

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° 10 INSTALLATION DE CABLES ET DE
CANALISATIONS**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

SPECIALITE : EMI

NIVEAU : TECHNICIEN

ANNEE 2006

Document élaboré par :

Nom et prénom

EFP

DR

Mme ELKORNO NAIMA

CDC - GE

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

RESUME THEORIQUE	6
I. Les normes utilisées pour l'installation des câbles, des boîtes et leurs accessoires	7
I.1 Normes françaises (N.F.) :	7
I.2 Symboles:	8
I.3 Constitution d'un plan :	13
I.4 Le devis :	14
II. Les câbles électriques	15
II.1 Constitution générale des conducteurs et câbles :	15
II.2 Domaines d'utilisation:	17
II.3 Dénomination des conducteurs et câbles	20
II.4 Méthode de dégainage :	26
III. Fixation des câbles électriques	28
III.1 Méthode de fixation:	28
III.2 Accessoires de fixation :	30
IV. Les canalisations électriques	31
IV.1 Généralité	31
IV.2 Classification des conduits	31
IV.3 Désignation normalisée des conduits usuels	33
V. Les différents types de conduits non ouvrables	36
V.1 Conduits rigides « métalliques »	36
V.1.1 Travail des conduits rigides métalliques	37
V.2 Conduits rigides "non-métalliques"	42
V.2.1 Travail des conduits rigides non-métalliques	43
V.3 Conduits flexibles "métalliques"	44
V.4 Conduits flexibles "non métalliques "	46
VI. Les conduits ouvrables :	47
VII. Poses des canalisations	50
VII.1 Les modes de poses	50
VII.2 Pose en apparent ou en saillie :	51
VII.3 La pose encastrée :	60
VII.4 La pose enterrée	64
VIII. Les boîtes	68
IX. Transposition d'un schéma électrique en schéma de câblage	69
X. Méthode de tirage des conducteurs :	72
XI. Calcul relatif au remplissage des conduits	74
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES	76
TP.1 - TRAVAIL DES CONDUITS RIGIDES BLINDÉS MRB (tube acier)	77
TP.2 - TRAVAIL DES CONDUITS ISOLANTS RIGIDES IRO (PVC)	79
TP.3 - TRAVAIL DES CONDUITS FLEXIBLES ET CINTRABLES	81
TP.4 - FIXATION DES CANALISATIONS	82
TP.5 - TRAVAIL DES GOULOTTES ÉLECTRIQUES EN PLASTIQUE	84
TP 6 – FIXATION ET RACCORDEMENT DES CABLES ELECTRIQUES	86
TP 7 – FIXATION DES CANALISATIONS ET TIRAGE DES CONDUCTEURS	88
TP 8 – FIXATION DES CANALISATIONS ET TIRAGE DES CONDUCTEURS	90
EVALUATION DE FIN DE MODULE	92

OBJECTIF OPERATIONNEL**COMPORTEMENT ATTENDU**

*Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit
installer des câbles et des canalisations
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.*

CONDITIONS D'EVALUATION

- *Travail individuel.*
- *A partir :*
 - *de directives;*
 - *d'un croquis d'une installation;*
 - *des normes en vigueur.*
- *A l'aide :*
 - *de l'équipement, de l'outillage et du matériel approprié.*

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Respect des règles de santé et de sécurité.*
- *Respect des modes d'utilisation de l'équipement et de l'outillage.*
- *Installation conforme aux normes en vigueur.*
- *Economie du matériel.*
- *Qualité des travaux.*
- *Respect de l'environnement.*

OBJECTIF OPERATIONNEL

**PRECISION SUR LE
COMPOTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

A) Interpréter le plan et le devis.

- Identification des symboles
- Détermination exacte de l'emplacement des composants
- Repérage approprié des renseignements sur un devis.

B) Planifier les installations.

- Détermination correcte des étapes
- Choix juste de l'équipement, de l'outillage et du matériel nécessaire.

C) Dégainer et fixer les câbles

- Respect de la méthode de dégainage.
- Respect de la méthode de fixation.
- Solidité des fixations.

D) Préparer les canalisations par diverses opérations :

- couper ;
- aléser ;
- fileter ;
- cintrer ;
- assembler.

- Respect des directives.
- Mesures précises.
- Respect des méthodes de réalisation.
- Utilisation sécuritaire de l'équipement et de l'outillage.

E) Fixer les canalisations.

- Respect de la méthode de fixation.
- Solidité des fixations.
- Mise au niveau des canalisations.

F) Tirer les conducteurs dans les canalisations.

- Respect des méthodes de tirage.

G) Ranger et nettoyer.

- Rangement approprié et propreté des lieux.

Présentation du Module :

L'objectif de ce module est de faire acquérir au stagiaire des connaissances associées aux types de câbles, de boîtes et accessoires, et de lui permettre de réaliser des travaux de préparation et d'installation de canalisations. Il vise donc à rendre le stagiaire apte à installer des câbles et des canalisations.

La durée du module est 75 heures dont 15 h de Théorie, 56 h de pratique et 4 h d'évaluation.

***Module n° 10: INSTALLATION DE CABLES ET DE
CANALISATIONS***

RESUME THEORIQUE

I. Les normes utilisées pour l'installation des câbles, des boîtes et leurs accessoires

I.1 Normes françaises (N.F.) :

Les textes établis par l'UTE sont des données de référence que l'on appelle normes, Il en existe deux types qui sont :

- Les normes enregistrées qui ont fait l'objet d'une décision du commissaire à la normalisation ; la liste de ces normes qui ne s'imposent pas dans les marchés publics, est publiée au bulletin mensuel de la normalisation française.
- Les normes homologuées qui ont fait l'objet d'un arrêté ministériel; la liste de ces normes qui sont obligatoirement des références dans les marchés publics est publiée au journal officiel (J.O)

Toute norme homologuée a d'abord été publiée en norme enregistrée.

a) Classification des normes françaises :

La référence d'une norme française comprend trois lettres et cinq chiffres.

Exemple : N F C 0 3 2 0 6

N.F : Initiales de norme française

C : Classe C : lettre indiquant le domaine traité par la norme : l'électricité

0 : Groupe 0 : c'est le groupe des généralités. Il existe dix groupes qui ont pour chiffre de 0 à 9.

3 : Sous groupe 3 : texte qui traite des schémas et des symboles. Chaque groupe peut être divisé en dix sous-groupes allant de 0 à 9.

Les trois derniers chiffres sont une référence pour le texte proprement dit.

Normes appartenant au groupe et sous groupe suivants :

- Groupe 0 : Généralités
 - Sous groupe 3 : Schémas, symboles
 - Sous groupe 4 : Repérage, étiquetage.
- Groupe 1 : Installations électriques
 - Sous groupe 5 : Installations à basse tension et équipements correspondants.

- Groupe 4 : Mesure, commande, régulation
 - Sous groupe 5 : Relais électriques.
- Groupe 6 : Appareillage, matériel d'installation
 - Sous groupe 3 : Appareillage industriel à basse tension

b) Norme NFC (Eclairage intérieur)

➤ **Matériel utilisant l'énergie électrique**

NFC 70 Matériel utilisant l'énergie électrique – Généralités

NFC 71 Appareils d'éclairage électrique et accessoires

NFC 72 Sources d'éclairage électrique

NFC 73 Appareils électrodomestiques et analogues et leurs accessoires :

- appareils électrodomestiques autres que les réfrigérateurs
- accessoires pour appareils électrodomestiques
- réfrigérateurs
- appareils aérauliques
- règles de sécurité
- appareils de distribution

NFC 74 Outils électriques

c) Norme NFC (Éclairage extérieur)

➤ **Installations électriques**

NFC 10 Installations électriques – Généralités

NFC 11 Réseaux

NFC 12 Installations réglementées

NFC 13 Installations à haute tension

NFC 14 Branchements

NFC 15 Installations à basse tension et équipements correspondants.

I.2 Symboles:

a) Alimentation :

Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	uni-filaire	multi-filaire
L	Conducteur phase		X		X	X
N	Conducteur neutre		X		X	X
P E	Conducteur de protection		X		X	X
			X		X	
E	Terre		X		X	X
-	Equipotentialité				X	
G	Elément de pile ou batterie d'accumulateur		X		X	X

Remarque :

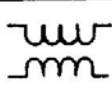
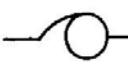
Symbole d'un élément de pile ou batterie d'accumulateur :

- Le trait long représente la polarité positive,
- Le trait court représente la polarité négative

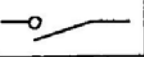
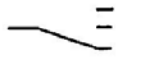
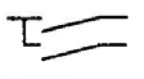
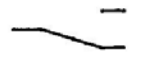
b) Appareils de protection :

Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	uni-filaire	multi-filaire
F	Fusible		X		X	X
Q	Disjoncteur		X		X	X
-	Barrette de neutre		X			X

c) Appareils de transformation de l'énergie électrique :

Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	unifilaire	multifilaire
T	Transformateur monophasé à 2 enroulements		X	X	X	
			X			X
T	Autotransformateur monophasé			X	X	
			X			X

d) Appareil de commande

Lettre repère	N°	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
				développé	architectural	unifilaire	multifilaire
Q	1	Interrupteur unipolaire			X	X	
				X			X
Q	2	Interrupteur bipolaire			X	X	
				X			X
Q	3	Interrupteur tripolaire			X	X	
				X			X
Q	4	Commutateur deux directions avec arrêt			X	X	
				X			X
Q	5	Commutateur double allumage			X	X	
				X			X
Q	6	Commutateur va et vient			X	X	
				X			X

Lettre repère	N°	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
				développé	architectural	unifilaire	multifilaire
Q	7	Commutateur inverseur ou permutateur			X	X	
				X			X
Q	11	Commutateur triple allumage			X	X	
				X			X
Q	12	Commutateur à trois directions séparées avec arrêt			X	X	
				X			X
Q	13	Commutateur chambre d'hôtel			X	X	
				X			X
Q		Interrupteur avec voyant			X	X	
Q		Interrupteur actionné par une clé		X			X
S		Bouton poussoir avec voyant			X	X	
S		Bouton poussoir		X			X
					X	X	
K		Contact temporisé à l'ouverture (minuterie)		X			X
K		Contact à accrochage et à retour automatique (télérupteur)		X			X
P		Contact commandé par horloge		X			X
V		Starter		X			X

Remarque :

Tous les appareils de commande doivent :

- Couper la phase et non le neutre,
- Avoir leur pôle fixe relié à la phase (dans la mesure du possible)
- Travailler du bas vers le haut ou de gauche vers la droite

e) Récepteur :

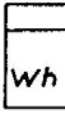
Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	unifilaire	multifilaire
E	Lampe d'éclairage		X	X	X	X
E	Tube fluorescent avec préchauffage		X			X
E	Tube fluorescent sans préchauffage		X			X
L	Ballast		X			X
C	Condensateur		X			X
K	Commande électromagnétique		X			X
Y	Gâche électrique			X	X	
			X			X
K	Télerupteur			X	X	
K	Minuterie			X	X	
P	Interrupteur horaire			X	X	

Remarque :

En règle générale, chaque récepteur possède :

- Une borne reliée à l'appareil de commande,
- Une borne reliée directement au neutre.

f) Appareils de mesure :

Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	unifilaire	multifilaire
P	Compteur d'énergie active				X	

g) Appareils de connexion

Lettre repère	Désignation	Symbole	Symbole utilisé dans un schéma			
			développé	architectural	unifilaire	multifilaire
E	Point d'attente pour un appareil d'éclairage	X		X		
X	Prise de courant 2 pôles + terre			X	X	
			X			X
X	Prise de courant 2 pôles			X	X	
			X			X
X	Prise de courant avec transformateur de séparation			X	X	
X	Boîte de connexions			X	X	
X	Boîte de dérivation					X
X	Tableau distributeur (a) repère de nomenclature			X	X	

1.3 Constitution d'un plan :

(voir figure 1.1)

Le plan d'une installation électrique des circuits d'éclairage est un plan architectural. Il représente le plan du local ainsi que l'emplacement des circuits d'éclairage, de prises de courant utilitaires, les liaisons entre les points de commande et les foyers lumineux fixes ou les prises de courants commandées, et les symboles des différents éléments.

Le plan d'une installation d'éclairage d'un local d'habitation est représenté en dimensions réduites en utilisant une échelle. Exemple : Echelle 1/100 c'est à dire la valeur réelle de la longueur mesurée sur le plan est égale à la valeur mesurée multipliée par 100.

