

Depuis quelques années, les signaux lumineux sont de plus en plus employés par les Compagnies de chemin de fer pour assurer la sécurité du trafic. Ils sont identiques, qu'il s'agisse de service de nuit ou de jour et de plus, on les distingue encore facilement, même dans le cas où le mauvais temps empêche de voir la forme des signaux. Un autre avantage réside dans la possibilité d'exécuter des signaux répondant aux multiples exigences du service, en combinant et en colorant de diverses manières les différents feux.

Lors de l'étude de signaux VES on a attaché une importance toute particulière à établir des lanternes de signalisation qui puissent être montées facilement sur un fond artificiel (plaqué-signal) ou sur un mât et s'adapter par suite à toutes les conditions d'utilisation.

1. Lentilles et lampes.

Les lentilles utilisées pour la signalisation ont un diamètre de 150 mm et sont établies en partant de blocs de verre ayant des propriétés optiques éprouvées (fig. 1, lentille massive); elles sont taillées et polies sur toutes leurs faces et serties dans un anneau, servant pour le montage des verres de couleur et la fixation du support de lampe. La courbure très accentuée a l'avantage de ne donner, au soleil, qu'une lumière de réflexion non colorée, insignifiante et n'influencant pas les indications des signaux. Lorsque la lampe à incandescence du signal éclaire, les lumières réfléchies n'agissent pas sensiblement sur l'effet de la lentille.

Lorsque la lentille doit être aperçue dans un assez grand angle horizontal on peut, en adoptant



Fig. 1. Verre d'une lentille massive.

une forme convenable produire une image lumineuse en forme de bande.

L'utilisation de lentilles de choix comme celles employées par les VES a nécessité la construction de lampes à incandescence spéciales dans lesquelles le filament a toujours exactement la position prescrite. On peut voir, fig. 2a, la position extérieure de ces lampes. L'ampoule de verre, forme goutte,

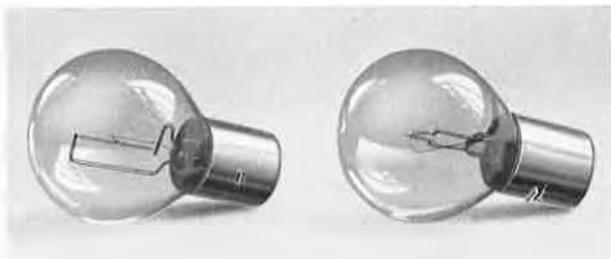


Fig. 2a. Lampes pour signaux lumineux de jour
100 V, 50 W.
12 V, 42 W.

est munie d'un culot argenté. Le culot comporte deux lames d'appui de différente largeur et qui ont une position bien déterminée par rapport au filament. Les supports de lampe sont livrés isolés unipolairement et bipolairement, figure 3; ils sont pourvus de fentes de dimensions différentes correspondant à la construction des culots et rendant impossible un mauvais montage de la lampe.

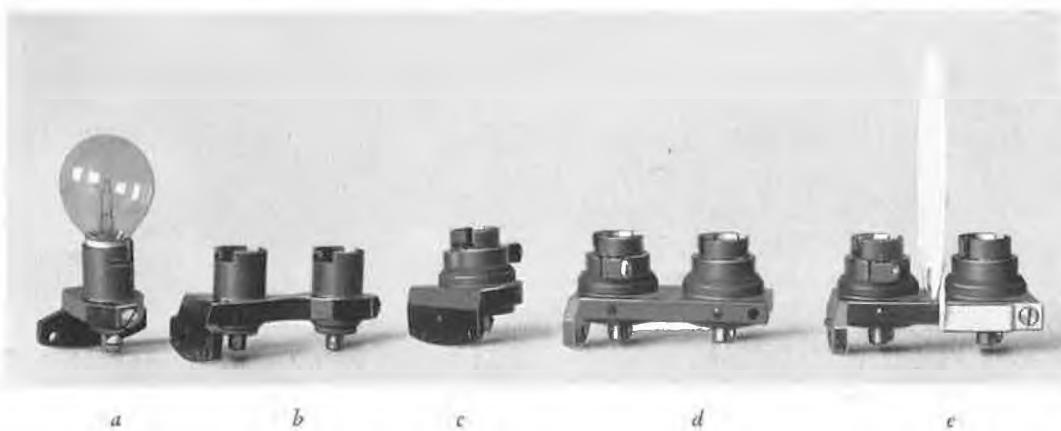
Les lampes à incandescence peuvent être également réalisées comme lampes à filament double (voir fig. 2b). Les deux filaments sont placés horizontalement à une distance d'environ 5 m/m l'un de l'autre. Le filament principal se trouvant dans le foyer de la lentille est prévu pour une tension de 12 V; le filament de secours, pour 14 V, est d'une durée sensiblement plus grande. Cette disposition des filaments offre l'avantage qu'en cas de rupture du 1^{er} filament l'apparition du signal est



