

RECOMMANDATIONS

RELATIVES AUX TYPES OPTIMA DE REFLECTEURS – RADAR
ET AU MODE D'INSTALLATION DES REFLECTEURS SUR LES
SIGNAUX DE BALISAGE SUR LE DANUBE

RECOMMANDATIONS

**RELATIVES AUX TYPES OPTIMA DE REFLECTEURS – RADAR
ET AU MODE D'INSTALLATION DES REFLECTEURS SUR LES
SIGNAUX DE BALISAGE SUR LE DANUBE**

**COMMISSION DU DANUBE
Budapest, 1989**

ISBN 963 04 0117 7

RECOMMANDATIONS

RELATIVES AUX TYPES OPTIMA DE REFLECTEURS - RADAR
ET AU MODE D'INSTALLATION DES REFLECTEURS SUR LES
SIGNAUX DE BALISAGE SUR LE DANUBE

Commission du Danube

Budapest 1989

Les présentes Recommandations relatives aux principaux paramètres techniques des appareils-radar des bâtiments naviguant sur le Danube ont été éditées sur la base du texte adopté par décision de la Vingt-neuvième session de la Commission du Danube, en date du 22 mars 1971 (doc. CD/SES 29/33) et compte tenu des modifications et additions approuvées par décision de la Quarante-septième session de la Commission du Danube, en date du 18 avril 1989 (doc. CD/SES 47/22).

1. UNIFICATION DES REFLECTEURS-RADAR UTILISABLES SUR LES SIGNAUX DE BALISAGE DU DANUBE

1.1 Nécessité de l'utilisation et de l'unification des signaux radar

L'expérience acquise dans la navigation à l'aide du radar montre que les signaux de balisage côtiers et flottants ne peuvent être détectés qu'à faible distance (signaux flottants) ou ne sont pas du tout repérables sur l'écran du radar (signaux côtiers).

Dans l'intérêt de la sécurité de la navigation, il est d'une importance primordiale que les signaux de balisage du chenal soient détectables sur l'écran du radar au moins de la même distance qu'à l'oeil nu.

Afin de garantir la sécurité et l'efficacité de la navigation au radar, dans les conditions actuelles il apparaît nécessaire d'assurer la détection des signaux sur une grande distance.

Cet objectif peut être atteint par l'utilisation, sur les signaux de balisage, de réflecteurs-radar (réflecteur angulaire) de construction correspondante et unifiée.

1.2 Principes selon lesquels doivent être conçus les signaux radar

1.2.1 Correspondance à l'image visuelle en ce qui concerne les dimensions et la forme

La partie VI de l'"Instruction sur le mode d'installation des signaux de balisage sur le Danube" (doc. CD/SES 27/22, adopté le 10 mars 1969), fixe comme principe directeur que les réflecteurs radar ne doivent modifier ni l'aspect, ni la forme, ni les dimensions des signaux de balisage. Les recommandations exposées dans l'Instruction concernent uniquement les dimensions et les formes des voyants des signaux, elles ne contiennent pas de restriction en ce qui concerne les dimensions et la forme

des flotteurs. La création d'un type uniforme de flotteurs ne semble pas opportune car cette mesure ne contribuerait pas à une meilleure détection des flotteurs.

Il est connu que les voyants constitués de corps de rotation (cône, cylindre, ballon) sont très désavantageux au point de vue de la détection au radar. Ceci est valable surtout pour les formes coniques et sphériques. Pour cette raison, la distance d'identification sur l'écran du radar des signaux flottants avec voyant est sensiblement inférieure à celle prescrite.

Tenant compte de ce qui précède, des voyants à capacité de réflexion appropriée ne peuvent être réalisés qu'au moyen de plaques assemblées de manière à former des groupes de réflecteurs angulaires dont les contours et les dimensions conservent les formes et les dimensions des signaux. Les voyants transformés en réflecteurs-radar (par la suite réflecteurs) répondent à ces exigences.

1.2.2 Garantie de la capacité de réflexion maximum dans les limites d'angle exigées dans la navigation danubienne

Vu que sur le Danube la direction du chenal est presque parallèle à la rive, ou que l'angle qu'elle forme avec la rive est relativement petit, il n'est pas nécessaire d'assurer une grande capacité de réflexion dans toutes les directions.

Les observations et les expériences ont permis de constater que pour qu'une bouée à direction de flottement suffisamment stable puisse être détectée à plus grande distance, il suffit d'utiliser un réflecteur dont les caractéristiques de réflexion sont telles que dans un angle solide de 360° il y a, en plus de la surface de réflexion de base assurée par le réflecteur standard, quatre zones symétriques à angle d'ouverture de 60° .

L'installation adéquate du réflecteur permet de diriger 2 zones de réflexion équivalente de 60° d'angle d'ouverture dans le sens de la navigation vers l'aval et vers l'amont, ce qui assure la détection au radar sur une grande distance.

Sur les signaux qui signalent les passes navigables des ponts construits dans des courbures du fleuve ou sur les réflecteurs-radar installés sur des pieux signalant des ouvrages de régularisation, de même que sur les bouées-radar dont la stabilité n'est pas satisfaisante (bouées en forme de cylindre en position verticale), il est préférable d'utiliser un type de réflecteur à rayonnement circulaire continu en raison de la modification de l'angle dans lequel les signaux sont perçus. La structure de ce type de réflecteur est exposée sous point 1.4.2.4.

1.2.3. Distance de détection exigée

Pour assurer la représentation proportionnée des objectifs, nécessaire à la sécurité de la navigation, il convient d'utiliser des cercles de distance de 0,8 km sur le Haut-Danube entre Gönyü et Regensburg, et de 1,6 km sur le Danube-Moyen et le Bas-Danube entre Gönyü et Sulina. Il s'ensuit que la sécurité de la navigation au radar ne peut être assurée qu'à l'aide de signaux de balisage dont la distance d'identification est de 800-1200 m sur le Haut-Danube et de 1600-2000 m, ou plus, sur le Danube Moyen et le Bas-Danube. Ces valeurs correspondent à peu près à la visibilité de deuxième degré recommandée par la Commission du Danube pour les signaux visuels, lorsque la forme des signaux flottants est reconnaissable mais la couleur n'est pas discernable.

Les réflecteurs recommandés assurent l'identification sur une distance plus grande que celle exigée dans ce qui précède, car ils tiennent compte des pertes de diffusion provoquées par des effets de nature météorologique et de la moins bonne identification dûe aux réflexions de nature atmosphérique.

1.2.4 Exigences en ce qui concerne la structure des réflecteurs

La précision du calibrage mécanique (stabilité de l'angle) des réflecteurs influence grandement les propriétés de réflexion. Pour cette raison, parmi les structures pouvant venir en ligne de compte il faut donner la préférence à la construction la plus simple, la plus solide, celle qui peut être fabriquée

le plus facilement, dont le poids est faible, et qui est le moins endommageable.

Il est également important que le montage du réflecteur sur le corps du flotteur soit résolu de façon à ne pas réduire la capacité de réflexion et à assurer que la mise en place conformément à la direction du chenal soit aisée.