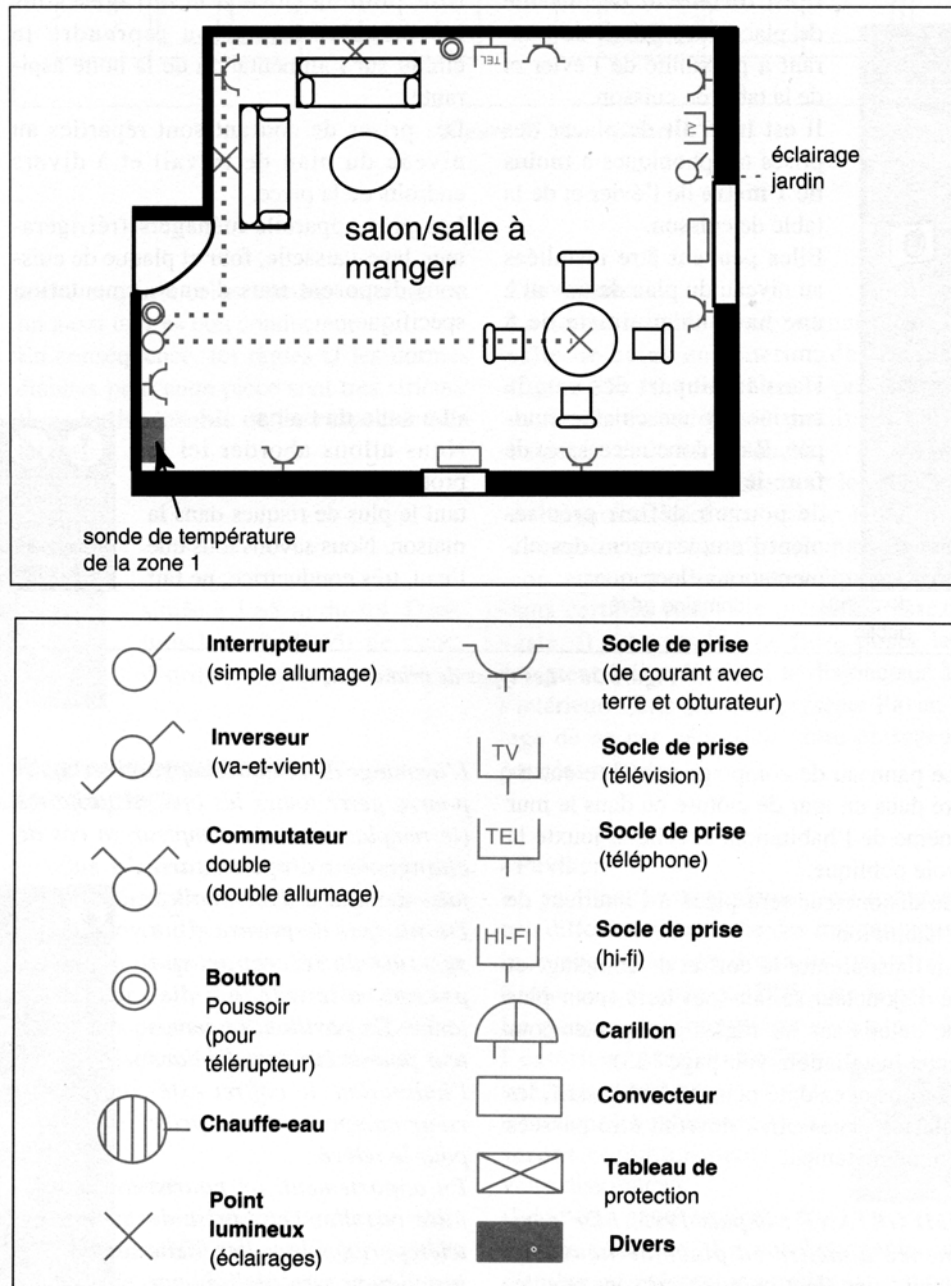


Figure 1.1- exemple d'un plan architectural

1.4 Le devis :

Etabli à la demande du client, il indique le coût global des travaux qu'il a commandés. Outre les informations relatives à l'entreprise et au client, le devis doit comporter.

- L'objet global des travaux ;
- Le détail de ceux-ci ;
- La date d'exécution des travaux ;
- Une formule de délai de garantie des prix ;

- Il doit être daté et signé des responsables de l'entreprise et du client.
Les prix indiqués HT (hors taxes) sont majorés de la TVA (taxe à la valeur ajoutée) généralement de 18,6 %, ce qui donne le prix total des travaux TTC (toutes taxes comprises).

Fournitures	Quantité	Prix unitaire	Montant	
- Interrupteur va-et-vient encastré Legrand	2			
- Boîte de centre avec fixation	1			
- Douille plastique B 22	1			
- Tube ICD-AE de 11	10 m			
- Conducteur	20,4 m			
Total fournitures :				
Main-d'œuvre	Temps	Prix unitaire	Montant	
Temps barème « Série des architectes »	3,50			
Total main-d'œuvre :				
Coefficient multiplicateur 1,4 :				
Prix H.T. :				
TVA 18,6 % :				
Prix TTC :				

II. Les câbles électriques

II.1 Constitution générale des conducteurs et câbles :

a) Définitions :

Un conducteur isolé est formé par un ensemble comportant l'âme (1) et son enveloppe isolante (2). (voir figure 2.1)

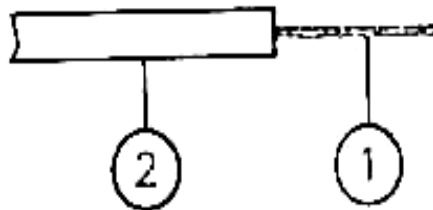
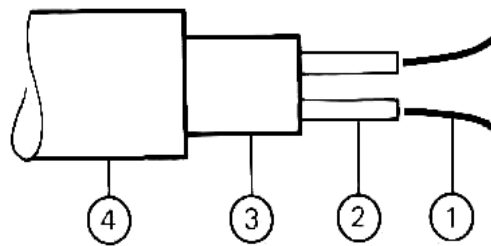


Figure 2.1- Conducteur isolé

Un câble (voir figure 2.2) comporte plusieurs conducteurs électriquement distincts et mécaniquement solidaires, généralement sous un ou des revêtements protecteurs (gaine, tresse, armure). Il existe également des câbles unipolaires qui comportent un conducteur isolé et sa protection mécanique



- 1) Conducteur en cuivre ou en aluminium.
- 2) Isolant électrique.
- 3) Assemblage ou bourrage.
- 4) Protection (mécanique, étanchéité, corrosion, etc.).

Figure 2.2 – Câble électrique

b) L'âme :

C'est la partie centrale et métallique d'un conducteur conduisant le courant électrique.

L'âme est dite massive lorsqu'elle est constituée par un fil unique, jusqu'à 4 mm², et câblée lorsqu'elle est formée de plusieurs brins assemblés par câblage de façon à constituer un toron.

L'âme est généralement constituée de cuivre recuit, nu ou étamé ; l'aluminium n'est pas utilisé actuellement dans les installations intérieures, mais rien ne l'interdit et sous réserve de précautions.

Les brins des âmes câblées sont répartis en couches successives avec leurs centres disposés selon les sommets d'hexagone pour une couche et pour deux couches ou plus. (voir figure 2.3)

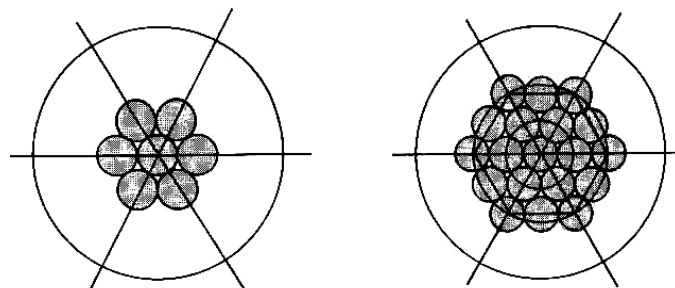


Figure 2.3 - Une couche

Deux couches

Nombre de conducteurs ou brins par âme câblée

- | | | |
|-----------|---------------------|---------|
| 1 couche | : 1 + 6 = | 7 |
| 2 couches | : 1 + 6 + 12 = | 19 |
| 3 couches | : 1 + 6 + 12 + 18 = | 37 etc. |

La section d'une âme câblée est égale à la section d'un brin multipliée par le nombre de brins.

Souplesse des conducteurs ou câbles :

La souplesse d'un câble dépend du nombre de brins pour une même section conductrice.

Les câbles sont réunis en 6 classes, les âmes les plus rigides étant celles de la classe 1 et les plus souples celles de la classe 6.

c) L'enveloppe isolante :

C'est la matière isolante entourant l'âme et destinée à assurer son isolation. Elle doit posséder les propriétés suivantes.

- *Electriques :*
 - *Très forte résistivité.*
 - *Pertes diélectriques faibles.*
 - *Rigidité diélectrique élevée.*
- *Physiques et chimiques :*
 - *Bonne résistance à la chaleur et au froid, ainsi qu'au vieillissement.*
 - *D'autre part, on recherchera une résistance à l'humidité, à la corrosion par les huiles, les vapeurs acides et à la combustion.*
- *Mécaniques :* *Des essais de résistance à la traction, à la torsion, à la flexion, permettent de contrôler les qualités mécaniques.*

Les matériaux les plus utilisés actuellement sont :

- *Le polychlorure de vinyle (P.V.C.) ou le polyéthylène.*
- *Le caoutchouc butyle vulcanisé.*
- *Le polyéthylène réticulé chimiquement (P.C.R.) qui associe les bonnes propriétés électriques du polyéthylène aux propriétés thermiques du caoutchouc butyle.*
- *Le papier imprégné est surtout utilisé pour les câbles de transport d'énergie ; il est associé à un gainage métallique en plomb ou en aluminium.*

d) Les gaines d'étanchéité et de protection :

On utilise comme matériaux de gainage soit des matériaux isolants identiques à ceux cités ci-dessus, soit des matériaux métalliques : le plomb, l'aluminium, le feuillard d'acier.

II.2 Domaines d'utilisation:

a) Câbles domestiques : (voir figure 2.4)

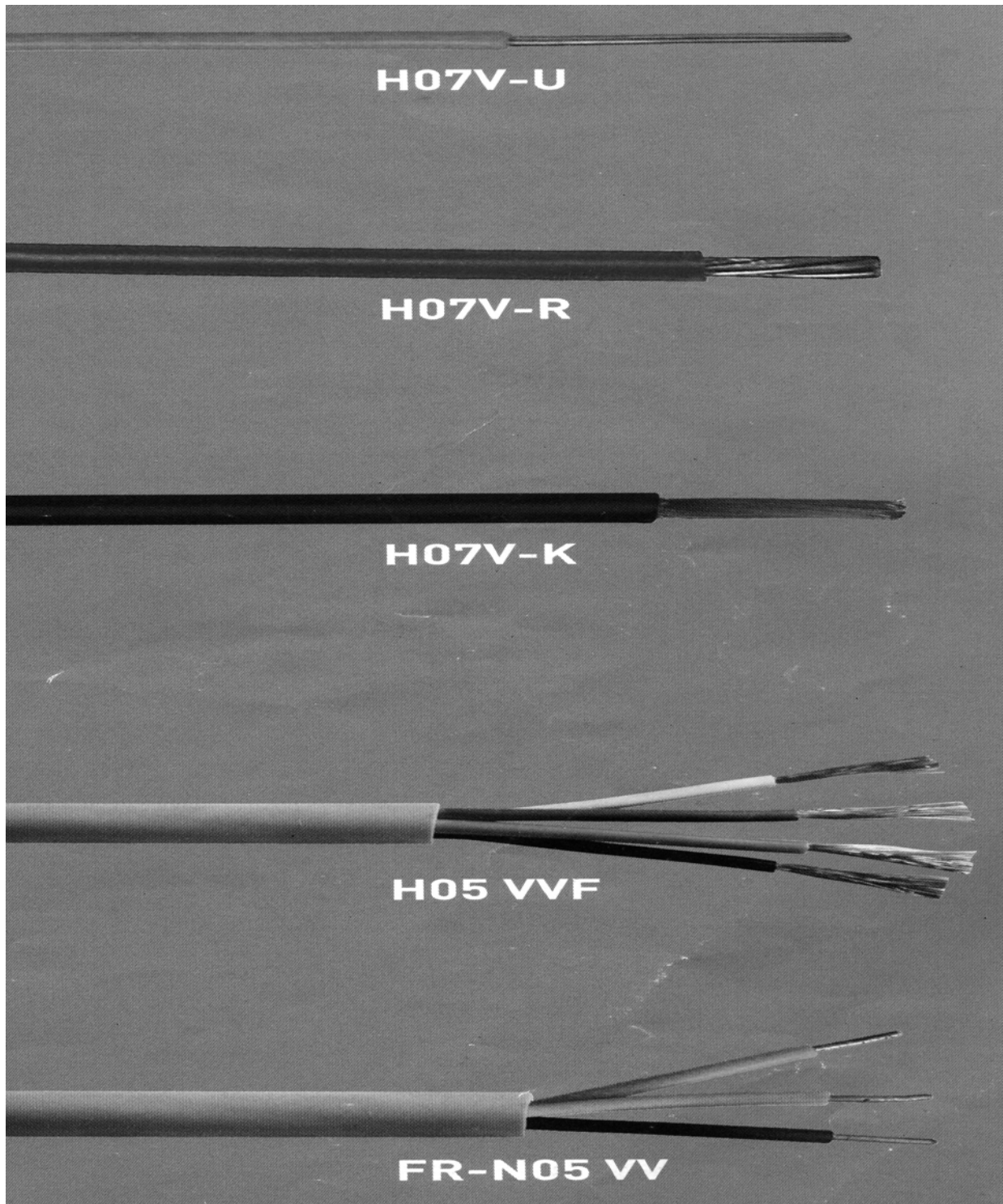


Figure 2.4 – Câbles domestiques

b) Câbles de transport et de distribution : (voir figure 2.5)