Fig. 2b. Lampe à filament double.

néanmoins assurée par le 2^{eme} filament. La consommation des deux filaments est de 18 watts à une tension de 12 V.

Lors de l'assemblage de la lentille, du support de lampe et de la douille, on veille à ce que le filament de la lampe se trouve toujours exactement au foyer. Ce point est très important, car le rendement de systèmes optiques de précision est très diminué lorsque la lampe est montée tant soit peu en dehors du foyer.



a et b unipolaire isolé, c et d bipolaire isolé, e bipolaire isolé avec paroi de séparation rabattable pour lanternes à feu arrière.

2. Distances de visibilité.

La distance à laquelle un observateur de capacité visuelle moyenne peut encore bien distinguer un signal est appelée distance de visibilité. D'après les recherches du Dr.-Ing. L. Bloch*), par temps clair et avec des conditions d'observation favorables, une source de lumière rouge de 20 bougies H et une source de lumière verte, jaune ou blanche, de 80 bougies H peuvent être aperçues à un kilomètre de distance.

Il convient, pour obtenir l'intensité des sources de lumière blanche nécessaires, de multiplier les valeurs ci-dessus par l'inverse du rendement lumineux des écrans de couleur dans le cas de lumière blanche.

Avec un verre rouge qui laisse passer 7 % de lumière blanche $\frac{20 \times 100}{7} = 290$ bougies H seraient nécessaires dans des conditions favorables pour que le signal soit encore visible à un kilomètre de distance; dans le cas de verre coloré vert d'un rendement de 12 %, $\frac{80 \times 100}{12} = 670$ bougies H doivent être prévues.

Comme, pour des raisons techniques, on n'utilise pas des lentilles ou des types de lampes différents pour la lumière verte et rouge, on détermine l'intensité nécessaire dans le cas de lumière verte et on utilise également cette valeur dans le cas de

lumière jaune et rouge. Ces couleurs sont ainsi visibles à plus grande distance, ce qui est à rechercher, car les lumières rouge et jaune sont utilisées pour les signaux d'arrêt et de protection.

Les signaux devant être également visibles dans des conditions défavorables, les valeurs données précédemment de 290 bougies H dans le cas de

lumière rouge et de 670 bougies dans le cas de lumière verte, sont insuffisantes pour une visibilité à 1000 mètres. D'après le Dr. Bloch, elles doivent être multipliées par un facteur dont l'ordre de grandeur est de 30 à 100 si l'on veut une netteté suffisante par temps défavorable.

En partant de ces mêmes valeurs, on obtient pour les lentilles massives établies par les VES, les distances de visibilité figurant au tableau de la page suivante.

A une distance de 1000 mètres, la lentille V4 donne avec une lampe de 12 v., 14 watts, en lumière rouge 156 fois et en lumière verte 67 fois, la quantité de lumière minima encore visible:



Fig. 4. Lanterne avec lentille massive et pièce de fixation.

*^o) Licht und Lampe, 1927, page 289.