Au point de vue du choix du matériau, il faut prendre en considération la légèreté du poids et la bonne conductibilité électrique.

1.3 Exigences en ce qui concerne la capacité de réflexion

Les caractéristiques de réflexion reproduites sur un diagramme circulaire permettent d'établir dans quelle direction du champ (sur le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal et en position inclinée vers l'antenne, ou à partir de l'antenne) le réflecteur a une capacité de réflexion satisfaisante.

Pour la confection des réflecteurs, il est recommandé de prendre en considération les paramètres suivants:

- les réflecteurs-radar aux dimensions minima de 0,5-0,6 m de hauteur et 0,35 m de largeur (hauteur du point le plus haut du signal: 0,7-1 m au-dessus du plan d'eau) prescrits pour le secteur en amont de Gönyü:

doivent assurer une surface de réflexion équivalente minimum de 10 m² sur les 8/9 et de 25 m² sur les 6/9 de l'angle de 360°, dans une zone de réflexion composée de quatre sections symétriques. La distance moyenne d'identification sur l'écran du radar fluvial aux paramètres habituellement employés doit être de 1600 m;

- les réflecteurs-radar aux dimensions minima de 0,8 m de hauteur et 0,55 m de largeur (hauteur du point le plus haut du signal: 1,2 m au-dessus du plan d'eau) prescrits pour le secteur en aval de Gönyü:

doivent assurer une surface de réflexion équivalente minimum de 10 m^2 sur les 8/9 et de 50 m^2 sur les 6/9 de l'angle de 360° , dans une zone de réflexion composée de quatre sections symétriques. La distance moyenne d'identification sur l'écran du radar fluvial aux paramètres habituellement employés doit être de 2000 m.

- les signaux auxiliaires de balisage du chenal, aux dimensions minima de 0,40 m de hauteur et 0,30 m de largeur:

doivent assurer une surface de réflexion équivalente minimum de 10 m^2 sur les 8/9 et 15 m^2 sur les 6/9 de l'angle de 360° , dans une zone de réflexion composée de quatre sections symétriques. La distance moyenne d'identification sur l'écran du radar fluvial aux paramètres habituellement employés doit être de 1200 m.

Les valeurs indiquées s'entendent dans le plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du réflecteur. Il est en outre désirable que la capacité de réflexion du signal se trouvant dans une position qui s'écarte de la verticale ne change pas trop, c'est-à-dire qu'elle ne soit pas influencée par l'inclinaison du signal.

1.4 Types de réflecteurs radar recommandés

1.4.1 Principes généraux

Les résultats des mesures et la pratique montrent que les réflecteurs les plus convenables sont ceux qui sont constitués de deux plaques verticales entrecroisées au milieu à angle droit et sectionnées symétriquement par une ou deux plaques horizontales,

Les groupes de réflecteurs angulaires constitués de cette manière sont capables d'assurer la surface de réflexion requise tant en position verticale qu'en position inclinée. Toutefois, du point de vue de la stabilité, les types de réflecteurs dont la première section horizontale se trouve au milieu de la hauteur du réflecteur et la seconde section immédiatement à la base du réflecteur, conviennent mieux.

La forme des deux plaques verticales des réflecteurs doit assurer les contours prescrits:

Lorsque par suite de la grande variation de l'angle visuel (voir point 1.2.2) il est plus opportun d'utiliser un réflecteur à diffusion circulaire continue, la structure la plus convenable peut être réalisée en partant des types recommandés ci-haut (voir point 1.4.2.4).

1.4.2 Description des différents types de réflecteur

La description des différents types de voyant établis en vertu des fonctions du signal flottant figure ci-après:

Chacun des types de réflecteur peut être confectionné dans les trois dimensions recommandées par la Commission du Danube en fonction des secteurs du fleuve (Haut-Danube ou Danube Moyen et Bas-Danube) ou du caractère du signal (principal ou auxiliaire).

Ces dimensions figurent dans l'Annexe 2 à l'Instruction sur le mode d'installation des signaux de balisage sur le Danube.

Les types énumérés répondent aux exigences exposées sous point 1.3.

1.4.2.1 Réflecteur cylindrique ou rectangulaire balisant le côté droit du chenal (Croquis 1)

Le réflecteur cylindrique ou rectangulaire est constitué de deux plaques verticales rectangulaires entrecroisées à angle droit, et de deux plaques horizontales sectionnant le signal au milieu et à la base. La plaque inférieure qui constitue le socle du réflecteur sert en même temps à fixer la perche nécessaire à l'installation du réflecteur sur le flotteur.

Pour assurer le maintien des angles formés par les deux plaques verticales, à la partie supérieure du réflecteur cylindrique est fixé horizontalement un anneau d'une largeur maximum de 10 mm et d'un diamètre correspondant à celui de la base. Cet anneau permet également de réaliser les contours cylindriques requis.

1.4.2.2 Réflecteur conique ou pyramidal balisant le côté gauche du chenal
(Croquis 2)

Le réflecteur conique ou pyramidal est constitué de deux plaques verticales triangulaires entrecroisées à angle droit et de deux plaques horizontales sectionnant le signal au milieu et à la base. La plaque inférieure qui forme le socle du réflecteur sert en même temps à fixer la perche nécessaire à l'installation du réflecteur sur le flotteur.

1.4.2.3 Réflecteur sphérique signalant la jonction et la bifurcation du chenal, ainsi que les obstacles situés dans le chenal
(Croquis 3 et 4)

Le réflecteur sphérique des signaux principaux (bouées) est constitué de deux plaques verticales circulaires entrecroisées à angle droit; le quart ou le cinquième inférieur de la sphère est tronqué.

Le signal ainsi formé est sectionné horizontalement, au milieu et à la base, par deux plaques. La plaque inférieure qui forme le socle du réflecteur sert en même temps à fixer la perche nécessaire à l'installation du réflecteur sur le flotteur (voir croquis 3).

Le signal auxiliaire, qui a un diamètre de 0,4 m et est constitué de deux plaques verticales circulaires, est sectionné par une seule plaque horizontale, à mi-hauteur du signal (voir croquis 4).

1.4.2.4 Réflecteur à diffusion circulaire continue (Croquis 5, 6 et 7)

Le réflecteur à diffusion circulaire continue (cône, cylindre, ballon) est constitué de deux plaques verticales entrecroisées à angle droit, aux formes correspondant aux contours du réflecteur, et de deux plaques circulaires horizontales sectionnant le réflecteur au milieu et à la base. Ce type diffère des types précédents en ce sens

que la partie située au-dessous de la section horizontale du milieu dévie de 45° par rapport à la partie située au-dessus du sectionnement. De cette manière, le groupe de réflecteurs angulaires se trouvant au-dessus de la plaque horizontale du milieu est efficace dans les directions dans lesquelles la capacité de diffusion du groupe de réflecteurs situé au-dessous de la section est réduite.

Pour le reste, ce type correspond entièrement à ceux exposés sous points 1.4.2.1, 1.4.2.2 et 1.4.2.3.

1.4.3 Application de matières réfléchissantes sur les réflecteurs

Les réflecteurs-radar des signaux lumineux peuvent être recouverts de matière réfléchissante, tandis que les réflecteurs-radar des signaux non-lumineux doivent l'être.