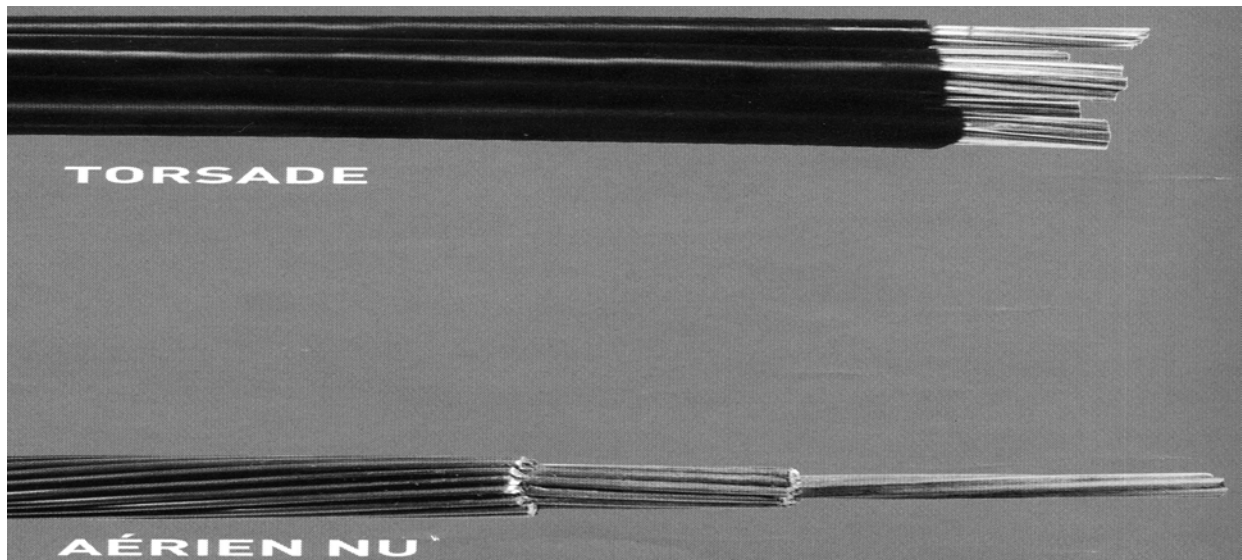


Figure 2.5 – Câbles de transport et de distribution

c) **Câbles industriels** : (voir figure 2.6)

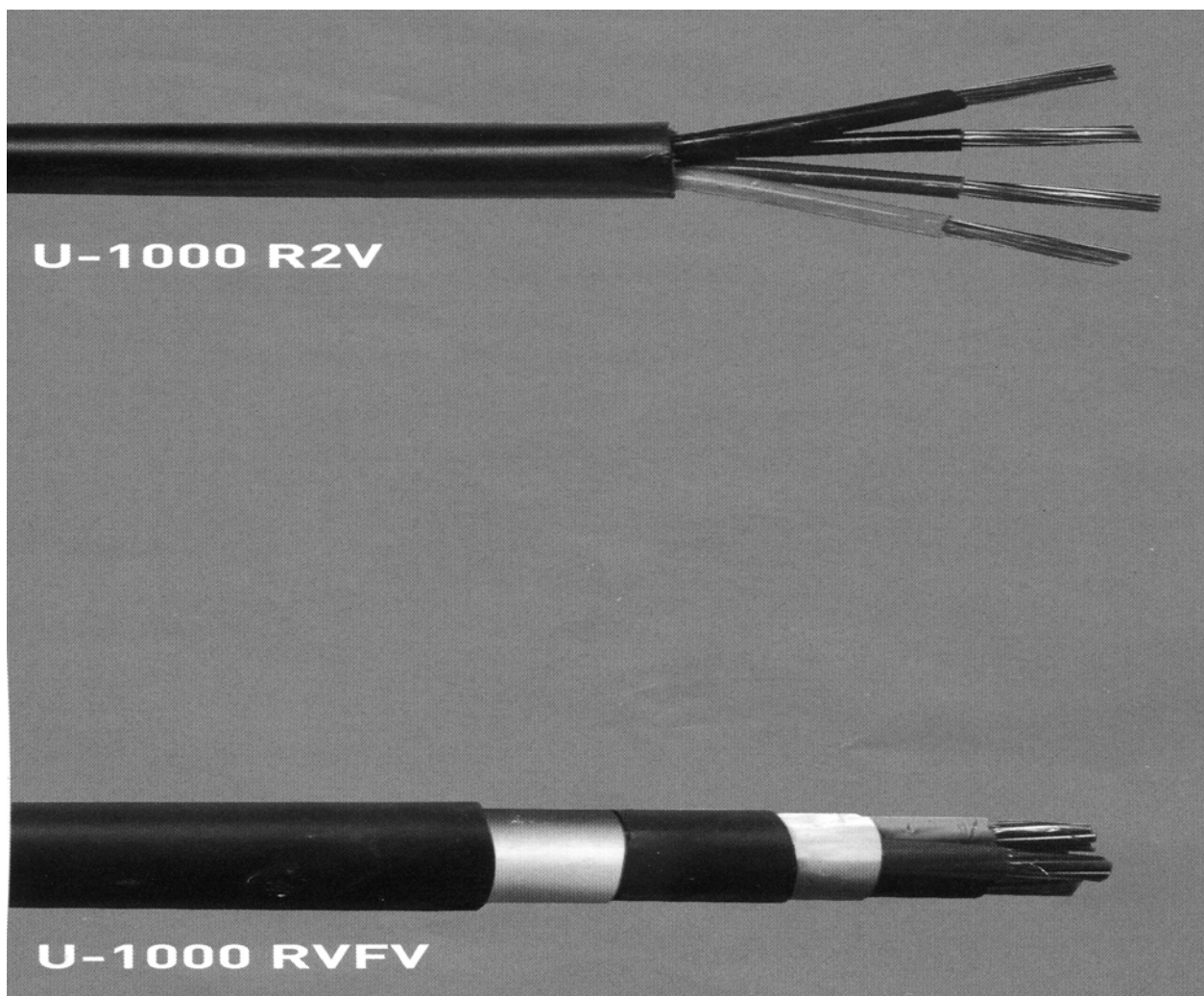


Figure 2.6– Câbles industriels

II.3 Dénomination des conducteurs et câbles

La dénomination des câbles est déterminée d'après la spécification normalisée et non en fonction des conditions d'emploi.

Elle signale si le type fait l'objet d'une norme de la classe électrique, ou de la classe marine, ou seulement d'une recommandation U.T.E.

Il existe deux types de dénomination :

- *Dénomination norme française*
- *Dénomination norme européenne (CENELEC).*

a) Règles de dénomination (Norme française).

a) *Le groupe principal de symbole comprend :*

- *Les chiffres donnant en volts la tension nominale ou spécifiée : 250 – 500 ou 1 000 volts.*
- *La lettre S si le conducteur est souple. L'absence de lettre S indique que le conducteur est rigide.*
- *Les lettres ou chiffres représentant la nature et, s'il y a lieu, la forme des éléments constitutifs dans l'ordre où ils se présentent depuis l'âme jusqu'au revêtement extérieur (voir tableau).*
- *Pour un câble, la lettre M signifie qu'il est méplat. L'absence de lettre indique que le câble est rond.*

b) *Symbole U*

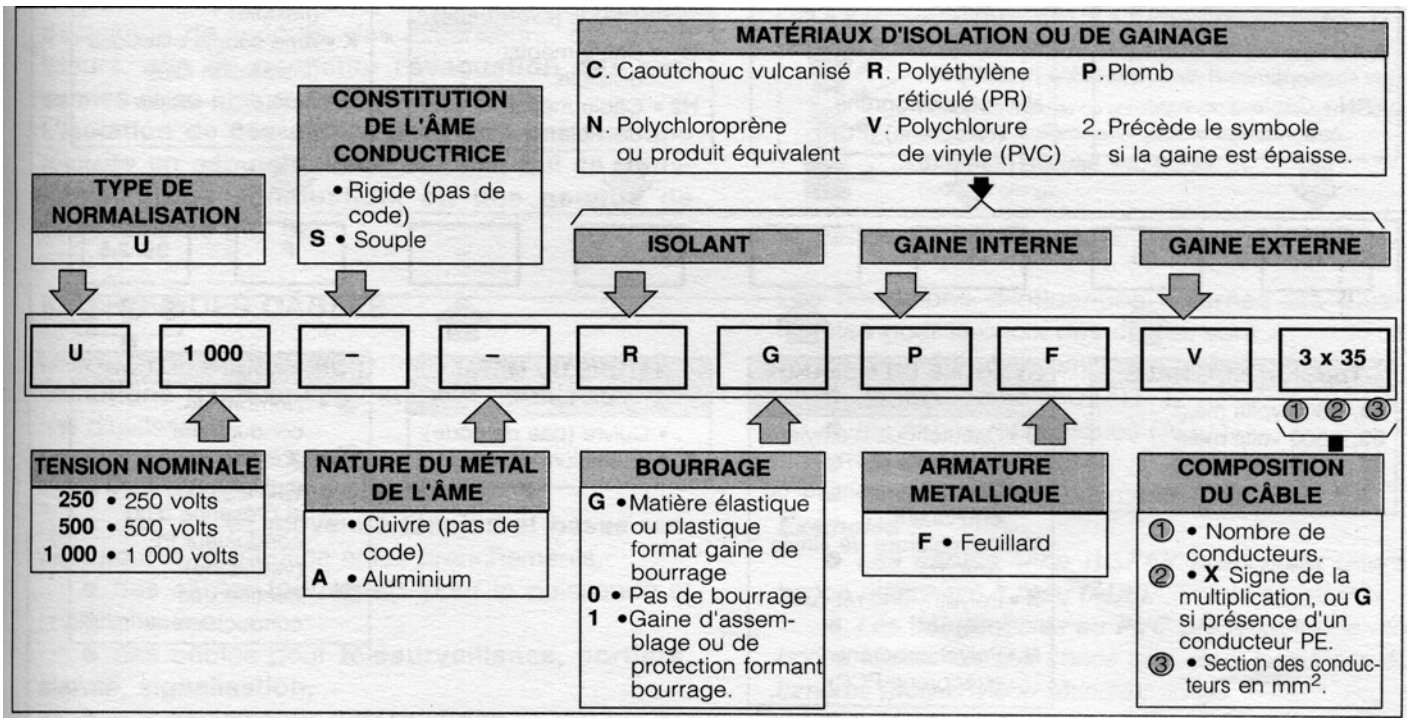
Ce groupe peut être précédé, et séparé par un trait d'union, du symbole (U) si le câble ou le conducteur fait l'objet d'une recommandation.

c) *Symbole M*

Ce symbole est lui-même précédé de la lettre M si la norme appartient à la classe marine. L'absence de lettre M indique la classe électrique.

b) Désignation des câbles et des conducteurs

➤ **Désignation suivant le code UTE (voir tableau suivant)**



Structure du code de désignation UTE

Le tableau suivant donne le code des lettres et chiffres pour la dénomination des conducteurs et des câbles.

Elément constitutif	Symbole	Signification du symbole	Symbol e	Signification du symbole
Normalisation	U	Normalisé	(U)	Fait l'objet de prescriptions provisoires
Tension en volts		250-500-1000		
Ame	A S	Aluminium (après tension)câbles souples		Pas de symbole = âme rigide en cuivre
Enveloppe isolante	B C J K E	Caoutchouc butyle vulcanisé Caoutchouc vulcanisé Papier imprimé Caoutchouc silicone Polyéthylène	N R V X 2 3	Polychloroprène ou équivalent Polyéthylène Réticulé Polychlorure de vinyle Isolant minéral Placé avant le symbole de la gaine=gaine épaisse Placé avant le symbole de la gaine=gaine très épaisse
Bourrage(cas d'un câble à plusieurs Conducteurs)	G O	Matière plastique ou élastique formant gaine de bourrage autour des conducteurs Aucun bourrage ou bourrage ne formant pas gaine	1	La gaine d'assemblage ou de protection forme bourrage Pas de symbole il s'agit d'un conducteur ou d'une torsade de conducteurs
Gaine de protection non métallique	C N V	Caoutchouc vulcanisé Polychloroprène ou produit équivalent Polychlorure de vinyle	2 3	Placé avant le symbole de la gaine=gaine épaisse Placé avant le symbole de la gaine=gaine très épaisse
Revêtements métalliques de protection gaine ou tube armure cuirasse	P F	Plomb Feuillards ou fils d'acier	Z	Zinc ou autre métal
Gaine extérieure sur revêtement métallique	V	Polychlorure de vinyle		
Forme	M	Câble méplat		Pas de symbole, forme ronde

Remarque :

Une même lettre peut figurer plusieurs fois dans la dénomination. Sa place montre à quel élément elle se rapporte.

Exemple : Série U – 750 V G V F V.

1er V : enveloppe isolante.

2ème V : gaine d'assemblage (après la gaine de bourrage G)

3ème V : gaine extérieure sur revêtement métallique (après l'armature F).