Relation entre les distances de visibilité et les coefficients de sécurité dans le cas de lanternes à lentilles massives

Lentille	Lampes			Coefficient d'amplification de la quantité de lumière minima pour les distances suivantes de l'observateur au signal					Portée totale sans coefficient de sécurité	Remarques
				500 m	1000 m	1500 m	2000 m	2500 m		
Type	Volts	Watts								
V 4	12	46	Lumière rouge	625	156	69,5	39	25	12500 m	Voies droites
			Lumière verte	267	67	30	16,8	10,7	8200 m	
V 8	12	42	Lumière rouge	267	67	30	16,8	10,7	8200 m	Voies légèrement en courbe
			Lumière verte	116	29,2	13	7,3	4,66	5400 m	
V 16	12	42	Lumière rouge	163	41	18,2	10,2	6,5	6400 m	Voies avec fortes courbes
			Lumière verte	70,5	17,7	7,85	4,4	2,8	4200 m	
V 4.100	10 à 100	5 à 50	Lumière rouge	267	67	30	16,8	10,7	8200 m	Voies droites ou fortement en courbe suivant lampe
			Lumière verte	116	29,2	13	7,3	4,66	5400 m	



Fig. 5a. Lentille massive pour lampe à filament vertical.



Fig. 5b. Lentille massive pour lampe à filament horizontal.

3. Dispersion latérale.

Les lanternes de signalisation doivent avoir, suivant la constitution de la ligne, une plus ou moins grande dispersion latérale. La valeur de celle-ci dépend de la forme de la lentille et de la forme du filament de la lampe.

Les lentilles des modèles V 4, V 8 et V 16 sont construites de façon à émettre latéralement une lumière comparable à celle d'une source ponctiforme. Elles donnent une dispersion de 4, 8 et 16° assurant leur visibilité à bonne distance.

Normalement, on emploie avec ces lentilles des filaments à bas voltage. Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des lampes fonctionnant sous des tensions allant jusqu'à 100 volts, on ne peut plus établir des filaments concentrés. On a créé, pour cette raison, les lentilles du modèle V 4 100 qui mettent à profit la forme du filament pour la production de la dispersion latérale. Avec ces lentilles, on emploie des lampes de 5, 10, 15, 20, 35 et 50 watts.



Fig. 6. Lanterne avec lentille massive et réflecteur monté dans le couvercle.



Fig. 7a. Lanterne avec lentille massive et feu arrière par lentille massive taillée.

Les filaments des différents modèles de lampe sont tous portés à la même température; de cette façon, les lentilles type V 4 100 donnent une distance de visibilité constante, qu'il s'agisse de lampes de 5 watts ou de 50 watts. Le nombre de watts n'influence que la dispersion latérale; on obtient avec une lampe de 5 watts une dispersion latérale d'environ 2°, avec une lampe de 50 watts, 16°, notamment pour visibilité à distance. De près, la dispersion est sensiblement plus importante.

Des essais ont montré, qu'avec des lampes de 50 watts, la dispersion latérale des lentilles des types V 16 et V 4. 100 est assez importante pour donner pendant tout le parcours de freinage un signal suffisant dans les courbes les plus accentuées qui, sur les grandes lignes, sont passées à vitesse réduite.

4. Lanternes pour signaux principaux.

Pour les signaux principaux, on utilise le plus souvent des lanternes suivant fig. 4. Le système optique à lentilles (Fig. 5 a et b) est monté dans l'enveloppe en fonte qui est fermée à l'arrière par un couvercle.



Fig. 7b. Lanterne avec lentille massive et feu arrière par lentille massive.

Normalement, les lentilles massives sont montées avec support pour une lampe. On peut cependant utiliser des supports pour deux lampes; comme la deuxième lampe se trouve en arrière du foyer de la lentille, son efficacité est faible et elle suffit seulement pour de faibles distances de visibilité.

Pour augmenter la distance de visibilité, on peut monter un réflecteur dans le couvercle de l'enveloppe de la lanterne. La forme du réflecteur est choisie de telle façon que la lumière de la deuxième lampe soit renvoyée au foyer de la lentille. On obtient ainsi une sensible amélioration du rendement de la lampe de derrière qui n'est pas disposée au foyer.

Toutefois, cette lampe-signal n'est pas construite en vue d'éviter la réflexion de la lumière incidente et on ne peut l'utiliser que là où aucune indication dangereuse ne peut être transmise par réflexion.

