

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 84400990.2

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **E 21 D 11/15**  
**E 21 D 11/08**

⑱ Date de dépôt: 15.05.84

⑳ Priorité: 27.05.83 FR 8308860

⑦① Demandeur: **PONT-A-MOUSSON S.A.**  
**91, Avenue de la Libération**  
**F-54017 Nancy(FR)**

④③ Date de publication de la demande:  
05.12.84 Bulletin 84/49

⑦② Inventeur: **Hauer, Jean-Claude**  
**9 Rue de Bretagne**  
**F-54420 Saulxures les Nancy(FR)**

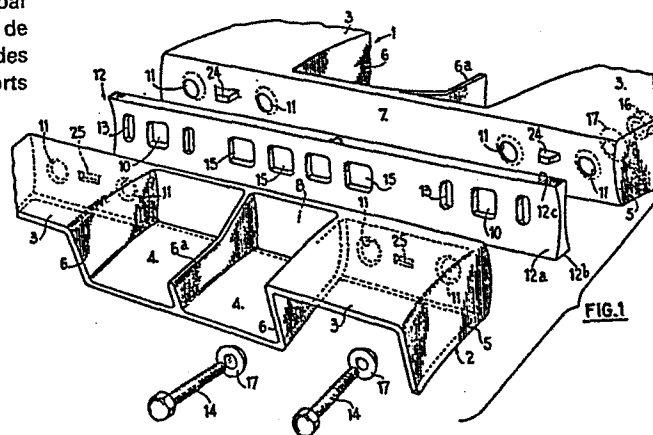
⑧④ Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE GB IT LI NL

⑦② Inventeur: **Oger, Jacques**  
**501 Avenue de Champagne**  
**F-54700 Pont-a-Mousson(FR)**

⑦④ Mandataire: **Bressand, Georges et al,**  
**c/o CABINET LAVOIX 2 Place d'Estienne d'Orves**  
**F-75441 Paris Cedex 09(FR)**

⑤④ **Dispositif d'assemblage de voussoirs adjacents d'un revêtement de tunnel.**

⑤⑦ Dispositif d'assemblage de deux voussoirs (1, 2) adjacents d'un revêtement de tunnel notamment ferroviaire, comprenant une cale (12) s'étendant sur toute la longueur des flancs (7, 8) des voussoirs (1, 2) et sur toute leur largeur, présentant des faces concaves (12a) dont le rayon de courbure est égal à celui des flancs convexes (7, 8), la fixation des voussoirs (1, 2) et de la cale (12) entre eux étant assurée par des systèmes boulons (14)-écrous (16). L'angle entre les voussoirs (1, 2) est déterminé par la position de la cale (12) par rapport aux flancs (7, 8). La cale d'assemblage (12) permet de régler facilement l'angle entre les surfaces d'extrados des voussoirs (1, 2) au droit de leur interface, et répartit les efforts subis sur toute la surface de la cale.



Dispositif d'assemblage de voussoirs adjacents  
d'un revêtement de tunnel.-

---

0127518

La présente invention a pour objet un dispositif d'assemblage de deux voussoirs adjacents d'un revêtement de tunnel, en particulier d'un tunnel ferroviaire.

Le brevet français 79 00 884 décrit un dispositif pour l'assemblage des voussoirs d'un revêtement de tunnel, constitués par des segments de cylindre dont les flancs en regard présentent une certaine courbure. Ce dispositif est constitué de deux paires de coins disposées chacune à une extrémité des voussoirs, placées dans des logements correspondants de ceux-ci reliés radialement par des boulons qui rapprochent chaque coin l'un de l'autre tout en les serrant au contact des flancs adjacents du voussoir.

Ces coins ou clavettes donnent toute satisfaction mais il est parfois difficile d'obtenir l'angle exact voulu entre les voussoirs, c'est-à-dire l'angle entre des plans tangents aux surfaces d'extrados des voussoirs, au droit de leur interface. En effet, pour ce faire, il faut positionner les deux coins séparément et simultanément dans la direction radiale à l'emplacement voulu, compte tenu de l'angle recherché entre les voussoirs. De plus, les efforts supportés par les voussoirs sont localisés sur les coins, ce qui peut entraîner une certaine plastification de ceux-ci par écrasement du métal.

On connaît également par le brevet français 73 29 114 un système d'assemblage de voussoirs constitué par une série de cales prismatiques choisies dans une gamme d'angles dièdres appropriés à l'angle suivant lequel les voussoirs doivent être assemblés, ces cales étant superposées entre les voussoirs et l'ensemble étant bloqué par des boulons et des écrous.