Exemples de dénomination (voir figure 2.7)

Conducteur **U 1000 RGPVFV 3x35**

U : Câble normalisé (UTE) ;

1000 : Tension nominale 1000 V ;

: Ame rigide en cuivre ;

R : Isolé en polyéthylène réticulé (PR) ;

G : Bourrage en matière élastique ou plastique ;

P : Gaine de plomb d'épaisseur normale ;

F : Armure feuillard d'acier ;

V : Gaine extérieure en polychlorure de vinyle(PVC) ;

3x35 : 3 conducteurs de 35 mm² de section (pas de conducteur vert/jaune) ;

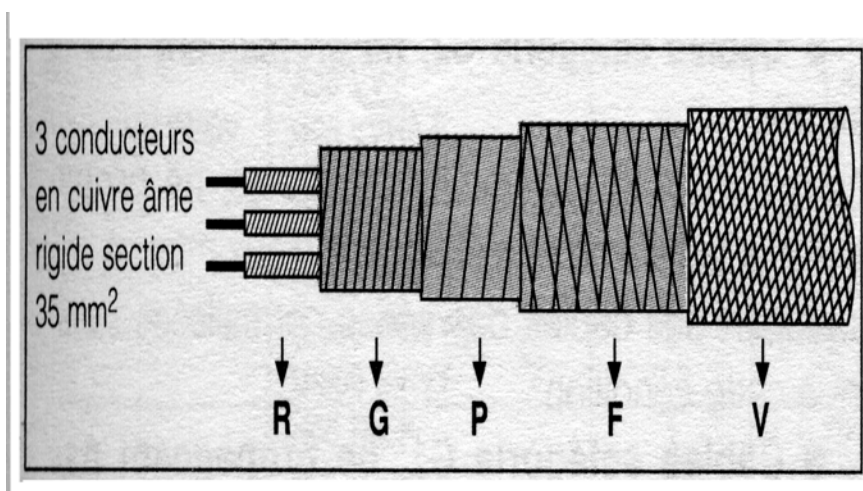
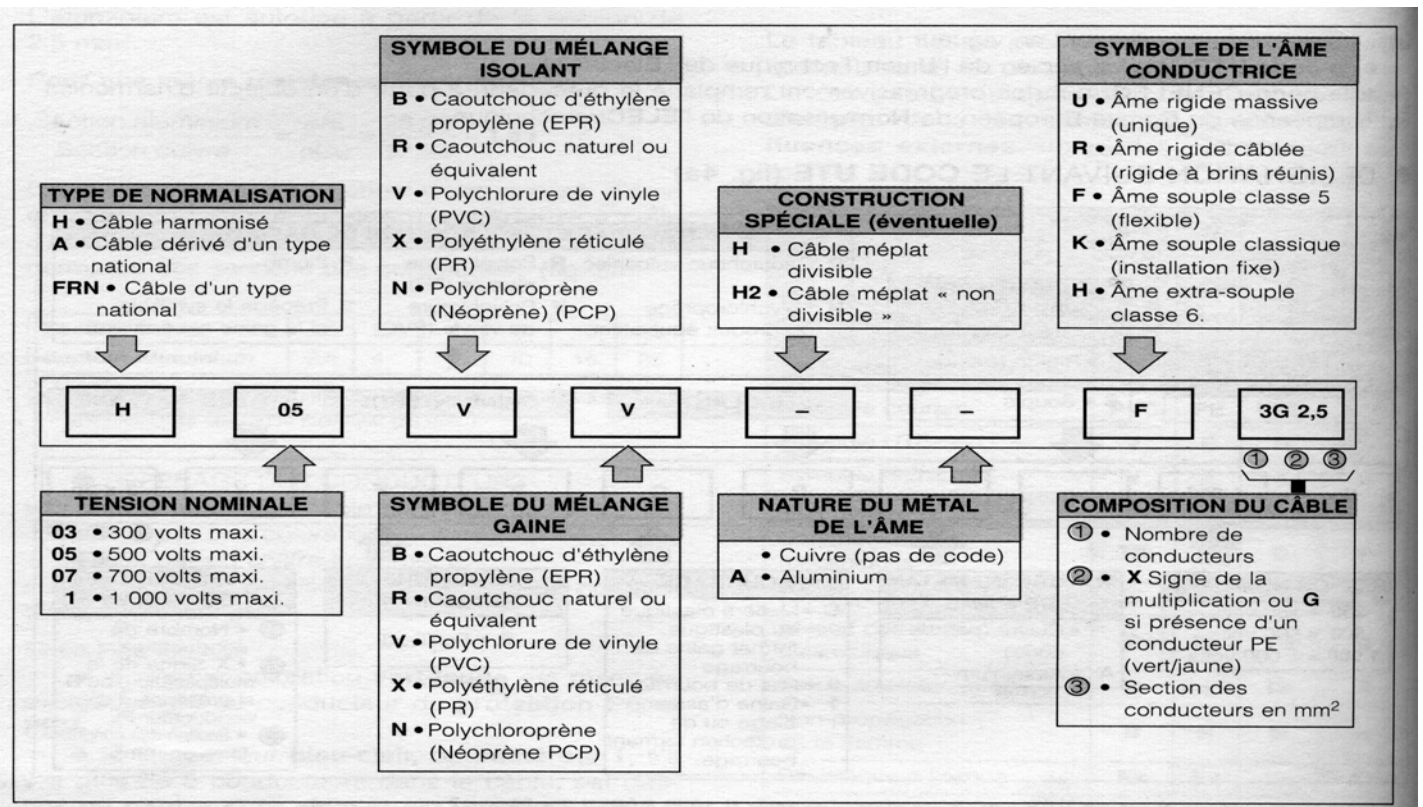


Figure 2.7 – Exemple de dénomination selon le code UTE

➤ Désignation suivant le code CENELEC



Structure du code de désignation CENELEC

Exemples de dénomination. (voir figure 2.8)

H 05VV-F 3G2.5

H : Câble harmonisé

05 : Tension nominale 500 V

V : Isolé au polychlorure de vinyle(PVC)

V : Gaine isolante également en polychlorure de vinyle(PVC)

- : Âme en cuivre

F : Âme souple flexible

3G2.5 : 3 conducteurs de 2.5 mm² dont un conducteur vert/jaune

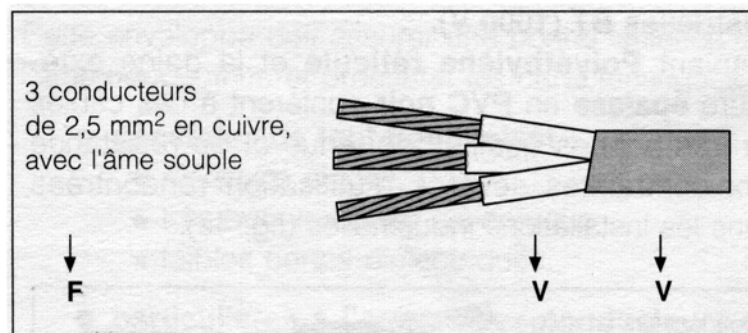
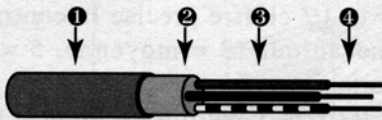
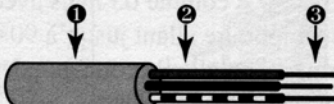
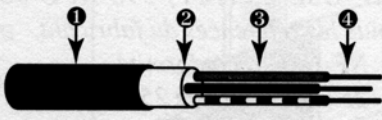
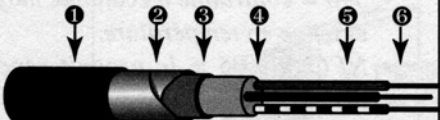
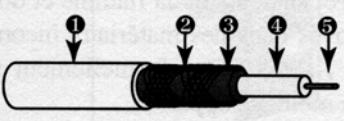
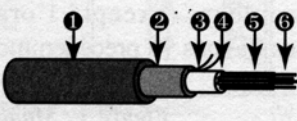


Figure 2.8 – Exemple de dénomination selon le code CENELEC

c) Conducteurs et câbles domestiques

FILS ET CABLES DOMESTIQUES			
H 07V-U H 07V-R H 07V-K		1 isolant PVC 2 U : âme rigide cuivre R : âme rigide câblée cuivre K : âme souple cuivre	U : de 1,5 à 4 mm ² R : de 6 à 300 mm ² K : de 0,75 à 95 mm ²
A 05VV-U A 05VV-R (FRN 05 VV-U) (FRN 05 VV-R)		1 enveloppe PVC 2 gaine de bourrage 3 isolant PVC 4 U : âme rigide cuivre R : âme rigide câblée cuivre	U : de 1,5 à 4 mm ² R : de 6 à 16 mm ² de 2 à 5 conducteurs
H 05VV-F A 05VV-F		1 gaine PVC 2 isolant PVC 3 âme souple cuivre	de 0,5 à 6 mm ² de 2 à 5 conducteurs
U 1000 R 2V		1 gaine PVC 2 gaine de bourrage élastoplastique 3 isolant PVC 4 âme rigide cuivre	de 1,5 à 240 mm ² de 1 à 5 conducteurs
U 1000 RVFV		1 gaine PVC 2 armure (deux feuillets d'acier) 3 gaine d'étanchéité PVC 4 bourrage élastoplastique 5 isolant PVC 6 âme cuivre	de 1,5 à 120 mm ² de 2 à 5 conducteurs
COAXIAL		1 gaine PVC 2 tresses cuivre 3 feuillard cuivre 4 isolant 5 âme cuivre	
CABLE PTT 278 SYS SYT		1 gaine PVC 2 étanchéité 3 fils de continuité et de déchirement 4 rubans hydrofuges 5 isolant polyéthylène 6 âme cuivre	0,6 mm ² de 1 à 56 paires

II.4 Méthode de dégainage :

Avant de raccorder un conducteur électrique on doit d'abord le dénuder (dénuder)

Dégainage des conducteurs : *Dénudation des conducteurs (voir figure 2.9)*

La plupart des conducteurs sont recouverts d'un isolant qu'il faut enlever si l'on veut assurer la continuité électrique d'un raccord. Pour se faire on utilisera divers outils selon les circonstances et le type de câbles ou de conducteurs à dénuder. Pour un conducteur seul, le couteau peut être utilisé mais il faut éviter d'endommager le conducteur et surveiller ses doigts.

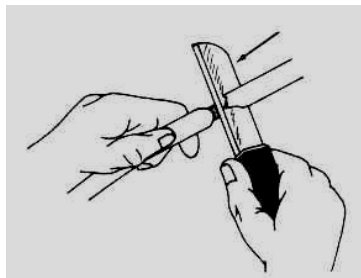


Figure 2.9 - Dénudation avec couteau

On peut aussi utiliser un dénudeur, manuel ou automatique, qui est plus pratique et plus rapide et en même temps moins dangereux que le couteau..(voir figure 2.10)

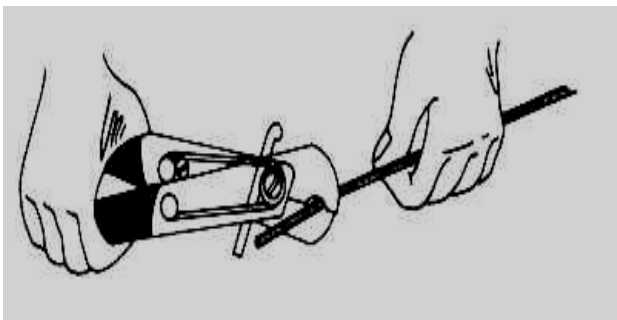
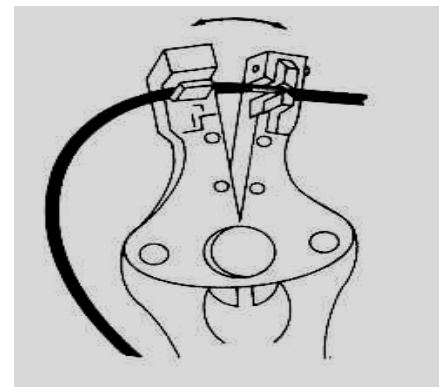


Figure 2.10 - Dénudeur manuel



Dénudeur automatique

Pour les câbles à enveloppe non métallique, on pourra utiliser le couteau pour fendre l'enveloppe (voir figure 2.11) et ensuite utiliser un dégaineur ou dénudeur pour enlever l'isolant du conducteur. On utilise très souvent à la place du couteau un dégaineur manuel de toute sécurité qui fait un excellent travail

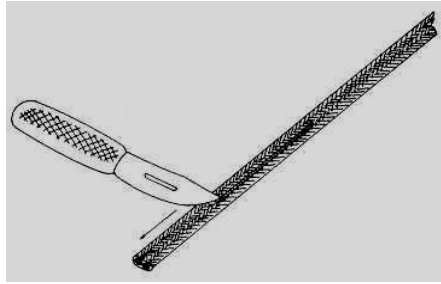


Figure 2.11-Dégainage d'un câble à enveloppe non métallique

L'installation d'un câble à gaine non métallique dans une boîte électrique se fait de la façon suivante :

A l'aide du dénudeur, on enlève environ 150 mm d'isolant extérieur. On retire l'enveloppe extérieure ainsi que le papier entourant chaque conducteur. On dénude ensuite environ 25 mm de chacun des conducteurs. (voir figure 2.12)

