



**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**

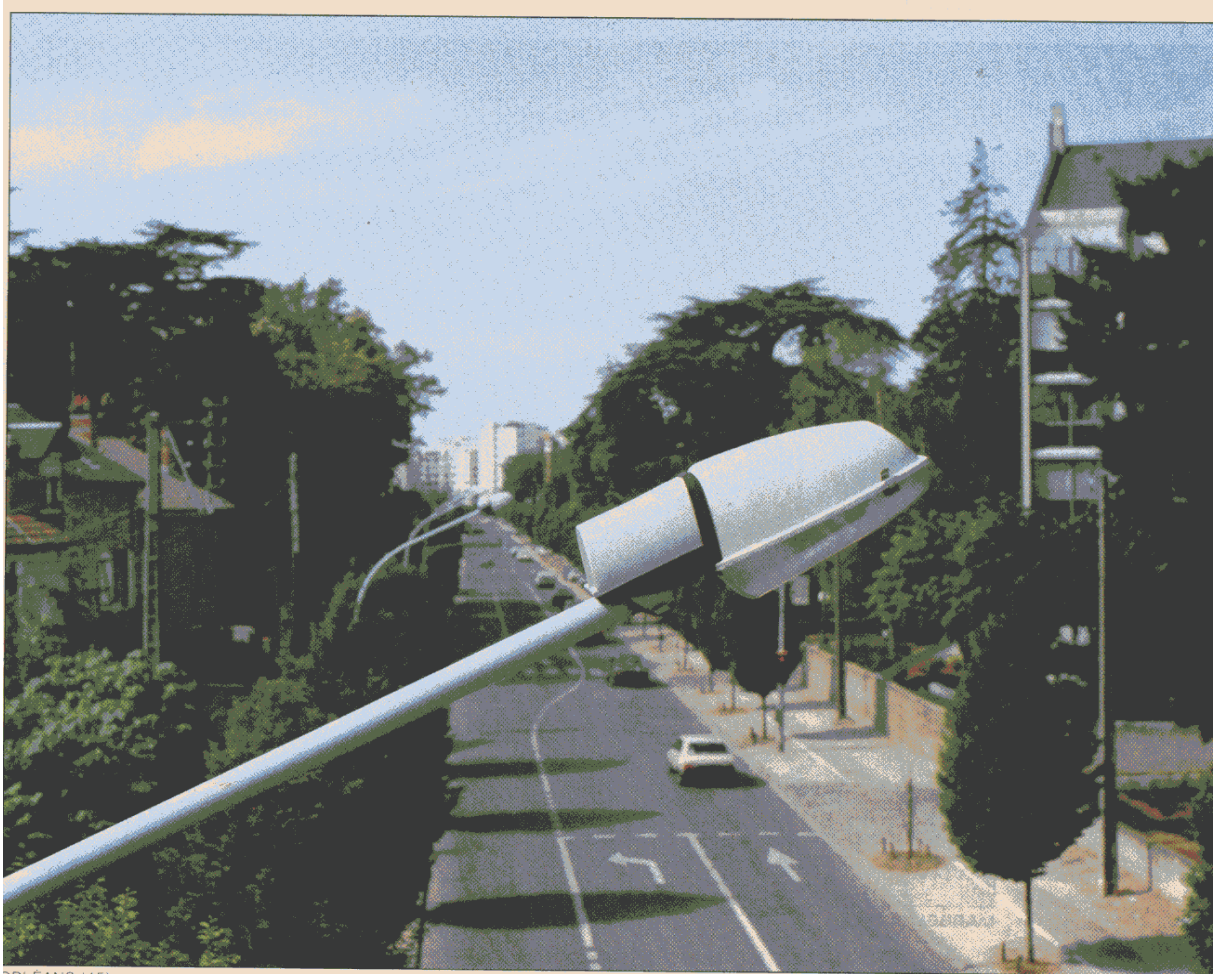
**MODULE N°:13**

**POSE DE SYSTÈME**  
**D'ÉCLAIRAGE PUBLIQUE**

**SECTEUR : GÉNIE ÉLECTRIQUE**

**SPECIALITE : ÉLECTRICITÉ DE RESEAUX**

**NIVEAU : QUALIFICATION**



**Document élaboré par :**

**Nom et prénom**  
**CHELARU RADU**

**EFP**  
**CDC GENIE**  
**ELECTRIQUE**

**DR**  
**DRGC**

**Révision linguistique**

-  
-  
-

**Validation**

-  
-

## **SOMMAIRE**

	<b>Page</b>
<b>Présentation du module</b>	3
<b>RESUME DE THEORIE</b>	8
I Conception	9
II Dispositions constructives	11
II.1 Type de support	11
II.2 Amarrage de la ligne M.T	11
II .3 mise en place et accrochage du transformateur	13
III Installation électrique	15
III.1 Schéma unifilaire d'un poste type h-61	15
III.2 Isolement des circuits BT	16
III.3 Coffret du disjoncteur à basse tension	16
III.4 Dispositif de manœuvre du disjoncteur	16
III.5 Départ basse tension	17
III.6 Plat forme de manœuvre	21
III.7 Mises à la terre	21
III.8 Accessoires divers	24
IV Caractéristiques des matériels	24
IV. 1 Transformateur	24
IV.2 Disjoncteur BT	24
IV.3 Câbles BT	25
<b>GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES</b>	26
I TP1-Interpretation d'un plan d'un poste de transformation type poteau	27
II TP2-Interpretation d'un schéma unifilaire d'un poste de transformation type poteau	29
III TP3-Installation d'un transformateur type poteau	31
IV YP4-Installation d'un disjoncteur type poteau	34

## MODULE 13 : POSE DE SYSTEME D'ECLAIRAGE PUBLIQUE

Code :

Durée : 45 h

### OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

#### COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **effectuer la pose de systèmes d'éclairage public** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

#### CONDITIONS D'ÉVALUATION

- Travail individuel.
- À partir de directives :
- À l'aide :
  - 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 techniques de travail.
- Respect du plan et conditions techniques.
- Précisions et coordination des manœuvres au sol et sur le support.
- Précisions et clarté 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**

**CRITÈRES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. Lire les plans et schémas.                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Compréhension nette des schémas de raccordements.</li><li>- Précision de la lecture du schéma unifilaire.</li><li>- Lecture précise des plans d'assemblage des lampes.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| B. Planifier le travail.                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>- Respect des directives reçues.</li><li>- Détermination précise du matériel de l'outillage et de l'équipement.</li><li>- Prise en considération des règles de sécurité.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| C. Rassembler le matériel, l'outillage et l'équipement                                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Rassemblement et vérification corrects de l'ensemble du matériel, de l'outillage et de l'équipement.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| D. Effectuer le travail. <ul style="list-style-type: none"><li>• au sol ;<ul style="list-style-type: none"><li>- préparer les pièces.</li></ul></li><br/><li>• seconder la personne qui travaille sur le support.</li><br/><br/><li>• poser le conducteur d'alimentation.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Assemblage de la lampe :<ul style="list-style-type: none"><li>• fixation de la tête sur les bras;</li><li>• filage de la lampe.</li></ul></li><br/><li>- Positionnement approprié dans l'aire d'assemblage.</li><li>- Pièce solidement attachée et stable au moment du levage et de la descente.</li><li>- Délai de réponse convenable aux besoins exprimés par son coéquipier.<ul style="list-style-type: none"><li>• hauteur ;</li><li>• angle;</li></ul></li><br/><li>- Choix judicieux du conducteur.</li><li>- Choix judicieux de la pose du conducteur :<ul style="list-style-type: none"><li>• avec poulies ;</li><li>• au sol.</li></ul></li><li>- Réglage selon la charte.</li></ul> |

(à suivre)

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT(suite)

**PRÉCISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

- sur le support installer la lampe et la brancher au circuit d'alimentation ;
  
- Procéder à la vérification du système d'éclairage.
  
- Procéder au démantèlement du support.
  
  
- E. Libérer l'aire du travail et ranger le matériel, l'outillage et l'équipement.

**CRITÈRES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

- Installation appropriée du câble de service
- Posture de travail appropriée au manœuvre de réceptions, d'alignement et de fixations des pièces.
- Installation des pièces.
  - précision sur la hauteur et l'orientation de lampe ;
  - précision du raccordement du conducteur de malt et l'alimentation ;
  
- Vérification :
  - tension ;
  - ampérage ;
  - ouverture et fermeture de la cellule photoélectrique ;
  
- Installation appropriée des câbles aux points de fixations.
- Pièces solidement attachées et stables au moment de la descente.
  
- Au sol.
  
- Propreté des élingues et des câbles.
- Enroulement approprié des câbles.
- Aire de travail dégagé et propre.
- Propreté et ordre.
  - du matériel, de l'outillage et de l'équipement ;
  - du lieu de l'entreposage.

## 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 lire les plans et schémas (A) :

1. Identifier les systèmes d'éclairages couramment utilisés.
2. Identifier sur les plans et schémas les symboles normalement utilisés sur l'éclairage de rues.
3. Identifier les types de raccordements internes et externes des lampes de rues.

### Avant d'apprendre à planifier le travail (B) :

4. Identifier les composantes des lampes de rues.
5. Identifier les outils associés au raccord des lampes de rues.
6. Identifier les méthodes de vérifications et d'entretien des lampes de rues.

***Module 13: POSE DE SYSTEME  
D'ECLAIRAGE PUBLIQUE***

***RESUME THEORIQUE***

# 1. NOTIONS D'ECLAIRAGE PUBLIC

## 1.1. INTRODUCTION

### Historique

Comme celles de l'éclairage intérieur, les techniques de l'éclairage des voies publiques ont subi depuis un demi-siècle d'incessantes évolutions dues à l'accroissement des performances des lampes et des luminaires, aux améliorations continues des moyens d'investigation des besoins de l'utilisateur et au progrès des méthodes de calcul.

Si le rôle de cet éclairage s'est longtemps borné à "repousser les ténèbres de la nuit", on vit apparaître dès 1940 des recommandations visant à assurer une certaine uniformité d'éclairage, source de sécurité pour le trafic automobile de l'époque. Les textes réglementaires suivants les faits, c'est en 1965 que la Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E.) publia une méthode, dite du rapport R, où la notion d'éclairage céda le pas à celle de luminance moyenne de la chaussée en faisant intervenir le phénomène de contraste et donc de perception visuelle.

Les recherches statistiques et expérimentales se poursuivant, les critères de confort des installations se sont précisés, et en 1975, la C.I.E. a publié une méthode, dite "des luminances ponctuelles" où les calculs point par point, effectués par ordinateur pour une installation donnée, permettent de vérifier la qualité de l'éclairage réalisé. L'intervention de coefficients de clarté  $Q_0$  et de spécularité  $S_1$  et  $S_2$ , dépendant à la fois de l'indicatrice de diffusion du luminaire, de la nature précise du revêtement de la chaussée, de la position de l'observateur et du point qu'il regarde, fait que cette méthode est surtout utilisée par les bureaux d'études

Dans ce chapitre, on se limitera à la méthode du rapport R qui reste néanmoins à la base de tout avant-projet et suffit dans la majorité des implantations classiques.

### Les principes de base

Les critères de qualité en éclairage routier doivent essentiellement permettre une perception visuelle rapide, précise et confortable.

A ce titre, on retiendra :

- **le niveau moyen de la luminance** de la chaussée, observée par un automobiliste regardant la route à une centaine de mètres devant lui, par temps sec. Le niveau requis dépend essentiellement de la nature de la voie (trafic, vitesse, zone urbaine ou rurale, etc.) et s'entend dans les conditions normales de service. La surface de la route à prendre en considération est

celle observée sous des angles de  $0,5^\circ$  à  $1,5^\circ$ , s'étendant de 60 à 170 m devant l'observateur (figure 1.1) .

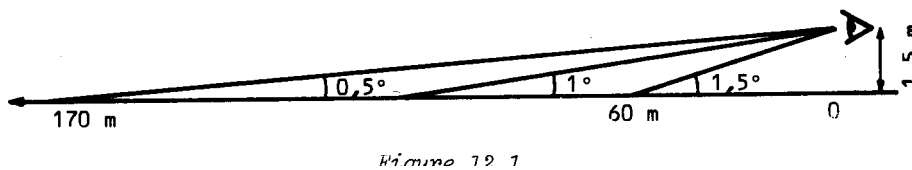


Figure 1.1.

- **l'uniformité de la répartition apparente des luminances**, relevées en différents points de la surface précédente. Les luminances n'étant pas identiques dans toutes les directions (la réflexion n'est pas orthotrope mais mixte), il importe de préciser la géométrie de la "maille" des relevés.

On adopte généralement, par voie de circulation, deux points de mesure dans le sens transversal et un sous multiple, voisin de 5 mètres, de l'espacement entre candélabres pour le nombre de mesures dans le sens longitudinal.

- **la limitation de l'éblouissement**, source de gêne et de fatigue, dû au nombre et à l'aspect des luminaires apparaissant dans le champ de vision, en corrélation avec la luminance moyenne de la route.

On définit alors un "indice d'éblouissement" G (Glare index), noté sur une échelle de 1 (intolérable) à 9 (imperceptible) qu'il faut maintenir au moins au niveau de 5 (juste admissible)

- **l'efficacité du guidage visuel**, fonction de la position des foyer: dans les courbes, de la nature des sources sur un itinéraire, de la pré signalisation des endroits difficiles (ronds-points, péages, carre- fours, etc.) ainsi que les abords de la chaussée.

### Les classes d'éclairage

Pour les voies à important trafic automobile, la C.I.E. a défini cinq classes d'éclairage en les affectant de valeurs minimales satisfaisantes pour la qualité du service (**tableau 1.1**) .

Il va de soi que, suite au vieillissement de l'installation, le projeteur devra majorer les niveaux moyens de luminance à la mise en service comme il l'a fait dans le cas de l'éclairage intérieur.

Il est à noter. la différence de formulation des coefficients d'uniformité : une valeur de  $U_0$  de 0,4 peut assurer une perception visuelle correcte tout en gardant à l'aspect de la chaussée une zébrure dite "effet d'échelle". Si l'uniformité longitudinale  $U_1$  dépasse 0,7 cet effet cesse d'être gênant.

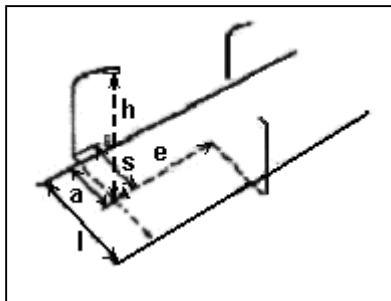
Tableau 1.1

Classe	Type de voie	Abords	$L_{moy}$ cd/m <sup>2</sup>	Uniformité générale $U_0 = \frac{L_{min}}{L_{moy}}$	Uniformité longitudi- nale $U_1 = \frac{L_{min}}{L_{max}}$	Indice de confort G
A	Autoroutes Routes express		2	0,4	0,7	6
B	Grand routes Radiales	clairs sombres	2 1 à 2	0,4	0,7	5 6
C	Urbaines ou non importantes présence de pié- tons	clairs sombres	2 1	0,4	0,7	5 6
D	Rues importantes Rues commerçantes	clairs	2	0,4	0,7	4
E	Voies de desserte	clairs sombres	1 0,5		0,5	4 5

## 1.2.LA HAUTEUR DU FEU

Du fait de la réflexion non orthotrope des revêtements de chaussée, on ne peut établir à priori de corrélation entre les luminances et les éclairagements horizontaux au sol. Cependant l'expérience a montré que, pour des appareils à répartition symétrique de la lumière, l'uniformité de luminance dépendait de la géométrie de l'implantation et que la luminance moyenne était sensiblement liée à l'éclaircement moyen à type d'appareil et revêtement de chaussée donnés.

Les paramètres caractéristiques d'une implantation sont définis par la **figure 1.2** :



**h** : hauteur du feu

**l** : largeur de la chaussée

**e** : intervalle entre deux luminaires consécutifs

**s** : saillie du feu par rapport au pied du candélabre

**a** : avancée du feu par rapport au bord de la chaussée

(positive dans le cas de la figure)

**Figure 1.2**

La disposition des appareils peut être :

- unilatérale

C'est le cas des chaussées relativement étroites, ou bordées d'arbres sur un côté, ou présentant une courbure, auquel cas l'implantation se fera à l'extérieur de la courbe afin d'assurer un guidage visuel permettant d'apprécier l'importance du virage (**figure 1.3 a**) :

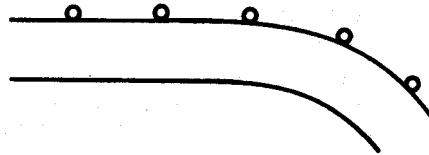


Figure 1.3.a

L'uniformité transversale de luminance sera assurée pour des valeurs plus grandes que 1 .

**- en quinconce**

Pour les chaussées à double sens de circulation, l'uniformité générale d'éclairage sera meilleure, mais il faut veiller à éviter l'aspect de serpentement nuisible à la conduite (**figure 1.3.b**)

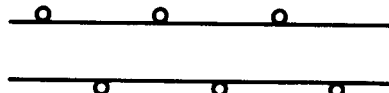


Figure 1.3.b

L'uniformité transversale de luminance nécessite des hauteurs de telles que :  $h$  est plus grande que  $2/3 l$

**- en opposition**

Pour les chaussées très larges ou lorsque l'on est tenu de respecter une certaine hauteur de feu (**figure 1.3.c**) .

L'uniformité transversale de luminance nécessite cependant une hauteur  $h$  plus grande que  $0,5 l$

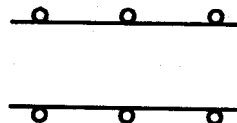


Figure 1.3.c

**- axiale**

Utilisée dans le cas des chaussées doubles à terre-plein central, cette implantation permet de n'utiliser qu'un fût pour deux crosses, ce qui simplifie également l'alimentation électrique (**figure 1.3.d**) .

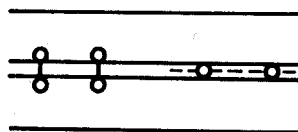


Figure 1.3.d

Dans l'alimentation par caténaies, les luminaires sont suspendus axialement à des câbles d'acier tenus par des mâts supports assez espacés. Cette disposition, assurant un excellent guidage visuel et très peu d'éblouissement a de la peine à s'installer, bien que très utilisée dans l'Europe, sans doute à cause de l'effet esthétique diurne des caténaies. Il reste à noter que les travaux d'entretien seront ici source de gêne pour la circulation, par le stationnement des véhicules nacelles élévatrices.

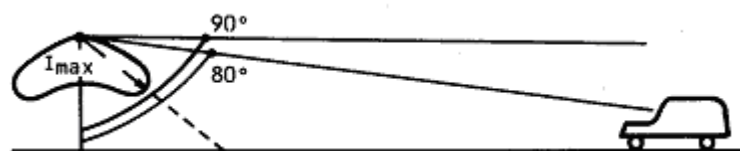
### 1.3. ESPACEMENT

C'est le respect de l'uniformité longitudinale de luminance qui préside au choix de l'espacement entre deux appareils consécutifs, selon la hauteur du feu  $h$  et les indicatrices d'émission du luminaire.

Ces surfaces, à forme de "haricot" présentant généralement un plan de symétrie transversal à l'axe de la chaussée, ont permis de classer les appareils en trois grandes familles: types défilé, semi défilé et non défilé, selon la protection plus ou moins importante contre l'éblouissement direct (**figure 1.4**).

Les critères de défilement sont résumés ci-dessous :

Type de luminaire	Direction de $I_{max}$
défilé	0 à 65°
semi défilé	0 à 75°
non défilé	0 à 90°



**Figure 1.4**

Notons de suite que les appareils non défilés, assez éblouissants, se rencontrent rarement en éclairage routier mais plutôt dans les zones à forte densité de piétons (places publiques, promenades, lotissements résidentiels, ...) et qu'on rend leur luminance acceptable en les munissant, par exemple, de globes diffusants convenablement calculés.

Les appareils défilés suppriment pratiquement tout risque d'éblouissement direct mais devront être assez resserrés pour éviter l'effet d'échelle. Ils sont les plus employés pour abriter des sources quasi ponctuelles.

Les appareils semi défilés, à répartition plus évasée, conviennent le plus souvent à des sources tubulaires de moindre luminance, c'est-à-dire aux lampes sodium B.P. ou aux tubes fluorescents.

#### 1.4.PUISSANCE DU FEU

a) Eclairage moyen de la chaussée

Selon la nature du revêtement de la route et le type de luminaire employé, on a pu définir expérimentalement un rapport R entre l'éclairage moyen(lux) et la luminance moyenne (cd/m<sup>2</sup>) selon le tableau :

$R = \frac{E_{moy}}{L_{moy}}$	Béton		Enrobés			Pavés
	propre	sale	éclaircis	moyens	sombres	
Type défilé	11	14	14	19	25	18
Type semi-défilé	8	10	10	14	18	13

La luminance moyenne désirée ayant été fixée, l'éclairage à réaliser sera d'autant plus élevé que la chaussée est sombre; l'usage d'enrobés éclaircis est donc recommandable dans la plupart des cas.

b) Facteur d'utilisation du luminaire

C'est le pourcentage du flux émis par la lampe tombant sur la partie utile de la chaussée, de surface  $e.l$ . Pour un luminaire donné, ce facteur( noté  $f_u$ ) dépend de l'ouverture des angles dièdres du feu,qui interceptent la chaussée. La figure 1.5 montre ainsi, pour une avancée a positive,

le dièdre avant (côté chaussée) limité par la ligne des foyers et le côté de la route opposé au feu, défini par  $(l - a) / h$  et le dièdre arrière (côté trottoir) défini par  $a/h$

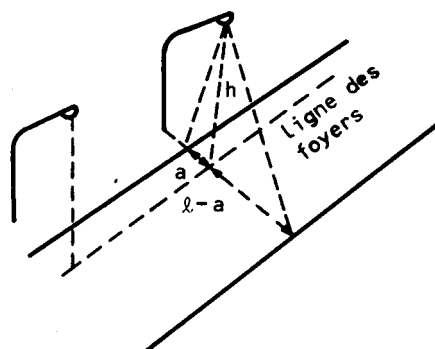


Figure 1.5

Les constructeurs donnent le plus souvent ces facteurs sur un graphique. La figure représente les valeurs les plus fréquentes

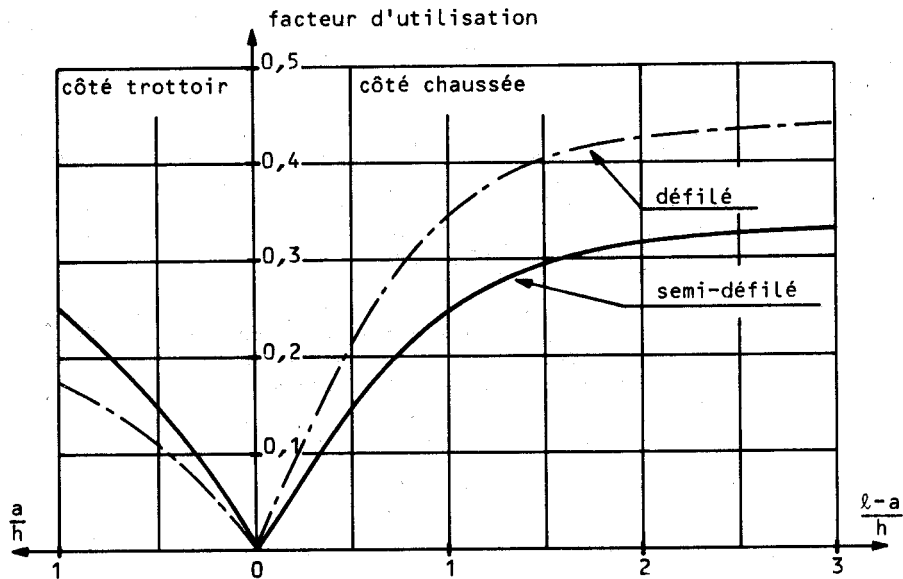


Figure 1.6

## 1.5. DETERMINATION D'UNE INSTALLATION D'ECLAIRAGE

Déterminer une installation d'éclairage, signifie premièrement la détermination du flux total  $F_T$  à installer pour une surface élémentaire ( voir la relation ) et le facteur d'utilisation , qui prend en compte la hauteur du l'appareil(du feu),la largeur de la chaussée et l'emplacement de l'appareil.

### LECTURE DU FACTEUR D'UTILISATION

Pour déterminer la valeur du facteur d'utilisation, on doit noter la position de la verticale de l'appareil par rapport a la plus proche de latérale de la chaussée (avancée de l'appareil négative, nulle ou positive).

De ce fait, on détermine 2 largeurs de chaussée fictive :

#### L 1. Cas de l'appareil en recul (avancée négative)

- une première chaussée de largeur égale au recul de l'appareil
- une deuxième chaussée de largeur égale à la largeur de la chaussée considérée plus le recul de l'appareil.

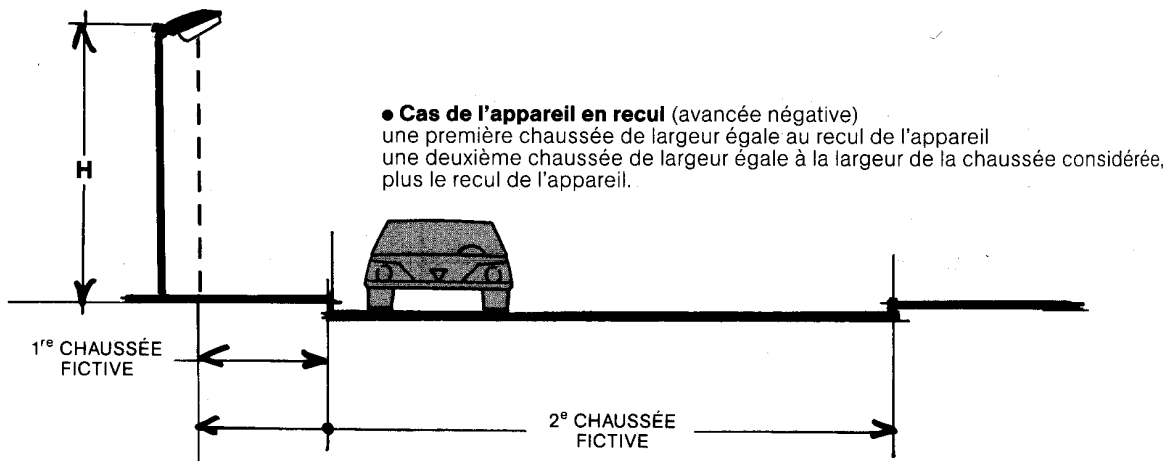


Figure 1.7

### L 2. Cas de l'appareil à l'aplomb (avancée nulle)

Il n'y a qu'une chaussée de largeur égale à la largeur réelle de la chaussée considérée.

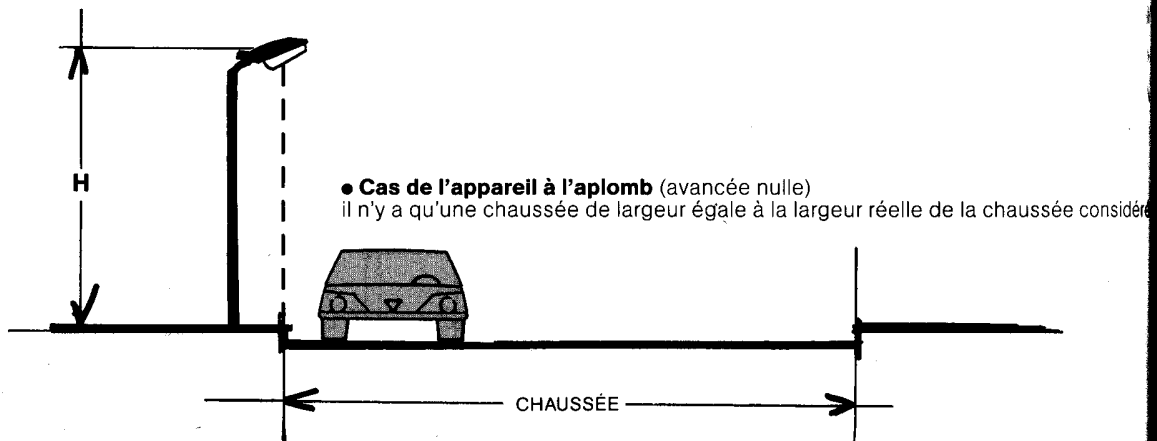


Figure 1.8

### L3. Cas de l'appareil en surplomb (avancée positive)~

- une première chaussée de largeur égale à l'avancée de l'appareil
- une deuxième chaussée de largeur égale à la différence entre la largeur réelle de la chaussée et l'avancée de l'appareil.

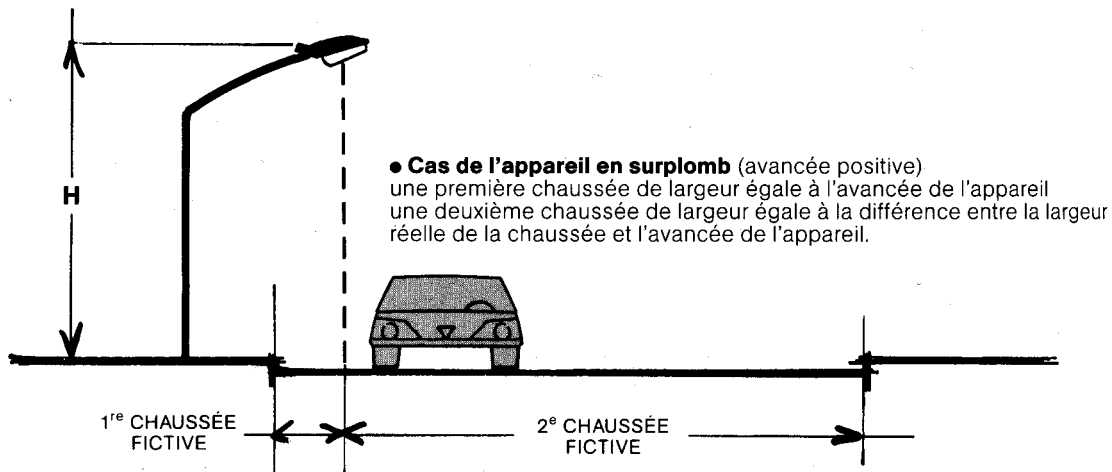


Figure 1.9

On doit calculer les différentes largeurs de chaussées fictives par rapport à la hauteur choisie (1 fois, 1 fois et demie, etc., en abscisse sur le diagramme).

En ordonnée sur le diagramme, on lit les valeurs du facteur d'utilisation correspondant à chaque chaussée fictive.

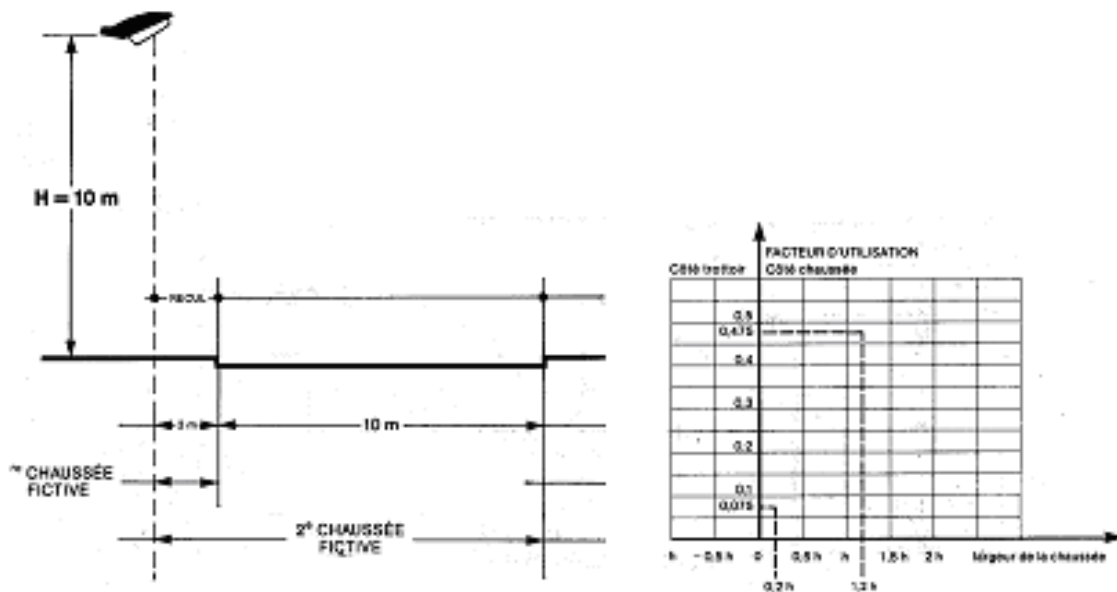


Figure1.10

Le facteur d'utilisation est :

- pour l'appareil en recul, la différence des facteurs d'utilisation (lus côté chaussée) des 2 chaussées fictives déterminée
- pour l'appareil à l'aplomb, le facteur d'utilisation lu pour la largeur réelle de la chaussée,

- pour l'appareil en surplomb, la somme des facteurs d'utilisation (lus côté trottoir et côté chaussée) des 2 chaussées fictives déterminées.

