

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
: LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 484 013**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 12402**

(54) Ouvrage flexible cintré, et notamment buse métallique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). E 21 D 11/15; E 02 D 29/10; E 21 D 10/04; F 16 S 1/10  
// F 16 L 9/06.

(22) Date de dépôt..... 4 juin 1980.

(32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 11-12-1981.

(71) Déposant : Société dite : DAVUM, résidant en France.

(72) Invention de : Lucien Louis Baudé.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,  
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne les ouvrages flexibles cintrés, tels que les buses métalliques, destinés à être recouverts par un remblai afin de constituer des passages sous la surface du sol.

5 Ces ouvrages étant soumis au cours de leur utilisation à des efforts transversaux dus au poids du remblai et aux surcharges mobiles doivent avoir une flexibilité suffisante pour supporter sans inconvénient des déformations transversales, jusqu'à un état d'équilibre. Toute-  
10 fois ces ouvrages doivent également présenter une raideur suffisante pour résister aux manipulations et aux efforts latéraux qui apparaissent, par exemple, lors du remblayage. Pour répondre à ces exigences on réalise généralement les buses, ou autres ouvrages flexibles, par un assemblage de  
15 tôles ondulées de dimensions normalisées, cintrées perpendiculairement aux ondulations. Ces plaques étant interchangeables, leur position dans la paroi n'est pas prévisible. La profondeur des ondulations et l'épaisseur de la tôle varient suivant l'ouvrage à réaliser, mais la tôle a  
20 bien entendu une épaisseur constante sur toute la périphérie de l'ouvrage, ce qui oblige à choisir cette épaisseur en fonction des efforts maximaux que doit subir l'ouvrage. Or il est bien connu que les pressions extérieures sur les ouvrages flexibles ne sont pas uniformément ré-  
25 parties et que certaines zones de leurs sections sont soumises à des moments de flexion importants, tandis que le reste de la périphérie de ces mêmes sections n'est soumis qu'à des moments nettement moindres. Des contraintes localisées, qui peuvent quelquefois être très élevées, obli-  
30 gent ainsi à donner à l'ensemble de l'ouvrage une épaisseur très forte par rapport à ce qui est nécessaire ailleurs.

Il en résulte une mauvaise utilisation du métal qui entraîne une augmentation correspondante du prix de re-

vient de l'ensemble, mais il en résulte également une impossibilité de réaliser des ouvrages flexibles de très grande dimension. En effet, l'épaisseur des tôles ondulées ne peut pas être accrue au-delà d'une certaine limite  
5 de l'ordre de 8 à 10 mm, de sorte que la réalisation d'ouvrages flexibles dépassant un diamètre de l'ordre de 8 à 10 mètres, ou susceptibles d'être soumis à des efforts extrêmement importants, ne serait possible qu'en augmentant les dimensions des ondes, ce qui présente des inconvé-  
10 nients.

Il a bien été proposé de munir les ouvrages flexibles de raidisseurs à leurs extrémités, ou même de monter des éléments de renforcement sur certaines parties de la section du conduit, éventuellement en remplissant les ca-  
15 vités ainsi délimitées avec un matériau stabilisateur, mais ces systèmes ne donnent pas des résultats satisfaisants. Par exemple, les éléments de renforcement qui ferment chacun une ondulation et sont fixés sur celle-ci par des petits rebords plats ou repliés n'ont qu'une action  
20 relativement locale ce qui oblige à les multiplier sur la surface de l'ouvrage et réduit d'autant la dimension utile du tunnel.

La présente invention a pour but de réaliser une buse qui présente une plus grande raideur dans les zones  
25 qui risquent d'être soumises à des moments de flexion élevés, en n'utilisant qu'un nombre faible de raidisseurs qui agissent chacun sur une surface relativement étendue et ne réduisent pas inutilement la dimension utile interne de l'ouvrage.