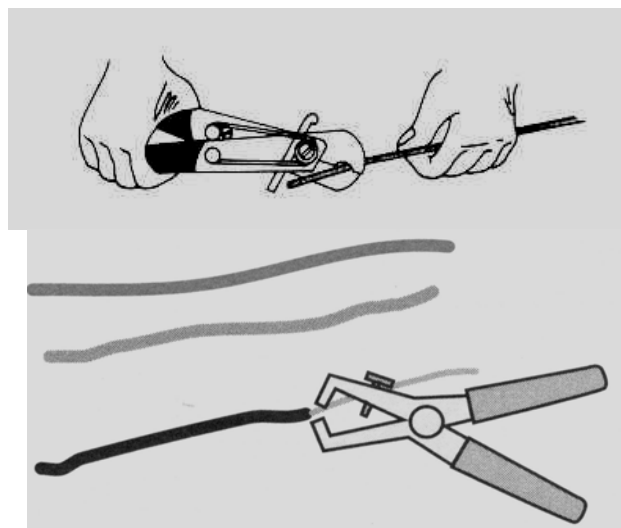
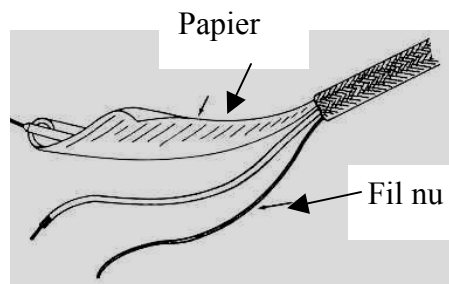
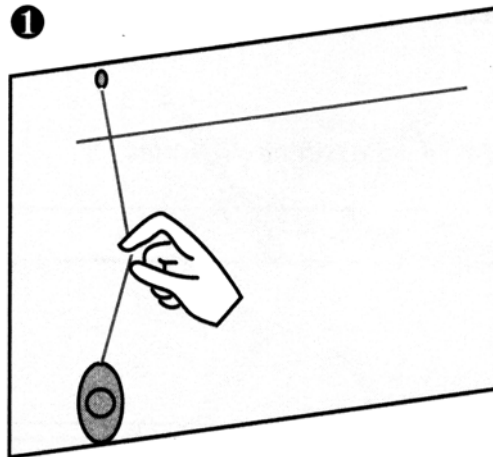


Figure 2.12-Dégainage d'un câble à enveloppe non métallique

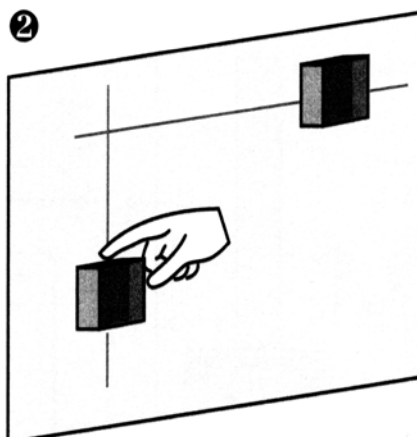
III. Fixation des câbles électriques

III.1 Méthode de fixation:

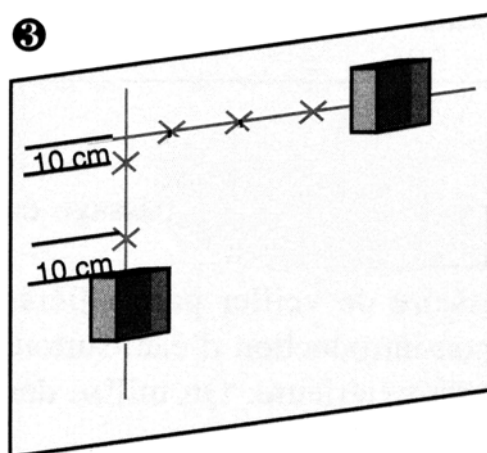
- Tracez à l'aide d'un cordeau l'axe du passage du câble



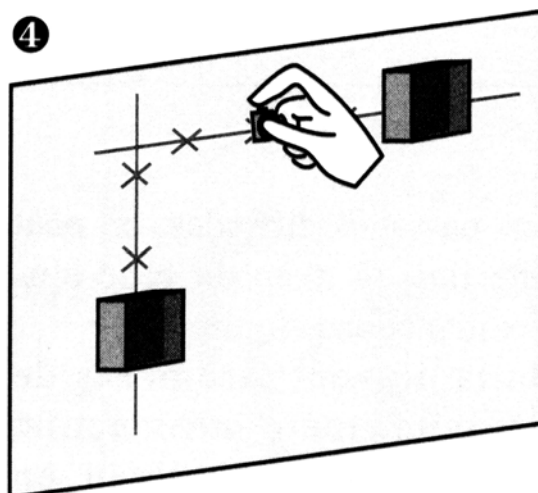
- Posez l'appareillage à l'aide de vis et de chevilles



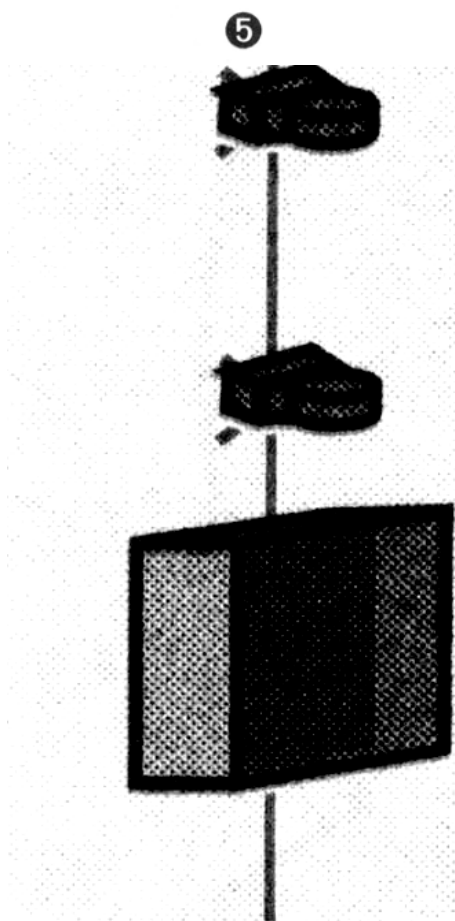
- Tracez l'emplacement des colliers de fixation du câble en respectant les écarts



- Percez et fixez les colliers aux endroits prévus

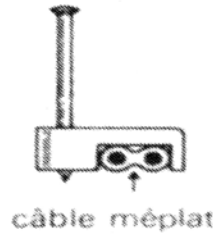
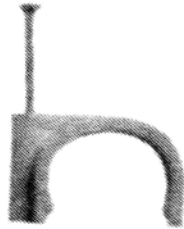


- Présentez le câble et découpez le au longueur nécessaire

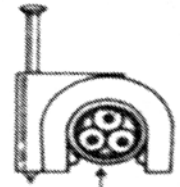


III.2 Accessoires de fixation :

(voir figure 3.1)

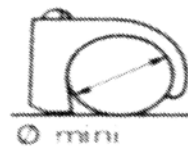
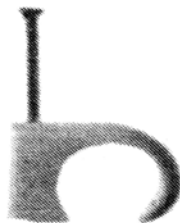


câble méplat



câble rond

Collier plastique avec pointe en acier trempé

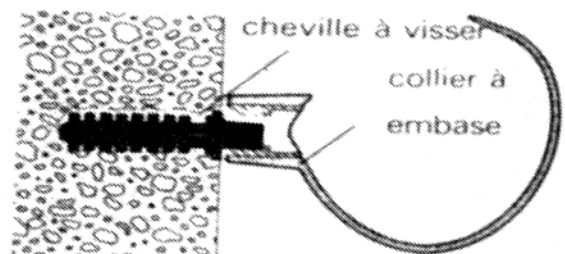
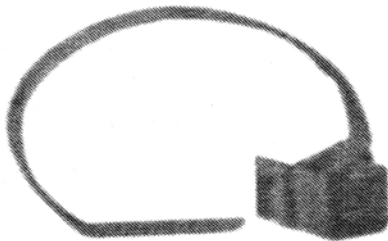


Ø mini



Ø maxi

Collier plastique souple convenant à plusieurs diamètres



Collier à embase



Collier en acier



Attache plastique réglable

Figure 3.1- Accessoires de fixation

IV. Les canalisations électriques

IV.1 Généralité

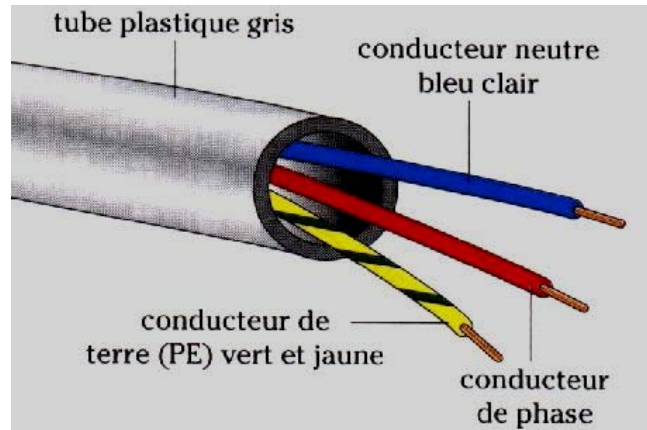


Figure 4.1 - Canalisation électrique

L'ensemble formé par un conduit et des conducteurs électriques forme une canalisation électrique. (voir figure 4.1)

Les conduits assurent le passage des conducteurs isolés dans les installations électriques et permettent une protection continue des conducteurs.

On distingue les conduits constitués d'éléments non ouvrables (tubes) et ceux composés de deux éléments et qui sont ouvrables (moules, goulottes et plinthe).

IV.2 Classification des conduits

Les conduits sont classés par rapport aux qualités suivantes :

- **Isolement.**
 - Les conduits **I**.
Ils sont en matière isolante.
 - Les conduits **F**.
Ils comportent un foureaux à l'intérieur d'une armure métallique (n'existent plus)
 - Les conduits **M**.
Ils sont métalliques en acier, aluminium ou zinc.
- **Procédés de mise en œuvre.**
 - Conduits rigides : **R**.
Ils nécessitent un outillage pour prendre la forme désirée.
 - Conduits cintrables : **C**.
Ils sont flexibles et peuvent être travaillés à la main sans aucun outillage.
 - Conduits souples : **S**. Ils ne nécessitent aucun effort pour leur mise en forme.

- **Résistance mécanique.**

On distingue, d'une part, la résistance mécanique à l'écrasement ; d'autre part le degré de protection contre les dommages mécaniques.

a) Résistance mécanique à l'écrasement, 3 classes.

- Les conduits **ordinaires** : **0**. qui ne peuvent supporter que de faibles contraintes à l'écrasement.
- Les conduits **déformables** : **D**. qui peuvent, sous l'action d'une charge transversale, s'aplatir momentanément et revenir à leur diamètre initial après suppression de la charge.
- Les conduits **blindés** : **B**. qui peuvent supporter des contraintes d'écrasement élevées.

b) Résistance contre les dommages mécaniques (chocs).

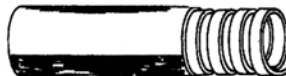
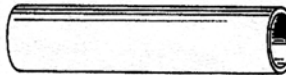
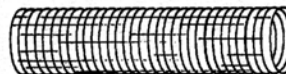
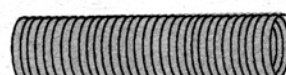
Selon le code UTE les degrés sont : 5-6-7-9. (3 le moins résistant et 9 le plus résistant aux chocs).

Selon le code CEI les degrés sont : 3, 5. (3 degré moyen et 5 très fort).

- **Autres caractéristiques.**

- Si le conduit est résistant à la corrosion sa dénomination portera la lettre **A**.
- Dans le cas où il est non propagateur de la flamme il portera la lettre **P**.
- Enfin s'il est étanche on l'indiquera par la lettre **E**.

Les différents types de conduits (voir tableau suivant)

DEGRÉ DE SOLIDITÉ	CARACTÉRISTIQUES DÉSIGNATION UTE	ASPECT	CARACTÉRISTIQUES CONSTRUCTIVES	EMPLOIS
BLINDÉ	Métallique Rigide Blindé MRB9-PE		Conduit en acier, non propagateur de la flamme et étanche	Installations industrielles avec risques de chocs mécaniques
	MSB7-P Métallique Souple Blindé MSB7-PE		Conduit métallique souple, non propagateur de la flamme	Installations industrielles avec des constituants mobiles, ou des parcours sinueux.
			Conduit métallique souple recouvert d'une gaine extérieure, non propagateur de la flamme, isolant et étanche	
ORDINAIRE	Isolant Rigide Ordinaire IRO5-PE		Conduit en matière plastique, non propagateur de la flamme et étanche	Installations intérieures en apparent ou en encastré, sous certaines conditions.
	Isolant Cintrable Ordinaire ICO5-PE			
DÉFORMABLE	ICD6-APE Isolant Cintrable Déformable ICD6-E		Conduit en matière plastique grise, non propagateur de la flamme et étanche	Installations en encastré ou en apparent.
			Conduit en matière plastique de couleur orange, étanche mais propagateur de la flamme	Installations encastrées dans des matériaux réfractaires.
TRANSVERSALEMENT ÉLASTIQUE	ICT6-PE Isolant Cintrable Transversalement élastique ICT6-E		Conduit en matière plastique grise, non propagateur de la flamme et étanche	Installations en encastré ou en apparent.
			Conduit en matière plastique de couleur orange, étanche mais propagateur de la flamme	Installations encastrées dans des matériaux réfractaires.