La matière réfléchissante doit être appliquée sur les réflecteurs-radar de manière à assurer une bonne réflexion de la lumière sur tous les angles d'éclairage.

1.4.4 Recommandations relatives à la technologie de la fabrication

Les imprécisions de fabrication, de dimensionnement, l'insuffisance d'épaisseur et de solidité des plaques peuvent provoquer une dégradation des propriétés de réflexion et une déformation des caractéristiques de réflexion.

Il convient de tenir compte de ce que la précision du montage des facettes (angles d'incidence de 90°) et la forme des facettes influencent essentiellement l'efficacité des réflecteurs-radar.

Les études dans cette matière indiquent qu'un écart de $0,5^\circ$ dans le montage réduit de 1,5 fois la capacité de réflexion des angles formés par des facettes triangulaires, un écart de 1° la réduit de 6,6 fois, et avec un écart de 2° les angles perdent pratiquement leur capacité de réflexion.

Il est donc recommandé que l'écart admis ne dépasse pas $\pm 1^\circ$.

En ce qui concerne l'assemblage des différents éléments du réflecteur, il convient d'appliquer la technologie du collage ou du rivetage au lieu de celle du soudage qui peut causer des déformations.

Pour protéger les réflecteurs-radar contre la corrosion, on peut les recouvrir d'une peinture dont la couleur correspond à celle du signal, mais qui, toutefois, ne diminue pas la capacité de réflexion du signal.

2. METHODES APPLICABLES POUR LE BALISAGE DU CHENAL A L'AIDE DE REFLECTEURS-RADAR

2.1 Généralités

Outre la construction de signaux flottants de structure uniforme et détectables au radar à grande distance, il est également très important que les organes compétents des pays danubiens utilisent ces signaux pour le balisage du chenal sur la base de principes uniformes et en tenant compte des conditions locales.

Les méthodes prévues dans les recommandations de la Commission du Danube pour le balisage du chenal à l'aide de signaux visuels ne satisfont pas pleinement les exigences que pose la sécurité de la navigation au radar. L'écho apparaissant sur l'écran panoramique indique seulement l'endroit où se trouve le signal flottant, tandis que la forme, la couleur, la luminance, etc. du signal ne sont pas perceptibles.

Au point de vue de la détection des signaux sur l'écran du radar les méthodes passives (réflecteurs angulaires) n'assurent une réflexion satisfaisante que lorsqu'il s'agit de signaux flottants. Dans les conditions du Danube, la détection des signaux côtiers (par exemple des signaux de traversée) n'est pas réalisable à l'aide de réflecteurs angulaires passifs, car, sur l'écran,

l'écho du réflecteur se confond dans l'écho du tracé de la rive. Donc, les signaux passifs qui ne sont pas installés sur l'eau (comme par exemple les signaux côtiers, les signaux balisant les passes navigables des ponts, etc.) ne sont repérables avec le radar qu'avec l'aide des signaux flottants; les réflecteurs angulaires qui ressortent de l'armature du pont ou des piles du pont constituent une exception, car ils peuvent être identifiés sur l'écran du radar.

La détection directe des signaux côtiers n'est réalisable que par l'emploi de réflecteurs actifs, qui permettent une identification sûre, quel que soit le fond environnant. Toutefois, ils nécessitent l'installation, sur les signaux côtiers, de dispositifs d'équipements compliqués et coûteux.

Pour cette raison, en ce qui concerne la détection des signaux côtiers, seule la méthode de signalisation passive, c'est-à-dire à l'aide de réflecteurs-radar flottants, est traitée dans les recommandations.

2.2 Mode de signalisation des côtés du chenal

Sur l'écran du radar on ne peut distinguer ni la couleur du feu, ni la forme et la couleur des signaux flottants et côtiers. C'est sur la base de la position des échos des signaux par rapport à la rive et de sa connaissance du chenal que le conducteur du bâtiment peut déterminer quel côté du chenal balisent les signaux apparaissant sur l'écran du radar. En cas de changement de la direction du chenal, lorsque la position des signaux flottants par rapport à la rive change aussi, il peut se produire des formations de position des signaux flottants - surtout sur les seuils - qui ne permettent pas de faire une déduction logique quant à l'indication donnée par le signal. Dans de tels cas, l'interprétation erronée des signaux peut causer de graves dangers. De même, les dragues travaillant dans le chenal, les bâtiments échoués peuvent provoquer des avaries du fait que leurs signaux visuels (pavillon, ballon, feux) ne sont pas détectables sur l'écran du radar. Pour éliminer ces dangers, il faut assurer la possibilité de discerner sur l'écran la bouée signalant le côté droit de la bouée signalant le côté gauche.

Sur les fleuves, le moyen le plus simple de discerner les bouées du côté droit de celles du côté gauche, c'est de doubler les bouées balisant l'un des côtés du chenal. Par exemple, pour les bouées signalant le côté

gauche du chenal, on installe deux bouées l'une derrière l'autre, à une distance supérieure à la discrimination radiale. De telle sorte, la bouée doublée signalant le côté gauche apparaîtra sur l'écran comme signal composé de deux points, tandis que la bouée du côté droit sera représentée par un signal composé d'un seul point. Il semble opportun de doubler les bouées noires constituées de plaques triangulaires et signalant le côté gauche, car la surface de réflexion équivalente de cette forme-là est plus petite.

Toutefois, bien que fort simple, le balisage par des signaux doublés présente des inconvénients tels que le déplacement éventuel d'un des deux signaux, des difficultés techniques, des dépenses supplémentaires, et d'autres encore.

Pour les raisons susmentionnées, il est recommandé de placer sur les deux rives des signaux isolés. Dans certains cas, pour éviter que les bateliers ne soient induits en erreur, un signal correspondant sera également placé sur la rive opposée.

2.3 Signaux côtiers

Il est connu que pour pouvoir déterminer son cours, le conducteur du bâtiment s'appuie surtout sur les repères naturels et artificiels de la rive, ainsi que sur les signaux côtiers.

L'installation de réflecteurs passifs sur les signaux côtiers ne donne pas les résultats voulus, étant donné que sur l'écran leur écho se confond avec l'image-radar de la rive et que même sur une rive plate on ne peut les identifier avec suffisamment de sûreté.

La détection d'un signal côtier sur l'écran du radar n'est possible que si un signal flottant muni d'un réflecteur-radar est placé dans sa proximité immédiate (tout près de la rive et du signal côtier).

Lors de l'indication des signaux côtiers par des bouées radar, il convient d'observer les recommandations de la Commission du Danube en ce qui concerne la nécessité de garantir la visibilité de signal à signal. (Instruction sur le mode d'installation des signaux de balisage sur le Danube, Partie I). Ceci se rapporte surtout au balisage des traversées et des obstacles s'avancant dans le chenal.

Les bouées-radar indiquant les feux côtiers doivent être identifiables sur l'écran du radar à partir de n'importe quel point du chenal et aussi longtemps que leur signal est nécessaire pour l'orientation du bâtiment.