Ce dispositif d'assemblage nécessite de disposer de toute une gamme de cales.

L'invention a pour but de proposer un dispositif d'assemblage de voussoirs ne présentant pas ces inconvénients.

Suivant l'invention, le dispositif d'assemblage des voussoirs comprend une cale s'étendant sensiblement sur toute la longueur des flancs en regard des voussoirs, et dont les faces opposées présentent des courbures  
10 conjuguées avec la courbure des flancs correspondants des voussoirs, ainsi que des moyens de fixation des voussoirs ensemble et à la cale interposée entre leurs flancs.

Le fait de mettre en oeuvre une cale unique au  
15 lieu de plusieurs coins d'entretoisement ou de plusieurs cales prismatiques superposées facilite considérablement le réglage de l'angle entre les voussoirs. En effet, il suffit de déplacer légèrement la cale pour obtenir l'angle exact voulu, opération qui ne présente pas de  
20 difficulté.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, dans lequel les voussoirs ont des flancs qui présentent une convexité déterminée, les faces de la cale ont des concavités dont les rayons de courbure sont égaux aux  
25 rayons de courbure des flancs associés des voussoirs, et la largeur de la cale est pratiquement égale à celle des flancs.

On peut donc faire varier l'angle entre les surfaces d'extrados des voussoirs au droit de leur interface,  
30 par déplacement radial de la cale entre les flancs des voussoirs et blocage de ceux-ci ainsi que de la cale dans la position angulaire choisie par des organes appropriés.

D'autre part, le fait d'utiliser une cale unique

répartit les efforts sur toute la longueur de la cale et des voussoirs, de sorte que l'on n'observe plus de plastification notable dans la zone de charge.

5 D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés qui en illustrent à titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation.

10 La Figure 1 est une vue en perspective éclatée avec arrachements, de deux voussoirs adjacents et d'un mode de réalisation du dispositif d'assemblage de ces voussoirs.

15 La Figure 2 est une vue en élévation longitudinale de la cale des dispositifs d'assemblage visibles à la Figure 1.

La Figure 3 est une vue en élévation en coupe suivant III-III de la cale de la Figure 2.

20 La Figure 4 est une vue en coupe transversale partielle des deux voussoirs et de leur dispositif d'assemblage, la cale étant positionnée de manière que l'angle entre les plans tangents aux surfaces d'extrados respectives des voussoirs au droit de leur interface, soit égal à  $180^\circ$ .

25 La Figure 5 est une vue en coupe analogue à la Figure 4, dans laquelle la cale est positionnée radialement de manière que l'angle précité entre les plans tangents aux surfaces d'extrados des voussoirs soit sensiblement supérieur à  $180^\circ$ .

30 La Figure 6 est une vue en coupe analogue aux Figures 4 et 5 dans laquelle la cale est positionnée radialement de manière que l'angle précité entre les plans tangents aux surfaces d'extrados des voussoirs soit sensiblement inférieur à  $180^\circ$ .

On a représenté à la Figure 1 deux voussoirs adjacents 1, 2, destinés à la constitution d'un revêtement de tunnel notamment ferroviaire, ainsi qu'un dispositif d'assemblage de ces voussoirs conforme à l'invention.

Les voussoirs 1, 2 sont constitués par des segments de cylindre en fonte ou en un autre matériau convenable, comportant chacun des voiles d'extrémité 3 appartenant à l'extrados du revêtement, un voile intermédiaire 4 appartenant à l'intrados du revêtement, ainsi que deux parois d'extrémité 5 et des nervures radiales 6, 6a. Les nervures 6 raccordent les voiles 3 aux voiles 4, la nervure 6a faisant saillie radialement entre les deux voiles 4 d'intrados.

Chaque voussoir 1, 2 présente un flanc 7, 8 présentant une convexité de rayon de courbure approprié, ces convexités étant dirigées l'une vers l'autre.

Les flancs 7,8 sont chacun percés, au voisinage de leurs extrémités, de deux paires de trous 11 adaptés pour recevoir des boulons 14 associés à des écrous de fixation 16, chaque boulon 14 traversant des trous 11 en vis - à - vis appartenant chacun à un voussoir 1,2.

