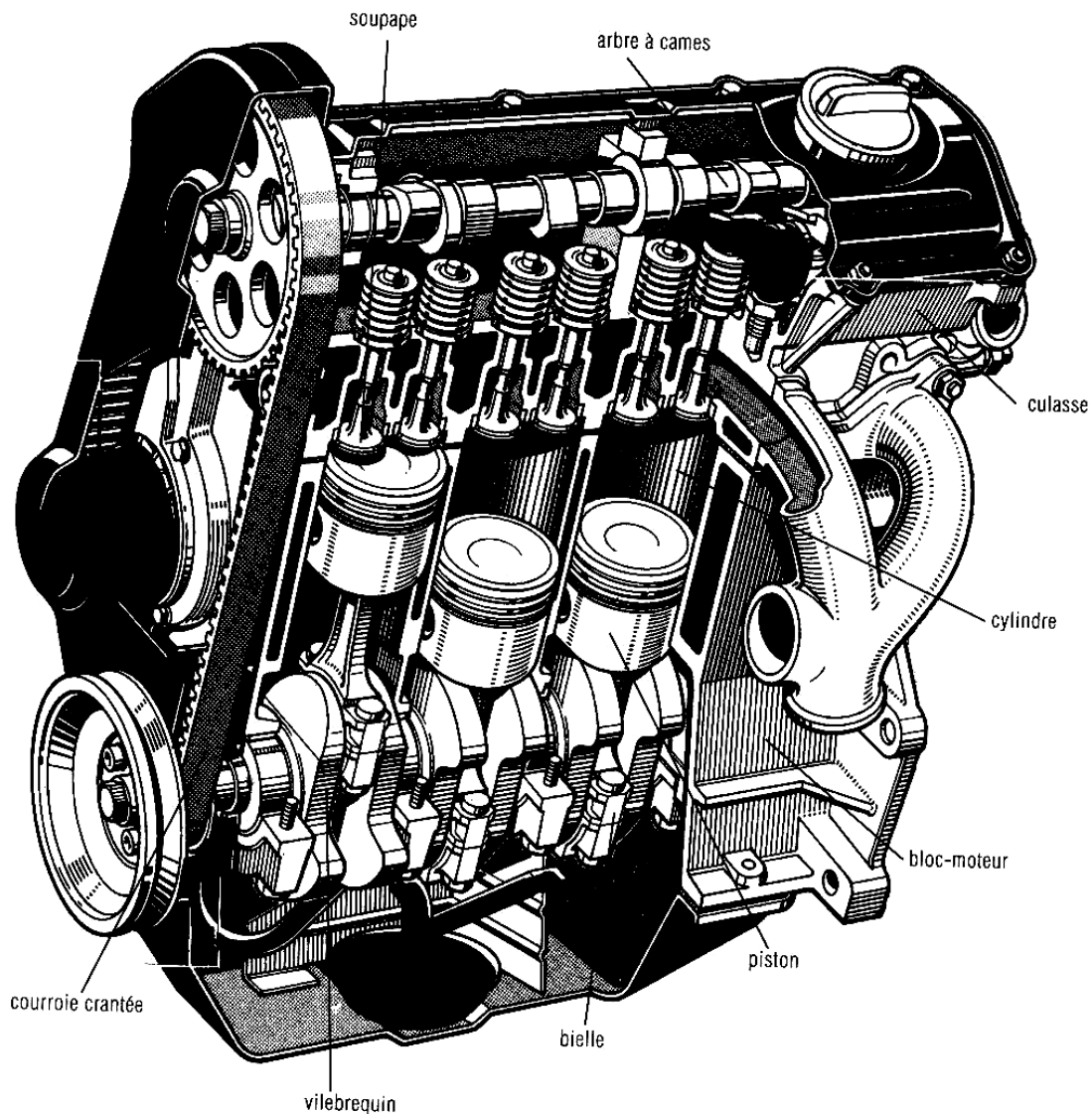


Schéma d'un moteur à essence à quatre temps

Fig. 4-4

L'ouverture et la fermeture des soupapes sont commandées par l'arbre à cames. Les soupapes commandent l'admission et l'échappement des gaz aux orifices du cylindre. C'est le vilebrequin qui entraîne l'arbre à cames; le rapport du nombre de tours est de 2 :1.

Le mélange air-carburant ou mélange carburé est réalisé par le carburateur ou par un système d'injection. La combustion du mélange dans la chambre d'explosion est provoquée par une étincelle électrique qui jaillit entre les électrodes de la bougie.

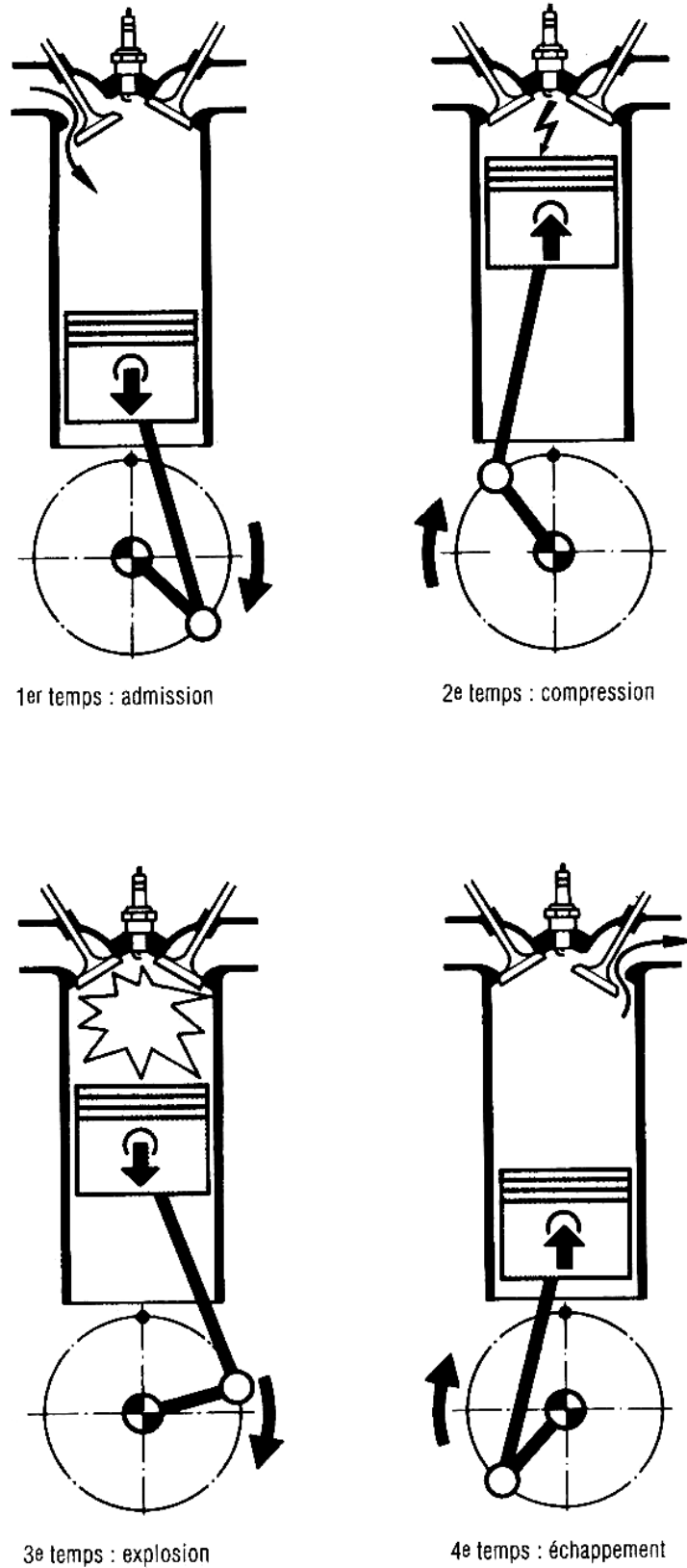
Fonctionnement du moteur à essence à quatre temps

Le **cycle** est l'ensemble des phases ou «temps moteurs» nécessaires pour transformer l'énergie calorifique du combustible en énergie mécanique (fig. 4-5). Le cycle moteur s'effectue en deux rotations de vilebrequin et quatre courses du piston. Les quatre temps du cycle sont l'admission, la compression, la combustion et l'échappement.

Premier temps – admission : Les soupapes d'admission sont ouvertes, le piston descend, L'augmentation du volume du cylindre crée une dépression. Cette dépression provoque l'aspiration du mélange air-carburant formé par le carburateur ou par le système d'injection.

L'ouverture des soupapes d'admission - AOA - se fait avant le point mort haut - PMH - du piston. Les soupapes d'admission se ferment - RFA - après le point mort bas - PMB - du piston. AOA et RFA favorisent le remplissage (la charge) du cylindre. La valeur de l'angle AOA est comprise entre 0° et 45°. L'angle RFA est compris entre 30° et 90°. L'angle précis d'ouverture et de fermeture dépend du type de moteur (fig. 4-6).

Deuxième temps – compression : Les soupapes d'admission et d'échappement sont fermées. Le piston monte et comprime le mélange air - carburant dans la chambre d'explosion. La pression qui règne dans la chambre de combustion en fin de compression est appelée «pression de compression».



Les quatre phases d'un cycle moteur

Fig. 4-5

Quelques degrés avant le PMH, l'allumage se produit. Le «point d'allumage» ou «avance à l'allumage» est de l'ordre de 0° à 40° avant le PMH.

Troisième temps - explosion (combustion, détente) : L'étincelle qui jaillit entre les électrodes de la bougie amorce la combustion du mélange carburé, Le «point d'allumage» est déterminé par le type de moteur, il varie lors du fonctionnement du moteur.

La combustion produit une très importante élévation de la température et de la pression dans la chambre de combustion, La détente des gaz agit sur le piston et crée la force motrice. Le piston est poussé vers le bas de sa course (temps moteur). Quelques degrés avant le PMB, les soupapes d'échappement s'ouvrent -AGE ; la pression chute dans le cylindre,

L'angle d'ouverture AOE est de l'ordre de 30° à 90° suivant le type de moteur .

Quatrième temps – échappement : Les soupapes d'échappement sont ouvertes, le piston monte et « balaie » le cylindre. Les soupapes d'échappement se ferment – RFE – après le PMH. La valeur de l'angle RFE est de 0° à 30° suivant le type de moteur.