La détection et l'identification à grande distance de la bouée-radar indiquant le lieu où est placé le feu côtier sont influencées d'une manière décisive par la capacité de la réflexion et par la distance à laquelle se trouve la bouée de la rive, respectivement par le pouvoir discriminateur radial et azimutal de l'appareil-radar utilisé.

Etant donné que le pouvoir discriminateur azimutal est fonction de la distance, pour assurer la meilleure identification possible, on placera la bouée aussi loin que possible de la rive. Or, la possibilité d'augmenter la distance entre la rive et la bouée-radar n'est pas illimitée, car lorsque le chenal passe tout près de la rive, la bouée se trouverait placée dans le chenal.

Des expériences ont été effectuées dans des traversées de différentes longueurs afin de déterminer à quelle distance de la rive devait être installée la bouée-radar signalant le feu côtier.

Les résultats de ces expériences ont permis de conclure qu'une bouée radar placée à 30 m de la ligne de rive présente un écho séparé sur une distance allant jusqu'à 1,5 km. Sur une distance plus grande il n'y a plus d'échos séparés sur l'écran, la bouée se perd dans l'écho de la ligne de rive. Les canots et les barques ancrés près de la rive peuvent aussi produire des échos qui ressortent de l'écho de la rive; pour cette raison, au-delà de 1,5 km, une bouée-radar placée à 30 m de la rive n'assure pas - du point de vue nautique - l'identification exacte d'un feu côtier.

Il découle de ce qui précède que pour baliser des traversées dont la longueur dépasse 1,5 km, les signaux flottants servant à indiquer les signaux côtiers de traversée (feux côtiers) doivent être complétés par une bouée-radar installée à mi-longueur de la traversée. Toutefois, l'installation de bouées complémentaires est superflue dans les tronçons où, grâce aux conditions locales, la distance entre les bouées et la rive peut être augmentée à volonté.

Il y a lieu de remarquer cependant que le mode de signalisation mentionné n'est applicable que sur le secteur du Danube en aval de Gönyü. En amont de Gönyü, l'étréitesse du chenal qui longe de près la rive ne permet pas d'installer les bouées à plus de 10 m de la rive. Placées de cette manière, on ne peut cependant les percevoir sur l'écran comme signaux séparés qu'à une distance de 300 m. Sur le secteur supérieur du Danube, le problème de l'indication des feux côtiers est résoluble, soit par la méthode des réflecteurs actifs, soit par la création d'un réseau plus dense de réflecteurs-radar flottants. On pourrait également recommander d'indiquer le feu côtier non pas en plaçant une bouée du côté de la rive concernée, mais en plaçant une sur le bord du côté de chenal opposé, à la hauteur du signal côtier, la bouée devant être pourvue d'un réflecteur de forme correspondant au côté du chenal.

2.4 Signalisation des passes navigables des ponts

L'identification des passes navigables des ponts sur l'écran du radar n'est possible que lorsque la saillie des piles du pont en direction du chenal est supérieure ou égale à la discrimination radiale. Or, il y a très peu de ponts où cette situation favorable est assurée. En général les passes navigables des ponts, c'est-à-dire les piles de pont, ne sont pas reconnaissables sur l'écran du radar.

La signalisation des passes navigables des ponts peut être résolue au moyen des méthodes suivantes:

2.4.1 Signalisation des passes navigables à l'aide de réflecteurs-radar

Dans le cas de la signalisation des passes navigables, l'identification des côtés du chenal est également importante. Pour pouvoir le faire, il convient d'appliquer la méthode décrite sous point 2,2.

La distance de la bouée à partir de la pile, respectivement la distance entre les bouées doublées, sera déterminée par la discrimination radiale. Il est donc recommandé d'installer les bouées à 30 m des piles du pont; les bouées doublées seront aussi installées à 30 m l'une de l'autre. Lorsque le pont se trouve dans une courbure du fleuve, auprès de la dis-

tance de 60 m résultant pour les bouées doublées, la bouée supérieure risque d'être emportée par le courant; dans de tels cas, celle des bouées qui se trouve le plus près de la pile peut être installée à 15 m seulement de la pile.

Les passes pour la navigation en sens unique seront balisées seulement du côté par lequel les bâtiments peuvent s'engager dans la passe; quand les passes servent à la navigation dans les deux sens, elles seront balisées par des bouées dans les deux sens de navigation. Quand la passe navigable part de la rive, seule la pile du pont doit être signalée; le balisage de la partie riveraine se fait en fonction des conditions locales.

2.4.2 Signalisation des passes navigables à l'aide de réflecteurs angulaires installés sur l'armature du pont (Croquis 8)

Les passes navigables des ponts peuvent être balisées à l'aide de réflecteurs angulaires installés en faisant saillie sur les piles ou sur l'armature du pont.

Dans ce cas, la longueur du support du réflecteur, c'est-à-dire la distance entre le réflecteur et le pont, doit répondre aux exigences de la discrimination radiale. Selon ce qui a été exposé plus haut, dans les conditions du Danube cette distance doit être telle que le point du réflecteur radar puisse apparaître clairement sur l'écran (approximativement 15 m). Etant donné que les réflecteurs angulaires sont en général fabriqués en tôle d'aluminium, leur poids est minime et ainsi les exigences posées à l'égard de la solidité des supports ne sont pas grandes. Ce procédé permet de baliser très bien les passes de pont rétrécies par les soubassements en pierres, ou pour toute autre raison. Les réflecteurs-radar installés sur l'armature du pont offrent une plus grande sécurité que le balisage à l'aide de bouées, car les réflecteurs ne risquent pas d'être emportés ou déplacés par le courant et même pendant le charriage de glaces ils assurent le le balisage des passes navigables.

2.5 Densité du réseau des signaux

Le nombre, l'emplacement et le choix des signaux flottants sont déterminés par les pays danubiens en fonction des niveaux d'eau (bas, moyen et haut) et conformément aux recommandations de la Commission du Danube. En période d'eaux basses et moyennes, la densité du réseau de signaux flottants déterminé de cette manière satisfait aussi, en général, les exigences de la navigation au radar à condition que tous les signaux flottants soient pourvus de réflecteurs ayant les paramètres correspondant à ceux prescrits dans la Partie I. Il y a lieu de remarquer cependant que par suite des particularités de la navigation au radar, la distance entre les signaux flottants doit toujours permettre de représenter sur l'écran deux échos séparés en cas d'utilisation d'un cercle de distance correspondant au secteur de fleuve et généralement employé. (Par exemple, sur le secteur en aval de Gönyü on utilise en général un cercle de distance de 1,6 km, de sorte que la distance entre les signaux ne doit pas dépasser 1500-1600 m.) Dans les secteurs de fleuve où le balisage des eaux basses et moyennes ne satisfait pas cette exigence, il convient d'installer des bouées radar complémentaires.

Le balisage pour hautes eaux ne répond pas à cette exigence, vu qu'en période d'eaux hautes le service de balisage enlève une grande partie des signaux. Dans la navigation au radar les signaux flottants servent non seulement à indiquer les côtés du chenal, mais aussi, à défaut de points de repère côtiers, à déterminer la position du bâtiment faisant route. Pour cette raison, dans les secteurs de fleuve sur lesquels la navigation de signal à signal est nécessaire même en cas de hautes eaux, le nombre des signaux flottants du balisage pour les hautes eaux doit être augmenté.