30 Cette invention a en effet pour objet un ouvrage flexible, cintré, en tôle ondulée dont les ondulations sont perpendiculaires aux génératrices, qui comporte au moins une rangée de raidisseurs espacés les uns des autres dans le sens longitudinal et s'étendant sur une por-

tion du périmètre de la section transversale de l'ouvrage, qui sont formés chacun par une tôle repliée en V et cintrée, comportant de part et d'autre d'une crête en saillie par rapport à la surface de l'ouvrage, mais coaxiale à  
5 cette dernière, deux flancs, dans l'ensemble coniques et en contact étroit avec deux ondulations différentes de la tôle principale, qui comportent à intervalles réguliers des bossages en portion de cône, en saillie vers l'extérieur, et s'évasant en direction du bord du flanc éloigné de la  
10 crête, des organes de fixation traversant ces flancs et ceux de la tôle principale entre ces saillies.

Le raidisseur est ainsi à la fois en contact très étroit avec au moins deux ondulations de l'ouvrage, sur une partie au moins de leur profil, et en saillie par rap-  
15 port à ces ondulations, de sorte qu'il forme avec ces dernières une structure en caisson présentant une grande rigidité et réagissant à la flexion comme une poutre composée, susceptible de résister à des moments de flexion importants.

20 Toutes les ondulations de la buse, ou autre ouvrage flexible, étant solidaires les unes des autres, il n'est pas indispensable que les raidisseurs soient placés côte à côte sur toute la longueur; un espacement peut être prévu entre les raidisseurs d'une même rangée, chaque rai-  
25 disseur ayant pour effet de diminuer la contrainte de flexion non seulement dans les zones directement coiffées, mais également de part et d'autre de ces zones grâce au report des sollicitations d'une onde à l'autre.

30 Grâce à cette disposition, un ouvrage flexible réalisé à l'aide d'une tôle ondulée de faible épaisseur peut présenter dans les zones soumises à des moments de flexion importants une raideur suffisante. Par suite, des ouvrages flexibles de très grande dimension peuvent être réa-

lisés à l'aide des tôles ondulées d'épaisseur classique, tandis que les ouvrages de dimension habituelle peuvent être formés au moyen de tôles ondulées nettement moins épaisses, c'est-à-dire à un prix de revient réduit.

5 La description ci-dessous d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif fera d'ailleurs ressortir les avantages et caractéristiques de l'invention. Sur les dessins annexés :

- la fig. 1 est une vue partielle en perspective  
10 d'une buse métallique munie d'un raidisseur suivant l'invention;
- la fig. 2 est une vue partielle en coupe transversale de la buse et du raidisseur;
- la fig. 3 est une vue de côté d'un raidisseur prêt  
15 à être monté;
- la fig. 4 est un schéma d'un ouvrage flexible en place, montrant le diagramme polaire des moments de flexion qui s'exercent sur cet ouvrage au cours du remblayage;
- la fig. 5 est un schéma analogue à la figure 4,  
20 montrant la position des raidisseurs en fonction des moments qui s'exercent en service;
- la fig. 6 est une vue schématique en élévation latérale, montrant la position des raidisseurs sur la longueur de la buse.

25 L'invention concerne un ouvrage flexible, cintré, qui peut avoir une forme cylindrique à section circulaire, elliptique ou autre, ou même la forme d'une arche ou portion de cylindre. Cet ouvrage est formé par un assemblage de tôles ondulées et cintrées, de sorte qu'il présente des  
30 ondulations circonférentielles et comporte, le long de ses génératrices, une succession de crêtes 2, 4, 6 et de creux 3, 5, 7, réunis entre eux par des flancs 8, 9.

L'ouvrage flexible 1 comporte en outre, selon l'invention, au moins une rangée de raidisseurs 10 espacés

les uns des autres sur la longueur de la buse (fig. 6).  
Chaque raidisseur 10 est constitué, comme le montrent les figures 1 et 2, par une tôle d'épaisseur analogue à celle de la tôle principale de la buse 1, qui est repliée en V et coiffe au moins deux crêtes 2 et 4 de cette tôle principale en formant une saillie par rapport à la surface de la buse 1.