Au lieu de deux lampes, on peut monter une lampe à deux filaments dans le support de lampe. Un des filaments se trouve au foyer, l'autre à 4 ou 5 mm en dehors. Le filament situé en arrière du foyer absorbe une intensité moindre et est connecté en parallèle avec l'autre. Avec une telle lampe à deux filaments, le rendement du signal lumineux est abaissé. La consommation en watts

se répartit notamment sur les deux filaments dont l'un seulement est au foyer.

Le rendement lumineux de la lentille tombe à environ 40 % lorsque seul le filament arrière brûle.

Lorsque dans un but spécial, on désire que la lanterne soit pourvue d'un feu arrière, on livre l'exécution représentée par la fig. 7 a—c. La lumière arrière est donnée soit par une petite lentille massive taillée sur toutes ses faces, soit par une lentille multiple en verre comprimé; elle peut être blanche ou colorée.

Dans cette lanterne on monte deux lampes entre lesquelles se trouve une paroi de séparation rabattable à l'extérieur. La paroi et les deux lampes sont nécessaires, car sinon la lumière solaire pénétrant d'un côté pourrait produire de l'autre côté un faux signal.

Les lanternes sont fixées par trois boulons à la plaque de signalisation (Fig. 8). Chaque lanterne peut être déplacée en hauteur et latéralement; en effet, surtout avec les lampes de faible puissance, il est nécessaire de donner une orientation exacte, car dans ce cas l'angle de dispersion est faible.



Fig. 7c. Lanterne avec lentille massive et feu arrière.
(La paroi de séparation est rabattue à l'extérieur pour le changement de la lampe avant.)



Fig. 8. Pièces de fixation d'une lanterne à lentille massive avec capot de protection.

La dispersion en profondeur des lanternes est suffisante pour des conditions normales. Lorsque pour des raisons spéciales, les signaux doivent être placés très en dessus du niveau des yeux de l'observateur, on peut augmenter la dispersion en profondeur en montant dans chaque lanterne un miroir spécial. Ce dernier est monté de telle façon qu'il ne peut être frappé par la lumière solaire incidente. Ainsi, la production de faux signaux est impossible.

En employant les lanternes décrites, il est possible de constituer tous les signaux résultant des dispositions appliquées dans les divers pays.

5. Signaux-Relais.

Au lieu d'utiliser une lanterne spéciale pour chaque couleur de signal, on peut encore produire les différents signaux avec une seule lanterne continulement en service et comportant des obtuseurs pour les couleurs.

Bien qu'une telle disposition paraisse compliquée à cause des pièces mobiles nécessaires, il peut cependant y avoir avantage à utiliser les relais de voie pour la commande des obtuseurs au lieu de contact d'enclenchement pour les différentes lampes. On obtient ainsi les signaux-relais.

La partie optique de ces signaux a été étudiée avec un soin tout particulier. Du fait que les signaux-relais sont utilisés la plupart du temps sur des voies à trafic rapide et intense, l'emploi d'une seule lampe ne satisferait pas aux exigences du service.

Les lampes à double filament se sont révélées également comme insuffisamment sûres pour cette

application. On utilise donc deux lampes dans les signaux-relais. Pour obvier aux inconvénients déjà mentionnés des signaux à deux lampes, on utilise ici deux lampes montées dans une enveloppe ellipsoïdale dont l'un des foyers coïncide avec le foyer de la lentille. (Fig. 10 a et b.)

A chaque foyer se trouve une des lampes à incandescence.

La lampe arrière sert comme lampe de rechange lorsque la lampe avant est brûlée. Dans ce dernier cas, grâce à l'assemblage précis de la lentille, du support de lampe et du réflecteur, on est assuré que la lampe arrière envoie dans la direction de la lentille, un flux lumineux aussi important que la lampe avant.

La deuxième lampe peut, soit fonctionner sous tension faiblement réduite, ou bien être seulement en circuit lorsque la lampe principale est brûlée. Ainsi, son non fonctionnement ne provoque aucune perturbation dans le service.