**Exemple:**

H = 10 m ; l = 10 m ; recul de l'appareil = 2 m

**H = 10 m      l = 10 m      Recul de l'appareil = 2 m**  
**1<sup>re</sup> chaussée fictive : largeur 2 m soit 0,2 H**  
**2<sup>e</sup> chaussée fictive : largeur 10 + 2 = 12 m soit 1,2 H**  
**Le facteur d'utilisation est de : 0,475 – 0,075 = 0,4**

## DÉTERMINATION DE L'INSTALLATION

Formule générale utilisée  $F_T = \frac{E_{moy} \times e \times l}{u \times V}$

qui peut se transformer en Eclairage Public par :  $F_T = \frac{\Phi \times L_{moy} \times e \times l}{u \times V}$

**F<sub>T</sub>** (lumens) Flux total à installer pour une surface élémentaire égale au produit de la largeur de la chaussée par l'espacement entre deux luminaires.

Ce flux équivaut :

- au flux de chaque appareil pour les implantations unilatérales, bilatérales quinconce et axiales,
- au flux de deux appareils pour une implantation bilatérale vis-à-vis.

**Φ =** Rapport entre l'éclairage moyen et la luminance moyenne d'une chaussée. Il dépend du type de revêtement et du type de luminaire. (A lire dans les recommandations AFE.)

**L moyen** (candélas. m<sup>2</sup>) Luminance moyenne souhaitée suivant recommandations AFE ou C.P.S.

**E moyen** (lux) Éclairage moyen obtenu par le produit de la luminance moyenne par le rapport R.

**e** (m) Espacement entre luminaires.

**l** (m) Largeur de la chaussée.

**V** Vieillesse (voir AFE).

## 2. EXEMPLES D'IMPLANTATION

### 2.1. IMPLANTATION UNILATERALE

On désire éclairer la rue principale d'un village, bordée de maisons espacées, telle que : - longueur de la chaussée: 1600 m - revêtement: enrobés moyens - largeur de la chaussée l = 8 m - 2 trottoirs de 3 m .

On utilise des candélabres ayant une saillie du feu s = 2,4 m et une hauteur de feu h de 10 ou 12 m.

Le luminaire, du type semi défilé, est caractérisé par la notice photométrique ci-dessous (figure 2.1) et ne convient pas pour les lampes tubulaires.

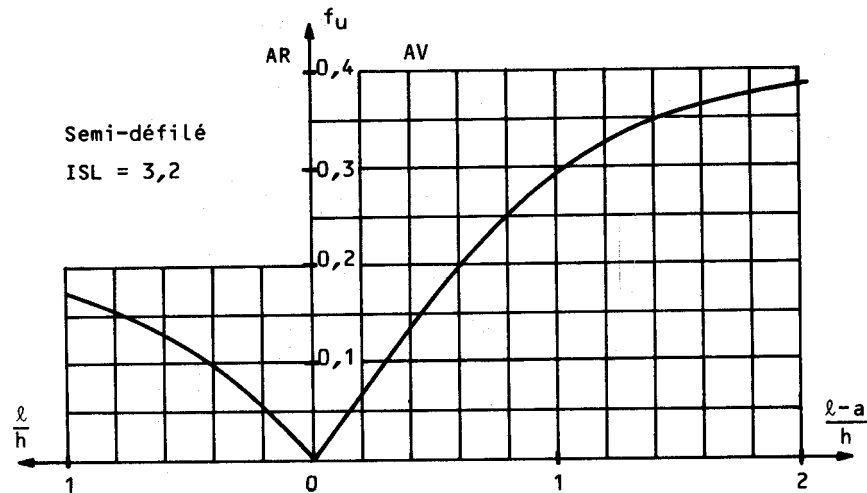


Figure 2.1

- 1 - Précisez la classe d'éclairage et le type d'implantation à choisir.
- 2 - On désire obtenir une luminance moyenne de 2 cd/m<sup>2</sup> à la mise en service, du fait que les abords ne pourraient être considérés clairs que pour des maisons mitoyennes. Sachant que la plaque d'appui ne peut être posée que sur un des bords du trottoir (avancée du feu  $a = -0,6$  m ou 4 m), qu'elle disposition assure le meilleur facteur d'utilisation pour chaque valeur de  $h$  ?
- 3 - Il est décidé que la plaque d'appui du candélabre sera mise sur le bord du trottoir le plus éloigné de la chaussée, soit  $a = -0,6$  m.  
On pense utiliser une hauteur de feu  $h = 10$  m.  
Quel est le nombre minimum d'appareils à installer pour assurer l'uniformité longitudinale de luminance ?  
Quel devrait être le flux d'une source ?  
Pourquoi ne peut-on utiliser la lampe sodium basse pression 180 W -32000 lm ?
- 4- On décide d'utiliser une lampe au sodium H.P. Toujours pour  $a = -0,6$  m, quelle solution peut-on proposer ? (nombre de foyers, valeurs de  $h$  et de l'espacement  $e$ , puissance de la lampe).

Solution proposée :

- 1- Il s'agit d'un type de voie à vitesse de circulation modérée et présence de piétons, où il n'y a pas à tenir compte de l'éclairage "parasite" dû à trop de vitrines ou publicités lumineuses  
On choisira une implantation unilatérale, toujours plus économique du point de vue de l'alimentation électrique.
- 2 - Selon que l'avancée du feu  $a$  est négative ou positive, le facteur d'utilisation  $f_u$  est la différence de facteurs "avant" ou la somme de facteurs "avant" et "arrière", selon la figure 2.2.

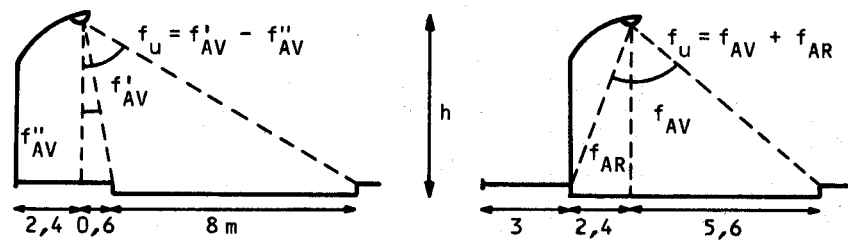


Figure 2.2

Par exemple : - pour  $a \sim -0,6$  m et  $h = 8$  m, il vient :  $f_u = 0,305 - 0,022 = 0,283$

- pour  $a = 2,4$  m et  $h = 10$  m, il vient :  $f_u = 0,186 + 0,06 = 0,246$

On peut donc remplir le tableau suivant :

$f_u$	$h = 8$ m	$h = 10$ m	$h = 12$ m
$a = -0,6$	$f'_{AV} = 0,305$ $f''_{AV} = 0,022$	$0,262$ $0,018$	$0,229$ $0,015$
	} 0,283	} 0,244	} 0,214
$a = 2,4$	$f_{AV} = 0,225$ $f_{AR} = 0,075$	$0,186$ $0,060$	$0,153$ $0,050$
	} 0,300	} 0,246	} 0,203

Le feu est plus proche de la chaussée et au-dessus de celle-ci.

3 - L'appareil étant semi défilé, en implantation unilatérale, l'uniformité longitudinale de luminance impose un rapport  $e/h$  inférieur 3,5. Soit, pour  $h = 10$  m, un espacement maximum de 35 m.

Le nombre d'intervalles est donc de  $(1600/35) = 45,7$  arrondi à 46.

Il faudra donc 47 appareils, avec un espacement moyen de 34,8 m.

Le facteur d'utilisation valant 0,244, et le rapport R étant 14, le flux par lampe, à la mise en service est :  $(I \cdot e \cdot L_{moy} \cdot R) / f_u = 31950$  lm

La lampe au sodium B.p.180 W -32000 lm étant de forme tubulaire ne convient pas au luminaire. De plus, cette lampe à rayonnement monochromatique et n'est pas bien tolérée dans les zones habitées.

4 - Dans la gamme des modèles à sodium HP, existent des lampes de 14000, 25000 et 47000 lm .

En gardant  $h = 10$  m, il faut resserrer les candélabres pour utiliser la lampe 250 W -25000 lm ,ce qui donne un espacement de 27,2 m -soit 60 appareils assurant  $L_{moy} 2$  cd/m<sup>2</sup>.

.En prenant  $h = 8$  m, l'espacement maximum devient 28 met le facteur d'utilisation 0,283. le flux de la source doit être :  $22160$  lm < 25000 lm

Il faudrait 58 appareils, assurant  $L_{moy} = 2 \cdot 22160 = 2,25$  cd/m<sup>2</sup>

En choisissant  $h = 12$  m, il faut utiliser la source de 400 w-47000 lm.

L'espacement maximum devient  $e = 42$  m et  $f_u = 0,214$

La luminance moyenne à la mise en service devient :  $L_{moy} = 47000$  cd/m<sup>2</sup> avec 39 appareils.

La seconde solution est préférable à la première (luminance plus élevée et moins d'appareils) .

La comparaison des solutions à  $h = 8$  met  $h = 12$  m indique qu'à consommations et luminances sensiblement identiques, l'usage de lampes 400 W réduit considérablement le nombre d'appareils tout en éclairant mieux les abords de la chaussée (trottoirs) du fait de la plus faible valeur de  $f_u$ .

## 2.2 IMPLANTATION AXIALE

Soit à éclairer une route express à deux chaussées de 7 m de large chacune séparées par un terre-plein central de 2 m.

La longueur de la route est de 960 m et son revêtement en enrobés moyens, on décide d'utiliser des lampes au sodium B.P. en implantation axiale, chaque candélabre supportant deux crosses telles que la saillie du feu soit de 1,5 m (figure 2.3) .La hauteur des feux est  $h = 10$  m.

On utilisera la notice photométrique PHILIPS relative aux luminaires abritant ce type de lampe et munis de vasques de fermeture.

L'atmosphère est considérée comme non polluée, et l'entretien sera annuel.

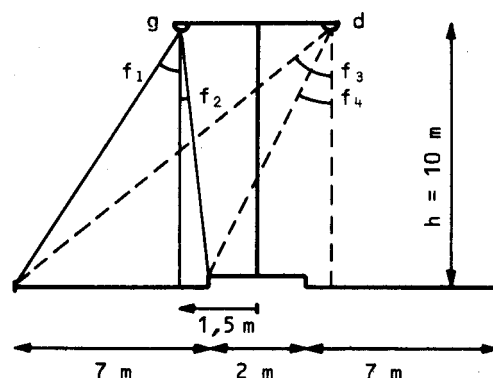


Figure 2.3

Le respect des conditions d'uniformité longitudinale de luminance implique de choisir un espacement maximum de  $(3,5 \cdot 10) = 35$  m car tous les appareils sont du type semi défilé.

Pour maintenir, au bout d'un an, la valeur de 2 cd/m<sup>2</sup> sur la chaussée, il faut estimer le facteur de vieillissement V.

En estimant à 3000 heure la durée annuelle de service,  $V_1 = 0,85$  et  $V_2$  valant 0,95, il vient :  $V = V_1 \cdot V_2 = 0,8$

La détermination de la puissance du feu ne peut se faire que par approximations successives car elle nécessite la connaissance du facteur d'utilisation qui dépend du luminaire et donc de la puissance de la lampe installée.

Dans le cas présent, les abaques du constructeur étant assez semblables, on relèvera les valeurs relatives aux lampes 135 ou 180 W .

Le facteur d'utilisation, déterminé par exemple pour la chaussée gauche, fait intervenir la somme des flux émis sur cette chaussée par chacun des deux luminaires.

Soit, pour le luminaire g

$$\text{côté avant: } (l - a) / h = (7 - 0,5) / 10 = 0,65 \text{ donc } f_1 = 0,185$$

$$\text{côté arrière: } a / h = 0,5 / 10 = 0,05 \text{ donc } f_2 = 0,02$$

$$\text{Alors } f_{ug} = f_1 + f_2 = 0,205$$

Pour le luminaire d

$$\text{côté arr1ère : } f_3 = 0,24$$

$$\text{côté arr1ere : } f_4 = 0,09$$

Le facteur d'utilisation est donc:  $f_u = f_{ut} + f_{ud} = 0,355$

Le flux initial de la lampe doit donc valoir :  $(I.e.L_{moy} \cdot R) / (V \cdot f_u) = 24150 \text{ lm}$

Il est donc possible d'utiliser une lampe 135 W- 22500 lm.

La luminance moyenne initiale vaudra:  $(2 / 0,8) \cdot (22500 / 24150) = 2,33 \text{ cd/m}^2$ .

L'implantation est donc acceptable pour cet éclairage.

### 2.3 IMPLANTATION EN OPPOSITION

L'éclairage d'une importante rue commerçante, à chaussée d'enrobés éclaircis de 14 mètres de large, doit assurer une luminance moyenne initiale de  $2,2 \text{ cd/m}^2$ , afin d'estomper au mieux les taches de lumière parasites des vitrines et des enseignes lumineuses.

Pour des raisons esthétiques la hauteur du feu ne peut excéder 9 m et le rendu des couleurs doit être acceptable.

Les candélabres, à saillie quasi nulle, seront posés sur les bords des trottoirs ( $a = 0$ ).

Le respect du rendu des couleurs entraîne l'utilisation de lampes à ballons fluorescents à nuance "de luxe" où R atteint 65.

Les hauteurs standardisées des candélabres (5, 6,8, 10, 12 m) imposent la hauteur du feu  $h = 8$  m conduisant à une implantation en opposition, dite aussi bilatérale vis-à-vis (figure2.3) .Les luminaires proposés par le constructeur PHILIPS sont du type défilé, ce qui implique un rapport  $R = 14$  .

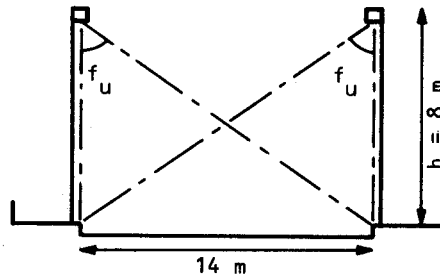


Figure 2.4

L'espacement maximum des appareils est alors  $e = 3 h = 24 \text{ m}$

Les deux appareils vis-à-vis présentent le même facteur d'utilisation avant, tel que, puisque  $a = 0$ , on aurait  $l / h = 14 / 8 = 1,75$

Soit un appareil équipé de 2 ballons de 125 W, un facteur d'utilisation 0,38.

Pour un modèle acceptant une seule lampe de 250 W,  $f_u$  vaut 0,46.

Du fait que la surface de la chaussée est éclairée également par chaque appareil, le flux à y installer doit être : 11250 lm pour solution à une lampe 250W

Le flux de la lampe en question étant de 14000 lm, l'éclairage sera 25% supérieur à celui demandé, et il ne peut être question d'espacer davantage les foyers. 13600 lm pour solution à deux lampes 125 W.

Deux ampoules de 6500 lm peuvent donc convenir, cette solution présentant l'intérêt de réduire de moitié la consommation durant la nuit, quand le trafic est réduit, tout en conservant l'uniformité d'éclairage. Ce sera donc la solution retenue.

### 3.ALIMENTATION DES ECLAIRAGES PUBLICS

Ces réseaux d'alimentation se distinguent de ceux de distribution du fait qu'ils sont chargés par des foyers de même puissance et de même facteur de puissance, régulièrement espacés et en fonctionnement simultané.

Ils sont alimentés, soit en basse tension 220/380 V par réseau indépendant (ou commun aux abonnés quand la chute de tension due aux lampes reste inférieure à 1 % de la tension nominale), soit en moyenne tension 3200/5500 V pour des distances et puissances plus élevées.

#### 3.1 CALCUL DES SECTIONS DES LIGNES

##### Expression de la chute de tension

En pratique, dans une installation d'éclairage alimentant des foyers lumineux compensés on assimile la chute en ligne à:  $U = RI$

Les résistivités des conducteurs, cuivre ou aluminium, à prendre en considération doivent tenir compte de la température du métal au sein du câble, généralement 65°, ainsi que des diverses résistances de contact. On admet alors :

- pour cuivre = 22 ohms/ Km /mm<sup>2</sup>
- pour aluminium = 35 ohms/ Km /mm<sup>2</sup>

Dans tous les cas, la valeur relative de la chute de tension pour les appareils en bout de ligne ne doit pas excéder 3 %, soit 6,6 Vaux bornes de la lampe, sous peine de réduire le flux lumineux et, en cas d'avarie quelconque du réseau, de risquer le "décrochement" des lampes.

### Chute de tension dans un tronçon de ligne

Pour une ligne monophasée comportant n foyers identiques, distants de l les uns des autres, chaque foyer absorbera sensiblement le même courant efficace de valeur I et, tous ces courants étant en phase, l'intensité en tête de ligne est I<sub>t</sub> = n I.

La figure 3.1 représente le schéma unifilaire où U<sub>e</sub> est la tension d'entrée et U<sub>s</sub> celle de sortie.

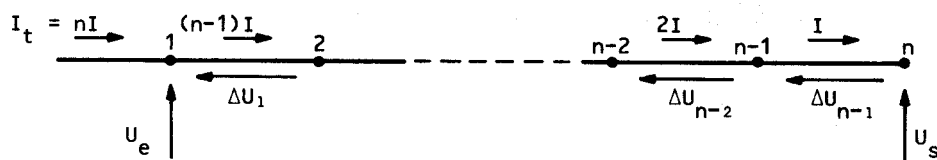


Figure 3.1

Les chutes de tension par intervalle s'écrivent alors :

$$\Delta U_{n-1} = 2 \frac{\rho l I}{s}, \quad \Delta U_{n-2} = 2 \frac{\rho l 2I}{s}, \quad \dots \quad \Delta U_1 = 2 \frac{\rho l (n-1)I}{s}$$

$$\text{Soit } U_e - U_s = \Delta U = \sum_1^{n-1} \Delta U_k = 2 \frac{\rho l I}{s} \cdot n \cdot \frac{(n-1)}{2}$$

Avec L = (n - 1) . l , longueur de la ligne, revient à considérer que la charge totale est appliquée à la moitié de la longueur de la ligne.

On voit de suite l'intérêt qu'il y a d'effectuer la compensation du facteur de puissance sur chaque lampe et non au poste car un facteur de puissance non compensé de 0, 4 à 0,5 entraînerait le doublement du courant en ligne.

Dans le cas d'une alimentation triphasée Yn où les lampes sont branchées entre phases et neutre, la chute de tension simple est divisée par 2 du fait de l'absence de courant dans le neutre.

Ce résultat, valable aussi pour une distribution en triangle, montre l'intérêt de l'alimentation en triphasé.

### Tronçons de sections différentes

Dans de nombreuses implantations, il est économique d'adapter les sections des conducteurs aux intensités qu'ils supportent: c'est le cas des longues lignes ou des réseaux comportant plusieurs ramifications.

Le problème est alors de rechercher le poids minimum des conducteurs pour ne pas dépasser les 3% de chute de tension admissibles. :

Soit la distribution de type série de la figure 3.2, comportant n tronçons différents, parcourus chacun par une intensité constante, et inférieure à celle d'indice précédent.

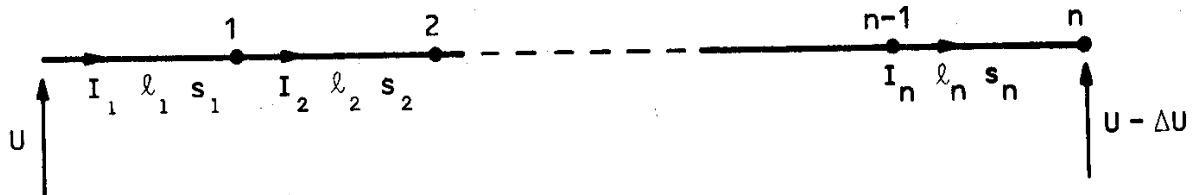


Figure 3.2

La chute de tension extrême est la somme des chutes de tension sur des différents tronçons

La même chose pour le volume du métal.

A volume de métal et à chute de tension donnés, on peut identifier les valeurs des différentes sections de la ligne.

Dans la pratique on ne choisira que 2 ou 3 sections différentes pour une distribution de type série, l'avantage de cette méthode résidant surtout dans le calcul des circuits en dérivation.

### Conduite pratique des calculs :

- On détermine les intensités au début de chaque branche, en les supposant constantes le long de la branche.
- On détermine le chemin le plus chargé à l'extrémité duquel la chute de tension risque d'être maximale.
- On calcule A et on en déduit les sections du chemin le plus chargé.
- On choisit des sections normalisées légèrement inférieures, la méthode étant pessimiste du fait que les intensités ne sont pas constantes dans les tronçons.
- On vérifie les valeurs des diverses chutes de tension.
- On calcule les sections des autres tronçons.

### Exemple

Soit la distribution en zone rurale représentée par la figure 3.3, et effectuée en basse tension 220/380 V par câbles de cuivre, à partir du point A.

Tous les foyers sont compensés avec un facteur de puissance 0,85 et les puissances des ballasts sont celles indiquée :

On considère :

Tronçon AB -300 m -10 lampes sodium HP 250 W -ballast 25 W

Tronçon BC -250 m -8 lampes sodium HP 250 W -ballast 25 W

Tronçon CH -210 m -7 lampes sodium HP 250 w- ballast 25 W

Tronçon CD -200 m -7 ballons fluorescents 125 W -ballast 10 W

Tronçon BE -150 m -7 ballons fluorescents 250 W -ballast 15 W

Tronçon EF -300 m -12 ballons fluorescents 125 W -ballast 10 W

Tronçon EG -450 m -20 lampes sodium BP 90 W -ballast 20 W

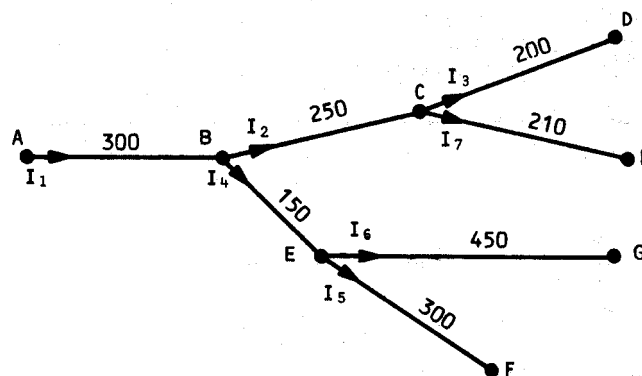


Figure 3.3

La recherche des intensités en début de chaque tronçon donne :

$I_5 = 2,89 \text{ A}$  ;  $I_6 = 3,44 \text{ A}$  ;  $I_3 = 1,69 \text{ A}$  ;  $I_7 = 3,44 \text{ A}$  ;  $I_2 = 9,06 \text{ A}$  ;  $I_4 = 10,13 \text{ A}$  ;  
 $I_1 = 24,1 \text{ A}$ .

Le chemin le plus chargé est donc ABE G.

Soient les sections :

$S_1 = 46,5 \text{ mm}^2$  , alors 35 mm<sup>2</sup>

$S_4 = 29,9 \text{ mm}^2$  , alors 25 mm<sup>2</sup>

$S_6 = 18,8 \text{ mm}^2$  , alors 16 mm<sup>2</sup> , car les sections normalisées des câbles de cuivre sont, en mm<sup>2</sup> : 1,5 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300

Pour ne pas trop diversifier les sections, on choisira :

$S_1 = S_4 = 35 \text{ mm}^2$  et  $S_6 = 16 \text{ mm}^2$ .

La vérification des chutes de tension s'effectue, tronçon par tronçon, en distinguant les intensités qui le traversent entièrement de celle qui y est consommée.

La chute de tension composée ne peut excéder 11,4 V.

Sur les différents tronçons on a :  $U_{AB} = 7,07 \text{ V}$  ,  $U_{BE} = 1,38 \text{ V}$  ,  $U_{EG} = 2,1 \text{ V}$ .

La chute extrême de tension est donc de  $7,07 + 1,38 + 2,1 = 10,55 \text{ V}$ .

Si le tronçon BE avait été câblé en  $25 \text{ mm}^2$ , la chute de tension y aurait valu  $(1,38.35/25)$ , soit  $1,93 \text{ V}$  et la chute UAG  $11,1\text{V} < 11,4 \text{ V}$ .

Pour l'antenne EF, il ne reste donc plus que  $11,4 - 7,97 - 1,38 = 2,95 \text{ V}$  de chute admissible.

Alors S5 doit dépassé  $5,6 \text{ mm}^2$

On peut donc choisir  $S5 = 6 \text{ mm}^2$ .

Il faut terminer l'installation BCDH avec ces 3 sections: 6, 16,  $35 \text{ mm}^2$ .

Choisissons pour BC  $S2 = 35 \text{ mm}^2$

La chute UBC =  $1,93 \text{ V}$ . Il reste alors  $2,4\text{V}$  de chute de tension autorisée pour les tronçons CD et CH

Tronçon CH :  $S7$  supérieure à  $5,7 \text{ mm}^2$ , soit  $S7 = 6 \text{ mm}^2$ .

Tronçon CD :  $S3$  supérieure à  $2,7 \text{ mm}^2$ .

Pour ne pas trop diversifier les sections des câbles, on choisira également  $S3 = 6 \text{ mm}^2$ .

### **3.2 MODES D'ALIMENTATION**

Pour de petites installations, le branchement direct sur le réseau de l'abonné est économique, surtout quand on peut utiliser les pylônes qui existent déjà, pour y greffer les luminaires, ce qui n'assure d'ailleurs pas forcément les conditions d'uniformité de luminance.

Dès que la puissance à installer atteint  $30 \text{ KW}$ , il est conseillé d'utiliser un réseau M.T.  $3200/5500\text{V}$  avec transformateurs abaisseurs par foyer ou groupe de foyers. Les principaux avantages sont alors :

- la réduction des sections des câbles.
- le coût plus faible de l'énergie, l'abonnement étant moins cher aux tensions élevées.
- une tension plus stable, donc une durée de vie plus longue pour les lampes.
- un système de télécommande unique.

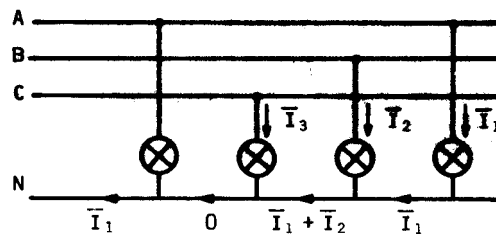
#### **Distribution**

Elle peut être effectuée de trois manières: monophasé  $220 \text{ V}$ , triphasé Yn  $220/380 \text{ V}$  ou D  $220 \text{ V}$ .

Le tableau suivant montre l'intérêt de la distribution en triphasé, pour une installation donnée, avec même chute de tension.

	Monophasé 220 V	$Y_n$ 220/380 V	D 220 V
Nombre de conducteurs	2	3 + 1	3
Intensité/conducteur	I	I/3	$I/\sqrt{3}$
Section du conducteur proportionnelle à :	$\frac{2I}{\Delta V} = s_m$	$\frac{I}{3\Delta V} = \frac{s_m}{6}$	$\frac{I}{\sqrt{3} \cdot \Delta V} = \frac{s_m}{2\sqrt{3}}$
Poids des conducteurs proportionnels à :	$2s_m$	0,66 $s_m$	0,87 $s_m$

Il est à noter que pour la distribution en étoile  $Y_n$  le neutre est parcouru par le courant d'une lampe sur le tiers de sa longueur, par la somme de 2 courants sur un autre tiers, et par la somme NULLE de trois courants sur le dernier tiers (figure 3.4) , tout au moins en ce qui concerne les termes fondamentaux des courants et en supposant que le nombre de lampes soit multiple de 3.



**Figure 3.4**

### Implantation

Lors d'implantation en antennes, on veille à ce que le transformateur soit au centre géométrique de l'installation pour diminuer les chutes de tension aux extrémités ou réduire les sections des câbles.

Chaque fois que possible, une alimentation en boucle permet de conserver un éclairage en cas de coupure accidentelle de la ligne.

Le calcul de la section de la boucle est identique à celui d'une antenne équivalente à une demie boucle.

Signalons enfin que la pratique du dédoublement des lignes, qui permet l'extinction d'un foyer sur deux (solution onéreuse et de peu de sécurité) devrait disparaître avec le développement des techniques d'économie d'énergie.

### Poste de transformation

Le choix de la puissance d'un transformateur dépend :

- de la puissance absorbée par les luminaires,
- des intensités consommées durant l'amorçage: 1,5 à 2 fois les valeurs nominales durant les premières minutes (Il faut donc un allumage "fractionné"),

-de l'extension possible du réseau.

Il doit en outre présenter toutes les sécurités et protections usuelles en travail sous moyenne tension.

Les armoires de commande comportent, outre les différentes protections, mises à la terre et compteurs d'énergie, un système de télécommande à l'allumage et à l'extinction.

Les principaux types des systèmes utilisés sont :

-Interrupteurs horaires à mouvement d'horlogerie électrique.

-Cellule photoélectrique avec temporisation pour éviter les fonctionnements intempestifs (La cellule elle-même est souvent au-dessus du candélabre le plus proche) .

-Emission d'un courant sur les conducteurs du réseau, entraînant la manoeuvre des contacteurs.

### **3.3 LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE**

Les procédés d'économie d'énergie en éclairage public sont le plus souvent basés sur l'extinction des foyers lumineux ou la diminution de leur puissance d'alimentation.

Cependant, il faut d'abord rappeler que l'économie réalisable sur la facture du kWh

-au tarif de nuit - ne doit pas être engloutie par les pertes pouvant en résulter sur d'autres plans augmentation du nombre d'accidents, de la délinquance ou de l'insécurité.

Ensuite, les économies d'énergie commencent dès la conception de l'installation, par le choix de sources de bonne efficacité lumineuse, de lanternes protégées à vasques fermées et d'un réseau d'alimentation stable et correctement dimensionné.

Enfin, elles se poursuivent par des entretiens systématiques annuels (4000 h de fonctionnement) ou biennaux, le facteur de vieillissement pouvant atteindre 55% en 2 ans pour une lanterne ouverte à ballon fluorescent.

#### **Procédés classiques d'extinction**

L'extinction totale du réseau, même en pleine nuit, est à proscrire, obligeant d'assurer la sécurité.

L'extinction d'un foyer sur deux rompt l'uniformité de luminance et crée des effets "d'échelle" entraînant des risques accrus d'accidents.

La mise de 2 lampes dans la même optique conduit toujours à un mauvais rendement photométrique mais permet de maintenir l'uniformité par extinction d'une lampe sur deux.

En ce sens, la seule solution acceptable est le luminaire à double optique mais son prix reste prohibitif et cela ne concerne pas les installations déjà existantes.

### Systemes "bi puissance" à variation d'impédance

#### .Principe

Une self additive B1 est mise en série avec le ballast au moyen d'un interrupteur électromécanique ou électronique (triac) commandé par le fil pilote ou par un signal H.F. (20 kHz) acheminé par le réseau et décodé sur la platine (figure 3.5).

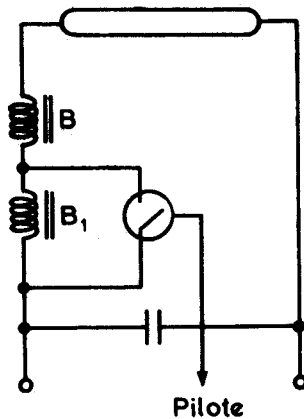


Figure 3.5

On peut aussi utiliser une horloge électrique à réserve de marche, mais ce procédé est moins souple du fait de la durée différente des nuits d'hiver et d'été et des changements d'heure.

Le courant appelé au réseau diminue entraînant un appel de puissance réduit et un flux réduit

#### Difficultés de mise en oeuvre

Dès la mise en service du ballast supplémentaire, on observe une augmentation temporaire de la tension d'amorçage de l'arc .