Cette tôle 10 est en outre cintrée de la même manière que la tôle ondulée principale 1, de façon à être co-  
10 axiale à cette plaque.

Selon un mode de réalisation préféré, chaque raidisseur 10 comporte deux flancs 12 et 14 réunis par une crête 15. Les flancs 12, 14 sont parallèles aux flancs opposés 8 et 9 de deux ondulations successives de la tôle principale  
15 de la buse 1, mais sont nettement plus larges que ces flancs 8 et 9.

En outre le bord libre 13, 17 de chacun des flancs 12, 14 forme à intervalles réguliers une courbe 16 dont la convexité est à l'extérieur du raidisseur et qui se  
20 prolonge dans le flanc lui-même en un bossage en portion de cône 18 d'axe perpendiculaire à la crête 15. Le bossage 18 se rétrécit en direction de la crête 15 mais a, de préférence, son sommet 19 au voisinage des crêtes 2, 4 de l'ondulation de la tôle principale.

25 Les bossages 18 sont formés de préférence par emboutissage l.o c a l de la tôle repliée en V dans une matrice de section en V. Cette matrice comporte, dans chacune de ses parois latérales inclinées, une encoche latérale qui s'élargit et s'approfondit en direction de l'ex-  
30 térieur. La déformation de la tôle qui épouse le contour des encoches de la matrice provoque le cintrage simultané du raidisseur dont le diamètre peut ainsi être adapté à celui de la tôle principale. Des organes de fixation, tels que des systèmes boulon 20 et écrou 21, traversant

le flanc 12, 14, entre les bossages 18 et le flanc 9 ou 8 correspondant, rendent le raidisseur 10 solidaire de la plaque principale 1.

Le raidisseur 10 peut, bien entendu, s'étendre sur toute la périphérie de la buse, mais de préférence il est limité à une longueur correspondant à la zone dans laquelle les moments de flexion sont importants. Dans la plupart des ouvrages flexibles, cette zone correspond à deux portions latérales opposées et à la partie supérieure de la buse. En effet, ainsi que le montre la figure 4, lors de l'installation d'un ouvrage flexible, cintré, 1, cet ouvrage est soumis lors du remblayage à des efforts de poussée latérale, illustrés sur la figure 4 par les flèches horizontales  $f_1$  et  $f_2$ , qui tendent à écraser latéralement la paroi en direction de l'intérieur et, par suite, à repousser cette paroi vers le bas et surtout vers le haut, comme l'indique le tracé en tirets de la figure 4. Il apparaît clairement sur cette figure que les moments de flexion sont très importants à mi-distance entre les points A et D et B et C, tandis qu'ils sont nuls aux points A, B, C et D de la buse 1. En conséquence les raidisseurs 10A et 10B (fig. 5), placés latéralement en deux points opposés correspondant aux zones où les moments de flexion sont maximaux, permettent de donner à la buse une résistance suffisante en ces points.

De la même manière, la partie supérieure de la buse est celle qui supporte principalement les surcharges de service, telles que celles transmises à la voûte par le passage des véhicules sur la chaussée surmontant l'ouvrage flexible, notamment dans le cas où la hauteur de couverture au-dessus de cette voûte est faible. Pour remédier à cela, un ouvrage flexible selon l'invention comporte une rangée de raidisseurs 10C correspondant à cette partie supérieure de la buse.

La longueur périphérique du raidisseur 10A, 10B, 10C ou autre, est fonction de l'importance de la zone sur laquelle s'exercent les moments de flexion les plus élevés.

5        Selon une variante de réalisation, l'ondulation centrale ou saillie 15 du raidisseur peut coiffer plus de deux ondulations, trois par exemple ou même davantage. Bien entendu les ondulations des raidisseurs 10, comme celles de la plaque ondulée principale 1, peuvent avoir  
10 des crêtes arrondies comme représenté sur les figures 1 et 2, ou avoir toute autre forme; par exemple ces crêtes peuvent être aplaties.