Les réflecteurs montés sur charnières sont rabattables latéralement de façon à ce que les lampes puissent être changées facilement même pendant le service. Aucun réglage n'est nécessaire après le changement des lampes. La disposition des lampes est brevetée.

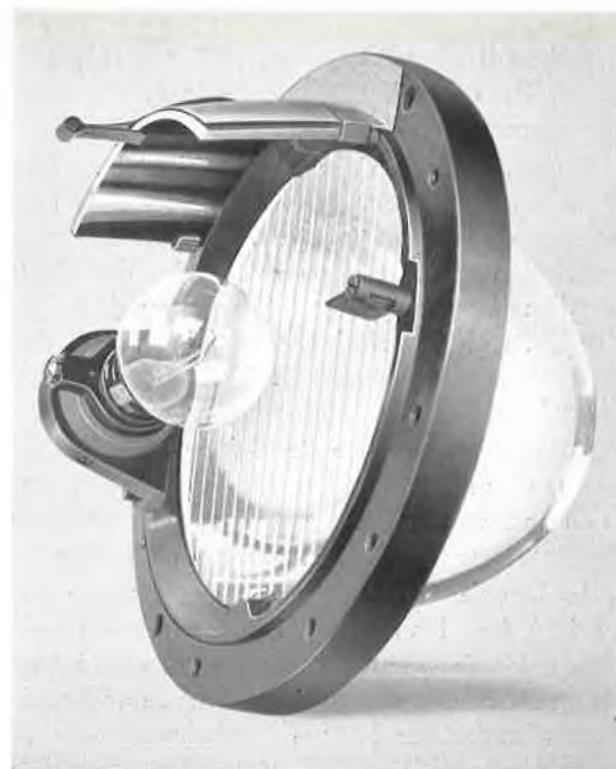


Fig. 9. Lentille massive combinée avec miroir de dispersion en profondeur.



Fig. 10a. Signal-relais pour lumière du jour (déplacement de l'obturateur par aimant tournant). Vue arrière.



Fig. 10b. Signal-relais pour lumière du jour (déplacement de l'obturateur par aimant tournant). Réflecteur ouvert.

Dans les signaux dits de tunnel (fig. 11 a et b) qui sont munis de lentilles en verre comprimé, on utilise des lampes à incandescence de 5 watts et dans le cas des signaux-relais de jour (fig. 12) des

lentilles massives avec lampes de 5 à 50 watts, suivant la dispersion latérale désirée.

Dans ces deux genres de signaux, les obturateurs sont commandés par le relais de bloc de la section

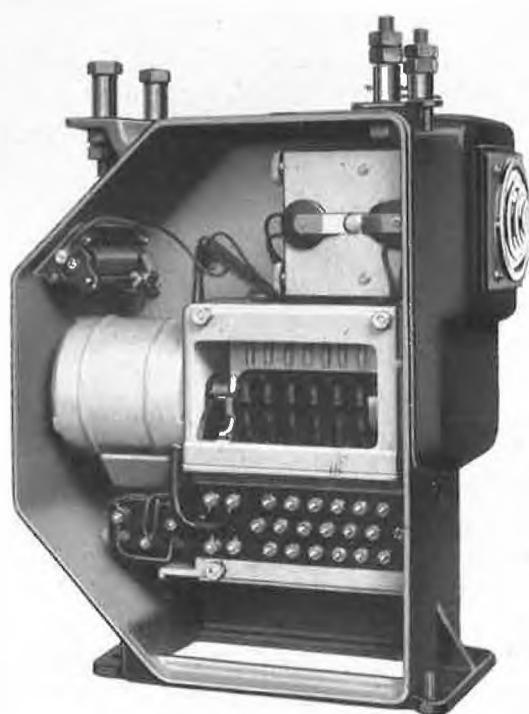


Fig. 11a. Signal-relais de tunnel, ouvert.



Fig. 11b. Signal-relais de tunnel, ouvert avec réflecteur sorti.



Fig. 12. Signal-relais à lumière du jour, sur une ligne du Chemin de Fer surélevé de Hambourg.

(relasmotor) comme cela a été dit au début de ce paragraphe.