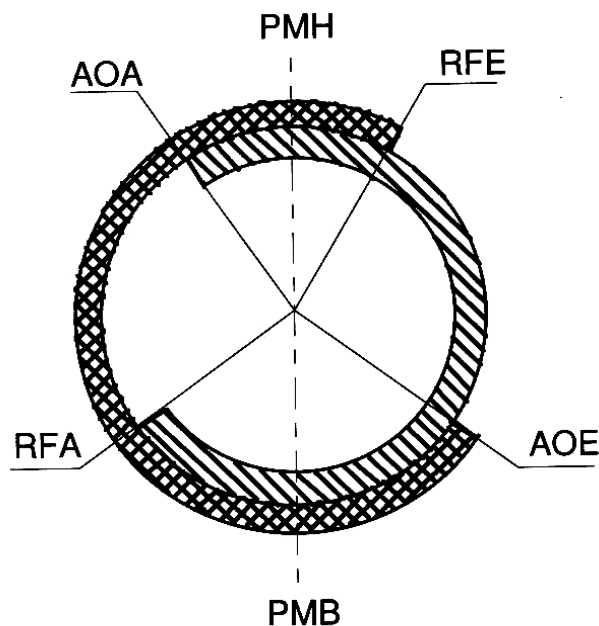
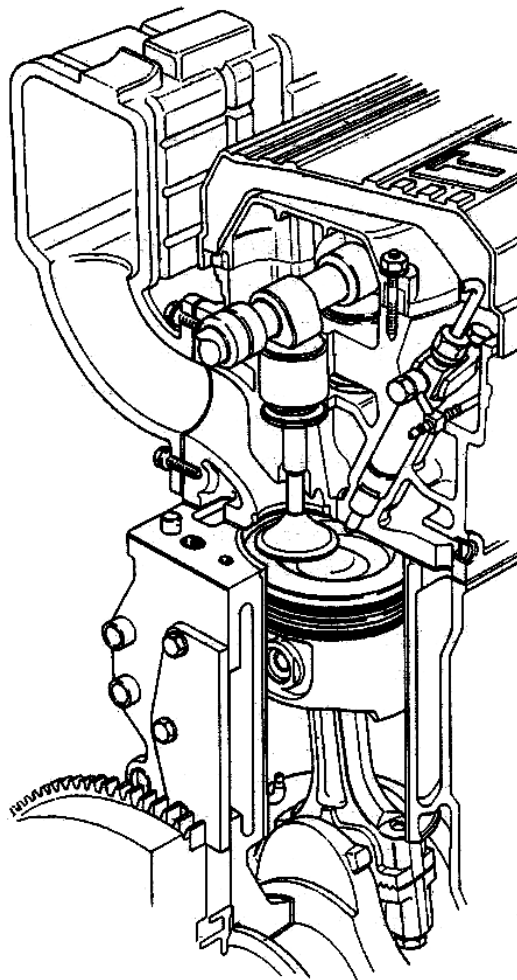


Diagramme de distribution

Fig. 4-6

Fonctionnement du moteur DIESEL à quatre temps

Les moteurs Diesel se différencient des moteurs à essence par leur mode de fonctionnement. Le moteur Diesel doit être plus robuste que le moteur à explosion, par suite des contraintes plus fortes qui résultent d'une compression plus élevée (pression finale, pression maxima de combustion et températures plus élevées). Cette robustesse implique un moteur plus lourd (fig. 4-7).



Moteur Diesel à injection directe

Fig. 4-7

Les **pistons** ont une jupe pleine autothermique. Ils sont souvent pourvus d'inserts en acier en forme de douille ou de plaque, afin de réduire les jeux de montage et de régulariser la dilatation thermique. Le segment supérieur du piston est soumis à des

températures et des pressions particulièrement élevées. La gorge supérieure du segment de piston est donc exposée à une usure importante, ce qui tend à l'agrandir. C'est pourquoi l'on utilise des pistons moulés ou pressés, où le segment supérieur est généralement logé dans un porte-segment très résistant à l'usure, en fonte fortement alliée. Cette fonte présente une dilatation thermique analogue à celle de la matière du piston et empêche le desserrage du porte-segment pendant le fonctionnement. La surface fortement crevassée du porte-segment assure une bonne liaison avec la matière du piston. Pour éviter les fissures thermiques, on peut également appliquer une couche d'aluminium fritté sur la tête du piston.

Sur les moteurs Diesel suralimentés, on emploie aussi des pistons à canaux de refroidissement incorporés au moment du moulage.

Les **bielles** du moteur Diesel ont des coussinets de gros diamètre, car les manetons du vilebrequin sont exécutés avec des sections plus importantes pour pouvoir résister aux contraintes élevées. La tête de bielle est coupée en biais, afin qu'elle puisse être montée par le haut, en passant par le cylindre. Les plans de joint sont souvent pourvus d'une denture à 90°.

Les **vilebrequins** comportent généralement un palier après chaque maneton, afin d'éviter la flexion que les forces élevées des pistons pourraient provoquer. Des contrepoids équilibrent les masses et compensent les variations de couple. Les embiellages lourds des moteurs Diesel exigent des démarreurs plus puissants et des batteries de capacité supérieure. Ces batteries nécessitent à leur tour des alternateurs de puissance élevée.

La **consommation spécifique** du moteur Diesel est plus faible que celle du moteur à essence (meilleur rendement thermique). Le rendement du moteur Diesel à injection directe peut atteindre 40% tandis que celui du moteur diesel à injection indirecte est d'environ 33%. La densité du gas-oil étant plus grande que celle de l'essence, l'énergie thermique disponible est supérieure d'environ 20%.

Le *mode de fonctionnement* du moteur Diesel à quatre temps est le suivant (fig. 4-8) : la combustion dans un moteur Diesel diffère de celle d'un moteur à essence. Le moteur Diesel aspire de l'air pur dont la quantité n'est pas limitée.

Le carburant est injecté par un système pompe - injecteur dans cet air fortement comprimé. L'air fortement comprimé est si chaud que le carburant injecté au moment opportun s'enflamme à son contact; le moteur Diesel fonctionne donc par auto-allumage contrôlé, ou auto-combustion.

Le mélange air - combustible se forme à l'intérieur de la chambre de combustion. Le moteur Diesel fonctionne donc par mélange interne. On emploie généralement dans le moteur Diesel des combustibles à ébullition élevée.

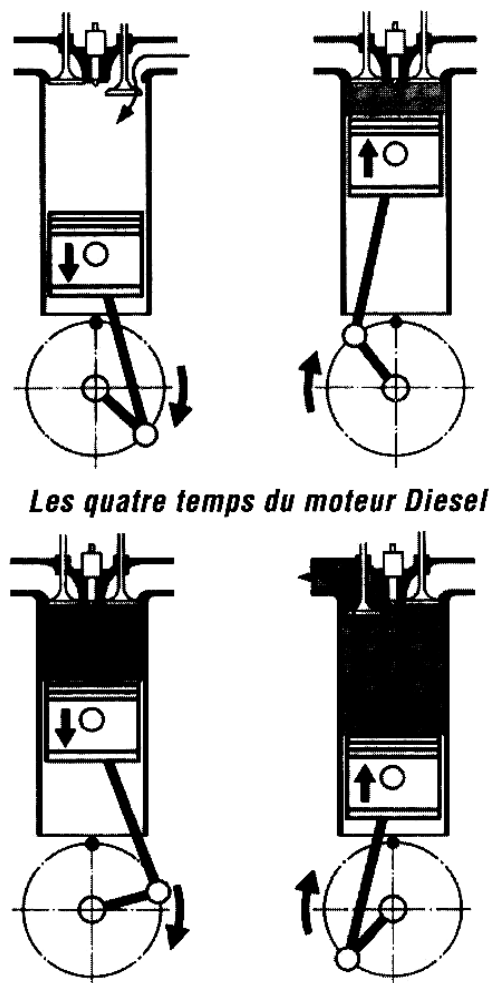


Fig. 4-8

Premier temps – admission : La soupape d'admission est ouverte, le piston descend et aspire de l'air frais, filtré. L'air se charge de la chaleur des soupapes, du piston et de la paroi du cylindre. Le moteur Diesel fonctionne toujours avec un excès d'air, pour que la combustion soit complète et sans fumée, malgré le court laps de temps de l'injection, qui rend difficile le mélange air - carburant. L'absence de papillon des gaz dans la tubulure d'admission permet un remplissage maximum du cylindre, mais par contre il n'y a pas de dépression pour le servo - frein.

Deuxième temps – compression : Les soupapes sont fermées, le piston monte et comprime l'air aspiré. Le rapport volumétrique étant de 14:1 à 22:1, il en résulte une forte compression (de 30 à 50 bar), de même qu'une température très élevée (de 700° à 900°C environ). Le gas-oil finement pulvérisé est injecté vers la fin du temps de compression (20° à 30° avant le PMH). La fin de l'injection se situe entre 20° avant et 2° après le PMH. Entre l'amorce du débit de la pompe et le début réel de l'injection, il s'écoule un court laps de temps (délai d'injection), exprimé en degrés d'angle de vilebrequin.

L'injection est réglée de telle sorte que la plus grande partie du carburant ne parvienne dans le cylindre que lorsque les premiers éléments de celui-ci y sont déjà enflammés. Le temps qui s'écoule entre l'injection et l'auto-allumage porte le nom de délai d'inflammation. Ce retard est normalement d'environ 0,001 sec. Il se réduit si la pulvérisation est très fine et le carburant facile à enflammer. La faculté d'inflammation du carburant est indiquée par l'indice de cétane. Le cétane est un hydrocarbure particulièrement facile à enflammer. On lui a octroyé l'indice 100. L'alphaméthyl-naphtalène, très difficile à enflammer, a reçu l'indice de cétane 0. Le mélange de ces deux hydrocarbures permet d'obtenir tous les indices de cétane entre 0 et 100. L'indice de cétane est d'autant plus élevé que le combustible est plus facile à enflammer.

Si le retard à l'allumage est trop grand, par exemple quand le moteur est froid, si le début d'injection est inexact ou si le combustible est difficile à enflammer (indice de cétane trop bas), on a alors les « cognements » nuisibles du moteur Diesel. Ces cognements se manifestent lorsque la combustion a lieu par à-coups.

Troisième temps - combustion-détente : Le combustible injecté à la fin du temps de compression s'évapore en raison de la température élevée, se mélange à l'air chaud et s'enflamme tout seul. La pression de combustion, de l'ordre de 60 à 100 bar, pousse le piston vers le bas de sa course.