      Quel que soit le mode de réalisation des raidisseurs, ceux-ci sont disposés suivant au moins une rangée  
15 sur la longueur de l'ouvrage flexible. On constate en effet que la présence de raidisseurs espacés permet non seulement de diminuer les contraintes de flexion dans les zones directement coiffées par les raidisseurs, mais aussi dans un certain nombre d'ondulations adjacentes grâce au  
20 report des sollicitations d'une onde à l'autre, dû à la continuité longitudinale de la paroi. Des raidisseurs 10 sont donc espacés sur la longueur de la buse et séparés par des intervalles qui peuvent varier en fonction de l'importance des moments de flexion sur cette buse (fig.6).

25        Etant donné la longueur périphérique de ces raidisseurs, ceux-ci peuvent être portés par une seule plaque ondulée ou recouvrir plusieurs plaques, c'est-à-dire passer au-dessus de la jonction entre deux plaques successives de la périphérie de l'ouvrage flexible. Dans  
30 tous les cas chaque raidisseur est assemblé étroitement à la plaque principale de l'ouvrage flexible et forme avec elle une poutre composite en caisson. Une telle poutre oppose aux moments de flexion une résistance nettement supérieure à la somme des résistances de la plaque ondulée



principale et de la plaque ondulée du raidisseur. On a ainsi constaté qu'avec un raidisseur dont la profondeur est le double de celle des ondulations de la tôle principale, on multiplie par quatre le module d'inertie de la buse en ce point. La profondeur d'ondulation du raidisseur peut toutefois être légèrement inférieure à cela; elle peut par exemple être de 1 fois  $1/2$  la profondeur d'ondulation de la tôle principale. En outre le raidisseur peut former une saillie importante par rapport à la surface de la buse, la profondeur d'ondulation du raidisseur pouvant atteindre par exemple cinq ou six fois la profondeur d'ondulation de la tôle principale. On a ainsi constaté qu'il était possible, grâce à la présence de raidisseurs tels que ceux qui viennent d'être décrits, de réduire considérablement l'épaisseur de la tôle principale 1; par exemple en utilisant des raidisseurs ayant une profondeur d'ondulation double de celle des ondulations de la tôle principale il a été possible de réduire de moitié l'épaisseur de cette tôle principale.

Il est donc possible de réaliser, avec une tôle ayant une épaisseur de 3 mm  $1/2$ , un ouvrage flexible ayant un diamètre de l'ordre de 8 mètres, c'est-à-dire un ouvrage flexible qui, habituellement, nécessite une tôle d'une épaisseur de 7 mm, ce qui présente une économie importante de matière. Il est également possible de réaliser des ouvrages flexibles d'une ouverture supérieure à 10 mètres avec des tôles ayant une épaisseur inférieure à 7 mm, ce qui facilite considérablement la réalisation des ouvrages flexibles de grande dimension.

La réalisation du raidisseur lui-même est extrêmement simple et son assemblage s'effectue sans difficulté. Ce raidisseur présente par ailleurs une flexibilité qui lui permet d'épouser totalement le profil de la tôle principale et ainsi de faire corps avec elle.

Un tel raidisseur peut facilement s'adapter à tous types d'ouvrage. Il facilite la mise en place de la buse en lui donnant une résistance efficace aux poussées dues à l'opération de remblayage. En outre il participe à la

5 force portante générale de l'ouvrage en service.

- REVENDEICATIONS -

1 - Ouvrage flexible et cintré, en tôle ondulée dont les ondulations sont perpendiculaires aux génératrices, comportant au moins une rangée de raidisseurs espacés les uns des autres dans le sens longitudinal de l'ouvrage et  
5 s'étendant sur une portion du périmètre de la section transversale de cet ouvrage, caractérisé en ce que chaque raidisseur est constitué par une tôle repliée en V et cintrée, comportant de part et d'autre d'une crête (15), en saillie par rapport à la surface de l'ouvrage (1) mais  
10 coaxiale à cette dernière, deux flancs (12, 14), dans l'ensemble coniques et en contact étroit avec deux ondulations différentes de la tôle principale, qui comportent à intervalles réguliers des bossages en portion de cône (18) en saillie vers l'extérieur et s'évasant en direction du  
15 bord du flanc éloigné de la crête, des organes de fixation (20, 21) traversant ces flancs et ceux de la tôle principale entre ces saillies.