IV.3 Désignation normalisée des conduits usuels

Cette désignation peut se faire suivant deux codes :

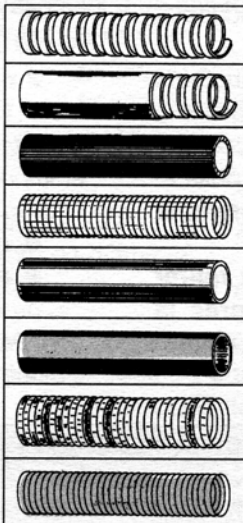
- **Code UTE** (Union Technique de l'Electricien) code français qui est le plus ancien.
- **Code CEI** (Commission Electrotechnique Internationale) code international qui remplace progressivement le code UTE.

Les conduits, selon le code CEI, ont pour référence leur diamètre extérieur : 16, 20, 25, 32, 40, 50 ou 63.

Selon le code UTE, ils portent un nombre de deux chiffres appelé numéros de référence des conduits : 9, 11, 13, 16, 21, 29, 36 ou 48.

La désignation est complétée éventuellement par six chiffres relatifs à des propriétés électriques, mécaniques, et chimiques (voir figure de codification des conduits).

Codification des conduits usuels suivant les deux codes (voir tableau suivant)

CEI	CODE CONFORME À UNE PUBLICATION INTERNATIONALE	TYPE DE CONDUITS	CODE CONFORME À UNE PUBLICATION NATIONALE	UTE						
● STRUCTURE DU CODE DE LA CEI NF-USE XX (IRO) 305 ● Marque de conformité ● Diamètre extérieur en mm : 16, 20, 25, 32, 40, 50 ou 63 ● 3 lettres : Nature du conduit, ● 3 chiffres : ● 1^{er} chiffre : contrainte mécanique 3 = moyenne 5 = très forte ● 2^e et 3^e chiffres : tenue aux températures : 00 : pas d'exigence particulière ICO ou non applicable MRB 05 : utilisation de -5°C à + 60°C IRO, ICD 90 : utilisation de -5°C à +60°C temporaire jusqu'à 90°C pour ICD et ICT en préfabrication. ● EXEMPLES DE DÉSIGNATIONS NORMALISÉES NF-USE XX(MRB) 500 NF-USE XX(ICO) 300 NF-USE XX(ICD) 390* NF-USE XX(ICD) 390* NF-USE XX(ICT) 390 NF-USE XX(ICT) 390		 ISOLEMENT I = Isolant M = Métallique MISE EN ŒUVRE C = Cintrable R = Rigide S = Souple RÉSISTANCE À L'ECRASEMENT B = Blindé D = Déformable O = Ordinaire T = Transversalement élastique. 	● STRUCTURE DU CODE DE L'UTE NF-USE-IR05-PE XX 000 ● Marque de conformité ● 3 lettres : Nature du conduit ● 1 chiffre : 5, 6, 7, 9, selon le degré de résistance mécanique ● 1 ou 2 lettres : P : non propagateur de la flamme, E : étanche. ● 2 chiffres : référence du conduit : 11, 13, 16, 21, 23, 29, 36 ou 48. ● 3 chiffres : identification du constructeur. NF-USE-MSB7-PXX000 NF-USE-MSB7-PEXX000 NF-USE-MRB9-PE XX000 NF-USE-ICO5-PE XX000 NF-USE-ICD6-PE XX000 NF-USE-ICD6-E XX000 NF-USE-ICT6-PE X000 NF-USE-ICT6-E XX000							
* ou 305 suivant la température limite admissible ● CRITÈRES COMPLÉMENTAIRES ÉVENTUELLEMENT APPLICABLES : suivant 6 chiffres <table><tr><td>1^{er} chiffre : Aptitude à la flexion 1 = rigide 2 = cintrable 3 = déformable ou transversalement élastique</td><td>2^e chiffre : Continuité électrique 1 = continuité électrique 2 = isolation supplémentaire</td><td>3^e chiffre : Résistance à la pénétration de l'eau. 8 = protection contre l'immersion</td><td>4^e chiffre : Résistance à la pénétration des corps solides 6 = protection totale contre la poussière</td><td>5^e chiffre : Résistance à la corrosion 0 = non applicable 3 = moyenne</td><td>6^e chiffre : Résistance au rayonnement solaire 0 = (à l'étude).</td></tr></table> DÉSIGNATIONS : CEI ● pour un diamètre de 40 mm : NF-USE40 (IRO) 305/128600 UTE ● pour la référence 21 : NF-USE-IR05-PE 21...					1 ^{er} chiffre : Aptitude à la flexion 1 = rigide 2 = cintrable 3 = déformable ou transversalement élastique	2 ^e chiffre : Continuité électrique 1 = continuité électrique 2 = isolation supplémentaire	3 ^e chiffre : Résistance à la pénétration de l'eau. 8 = protection contre l'immersion	4 ^e chiffre : Résistance à la pénétration des corps solides 6 = protection totale contre la poussière	5 ^e chiffre : Résistance à la corrosion 0 = non applicable 3 = moyenne	6 ^e chiffre : Résistance au rayonnement solaire 0 = (à l'étude).
1 ^{er} chiffre : Aptitude à la flexion 1 = rigide 2 = cintrable 3 = déformable ou transversalement élastique	2 ^e chiffre : Continuité électrique 1 = continuité électrique 2 = isolation supplémentaire	3 ^e chiffre : Résistance à la pénétration de l'eau. 8 = protection contre l'immersion	4 ^e chiffre : Résistance à la pénétration des corps solides 6 = protection totale contre la poussière	5 ^e chiffre : Résistance à la corrosion 0 = non applicable 3 = moyenne	6 ^e chiffre : Résistance au rayonnement solaire 0 = (à l'étude).					

V. Les différents types de conduits non ouvrables

V.1 Conduits rigides « métalliques »

➤ Définition :

Ils sont constitués par des tubes en acier émaillé intérieurement et extérieurement, en général soudé selon une génératrice.

➤ Désignation :

Exemples :

CODE CEI: **NF-USE XX (MRB) 500/.....**

CODE UTE: **NF-USE-MRB9-PE XX...**

➤ Emplois

Ils s'utilisent bien dans les installations industrielles avec risques de chocs mécaniques

➤ Accessoires (voir figure 5.1)

L'installation de ces canalisations nécessite un certain nombre d'accessoires, parmi lesquels on remarque :

- | | |
|-------------------|--------------------------------------|
| 1) Equerre; | 4) coudes normaux Fileté manchonné ; |
| 2) Té ; | 5) embout bakélite non fileté; |
| 3) Les manchons ; | Les boîtes de dérivations ; |
| | Les réducteurs et amplificateurs ; |

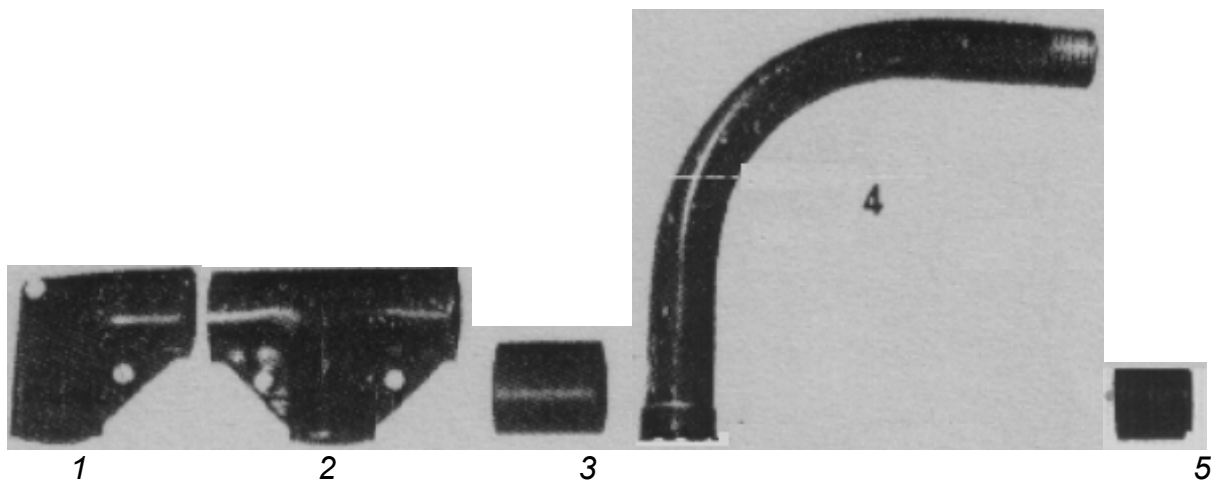


Figure 5.1 - Les accessoires des conduits rigides "métalliques" :

➤ Désignation des accessoires

Ils se désignent par :

leur appellation propre, la nature du métal, Le diamètre de référence du tube auquel ils se raccordent

V.1.1 Travail des conduits rigides métalliques

Le travail des canalisations de type MRB fait appel à des opérations de coupe, d'ébavurage, de cintrage, de filetage, de pose.

Pour chaque opération on utilise des outils adaptés.

a) La coupe :

Elle s'effectue à la scie à métaux ou au coupe - tube à mollette. .

Pour maintenir un tube en position sans le déformer, on le serre dans un étau spécial dit "étau à tube" (voir figure 5.2)

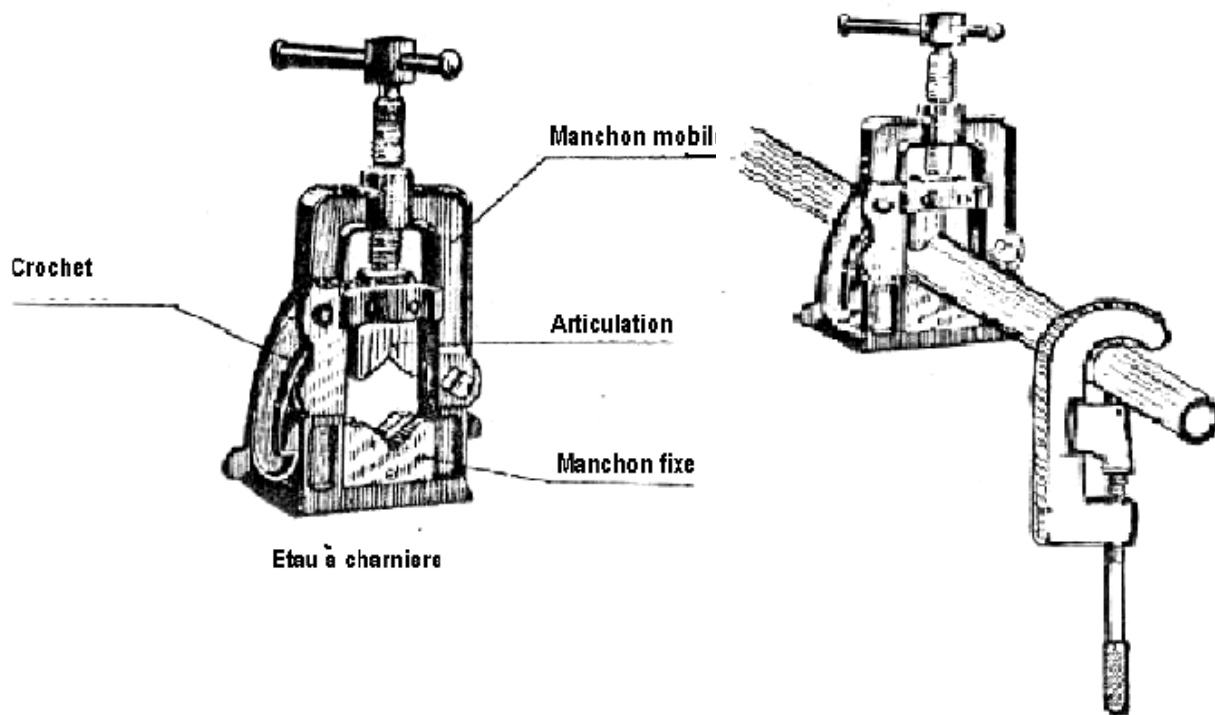


Figure 5.2 – Etau à tube et coupe-tube

b) Cintrage du tube acier :

➤ Définition

C'est une opération par laquelle on modifie la forme du tube pour l'adapter à des parcours non rectilignes.

➤ Méthode d'exécution

Le cintrage du tube s'effectue au moyen d'une cintrouse en respectant pour chaque diamètre de tube un minimum de courbure, indiqué dans le tableau suivant :

Numéros de référence	Rayon minimum de courbure en (mm)
9	90
11	110
13	120
16	135
21	170
29	300
36	250
48	300

NOTA : Le cintrage doit s'effectuer en plaçant la soudure du tube à l'intérieure du coude.