Quatrième temps – échappement : Les gaz brûlés en surpression sortent par la soupape d'échappement dans le collecteur d'échappement. A pleine charge, leur température est encore de l'ordre de 550° à 750°C.

On peut voir le diagramme de fonctionnement du moteur Diesel sur la fig. 4-9.

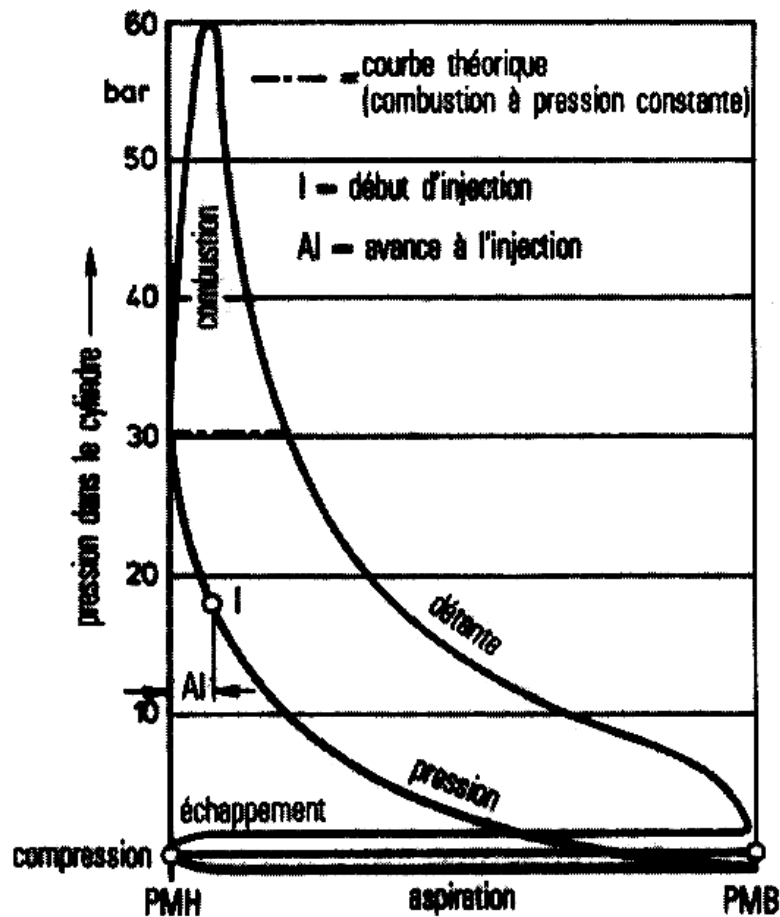
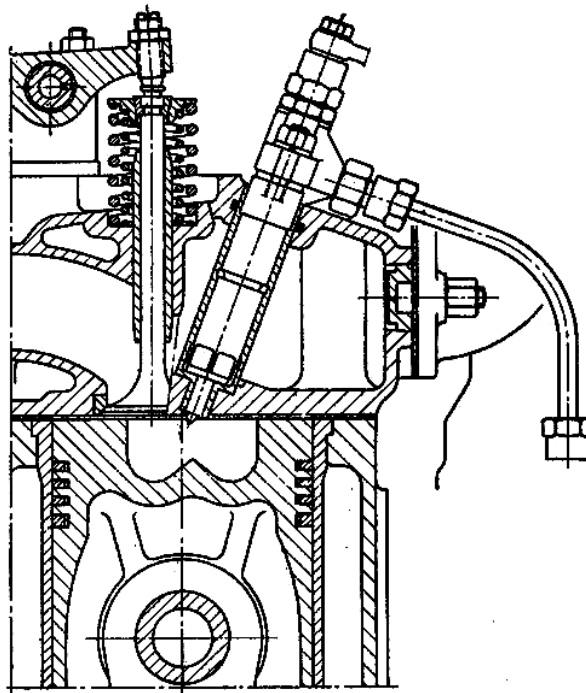


Diagramme du moteur Diesel à quatre temps

Fig. 4-9

Les moteurs Diesel présentent les caractéristiques suivantes: le couple fourni par le moteur à pleine charge et à charge partielle est pratiquement indépendant du régime. Le remplissage régulier sur toute l'étendue de la plage de régime - ou presque - assure des couples relativement élevés même à bas régime. Les gaz d'échappement des moteurs Diesel contiennent moins de CO que ceux des moteurs à essence.

Il existe aussi des *moteurs Diesel à injection directe* (fig. 4-10). L'injection a lieu directement dans le cylindre. Sur les moteurs à injection directe (injection par jet), la chambre de combustion est disposée dans le piston. Sa surface est aussi réduite que possible, afin de limiter la dissipation de chaleur.



Moteur Diesel à injection directe

Fig. 4-10

La formation du mélange est réalisée par un mouvement tourbillonnaire de l'air durant sa compression et par une haute pression (de 170 à 1000 bar). Cette pression favorise la pulvérisation et la répartition du combustible dans l'air. Les injecteurs sont à trous ou à téton.

Il faut que le combustible soit très propre, sinon les injecteurs se résinifient sous l'effet de la chaleur et les aiguilles se grippent, entraînant des perturbations considérables.

Le combustible injecté s'enflamme au contact de l'air chaud et brûle très rapidement. Les moteurs à injection directe n'exigent pas de dispositifs auxiliaires pour le démarrage à froid (bougie de préchauffage, par exemple), et ils ont une faible consommation spécifique. Leur inconvénient réside dans le bruit marqué de combustion (cognements) provoqué par la combustion rapide. Le développement des moteurs Diesel à injection directe a permis de réaliser des moteurs avec de faibles pointes de pression, une combustion douce et une teneur réduite de CO dans les gaz d'échappement, le tout sans augmentation de la consommation.

Avantages :

- Aucune substance n'est mélangée à l'essence;
- La lubrification est effectuée grâce à l'huile dans le carter;
- Soupapes d'admission et d'échappement.

Inconvénients :

- Fonctionnement dans une seule position;
- Dimension plus grande que le moteur à deux temps.

4.2.3. Vérification générale de l'équipement fonctionnant à l'essence

La vérification doit être effectuée sur chaque partie séparément :

- démarreur;
- système d'alimentation :
 - mélange et niveau d'essence;
 - bouchon d'essence (ventilation);
 - filtre à air;
 - carburation.
- système d'allumage :

- état du fil à bougie;
 - écartement des électrodes de la bougie;
 - isolation des fils.
- systèmes spécifiques tels que mandrin, alternateur, etc. :
- fonctionnement du système;
 - dispositif de sécurité;
 - état général : affûtage, lubrification, réglage, usure excessive, etc.

4.3. Techniques d'affûtage de mèches et de la chaîne d'une scie

L'affûtage redonne à certains outils les caractéristiques originales qui permettent d'effectuer un travail de qualité.

4.3.1. Affûtage de mèches

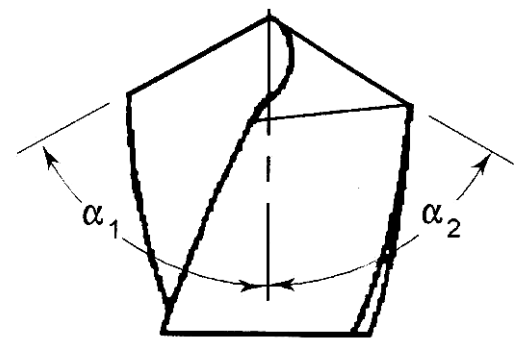
Avant de procéder à l'étude de l'affûtage d'une mèche, il serait bon de revoir certaines des notions de l'affûtage d'un foret.

La pointe d'un foret hélicoïdal est constituée de l'arête centrale, des lèvres de coupe et du talon. L'arête centrale est formée par l'intersection des surfaces coniques de la pointe et elle doit toujours être centrée par rapport à l'axe du foret. Le talon est la surface dégagée (dépouille) située à l'arrière des lèvres tranchantes.

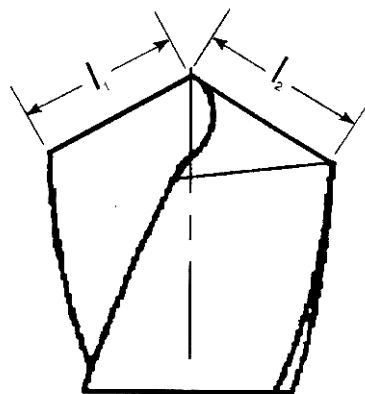
Les caractéristiques que l'on cherche à obtenir lors de l'affûtage d'un foret sont les suivantes (fig. 4-11) :

- l'angle de chaque côté du foret devra être identique;
- la largeur de l'arête doit être la même de chaque côté de l'axe central;
- l'angle de dépouille doit varier entre 8° et 12°.

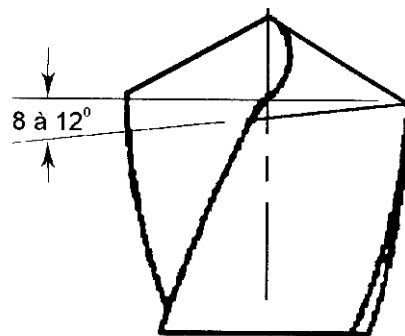
On doit donc, en une seule opération, obtenir toutes ces caractéristiques. L'affûtage se fait en tenant le foret à deux mains, dont l'une tient la queue du foret et l'autre, plus proche des lèvres, demeure bien appuyée sur le guide pour éviter les blessures.



Angles égaux
 $\alpha_1 = \alpha_2$



Longueurs égales
 $l_1 = l_2$



Angle de dépouille entre 8 et 12°

Fig. 4-11

Par la suite, on place le foret suivant l'angle correspondant au matériau (fig. 4-12) :

- 67,5° (135°) - matériaux durs et résistants;
- 59° (118°) - acier doux;
- 45° (90°) - bois, fibre de verre et plastique.