Comme de plus l'instant d'amorçage a lieu plus tôt dans la période du réseau, il se peut que la tension instantanée aux bornes du tube n'atteigne pas la valeur requise et que la lampe ne s'amorce pas.

La figure 3.6 montre ces allures de tension sur une demie période

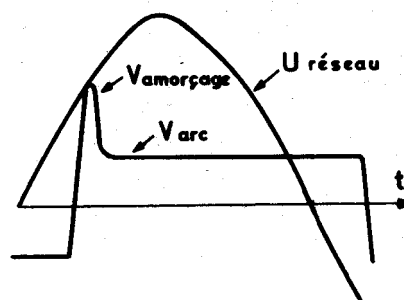


Figure 3.6

Ces phénomènes dépendent bien sûr de la nature de la lampe, de sa puissance ainsi que du taux de puissance nominale comment le montrent les figures 3.7.a, relative aux ballons fluorescents 250 et 400 W, et, 3.7.b, relative à des lampes à sodium haute pression de mêmes puissances.

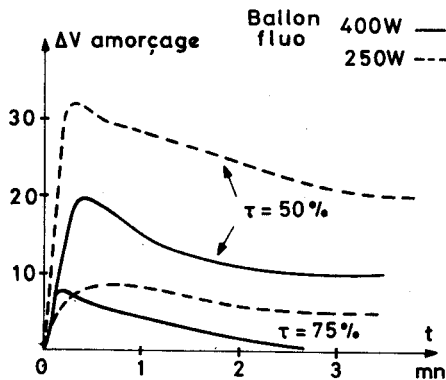


Figure 3.7.a

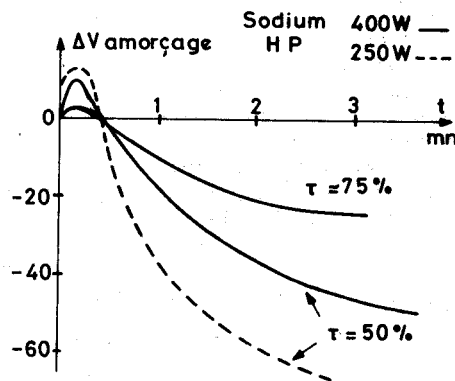


Figure 3.7.b

### En pratique

En limitant la réduction de puissance à 40 %, les risques d'extinction sont atténués et peuvent même être supprimés par une alimentation légèrement survoltée (autotransformateur 220-250 V) pour le ballon fluorescent dont la tension d'amorçage reste supérieure à celle présentée à puissance normale.

La lampe à sodium semble cependant plus adaptée à ce procédé qui se monte aussi bien sur une installation neuve que déjà existante.

### Système à variation de tension du réseau

#### Principe

Pour un appareillage normal, sous 220 V, la réduction de tension à 190 V n'entraîne que 30% de baisse de puissance et met la lampe en régime instable.

Par contre, avec un ballast renforcé, si la lampe fonctionne à sa puissance nominale sous une tension de 250 V (sodium) ou 300 V (mercure), la réduction de la tension à 220 V entraîne un appel de puissance pouvant atteindre 0,5 Po pour un flux de très diminué, la lampe restant en régime stable. Cela est dû au fait que la tension d'amorçage diminue ainsi que le temps de désionisation.

Le réseau d'alimentation comporte donc en tête un autotransformateur délivrant une tension variable de 190 à 250 V (sodium) ou de 220 à 330 V (mercure) par déplacement du curseur C (figure 3.8).

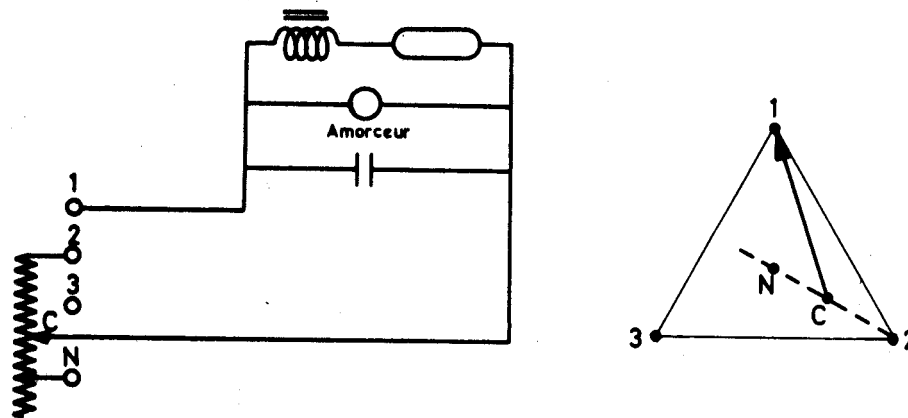


Figure 3.8

### En pratique

Ce système s'affranchit du fil pilote et n'encombre pas la lanterne puisque la tension est élaborée en cabine.

Sa très grande souplesse de fonctionnement permet :

- de rattraper le facteur de dépréciation, en travaillant à flux constant,
- d'obtenir différents niveaux d'éclairage (programmables !),
- de passer progressivement d'un voltage à un autre en évitant les risques des régimes transitoires.

### Conclusion

La mise en oeuvre des procédés décrits donnera des résultats d'autant meilleurs que l'implantation concernée est plus importante et que les lampes seront de puissance supérieure à 250 W, seuil actuel de la rentabilité.

L'étude financière de la rentabilité de ce genre d'équipement fait intervenir trop de facteurs (connus ou putatifs) pour être développée ici.

Cependant, pour fixer certains ordres de grandeur, on peut admettre que :

- les systèmes classiques bioptiques permettent une économie d'énergie de l'ordre de 27%, financière de l'ordre de 13% et nécessitent plus de 20 ans pour leur amortissement, soit plus que la durée de vie moyenne de la lanterne
- les systèmes à variation d'impédance entraînent une économie d'énergie d'environ 30% et financière de 20% ; leur amortissement est souvent inférieur à 8 ans.
- les systèmes à variation de tension autorisent jusqu'à 40% d'économie d'énergie (30% financier) et sont amortis en moins de 5 ans.

Comme dans la prochaine décennie les centrales nucléaires devraient fournir un kWh en heures creuses à bon marché, tout investissement entrepris maintenant se devrait d'être rentabilisé avant ce moment.

#### **4. LES SYSTEMES D'ECLAIRAGES COURAMMENT UTILISES**

##### **4.1.SOURCE LUMINEUSE A INCANDESCENCE**

Une source est dite à incandescence quand la lumière produite est due uniquement à une élévation de température d'un corps.

Dans une lampe à incandescence, le passage du courant électrique dans le corps appelé «filament» provoque l'élévation de température.

Cette lampe est constituée par un filament conducteur placé dans une atmosphère gazeuse enfermée dans une ampoule . La liaison avec le circuit d'alimentation s'effectue par l'intermédiaire du culot (fig. 4.1 ).

##### **Le filament**

On vérifie que pour obtenir un éclairage important et une lumière proche de celle du jour, il faut utiliser un filament capable d'être porté à une température très élevée.

On utilise le tungstène ou wolfram qui présente, à chaud comme à froid, une bonne résistance mécanique. Sa température de fusion très élevée (3653 K) permet une température de fonctionnement en atmosphère gazeuse comprise entre 2 500 K et 3000 K. Ces températures sont exprimées en degrés Kelvin .

Pour diminuer l'encombrement et pour limiter la perte de chaleur par convection, le filament est généralement spiralé.Le filament est positionné à l'aide de supports en molybdène , fixés sur la tige en verre par écrasement de celle-ci à l'état pâteux (réalisation de la perle).

Lorsque le filament est chauffé par le passage du courant, il s'évapore, se dépose sur le verre, perd de son poids et finit par se rompre (environ 1 000 heures de durée de vie). Cette rupture s'effectue souvent à la mise sous tension car le filament, possédant une plus faible résistance électrique à froid qu'à chaud, provoque une surintensité.

Le filament produit la lumière et ses caractéristiques électriques sont déterminantes. La puissance  $p$  d'une lampe à incandescence est égale au produit de la tension  $U$  appliquée au culot par l'intensité  $I$  du courant dans le filament :

$p = U I$  ( watt = volt . ampère ) selon la loi d'Ohm (le filament équivalent à une résistance pure).

Pour une tension donnée, l'intensité dépend de la nature, de la longueur et de la section du filament. Ce dernier peut avoir un diamètre très réduit jusqu'à 10 microns, soit environ 1/6 du diamètre d'un cheveu.

### **L'atmosphère gazeuse**

Après avoir extrait l'air de l'ampoule par le tube de pompage (Queuzot), un gaz inerte est introduit puis la base du Queuzot est obturée. Les gaz habituellement utilisés sont l'argon et le krypton. On y ajoute une petite quantité d'azote pour éviter la formation d'arc entre les extrémités du filament.

Les gaz choisis ont une conductibilité calorifique très faible. Ils diminuent les pertes de chaleur vers l'ampoule et freinent la volatilisation du filament.

### **L'ampoule**

Elle a pour rôle de contenir l'atmosphère gazeuse.

Réalisée en verre, sa forme, son traitement ou sa couleur dépend des applications et des contraintes esthétiques aussi.

On distingue plusieurs type d'ampoules

-L'ampoule claire: transparente et non colorée a l'inconvénient d'éblouir si elle est utilisée nue

-l'ampoule dépolie: elle est rendue diffusante de sa paroi (paroi interne attaquée à l'acide)

-l'ampoule opalisée: elle est revêtue intérieurement d'une couche diffusante ;

-l'ampoule de couleur: elle possède un revêtement capable d'être une lumière colorée ;

-l'ampoule à miroir: elle est munie d'un miroir fond (dite à réflecteur incorporé)

### **Le culot**

Le culot assure le raccordement électrique et la fixation mécanique de la lampe avec un support appelé. douille

Les culots à baïonnette. B. et à vis .E. (Edison) sont les plus utilisés

Les culots à vis assurent un bon contact mais risquent de se desserrer avec les vibrations

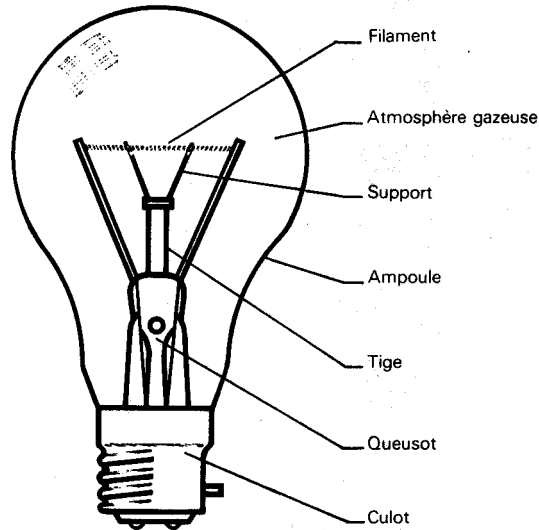
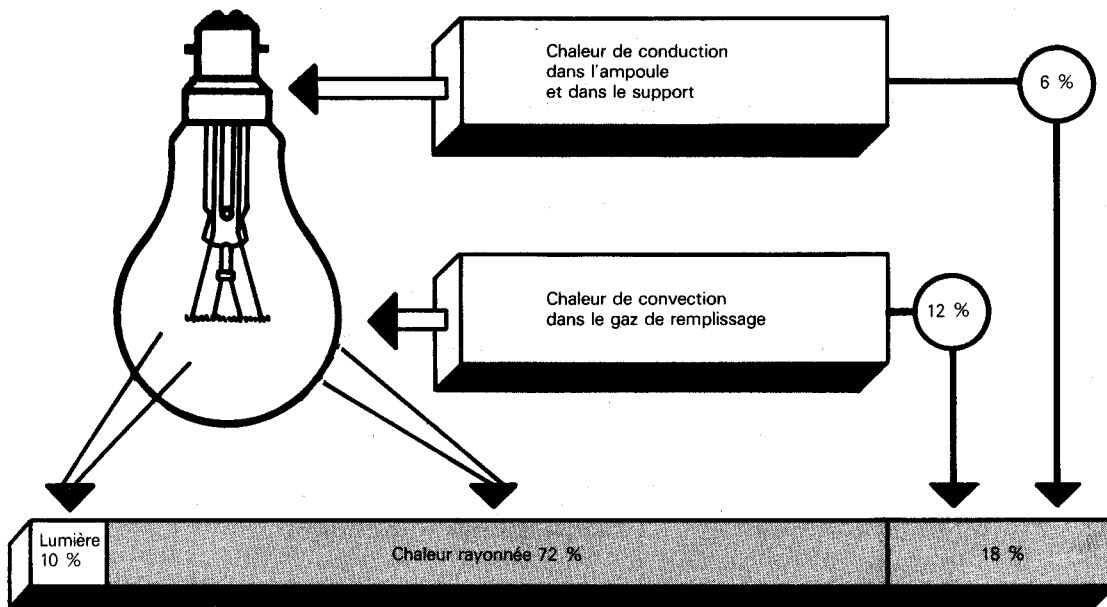
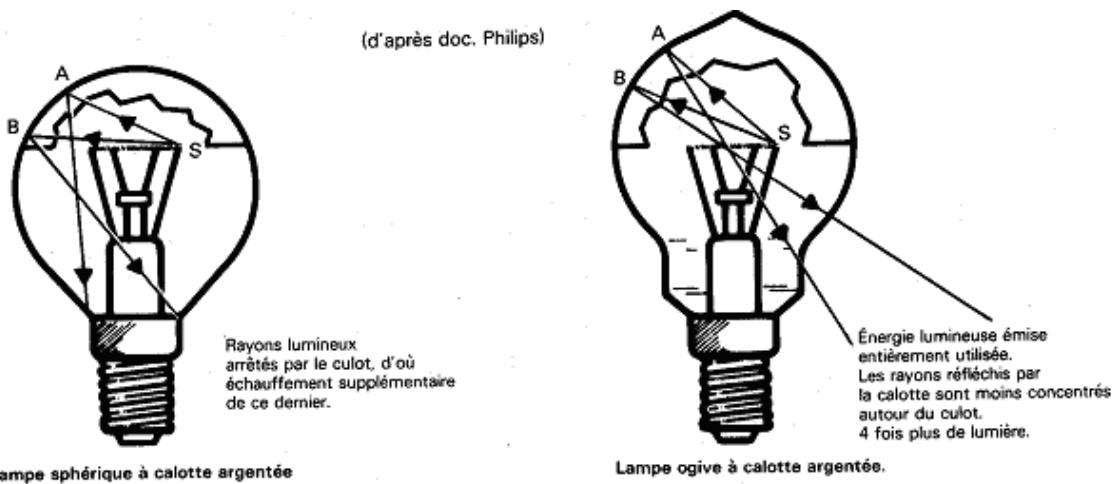


Figure 4.1

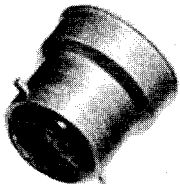


Bilan énergétique d'une lampe à incandescence

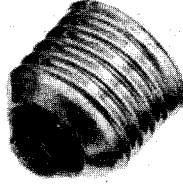
La figure suivante, montre des différents types d'ampoules.



dénomination et formes		ampoules	culots	puissances usuelles
standard		claires dépolies opalisées	baïonnette vis	40, 60, 75, 100, 150, 200 W
krypton ou similaire		dépolies opalisées	baïonnette vis	40, 60, 75, 100, 150 200 W
flamme		claires dépolies opalisées	baïonnette vis	15, 25, 40, 60 W
torsadée		claires dépolies	baïonnette vis	25, 40, 60 W
sphérique		claires dépolies	baïonnette vis	15, 25, 40 60 W
réflecteur incorporé		claires dépolies couleurs	baïonnette vis	40, 60, 75, 100, 150 W
calotte argentée		claires	vis	60, 100, 200 W
ogive à calotte argentée		claires	vis	40, 60 W
tube à culot unique		claires opalisées	baïonnette vis	15, 25, 40, 60, 75 W
« linolite » à culots axiaux 		claires dépolies	spéciaux	longueurs de 140 à 330 mm 25 à 100 W
« linolite » à culots latéraux 		claires dépolies	spéciaux	longueurs de 200 à 500 mm 60 W



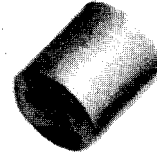
B 22



E 27

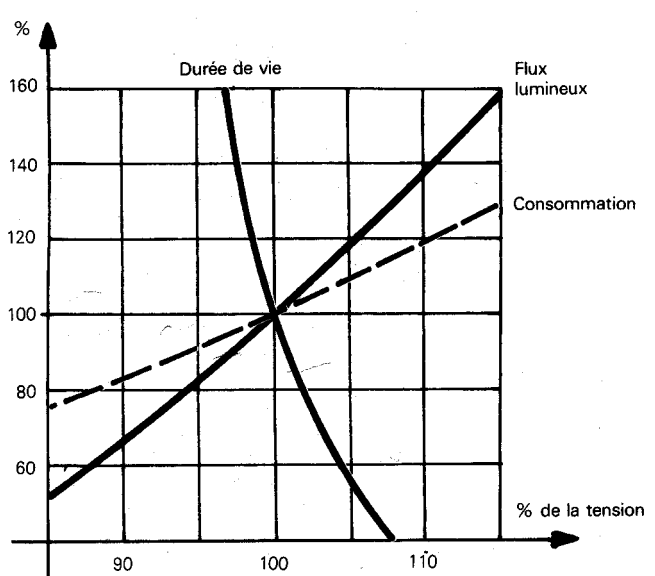


E 14



C 19

Les plus courants types de culots

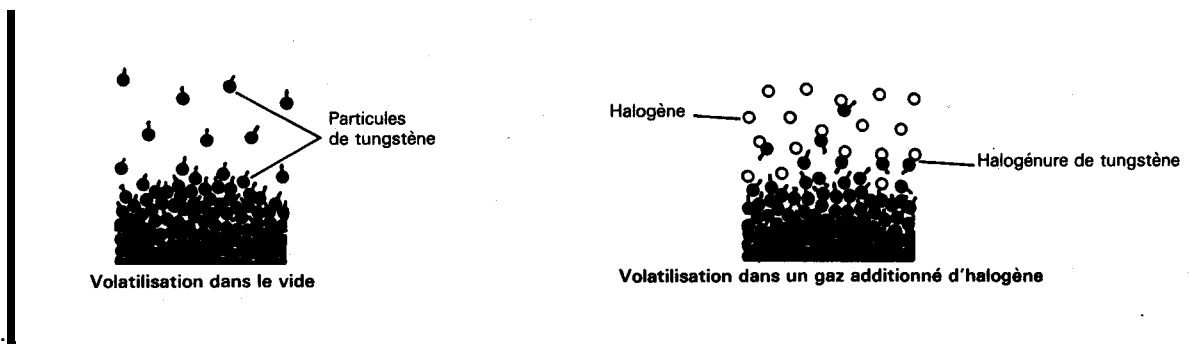


Influence des variations de la tension d'alimentation d'une lampe à incandescence

4.2.SOURCES LUMINEUSES A INCANDESCENCE AUX HALOGENES

Dans les lampes aux halogènes on ajoute au gaz inerte de remplissage d'une lampe à incandescence, une faible quantité d'un halogène (iode, brome ou un composé organique de l'un de ces éléments, environ  $0,1 \text{ mg/cm}^3$ ) et un cycle regenerateur s'effectue

Il permet au tungstène qui s'évapore du filament d'y revenir , empêchant ainsi le noircissement de l'ampoule.



.Cycle régénérateur

Le tungstène s'évapore puis se combine chimiquement avec les vapeurs de l'halogène pour donner de l'halogénure de tungstène.,

A proximité du filament très chaud, ce composé se décompose : le tungstène se dépose sur le filament et l'halogène devenu disponible peut se combiner de nouveau aux atomes de tungstène libres.

Le cycle recommence mais le tungstène évaporé ne se remplaçant pas exactement au même endroit, la durée de vie n'est pas augmentée indéfiniment.

### **Caractéristiques**

L'ampoule doit pouvoir supporter une température supérieure à 250 C. Elle peut être en "quartz" pour une température élevée ou en " verre dur" pour une température relativement basse.

Pour obtenir une température plus élevée à incandescence classiques, les lampes aux halogènes doivent avoir des dimensions plus faibles.

La pression en fonctionnement d'une lampe aux halogènes est supérieure aux lampes ordinaires et le filament peut être porté à une température plus élevée(2900 à 3150 C )

Cette élévation en température du filament améliore la qualité de la lumière :

-lumière plus blanche ;

-rendu des couleurs amélioré, surtout dans le bleu et le violet.

Malgré sa plus haute température, le cycle régénérateur permet d'augmenter la durée de vie de ce type de lampe: environ 2000 heures, soit le double d'une lampe à incandescence normale.

Il est déconseillé d'utiliser les lampes aux halogènes avec un gradateur de lumière; le cycle ne pouvant se faire convenablement pour une tension d'alimentation plus faible, la durée de vie de la lampe se trouve considérablement réduite. ~

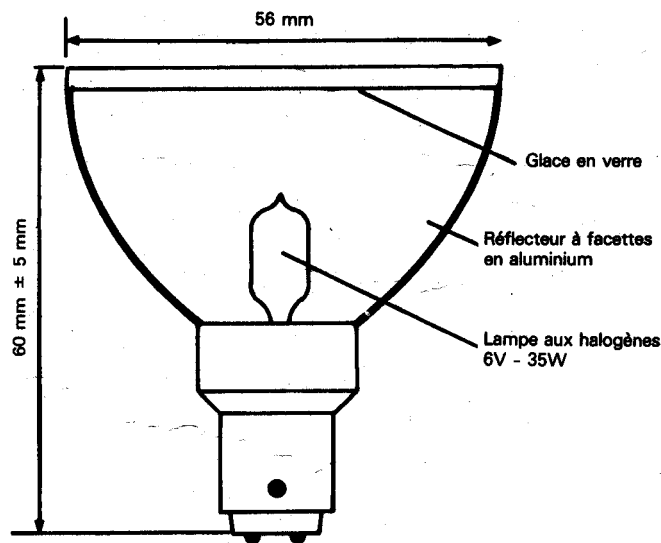
### **Exemples de réalisation**

#### **Lampes à basse tension.**

De très faibles dimensions, elles fonctionnent à l'aide d'un trans-formateur de tension (6, 12, 24 V) et sont de véritables sources ponctuelles.

La sécurité électrique (basse tension) peut être un facteur de choix déterminant.

Associées à des réflecteurs « spot »( voir la figure suivante ) , elles permettent d'obtenir un faisceau lumineux très intensif et bien délimité .:



### Lampes à vapeurs de mercure

La décharge électrique dans la vapeur de mercure à très basse pression émet une radiation ultraviolette accompagnée d'une faible quantité de lumière bleue. L'utilisation d'une poudre fluorescente pour convertir les radiations U.V. en radiations visibles permet de réaliser les lampes fluorescentes.

La décharge dans la vapeur de mercure à haute pression (2,105 Pa à 106 Pa) émet directement une quantité importante de radiations visibles. Ce rayonnement est caractérisé par plusieurs raies mais il ne comporte pas de radiation rouge. De ce fait, le rendu des couleurs est mauvais et n'est pas comparable à celui des lampes à

basse pression. Pour améliorer cette émission lumineuse privée de radiations rouges, trois solutions sont retenues :

- Placer un revêtement fluorescent sélectif sur la paroi interne de l'enveloppe de protection pour transformer une partie du rayonnement U.V. en rayonnement essentiellement rouge. Cette fonction est assurée par la lampe à vapeur de mercure à lumière corrigée appelée « ballon fluorescent ».

- Associer le rayonnement émis par un filament porté à incandescence à celui produit par la lampe à vapeur de mercure, pour donner un mélange équilibré. Cette solution a été retenue par la lampe dite « à lumière mixte. »

- Ajouter des iodures métalliques (indium, thallium, sodium...) au mercure contenu dans le tube à décharge. Ce principe a amené la réalisation des lampes aux iodures métalliques.

Après l'inventaire des différentes lampes à décharge dans la vapeur de mercure à haute pression, examinons les réalisations et leurs caractéristiques.

## Ballon fluorescent

### Description

Le ballon fluorescent est essentiellement constitué par un tube à décharge placé au centre d'une ampoule de verre dont la paroi interne est recouverte d'une poudre fluorescente.

Le schéma de construction ( figure 4.3 ) indique le rôle des principaux éléments constitutifs. :

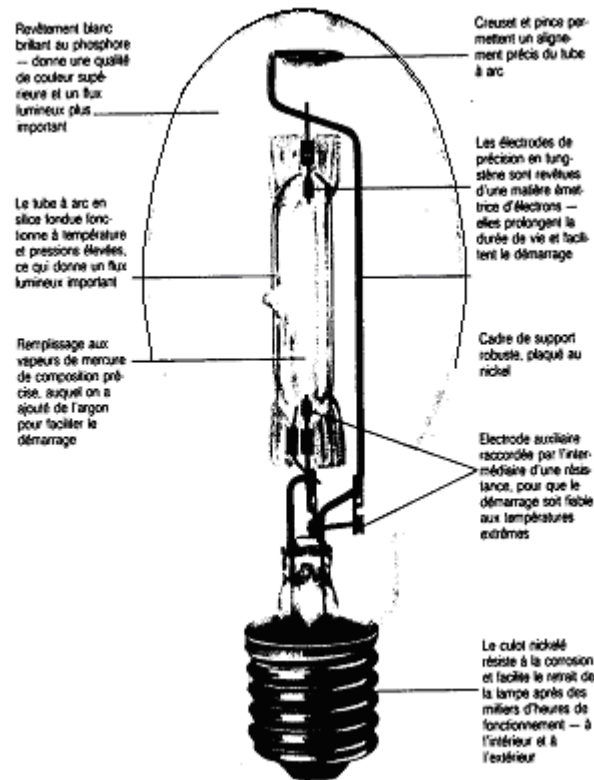


Figure 4.3

Par l'excitation de la substance fluorescente on peut constater l'apparition d'une radiation " rouge orangée "

### Circuit d'exploitation type

L'amorçage étant assuré par une électrode auxiliaire, seule une " self de stabilisation " est nécessaire (voir schéma figure 4.4).

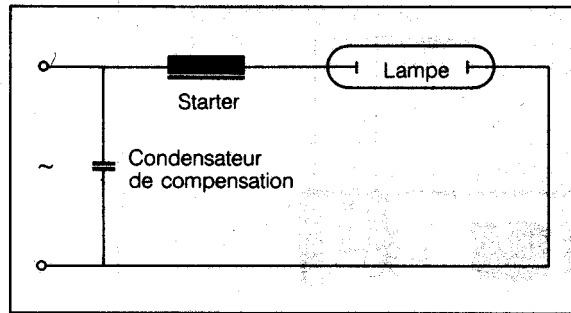


Figure 4.4

### Lampes à lumière mixte

#### .Description

La lampe à lumière mixte associant deux sources lumineuses dans une même ampoule est constituée par un tube à décharge à amorçage par électrodes auxiliaires et par un filament stabilisant la décharge. Un ballon revêtu intérieurement d'une poudre fluorescente corrige la lumière (voir figure 4.5).

Le filament assure la stabilisation et permet un branchement direct sans ballast

Le filament permet un démarrage instantané à flux lumineux maximal. Le tube à décharge n'atteint son plein rendement qu'après 2 minutes environ, et la lumière émise par le filament incandescent, relativement élevée à la mise sous tension, décroît jusqu'à sa valeur de fonctionnement.

Pour conserver une durée de vie correcte, il faut choisir une température de fonctionnement du filament relativement basse qui s'accompagne nécessairement d'une diminution importante de l'efficacité lumineuse. Ces lampes permettent toutefois, par substitution aux lampes à incandescence, de même puissance, de relever le niveau d'éclairage et d'espacer les opérations de remplacement.

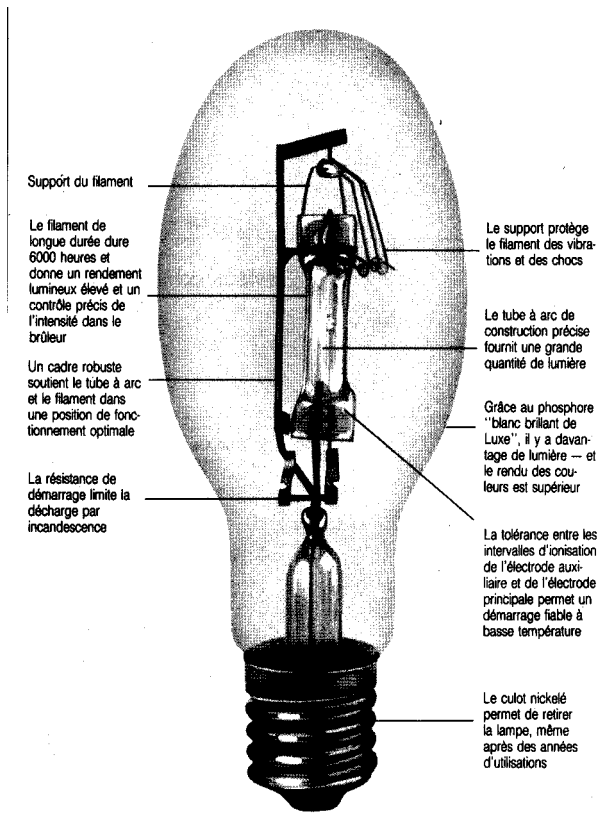


Figure 4.5

### 4.3.LAMPES A IODURES MÉTALLIQUES

#### .Description

La lampe aux iodures métalliques est essentiellement constituée par une enveloppe en verre dur clair et par un tube à décharge quartz rempli d'un mélange d'iodures métalliques et de mercure provoquant une émission d'énergie dans de très larges plages du spectre visible.

Le schéma de construction représenté à la figure 4.6 montre les principaux éléments constitutifs.

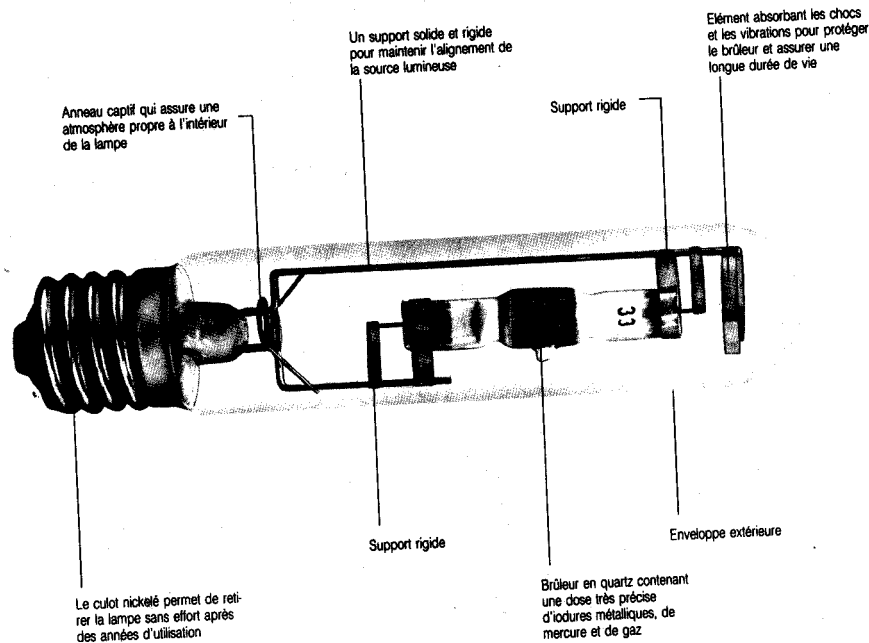


Figure 4.6

### LAMPE A VAPEUR DE SODIUM

Ces lampes utilisent le principe d'une décharge électrique dans la vapeur de sodium et sont caractérisées par une très haute efficacité lumineuse les destinant à une utilisation croissante en raison des économies d'énergie qu'elles permettent de réaliser.

On distingue deux types de lampe à vapeur de sodium, la lampe à basse pression et la lampe à haute pression,

#### Lampe à vapeur de sodium à basse pression

Ces lampes sont principalement constituées par un tube à décharge et une enveloppe. Le tube à décharge contient du sodium et un mélange de gaz rares (néon et argon) à une pression de plusieurs centaines de N/m<sup>2</sup>. Ce tube d'une grande longueur par rapport à son diamètre est généralement plié en " U » ,

Il est réalisé en verre spécial ou revêtu d'une mince couche protectrice car le sodium attaque le verre ordinaire.

