

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 22426**

(54) Procédé pour le positionnement d'un boulon d'ancrage dans un support de fixation; boulon d'ancrage pour la mise en œuvre du procédé et procédé de fabrication de ce boulon d'ancrage.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 16 B 35/04, 13/14.

(22) Date de dépôt..... 16 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 16 octobre 1979, n° P 29 41 769.4.

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.

(71) Déposant : SOCIETE UPAT GMBH & CO., résidant en RFA.

(72) Invention de : Herbert Kistner et Rudolf Sell.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Arbousse-Bastide,  
20, rue de Copenhague, 67000 Strasbourg.

L'invention a pour objet un procédé pour le positionnement d'un boulon d'ancrage dans le béton ou tout autre support de fixation dans lequel on introduit dans un avant-trou de structure appropriée sensiblement cylindrique du mortier, préférentiellement un mortier synthétique, ainsi que la partie d'introduction du boulon d'ancrage faisant tourner avec une force de déplacement partielle ainsi qu'une circulation le mortier et dans lequel le boulon d'ancrage est relié au support de fixation par durcissement du mortier, qui peut comporter le cas échéant des adjonctions granuleuses comme des grains silicieux pour augmenter sa résistance au cisaillement par exemple.

L'invention a également pour objet un boulon d'ancrage en particulier pour la mise en oeuvre de ce procédé, ainsi qu'un procédé de fabrication dudit boulon d'ancrage.

On connaît déjà des procédés de positionnement de boulons d'ancrage du type décrit ci-dessus. Des tiges d'ancrage se sont montrées en de nombreux points de vue très avantageuses, qui par exemple sont munies sur toute leur longueur d'un filetage continu ; celui-ci joue à l'extrémité extérieure du boulon d'ancrage la fonction d'un filetage de fixation et dans la partie d'introduction du boulon d'ancrage a pour fonction de favoriser la répartition du mortier synthétique sur la longueur de l'avant-trou.

Pour cela le mortier synthétique est en règle générale introduit dans l'alésage du support de fixation au moyen de cartouches d'adhésif à deux composants ; la cartouche est détruite lors de l'introduction du boulon d'ancrage, de manière telle que les composants de durcissement et de liaison, le cas échéant en outre des additifs, soient mélangés l'un à l'autre et durcissent alors le mortier synthétique. En règle générale le trou de fixation a un diamètre intérieur supérieur de 2 à 10 mm au diamètre extérieur de la tige d'ancrage. En conséquence le mortier remplit après durcissement un interstice annulaire d'épaisseur comprise entre environ 1 et 5 millimètres entre le boulon d'ancrage et la paroi du trou. Les tiges d'ancrage comportent en règle générale sur toute leur longueur un filetage, respectivement dans la zone devant être recouverte de mortier un profilage de type filetage. Ainsi on réalise entre le mortier et la zone d'introduction de la tige d'ancrage de manière recherchée une denture (voir à ce sujet par exemple le brevet de la République Fédérale d'Allemagne

2,222,013),

Le procédé de positionnement de boulons d'ancrage, respectivement ces boulons d'ancrage eux-mêmes possèdent à côté de nombreux avantages, également cependant encore des inconvénients qui peuvent s'avérer dans certaines conditions d'utilisation réellement d'utilisation défavorable. Par exemple on recherche d'une part une répartition la plus régulière possible et une action la plus continue possible du mortier de liaison sur toute la zone d'introduction du boulon d'ancrage, de manière à assurer la sécurité nécessaire à la liaison.

Les boulons d'ancrage munis de manière continue d'un filetage ont cependant l'inconvénient que, dans la zone qui en position d'utilisation se trouve à la bordure du trou de fixation, ils sont très sollicités en particulier en flexion et en cisaillement.

De plus les boulons d'ancrage connus, qui peuvent être fixés par du mortier synthétique ou analogue sur le support de fixation, ne sont pas en règle générale utilisables en tant que vis à tige allégée.

Le problème se pose donc de proposer un procédé pour le positionnement de boulons d'ancrage du type décrit ci-dessus, dans lequel tout en évitant continuellement les inconvénients des procédés connus on réalise en particulier une augmentation remarquable des forces pouvant être supportées, la dépense pour la mise en oeuvre du procédé et la fabrication du boulon d'ancrage devant être maintenue comparativement faible. Dans des cas particuliers le boulon d'ancrage doit également pouvoir être utilisé en tant que vis à tige allégée.