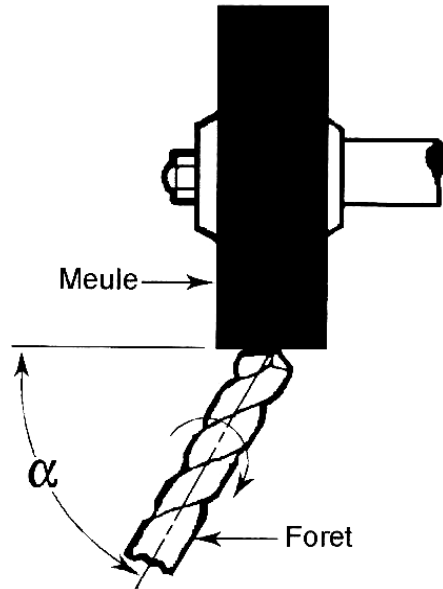


Fig. 4-12

On commence par placer le foret à l'horizontale ou, de préférence, légèrement inclinée. On appuie ensuite la lèvre du foret contre la meule et on abaisse la queue sans tourner le foret (cela doit se faire d'un mouvement continu). Une fois que le meulage de la première lèvre est terminé, on tourne le foret de 180° et on recommence l'opération pour la seconde lèvre.

Pour conserver la trempe du foret, il faut le refroidir régulièrement dans l'eau. On doit également vérifier fréquemment trois points importants : la largeur des lèvres, l'angles entre les lèvres et l'angle de dépouille.

La mèche à bois (fig. 4-13) est un outil rotatif en acier servant à percer des trous dans le bois.

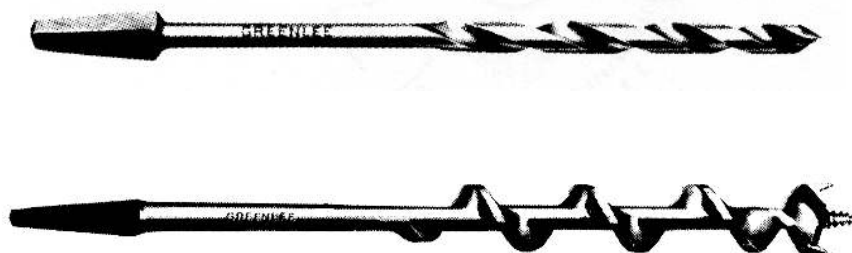


Fig. 4-13

Le travail d'affûtage décrit est valable aussi pour l'affûtage de la partie tranchante ou guidant de la mèche. Pour le reste on effectue les opérations suivantes :

- fixation à l'étau;
- utilisation d'une lime tiers-points;
- angle de limage :
 - d'une ailette ;
 - d'un couteau.

4.3.2. Affûtage d'une chaîne de scie

Pour traiter les questions de l'affûtage il faut d'abord faire l'étude des différents types de lames de scie.

L'industrie du sciage a connu une évolution graduelle au fil des ans. Ainsi, au début, les scies étaient conçues pour couper surtout le bois permettant de ce fait de remplacer en partie la hache. Les scies qu'on emploie alors sont de diverses formes, telle godendart, la scie que l'on manie à deux personnes, le sciote ou l'égoïne. Avec le temps, comme il devient nécessaire d'effectuer le découpage des pièces mécaniques, on connaît le développement des scies à métaux manuelles. Le marché, donc l'industrie, impose ses exigences dans le développement des scies mécaniques. Cela permet donc de résoudre certains problèmes comme l'irrégularité de la vitesse de coupe ou l'usure localisée de la lame.

Sciage manuel. La scie manuelle, plus communément appelée scie à fer, est très utile pour les travaux d'usinage de pièces métalliques. Même si cet outil est d'apparence très simple, il a ses particularités. Par exemple, en interchangeant les lames, on peut scier divers matériaux de formes variées. Avant de voir comment on effectue le choix d'une lame, il serait bon de connaître les parties d'une scie à métaux, comme on peut les voir à la fig. 4-14.

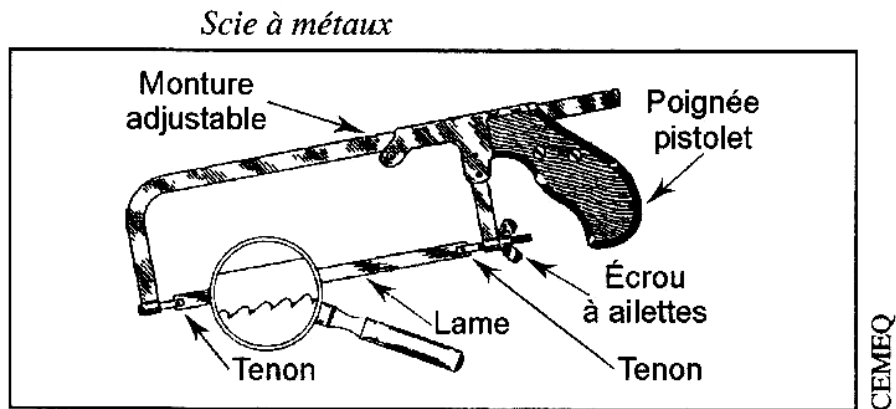


Fig. 4-14

Les lames des scies manuelles peuvent être classées suivant diverses caractéristiques qui sont le chemin de la scie, son pas (nombre de dents par pouce) ou encore le matériau qui la constitue. Le chemin de la scie est défini comme étant la disposition des dents par rapport à l'axe central de la lame. On en retrouve trois types qu'on peut voir à la fig. 4-15.

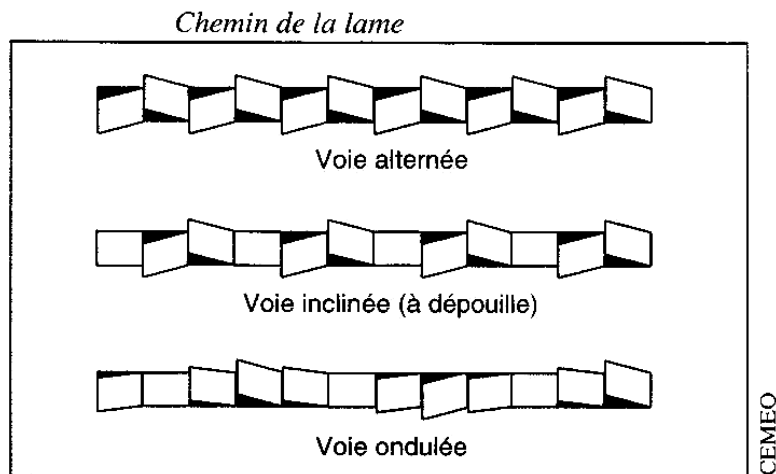


Fig. 4-15

L'utilisation d'une lame à voie alternée est souhaitable dans les cas où on désire couper dans des matériaux mous comme du laiton, du cuivre, du plastique ou autre matière non métallique. La lame à voie inclinée, quant à elle, possède des dents droites qui servent essentiellement à nettoyer la rainure. On l'utilise surtout pour scier dans des pièces d'acier qui ont une forte section. Enfin, les lames à voie

ondulée sont très utiles pour travailler sur des pièces ayant une section plus mince comme des profilés, des tuyaux ou du métal en feuille.

Un autre facteur qui peut influencer le choix de la lame est son pas (fig. 4-16). Celui-ci est déterminé par le nombre de dents qu'on retrouve sur une longueur donnée (pouce ou centimètre). Le pas est présenté sous deux formes : le nombre de dents par pouce ou le nombre de dents par centimètre.

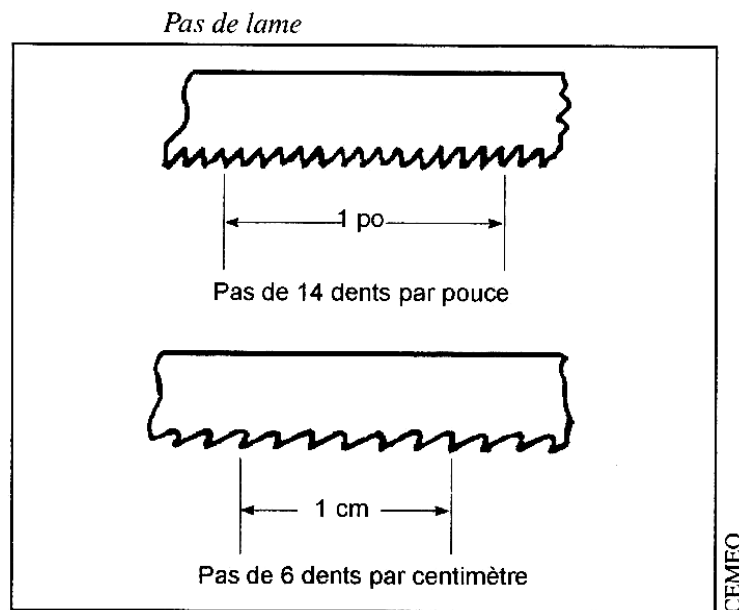


Fig. 4-16

En général, les travaux sont effectués avec des lames dont le pas varie entre 6 et 13 dents par pouce. Plus le pas est élevé, plus les dents seront petites. On doit donc tenir compte de cet élément dans le choix de la lame. En effet, la lame doit avoir suffisamment de dents par centimètre pour que, tout au long de la coupe, il y ait plus d'une dent en contact avec la pièce. Sinon les dents auront tendance à s'accrocher et à se briser. On recommande qu'il y ait un minimum de trois dents en contact avec la pièce.

Malgré cela, une denture trop fine fait en sorte que les dents se bourrent et empêchent la lame de mordre; la lame glisse, chauffe et se détrempe, ce qui use

rapidement les dents. Le tableau de la figure 4-17 fournit de bons indices en ce qui a trait au choix du pas selon l'épaisseur de la pièce.