Afin d'assurer une bonne répartition du sodium de nombreux points froids peuvent être réalisés sous la forme de bossages vers l'extérieur.

L'enveloppe extérieure tubulaire dans laquelle on fait le vide est revêtue d'une couche interne thermo réfléchissante (oxyde d'indium).

Ce revêtement laisse passer le rayonnement visible émis par la décharge électrique, mais il réfléchit le rayonnement infrarouge et permet de maintenir la paroi du tube à une température convenable (270 C) ( figure 4.7 ).

### Lampe à vapeur de sodium à haute pression

D'une haute efficacité lumineuse, cette lampe fournit une lumière de couleur " blanc doré ".

Cette lampe est essentiellement constituée par un tube à décharge et une enveloppe. Le tube à décharge translucide est en alumine polycristalline (oxyde d'aluminium) résistant à la corrosion du sodium et à la haute température de fonctionnement (700 C).

Un amalgame " sodium mercure " y est introduit en excès et une pression de l'ordre de 13 à 26 KPa est assurée lorsque la lampe est en régime.

Afin de faciliter l'amorçage et de limiter les pertes par conduction vers la paroi, le tube contient du xénon sous faible pression.

L'enveloppe protectrice est en verre dur dans laquelle on fait le vide d'air. Cette ampoule de forme tubulaire ou ellipsoïdale peut être claire ou revêtue d'un poudrage intérieur (figure 4.8).

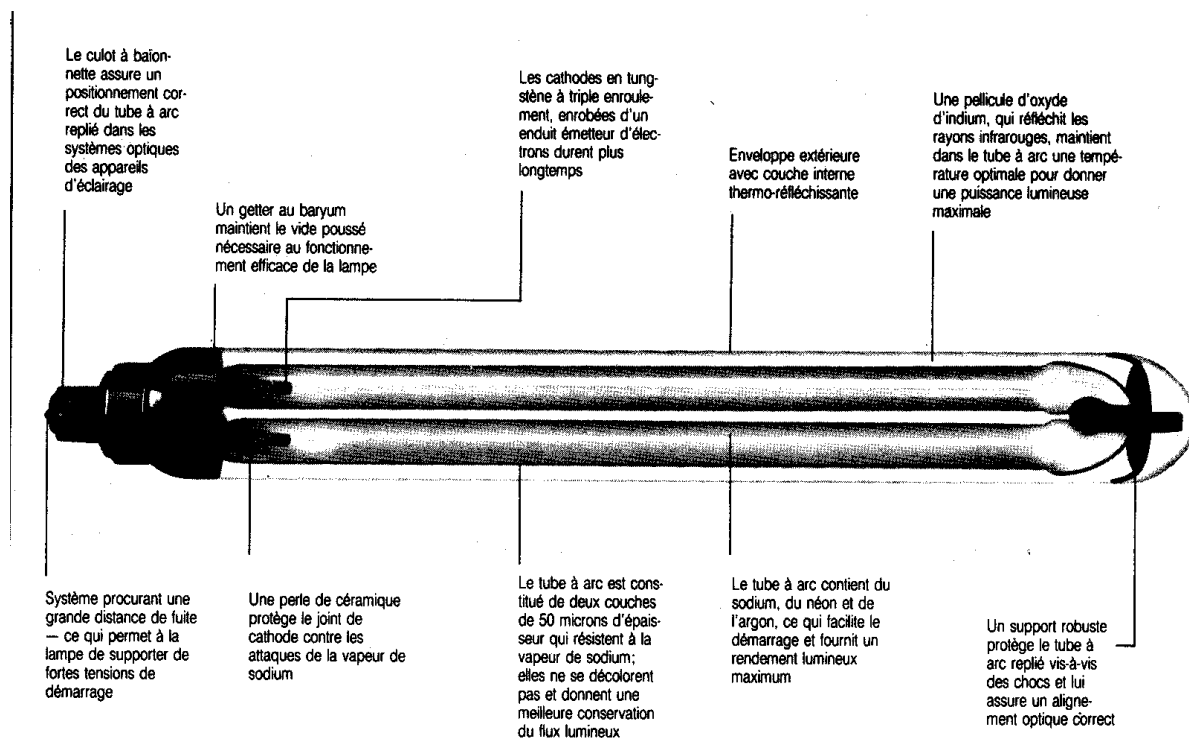


Figure 4.7

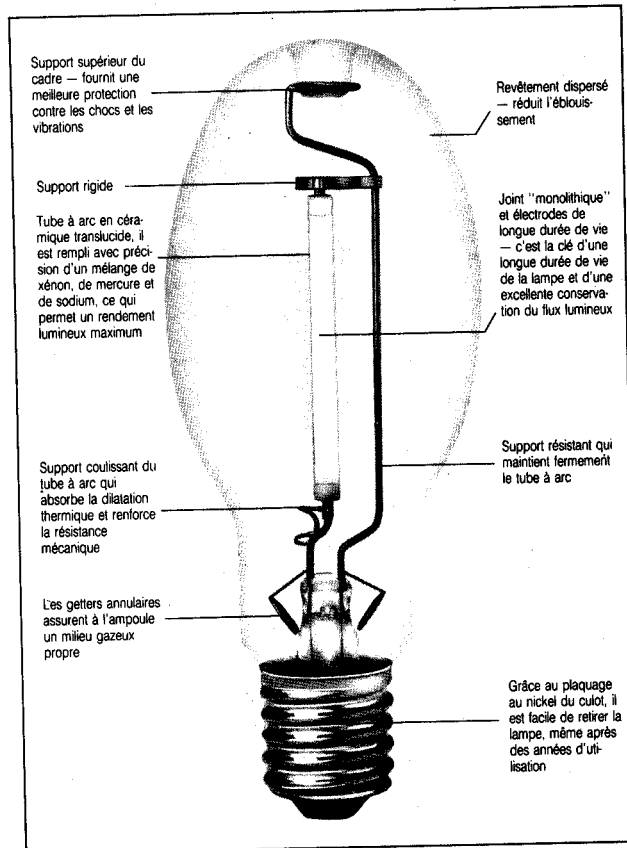


Figure 4.8

### Lampe de substitution «mercure sodium»

Les constructeurs ont mis au point des lampes à vapeur de sodium à haute pression directement adaptables sur les installations existantes pour les lampes au mercure. De formes et de dimensions identiques aux ballons qu'elles remplacent, ces lampes au sodium permettent un gain de flux lumineux (> 50 %), assurent une économie d'énergie (= 15 %), n'exigent pas de changement de luminaire et ne nécessitent pas de modification du câblage existant.

L'usage d'un mélange gazeux "argon néon", ayant une plus faible tension d'amorçage et d'une électrode auxiliaire enroulée autour du tube à décharge, permet de supprimer le starter électronique (figure. 4.9).

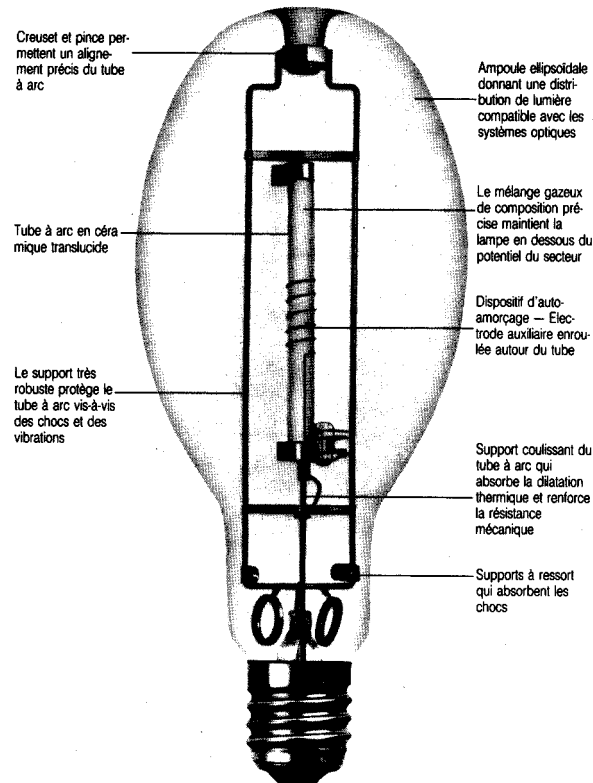


Figure 4.9

## 5.PLANS ELECTRIQUES

### *Symboles généraux*

On appelle *symbole* tout signe figuratif conventionnel visant à représenter de façon simple mais précise un élément, un système ou une caractéristique particulière.

Les symboles sont destinés à :

- *identifier* un appareil, une machine ou un réseau ;
- *faciliter* le décodage et la compréhension des représentations graphiques ;
- *informer* un utilisateur sur les caractéristiques ou sur les performances d'un réseau, d'un dispositif ou d'une machine.

Les *symboles d'identification* des circuits ne sont jamais employés isolément.

Ils s'inscrivent à côté d'autres symboles d'appareils, de machines ou de lignes pour préciser la nature d'un courant, le mode de connexion d'un enroulement ou le genre d'un système de distribution:

- *Nature des courants et polarités* (figure 5.1)

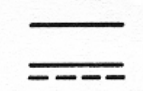





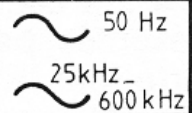
SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Courant continu (2 variantes)	$m$ 	Courant poly- phasé à m phases
	Courant ondulé ou redressé		Appareil utilisant les 2 courants
	Courant alternatif	$+$ $-$	Polarité positive Polarité négative
$1$ 	Courant monophasé		Indication de la gamme ou de la valeur de fréquence

Figure 5.1

- *Modes de connexion des enroulements*: ces symboles sont utilisés pour indiquer le mode de connexion des enroulements polyphasés des machines ou des appareils. Leur forme s'inspire de celle des diagrammes vectoriels de tension obtenus avec les modes de connexion qui leur correspondent. Outre le symbole, certains modes sont caractérisés par une lettre repère (figure 5.2)


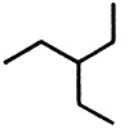
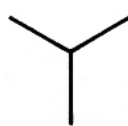
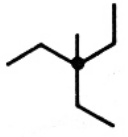
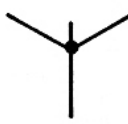
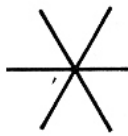
SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Enroulement tri- phasé en triangle (lettre D)		Enroulement tri- phasé en zig zag, à point neutre non sorti (lettre Z)
	Enroulement tri- phasé en étoile, à point neutre non sorti (lettre Y)		Enroulement tri- phasé en zig zag, à point neutre sorti (lettre Zn)
	Enroulement tri- phasé en étoile, à point neutre sorti (lettre Yn)		Enroulement hexophasé en étoile, à point neutre non sorti

Figure 5.2

- *Système de distribution* : destinés à indiquer le genre d'un système de distribution, en particulier dans le cas de lignes électriques, ces symboles sont formés: Pour les systèmes à courant alternatif: par le symbole général avec indication, à gauche, du nombre de phases et éventuellement du conducteur neutre, à droite, de la fréquence et de la tension.

Pour les systèmes à courant continu par le symbole général avec indication, à gauche, du nombre de conducteurs et éventuellement du conducteur d'équilibre ou compensateur, à droite, de la tension.

La figure 5.3 représente respectivement:

- un système monophasé 50 Hz, 127 V (figure 5.3,a);
- un système triphasé avec neutre 50 Hz, 380 V (figure 5.3b);
- un système à courant continu trois conducteurs dont un conducteur neutre, 220 V (entre chaque conducteur extrême et le neutre 110 V) (figure 5.3c).

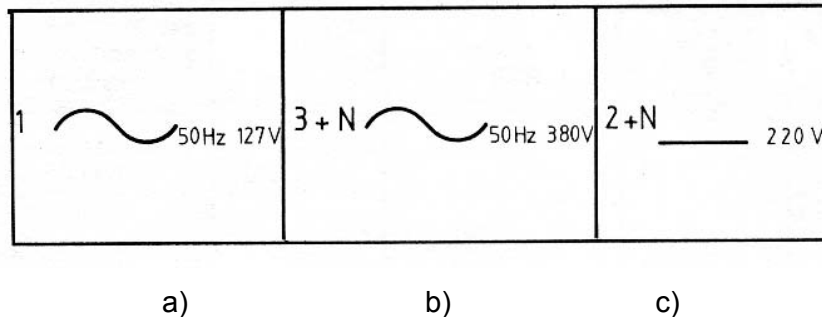


Figure 5.3

Les symboles de variabilité présentent deux types de variabilité (figure 5.4) selon que la grandeur variable dépend :

- d'un dispositif extérieur : il s'agit alors de variabilité *extrinsèque*, par exemple, une résistance réglée par un régulateur ;
- des propriétés du dispositif : la variabilité est dite *intrinsèque*, par exemple, résistance variant en fonction de la température ou de l'éclairement.

SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Variabilité extrinsèque linéaire		Variabilité extrinsèque par échelons
	Variabilité extrinsèque non linéaire		Ajustabilité par échelons
	Ajustabilité prédéterminée		Variabilité intrinsèque linéaire
	Variabilité extrinsèque continue		Variabilité intrinsèque non linéaire
	Ajustabilité continue	Le symbole de la variabilité peut être complété par l'indication de la grandeur agissante (U, I, θ...)	

Figure 5.4

Les symboles pour circuits électriques représentent, en principe, les conducteurs de connexion qui sont indiqués par un trait (figure 5.5).

Lorsqu'il s'agit de l'ensemble des conducteurs d'une même canalisation, deux modes de représentation sont possibles:

- mode multifilaire : chacun des conducteurs est représenté par un trait ;
- mode unifilaire : la canalisation est représentée par un seul trait barré par un ou plusieurs traits obliques.

SYMBOLE POUR REPRÉSENTATION		DÉSIGNATION	SYMBOLE POUR REPRÉSENTATION		DÉSIGNATION
MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE		MULTIFILAIRE	UNIFILAIRE	
		Conducteur, ou faisceau, ou canalisation ou lignes électriques			Trois conducteurs
					Conducteur neutre
		Deux conducteurs			Conducteur de terre
					Conducteur de masse

Figure 5.5

Parmi les symboles généraux utilisés dans les réseaux on peut citer aussi les symboles pour:

- bornes et connexions (figure 5.6);

SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Borne, connexion de conducteur (deux variantes)		Croisement avec connexion électrique (deux variantes)		Connexion de dérivation (trois variantes)		Planchette de raccordement (2 variantes)
	Croisement de 2 conducteurs sans connexion électrique		Contact glissant				

Figure 5.6

- organes électriques (figure 5.7);

SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Terre		Résistance sans spécification particulière		Inductance (deux variantes)		Capacité, condensateur
	Masse		Résistance non réactive (pratiquement pas inductive ni capacitive) (2 variantes)			Inductance avec noyau ferromagnétique (deux variantes)	
	Masse mise à la terre		Résistance potentiométrique fixe		Inductance variable par contact mobile (deux variantes)		
	Enroulement de machine ou d'appareil		Résistance potentiométrique à contact mobile			Résistance à prises fixes	
	Impédance		Résistance à prises fixes				

Figure 5.7

- organes électromécaniques (figure 5.8);

SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
	Commande électromécanique, symbole général (deux variantes)		Dispositif magnéto-thermique agissant sur une liaison mécanique
	Bobine à maximum ou à minimum de courant agissant sur une liaison mécanique		Commande par moteur électrique
	Dispositif thermique agissant sur une liaison mécanique		Aimant permanent

Figure 5.8

- organes mécaniques (figure 5.9)


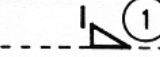

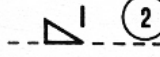


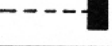




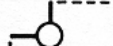


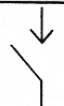




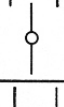
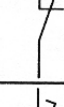
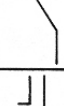
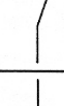
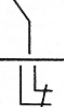
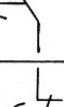
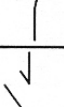
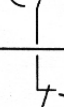
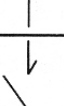
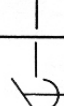

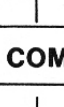
SYMBOLE	DÉSIGNATION	SYMBOLE	DÉSIGNATION
-----	Liaison mécanique		Came
	Dispositif d'accrochage unidirectionnel :		Galet de commande
	1 en prise 2 libéré		Tirette ou anneau
	Dispositif d'accrochage bidirectionnel :		Poussoir
	1 en prise 2 libéré		« Coup de poing »
	Verrouillage mécanique		Pédale
	Renvoi d'équerre		Flotteur

Figure 5.9

- contacts (figure 5.10)

Leur conception permet:

- de disposer d'une seule forme de symbole applicable dans toutes les techniques ;
- de compléter le symbole de base au moyen de symboles distinctifs afin de représenter les différents types de dispositifs de connexion.

	Contact à fermeture (ou de travail)		Contact de passage à fermeture momentanée lors de l'action et du relâchement
	Contact à ouverture (ou de repos)		Contact à fermeture anticipée
	Contact à deux directions sans chevauchement		Contact à fermeture tardive
	Contact à deux directions avec position médiane d'ouverture		Contact à ouverture anticipée
	Contact à deux directions avec chevauchement		Contact à ouverture tardive
	Contact à deux fermetures		Contact à fermeture retardé à la fermeture
	Contact à deux ouvertures		Contact à ouverture retardé à l'ouverture
	Contact de passage à fermeture momentanée lors de l'action		Contact à ouverture retardé à la fermeture
	Contact de passage à fermeture momentanée lors du relâchement		Contact à fermeture retardé à la fermeture et à l'ouverture

**EXEMPLES D'INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES**



	Contact à fermeture à retour automatique		Contact à ouverture représenté ouvert en position d'action avec position maintenue
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Figure 5.10

- appareillages mécaniques de connexion (figure 5.11)







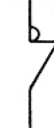

	Interrupteur		Disjoncteur
	Contacteur		Sectionneur
	Discontacteur		Interrupteur-sectionneur
	Rupteur		Interrupteur-sectionneur à ouverture automatique

Figure 5.11

- fusibles (figure 5.12)


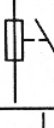


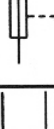
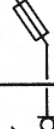
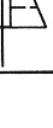
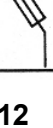
	Fusible		A percuteur et circuit de signalisation distinct
	Indication de l'extrémité raccordée côté source		Fusible interrupteur
	Fusible à percuteur		Fusible sectionneur
	A percuteur et circuit de signalisation à point commun		Fusible interrupteur-sectionneur

Figure 5.12

- fiches, prises et connecteurs (figure 5.13)




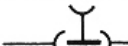




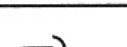


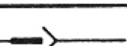
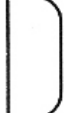
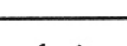

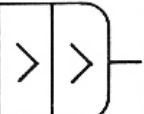

	Fiche de prise de courant ou fiche (mâle) de connecteur, de prolongateur		Connecteur avec fiche de dérivation
	Socle de prise de courant ou prise (femelle) de connecteur, de prolongateur		Connecteur avec prise de dérivation
			Barette de connexion ouverte
	Fiche et prise associées		Barette de connexion fermée
		Ensemble de connecteurs (partie fixe)	
	Fiche et prise associées		
	Fiche et prise associées		Ensemble de connecteurs (partie mobile)
			
	Connecteur mâle-femelle		Ensemble de connecteur (parties fixe et mobile accouplées)
	Connecteur par pression en bout		

Figure 5.13

- appareils d'éclairage (figure 5.14)


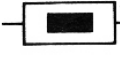
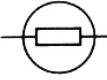

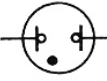
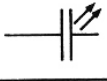
	Lampe d'éclairage		Ballast
	Lampe à incandescence		Tube à gaz avec bilame
	Lampe à décharge à luminescence		Lampe à électroluminescence
<p><b>Nota :</b></p> <p>1. Le point indiquant la présence de gaz ou de vapeur peut être remplacé par le symbole chimique du gaz ou de la vapeur utilisés</p> <p>2. Si nécessaire le symbole de l'écran fluorescent peut être ajouté</p>			

Figure 5.14

- appareils de protection contre les surtensions (figure 5.15)







	Éclateur		Limiteur de surtension
	Éclateur à double intervalle		Tube à gaz, limiteur de surtension
	Parafoudre		Tube à gaz, symétrique, limiteur de tension

Figure 5.15

## 6.EXEMPLES DES REALISATIONS DES ELEMENTS POUR ECLAIRAGE PUBLIC

Dans ce chapitre, on présente quelques exemples des réalisations dans l'éclairage public – lampes, schémas d'alimentation, supports – avec des données technique ( tensions d'alimentation, température de couleur ) – et des applications.

### 6.1.LAMPES – exemples des réalisations

Par la présence du filament, **les lampes à lumière mixte** sont relativement sensibles aux variations de tension.

Afin d'obtenir les meilleurs résultats, on doit s'assurer .de l'adaptation de la tension de la lampe à la tension du réseau et du respect des positions de fonctionnement.

Branchement direct sur le réseau :230/240 V.

Le filament à incandescence monté en série avec le tube à décharge, assure simultanément la stabilisation des lampes et accroissement du rayonnement lumineux dans le rouge : lumière plus chaude .

.Température de couleur :3500 à 3800 K.

Applications :Ateliers.,halls., éclairage résidentiel., parcs et jardins.



**Les lampes à vapeur de sodium haute pression** sont actuellement parmi les plus performantes des lampes d'éclairage :

La lumière blanc - doré autorise une bonne perception des couleurs et des contrastes.

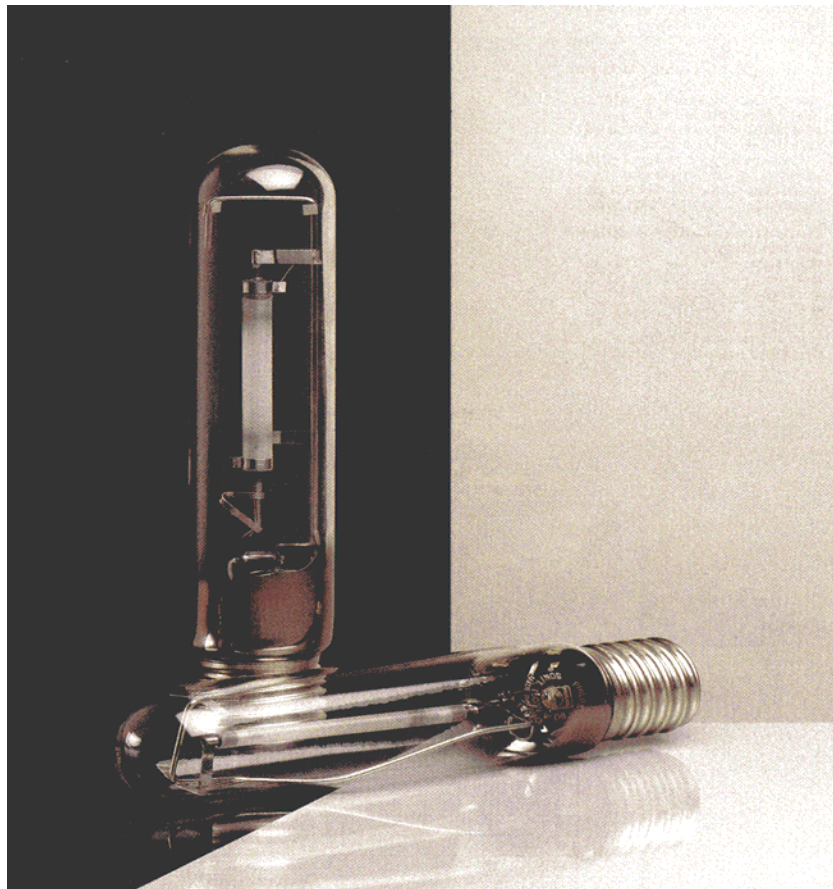
Efficacité lumineuse quasiment doublée par rapport aux lampes à vapeur de mercure traditionnelles, ce qui permet de réduire d'une façon importante la consommation électrique d'une installation sans en altérer le confort vu sous l'aspect de la sécurité ou du niveau d'éclairage.

Très large gamme de puissances , le niveaux de flux est uniforme.

Lampes de forme tubulaire, claire qui permettent d'obtenir les meilleures performances et un facteur d'utilisation en harmonie avec des optiques adaptées.

L'alimentation de ces lampes est réalisée par l'intermédiaire d'un ballast , un amorceur électronique externe et d'un appareillage d'alimentation approprié dont la tension de service et la fréquence nominales doivent être adaptées à celles du réseau qui les alimentent.

Dans le cadre d'une alimentation entre phase et neutre, la phase doit être impérativement reliée au plot .central de la lampe par l'intermédiaire du ballast et le neutre à la chemise du culot.



**L'adjonction des iodures métalliques de thallium, d'indium et de sodium** dans la décharge permet d'obtenir une haute efficacité lumineuse, un très bon rendu des couleurs, une lumière blanche adaptée notamment aux prises de vues TV et à l'éclairage sportif.

Lampe de forme tubulaire claire.,haute efficacité lumineuse,rendu des couleurs élevé

Température de couleur :4500 à 5000 K.

Il faut tenir compte des positions de fonctionnement tant pour la fiabilité des systèmes que pour la qualité de la lumière.

Alimentation par l'intermédiaire d'un ballast et d'un amorceur

En fonction du type de lampe (caractéristiques électriques, tension d'amorçage),les appareillages d'alimentation sont dérivés de ceux des lampes à vapeur de mercure ou des lampes à vapeur de sodium haute pression. Dans le cadre d'une alimentation entre phase et neutre, il est recommandé de relier la phase par l'intermédiaire du ballast au plot central de la lampe et le neutre à la chemise du culot.

Les variations accidentelles admissibles de la tension d'alimentation sont de :15 %



Les systèmes d'alimentation pour les lampes à vapeur de mercure et les lampes à iodures métalliques se composent d'une gamme de ballasts qui limite et stabilise le courant de la lampe, et pour les lampes iodures métalliques d'une gamme appropriée d'amorceurs électroniques.

L'ensemble des ballast de la gamme de 50 W à 400 W est produit en encapsulage..

Ce procédé permet d'obtenir une plus grande finition, ainsi qu'une fiabilité des caractéristiques électriques du ballast.

Le ballast permet de limiter et d'ajuster le courant de la lampe.

Dans le cas d'une utilisation avec des lampes iodures métalliques , le ballast doit être associé à un amorceur électronique approprié.

Les ballasts sont équipés de connecteurs à vis.

Les amorceurs électroniques sont étudiés comme élément d'un système :

lampes -ballast -amorceur, afin de procurer le meilleur rendement et efficacité de la lampe.

L'amorceur est automatiquement mis hors circuit lorsque la lampe est en fonctionnement et ainsi ne consomme aucune puissance.

Les amorceurs sont équipés d'un connecteur à vis.

Exemples de constructions :

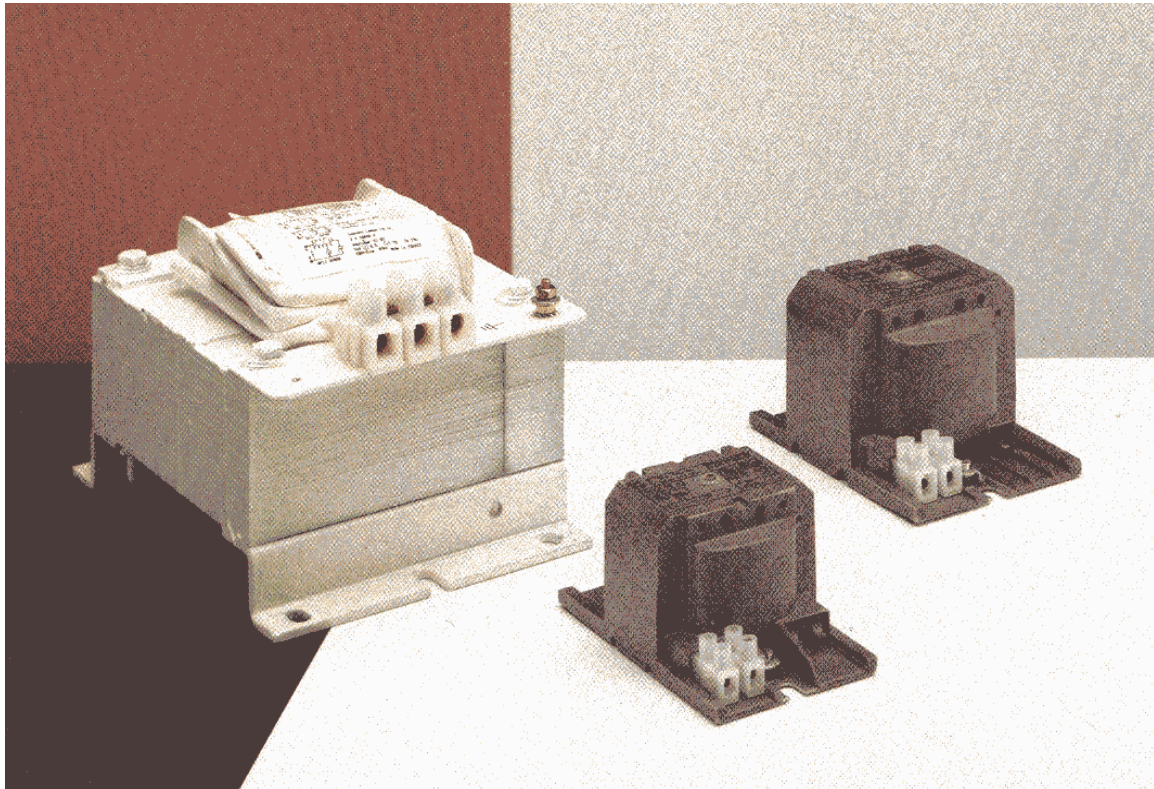
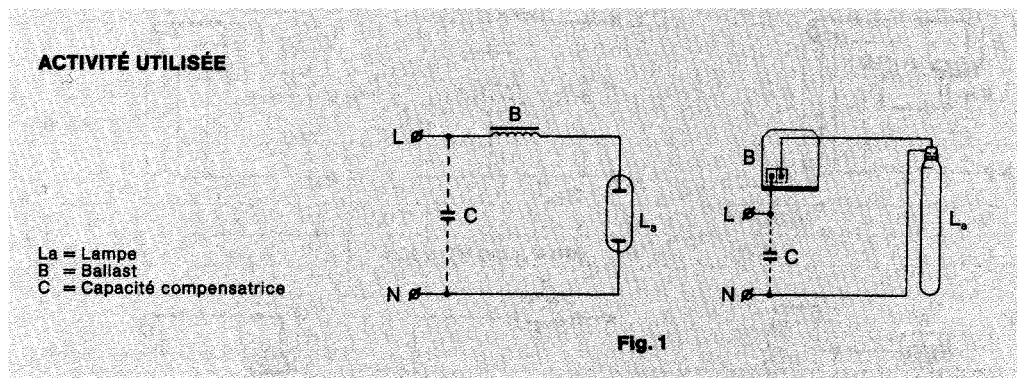


Schéma générale d'alimentation de la lampe :



## 6.2.RACCORDEMENTS DES LAMPES DE RUES °

### Schémas d'alimentation des lampes dans l'éclairage public

On doit tenir compte du type de lampe ( La ),du ballast ( B ),d'amorceur ( A ) de la tension d'alimentation , de sa puissance.