Conformément à l'invention, les voussoirs 1,2 peuvent être assemblés au moyen d'un dispositif qui comprend une cale 12 qui s'étend sur pratiquement toute la longueur des flancs 7, 8 et sur toute leur largeur. Les faces opposées 12a de la cale 12 présentent des courbures conjuguées avec la courbure des flancs correspondants 7, 8, et ont donc des concavités s'étendant d'une extrémité à l'autre de la cale. Les rayons de courbure de ces flancs concaves 12a sont égaux aux rayons de courbure des flancs convexes 7, 8.

A chacune de ses extrémités, en regard des trous 11 des voussoirs 7, 8, la cale 12 est percée d'une paire de lumières oblongues 13, aptes à permettre l'introduction des boulons 14 qui traversent donc chacun deux trous 11 situés en regard et la lumière oblongue correspondante 13. Les écrous 16, vissés sur les tiges filetées des boulons 14, permettent de bloquer ensemble les voussoirs 1, 2 et la cale 12. Des ouvertures 10 sont ménagées au voisinage des extrémités de la cale 12 entre les lumières 13, ainsi que des ouvertures 15 dans la région centrale de la cale 12, pour alléger cette dernière.

Le montage du dispositif d'assemblage des voussoirs 1, 2 constitué par la cale 12 et les systèmes 15 boulons 14 - écrous 16 s'opère de la manière suivante.

Les voussoirs 1, 2 sont d'abord maintenus avec leurs flancs 7 et 8 tournés l'un vers l'autre de façon que des têtes 24 du voussoir 1 soient en regard de logements correspondants 25 du voussoir 2, mais en restant séparés 20 par un intervalle suffisant. On introduit entre ceux-ci la cale 12, dont les ouvertures 10 sont traversées par les têtes 24, puis on monte les boulons 14 à travers les trous 11 et les lumières 13, et on visse les écrous correspondants 16 sans serrer à fond. L'angle  $\alpha$  25 entre les plans tangents aux voiles 3 d'extrados respectifs des voussoirs 1 et 2, au droit de leur interface matérialisée par les flancs 7, 8, dépend de la position radiale de la cale 12 entre les voussoirs.

30 La Figure 4 illustre un premier exemple de positionnement angulaire des voussoirs 1 et 2 relativement l'un à l'autre, dans lequel l'angle  $\alpha$  est égal à  $180^\circ$ , les plans tangents aux voiles 3 étant ainsi confondus. Pour amener les voussoirs 1, 2 dans cette 35 position, on repousse la cale 12 vers l'extrados du revêtement, en frappant légèrement sur le bord inférieur 12b de cette cale, jusqu'à ce que ce bord 12b ainsi que

le bord opposé 12c soient pratiquement situés dans les plans tangents respectivement aux voiles d'intrados 4 et aux voiles d'extrados 3 (Figure 4). L'allongement des lumières 13 dans la direction radiale des segments de cylindre constituant les voussoirs 1, 2 autorise le coulisement radial de la cale 12 par rapport aux tiges des boulons 14 dans ces lumières 13. On serre ensuite à fond les écrous 16 sur les boulons 14, dont les têtes hexagonales viennent s'appuyer sur des rondelles 17 engagées dans les trous 11, de même que les écrous 16 prennent appui sur des rondelles 17 analogues engagées dans les trous 11 correspondants.

On peut faire varier légèrement l'angle  $\alpha$  1 de part et d'autre de la valeur de  $180^\circ$ , comme illustré aux Figures 5 et 6.

A la Figure 5, cet angle devenu  $\alpha$  2 est égal à  $184^\circ$ , et a été obtenu en déplaçant la cale 12 vers l'intrados du revêtement de la valeur voulue pour que les plans tangents aux voiles 3 d'extrados fassent entre eux cet angle de  $184^\circ$ . Cette opération nécessite au préalable de desserrer les écrous 16, si l'on part de la position des voussoirs 1, 2 représentés à la Figure 4.

Inversement, dans la position de la Figure 6, l'angle entre les plans tangents aux voiles d'extrados 3 au droit de l'interface entre les flancs 7, 8 est réduit à  $176^\circ$ , après que la cale 12 ait été remontée vers l'extrados d'une distance  $d$  à partir de sa position de la Figure 4.

Le rayon moyen de l'assemblage des voussoirs est obtenu en plaçant ceux-ci dans leur position relative de la Figure 4, le rayon minimal correspond à leur position angulaire de la Figure 5, et le rayon maximal correspond à la position de la Figure 6.