Rapport pas / épaisseur

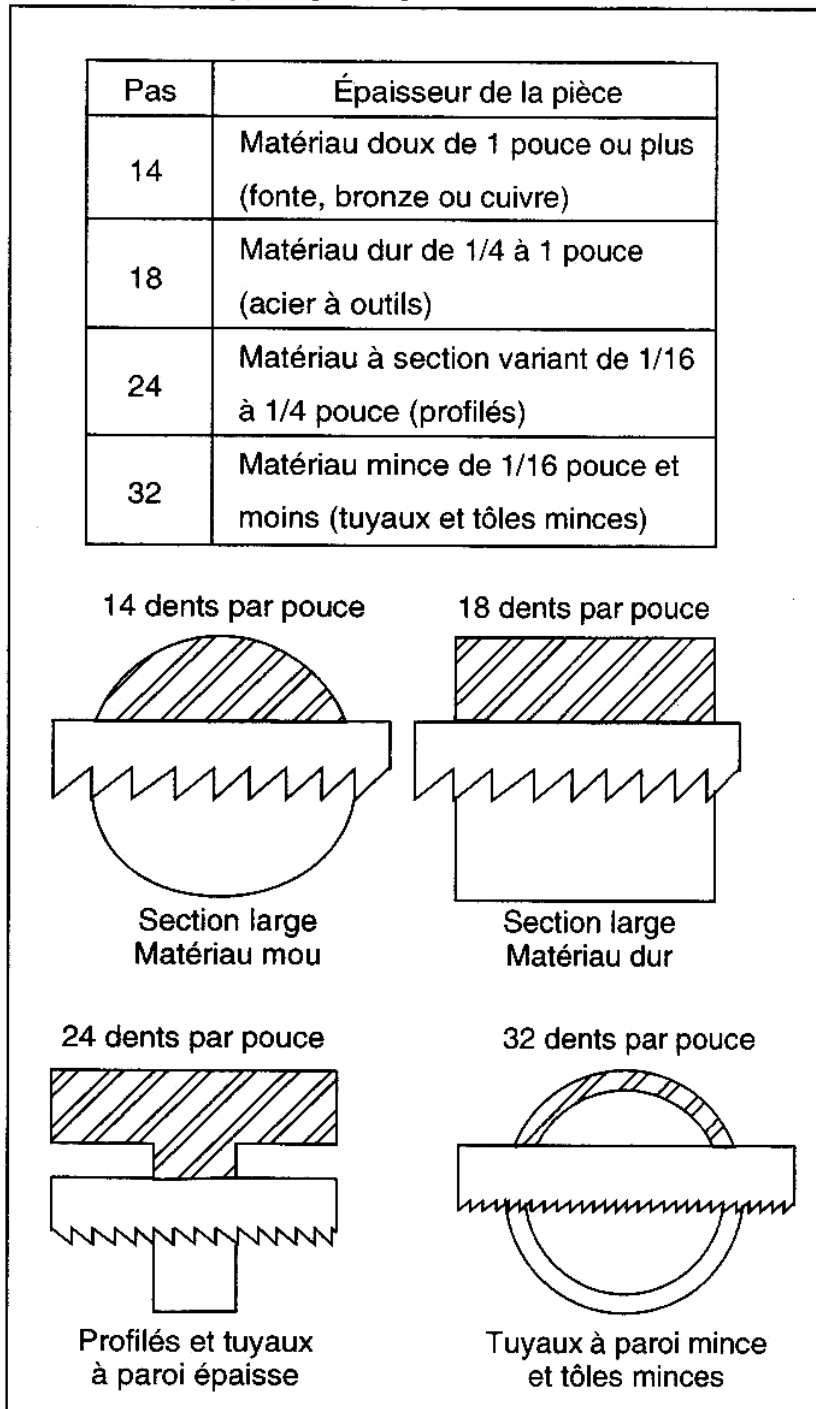


Fig. 4-17

La scie à ruban est un appareil qui peut remplacer favorablement la scie à métaux. Elle est plus stable et permet des coupes précises. La scie à ruban possède une lame en continue montée sur deux poulies. La première, généralement située en bas, sert à l'entraînement de la lame, tandis que la seconde, placée en haut, est utilisée pour ajuster la tension et le centrage du ruban. La scie à ruban possède également une base qui augmente sa stabilité. Les derniers éléments qui constituent tous ces types de scie sont le plateau, servant d'appui à la pièce, et le guide pour la lame.

Comme pour la scie manuelle, il existe une vaste gamme de lames qui varient selon leur largeur, leur type de dents ou encore leur épaisseur. Le choix de la lame qui correspond au type de travail à effectuer doit tenir compte du matériau à couper, de l'épaisseur de la pièce et de la forme de la coupe.

D'abord, en ce qui a trait au pas de la lame, le choix respecte les mêmes critères que pour le sciage manuel. Cela signifie que pour des pièces épaisses, on optera pour une lame ayant un pas assez bas, tandis que pour des pièces plus minces, on choisira une lame dont les dents sont plus serrées.

Ensuite, en ce qui concerne la voie des dentures, les plus utilisées sont inclinée ou à dépouille. La denture alternée est surtout utilisée pour les tôles minces, les tubes ou les matériaux non ferreux, alors que la denture ondulée est employée pour les éléments d'armature ou les tuyaux.

Enfin, la troisième caractéristique des lames est la forme de la denture, laquelle existe en quatre formes (fig. 4-18).

La largeur de la bande est un élément à tenir compte. Il existe des lames de diverses largeurs, dont les moins larges servent au découpage de courbe, alors que les plus larges sont utilisées pour la coupe des lignes plus droites.

Les fabricants de lames de scie à ruban peuvent généralement fournir des lames dont la longueur s'adapte à toutes les scies. Cependant, plusieurs industries

choisissent d'acheter des lames en rouleaux dont le principal avantage, outre le coût, est de permettre l'adaptation de la lame aux divers équipements de l'usine. L'opérateur devra donc couper la lame à la longueur requise et, par la suite, en souder les deux extrémités.

Formes de la denture

<i>Precision</i> Courante	<i>Claw Tooth</i> À crochet
<i>Buttress</i> À arc-boutant	<i>Decimal Tooth</i> Variable
Type de denture	Utilisation et caractéristiques
Courante	-Pente de coupe nulle -Angle de dégagement arrière de 30° Sert aux coupes de précision avec un fini supérieur
À crochet	-Pente de coupe positive avec la face d'attaque Sert au sciage de pièces épaisses
À arc-boutant	-Dents similaires à la denture courante, mais plus espacées Même utilisation que la denture à crochet, mais avec un meilleur fini et une vitesse d'utilisation plus lente
Variable	- Réduction de la vibration - Meilleur fini - Durée de vie Recommandé pour les travaux diversifiés

Fig. 4-18

Pour déterminer la longueur nécessaire, il est évident qu'on peut se fier à la lame précédente ou encore prendre les dimensions du fabricant. Toutefois, il peut arriver qu'il faut déterminer cette longueur. La façon de procéder consiste alors à mesurer la distance entre les deux axes des poulies, à multiplier cette valeur par deux et à additionner au résultat la circonférence de l'une des poulies.

$$L = (2 \times \text{longueur axe à axe}) + \text{circonférence}$$

Pour l'affûtage de la scie il faut suivre les opérations :

- fixation à l'étau;
- utilisation d'une lame ronde et d'une lime plate;
- limage des dents et des appuis (guides).

4.4. Produits et lubrifiants pour l'entretien

Le nettoyage périodique des pièces mécaniques permet de maintenir les équipements en bon état.

Les produits nettoyants enlèvent les saletés, dissolvent les produits et nettoient les surfaces. Les lubrifiants réduisent la friction et les pertes de chaleur, ralentissent l'usure et absorbent le jeu entre les pièces.

4.4.1. Produits nettoyants

L'opération peut se faire par l'immersion des pièces (pour les petits équipements) dans un récipient rempli de l'eau savonneuse, de gasoil ou d'autres solvants, tels que var sol, acétone, etc. ou dégraissant comme trichlore. Pour les grands équipements le nettoyage se fait au pinceau et à la main.

Le nettoyage industriel se fait par des machines spéciales comportant une chambre de lavage où les pièces sont arrosées par des jets de lessive chaude, sous pression. La lessive est remplacée après filtrage, récupération et réchauffage.

4.4.2. Lubrifiants

Les origines des lubrifiants peuvent être :

- animale : suif;
- végétale : huile de ricin;
- minérale : huile de pétrole.

Ils se présentent sous forme de :

- solide : graphite;
- semi-fluide : vaseline, graisse;
- liquide : huile.

Pour la lubrification des moteurs des véhicules automobiles, on utilise essentiellement des huiles obtenues par transformation du pétrole brut, leur mode de distillation étant toutefois différent de celui des carburants. Les hydrocarbures formant les huiles de lubrification sont distillés sous vide, c'est-à-dire sous une grande dépression. La plage d'ébullition pour la distillation d'huiles de lubrification est limitée à environ 350° C. Le distillat obtenu de cette façon est ensuite débarrassé des éléments indésirables par raffinage à l'aide de détergents acides et de terre décolorante. Après le raffinage, les huiles de base purifiées sont mélangées à des additifs (lubrifiants dopés).

Les huiles minérales pures, ou huiles de base, ne répondent pas aux exigences imposées par les caractéristiques des moteurs modernes. Pour améliorer la qualité des lubrifiants, on y incorpore des additifs. Ceux-ci ont pour but :

- *la protection de l'huile* : L'additif *antioxydant* retarde le phénomène d'oxydation des huiles chauffées en présence d'oxygène. L'additif *antimousse* supprime la formation d'écume, qui facilite leur dégradation par oxydation en augmentant la surface de contact huile - oxygène. Il améliore également le pompage de l'huile.
- *la protection du moteur* : L'additif *anticorrosif* agit sur la surface du métal (noircissement des coussinets). Il protège les pièces mécaniques de la corrosion provoquée par l'oxydation des huiles et par la combustion du soufre. L'additif *antiusure* augmente très sensiblement la résistance à la rupture du film d'huile. Il

empêche le contact métal - métal et diminue donc considérablement l'usure du moteur. L'additif *antirouille* se fixe sur les parois et les pièces mécaniques du moteur, qui sont ainsi isolées de l'eau de condensation. Cet additif est particulièrement utile pour les moteurs maintenus longtemps à l'arrêt.

- *la propreté du moteur* : L'additif *détergent - dispersant* empêche les résidus de la combustion de se déposer sur les parois et de s'y agglomérer (segments, pistons, soupapes). Ces impuretés sont maintenues en suspension dans l'huile et retenues par le filtre.
- *l'amélioration des caractéristiques de l'huile* : L'additif *abaisseur du point d'écoulement ou de congélation* retarde la formation de microcristaux qui s'agglomèrent et diminuent la fluidité de l'huile à basse température. Il abaisse la température d'utilisation possible de l'huile. L'additif *d'indice de viscosité* permet la fabrication d'huiles multigrades.

Remarque. Il existe encore d'autres additifs: additifs d'adhésivité, émulsifiants, matières solides (graphite, bisulfure de molybdène), colorants, désodorisants.