La = Lampe  
B = Ballast  
C = Capacité compensatrice  
A = Amorceur  
— Câble haute-tension

HPI-T 1000 W

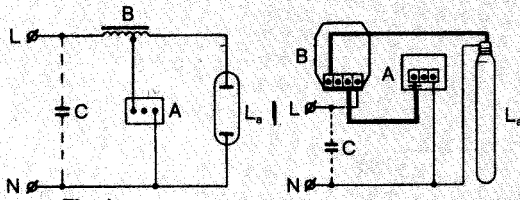


Fig. 1

HPI-T 2000 W - 380/400 V

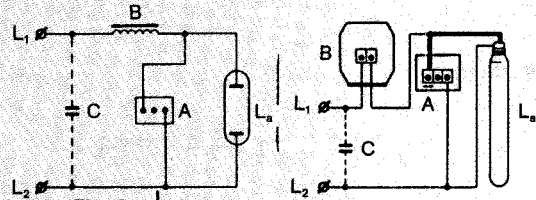


Fig. 4

MHD 1800 W 230 V

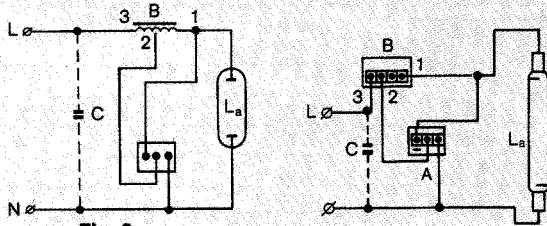


Fig. 2

HPI-T 2000 W - 230 V

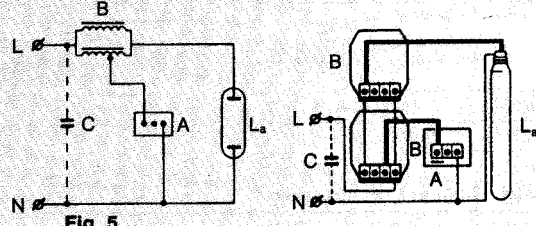


Fig. 5

HPI-T 250 W - 400 W

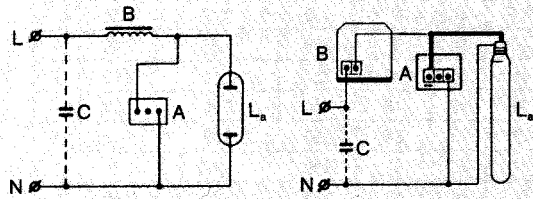


Fig. 3

HPI-T 2000 W - 380/400 V (MONTAGE EN ÉTOILE)

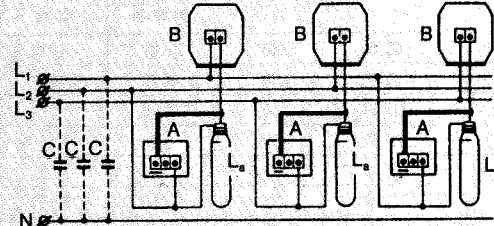
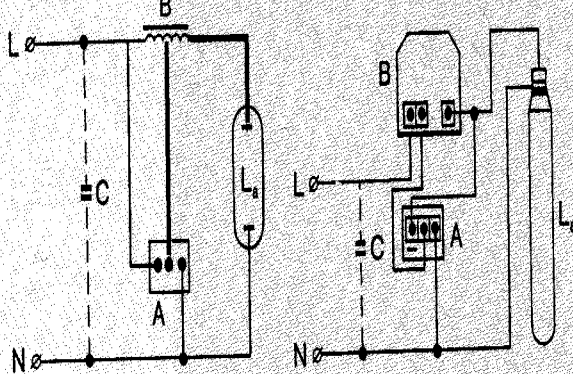
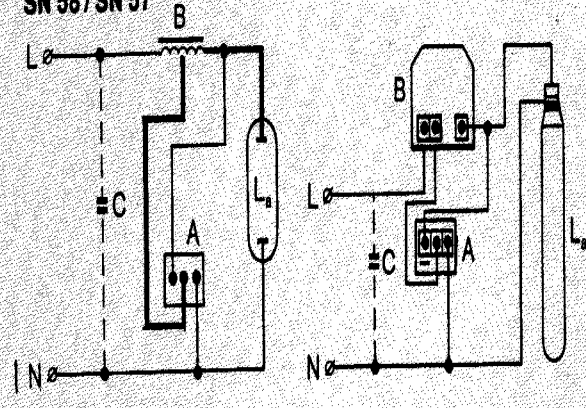


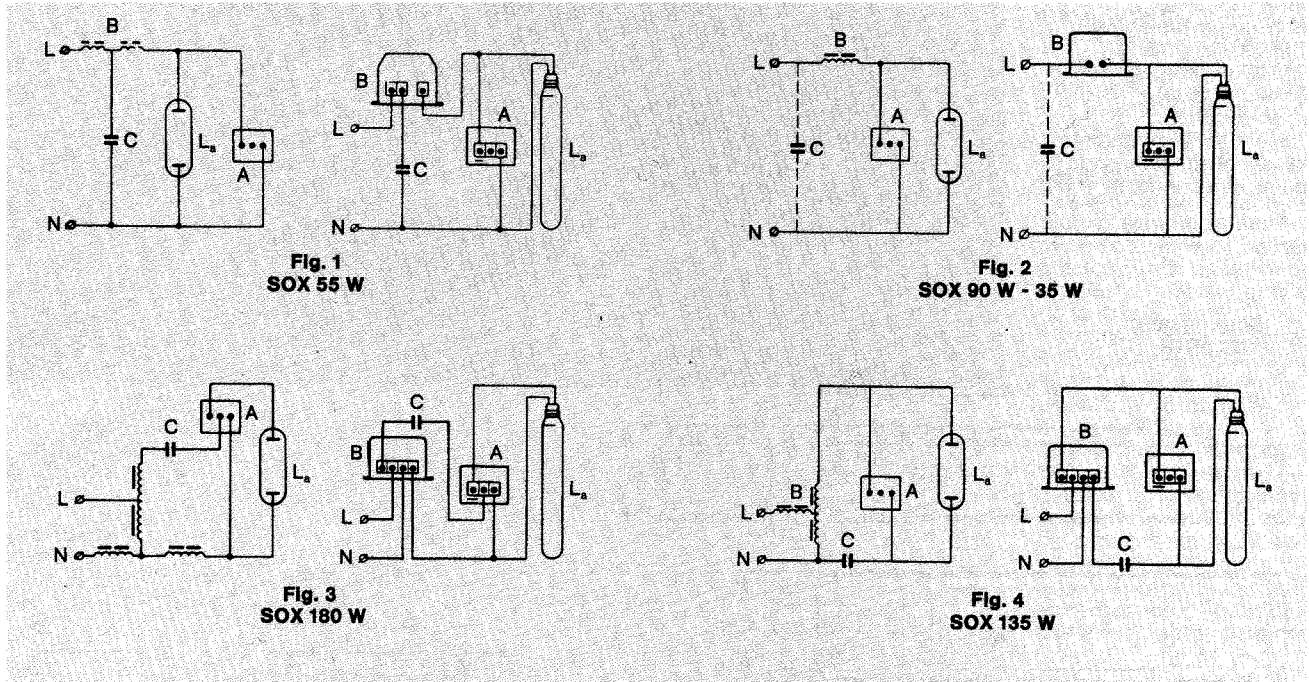
Fig. 6

SN 61

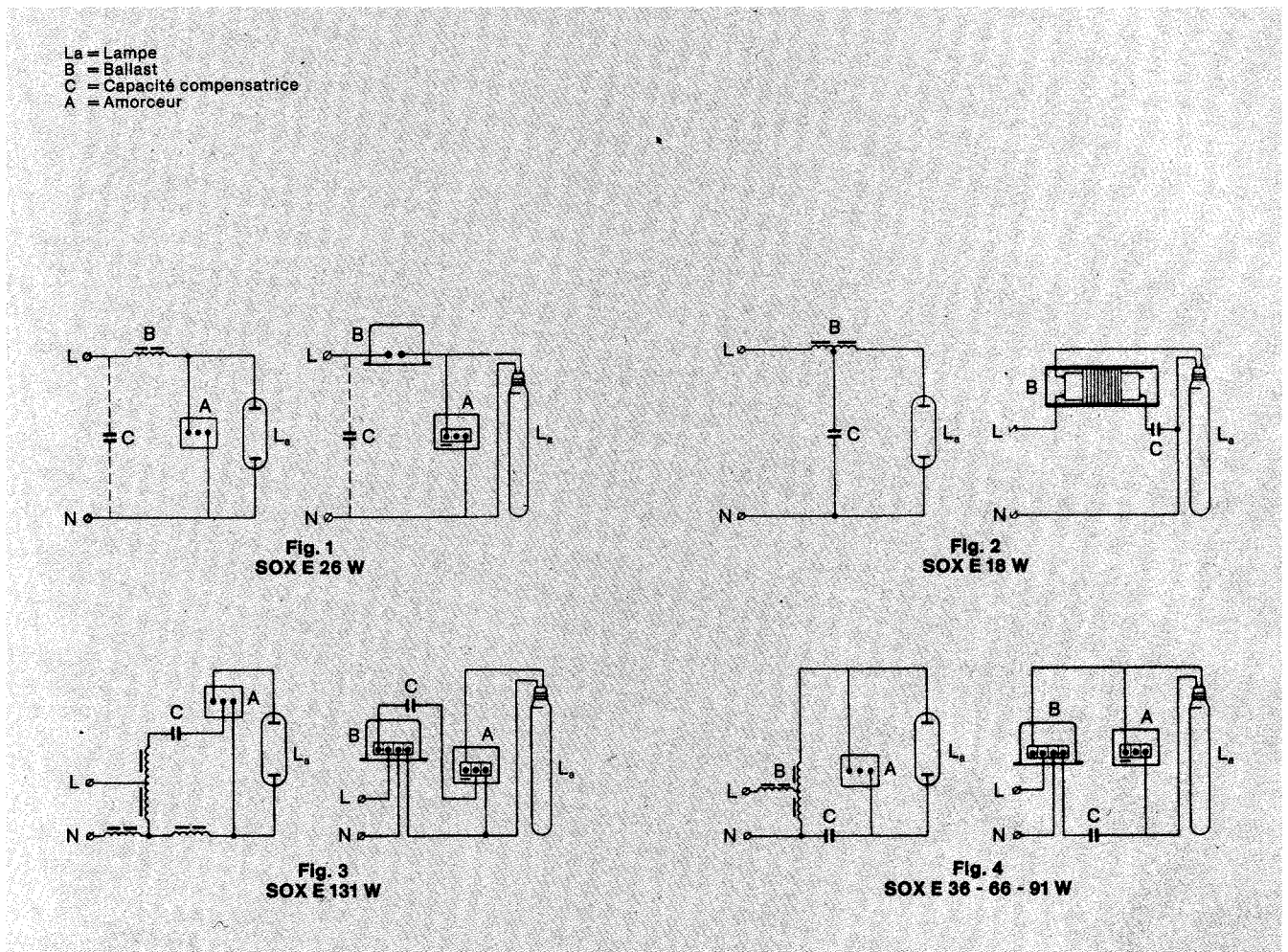


SN 58/SN 57

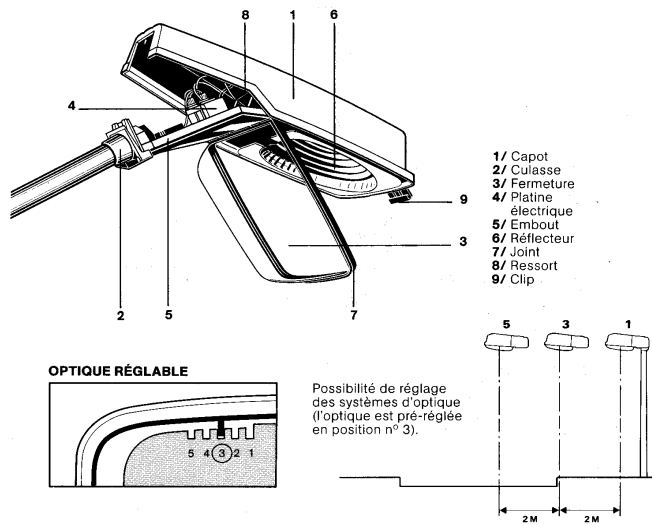




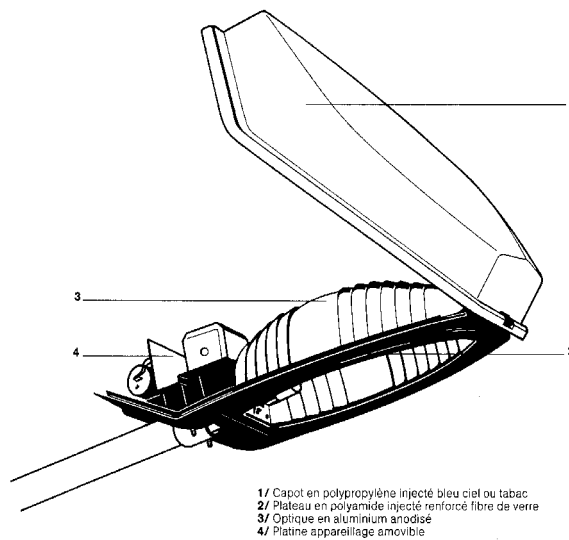
La = Lampe  
B = Ballast  
C = Capacité compensatrice  
A = Amorceur



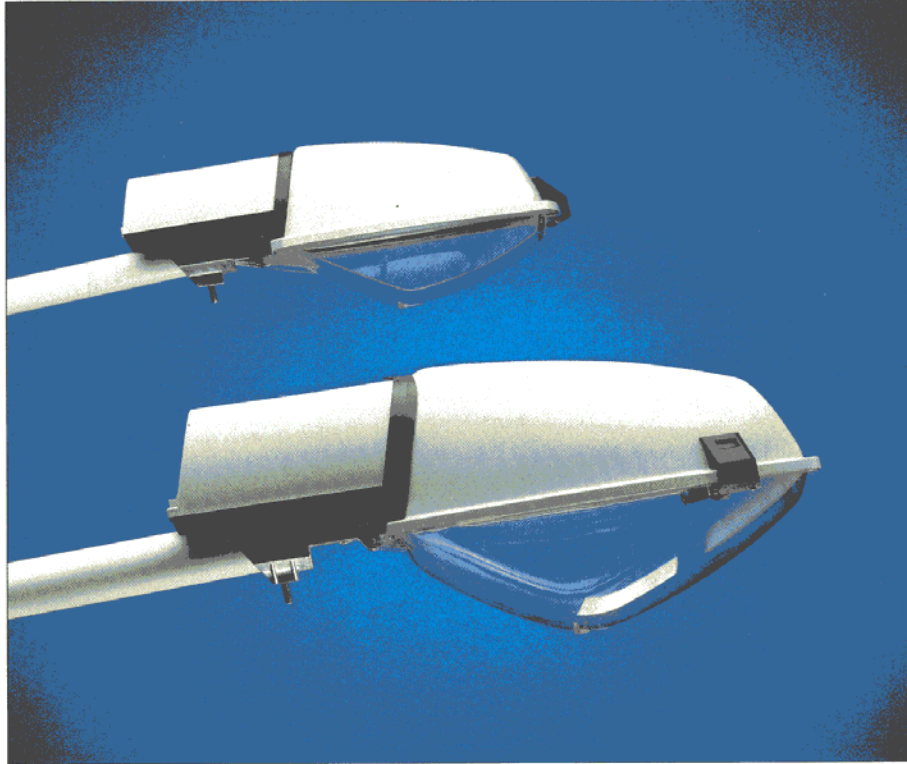
6.3.SISTEMES OPTIQUES POUR ECLAIRAGE PUBLIC - parties composantes



Les deux systèmes d'optique : réflecteur STE pour lampes tubulaires et nouveau réflecteur pour lampes ovoïdes sont réglables suivant les applications.



#### 6.4.SISTEMES OPTIQUES POUR ECLAIRAGE PUBLIC Exemples des réalisations ( Catalogue Philips )



MASCOTTE 10/11 -H/SRS 103/104

Gamme économique. Rapidité d'installation. Facilité de maintenance.

Applications :Eclairage urbain ou routier.

Armature en alliage d'aluminium,berceau en polyamide armé de fibres de verre.

Optique monobloc en aluminium embouti avec peinture grise sur la face extérieure.

Platine support accessoires électriques en polyamide armé.

Capot du compartiment accessoire en polypropylène chargé.

Maintenance:

Remplacement de la lampe en toute sécurité, après ouverture de la vasque.

Accès aisé à l'appareillage électrique, après ouverture du capot fixe par un clip en acier inoxydable.

Remplacement de la platine d'alimentation après desserrage d'une seule vis.



#### MARINA 10/11/12

Gamme complète couvrant des applications comme l'éclairage urbain, rural ou routier.

Les 3 modèles permettent de répondre à tous les cas d'installation .pour lampes HPLN 125, 250, 400 WSON/T 70, 100, 150, 250, 400 W.

Pour MARINA 10 ,plateau en polyamide injecté renforcé de fibres de verre et teinté en noir.

Pour MARINA 10/11/12 plateau en alliage d'aluminium moulé, capot en polypropylène injecté et teinté dans la masse bleue ou tabac et articulé à l'avant.

Optique en aluminium anodisé. Douille à frein réglable.

Fermeture en polycarbonate pour MARINA10, et en méthacrylate pour 11 et12.

Installation :MARINA 10: fixation latérale et adaptateur séparé pour fixation verticale

MARINA 11 et 12: fixation verticale et latérale en.

Maintenance:

Accès à l'appareillage électrique après basculement du capot amovible.



#### XGS103-XGS104

Luminaire technique pour sources basse pression, faible puissance.

Fixation latérale ou verticale.

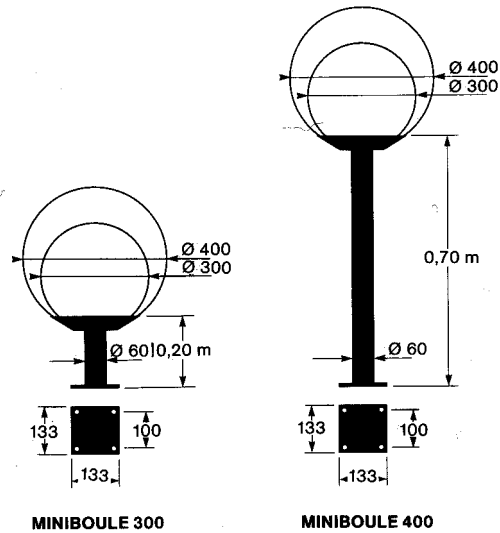
Applications : éclairage des voies urbaines ou rurales, carrefour, zones industrielles.

Corps en polyester renforcé de fibres en verre stabilisé anti UV.

Fermeture en méthacrylate formant réfracteur et donnant une distribution photo métrique optimum. Joint néoprène. Culasse en aluminium injecté sous pression.:

Fixation sur mât droit ou sur crosse.

Maintenance: Accès à la lampe après ouverture de la vasque, suspendue par des crochets pendant l'intervention



ROISSY 10 / 11 / 12

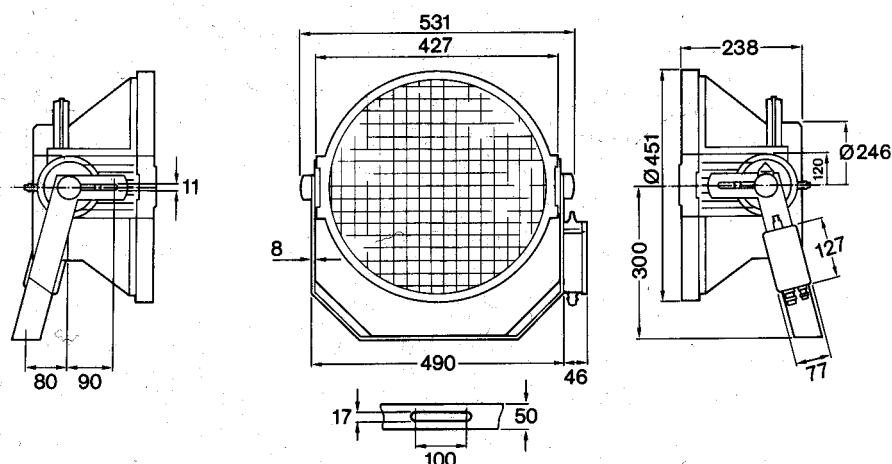
Luminaire esthétique, haute performance photométrique, avec des applications dans l'éclairage urbain, routier, de parkings et de carrefours de parcs et jardins.

Enveloppe sphérique en méthacrylate opale rendue lumineuse par une lampe auxiliaire .

Optique emboutie en aluminium raffiné traité anti-corrosion.

Les modèles 11 et 12 peuvent recevoir le miroir STE, le montage sur console permettant d'obtenir l'inclinaison imposée par ce miroir (entre 4 et 10 degrés).

Le modèle 12 est adapté à l'éclairage des parkings (inclinaison 10°).



ARENA VISION MVF 406

Concept d'éclairage sportif hautes performances., encombrement et prise au vent réduits, optiques modulaires très haute qualité.

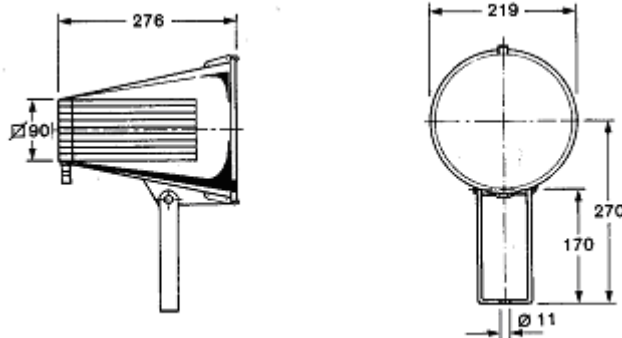
Lampe iodure métallique donnant une qualité de lumière inégalable,  
Maintenance facile en toute sécurité.

Les dimensions du projecteur permettent l'éclairage des stades de haute compétition, ce projecteur est particulièrement adapté aux exigences des transmissions T.V. Il correspond également aux besoins des grandes salles de sports couvertes .

Maintenance :

Le corps arrière du projecteur se bascule et donne accès à la lampe .

DVF 102/DHF 016



Applications en éclairage et mise en valeur de jardins, statues, motifs d'architecture, etc.

Corps en fonte d'aluminium avec ailettes de refroidissement.

Cadre de fermeture en aluminium avec verre sécurité et joint silicone.

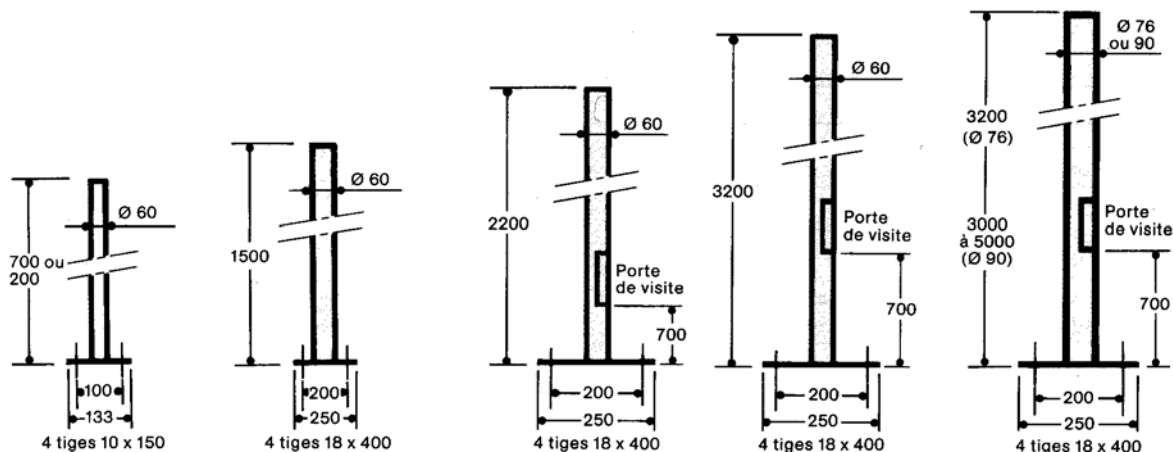
Fermeture par clips inox.

L'accès au bloc de raccordement s'effectue par l'arrière du projecteur.

Lyre de fixation en acier galvanisé permettant l'orientation du projecteur.

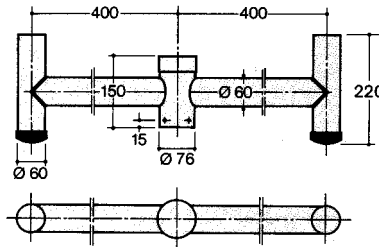
Accès à la lampe par ouverture du cadre avant supportant la glace.

## MÂTS ET ÉTRIERS - pour éclairage résidentiel



La porte de visite donne accès à une barette d'accrochage pour platine PR 435 ou un coffret Classe II.

ÉTRIER 2B



## 7.EFFECTUER DES TRAVAUX D'ECLAIRAGE PUBLIC

### Méthodes de vérification et d'entretien

#### Les outils associés au raccord des lampes de rues

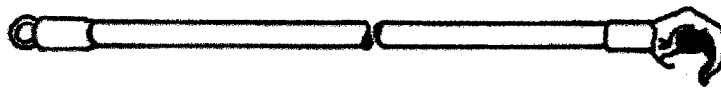
#### Les travaux sous tension

De nos jours, de nombreux travaux effectués sur les lignes électriques sont exécutés lorsque ces lignes sont sous tension. On peut ainsi réparer et entretenir le matériel sans que le service soit interrompu. Dans le cas des lignes aériennes de transport de distribution, et d'éclairage il existe quatre méthodes pour effectuer les travaux sous tension: le travail à distance, le travail au potentiel, le travail au potentiel intermédiaire et le travail au contact. Voyons maintenant la première de ces méthodes:

#### Le travail à distance

On dit qu'un travail est effectué à distance lorsque le monteur est en contact avec la terre, soit directement sur un support, soit par l'entremise d'un dispositif quelconque, et qu'il utilise une **perche isolante** pour faire les travaux. Une perche est un long tube en fibre de verre recouvert d'une résine époxy et rempli de mousse de polyuréthane. Il existe de nombreuses sortes de perches. Certaines sont munies d'un outil à leur extrémité: par exemple. **la perche à conducteur** qui est utilisée pour positionner ou déplacer un conducteur sous tension.

Perche à conducteur



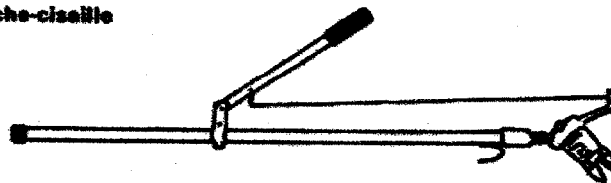
D'autres perches sont conçues de façon que l'on puisse fixer des outils adaptables à leurs extrémités. C'est le cas par exemple de la **perche à embouts universels**.

Perche à embouts universels



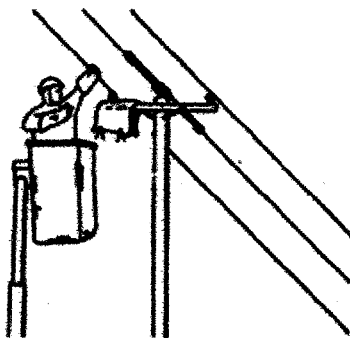
D'autres sont de conception plus complexe. Elles sont constituées de deux tiges rattachées à un outil spécialisé. On peut citer comme exemple la **perche cisaille** qui est utilisée pour couper des conducteurs. La perche illustrée ci-dessous est employée pour les conducteurs de section moyenne.

Perche-cisaille

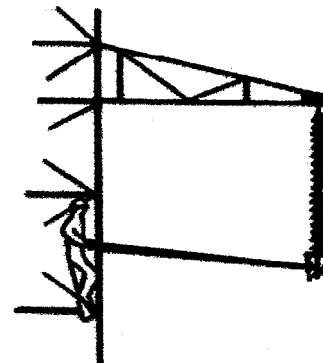


Un autre outil essentiel aux travaux sous tension à distance est le **tirant**. Il est utilisé pour reprendre la tension mécanique des éléments qui doivent être remplacés. Le **tirant à étau**, par exemple. Est employé pour exercer un effort de traction supérieur à la résistance d'une perche à conducteur.

Travail au contact



Travail à distance



Le **tirant d'ancrage**, ou **tirant à broches**, sert à retenir un conducteur lorsqu'on exécute un travail sur des chaînes d'isolateurs.

**Tirant d'ancrage ou tirant à broches**



Il existe nombre d'autres outils servant aux travaux sous tension. Notre but n'est pas de les énumérer, mais de faire connaître les plus courants. Ainsi, nous venons de voir certains outils employés pour les travaux à distance.

### **Le travail au potentiel**

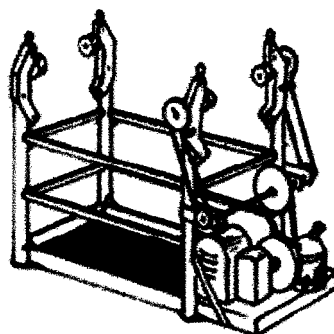
La deuxième méthode est celle du **travail au potentiel**. Voyons rapidement en quoi elle consiste et quel est le principal matériel utilisé.

Selon cette méthode, le monteur n'est pas relié à la terre; il est plutôt directement en contact avec les pièces sous tension sur lesquelles il travaille. Il ne court aucun risque puisqu'il est isolé de la masse.

En fait, un oiseau perché sur un fil électrique est dans la même situation. Cependant, contrairement à l'oiseau, le monteur n'a pas d'ailes. Comment faire alors pour placer un homme sur une ligne sous tension sans qu'il entre en contact avec la terre ? Il existe deux solutions à ce problème.

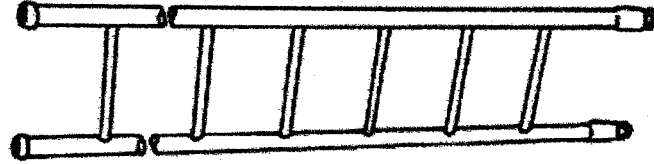
**La nacelle suspendue.** Au sol, le monteur monte dans la **nacelle**; cette dernière est alors hissée jusqu'aux conducteurs au moyen de **cordages isolants**. On pose les roues de la nacelle sur les conducteurs, et le monteur peut ainsi se déplacer le long de la portée et accomplir son travail.

**Nacelle suspendue motorisée  
(ou automotrice)**



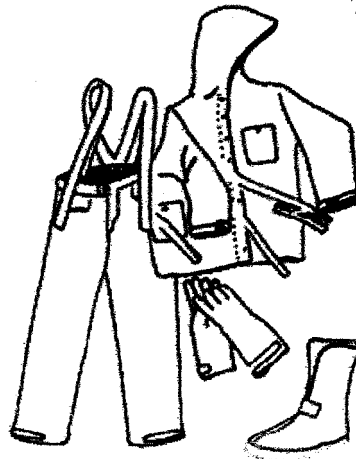
**L'échelle isolante.** Construite en matériau isolant, cette échelle permet au monteur de passer du pylône au conducteur sous tension en toute sécurité.

**Échelle isolante**



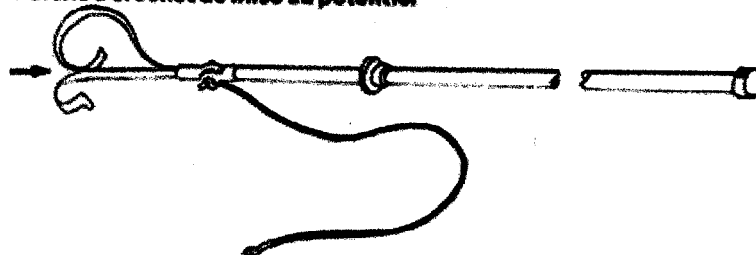
**Vêtement conducteur.** Dans ces deux cas, nacelle suspendue et échelle isolante, le monteur doit porter un vêtement conducteur. Confectionné en fibres naturelles ou synthétiques tramées de fil conducteur, ce vêtement protège le monteur des effets dus aux champs électriques.

**Vêtement conducteur**



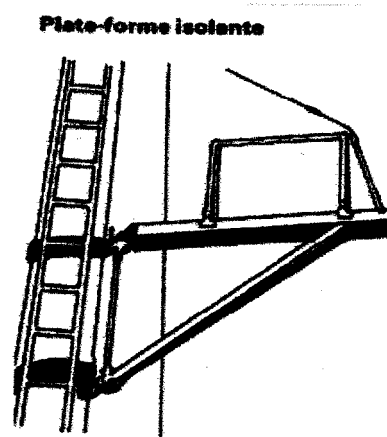
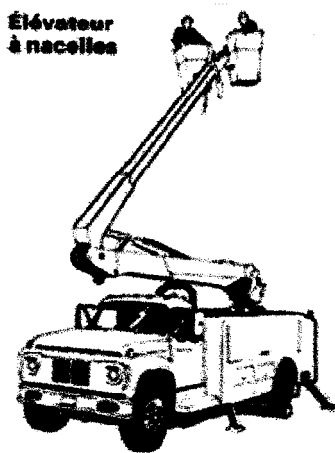
**Perche à crochet de mise au potentiel.** De plus, que ce soit à partir de la nacelle ou de l'échelle, le monteur doit toujours établir le contact avec les pièces sous tension au moyen d'une perche à crochet de mise au potentiel. Il utilise cette même perche pour rompre le contact une fois les travaux terminés.