2 - Ouvrage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les parties (12, 14) du raidisseur (10) en contact avec une ondulation de la tôle principale sont cintrées au même rayon et sont distantes l'une de l'autre d'une longueur correspondant exactement à au moins une longueur d'onde de cette ondulation de la tôle principale.

3 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les raidisseurs (10) ont une profondeur comprise entre 1,5 et 6 fois la profondeur d'onde de l'ondulation de la tôle principale.

4 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la tôle du raidisseur a sensiblement la même épaisseur que la tôle principale de l'ouvrage (1).

5 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les raidisseurs (10) sont fixés sur la surface convexe de l'ouvrage.

6 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte une rangée de raidisseurs (10) dans chaque zone soumise à des moments de flexion importants.

- 5        7 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte trois rangées de raidisseurs : une rangée (10C) à sa partie supérieure et deux rangées latérales (10A et 10B) dans deux zones diamétralement opposées.

- 10       8 - Ouvrage flexible cintré suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les bossages sont formés par une déformation locale de la tôle qui provoque un cintrage simultané.

2484013

1/2

FIG. 1

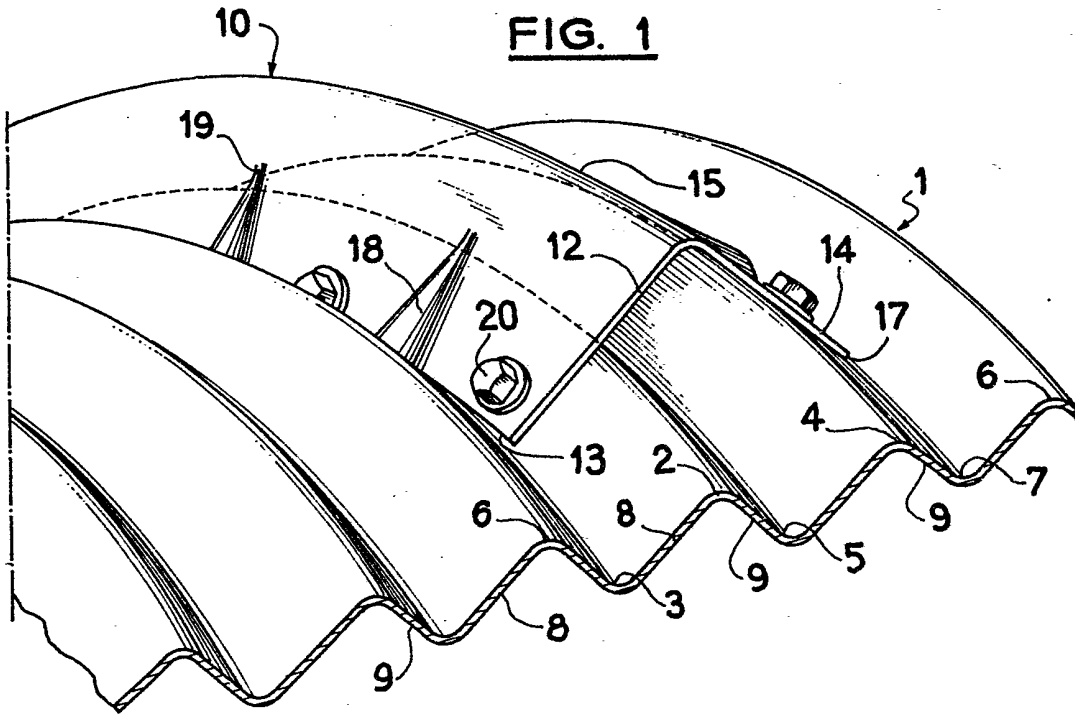
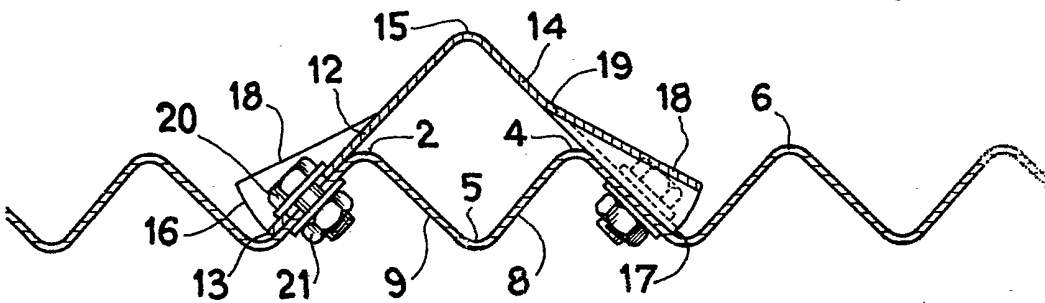