Comme indiqué précédemment, le dispositif d'assemblage constitué par la cale unique 12 et ses organes de fixation 14, 16 aux voussoirs 1, 2 présente l'avantage de permettre un réglage aisé et rapide de la position angulaire des voussoirs. En effet, il suffit de placer la cale 12 dans la position correcte par rapport aux flancs 7, 8 en exerçant une pression suffisante sur l'un de ses bords 12b, 12c, puis de serrer à fond les boulons 14 et les écrous 16. De préférence on installe tout d'abord la cale 12 dans sa position de la Figure 5 où le rayon de courbure des voussoirs est minimal (angle  $\alpha/2$  égal à  $184^\circ$ ), puis on repousse la cale 12 en frappant légèrement sur son bord inférieur 12b.

Un autre avantage de cette cale unique 12 est lié au fait qu'elle répartit à peu près uniformément sur toute sa longueur les efforts subis par les voussoirs 1, 2, ce qui empêche l'apparition d'une plastification sensible de ladite cale et des voussoirs 1, 2 dans la zone de charge. En effet, les efforts étant répartis sur pratiquement toute la surface de la cale 12, on observe une grande "souplesse" dans la liaison entre les voussoirs 1 et 2 assurée par cette cale. Cette liaison peut même être considérée comme "élastique", des essais ayant montré qu'après application d'efforts importants, les voussoirs 1, 2 pouvaient reprendre leur forme initiale. Le serrage des boulons 14 influe notablement sur cette souplesse: la cale 12 reprenant mieux les efforts subis, le boulonnage de jonction des voussoirs est moins sollicité.

Les efforts mentionnés ci-dessus sont en pratique des efforts de flexion dus au poids du terrain, et de compression par effet de voûte entre les voussoirs adjacents. La forme initiale des voussoirs 1, 2 est, plus précisément, celle obtenue au niveau de l'assemblage. C'est ainsi que, par exemple, lors de l'utilisation des

voussoirs pour consolider un tunnel de rayon inférieur à celui de l'anneau constitué par les voussoirs, l'application des efforts a pour effet d'ouvrir l'angle  $\alpha$  initialement prévu. Si ces efforts cessent, l'angle  $\alpha$  revient à sa valeur initiale.