Pour résoudre le problème la présente invention propose en particulier que dans un procédé du type décrit ci-dessus les adjonctions introduites dans l'avant-trou avec le mortier et/ou séparément sont déplacées et forcées longitudinalement comme éléments de frottement, par exemple des grains de frottement, le long de la paroi de l'avant-trou par le mouvement de pénétration rotatif du boulon d'ancrage et que ce faisant le diamètre de l'avant-trou s'agrandisse par contre-dépouille intérieure de celui-ci.

Par cette manière de procéder on obtient dans la zone la plus profonde de l'avant-trou un déblayage sur la paroi de l'avant-trou du type d'une contre-dépouille vers son extrémité

intérieure. Ceci coopère au fait que le mortier durci en plus de l'action de liaison chimique exerce en outre en quelque sorte une fixation par blocage de la tige d'ancrage dans la zone intérieure de l'avant-trou, là où a été effectuée la contre-dépouille. Pour cela il n'est pas nécessaire d'utiliser un outil supplémentaire ni de réaliser un stade opératoire supplémentaire.

On connaît certes déjà des cartouches d'adhésif à deux composants, dans lesquelles à au moins des composants sont mélangées des charges, comme par exemple du quartz. Ces ajouts durs, granuleux, ont cependant alors pour fonction d'améliorer la résistance au cisaillement ou à la pression de mortiers synthétiques. Cependant ces ajouts connus ne sont pas prévus pour entreprendre un frottement accentué et avantageux sur la paroi de l'avant-trou. Par exemple dans les boulons d'ancrage de l'art antérieur dont la partie d'introduction comporte un filetage correspondant au sens de rotation du boulon d'ancrage, ces ajouts restent pour l'essentiel dans les filetages. Dans la pratique on a constaté certes qu'il peut se produire dans ces conditions un élargissement minime de l'avant-trou ; ceci n'est cependant pas recherché et se produit de manière non contrôlée sur toute l'étendue axiale de l'avant-trou. De plus cet élargissement incontrôlé de l'avant-trou reste très faible par rapport au diamètre libre de l'avant-trou. Par contre on obtient conformément au procédé conforme à l'invention un agrandissement du diamètre recherché et planifié dans une zone prédéterminée et ceci dans le sens précité, avantageux et recherché, d'une contre-dépouille vers l'intérieur de l'avant-trou. D'autre part l'augmentation de diamètre correspond à un multiple de ce qui se produisait auparavant de manière non prévue et disséminée en élargissement. Par le choix, respectivement la conformation des éléments de frottement prévus conformément à l'invention, on peut également si on le désire obtenir un élargissement nettement plus important de l'avant-trou.

Un autre avantage essentiel du procédé conforme à l'invention réside dans le fait que l'on y parvient dans des conditions comparables tant en ce qui concerne l'avant-trou que la cartouche de mortier pour cependant un diamètre plus faible. Ceux-ci sont plus simples à réaliser et donc plus économiques. On obtient en outre alors l'avantage que par exemple on peut exécuter dans de bonnes conditions une fixation traversante. On obtient dans ce cas l'ordre de grandeur désiré de l'interstice annulaire

entre l'avant-trou, respectivement le trou élargi, d'une part et le boulon d'ancrage d'autre part, qui sera ultérieurement rempli de mortier durci. Il s'ensuit des conditions de fixation très favorables, qui seront explicitées plus en détails dans ce qui suit.

5 On connaît également déjà un procédé pour l'ancrage dans le rocher à l'aide d'ancrages à adhésif, dans lequel la paroi de l'avant-trou est élargie par endroits par rapport à la section normale (voir le brevet de la République Fédérale d'Allemagne 2.538.003). Pour cela il faut cependant un outil de coupe supplémentaire et en conséquence une étape opératoire supplémentaire. En 10 outre on taille dans ce cas une rainure en forme de pas de vis au moins sur une grande partie de la zone d'introduction ; ceci ne favorise pas par contre de manière marquée une fixation particulièrement efficace la plus profonde possible dans le support d'ancrage. Pour éviter les inconvénients précités, on a également déjà 15 proposé un élément d'ancrage, qui doit lui même servir d'outil d'élargissement (voir le modèle d'utilité de la République Fédérale d'Allemagne n° 69.09859). Ici il ne s'agit cependant pas, comme pour la présente invention, d'un boulon d'ancrage en soi 20 rigide, et essentiellement indéformable ; bien plus, cet élément d'ancrage connu possède à son extrémité d'introduction un dispositif extensible pouvant être orienté radialement, muni de dents, qui peut être amené à l'aide d'un moyen de traction ou autre dans une position opératoire déterminée. En conséquence ces éléments 25 d'ancrage et leur procédé de positionnement sont onéreux, et pas uniquement en ce qui concerne leur fabrication ou leur utilisation. Ils présentent également l'inconvénient que dans le temps la traction des dispositifs de tension et donc la force d'application dans l'alésage peuvent se relâcher, ce qui peut entraîner de manière incontrôlée une modification de la transmission de force. 30 D'autre part dans ce dispositif les surfaces sollicitées dans le sens de la tension de l'élément d'ancrage sont nettement plus petites par rapport au diamètre de l'avant-trou. Par contre on obtient dans le procédé conforme à l'invention un élargissement conique de cet avant-trou à son extrémité intérieure. 35