Propriétés :

- *onctuosité* : On appelle onctuosité la propriété que possède un lubrifiant de réduire le frottement et l'usure. Pour les moteurs et les boîtes de vitesses, on utilise des lubrifiants capables de créer entre les surfaces qui glissent l'une sur l'autre une pellicule qui résiste à la pression et adhère bien au métal (film d'huile). La friction n'a lieu qu'à l'intérieur du liquide. Le frottement fluide est particulièrement faible. De plus, le lubrifiant doit participer au refroidissement, à l'étanchéité, au nettoyage, à la protection contre la corrosion et à la réduction des bruits. La chambre de combustion doit être étanche par rapport au carter du vilebrequin. Les segments de piston ne peuvent assurer cette tâche qu'avec l'aide d'une huile à haute capacité d'étanchéité. Les pièces du moteur qui ne peuvent pas transmettre directement leur chaleur au liquide de refroidissement sont refroidies au moyen du lubrifiant. Les impuretés, tels que résidus de combustion et déchets métalliques, doivent être emportés par l'huile. L'onctuosité des huiles dépend de leur viscosité. Elle varie selon la nature de l'huile; elle diminue avec l'accroissement de la température.

- *viscosité* : La viscosité est la grandeur mesurant les frottements internes d'un fluide. La viscosité indique la résistance du lubrifiant à l'écoulement. Elle est exprimée en :

mm²/seconde = cSt (Centi-Stokes)

mPascal seconde = cP (Centi-Poise).

Suivant le type de lubrifiant, la viscosité varie plus ou moins en fonction de sa température. La viscosité de l'huile moteur joue un rôle déterminant dans le démarrage à froid, ainsi que dans la lubrification du moteur aux différentes températures et fréquences de rotation. Les pertes par frottement, l'usure, le refroidissement du moteur et la consommation d'huile dépendent beaucoup de la viscosité.

- *fluidité* : c'est l'état d'un corps fluide de couler (l'inverse de la viscosité).

Types d'huile :

- *Huiles synthétiques* : La matière première des huiles synthétiques est également le pétrole brut. Cependant leur élaboration en composés chimiques de structure moléculaire spécifique fait appel à des technologies particulières du génie chimique utilisant des glycols, des polyglycols, des polyoléfinés, des silicones, des esters, etc. En plus de leur excellent pouvoir lubrifiant et de leur zone de température de service plus étendue, les huiles synthétiques ont les propriétés suivantes: bas point de congélation, indice de viscosité élevé, peu de perte par évaporation, bonne stabilité à l'oxydation, faible consommation.
- *Huiles semi-synthétiques* : Elles sont réalisées à partir d'huiles minérales et synthétiques comme bases. La teneur en base synthétique est variable.
- *Huiles multigrades* : Le comportement viscosité-température est amélioré par l'adjonction à l'huile d'additifs (polymères) qui permettent d'élaborer les huiles dites multigrades. Il existe des huiles minérales qui, grâce à un raffinage particulier, présentent un indice de viscosité-température très favorable sans adjonction de polymères. Ces huiles ont l'avantage de conserver leurs propriétés multigrades de façon plus durable. Les huiles multigrades sont des huiles pour

moteur couvrant plus d'une catégorie de viscosité; SAE 15 W- 50 répond, par exemple, aux exigences requises pour SAE 15 W à froid (-17.8° C) (départ et fonctionnement à froid), et aux exigences requises pour SAE 50 à chaud (98.9° C) (constante thermique, fonctionnement de longue durée à température élevée).

Toutes les huiles, minérales et synthétiques, sont miscibles; cependant, leur mélange entraîne une diminution de leurs propriétés. Pour les lubrifiants de moteurs et de boîtes de vitesses, la SAE (Société des Ingénieurs de l'Automobile des Etats-Unis) a codifié la viscosité en catégories SAE. Cette classification, chiffrée 10...20...30... etc., est reconnue mondialement et rend inutile toute autre indication

Classification

L'Institut américain du pétrole (API) a établi une classification des huiles pour moteurs. Cette classification tient compte de la composition de l'huile et des propriétés qui en découlent. Elle indique le genre de moteurs auxquels elle est destinée. Cette classification peut être développée en fonction des progrès techniques des moteurs et des lubrifiants. La différenciation se fait en classes : S = classes service (destinées aux moteurs à essence, clients de stations service) et classes C = classes commerciales (gros consommateurs, huiles pour moteurs Diesel). Les lettres A, B, C, ...définissent les propriétés du lubrifiant.

Classification API des huiles pour moteurs :

Huiles pour moteurs à essence

SA - huiles pour moteurs normales, sans effet «HD» qui ne convient plus pour les moteurs modernes ;

SB - SC - SD - SE... (anciennes classifications)

SF - huiles pour moteurs avec stabilité accrue à l'égard de l'oxydation et protection améliorée contre l'usure. Répondent aux exigences des fabricants de moteurs à partir des modèles de l'année 1980 ;

SG - huiles pour moteurs des années 90, spécialement pour moteur à injection. Pouvoir anti-usure renforcé pour lutter contre les boues noires (blacksludge)

Les huiles moteur actuelles sont essentiellement élaborées à partir de bases minérales de qualité supérieure et d'additifs qui en améliorent les propriétés, particulièrement les économies d'énergie et les nuisances pour l'environnement.

Huiles pour moteurs Diesel

- CA - huiles pour moteurs n'exigeant que de faibles efforts et pour carburants teneur en soufre de 0,95%. Correspondant à MIL-L-2 104-A ;
- C8 - huiles pour moteurs répondant à des exigences moyennes à partir d'une teneur en soufre de 0,95%. Correspondant au «supplément1 » ainsi qu'à la spécification DEF-2-101-D ;
- CC - huiles pour moteurs pour efforts sévères, répondant à la spécification MIL-L-1-104-8 (répondent aux exigences du test Caterpillar 1-H) ;
- CD - huiles pour moteurs pour efforts extrêmement sévères, particulièrement dans les moteurs Diesel à suralimentation (répondent aux exigences du test Caterpillar 1-G), conformément à la spécification MIL-L-2-104-C ou l'ancienne MIL-L-45-199-8, ainsi qu'à la série 3 ;
- CE - huiles pour moteurs Diesel à haut rendement et fortement suralimentés; conditions de travail sévères: température, polissage des chemises, consommation d'huile.

Equivalence. Outre les normes établies par l'API, on distingue plusieurs classifications :

- ACEA (anciennement CCMC) : association des constructeurs européens d'automobiles ;
- MIL : spécifications de l'armée américaine ; -VW, MERCEDES, FORD, etc.

Classification ACEA

Huiles pour moteurs à essence

G-4 : Du point de vue des performances, ces huiles à moteurs correspondent approximativement au niveau API SG, mais ont une stabilité à l'oxydation plus élevée. En plus, une meilleure protection contre la formation de boue et contre l'usure est exigée.

G-5 : Huiles à moteurs à marche légère, version SAE 5W-X ou 1 OW-X. Du point de vue des performances, elles se situent au-dessus de API SG et satisfont des exigences accrues quant à la stabilité au cisaillement et à la perte d'évaporation. Les exigences concernant la stabilité à l'oxydation et la capacité de résister à la boue sont supérieures à celles de CCNC G-4.

Huiles pour moteurs Diesel des véhicules privés

PD-2 : Cette classe de performance a été introduite spécialement pour les petits moteurs Diesel rapides à autoaspiration et suralimentés par turbo-soufflante, construction européenne pour véhicules privés de hautes exigences.

Huiles pour moteurs Diesel

D-4 : Du point de vue des performances, ces huiles correspondent à peu près au niveau API CD, tout en ayant passé des tests supplémentaires américains - pour les moteurs à essence - et européens - pour les moteurs Diesel. Elles offrent une meilleure protection contre le polissage des cylindres, une meilleure propreté des pistons et une protection améliorée contre l'usure, surtout aux cames.

D-5 : Ceci est une spécification typiquement européen - ne destinée à l'emploi de longue durée pour les moteurs Diesel hautement chargés et suralimentés. Quant aux performances, elles sont nettement meilleures que celles du niveau API CE. Très hautes exigences en ce qui concerne l'usure des cames et des cylindres, protection contre le polissage des cylindres et propreté des pistons.

Chaque fabricant de moteurs préconise le lubrifiant à utiliser (classification et viscosité). Le fabricant d'huile indique toujours l'équivalence de son produit en fonction des différentes normes.

Huiles pour boîtes de vitesses

Exigences. Les huiles pour boîtes de vitesses et engrenages doivent créer, entre les pièces qui glissent l'une sur l'autre, une pellicule d'huile qui empêche le contact métallique entre les flancs des dents, réduisant le frottement, donc l'usure. Ce film d'huile doit résister à la pression pour ne pas se déchirer sous la charge des dents.

L'huile doit en outre servir de liquide de refroidissement, car la pression et le glissement sur les flancs des dents, dans les paliers et les roulements, ainsi que dans le dispositif de synchronisation, produisent de la chaleur.

L'huile ne doit pas perdre son pouvoir lubrifiant, même à des températures élevées. Elle doit conserver sa viscosité à froid pour que la lubrification et les changements de vitesses soient possibles sans difficultés en hiver.

Les huiles de boîtes de vitesses doivent s'opposer à la corrosion et ne pas attaquer les joints. Il ne faut pas qu'elles présentent une tendance à l'émulsion en présence d'eau.

Classification :

Comme pour les huiles moteur, l'API a établi une classification des huiles de transmission. Celles-ci sont désignées par les lettres GL ; les chiffres de 1 à 6 désignent le genre de service. Exemple :

GL1 - pour engrenages coniques à centures hypoïdes soumis à de faibles efforts, pour des boîtes de vitesses exigeant une huile minérale pure ;

GL2... 3... 4...

GL5 - huile haute pression, pour engrenages hypoïdes fortement sollicités. Correspond à MIL-L-21 05 B ;

GL6 - pour engrenages hypoïdes soumis aux conditions d'utilisation les plus dures.

Viscosité

Les huiles pour boîtes de vitesses et engrenages sont classifiées, comme les huiles pour moteurs, en catégories SAE. Dans les boîtes de vitesses mécaniques, on emploie généralement des huiles SAE 80 et SAE 90.

Il ne faut pas confondre les classifications SAE pour huiles moteur et transmissions. Bien que d'expression similaire, celles-ci s'adressent à des lubrifiants différents destinés à des applications bien précises.

Additifs pour pressions élevées

Les huiles minérales pures (sans additifs) ne peuvent pas être utilisées dans les boîtes de vitesses actuelles. En y ajoutant des substances actives à base de soufre, de chlore, de plomb, de phosphore, de zinc et de leurs composés, on obtient la résistance nécessaire aux -pressions et aux charges. Ces additifs forment sur les flancs des dents une pellicule qui agit comme un lubrifiant solide.