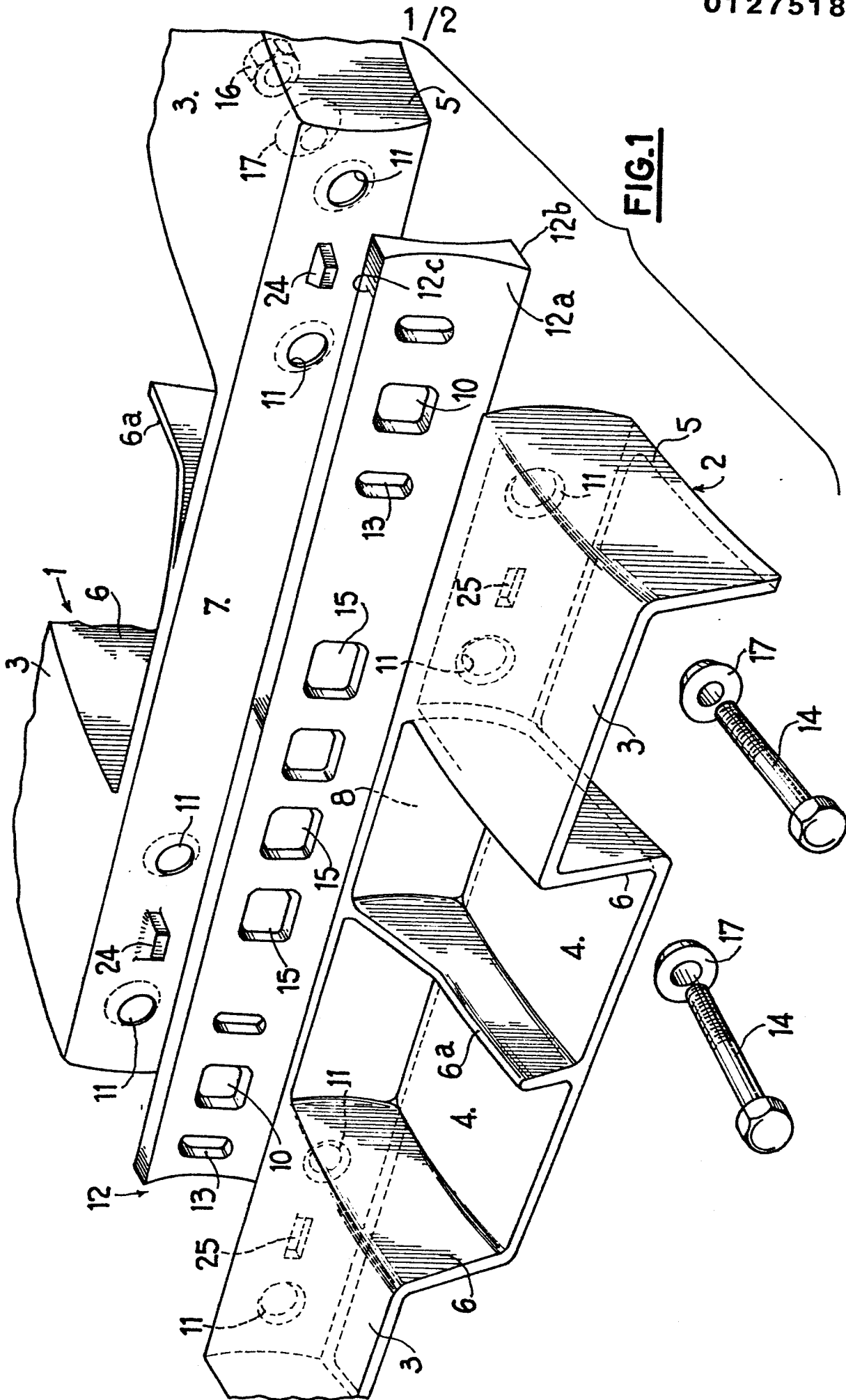
- REVENDEICATIONS -

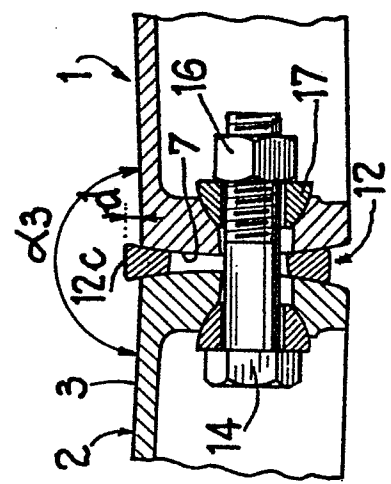
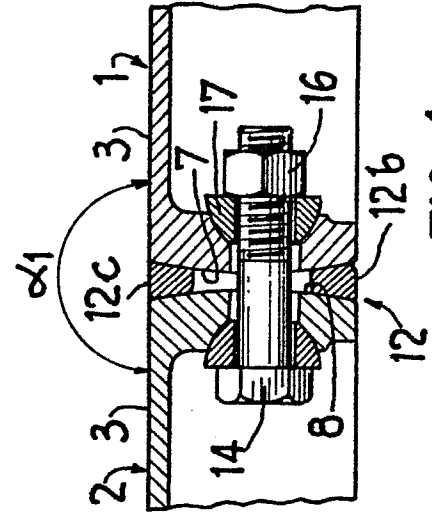
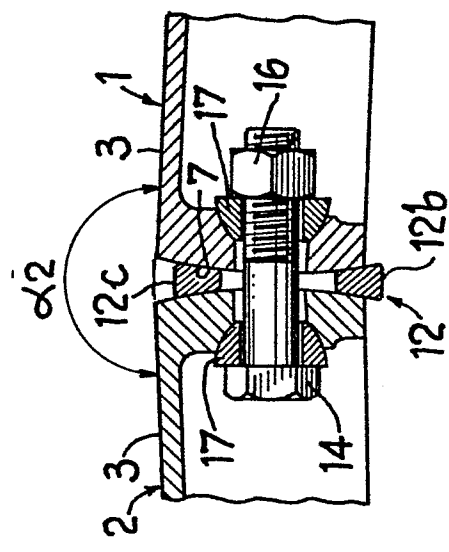
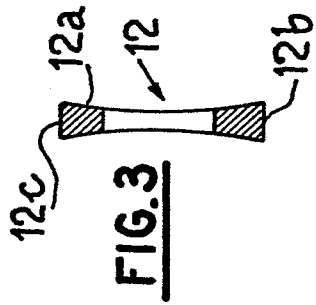
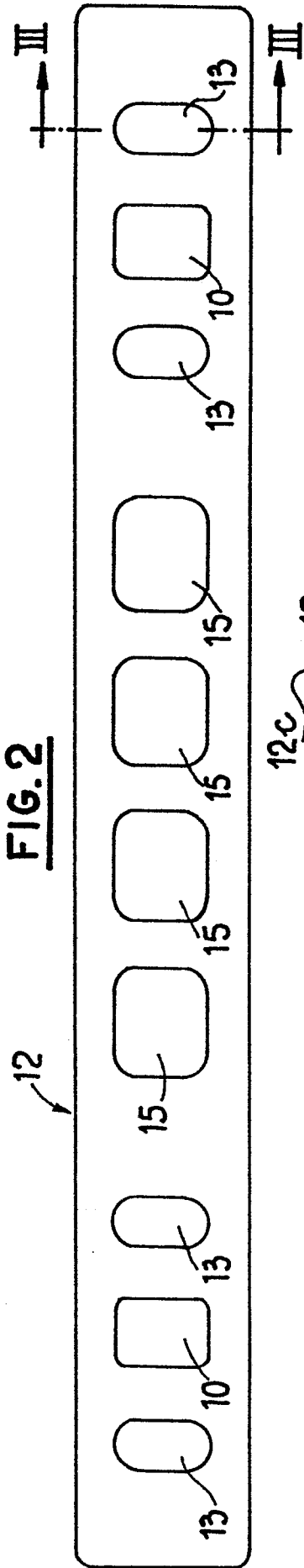
1.- Dispositif d'assemblage de deux voussoirs  
(1, 2) adjacents d'un revêtement de tunnel, en particu-  
lier d'un tunnel ferroviaire, les voussoirs (1, 2) étant  
constitués par des segments de cylindre dont les flancs  
5 en regard présentent une certaine courbure, caractérisé  
en ce qu'il comprend une cale (12) s'étendant sur sensi-  
blement toute la longueur des flancs (7, 8) en regard  
des voussoirs (1, 2) et dont les faces opposées (12a)  
présentent des courbures conjuguées avec la courbure des  
10 flancs correspondants (7, 8) des voussoirs (1, 2), ainsi  
que des moyens de fixation des voussoirs (1, 2) ensemble  
et à la cale (12) interposée entre leurs flancs (7, 8).