Toutefois, les bouées indiquant les signaux côtiers les plus importants (feux côtiers, signaux de traversée) doivent être en place, indépendamment du niveau de l'eau.

Outre ces questions ayant trait à la densité du réseau des signaux, dans la navigation au radar il est indispensable de baliser d'une manière sûre et précise les obstacles à la navigation (ouvrages de régularisation, rochers, épaves, etc.), quel que soit le niveau des eaux, et même si ces obstacles ne sont pas situés sur les bords immédiats du chenal.

2.6 Protection des réflecteurs-radar contre le déplacement

Dans la navigation au radar, l'orientation par rapport aux rives étant limitée, une bouée déplacée peut provoquer de graves accidents. C'est pourquoi il est extrêmement important que lorsqu'il sera passé à la signalisation à l'aide de réflecteurs-radar, la stabilité d'ancrage des signaux flottants soit en même temps renforcée. Pour ce faire, les services de balisage doivent employer des ancrs très solides et ayant une forme qui présente le moins de danger possible aux bâtiments pendant les eaux basses.

Les plus appropriées pour la fixation des signaux flottants sont les ancrs plates à deux pattes, dont la hauteur maximum au-dessus du fond ne dépasse pas 20 cm. Pour assurer une meilleure stabilité de l'ancre, il importe de bien choisir la longueur et le mode de confection du câble. Il est particulièrement important d'attacher à la tige de l'ancre une chaîne de gros diamètre, qui, de par son poids, empêchera l'ancre de s'arracher ou de glisser.

Pour baliser les digues longitudinales et d'autres ouvrages de régularisation situés à proximité du chenal, il est opportun d'installer non pas des réflecteurs flottants, mais des réflecteurs montés sur des pieux, vu que ceux-ci ne sont pas exposés au danger d'être déplacés.

3. MESURES POUR EVITER LES ECHOS INDESIRES PRODUITS PAR DES LIGNES AERIENNES ET DES PONTS

Les constructions de ponts et les lignes aériennes traversant le fleuve provoquent sur l'écran des échos indésirables qui, en cas de pont, peuvent masquer une cible désirée et en cas de ligne aérienne, simulent une cible en mouvement sur le fleuve.

3.1 Ponts

En général, seuls les ponts construits en acier produisent des échos indésirés. Les ponts en béton n'en produisent pas.

Pour éviter les échos indésirés, on peut utiliser des installations spéciales, en treillage métallique par exemple; en cas de construction de nouveaux ponts, celles-ci sont à prévoir dans l'armature même du pont.

L'expérience a montré que les échos indésirables ne se présentent pas:

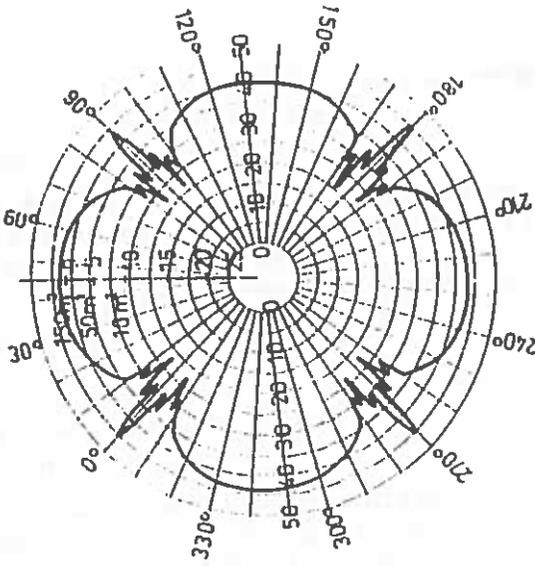
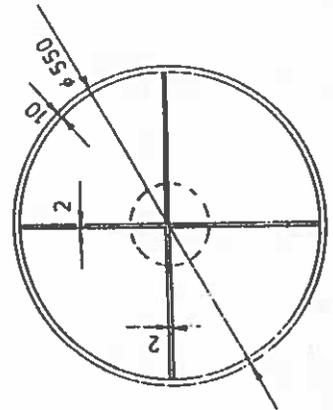
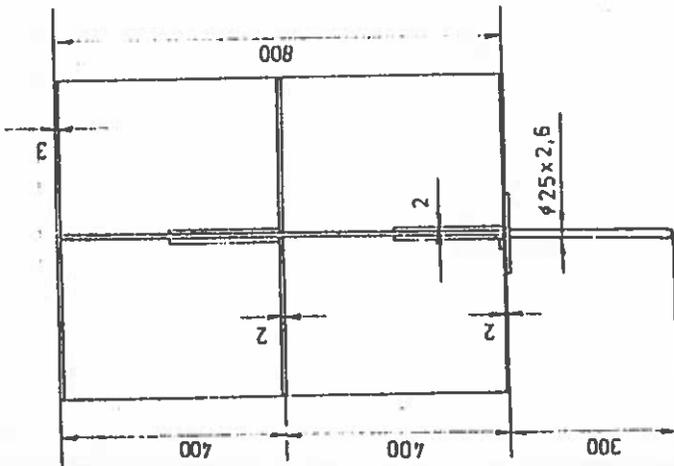
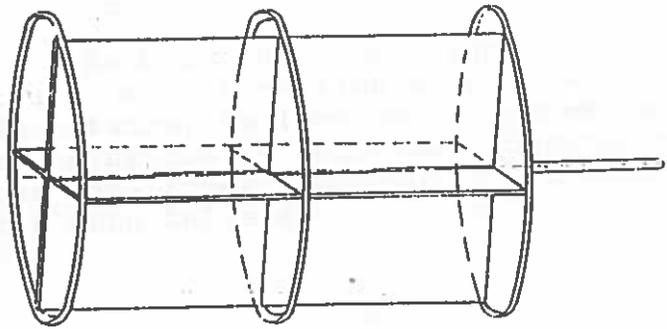
a) quand l'armature inférieure a la forme d'une boîte fermée,

b) quand on évite les angles de 90° afin qu'il ne puisse se former des réflecteurs trièdres. Il suffit qu'un des côtés du trièdre dévie de $\pm 5^\circ$ au moins d'un angle droit.

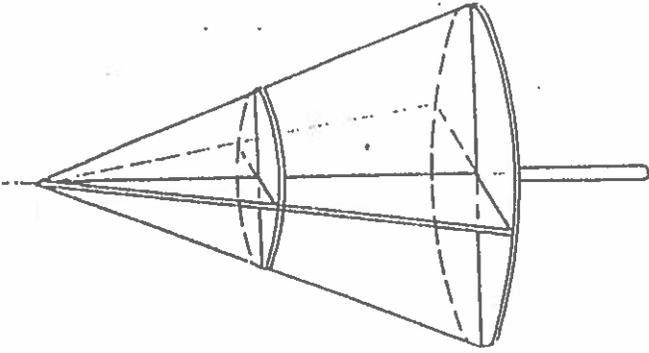
3.2 Lignes aériennes

En balisant les lignes aériennes par des réflecteurs-radar installés à une distance d'environ 30 m l'un de l'autre, le long de la ligne, sur un câble séparé, il est possible de détecter indubitablement l'écho produit par ces lignes. Toutefois, les câbles des bacs ne doivent pas être balisés.