Huiles polyvalentes

Ces huiles sont employées dans les boîtes de vitesses mécaniques et les engrenages de ponts. Lorsque ces éléments se trouvent dans un même carter, comme cela peut arriver dans le cas d'une traction avant ou de moteurs à l'arrière, on utilise de préférence de l'huile hypoïde.

Huiles hypoïdes

En raison du déport des arbres, les engrenages hypoïdes présentent des exigences de lubrification particulières. Les pressions d'engrènement sont plus élevées ; il s'y ajoute une contrainte de glissement (cisaillement) des profils de dents. Les huiles hypoïdes contiennent des additifs haute pression, qui améliorent leurs propriétés. On les emploie pour les engrenages hypoïdes, ainsi que dans les ponts et les boîtes de vitesses fortement sollicités.

Huiles hypoïdes pour rodage de boîtes de vitesses

Les engrenages hypoïdes neufs peuvent présenter de petits défauts des profils de dents ou de minuscules imprécisions de montage, mais aussi une faible déformation due à la trempe. Les contacts par points entre les dents peuvent, "du fait de la charge, constituer des surfaces portantes trop petites; il en résulte des pressions d'engrènement trop élevées. Pour pallier cet inconvénient, on utilise quelquefois, durant la période de rodage, des huiles spéciales pour engrenages hypoïdes. Ces huiles de rodage contiennent des additifs qui «égalisent» les dents et augmentent ainsi les sur- faces portantes. Après la période de rodage, on remplace ces huiles spéciales par une huile hypoïde normale, selon données du constructeur.

Fluides pour boîtes de vitesse automatiques (ATF: automatic transmission fluids)

Cette huile est employée pour les boîtes de vitesses automatiques, les convertisseurs de couple, les volants fluides, les directions hydrauliques et, quelque- fois, pour les boîtes de vitesses mécaniques. Elle présente une faible viscosité, un bon comportement thermique, une bonne résistance au froid et elle mouss- se peu. En tant que lubrifiant, elle doit résister aux pressions (cisaillement), empêcher l'oxydation et la corrosion et ne pas attaquer les composants du système hydraulique. Les fluides ATF sont normalisés. Exemples: Dexron 2 ou 20, Ford M2C33G.

Prescriptions des constructeurs

Elles doivent être respectées à la lettre. Il arrive même qu'il soit nécessaire d'employer pour les boîtes des huiles végétales ou synthétiques. Pour les engrenages à vis sans fin, il existe des huiles à base de ricin. Ces huiles ne doivent pas être mélangées aux huiles minérales.

Graisses lubrifiantes

La graisse est un produit lubrifiant composé *d'huile minérale ou synthétique*, d'une *matière épaississante* (savon, silice, carbone) et, comme pour les huiles, d'additifs chimiques améliorant les propriétés du lubrifiant.

Suivant le genre d'huile de base, de produit épaississant et d'additifs, on dénomme le produit fini *graisse au lithium, au calcium, à l'aluminium, au bentonite, graphitée ou EP, au silicone, au bisulfure de molybdène, etc.*

Il n'y a pas de classification concernant le pouvoir lubrifiant ou le genre de service des graisses. Les fabricants leur ont donné un nom, inscrit sur l'emballage, qui précise le domaine d'utilisation. Celui-ci est surtout dé- terminé par la résistance du lubrifiant à la température et à l'eau (par exemple, 80° C environ pour une graisse de roulement et 220° C pour une graisse au silicone).

Exemples de graisses: pour roulements, pour châssis, pour roues dentées, pour paliers, etc.

Les graisses dites «spéciales» ou «complexes» ont des produits épaississants composés d'acides gras naturels avec des sels d'acides. Comparées aux graisses usuelles, la séparation d'huile est moins importante, la limite de température plus élevée, et plus grande est la résistance au foulage (stabilité mécanique).

Les graisses lubrifiantes présentent une consistance visqueuse qui dépend essentiellement du type et de la quantité de matière épaississante (env. 25 %). Les graisses sont classées selon leur consistance, mesurée par la pénétration d'un cône de dimension précise, à 25° C.

Classification des graisses suivant la nature du savon

Les graisses sont souvent classées d'après les organes pour lesquels elles sont prévues, mais il est plus logique de les classer suivant la nature de leur savon métallique :

- graisses à base de sodium, de calcium ou de lithium (résistance à la chaleur) pour les roulements ;
- graisses à base d'aluminium ou de lithium (résistance à l'eau et adhérence) pour les articulations ;
- graisses à base de lithium (résistance à la pression, à la chaleur, à l'eau, et adhérence) pour usages multiples. Celles-ci sont dites «multipurpose».

Le point de goutte

C'est l'indication de la température à partir de laquelle la graisse se liquéfie et s'écoule d'elle-même, par déplacement de l'huile sur son support. Cette indication est donc celle de la tenue de la graisse à la chaleur et dépend surtout du métal de constitution du savon.

La consistance

C'est la résistance de la graisse à la pénétration d'un corps solide suffisamment pesant, qui donne une indication valable sur les qualités d'injection et de

déformation de celle-ci. Elle diminue avec l'augmentation de la température et après un malaxage prolongé. Elle est mesurée au moyen d'un appareil appelé «pénétrömètre», par l'enfoncement, mesuré en dixièmes de millimètre, d'une petite masse conique, appliquée suivant son propre poids, pendant cinq secondes, sur la surface de la graisse maintenue à 25°C. On précise deux limites de tolérance: mini et maxi. La consistance est généralement d'autant plus élevée que la teneur en savon métallique est plus importante.

La consistance, de très fluide à agglomérée, est définie par un code numérique ou Grade NLGI allant de 000 à 7. *Exemple*: 000 correspond à très fluide... 2 moyenne... 7 agglomérée.

***Module 4:
OUTILLAGE ET EQUIPEMENT DE
BASE
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

TP1 – Effectuer des travaux manuels : percer, boulonner, scier et couper

1.1. Objectif visé :

Réaliser de travaux manuels avec des outils appropriés.

1.2. Durée du TP :

5 heures.

1.3. Matériel (équipement et matière d'œuvre) par stagiaire :

- un vilebrequin ;
- une perceuse à essence ;
- une perceuse électrique ;
- scie à métaux ;
- coupe-câble de différents types ;
- boulons ;
- différents métaux : Aluminium, acier, cuivre ; sous forme différentes : barre, tôle, câble, etc.
- forets, mèches

1.4. Description du TP :

On met à la disposition du stagiaire les outils et les plans de travail. Le stagiaire doit interpréter les plans et effectuer les travaux sous la surveillance du formateur.

1.5. Déroulement du TP :

Le travail est effectué individuellement et en groupe de deux stagiaires quand les manipulations l'exigent.

Réalisation de travaux manuels :

- respect des règles de santé et de sécurité au travail ;
- types de travaux :
 - perçage de trous réalisé à l'aide d'un vilebrequin, d'une perceuse à essence et d'une perceuse électrique ;
 - boulonnage à des poteaux ;
 - sciage de matériaux tels que poteau, boulons, etc. ;
 - coupe de câbles de conducteurs.
- choix de l'équipement selon le matériau à traiter ;
- choix et installation des mèches selon le diamètre des boulons ;
- mise en marche et mise à l'arrêt de l'équipement ;
- postures de travail.
- degré de précision requis.

TP2 – Installer différents types de selles et l'équipement qui s'y rapporte

2.1. Objectif visé :

Réaliser de travaux concernant l'installation de différents types de selles et leurs accessoires avec des outils appropriés.

2.2. Durée du TP :

5 heures.

2.3. Matériel (équipement et matière d'œuvre) par stagiaire :

- une selle à levier ;
- une selle à volant ;
- une plate-forme ;
- outils de monteur ;

2.4. Description du TP :

On met à la disposition des stagiaires le matériel nécessaire et les outils de travail. Les stagiaires doivent interpréter les plans et effectuer les travaux sous la surveillance du formateur.

2.5. Déroulement du TP :

Le travail est effectué en groupe de deux ou trois stagiaires quand les manipulations l'exigent.

Installation des selles et de l'équipement associé :

- respect des règles de santé et de sécurité au travail ;
- fonctionnement d'une selle à levier et d'une selle à volant ;
- l'installation et l'utilisation des selles ;
- ajustement des tendeurs :
 - à levier ;
 - à volant ;
- précautions à prendre par le monteur et l'aide-monteur :
 - perte de mou ;
 - rotation par rapport au poteau ;
 - changement de position ;
- utilisation d'une plate-forme.

TP3 – Utiliser des perches

3.1. Objectif visé :

Réaliser de travaux concernant l'utilisation de différents types de perches et leurs accessoires avec des outils appropriés.

3.2. Durée du TP :

5 heures.

3.3. Matériel (équipement et matière d'œuvre) par stagiaire :

- différents types de perches (selon la disponibilité dans l'établissement) ;
- accessoires ;
- outils de monteur ;

3.4. Description du TP :

On met à la disposition des stagiaires le matériel nécessaire et les outils de travail. Les stagiaires doivent effectuer les travaux sous la surveillance du formateur.

3.5. Déroulement du TP :

Le travail est effectué en groupe de deux ou trois stagiaires quand les manipulations l'exigent.

Utilisation des perches :

- respect des règles de santé et de sécurité au travail
- fonctionnement des perches :
 - à crochet de sécurité ;
 - à crochet porte anneau ;
 - universelle ;
 - à conducteur, etc.
- types de travaux :
 - installation d'une pince à serrage mécanique ;
 - fixation d'une perche à un conducteur, sur une phase et à la selle ;
 - ouverture et fermeture d'appareils de sectionnement, etc.
- posture de travail ;
- éléments à surveiller :
 - l'état général ainsi que l'intégrité de la perche ;
- le contrôle de la perche à l'exécution des travaux ;
- degré de précision requis.

TP4 – Tendre des haubans

4.1. Objectif visé :

Réaliser de travaux concernant la mise en tension des haubans et leurs accessoires avec des outils appropriés.

4.2. Durée du TP :

10 heures.

4.3. Matériel (équipement et matière d'œuvre) par stagiaire :

- câbles appropriés ;
- accessoires d'ancrage
- accessoires ;
- outils de monteur ;
- équipement de traction.

4.4. Description du TP :

On met à la disposition des stagiaires le matériel nécessaire et les outils de travail. Les stagiaires doivent effectuer les travaux sous la surveillance du formateur.