**Perche à crochet de mise au potentiel**



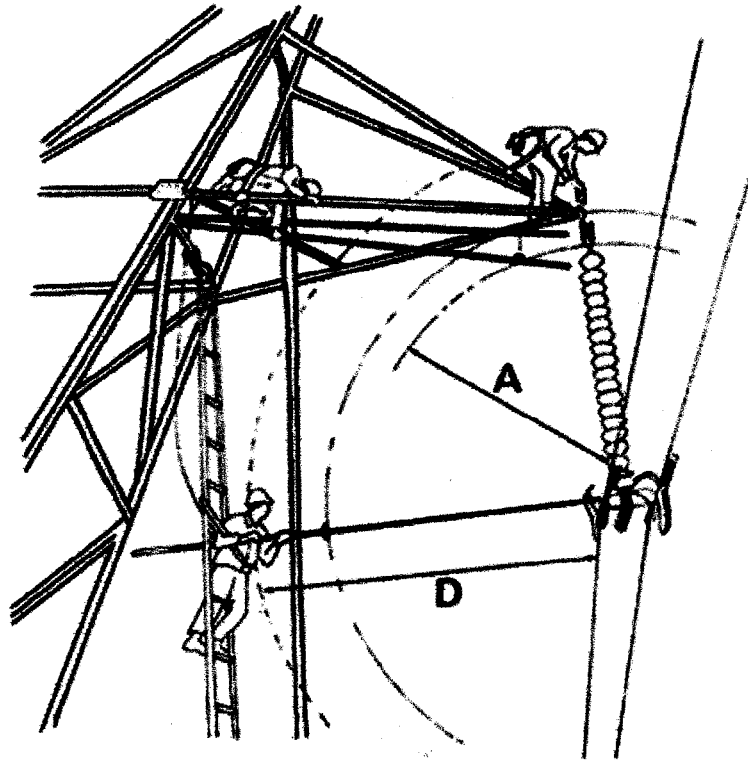
### Le travail au potentiel intermédiaire

La troisième méthode de travail utilisée pour les travaux sous tension est celle du travail au potentiel intermédiaire. Elle combine les techniques de la méthode à distance et celles de la méthode au potentiel. En effet, le monteur utilise les mêmes outils isolants que ceux employés pour les travaux à distance et il est isolé de la terre, comme dans le cas des travaux au potentiel. Cependant, au lieu de travailler en étant directement en contact avec les pièces sous tension, le monteur se place plutôt sur une échelle isolante, dans la nacelle d'un élévateur à nacelles, ou sur une plate-forme isolante en fibre de verre.



Dans la méthode du **travail au potentiel intermédiaire**, plus que dans les deux autres méthodes, il est extrêmement important que le monteur ne s'approche pas à plus d'une certaine distance des pièces sous tension. Pour se déplacer à proximité d'une pièce sous tension, le monteur ne devrait jamais dépasser une distance minimale appelée **limite d'approche (A)**. Par ailleurs, pour travailler, le monteur doit se placer de façon à respecter une autre distance minimale, plus grande que la précédente, et **appelée distance de travail (D)**. Comme mesure supplémentaire de protection, les perches isolantes sont munies de garde-main, c'est-à-dire d'un anneau posé sur la perche et qui fixe la limite que les mains du monteur ne doivent pas dépasser.

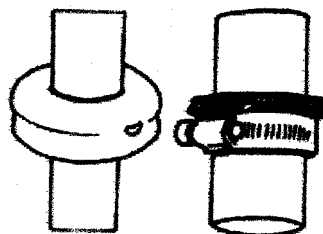
**Limite d'approche et distance de travail**



**Le travail au contact**

Enfin, la dernière méthode est celle du travail au contact. Dans cette technique, propre à la distribution, le monteur porte des gants et des protège-bras isolants. Il intervient à partir d'un élévateur à nacelles ou d'une plate-forme isolante. Il doit de plus habiller les éléments avec lesquels il risque d'entrer en contact.

**Garde-mains**



**Manutention des poteaux d'éclairage public**

Importance de ces problèmes:

Toute personne est intéressée un jour ou l'autre par ces problèmes qui ne sont pas seulement liés aux agents effectuant, d'une façon habituelle, des manutentions d'objets lourds.

En effet, chacun peut avoir l'occasion de déplacer une table, un bureau, une caisse, une valise, une roue de secours et l'un de ces gestes s'il est mal exécuté peut lui occasionner une lésion corporelle.

Les principaux sièges de lésion sont:

- le tronc,
- les mains,
- les pieds,

CAUSES:

Nombre de ces accidents sont surtout le fait:

- de chocs ou heurts avec les objets en cours de manutention,
- d'efforts inutiles dus à une mauvaise préhension ou une position incorrecte,
- de défauts de coordination dans le travail lorsqu'il s'agit de travail en équipe,
- de matériel de manutention non adapté ou non utilisé.

PREVENTION:

- meilleure organisation du travail,
- utilisation par le personnel du matériel de protection,
- utilisation correcte par le personnel du matériel dans les manutentions d'objets lourds ou encombrants,
- désignation d'un responsable des manoeuvres coordonnant les différents gestes
- formation du personnel ;

EQUIPEMENT DU MANUTENTIONNAIRE

L'examen détaillé des causes d'accidents conduit à protéger les parties suivantes du corps le plus souvent exposées

La tête

Le port du casque, obligatoire pour certains travaux, est fortement recommandé dans la plupart des travaux de manutention

Les yeux

Dans les manutentions de matières corrosives, en milieu poussiéreux.. Le port de lunettes protégera les yeux contre les projections

Les mains

Pour toute manutention, le port des gants est obligatoire et le choix de ceux-ci sera déterminé en fonction des objets à manutentionner

Par exemple:

- gants renforcés pour la manutention de tôles coupantes, d'élingues, d'objets chauds ou coupants...
- gants en polyvinyle pour la manipulation de liquides corrosifs
- gants de travail pour les manutentions courantes.

Les pieds

Pour éviter l'écrasement des orteils l'usage des chaussures de sécurité est fortement recommandé

### MANUTENTION MANUELLE

Rappels d'anatomie

Les principaux éléments du corps humain intéressés par les manutentions manuelles sont:

1- les mains

2- les bras,

3- les jambes,

4- la colonne vertébrale

1- Les mains servent à la préhension des charges

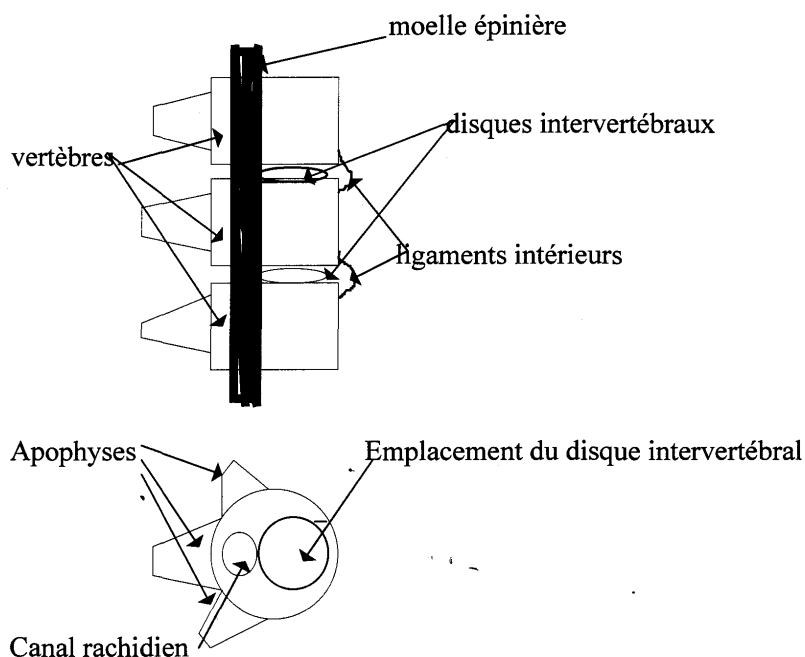
2- Les bras étant donné leur constitution doivent servir à guider la charge

3- Les membres inférieurs, parties les plus fortes du corps humain, vont servir pour le levage de la charge

4- La colonne vertébrale est très vulnérable, il importe de la faire travailler dans de bonnes conditions afin d'éviter des accidents la plupart du temps très graves. Elle est formée d'une série d'os appelés vertèbres, articulés les uns par rapport aux autres et séparés par des disques en cartilage, appelés disques intervertébraux le tout maintenu par les ligaments (voir schéma ci-après) Elle est un pilier central soutenant l'ensemble de l'édifice osseux

Elle abrite la moelle épinière, faisceau central du réseau nerveux humain, qui est logée à l'intérieur du canal rachidien conduit continu formé par l'empilement successif des vertèbres

Emboîtement des vertèbres



## MANUTENTIONS MANUELLES COLLECTIVES

Les charges pouvant être portées par un seul homme, étant limitées, il faut avoir recours à la manutention collective, destinée à diminuer l'effort de l'homme dans la manutention de fardeaux lourds ex: manutention d'un support bois . Dans toute manutention manuelle collective, il est indispensable de désigner un chef de manoeuvre responsable.

Rôle du chef de manoeuvre

Il doit:

- préparer le travail
- informer les agents (rôle de chacun)
- coordonner les mouvements de chacun
- surveiller l'ensemble de la manoeuvre

Préparation du travail

Elle comprend:

- la reconnaissance du trajet à effectuer
- l'estimation de la charge à déplacer
- le nombre de personnes indispensable
- le dégagement de l'aire de manutention
- l'approvisionnement du matériel individuel de protection
- la disposition du personnel par rang de taille et en fonction de la nature et du poids de la charge.

Coordination des mouvements de chacun

Il doit:

- se placer à l'endroit le plus favorable pour suivre la manoeuvre et être vu et entendu de tous les participants
- donner les commandements préparatoires et des commandements d'exécution nets et précis

Surveillance

Il doit, pendant toute la manoeuvre, surveiller son équipe pour s'assurer que chacun respecte bien les principes de base et qu'aucun des membres ne montre des signes de fatigue excessive ou de difficultés d'exécution qui risqueraient d'entraîner un accroissement de la charge sur les autres coéquipiers

Exemple de commandement:

expliquer la manoeuvre (ce que l'on veut faire)

- Recueillir les idées de chacun avant le début de l'opération
- Elaborer un mode opératoire
- Répartir les tâches de chacun (rôle)

Un responsable et un seul (chef de manoeuvre)

- Obéissance de tous à ses ordres

Ordres: clairs, précis, succinets

- Un commandement préparatoire pour fixer l'attention ex: (attention pour lever ! )

- Un commandement d'exécution bref ex: levez !

Signaux: connus et respectés de tous.

Vérifier avant manutention:

- bon état du matériel

- dégagement du chantier

- liberté de manoeuvre (du personnel et de la charge)

- position correcte du personnel (chacun à sa place)

- position correcte du matériel

### MANUTENTION D'UN POTEAU BOIS

Transport ( manutention manuelle)

Prise en charge du poteau

Mise à l'épaule

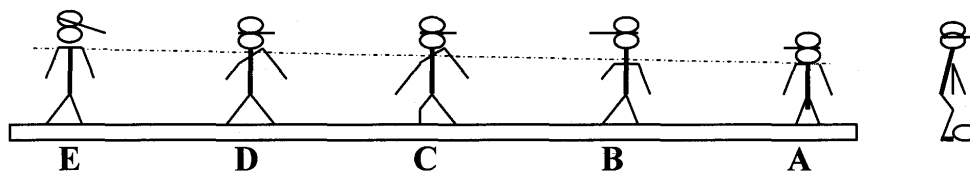
- se positionner, tous du même coté, par rapport à la marche et en fonction de la taille des agents.

ex: le plus petit A à l'avant et le plus grand E à l'arrière, ou vice versa

- le responsable de la manoeuvre se placera à l'arrière du futur déplacement: ici l'agent E. Il est recommandé de ne pas marcher au pas...

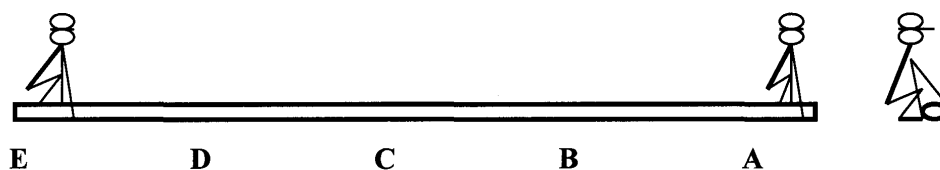
Positionnement des agents.

La charge soulevée par agent ne doit pas dépasser 40 kg.. . Ce qui correspondrait ici à un support bois de 11m maxi.

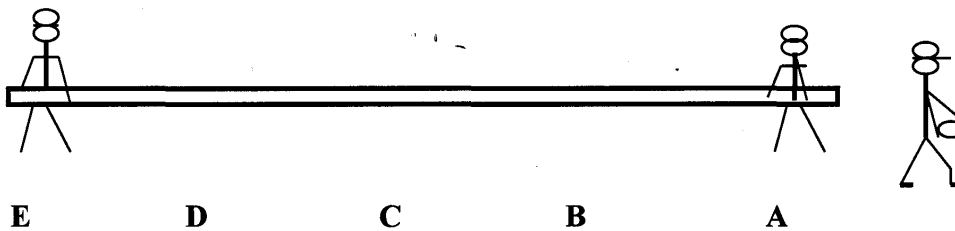


Mise à l'épaule

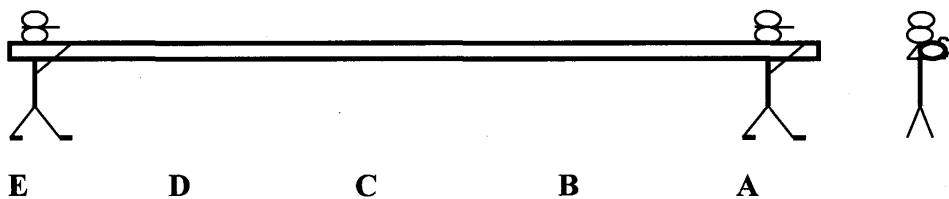
1 position accroupie au pied du poteau



2 Amener le poteau à hauteur des hanches en redressant les jambes colonne vertébrale droite



3 Placer le poteau sur l'épaule

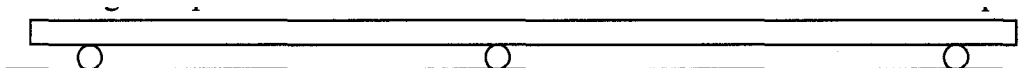


Pour que les agents acquièrent une position et une coordination parfaite ces exercices devront être répétés plusieurs fois, ils feront suite ou précéderont, la mise à l'épaule de l'échelle (mêmes positions et même gestes)

Il est recommandé de ne pas marcher au pas.

#### STOCKAGE DES POTEAUX BOIS

Le stockage des poteaux bois est effectué horizontalement sur au moins trois point



Ils ne doivent jamais être posés à même le sol.

Le sol doit être désherbé sous les poteaux et à leur voisinage dans un rayon de 2 m minimum, notamment pour réduire le risque d'incendie.

Les poteaux approvisionnés sont généralement de la classe C, leur hauteur varie de 9 à 12 m

Les poteaux de 9 mètres classe C pèsent environ 140 kg

Les poteaux de 10 mètres classe C pèsent environ 170 kg

Les poteaux de 11 mètres classe C pèsent environ 210 kg

Les poteaux de 12 mètres classe C pèsent environ 240 kg

Ils sont injectés à la créosote par divers procédés .

## MANUTENTIONS MECANIQUES

Les manutentions mécaniques devront être traitées sous formes différentes pour des actions bien déterminées.

Nous n'en retiendrons ici que les principes de base :

- nature du terrain (sol dur, friable, humide, plat, accidenté, glissant...)
- conditions atmosphériques
- visibilité
- possibilité d'ancrages naturels (arbres...)
- ancrages artificiels (piquets d'ancrage)
- trajet direct ou avec passage d'obstacle
- le nombre et la qualification du personnel

### **Exécution de fouilles pour supports d'éclairage public**

Pour supports bois ou béton, la profondeur de la fouille  $P = (H/10) + 0,50$  m ou H est la hauteur du support.

Deux cas sont à envisager:

- Le support est mis directement dans la fouille.
- Le support nécessite un massif de béton.

### **Cas du support mis directement dans la fouille**

Dans ce cas le minimum de terre enlevé, assurera le maximum de résistance à l'encastrement. En effet, comment tient un crayon d'amarrage enfoncé dans le sol à coup de masse ? la terre n'ayant pas été affouillée, la résistance est maximum.

Faire un trou dans la terre ne donne pas lieu à de grandes démonstrations scientifiques. Les deux instruments sont la barre à mine et la pelle curette.

La pelle, la pioche n'interviennent que dans les fouilles de dimensions importantes.

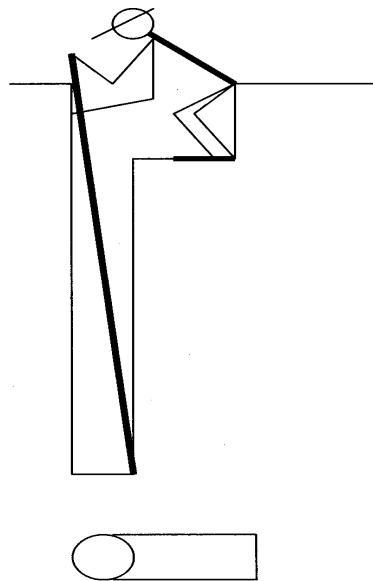
La profondeur que peut avoir une fouille pour un poteau n'ayant pas de massif en béton est au maximum de 2 m. Si cette profondeur est un gros obstacle on peut à la rigueur faire un avant trou de 0,50m qui servira de palier à l'opérateur (figure ci-dessous)

### **Cas du support nécessitant un massif de béton.**

Lorsque le support nécessite un massif de béton il est évident que les dimensions de la fouille sont les mêmes que celles du massif déterminé.

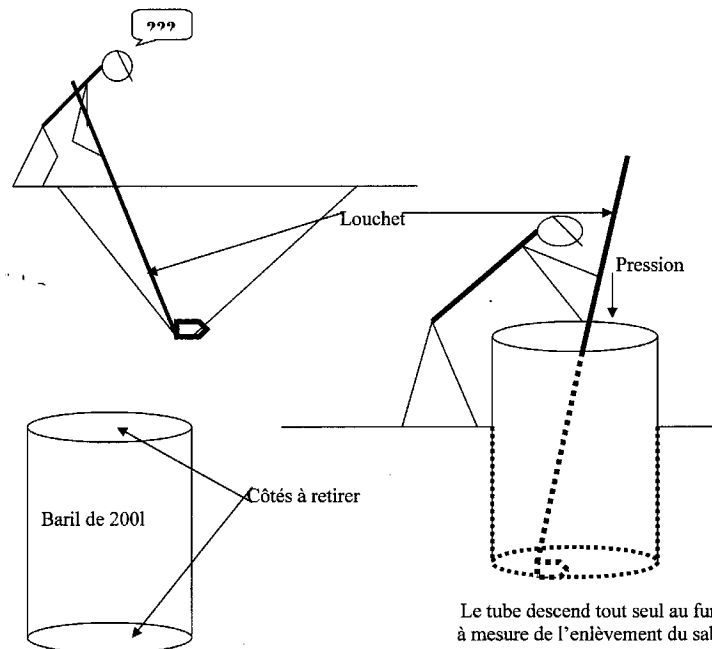
### **Cas exceptionnels**

- Fouilles en terrain sablonneux
- Fouilles en terrain rocheux (dynamitage) sera l'objet d'une habilitation spéciale «boutefeu»



### Fouille en terrain sablonneux

Très difficiles à réaliser car le sable a tendance à s'ébouler au fur et mesure de son extraction. Pour éviter cet affaissement il faut cloisonner les bords du trou avec un tube cylindrique. Pour cela on disposera à l'endroit indiqué un tube en béton ou métal d'un diamètre suffisant au moins 0,6m ( exemple un baril de fioul de 200 l ). L'évacuation du sable en fond de fouille fera descendre le cylindre. Voir figure.



Le tube descend tout seul au fur et à mesure de l'enlèvement du sable à l'intérieur du cylindre.  
Eventuellement on peut exercer Une pression sur le haut du tube

## Levage des supports d'éclairage public

### Câbles textiles

Les câbles textiles sont faits de fibres naturelles ou synthétiques.

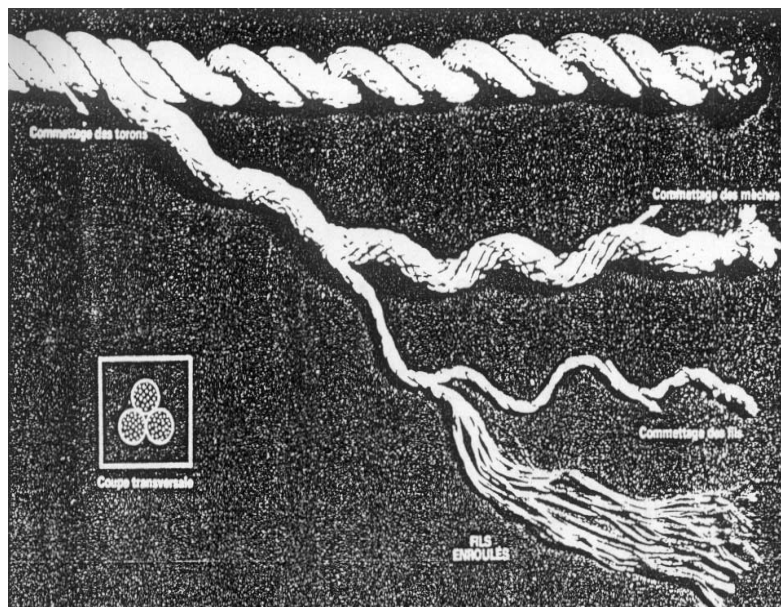
La résistance de ces câbles dépend de leur dimension, de la fibre utilisée et de la façon dont les torons sont disposés.

Les câbles de fibres naturelles les plus utilisés sont les câbles de manille et de sisal, mais le seul type de câble convenant aux manœuvres est le câble de manille. Il est résistant et durable et on doit l'utiliser dans les cas où on a besoin d'un câble sûr, capable de résister à des conditions rigoureuses d'utilisation et aux intempéries.

Lors de l'achat de câbles de manille qui serviront au levage de charges, on doit exiger des câbles composés de fibres de manille de première qualité.

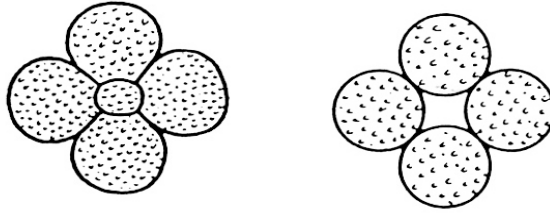
Le câble de manille est normalement composé de trois torons comportant chacun plusieurs fils.

Les torons sont commis vers la droite, les mèches vers la gauche et les fils vers la droite. Cette diversité dans le commettage donne au câble un certain équilibre et l'empêche de se décommettre (voir figure ).



Arrangement typique d'un câble

Dans les travaux où le câble est soumis à l'abrasion, il est recommandé d'utiliser un câble formé de 4 torons commis autour d'un petit câble servant d'âme. La coupe transversale de ce câble de 4 torons est presque circulaire et il est utilisé très fréquemment pour les levages. Cependant, il est un peu moins résistant qu'un câble de trois torons (voir figure ).

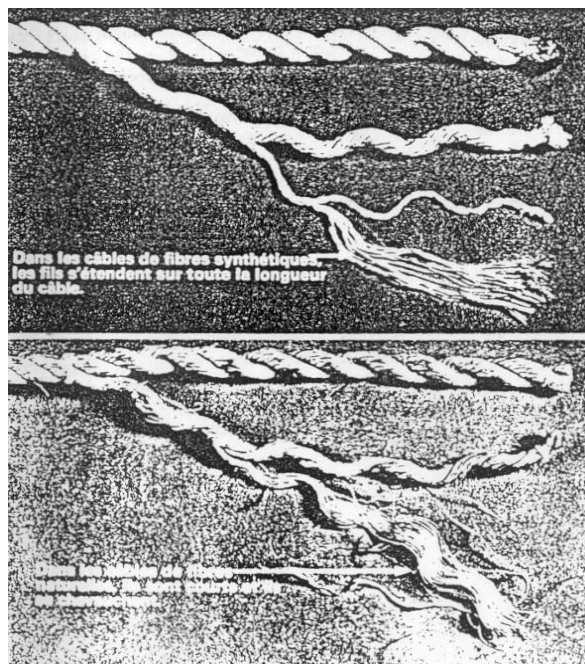


Câble à 4 torons

Le câble de manille doit être jaune pâle, lustré, et sa surface doit être cireuse.

### Câbles de fibres synthétiques

Les câbles de fibres synthétiques, surtout les câbles de nylon et de polypropylène, ont rapidement gagné de la popularité et, dans une très grande mesure, ils remplacent désormais les câbles de manille. Dans ces câbles, les fils s'étendent sur toute la longueur du câble alors que dans les câbles de fibres naturelles, ils sont courts et se chevauchent. Par conséquent, les premiers sont plus résistants (voir figure ).



Câble de fibres synthétiques

En général, les câbles de fibres synthétiques résistent bien à la pourriture, à la moisissure, aux champignons et aux produits chimiques. Le nylon absorbe très peu d'humidité et le polypropylène n'en absorbe pas du tout, par conséquent, les câbles ne raidissent pas lorsqu'ils sont mouillés, ils ne gèlent pas, et ils ont de bonnes propriétés diélectriques lorsqu'ils sont propres et secs. Les câbles de fibres synthétiques sont plus résistants que les câbles de fibres naturelles, aussi plus légers, plus faciles à manipuler et ils résistent très bien aux tensions

brusques, à la fatigue et à l'abrasion. De plus, ils durent de 4 à 5 fois plus longtemps que les câbles de manille. Cependant, les câbles de fibres synthétiques risquent de fondre s'ils sont exposés à de hautes températures, et on ne doit pas les employer dans les situations où la chaleur risque d'être très grande ou dans les cas où la friction est assez grande et concentrée pour faire fondre les fibres. Il faut éviter de les employer près d'un endroit où l'on fait de la soudure. Les câbles de fibres synthétiques ne sont généralement pas touchés par la pourriture sèche et par la moisissure et ils peuvent rester mouillés longtemps sans perdre de leur résistance et sans changer d'apparence.

### **Câbles métalliques**

Les câbles métalliques sont constitués par un assemblage de fils d'acier.

Le fil utilisé est du fil d'acier galvanisé de qualité 120/160 kg/mm<sup>2</sup> généralement.

L'âme en textile est constitué par du chanvre imprégné d'huile ou de graisse neutre afin d'assurer la lubrification des couches internes de fils d'acier.

Les câbles montés sur les appareils de levage doivent répondre aux conditions de souplesse et de résistance correspondant à l'usage qui doit en être fait, en particulier, respecter le coefficient de sécurité prévu .

De plus les appareils de levage (autres que les ascenseurs et monte-charge) utilisant des câbles métalliques sont soumis aux contrôles.

**La résistance** des câbles textiles est un facteur important à considérer lorsqu'on choisit des câbles pour effectuer un travail déterminé.

<b>RESISTANCE RELATIVES DES CABLES TEXTILES (SECS)</b>	
<b>Type de câble</b>	<b>Capacité relative (par rapport au nylon)</b>
Nylon	100%
Polyester	87%
Polypropylène	60%
Polyéthylène	52%
Manille	37%

La résistance de la plupart des câbles est différente lorsqu'ils sont mouillés.

VARIATION EN POURCENTAGE DE LA RESISTANCE DES CABLES LORSQU'ILS SONT MOUILLES	
Type de câble	Variation en % de la résistance
Nylon	-10%
Polyester	Nulle
Polypropylène	+ 5%
Polyéthylène	+ 5%
Manille	- 5% environ

Les fibres synthétiques absorbent généralement très peu d'eau et par conséquent, ne renflent pas et ne déforment pas le câble. Le nylon est le matériau synthétique qui a le plus grand facteur d'absorption. Cela entraîne une diminution de résistance des fils de nylon d'environ 10%. Il ne faut cependant pas oublier que le câble retrouve sa résistance initiale lorsqu'il sèche..

Les câbles de fibres naturelles perdent de leur résistance lorsqu'ils absorbent de l'eau et que les fibres gonflent, ce qui déforme le câble. On peut avoir une diminution de résistance allant de 25 à 30% de la résistance du câble sec. L'absorption de l'eau par les câbles de fibres naturelles peut être retardée si on les imperméabilise.

**Capacité d'absorber les tensions brusques** : une des caractéristiques les plus importantes des câbles textiles est leur capacité d'absorber des tensions brusques répétées. Cette capacité est fonction de l'extensibilité et de l'élasticité des câbles et des fibres avec lesquelles ils sont fabriqués.

Le tableau indique la capacité d'absorption d'énergie de différents câbles ayant tous le même diamètre et la même longueur.

VARIATION EN POURCENTAGE DE LA RESISTANCE DES CABLES LORSQU'ILS SONT MOUILLES	
Type de câble	Capacité relative (par rapport aux câbles de nylon)
Nylon	100%
Polyester	62%
Polypropylène	40%
Câble métallique	22%
Polyéthylène	21%
Sisal	15%
Manille	13%

**Capacité de soutenir des charges pendant une certaine période** : lorsqu'un câble reçoit une charge ou une tension pour la première fois, il s'allonge proportionnellement à la tension appliquée. Une des caractéristiques des câbles textiles est que, s'ils soutiennent de lourdes charges pendant une longue période, il se produit un allongement additionnel progressif jusqu'à ce que l'allongement maximal soit atteint et que les câbles se cassent. Ce phénomène de glissement (fluage) peut être un facteur très important lorsqu'il faut choisir un câble qui devra porter des charges.

Pour faire l'élevage des éléments ( poteau, systèmes optiques, outils, etc.) en utilisant des câbles d'élevage, le stagiaire doit savoir faire des nœuds. On présente les principales types :

Nœud coulant : pour monter les outils et le matériel jusqu'en haut d'un poteau.

Arrêt simple : pour provisoire de hauban

Tour mort arrête : pour arrêt de hauban : amarrage divers.

Nœud de pêcheur : pour jonction de cordages même diamètre

Nœud plat au 8 : pour attacher les élingues, chaque fois qu'un nœud ordinaire est requis.

Coulant torsadé : pour amarrage d'une tête de poteau, d'une branche d'arbre.

Nœud d'élinguer : pour jonction de cordages différents diamètre d'un cordage et câble.

Tête d'alouette : pour hisser du matériel

Nœud de cabestan arrêté : pour amarrage divers (très utilisé);

Nœud d'ancre : pour amarrage d'un anneau sur un cordage




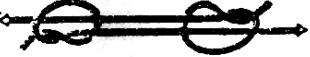









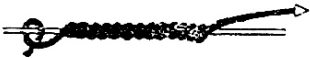

Nœud d'arrêt : pour arrêt de hauban en cordage (ne moult pas).

Nœud de chaise : pour hisser on rattraper un conducteur de ligne très utilisés.

Nœud d'oie : pour amarrage d'une pièce longue ou d'un câble en bout.