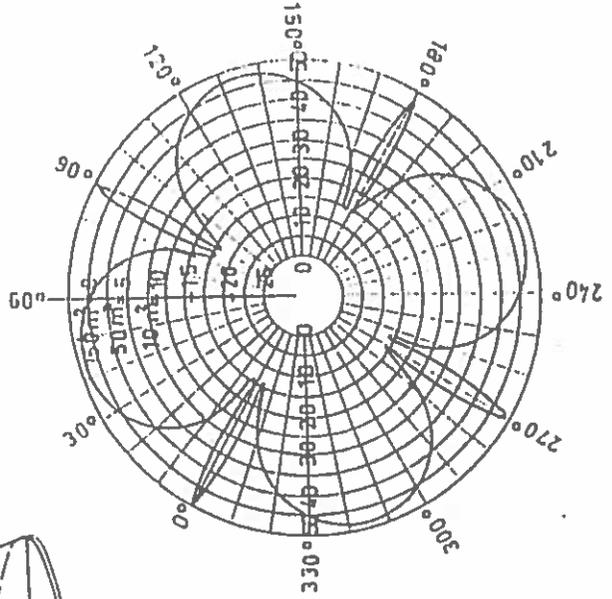
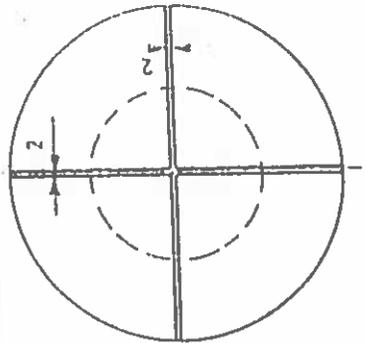
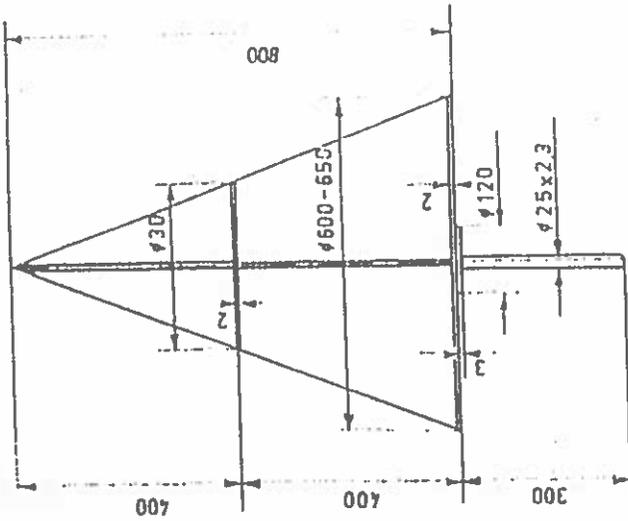
CROQUIS 1

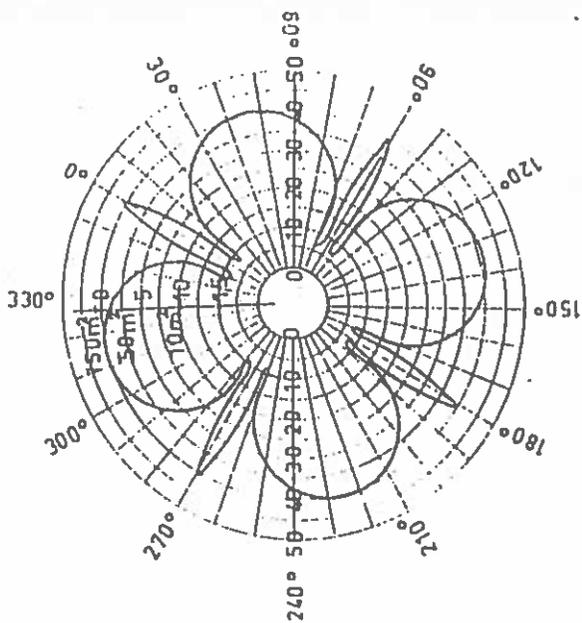
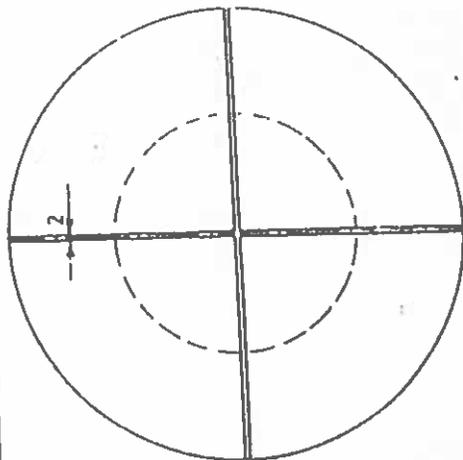
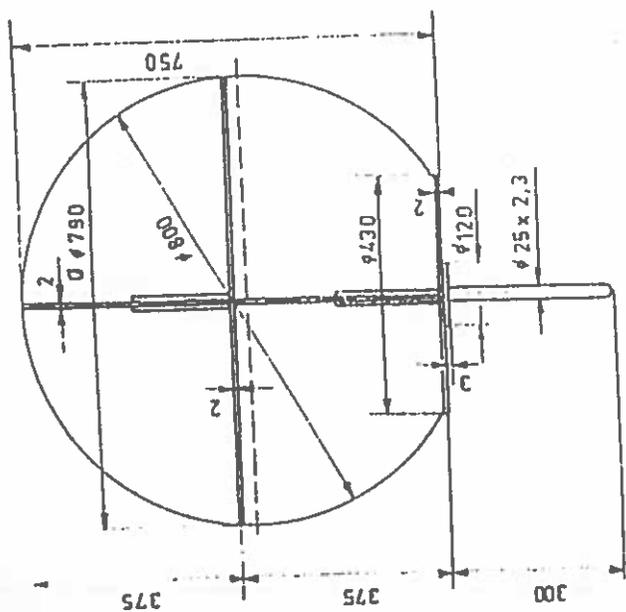
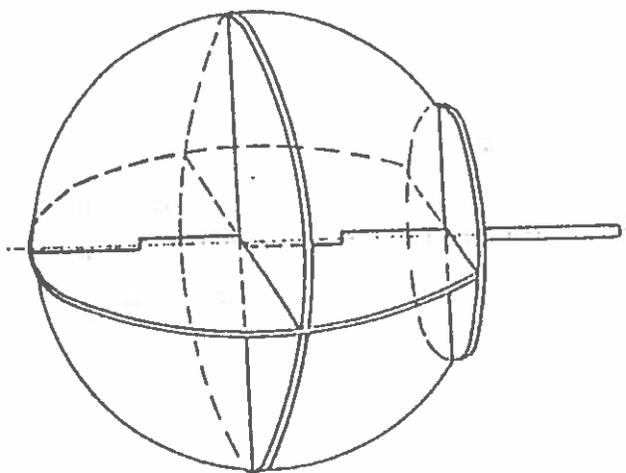


Réflecteur cylindrique balisant le côté droit du chenal (point 1.4.2.1).