➤ **Cintrage à la main**

Il ne s'effectue que sur les tubes de petits diamètres. Il peut s'exécuter :

- **A l'aide de porte-galet ou sabot à cintrer :** (voir figure 5.3)

Il peut être fixé sur l'établi pliant ou sur l'établi de monteur.

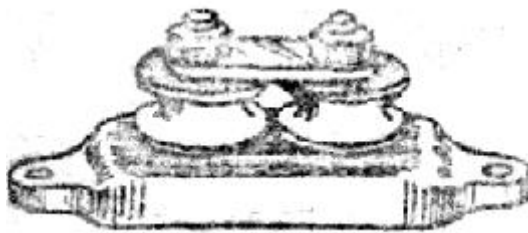


Figure 5.3 – Sabot à cintrer

- **Sur une forme**(voir figure 5.4)

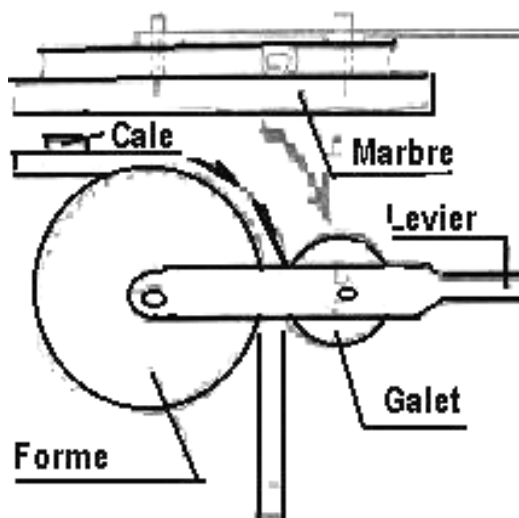


Figure 5.4 – Forme

➤ **Cintrage à la machine :**

- **Cintreuse hydraulique :** (voir figure 5.5)

Les appareils à cintrer existent en plusieurs modèles, parmi les plus utilisées : machines agissant par poussée dite aussi cintreuse hydraulique.

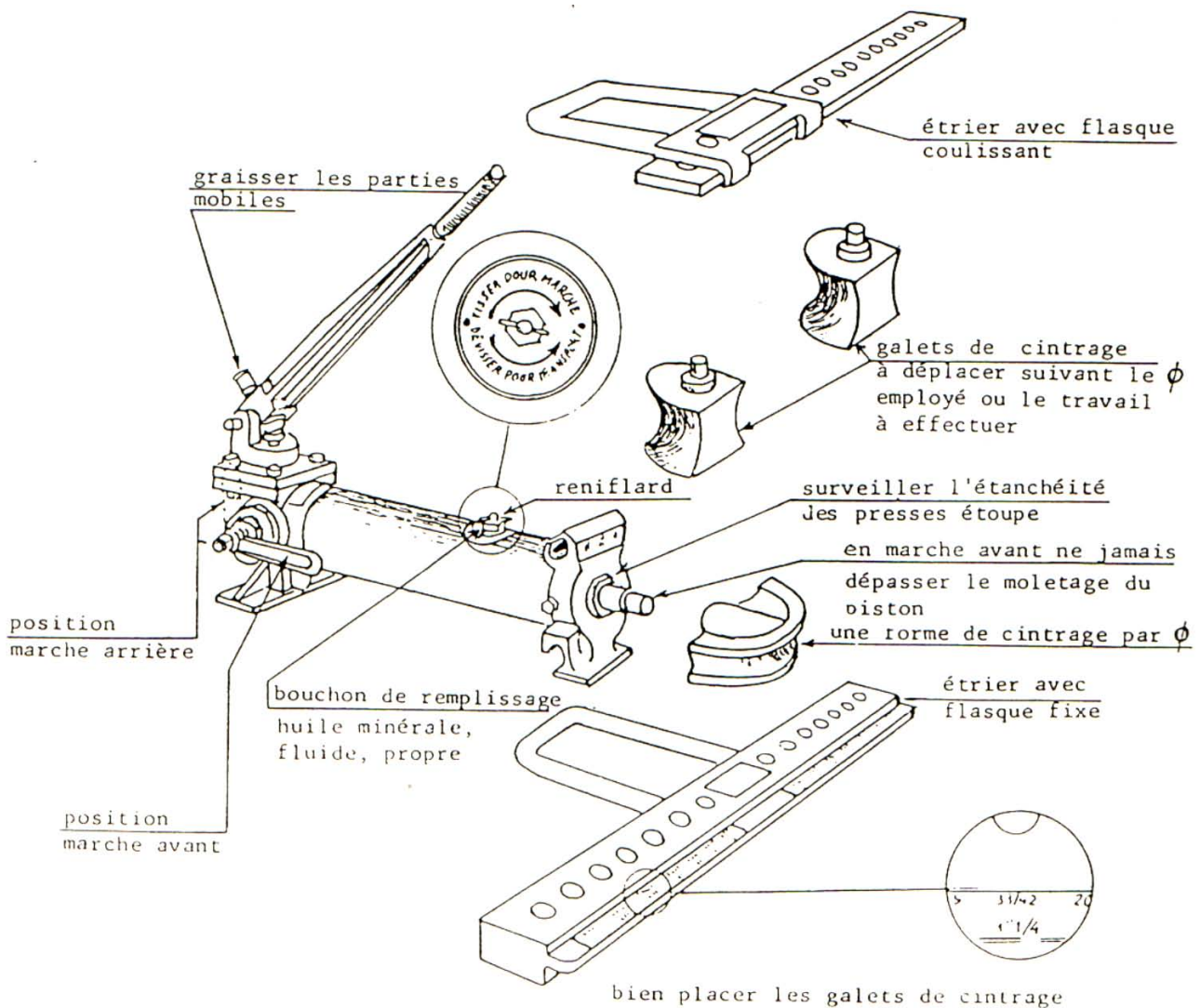


Figure 5.5 – Cintreuse hydraulique

- **Traçage des tubes cintrés à la machine par calcul**

C'est une méthode de traçage employée pratiquement pour obtenir un tube cintré à 90° aux cotes désirées

Méthode de traçage d'un tube cintré à 90°

Avec les machines travaillant par poussée, le milieu de la forme doit correspondre avec le milieu du coude, c'est à dire le milieu de développement du coude avant cintrage. Il faut donc repérer celui ci d'où le calcul suivant pour le coude à 90°

Développement du tube

$$\text{La longueur du tube } L = L1 + LC + L2$$

CALCUL DE LA LONGUEUR A CINTRER (LC)

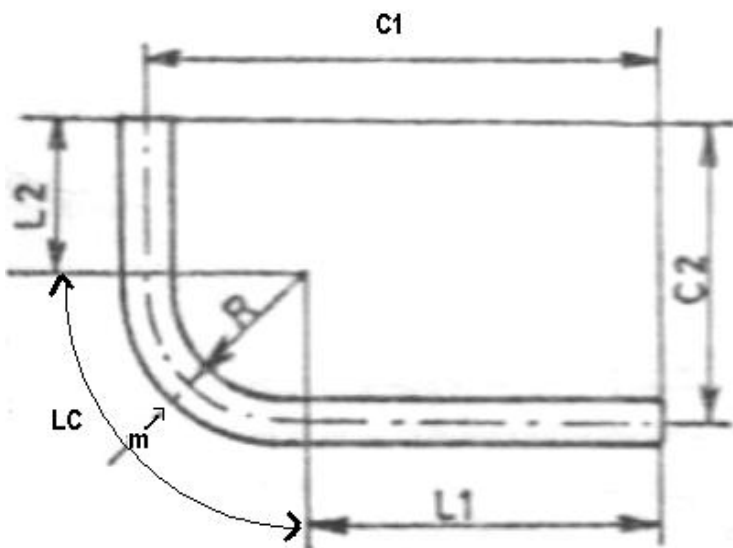
$$LC = 2 \times \pi \times \frac{R}{4} \quad LC = 1,57 \times R \quad R = \text{rayon de cintrage (en mm)}$$

CALCUL DES PARTIES DROIT (NON-CINTRÉES)

$$L1 = C1 - R$$

$$L2 = C2 - R$$

$$\text{La longueur du tube } L = L1 + 1,57 \times R + L2$$



R = rayon de cintrage
(en mm)

Repérer le milieu de la partie à cintrer (m)

Exemple : Déterminer la longueur L d'un tube cintré à 90°, diamètre de référence 13

Avec $C1 = 2,5$ m et
 $C2 = 1,5$ m

Solution : $L = L1 + LC + L2$

$$L1 = C1 - R = 2500 - 120 = 2380 \text{ mm}$$

$$L2 = C2 - R = 1500 - 120 = 1380 \text{ mm}$$

$$LC = 1,57 \times R = 1,57 \times 120 = 188,40 \text{ mm}$$

$$\text{Long. du développement} = 2380 + 188,40 + 1380 = 3948,40 \text{ mm}$$

c) Filetage du tube acier

➤ **Définition :**

Le filetage à la main consiste à exécuter des filets à la forme triangulaire sur une surface cylindrique à l'aide d'un outil appelé filière.

➤ **Méthode d'exécution :**

Pour raccorder les tubes entre eux ou avec les appareils, leurs extrémités doivent être filetées de manière appropriée aux diamètres des appareils de raccordement.

➤ **Filières :**

- **Filières à coussinets** : (voir figure 5.6)

sont montées dans des portes filières, qui reçoivent deux manches de manœuvres démontables.

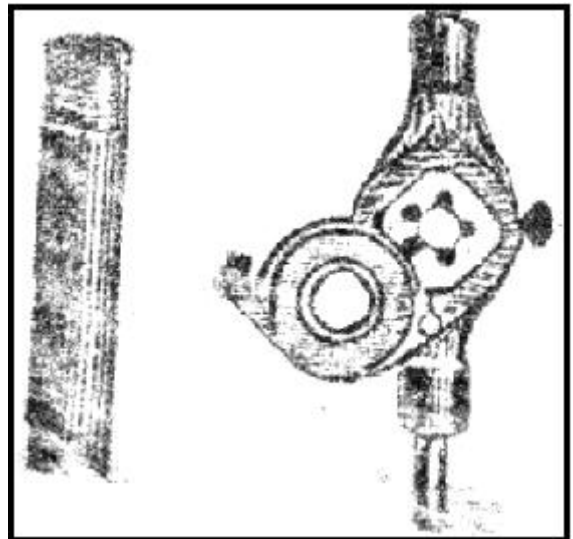


Figure 5.6 – Filières à coussinets

- **Filières à peines ajustables** :

Elles permettent de fileter les diamètres de tubes de 9 à 21 avec une même cage et d'effectuer l'opération en plusieurs passes par réglage de la pénétration des peignes.

L'ouverture et la fermeture de la filière sont obtenus par un seul geste de faible amplitude. Le réglage de la filière à la dimension à fileter s'effectue par simple positionnement du plateau par rapport à un repère à 3 graduation (normal, faible, fort).

Les peignes peuvent être réaffûtés.

V.2 Conduits rigides "non-métalliques"

(voir figure 5.7)



Figure 5.7-Tube rigide IRO

- **Définition :**

Ce sont des tubes qui ont l'avantage d'être isolants et inflammables. Ils protègent les conducteurs contre les risques divers.

- **Constitution :**

Les conduits isolants de type IRO sont constitués par une matière thermoplastique en général (PCV), la couleur des tubes varie avec les produits utilisés. L'épaisseur varie avec le diamètre.

- **Désignation :**

Exemple

CODE **CEI** Pour un diamètre de 40 mm : **NF-USE40 (IRO) 305/128600**

CODE **UTE** Pour la référence 21 : **NF-USE-IRO5-PE 21...**

- **EMPLOI :**

Ils sont interdits dans les locaux présentant des risques mécaniques et des risques d'incendie et d'explosion. Ils doivent être installés dans des locaux contenant des vapeurs corrosives, ou dans des locaux humides, ces conduits peuvent être apparents ou encastrés

- **Accessoires :** (voir figure 5.8)

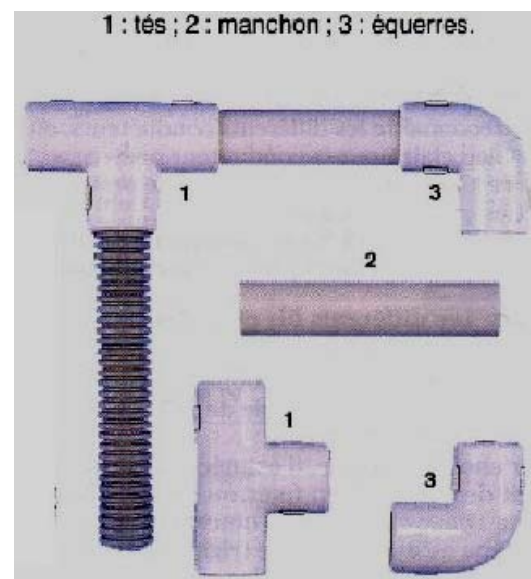
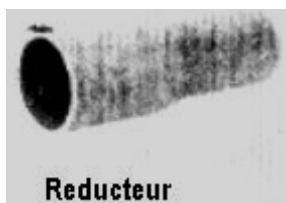
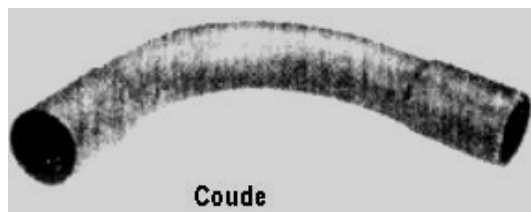


Figure 5.8 - Accessoires des conduits rigides non métalliques

Pour le raccordement de ces conduits on utilise des accessoires en matière isolante et sont lisses ou fileté. On trouve les équerres, les tés ouvrables, les coudes, les réducteurs, les boîtes de dérivation, les manchons et les bouchons.