4.5. Déroulement du TP :

Le travail est effectué en groupe de trois ou quatre stagiaires quand les manipulations l'exigent. Le formateur présente aux stagiaires les plans du type d'haubanage (fig. TP4-1).

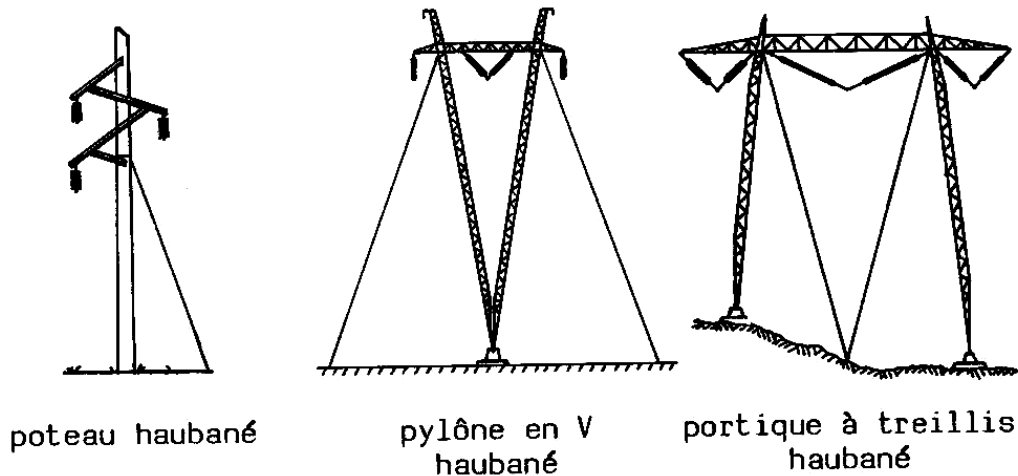


Fig. TP4-1

La mise en tension de haubans comporte :

- respect des règles de santé et de sécurité au travail ;
- communication entre les membres de l'équipe et coordination des manœuvres ;
- postures de travail au sol et sur le poteau ;
- techniques de travail :
 - préparation des points de fixation du hauban au poteau et l'ancrage ;
 - installation de l'équipement : pince de tirage, œil de tirage et palan ;
 - fixation permanente du hauban et vérification des points suivants :
alignement du poteau, tension dans le hauban, mise en place de l'attache ;
- types de travaux :
 - hauban de distribution avec ferrure à crochet et attache droite à l'ancrage ;
 - hauban de transport de type encerclement et attache courbée à l'ancrage.
- utilisation d'un radioamateur :
 - mise en marche ;
 - procédure d'utilisation : émission et réception ;
 - code d'éthique ;
 - appel d'urgence.

TP5 – Vérifier et entretenir l’outillage et l’équipement

5.1. Objectif visé :

Réaliser de travaux concernant la vérification et l’entretien de l’outillage et de l’équipement et leurs accessoires avec des outils appropriés.

5.2. Durée du TP :

5 heures.

5.3. Matériel (équipement et matière d’œuvre) par stagiaire :

- outillage de base ;
- outillage et équipements spécifiques :
 - à essence : perceuse, génératrice, scie à chaîne ;
 - manuel : palan à levier, coupe câble à levier, coupe câble à masse, scie à métaux, etc.
- autres équipements : plate-forme, selles, perches, poulies, mèches à bois et à béton, etc.
- accessoires ;
- outils de monteur ;

5.4. Description du TP :

On met à la disposition des stagiaires le matériel nécessaire et les outils de travail. Les stagiaires doivent effectuer les travaux sous la surveillance du formateur.

5.5. Déroulement du TP :

Le travail est effectué individuellement ou en groupe de deux ou trois stagiaires quand les manipulations l'exigent. Le formateur présente aux stagiaires les exigences spécifiques du fabricant.

Vérification et entretien :

- respect des normes de santé et sécurité au travail ;
- utilisation des guides d'entretien des fabricants ;
- selon le type d'outil ou d'équipement :
 - effectuer la vérification des principaux systèmes (démarrage, alimentation, allumage, etc.), du degré d'usure des composants ;
 - faire l'entretien comme : lubrification, nettoyage, ajustement, réglage, affûtage, etc.
- faire le bon choix de l'outillage, des produits et des composants de remplacement ;
- déterminer un calendrier d'entretien ;
-
-

***Module 4:
OUTILLAGE ET EQUIPEMENT DE
BASE
EVALUATION DE FIN DE MODULE***

O.F.P.P.T.
EFP

MODULE 4 : OUTILLAGE ET EQUIPEMENT DE BASE

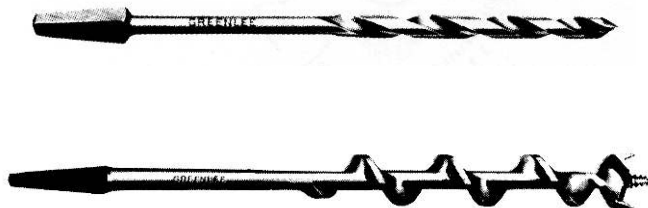
FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire : _____ Code : _____
Formateur : _____

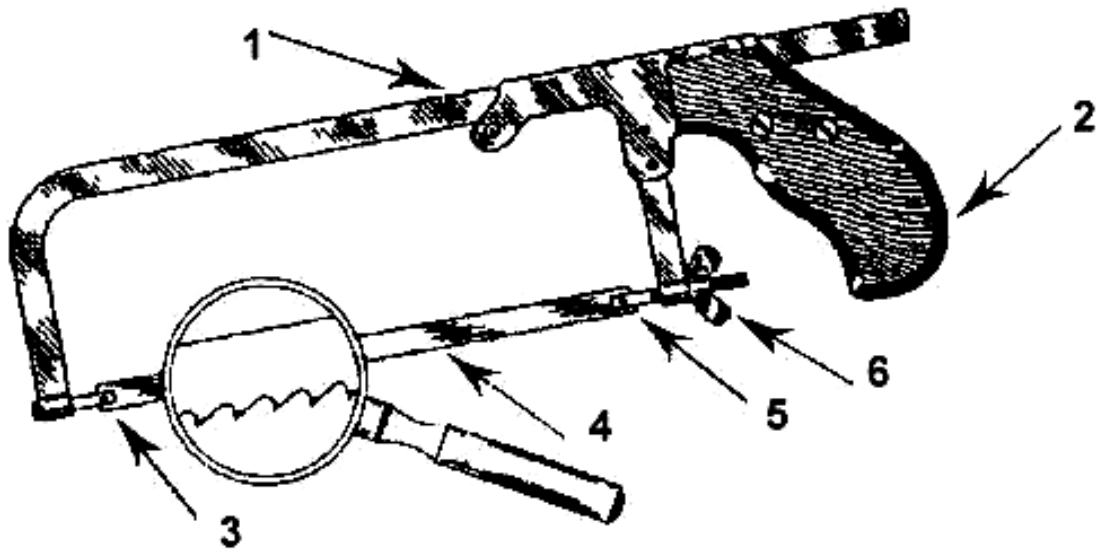
Durée : 8 heures

(Exemple)

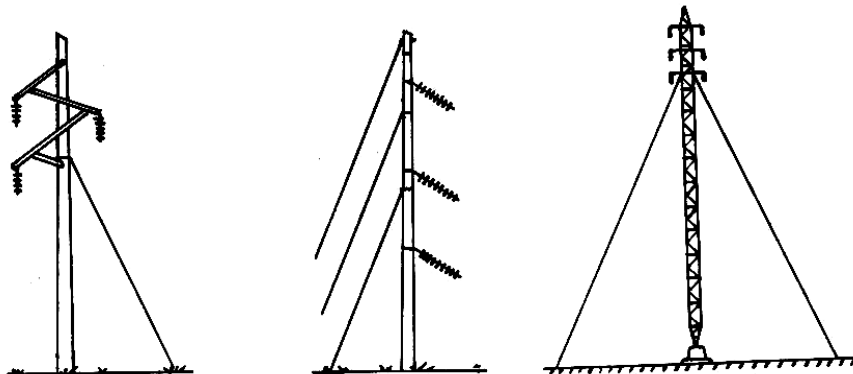
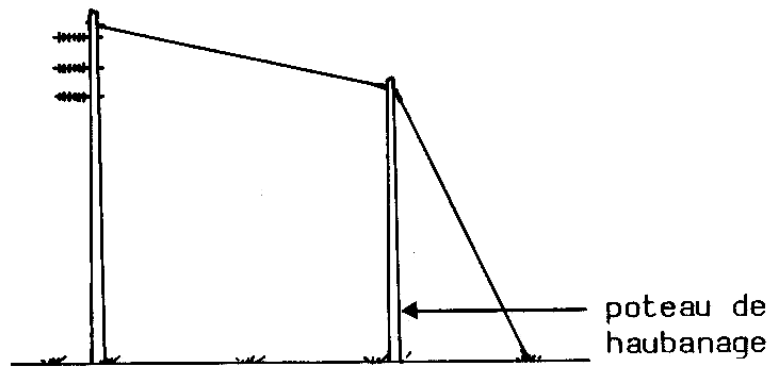
1. Nommer les différents types de mèches présentés sur la figure ci-dessous :



2. Nommer les différentes parties d'une scie à métaux (voir la figure ci-dessous).



3. Expliquer les conditions d'utilisation des haubanages suivants



4. *Décrire la technique d'installation et d'utilisation d'un palan à levier.*
5. *Décrire les critères pour le choix d'une pince de tirage.*
6. *Expliquer l'importance des recommandations de fabricants relatives à la vérification et à l'entretien des équipements.*

Remarque : Les habilités pratiques des stagiaires doivent être vérifiées pendant les cours des travaux pratiques compte tenu de la complexité des équipements nécessaires et des manipulations.

O.F.P.P.T.
E.F.P.

Filière : Electricité de réseau

Niveau : Qualification

Epreuve de fin de module

FICHE D'EVALUATION

Stagiaire :

Code :

N°	Description	Barème	Note
1	Indication des types de mèches	6	
2	Identification des parties de la scie à métaux	6	
3	Identification des haubans et leur utilisation	8	
4	Technique d'installation et d'utilisation d'un palan à levier	8	
5	Critères de choix d'une pince à tirage	6	
6	Importance des recommandations des fabricants pour la vérification et l'entretien des équipements	6	
	TOTAL	40	