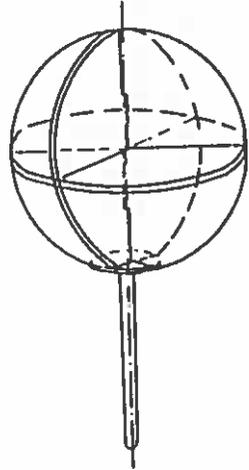
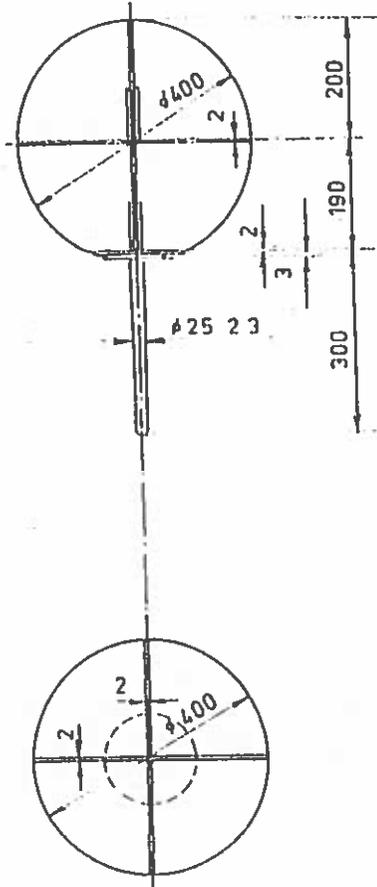
Réflecteur conique
balisant le côté gauche
du chenal (point 1.4.2.2).





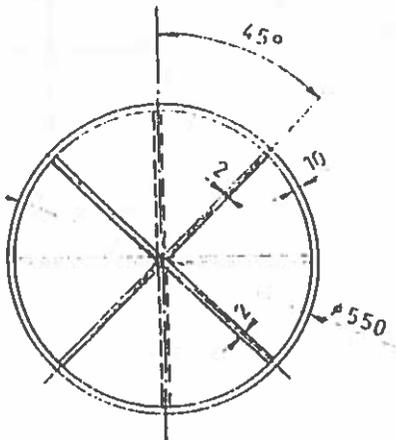
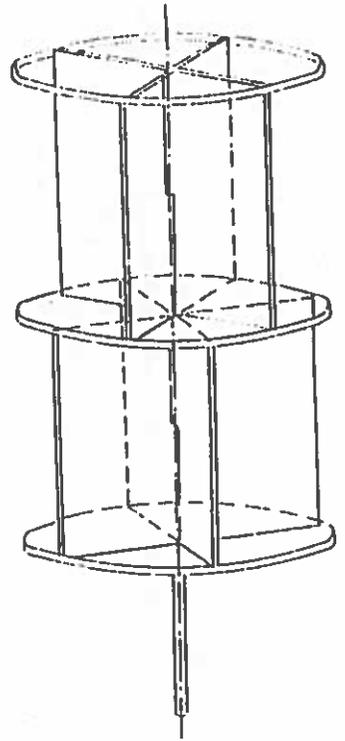
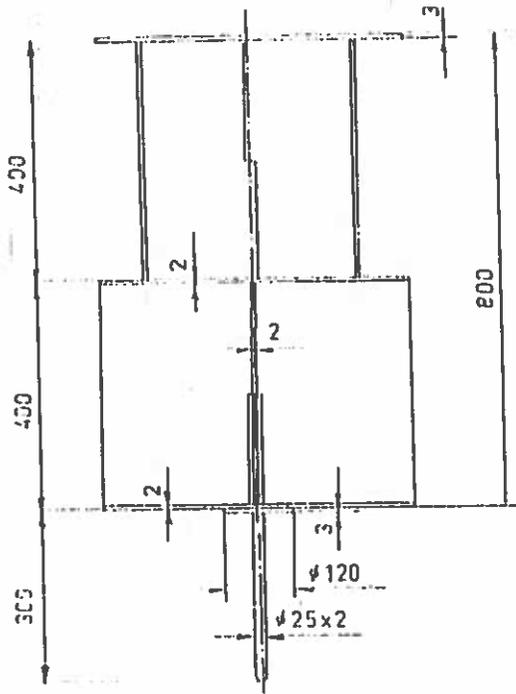
Réflecteur sphérique
 signalant la jonction et
 la bifurcation du chenal,
 ainsi que les obstacles
 situés dans le chenal.
 (signal principal -
 point i.4.2.3).

CROQUIS 4



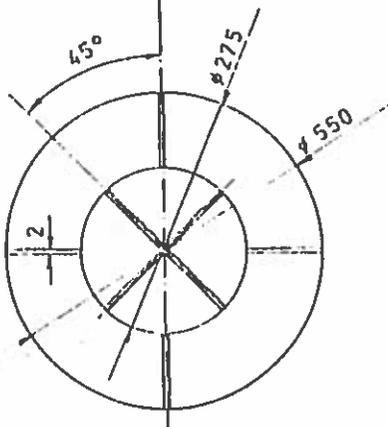
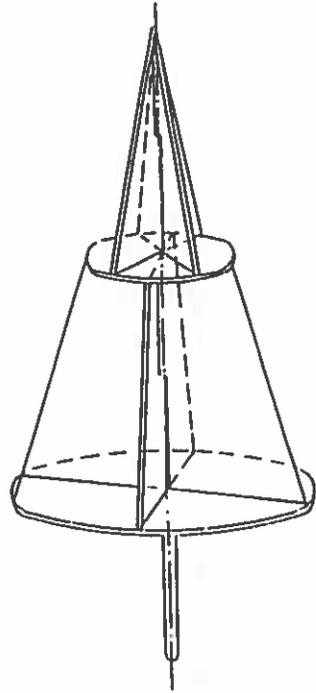
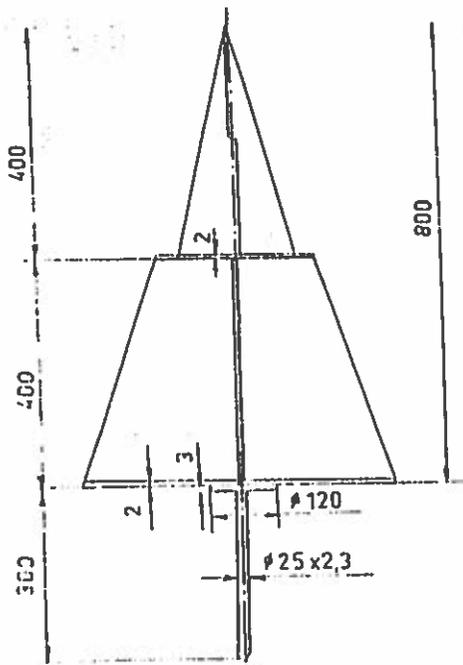
Réflecteur sphérique signalant la jonction et la bifurcation du chenal, ainsi que les obstacles situés dans le chenal (signal auxiliaire - point (1.4.2.3)).