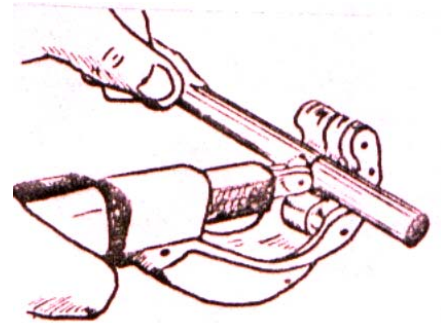
V.2.1 Travail des conduits rigides non-métalliques

Le travail des canalisations de type IRO fait appel à des opérations de coupe, d'ébavurage, de cintrage, de filetage, de pose.

Pour chaque opération on utilise des outils adaptés.

a) Coupe :

S'effectue à la scie à métaux ou au coupe-tube à mollette.



b) Façonnage des emboîtements :

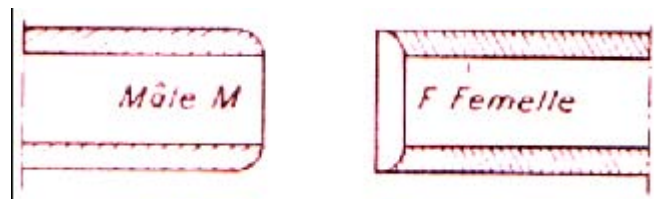
Les extrémités sont façonnées de manière à former un collet.



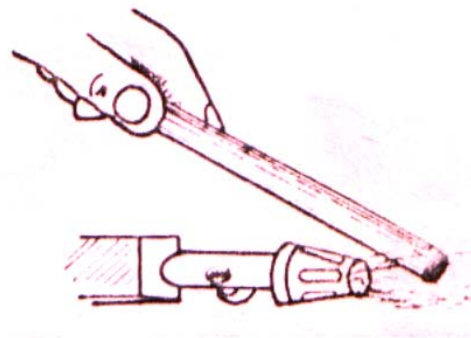
Manchonnage des tubes

Procédé :

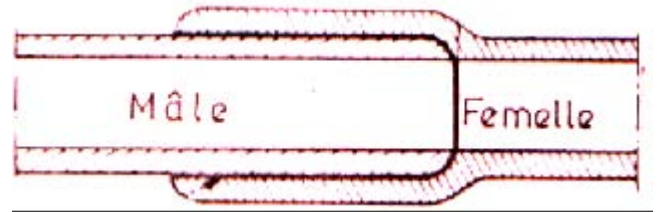
- Chanfreiner à la lime les extrémités des tubes.



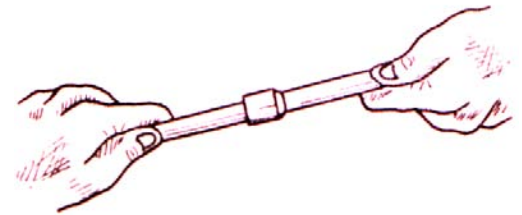
- Chauffer l'extrémité à façonner en déplaçant la flamme pour éviter de brûler le tube.



- Enfoncer à force l'extrémité d'un autre tube dans celui à façonner



- Refroidir l'emboîtement.
- Retirer le tube de l'évasement et vérifier l'emboîtement
- Préparer les surfaces devant venir en contacts c'est à dire les nettoyer, les enduire de colle spéciale si c'est nécessaire.
- Enfoncer les bouts dans l'emboîtement



V.3 Conduits flexibles "métalliques"

(voir figure 5.9)

- **Définition :**

Les tuyaux métalliques flexibles sont des conduits souples et cintrables, ils ont une protection mécanique ordinaire ou blindé.

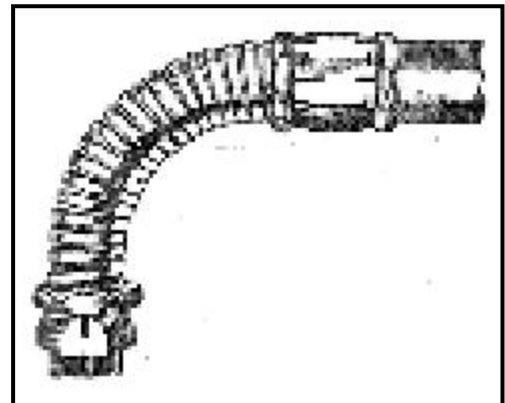


Figure 5.9 – Conduits flexibles « métallique »

- **Constitution :** (voir figure 5.10)

Ils sont Constitués par :

- Une enveloppe extérieure métallique (1), en Feuillard d'acier plombé, enroulée en hélice, et plissée pour obtenir la souplesse désirée;
- Une enveloppe métallique intérieure (2), de même nature et même forme.
- Une enveloppe isolante (3), fourreau protecteur composé de plusieurs bandes de papier imprégné qui est placée entre les enveloppes métalliques ;
- Parfois, une gaine extérieure (4) généralement en PVC, assurant la protection contre les agents chimiques.

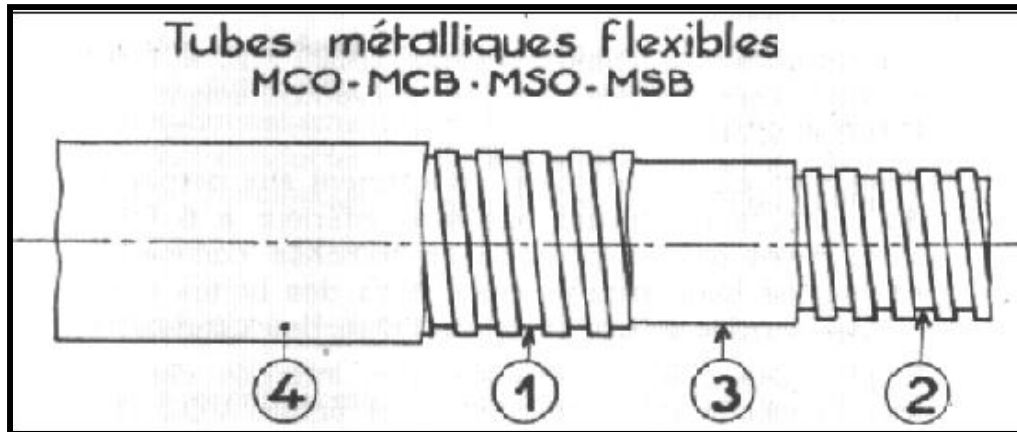


Figure 5.10 – constitutions d'un conduit flexible « métallique »

- **Désignation :**

Exemple :

NF-USE-MSB7-P XX...

NF-USE-MSB7-PE XX...

- **Accessoires :** (voir figure 5.11)

Le tube MSB est souvent utilisé avec des conduits rigides types MRB.

Les seuls accessoires utilisés sont :

- 1) Embout ordinaire
- 2) Embout "Judo"

- 3) Manchon ordinaire
- 4) Manchon "Judo"

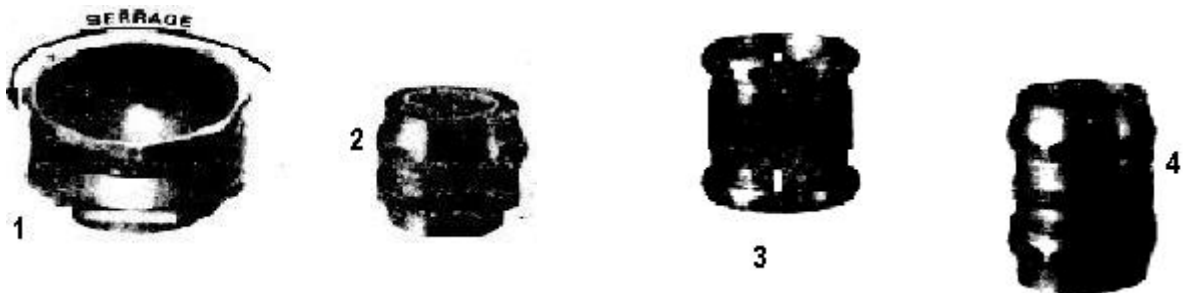


Figure 5.11 – Les accessoires d'un conduit flexible « métallique »

- **EMPLOIS :**

Les tuyaux métalliques flexibles sont utilisés dans les installations industrielles apparentes avec des constituants mobiles ou nécessitant des coudes nombreux, ou des parcours sinueux. Ils sont admis sous réserve dans les locaux temporairement humides. Par contre ils conviennent très bien dans les locaux poussiéreux, présentant des risques mécaniques

V.4 Conduits flexibles "non métalliques "

(voir figure 5.12)

Les gaines souples ICO, ICT, ICD sont les gaines les plus utilisées.

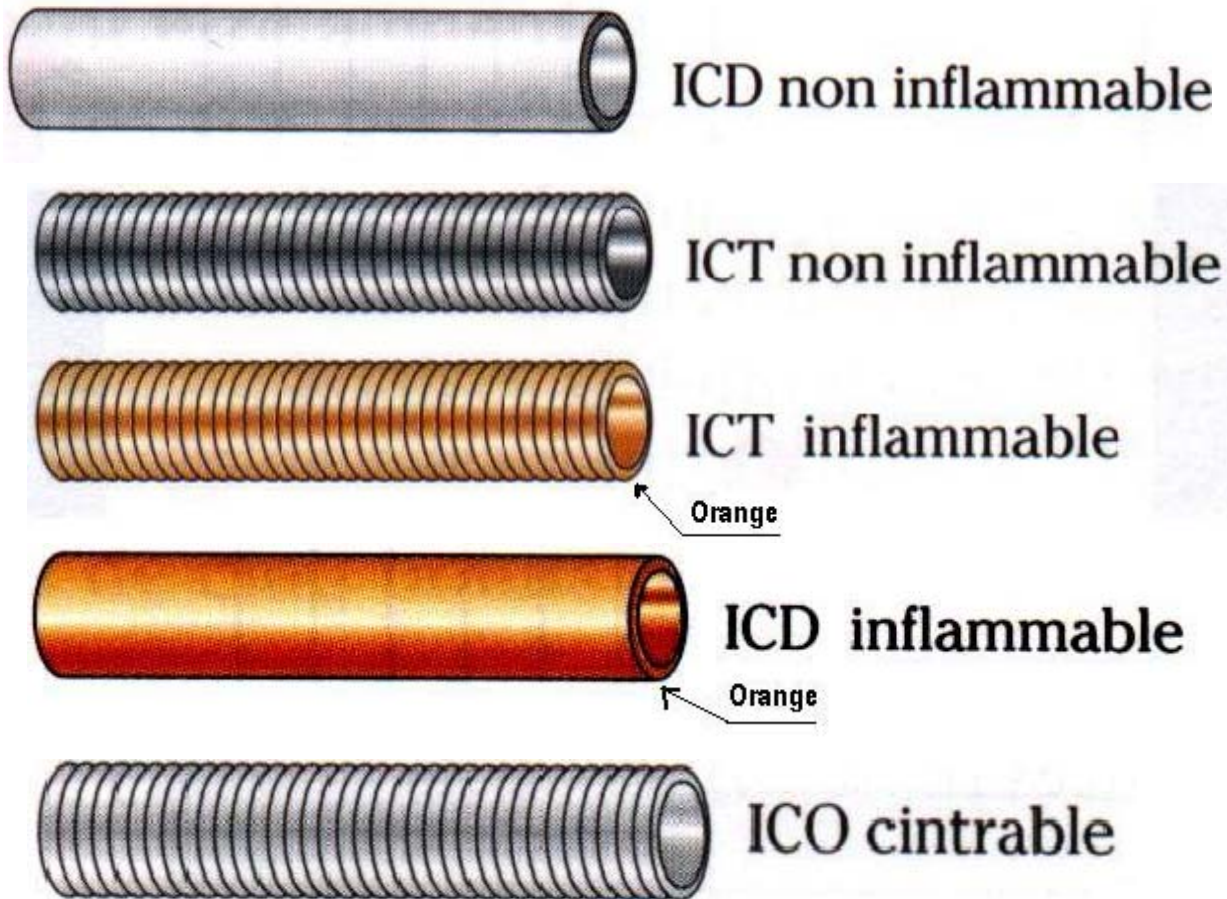


Figure 5.12 – Conduits flexibles "non métalliques "

- **Définition :**

Ce sont des tuyaux isolants flexibles souples ou cintrables, ils peuvent être lisses ou annelés

- **Constitution :**

Les conduits de type ICD sont en polyéthylène. Les conduits ICO et ICT sont constitué par du (PCV) en forme d'anneau

- **Désignation :**

Exemples

CODE CEI:	NF-USE XX (ICO) 300/228600	NF-USE XX (ICD) 390/328600
CODE UTE:	NF-USE-ICO5-PE XX...	NF-USE-ICD6-PE XX...