Torsade : pour amarrage d'un point conducteur de ligne (remplace tendeur)

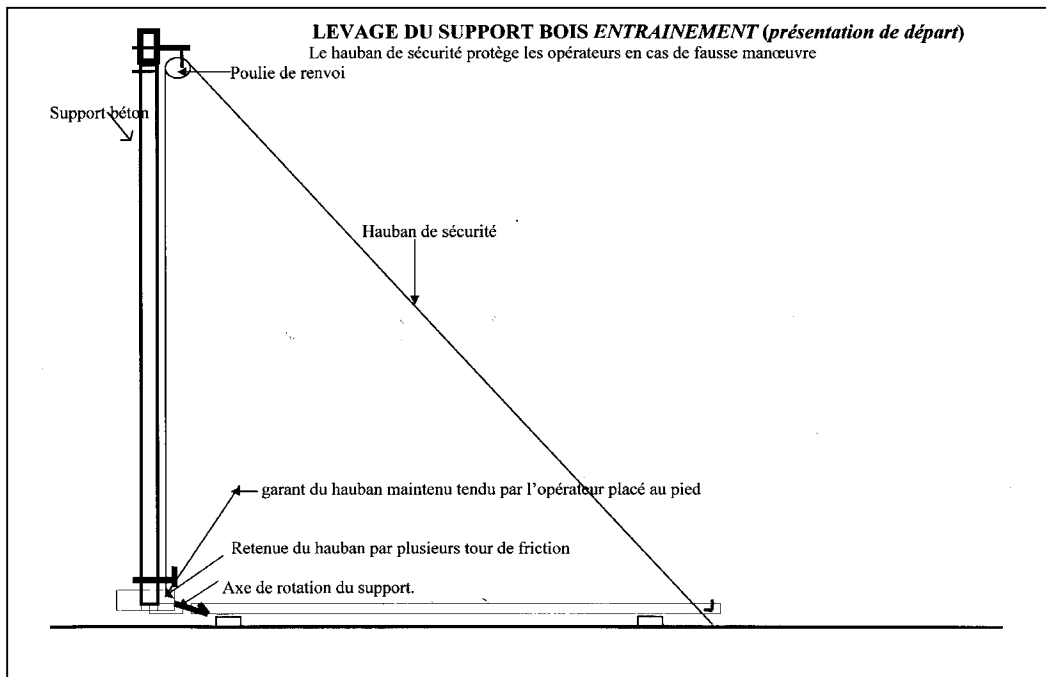
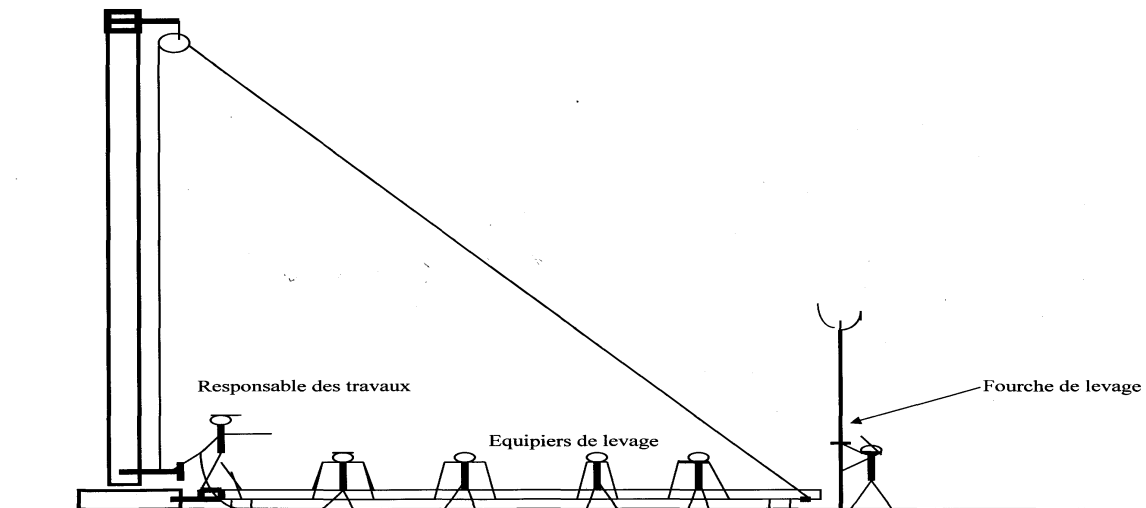
Nœud de tonneau : pour hisser un récipient contenant de liquide.

<p><u>Nœud coulant</u></p>  <p>Pour hisser du matériel (peu utilisé)</p>	<p><u>Arrêt simple</u></p>  <p>Arrêt provisoire de hauban</p>	<p><u>Tour mort arrêté</u></p>  <p>Arrêt de hauban Amarrages divers</p>
<p><u>Nœud de pêcheur</u></p>  <p>Jonction de cordages même Ø (peu utilisé)</p>	<p><u>Nœud plat ou 8</u></p>  <p>Jonction de cordages même Ø (recommandé)</p>	<p><u>Coulant torsadé</u></p>  <p>Amarrage d'une tête de poteau, d'une branche d'arbre</p>
<p><u>Nœud d'élingueur</u></p>  <p>Jonction de cordages différents Ø, d'un cordage étirable</p>	<p><u>Tête d'oiselette</u></p>  <p>Pour hisser du matériel</p>	<p><u>Nœud de cabestan arrêté</u></p>  <p>Amarrages divers (très utilisé)</p>
<p><u>Nœud d'ancre</u></p>  <p>Amarrage d'un anneau sur un cordage</p>	<p><u>Nœud d'arrêt</u></p>  <p>Arrêt de hauban en cordage (ne moult pas)</p>	<p><u>Nœud de chaise</u></p>  <p>Pour hisser ou rattraper un conducteur de ligne (très utilisé)</p>
<p><u>Patte d'oie</u></p>  <p>Amarrage d'une pièce longue ou d'un câble en bout</p>	<p><u>Torsade</u></p>  <p>Amarrage d'un point conducteur de ligne (remplace tendeur)</p>	<p><u>Nœud de tonneau</u></p>  <p>Pour hisser un récipient contenant du liquide</p>

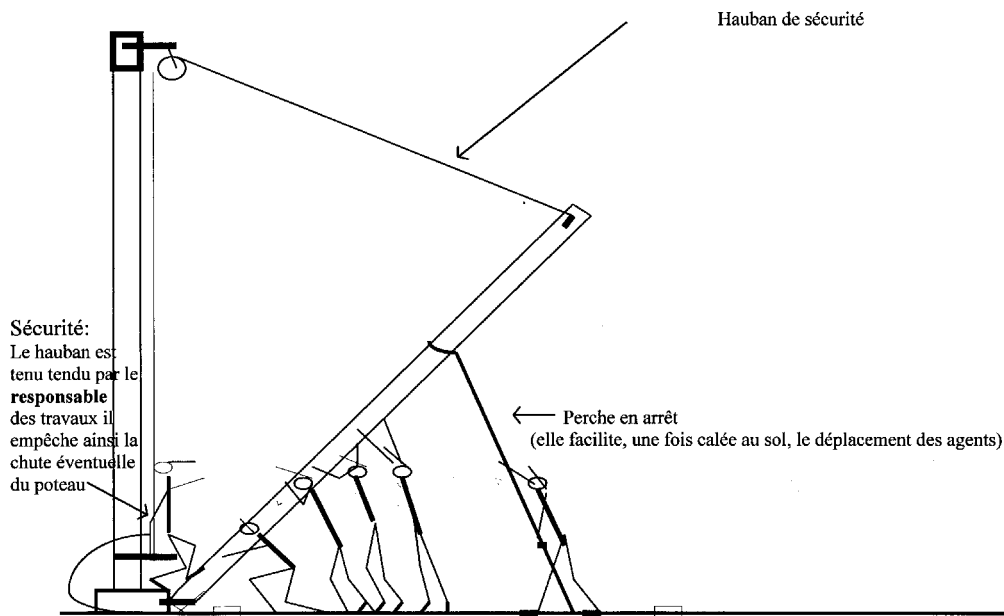
Un nœud, un raccord et une amarre sont efficaces quand on peut les effectuer rapidement et facilement et quand ils tiennent bien ; il est très important qu'ils soient résistants, pratiques et qu'ils ne glissent pas. Le type de fixation (nœud, raccord ou amarre) doit être choisi selon le travail à effectuer et doit être fait correctement si on veut obtenir une résistance maximale

.A moins que cela ne soit absolument nécessaire, il ne faut pas utiliser de câbles avec des nœuds pour des déplacements de charges au dessus de personnes. Dans un câble de fibres synthétiques, il est recommandé de doubler les nœuds à cause de l'extérieur lisse de ce câble.

**LEVAGE D'UN SUPPORT BOIS (Positionnement des opérateurs)**



LEVAGE D'UN SUPPORT BOIS (*position intermédiaire*)



Le dispositif d'entraînement présenté ci-dessus est indispensable pour la formation des équipes. Ce qui compte le plus dans le levage des supports, c'est surtout la bonne cohésion de l'équipe et l'ordonnancement méthodique de ses mouvements.

Une équipe de 6 hommes entraînée lèvera assez facilement un poteau bois de 11m, tandis qu'une équipe quelconque, plus nombreuse, sans homogénéité, mettra beaucoup plus de temps tout en se donnant plus de mal. D'où la nécessité de la formation...

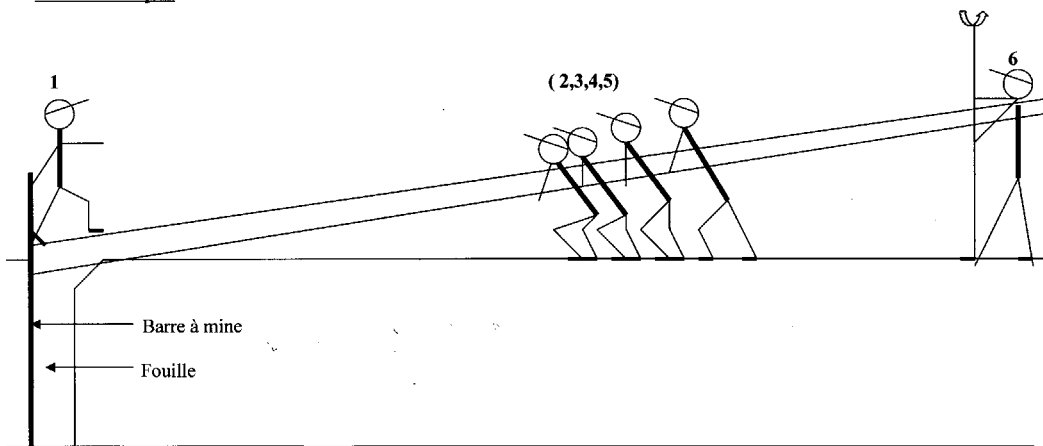
En réalité le poteau est amené au pied de la fouille, au bord de laquelle est pratiquée une saignée dirigée dans le sens du levage, saignée destinée à favoriser le début de l'opération ainsi qu'à maintenir le poteau dans son axe de levage.

On introduit deux barres à mine dans la fouille, ces barres servent à caler le pied du poteau et à le faire glisser plus facilement dans sa descente.

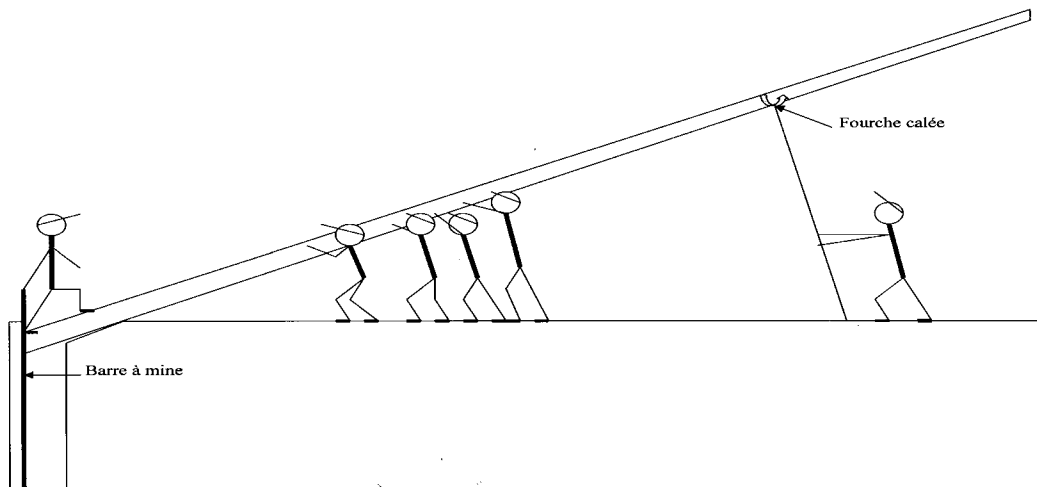
L'équipe se place ainsi: 1 le chef de manoeuvre au pied du poteau; 2,3,4,5. sous le poteau, 6 à la fourche (voir ci dessous)

Pendant toute la durée de l'opération, le chef de manoeuvre ne quitte pas le pied du support.

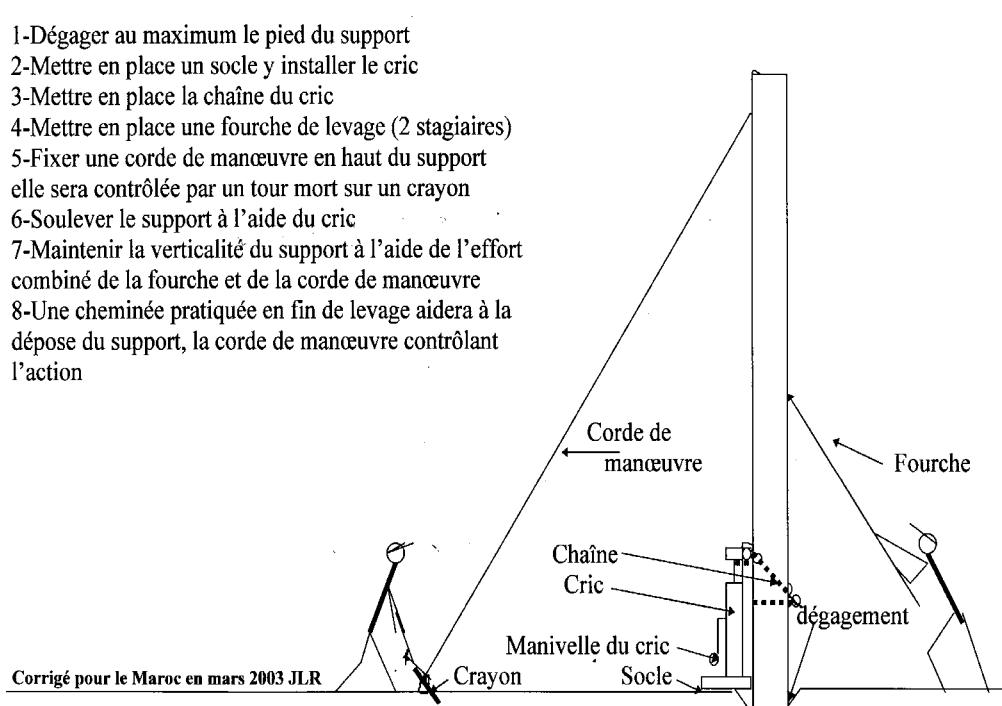
Position de départ



Position intermédiaire.



- 1-Dégager au maximum le pied du support
- 2-Mettre en place un socle y installer le cric
- 3-Mettre en place la chaîne du cric
- 4-Mettre en place une fourche de levage (2 stagiaires)
- 5-Fixer une corde de manœuvre en haut du support elle sera contrôlée par un tour mort sur un crayon
- 6-Soulever le support à l'aide du cric
- 7-Maintenir la verticalité du support à l'aide de l'effort combiné de la fourche et de la corde de manœuvre
- 8-Une cheminée pratiquée en fin de levage aidera à la dépose du support, la corde de manœuvre contrôlant l'action



Corrigé pour le Maroc en mars 2003 JLR

## **TRAVAUX EN HAUTEUR SUR LES SUPPORTS D'ECLAIRAGE PUBLIC**

- **AMARRAGE D'UNE ECHELLE SUR UN MUR LISSE**

L'amarrage d'une échelle sur une façade lisse (ne comportant pas de possibilité d'ancrage) est souvent difficile à réaliser

Une façon fiable d'amarrage réalisée avec deux cordes de manoeuvre est toute fois possible surtout pour un travail long et pénible ou qui risque de déséquilibrer l'ensemble. Le pied de l'échelle est immobilisé et ancré sur un crayon Les cordes de manoeuvre seront croisées en haut de l'échelle pour éviter l'écartèlement des montants

Confectionner les noeuds avec soin .Un stagiaire sera en haut de l'échelle Enfin il est toujours regrettable d'endommager les façades des maisons. Une précaution très simple (embouts d'échelle ou simple chiffons) peut éviter bien de soucis...

Légende:

1- Embouts d'échelle ou chiffons

2- Cordes de manoeuvre

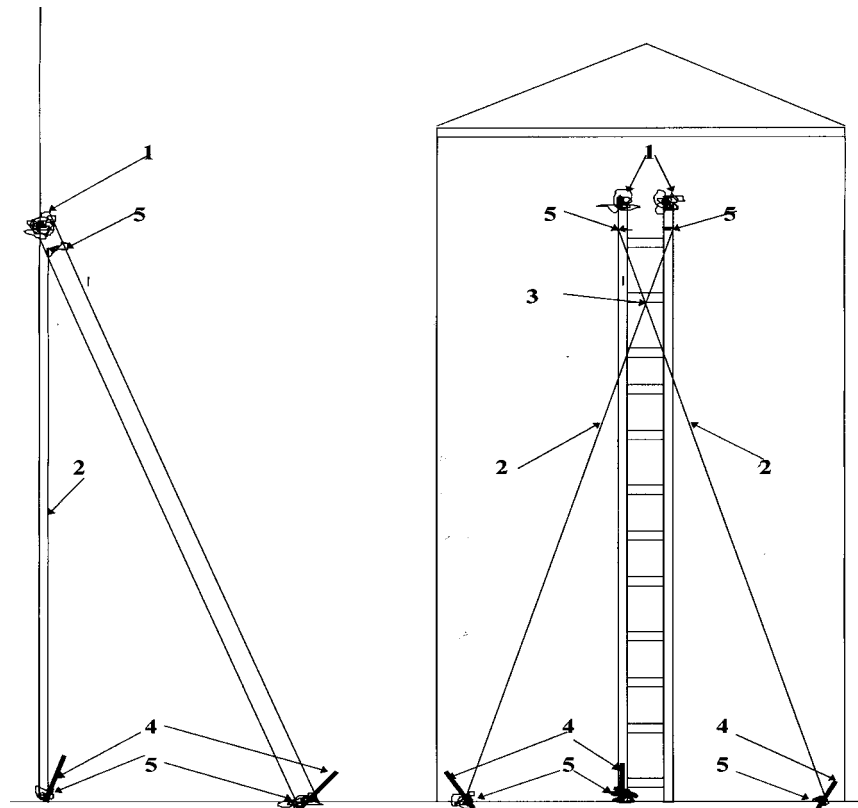
3- Croisement des cordes

4- Crayons (piquets d'ancrage)

5- Noeuds (de cabestan)

Inclinaison de l'échelle:

L'échelle sera inclinée de telle façon que la distance du pied à la verticale passant par le sommet soit comprise entre le quart et le tiers de la hauteur du point d'appui.



- AMARRAGE D'UNE ECHELLE SUR UN SUPPORT

L'ascension des supports avec une échelle A peut être dangereuse, risque de rotation de l'échelle autour du support, si celle-ci n'est pas attachée en tête. Nous pouvons attacher celle-ci en haut avant l'ascension.

1- mettre échelle à plat le pied côté support

2- placer 2 cordes à cheval sur le dernier barreau de l'échelle

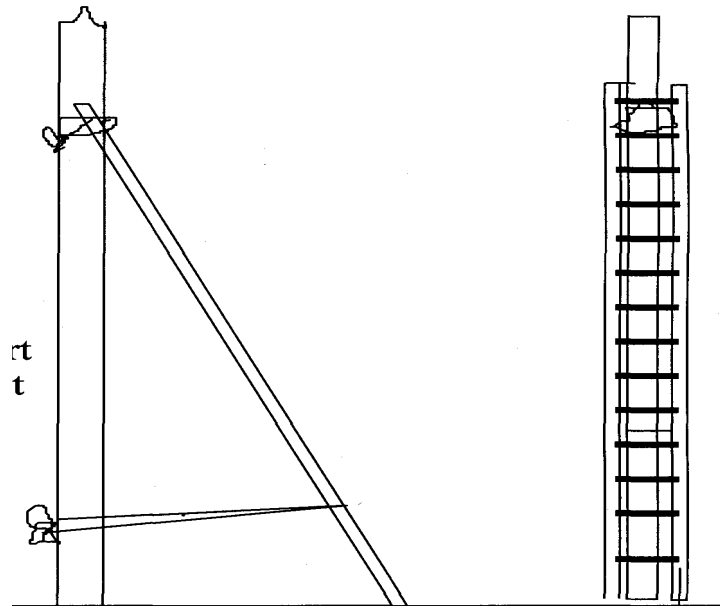
3- hisser l'échelle à hauteur voulue

4- attacher les deux cordes derrière le support

5- hisser le noeud en haut du support en tirant sur les 2 autres extrémités des cordes

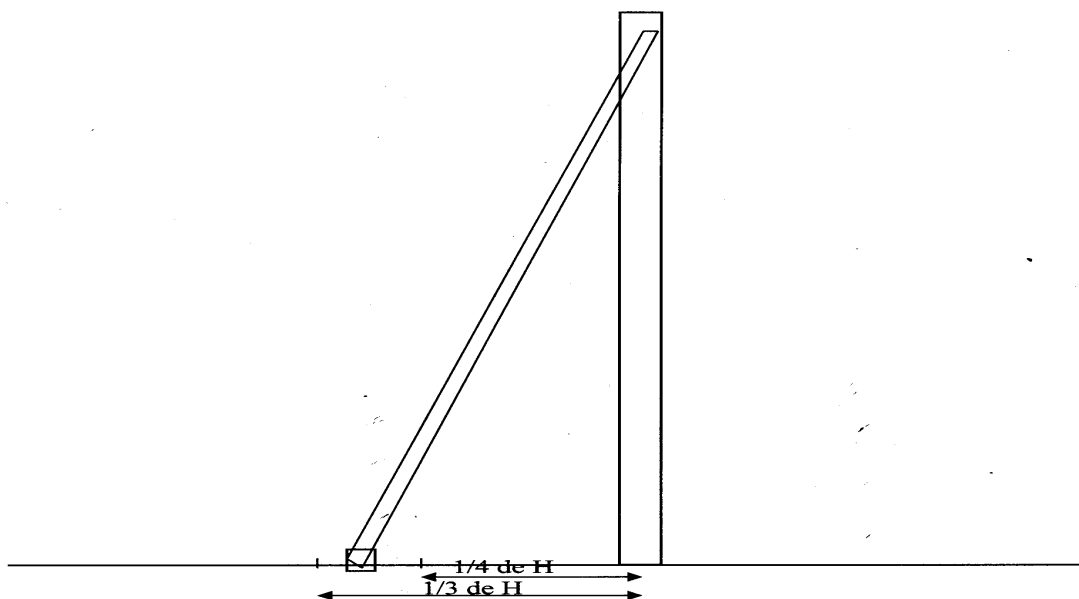
6- passer ces deux extrémités sous le 5ème barreau, les nouer derrière le support, raidir

l'ensemble en donnant du pied à l'échelle



#### Mise en oeuvre de l'échelle

Déployer puis tenir ou amarrer l'échelle au pied du support. Veiller à ce que son inclinaison soit correcte (la distance du pied de l'échelle à la perpendiculaire de l'appui doit se situer entre le  $\frac{1}{3}$  et le  $\frac{1}{4}$  de la hauteur



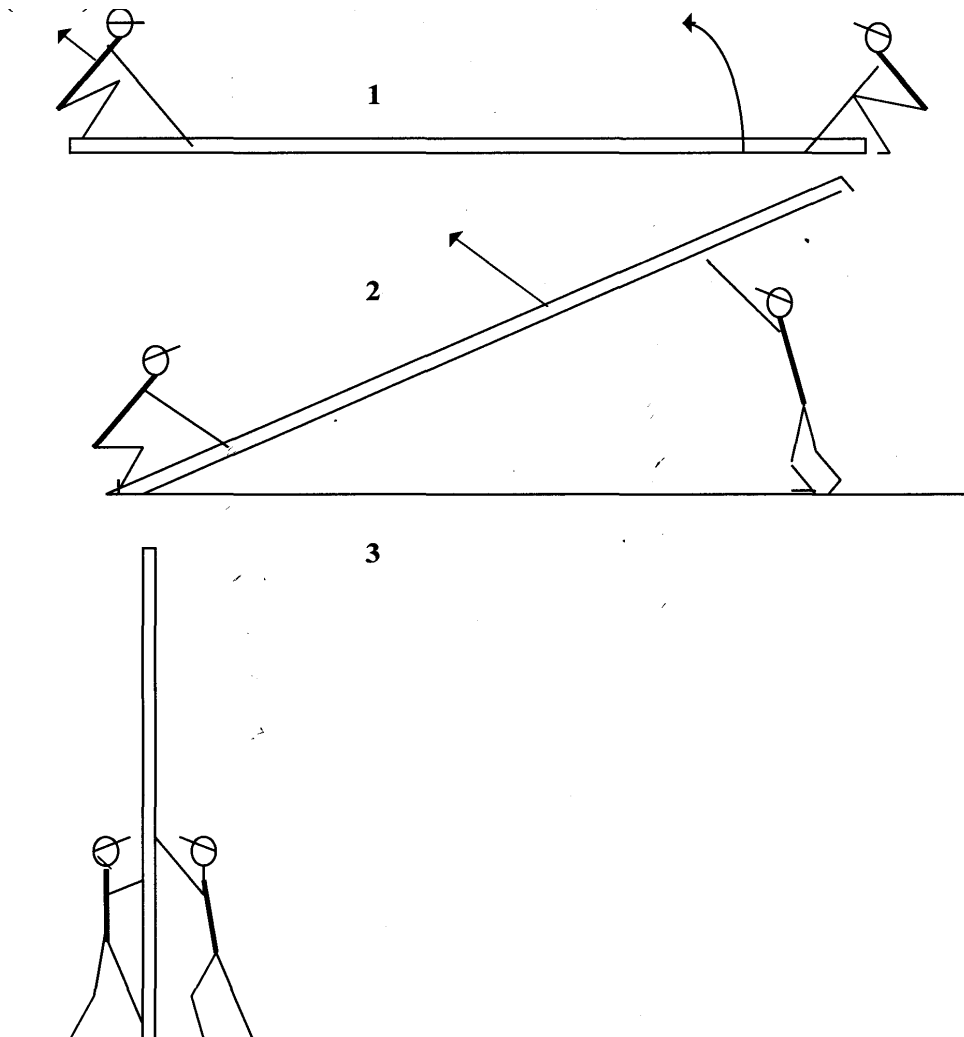
#### Dressage de l'échelle

L'échelle étant à plat sur le sol, le plan mobile au-dessus, un stagiaire l'immobilise en plaçant ses pieds: 1

- soit sur le dernier échelon,
- soit sur les stabilisateurs
- il saisit l'échelon face à lui et fait contrepoids avec son corps.

L'autre stagiaire élève l'extrémité supérieure de l'échelle au-dessus de sa tête en la

tenant par les montants et continue à dresser l'échelle en progressant vers l'avant  
il pousse alors sur les échelons (2 et 3)



### 3 Ascension avec l'échelle à coulisse

lorsque les supports sont trop volumineux ou encombrés (descentes aéro souterraines, câbles téléphoniques, coffret de branchement...), on peut être amené à utiliser les échelles, en outre, pour effectuer un travail prolongé en haut du support, celles-ci offrent un meilleur confort.

Opérations préalables avant l'ascension

- vérifier l'état du support,
- vérifier l'état de l'équipement du monteur (ceinture)
- vérifier l'état de l'échelle (mécanisme de la coulisse, de la corde de manoeuvre, la propreté, l'absence de fêlures des montants ou des barreaux...
- vérifier les stabilisateurs

- TRANSPORT DE L'ECHELLE A COULISSE

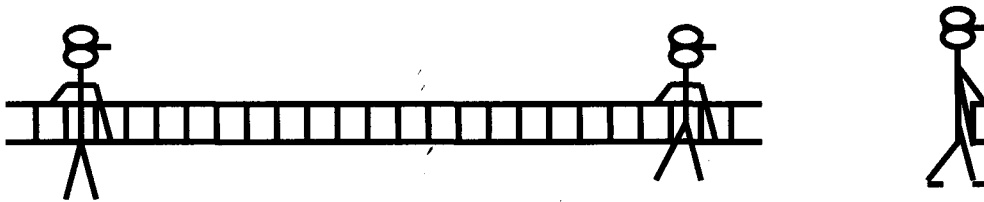
L'échelle à coulisse est mise en oeuvre pour des travaux se situant à plus de 3m de hauteur ce qui implique la présence de 2 stagiaires. L'échelle sera donc transportée à deux

Mise à l'épaule

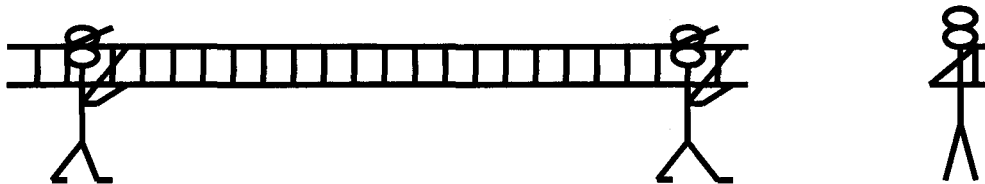
1) L'échelle étant au sol la redresser sur un des montants le responsable se plaçant à l'arrière du déplacement envisagé Les deux stagiaires sont du même coté



2) Amener l'échelle à hauteur des hanches en redressant les jambes



3) Placer l'échelle sur l'épaule



Une échelle à coulisse ne doit être transportée que repliée.

Le responsable est placé à l'arrière, le stagiaire placé à l'avant signale les obstacles.

- A deux plans constituée de deux parties maintenues l'une contre l'autre par des ferrures appropriées.

Le coulissement est assuré par la traction d'une corde et le verrouillage par un dispositif d'arrêt de sécurité

La disposition du mécanisme est tel que, par construction, le recouvrement des deux plans n'est pas inférieur à 1 m

## TRAVAUX EN HAUTEUR

- ASCENSION AVEC GRIMPETTES - POTEAUX BOIS

Opérations préalables

Avant toute chose il est impératif de vérifier l'état du support poteau implanté directement dans le sol.

Dégarnir autour du poteau sur 10 à 20 cm de profondeur et vérifier visuellement son état.

Contrôler ensuite par percussion à l'aide d'un marteau.

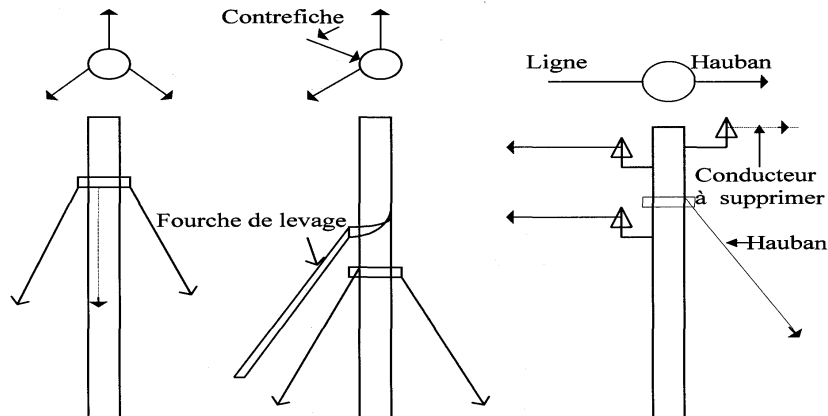
Si le son est clair et musical, le poteau est sain. S'il est mat et sans résonance, le poteau est douteux: il faut alors le haubaner. On doit aussi haubaner le poteau si le travail envisagé risque de modifier l'état d'équilibre en haut du support- par exemple: suppression ou adjonction de conducteurs (hauban: effort en réaction)

**Haubanage d'un support: -**

Haubans à 120°

Haubans + contrefiche

Hauban (effort en réaction)



**Poteau sur socle**

Même s'il paraît sain, contrôler son état par percussion et vérifier les boulons des brides de fixation sur le socle: attention la peinture peut cacher la rouille. Tenir également compte de l'implantation du socle.

**Choix du matériel et contrôle de l'équipement du monteur**

L'équipement habituel comporte des chaussures de sécurité, un casque, des gants de travail, une ceinture de sécurité, une corde de service.

Penser à effectuer systématiquement un contrôle de l'état des différents éléments constituant l'équipement

La longe textile de la ceinture de sécurité doit comporter un noeud d'arrêt à son extrémité...

Vérifier particulièrement que le tendeur de longe assure bien sa fonction de retenue de la corde

- **ASCENSION**

L'ascension se fera en fonction des obstacles existants (ancrages de branchements, lampes d'éclairage public...)