Dans le signal représenté aux figures 10a et b, il est prévu pour la commande de l'obturateur, un électro-aimant tournant; l'obturateur de signal (fig. 13) est commandé par un électro-aimant à solénoïde.

Les signaux-relais sont construits pour deux ou trois significations de signal. La position de repos

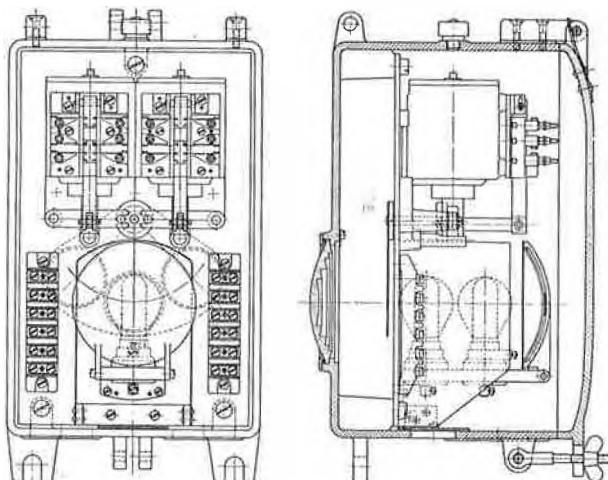


Fig. 13. Signal-relais de tunnel. Commande de l'obturateur par électro à solénoïde.

(halte) peut être donnée, soit par la position milieu ou bien par l'une des deux positions extrêmes de l'obturateur.

Dans tous les signaux-relais, il est prévu des contacts, grâce auxquels il est possible de vérifier chaque position des obturateurs-écrans de couleur.

6. Signaux auxiliaires.

Il n'est pas toujours nécessaire que le signal lumineux soit visible à grande distance. Dans ce cas, on peut utiliser des lentilles multiples en verre comprimé qui sont meilleur marché (si l'on ne désire pas utiliser les autres lanternes, plus coû-



Fig. 14. Lanterne pour signaux auxiliaires avec lentilles en verre comprimé et 2 lampes à incandescence.

teuses, mais conduisant à une consommation de courant moindre).

Ces lanternes en verre comprimé peuvent être montées dans une enveloppe en fonte (fig. 14); on peut également fixer plusieurs lentilles dans une enveloppe commune (fig. 15 et 16).

Pour les signaux lumineux auxiliaires, on utilise généralement des lanternes à lumière non colorée; il est cependant prévu la possibilité de leur adjoindre facilement des verres de couleur.

Les lampes des signaux auxiliaires sont livrées pour tension de 10 à 200 volts.

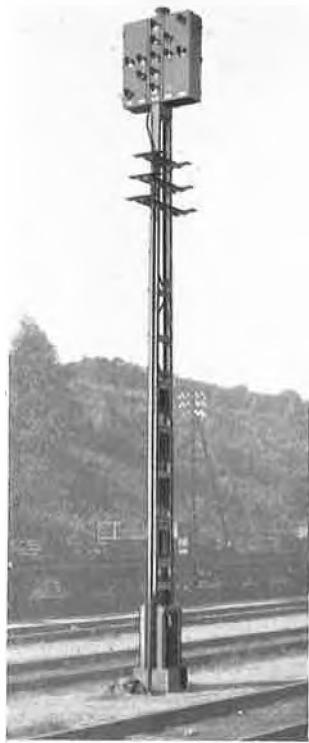


Fig. 15. Signal de plan incliné.