FIG. 2



2484013

2/2

FIG. 3

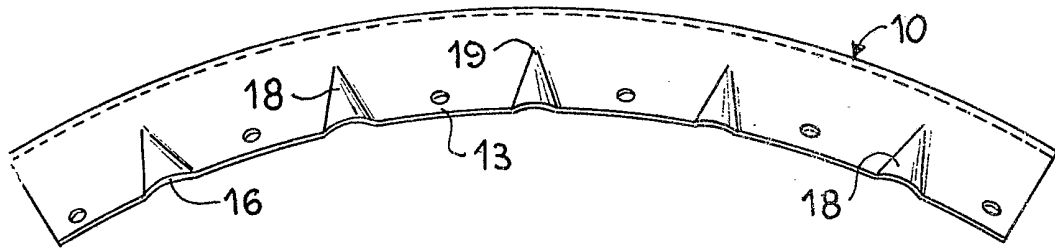


FIG. 4

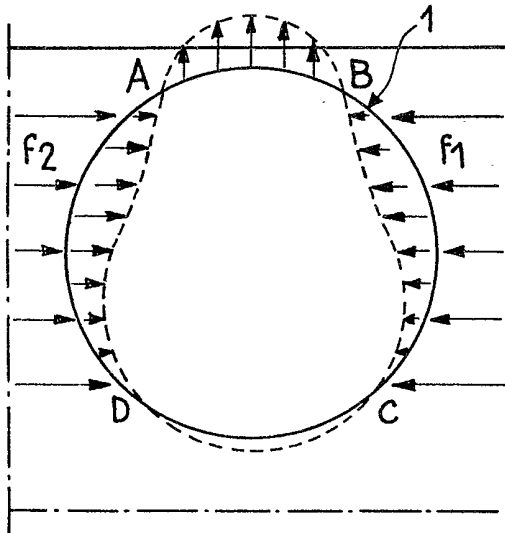


FIG. 5

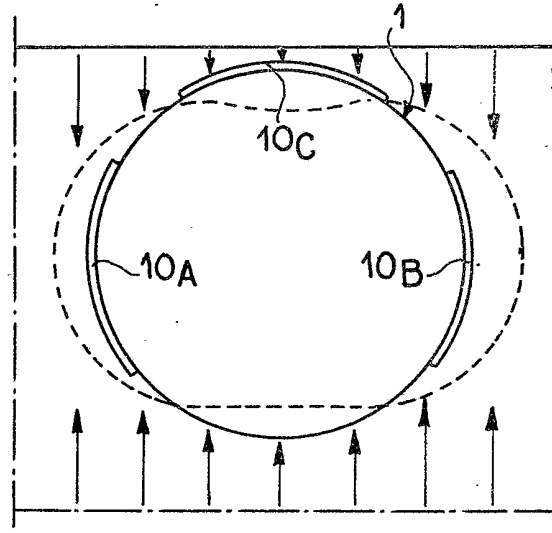


FIG. 6