De préférence passer la longe autour du poteau en faisant un tour mort et boucler le mousqueton

- Attaquer le poteau par les pointes situées au bout des grimpettes, puis bloquer d'un coup de talon les pointes situées près de la chaussure

- Faire de courtes enjambées (20 à 25 cm c'est environ l'espace séparant les barreaux d'une échelle)

- Accompagner la longe placée entre le pouce et l'index de chaque main tenant le poteau, les bras étant légèrement repliés
  - Pour éviter d'éventuels obstacles lever la tête pendant l'ascension, difficile au début car on a tendance à regarder ce qui se passe aux pieds...
  - Lors d'un franchissement d'obstacle ou pour se déplacer dans une zone de travail encombrée, le monteur doit s'arrimer, avant de déboucler la longe de la ceinture avec la corde d'assujettissement.
- Quel que soit le mode ou la technique d'ascension s'assurer avant toute chose que l'intervention ne risque pas de modifier l'état d'équilibre du support.

- ASCENSION AVEC GRIMPETTES POTEAU BETON

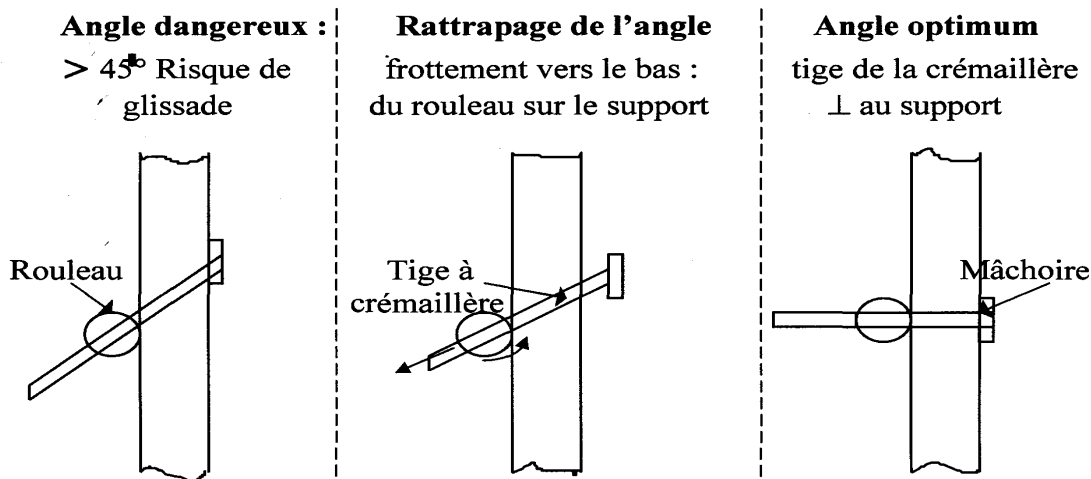
Il est rappelé que l'ascension des supports béton par les alvéoles est interdite.

Avant l'ascension

- Contrôler visuellement l'état du support
- Contrôler le matériel et l'équipement du monteur
- Vérifier que les grimpettes n'ont pas de fissures et que, ni les dents de la crémaillère, ni le tambour ne présentent d'usure anormale. S'assurer du bon fonctionnement de la crémaillère.
- Le monteur s'équipe au pied du support... (masse unitaire 4 Kg environ)
- Il détermine quelle face ascensionner selon les obstacles présentés par le poteau et selon le poste de travail en haut du support.

- ASCENSION

L'ascension s'effectue comme avec les grimpettes poteau bois. Une particularité tout de même: Il faut veiller que la tige de la grimpette soit le plus possible perpendiculaire au support. Un angle trop important favorisant les glissades, on diminue cet angle en faisant tourner le tambour de diminuer l'angle



La réduction de l'angle formé par la tige de la grimpette et le support est obtenue par le frottement vers le bas du rouleau, la crémaillère ramenant la mâchoire contre le support.

## **8. REGLES TECHNIQUES CONCERNANT L'EXECUTION, LA VERIFICATION ET L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS D'ECLAIRAGE PUBLIC**

( Source : MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES COMMUNICATIONS – Annexe à l'arrêté du Ministère No.350 – 67 )

### **8.1. CANALISATIONS ENTERRES**

#### **Choix du matériel**

Les conducteurs et câbles doivent être des types suivants :

- câbles isolés au caoutchouc vulcanisé, appartenant à l'une des séries :

U - 1000 CGPFV, U -1000 CGPFT, IT-1000, SC12N ;

- câbles isolés au polychlorure de vinyle, de la série : U - 500 VGPFV ;

- conducteurs et câbles isolés au polyéthylène réticulé de la série U.1000 R12N ;

- câble isolés au papier imprégné et sous tube de plomb.

Ils doivent être conformes aux règles en vigueur.

Les courants admissibles sont indiqués dans le tableau 3 S en fonction de la section et du nombre de conducteurs. Le courant nominal maximal ou le courant de réglage maximal des dispositifs de protection contre les surintensités, résulte de l'application des règles spécifiques.

Lorsqu'un câble enterré est, sur une partie de sa longueur, notamment à son entrée dans une boîte d'extrémité, posé à l'air libre, il n'y a pas lieu d'en tenir compte dans la fixation du courant admissible si la longueur hors du sol n'est pas sensiblement supérieure à 1 m.

#### **Pose et montage**

Les câbles doivent être protégés contre les détériorations causées par le tassement des terres, le contact des corps durs, le choc des outils en cas de fouilles, ainsi que contre les actions chimiques causées par les éléments du sol.

Pour parer aux effets du tassement des terres, les câbles doivent être enfouis en terrain normal, au moins à 60 cm de la surface du sol. Cette profondeur est portée à 1 m à la traversée des voies accessibles aux voitures et dans une zone de 50 cm de part et d'autre des voies accessibles. Ces profondeurs peuvent être diminuées en terrain rocheux.

Pour permettre de reconnaître le tracé des canalisations enterrées, il est établi un plan avec indication des cotes en profondeur par rapport au niveau du sol et à des repères pris sur les bâtiments voisins.

Lorsqu'un câble électrique enterré côtoie ou croise une canalisation d'un réseau de distribution ou une canalisation enterrée d'une autre nature (eau, gaz, air comprimé...) on doit ménager une distance de 20 cm entre ladite canalisation et le câble ou la paroi extérieure du conduit dans lequel il est éventuellement passé.

Les câbles isolés au caoutchouc et sous tube de plomb appartenant à l'une des séries U.1000 CGPFV, U.1000 CGPFT et les câbles isolés au papier imprégné et sous tube de plomb armé d'acier peuvent être placés directement dans le sol, mais doivent se trouver entre deux couches de sable, ou terre meuble de 15 cm d'épaisseur.

Les câbles des séries U.1000 R12N, U.1000, B12N et U.1000 SC12N nécessitent une protection mécanique indépendante contre le choc des outils métalliques à main.

Les câbles isolés au vinyle et sous tube de plomb appartenant à la série U.500 VGPFV et les câbles isolés au papier imprégné sous tube de plomb non armés doivent être placés dans des conduits en grès, en ciment ou en fonte, ou protégés par des dispositifs équivalents contre les détériorations mécaniques.

**NOTE :** Lorsque la nature du terrain peut faire craindre une action chimique particulière, si les câbles ne sont pas placés dans des conduits étanches. Il est recommandé d'utiliser des câbles recouverts entièrement d'une gaine en polychlorure de vinyle plastifié ou en polychloroprène.

S'il est fait usage de conduits, et s'il y a plusieurs conducteurs ou câbles, chacun doit être posé dans un conduit distinct à moins qu'il ne s'agisse des conducteurs d'une même canalisation.

Lorsqu'il existe, au voisinage, une canalisation de gaz, il convient de prendre toute mesure assurant la ventilation régulière des conduits contenant les conducteurs ou câbles électriques et évitant l'accumulation du gaz.

Toute canalisation enterrée doit être signalée par un dispositif avertisseur placé au moins à 10 cm au-dessus d'elle : grillage, briques, tuiles, dalles ou autre dispositif conforme aux usages locaux.

Les conduits et autres dispositifs considérés peuvent jouer en même temps le rôle de dispositif avertisseur si leur paroi supérieure est à 10 cm au moins au-dessus du câble ou de l'ensemble de câbles.

Lors de la pose, on doit éviter soigneusement d'écraser ou de déchirer la gaine ou de détériorer les conducteurs ou câbles par des tractions exagérées.

On doit également éviter de laisser l'humidité pénétrer dans les conducteurs ou câbles. Ces précautions s'imposent tout particulièrement avec des câbles isolés au papier imprégné.

Les câbles isolés au papier imprégné ne doivent être manipulés qu'avec précaution lorsque la température est inférieure à +5 °C.

Les connexions et dérivations des canalisations enterrées se font dans des boîtes étanches d'un modèle approprié au conducteur ou câble et en particulier à la nature de son isolant. Lors du montage de ces boîtes, il faut assurer la continuité électrique des tubes de plomb.

### **Identification du conducteur neutre (ou compensateur)**

Comme neutre (ou compensateur) , on utilise, lorsque le repérage est réalisé par coloration, le conducteur écreu dans le cas des câbles isolés au papier imprégné, ou le conducteur blanc (gris) dans le cas de câbles isolés au caoutchouc vulcanisé; il est admis que le conducteur précité reçoive une autre affectation s'il n'y a pas de neutre (ou compensateur).

Pour la série U.1000 SC12N, le conducteur portant la double coloration vert jaune ne doit pas être utilisé pour l'identification du conducteur neutre ( ou compensateur).

## **8.2. TRAVERSEES**

### **Généralités**

Les conducteurs ne doivent comporter aucune connexion ou dérivation dans la traversée des murs, cloisons, plafonds, planchers et toitures.

Les canalisations doivent être suffisamment protégées contre les détériorations mécaniques pouvant survenir lors de la pose et à l'usage, contre les actions chimiques et les effets de l'humidité pouvant se manifester en ces endroits ou à leur voisinage immédiat. Cette protection doit être assurée d'une façon continue sur toute la longueur de la traversée ou du passage.

Pour les traversées entre locaux pouvant présenter des différences importantes d'état hygrométrique, des précautions spéciales doivent être prises pour éviter l'introduction et la condensation d'eau dans la traversée. Si la traversée est réalisée à l'aide de conduits non obturés, ils doivent être inclinés vers le local le plus humide et disposés de manière que les conducteurs soient librement ventilés.

Les mêmes précautions doivent être prises pour les traversées aboutissant à l'extérieur .

Lorsque les canalisations sont posées à l'extérieur sur isolateurs, l'extrémité du conduit doit être inclinée vers le bas et munie d'un embout en porcelaine ou matière équivalente; de plus, les conducteurs doivent former goutte d'eau à l'entrée de la pipe, à moins que celle-ci ne soit placée à un niveau plus élevé que le dernier isolateur de la canalisation extérieure.

Les traversées aboutissant à un local présentant des risques d'incendie ou de corrosion doivent obligatoirement être obturées du cote de ce local.

### **8.3. LIGNES AERIENNES EXTERIEURES**

Lorsqu'une ligne aérienne dessert de locaux présentant des risques d'explosion, l'alimentation doit s'effectuer par l'intermédiaire d'une canalisation enterrée d'une longueur d'au moins 20 mètres.

#### **Choix du matériel**

Les conducteurs utilisés sont, soit des conducteurs nus, soit des conducteurs munis d'un revêtement résistant aux intempéries de la série P.N. soit de câbles rigides isolés au caoutchouc butyle vulcanisé revêtus d'une gaine résistant aux intempéries de la série U.500 BIN.

Ces conducteurs et câbles doivent être conformes aux règles en vigueur.

La section des conducteurs doit correspondre à une charge de rupture au moins égale à 200 centisthènes.

Les isolateurs doivent être d'un modèle prévu pour emploi à l'extérieur; ils sont fixés aux ferrures qui les supportent par un procédé résistant aux intempéries et ne provoquant pas leur bris. La fixation des ferrures est adaptée au genre de support utilisé.

Les supports en béton ou en bois doivent être conformes aux règles en vigueur. Si on emploie des poteaux en bois traités aux sels, le pied doit être créosoté conformément à ces règles.

Les supports, les ferrures et les isolateurs doivent être d'un modèle assurant la stabilité de la ligne, compte tenu des circonstances atmosphériques et climatiques de la région considérée; les arbres ne doivent pas être employés comme supports.

Les supports et ferrures doivent être protégés contre les agents atmosphériques; les poteaux en fer et potelets sont, soit galvanisés à chaud. soit recouverts d'une ou plusieurs couches ininterrompues de peinture antirouille et d'une autre couche de peinture de couleur différente ; les ferrures et accessoires sont galvanisés à chaud.

Les épissures sont interdites pour tous les conducteurs. Dans le cas de conducteurs à base d'aluminium, les manchons torsadés sont également interdits.

On doit faire exclusivement usage de raccords répondant aux prescriptions des règles en vigueur.

Dans le cas de conducteurs à base d'aluminium, les raccords doivent être bourrés de graisse neutre consistante avant mise en place.

#### **Pose et montage**

Les lignes aériennes, dans les parties où elles empruntent le domaine public, ainsi que lorsqu'elles s'approchent à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne de télécommunication préexistante, doivent répondre en outre aux prescriptions de l'arrêté du ministère des Travaux Publics déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Les conditions de pose des conducteurs (flèche et portée) sont déterminées pour assurer la stabilité de la ligne, compte tenu des surcharges courantes dues aux circonstances atmosphériques et climatiques de l'endroit ( vent, neige, verglas).

Dans la mise en oeuvre des conducteurs, on tient compte que les conducteurs isolés sont en métal recuit ou demi dur et ont par conséquent une moindre charge de rupture que les conducteurs nus et les conducteurs munis d'un revêtement résistant aux intempéries qui sont en métal écroui.

La tension de pose doit être identique pour tous les conducteurs de même section portés par les mêmes supports. Lorsque, par exception, on pose sur les mêmes supports des conducteurs de sections différentes, on doit veiller tout particulièrement au réglage des flèches et des écartements entre conducteurs.

Les conducteurs doivent être suffisamment écartés les uns des autres pour éviter qu'ils entrent en contact par le balancement provoqué par le vent ou par le fouettement dû à la brusque décharge d'une couche de neige ou de verglas ou encore pour éviter que des oiseaux se posant sur l'un d'eux ne provoquent un amorçage. Dans le cas de lignes sensiblement horizontales, les écartements entre conducteurs nus doivent être au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau 3 en fonction de la portée. Les mêmes distances doivent être tenues par rapport aux murs et aux objets qui y sont fixés.

PORTÉE $L$ (m)	ÉCARTEMENT MINIMAL DES CONDUCTEURS (m)
$L \leq 4$	0,15
$4 < L \leq 6$	0,20
$6 < L \leq 15$	0,25
$15 < L$	0,35

**TABLEAU 3S**

Les conducteurs doivent être attachés sur chaque isolateur au moyen d'un fil recuit ou demi dur de même métal que le conducteur ; ces attaches ne doivent être arrêtées que lorsque le réglage des flèches est parfaitement effectué. Les conducteurs doivent être amarrés sur les isolateurs extrêmes de la ligne, ils le sont aussi sur les isolateurs situés de part et d'autre des traversées de voie de passage.

Sauf dans le cas de dérivations utilisant des isolateurs spécialement établis, on n'admet qu'un conducteur par isolateur. Le conducteur est placé sur la gorge latérale de l'isolateur, à l'intérieur de la console s'il s'agit d'un alignement et de manière que dans les angles l'effort dû à la tension de la ligne soit dirigé vers l'isolateur.

Les dérivations doivent être prises au voisinage immédiat d'un support de ligne.

S'il est fait usage de câbles de la série U-500 BIN, l'ancrage de ces câbles doit s'effectuer à l'aide de pinces appropriées qui permettent d'assurer un serrage convenable des câbles sans détériorer la gaine extérieure.

### **Lignes aériennes montées sur poteaux en béton, poteaux en bois, pylône et poutrelles métalliques**

En terrain normal, les poteaux en béton ou en bois sont implantés directement dans le sol et calés à la pierre sèche sans béton. Les pylônes et poutrelles métalliques sont encastrés dans un massif de fondation en béton sur toute la hauteur de la fouille.

Les supports sont implantés en principe à la profondeur  $(H/10) + 50$  cm, H étant la hauteur totale du support en mètres.

La profondeur d'implantation des poteaux en béton peut être réduite dans les terrains rocheux. Dans les terrains particulièrement meubles, il peut être nécessaire d'encastrer le support dans un massif de fondation en béton.

Les supports en bois peuvent être simples, jumelés ou contrefichés.

Dans les terrains peu consistants, dans les sols marécageux, au voisinage des fosses à purin et des tas de fumier, les poteaux en bois doivent être placés sur des embases s'élevant au moins à 50 cm au-dessus du sol. ou du niveau des plus hautes eaux. réalisées en ciment ou en acier revêtu d'un enduit protecteur. Les poteaux en bois peuvent aussi, après goudronnage du pied, être montés sur un bloc en maçonnerie.

### **Lignes aériennes montées sur potelets**

Les potelets ne peuvent être prévus que sur les parties d'immeubles qui le permettent par leur nature, leur stabilité, leur solidité, leur épaisseur, etc.

Les potelets sont fixés aux murs à l'aide de bras à scellement et munis; s'il y a lieu, de ferrures de renforcement de bras, de jambes de force ou de haubans. Les hampes doivent être munies d'un chapeau, assurant l'aération du tube et évitant les entrées d'eau.

Les bras à scellement doivent être légèrement inclinés afin d'éviter les coulées d'eau sur les murs et fixés de manière à laisser au-dessus du scellement supérieur une hauteur de construction au moins égale à 50 cm.

Les scellements doivent être exécutés avec le plus grand soin, en recherchant le maximum de solidité et le minimum de déprédation. aux murs de soutien, les trous de scellement doivent être aussi réduits que possible et les raccords exécutés en harmonie avec la nature de la construction.

### **Connexions des conducteurs en aluminium**

La réalisation de ces connexions doit être confiée à un personnel averti des particularités de montage des conducteurs en aluminium. Celui-ci doit veiller, en particulier, lors du dénudage des conducteurs isolés, à ne pas détériorer les fils conducteurs.

Les connexions peuvent être réalisées par raccordement boulonné, par déformation plastique, par soudage autogène ou par brasage, ces divers procédés étant susceptibles d'être utilisés en jonction, dérivation ou extrémité suivant le type des conducteurs et la nature de l'atmosphère à laquelle la connexion est exposée. L'épissure qui ne rentre dans aucune de ces catégories est à prohiber .

Les raccords boulonnés ne doivent être retenus que lorsque l'appareillage (borne, raccord, cosse, embout, etc. ) est apte à recevoir des conducteurs en aluminium. Il en sera jugé ainsi lorsque :

a) Pour des raccords exécutés par contact de :

- surfaces planes pour des intensités n'excédant pas 600 A, la densité de courant ne sera pas supérieure à 30 A/cm<sup>2</sup> et la pression de contact comprise entre 1 kg/mm<sup>2</sup> et 2 kg/mm<sup>2</sup>.

- surface cylindrique épousant au mieux la forme du conducteur, la longueur de serrage ne sera pas inférieure à quatre fois son diamètre et la pression de contact sera de l'ordre de 2 kg/mm<sup>2</sup> rapportée au plan diamétral : toutes dispositions étant par ailleurs prises pour s'accommoder des différences de dilatation existant entre le conducteur en aluminium et les organes de serrage (utilisation de rondelles élastiques ou de boulonnerie en alliage d'aluminium à haute résistance par exemple).

b) A défaut des caractéristiques précédentes, des échantillons de connexion auront subi avec succès les essais d'échauffement et de vieillissement artificiel des contacts prévus par la norme en vigueur: le constructeur consulté pourra donner toute indications à ce sujet et préciser les conditions de montage.

Dans tous les cas, la pellicule d'oxyde qui recouvre l'aluminium sera détruite par abrasion (brossage, limage par exemple) avec usage de graisse neutre, à moins que celle-ci ne soit chargée en particules métalliques. Bien entendu, ce traitement des surfaces n'a pas lieu d'être exécuté si les surfaces d'aluminium ont été cuivrées, argentées, etc.

Parmi les raccords par déformation plastique, on distingue :

- Les joints étirés ou matricés utilisés dans les lignes aériennes ;

- Les joints exécutés par poinçonnage, profond utilisés sur les câbles isolés quel que soit l'isolant.

Ils doivent être exécutés avec l'outillage (nature et dimensions du raccord, poinçon et matrice notamment) mis au point dans cette intention et ne nécessitant pas de traitement particulier des surfaces de contact sauf si celles-ci étaient souillées. Leur constructeur doit pouvoir justifier que ces raccords satisfont aux essais prévus.

Le soudage autogène s'exécute de différentes façons, généralement à l'arc électrique sous argon ou au chalumeau pour les barres de connexion, au chalumeau ou par cartouches aluminothermiques sur les câbles isolés : dans ce dernier cas, il y a lieu de veiller à la conservation de l'isolant.

Le brasage ou la soudure à basse température n'est à utiliser que sur les câbles isolés au papier imprégné dans les conditions indiquées au paragraphe suivant: il doit être mis en oeuvre suivant des techniques rigoureuses, appropriées aux matériaux (flux et brasure) utilisés.

Dans les locaux (ou emplacements) humides, mouillés ou exposés, il y a lieu d'interdire l'accès de l'humidité au raccordement quand l'aluminium est en contact direct avec un métal ou alliage électropositif par rapport à lui (cuivre, brasure, etc.). La matière de remplissage des boîtes à câbles remplit cet office.

On pourra recourir aussi à l'usage de bimétal cuivre - aluminium convenablement protégé sur sa tranche, comme il est de pratique courante dans les raccords de lignes aériennes. Dans d'autres cas enfin, on protégera la connexion du milieu extérieur par un enrubannage ou un boîtier isolant et stable, imprégné de produit neutre à l'égard de l'aluminium et des autres matériaux en présence.

Dans les locaux (ou emplacements) secs, l'aluminium peut être sans inconvénient mis en contact direct de bornes et autres pièces en cuivre par exemple.

Les alliages d'aluminium entrant dans la composition de certaines pièces de raccordement (visserie exceptée) doit être de l'un des types définis par la norme en vigueur.

## **8.4. ECLAIRAGE**

### **Choix des appareils**

Les normes à considérer sont les suivantes :

Norme de portée générale, s'appliquant plus spécialement aux appareils d'éclairage industriel et aux appareils d'éclairage public ainsi qu'aux appareils destinés aux locaux présentant des risques spéciaux ;

Norme concernant les appareils pour usages domestiques ou similaires. Cette norme ne s'applique qu'aux appareils à source à incandescence destinés aux locaux (ou emplacements) secs ou temporairement humides et dont la puissance unitaire de chaque lampe n'excède pas 250 watts.

### **Installation des appareils.**

Il est nécessaire de prendre toutes précautions pour que la chaleur dégagée par les appareils d'éclairage ne puisse nuire à la conservation. des objets avoisinants ou à celles de l'installation électrique.

L'attention est attirée notamment sur la nécessité d'éloigner les matières susceptibles de s'enflammer sous l'action de la chaleur.

On doit s'assurer que les canalisations électriques passant à proximité des appareils d'éclairage, ne risquent pas d'être portées, en service nominal à des températures supérieures aux celles prévues par des normes.

Lorsque les appareils sont suspendus, leur fixation doit être telle que :

- des rotations renouvelées dans le même sens ne puissent entraîner leur chute,
- a suspension ne doit pas ; être effectuée par l'intermédiaire des conducteurs d'alimentation; toutefois, dans les locaux ( ou emplacements) sans risques spéciaux, il est admis d'utiliser les conducteurs d'alimentation pour supporter un appareil d'éclairage à condition que les connexions soient soustraites à tout effort de traction et que le poids de l'appareil suspendu n'excède pas 0,5 kg avec la série U-250 SCT et 2 kg avec la série U-250 SCOT.
- un raccord isolant doit séparer la masse métallique de l'appareil de son support, sauf si la mise à la terre de l'appareil s'impose.

### **Filerie interne**

Les conducteurs utilisés pour l'équipement des appareils sont :

- soit des conducteurs isolés au caoutchouc de la série U-250 SCOTM conformes aux règles en vigueur ;
- soit des conducteurs isolés au polychlorure de vinyle ou autres produits de caractéristiques au moins équivalentes.

### **Appareils d'éclairage par lampes à incandescence - Douilles**

Les douilles pour lampes à incandescence doivent être conformes aux règles en vigueur.

Les douilles doivent être choisies en tenant compte du courant ainsi que de la puissance absorbée par les lampes dont l'usage est prévu.

Les douilles d'usage courant pour lampes à incandescence conformes aux règles en vigueur sont spécifiées par une tension nominale de 250 volts et par les courants et les puissances suivants :

TYPE	COURANT NOMINAL (A)	PUISSANCE MAXIMALE DE LA LAMPE (W)
Douilles à baïon- nettes .....	B 15 ..	100
	B 22 ..	150
Douilles à vis ..	E 14 ..	200
	E 27 ..	400
	E 40 ..	3 000

La chemise filetée des douilles à vis doit être raccordée au conducteur neutre ou au conducteur identifié par le marquage distinctif du conducteur neutre.

Les douilles à vis qui présentent des parties actives accessibles au doigt d'épreuve, ou qui permettent le contact de ce doigt avec les culots des lampes lorsque celles-ci sont en place, ne peuvent être utilisées dans des appareils ouverts que si ceux-ci sont hors de portée de la main de l'utilisateur. Dans tous les autres cas, elles doivent être employées dans des appareils d'éclairage fermés ne pouvant être ouvert sans l'aide d'un outil.

Les douilles à clé et à poussoir ne sont admises que si elles comportent une enveloppe isolante. Les douilles dotées d'interrupteurs à tirette ne seront admises que si le fonctionnement de l'interrupteur est assuré soit par un cordon isolant, soit par une chaînette métallique reliée au mécanisme par l'intermédiaire d'une partie isolante.

Il ne devra pas être raccordé plus d'un conducteur par borne sur les douilles des lampes à incandescence.

## Appareils d'éclairage par lampes à décharge

### Choix des appareils

Pour l'application des prescriptions énoncées, les normes à considérer sont les suivantes :

- Accessoires de lampes tubulaires à fluorescence.
- Ballasts pour lampes à cathodes préchauffées et à allumage commandé par starter, pour lesquels la tension à vide et la tension de fonctionnement sont de première catégorie.

Les installations de lampes à décharge soumises à des tensions supérieures à 430 V doivent être réalisées conformément à la norme les concernant.

Les installations de lampes à décharge dont les ballasts comportent des condensateurs shunts sans inductance de blocage risquent de perturber les systèmes de télécommande de fréquences comprises entre 400 et 2 000 Hz, utilisés sur certains réseaux de distribution publique.

Il en est de même des installations réalisées à l'aide de ballasts non compensés individuellement, mais compensés globalement par des condensateurs shunts.

Ne sont pas susceptibles de créer des troubles sur ces systèmes de télécommande les appareils qui présentent une impédance inductive, croissant avec la fréquence, tels que :

- les ballasts non compensés.
- les ballasts compensés avec condensateurs série.
- les montages de deux lampes alimentées par un même ballast et tels que les déphasages de courant de l'une et de l'autre soient opposés (généralement dénommés montages duo).

### **Lampes à arc**

Tout circuit alimentant des lampes à arc doit comporter à son origine un interrupteur assurant la coupure omnipolaire de tous les conducteurs d'alimentation et un dispositif de protection contre les surintensités.

Toutes dispositions doivent être prises :

- pour éviter que la chaleur dégagée par l'arc soit préjudiciable à la conservation des objets avoisinants et à celle de l'installation électrique ;
- pour empêcher la projection de particules incandescentes de charbon provenant de lampes à arc sur les objets placés au voisinage ou au-dessus de celle-ci.

***Module 13: POSE DE SYSTEME  
D'ECLAIRAGE PUBLIQUE  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

**Exercice pratique N° 1**

**DURÉE : 4 H**

---

➤ **Objectif poursuivi : Identifier les systèmes d'éclairages couramment utilisés.**

➤ **Description sommaire de l'activité :**

❖ **Le stagiaire doit** a) identifier les types des lampes :

- Halogène
- Sodium
- Mercure

b) savoir interpréter les données des catalogues sur les différents types des lampes

c) savoir les différences entre les différents types d'implantation des lampes d'éclairage public

➤ **Lieu de l'activité : Atelier**

## Exercice pratique N° 2

DURÉE : 3 H

---

- **Objectif poursuivi : Identifier les composantes des lampes de rues.**
  
- **Description sommaire de l'activité :**
  
- ❖ **Le stagiaire doit** reconnaître sur le réseau d'éclairage public les éléments tels que :
  - poteau
  - transformateur
  - alimentation
  - protection
  
- ❖ **Le stagiaire doit** exécuter des opérations de mesure et de vérification de l'état des éléments sans interruption de service en prenant toutes les mesures de sécurité du travail à l'aide des outils appropriés.
  
- ❖ **Le stagiaire doit** exécuter des opérations de remplacement d'éléments défectueux sur la ligne entendant ainsi le matériel sans interruption de service.
  
- **Lieu de l'activité :** Atelier et tronçons réelles des lignes de distributions.

### Exercice pratique N° 3

DURÉE : 3 H

---

➤ **Objectif poursuivi : Identifier les outils associés au raccord des lampes de rues.**

➤ **Description sommaire de l'activité :**

❖ **Le stagiaire doit effectuer :**

- l'identification des outils tel que :
  - tournevis
  - pinces
  - clés
  - perceuse
  
- utilisation, vérification et réparation des outils associés au raccord des lampes de rues, le respect des directives reçues, la détermination précise du matériel, de l'outillage et de l'équipement avec la prise en considération des règles de sécurité.

➤ **Lieu de l'activité :** Atelier et tronçons réelles des lignes de distributions.

## Exercice pratique N° 4

DURÉE : 3 H

---

➤ **Objectif poursuivi : Identifier les méthodes de vérification et d'entretien des lampes de rues.**

➤ **Description sommaire de l'activité :**

❖ **Le stagiaire doit effectuer :**

- Vérification sous tension.
- Vérification hors tension des éléments d'éclairage public , le respect des directives reçues,la détermination précise du matériel,de l'outillage et de l'équipement avec la prise en considération des règles de sécurité..

➤ **Lieu de l'activité :** Atelier et tronçons réelles des lignes d'éclairage.

## Exercice pratique N° 5

DURÉE : 4 H

---

➤ **Objectif poursuivi : Procéder au démantèlement du support.**

➤ **Description sommaire de l'activité :**

❖ **Le stagiaire doit effectuer :**

L'installation des câbles et des cordages en haut de la structure avec câble de service, câble d'assurance, câble de hissage.

Installation des câbles sur les pièces à descendre et retrait des composants.

Enlèvement des câbles et des cordages.

➤ **Lieu de l'activité : Atelier et aire d'évolution.**

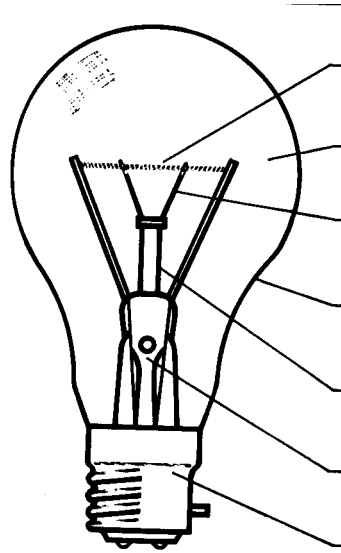
***Module 13:  
TRANSPORT : POSE DE SYSTEME  
D'ECLAIRAGE PUBLIQUE  
EVALUATION DE FIN DE MODULE***

## EXEMPLE D'EVALUATION

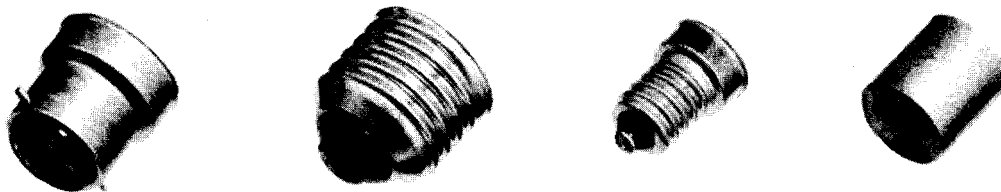
**Durée : 3 heures**  
**Barème : / 60**

### A) Système optique pour éclairage public: / 10

a) Indiquer les parties composantes de la lampe présentée dans la figure / 5



b) Indiquer les types des culots : / 5



### B) Raccordements des lampes de rue : / 50

Pour une lampe SOX E 26 W

- dessiner sur papier format A4 , le schéma d'alimentation électrique / 15
- donner la liste des matériels nécessaires pour la réalisation du schéma / 10
- réaliser le schéma d'alimentation et vérifier le bon fonctionnement de la lampe / 25