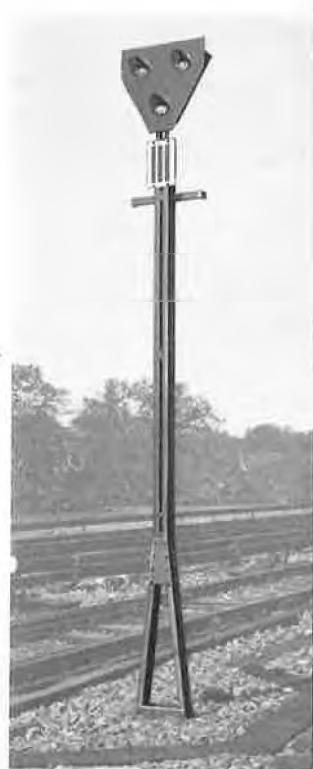
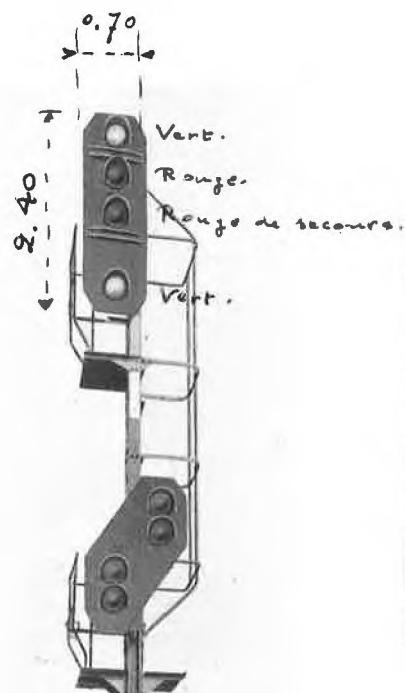


Fig. 16. Signal d'avancement.



Fig. 18. Signal de passage à niveau. (Pied du mât formant coffret d'appareillage.)



Fig. 17. Signal d'entrée avec signal avancé de sortie.



Fig. 19. Signal principal avec lentilles massives. (Coffret d'appareillage fixe au mât du signal.)

7. Mâts de signaux.

Les signaux lumineux sont, en règle générale, montés sur des mâts.

Suivant l'importance de la plaque de signalisation et le nombre de lanternes, on est conduit à employer, comme mâts, de simple fers, de rails, des tubes ou bien des constructions en treillis.

Dans le cas de signaux qui, pour des raisons spéciales, doivent être facilement accessibles ou bien doivent être disposés très haut, on établit des plateformes pour le personnel chargé de la surveillance (fig. 12, 17 et 20).

S'il est nécessaire, dans le cas de courant alternatif, d'abaisser la tension d'alimentation des lampes immédiatement près du signal, on peut combiner avec le mât, l'enveloppe du transformateur. Également



Fig. 20. Signal avancé.

le pied du mat peut être exécuté partiellement en forme d'abri de transformateur. (Fig. 18 et 19.)

Dans le cas de signaux pour circuit-bloc automatique il est nécessaire de monter près du signal plusieurs transformateurs et relais. On peut, dans ce cas, soit monter plusieurs coffrets, soit donner au pied du mât une importance correspondante (fig. 11).

Les mâts de signaux ont, soit fixés dans des massifs en béton, soit fixés à des socles métalliques, enterrés.

D'une façon générale, les plaques de signalisation sont disposées sur les mâts de façon à pouvoir être orientées suivant un certain angle; ainsi, il est possible de donner à la plaque, dans les courbes, la position nécessaire.

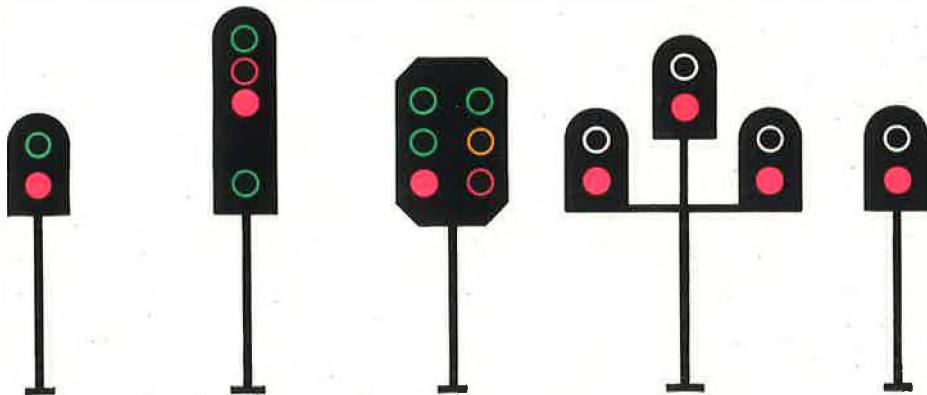
Le tableau annexé montre la disposition des lanternes sur la plaque-signal, de plusieurs signaux principaux, avancés et auxiliaires.