2.- Dispositif selon la revendication 1, pour  
l'assemblage de voussoirs (1, 2) dont les flancs (7, 8)  
15 présentent une convexité déterminée, caractérisé en ce  
que les faces (12a) de la cale (12) ont des concavités  
dont les rayons de courbure sont égaux aux rayons de  
courbure des flancs (7, 8) associés des voussoirs (1, 2)  
et la largeur de la cale (12) est pratiquement égale à  
20 celle des flancs (7, 8), de telle sorte que l'on peut  
faire varier l'angle ( $\alpha$ ) entre les plans tangents aux  
surfaces d'extrados (3) respectives des voussoirs (1, 2),  
au droit de leur interface, par déplacement radial de la  
cale (12) entre les flancs (7, 8) des voussoirs (1, 2) et  
25 blocage de ceux-ci ainsi que de la cale (12) dans la  
position angulaire choisie.

3.- Dispositif selon la revendication 2, caracté-  
risé en ce que les moyens de fixation de la cale (12)  
aux voussoirs (1, 2) adjacents sont constitués par des  
30 systèmes boulons (14)-écrous (16) traversant des lumières  
correspondantes (13) agencées dans la cale (12) et des  
trous (11) dans les flancs (7, 8) des voussoirs (1, 2),  
par exemple deux paires de boulons (14) et d'écrous (16)  
positionnés chacune à une extrémité de la cale (12).

4.- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les lumières (13) de la cale (12) sont oblongues dans la direction radiale pour permettre le coulissement de la cale (12) par rapport aux 5 flancs (7, 8) des voussoirs (1, 2).





**FIG. 5**

**FIG. 6**



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A, D	FR-A-2 446 376 (PONT-A-MOUSSON)		E 21 D 11/15 E 21 D 11/08
A	GB-A- 840 262 (BARTLETT)		
A	GB-A- 903 845 (PARRY)		
A	GB-A-1 438 641 (CHARCON)		
A	GB-A-1 522 305 (MOTT)		
A	FR-A-2 245 849 (BRÜN)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 264 962 (PONT-A-MOUSSON)		E 21 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03-08-1984	Examineur HAKIN R.E.M.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			