CROQUIS 5



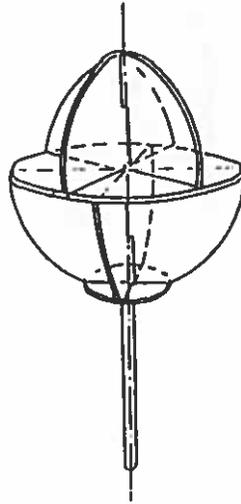
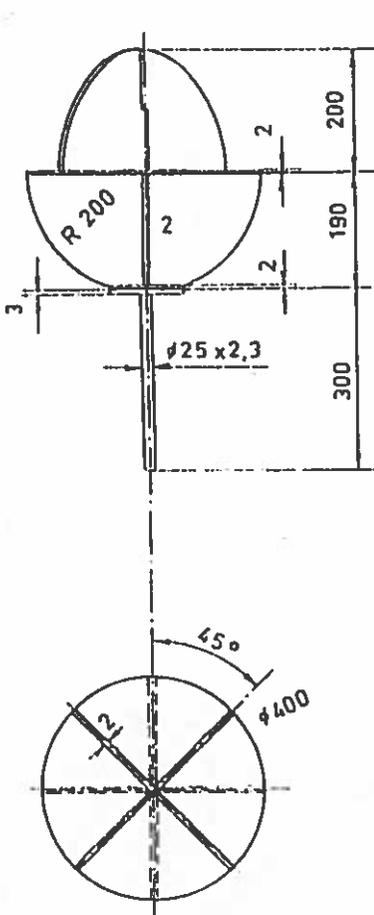
Réflecteur cylindrique à diffusion circulaire continue (point 1.4.2.4).

CROQUIS 6

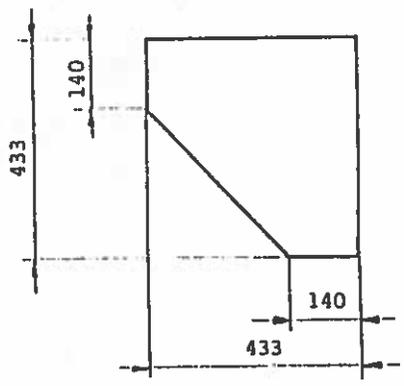
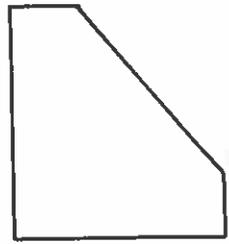
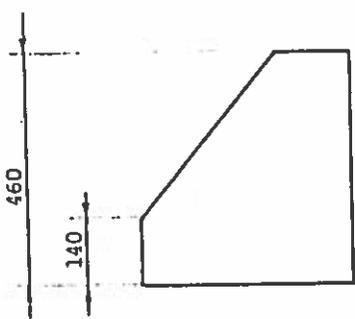
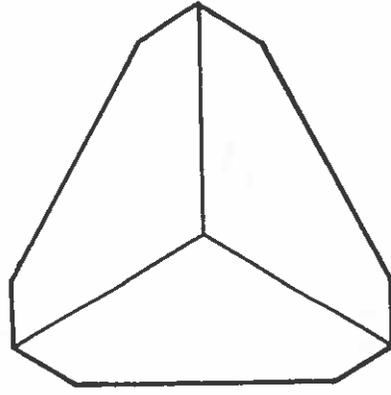


Réflecteur conique à diffusion
circulaire continue
(point 1.4.2.4).

CROQUIS 7



Réflecteur sphérique à diffusion
circulaire continue
(point 1.4.2.4).



Réfecteur angulaire balisant les passes navigables de pont (point 2.4.2).

TABLE DES MATIERES

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX TYPES OPTIMA DE REFLECTEURS-RADAR ET AU MODE D'INSTALLATION DES REFLECTEURS SUR LES SIGNAUX DE BALISAGE DU DANUBE

	Page
1. UNIFICATION DES REFLECTEURS-RADAR UTILISABLES SUR LES SIGNAUX DE BALISAGE DU DANUBE	5
1.1 Nécessité de l'utilisation et de l'unification des signaux radar	5
1.2 Principes selon lesquels doivent être conçus les signaux radar	5
1.2.1 Correspondance à l'image visuelle en ce qui concerne les dimensions et la forme	5
1.2.2 Garantie de la capacité de réflexion maximum dans les limites d'angle exigées dans la navigation danubienne	6
1.2.3 Distance de détection exigée	7
1.2.4 Exigences en ce qui concerne la structure des réflecteurs	7
1.3 Exigences en ce qui concerne la capacité de réflexion	8
1.4 Types de réflecteurs-radar recommandés.....	9
1.4.1 Principes généraux	9
1.4.2 Description des différents types de réflecteur	10
1.4.2.1 Réflecteur cylindrique ou rectangulaire balisant le côté droit du chenal (Croquis 1)...	10

1.4.2.2	Réflecteur conique ou pyramidal balisant le côté gauche du chenal (Croquis 2)	11
1.4.2.3	Réflecteur sphérique signalant la jonction et la bifurcation du chenal ainsi que les obstacles situés dans le chenal (Croquis 3 et 4).....	11
1.4.2.4	Réflecteur à diffusion circulaire continue (Croquis 5, 6 et 7)	11
1.4.3	Application de matières réfléchissantes sur les réflecteurs	12
1.4.4	Recommandations relatives à la technologie de la fabrication	12
2.	METHODES APPLICABLES POUR LE BALISAGE DU CHENAL A L'AIDE DE REFLECTEURS-RADAR	13
2.1	Généralités	13
2.2	Mode de signalisation des côtés du chenal...	14
2.3	Signaux côtiers	15
2.4	Signalisation des passes navigables des ponts	17
2.4.1	Signalisation des passes navigables à l'aide de réflecteurs-radar	17
2.4.2	Signalisation des passes navigables à l'aide de réflecteurs angulaires installés sur l'armature du pont (Croquis 8)	18
2.5	Densité du réseau des signaux	19
2.6	Protection des réflecteurs-radar contre le déplacement	20
3.	MESURES POUR EVITER LES ECHOS INDESIREES PRODUITS PAR DES LIGNES AERIENNES ET DES PONTS..	20
3.1	Ponts	21
3.2	Lignes aériennes	21

Croquis 1	- Réflecteur cylindrique balisant le côté droit du chenal	23
Croquis 2	- Réflecteur conique balisant le côté gauche du chenal	25
Croquis 3	- Réflecteur sphérique signalisant la jonction et la bifurcation du chenal, ainsi que des obstacles situés dans le chenal (signal principal).....	27
Croquis 4	- Réflecteur sphérique signalant la jonction et la bifurcation du chenal, ainsi que des obstacles situés dans le chenal (signal auxiliaire).....	29
Croquis 5	- Réflecteur cylindrique à diffusion circulaire continue	31
Croquis 6	- Réflecteur conique à diffusion circulaire continue	33
Croquis 7	- Réflecteur sphérique à diffusion circulaire continue	35
Croquis 8	- Réflecteur angulaire balisant les passes navigables de pont	37