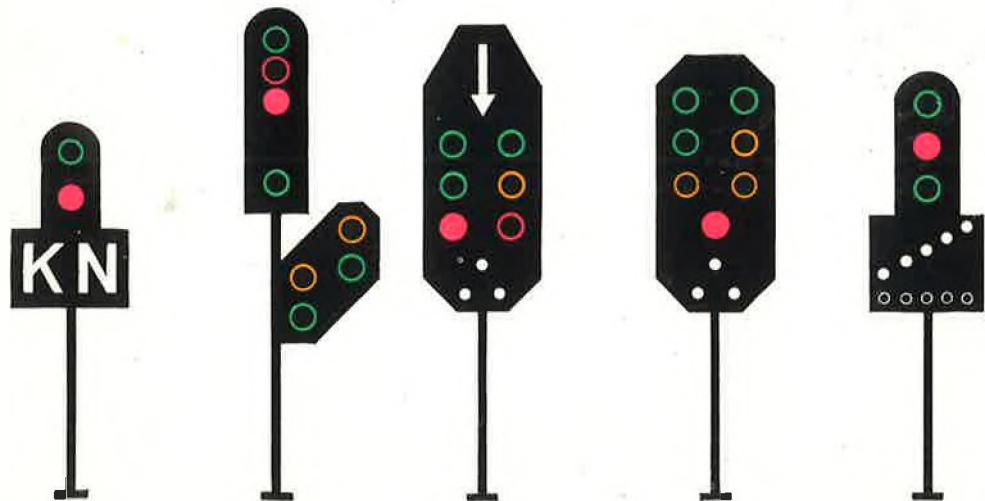
Fig. 21. Signal lumineux de jour du Chemin de Fer surélevé de Hambourg. (Pieds du mat formant armoire pour l'appareillage.)



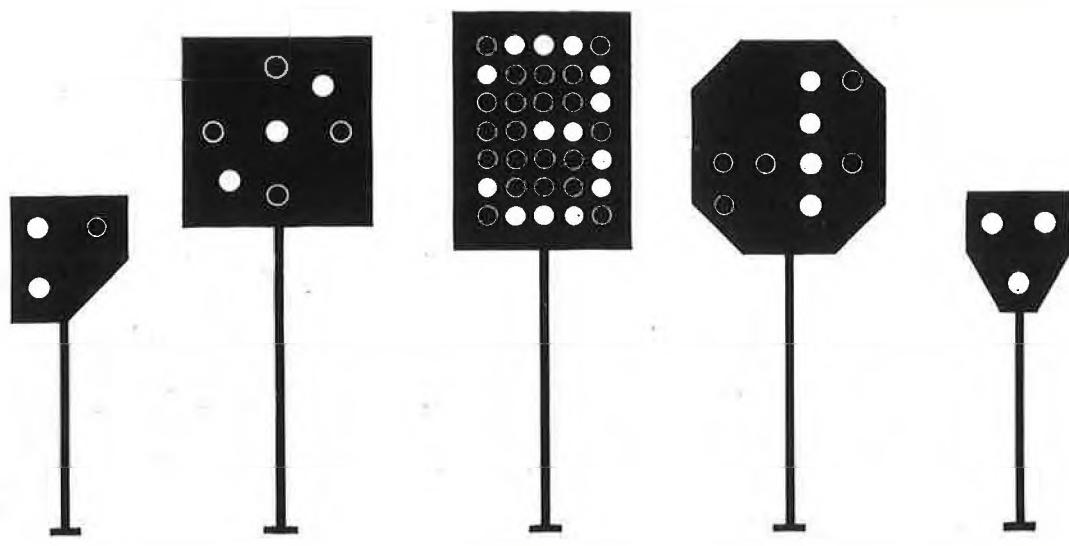
Signaux avancés



Signaux principaux



Signaux principaux
combinés avec des signaux avancés et spéciaux



Signaux auxiliaires