A l'aide du mortier durci on réalise un collage et d'une certaine mesure en même temps une fixation par blocage du boulon d'ancrage dans la zone la plus profonde de l'avant-trou.

Selon une autre caractéristique avantageuse, on 40 pourra prévoir que l'augmentation de diamètre de l'avant-trou

s'opère principalement à son extrémité intérieure, Ceci présente l'avantage que c'est en particulier dans la zone de son extrémité intérieure que le boulon d'ancrage est lié de la manière la plus rigide au support de fixation,

5                   On peut en outre prévoir que la partie d'introduction du boulon d'ancrage, et de préférence la zone interne de cette partie d'introduction soit déviée lors de son introduction dans l'avant-trou de manière excentrique, le cas échéant de manière inévitable. Ceci favorise le déblayage de l'avant-trou par  
10 contre-dépouille. Ce déblayage est effectivement particulièrement marqué dans la zone d'extrémité intérieure de l'avant-trou si la partie interne de la partie d'introduction effectue un mouvement excentrique particulièrement vigoureux. Ceci est réalisé dans la pratique de manière inévitable si le boulon d'ancrage est intro-  
15 duit au moyen d'une perceuse à main et si à son extrémité intérieure il ne comporte pas de pointe de centrage ou tout autre moyen de centrage. Le mouvement excentrique recherché est encore sensiblement favorisé si à proximité de l'extrémité extérieure du boulon d'ancrage un segment d'arbre de la partie d'introduction  
20 possède un diamètre sensiblement réduit, point sur lequel on reviendra ultérieurement.

De manière avantageuse on peut utiliser pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention des cartouches d'adhésifs à deux composants de type déjà connu, dans lesquelles  
25 on utilise des grains silicieux ou analogues à d'autres fins que d'être de simples charges. Des essais ont montré que lors de la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention on réalise le déblayage recherché en contre-dépouille dans l'avant-trou. Bien entendu les grains de frottement ou autres additifs durs servant  
30 d'éléments de frottement peuvent être contenus dans un mélange de mortier pâteux en forme de boudin, à l'état non encore durci. Dans certaines circonstances données on peut introduire les grains de frottement ou autres éléments de frottement dans l'avant-trou indépendamment du mortier. Il est cependant avantageux que ces  
35 grains de frottement ou analogues soient introduits dans l'avant-trou simultanément avec le mortier.

On obtient également de manière très avantageuse l'avantage suivant. On peut en effet adapter l'un à l'autre les volumes de la partie d'introduction du boulon d'ancrage, de la  
40 cartouche de mortier et de l'espace vide de l'avant-trou. Même si

le volume du déblayage effectué sur la paroi de l'avant-trou ne peut pas être déterminé exactement, il s'ensuit un volume de remplissage constant du volume libre de l'avant-trou élargi. Même des variations de volume notables du déblayage ne se répercutent pas sur les rapports de volume prédéterminés subsistant. A cela contribue également le fait que l'ouverture d'orifice de l'avant-trou est fermée au moins partiellement vers la fin du positionnement. Ceci peut être obtenu de manière suffisante, par exemple à l'aide d'un épaulement intermédiaire qui sera décrit ultérieurement. Un léger interstice subsistant au niveau de l'épaulement intermédiaire est cependant souhaité, de manière à ce que un trop plein de mélange de mortier puisse être évacué par l'orifice de l'avant-trou. Ceci est également recherché car ainsi on obtient une indication que l'espace entre la partie d'introduction du boulon d'ancrage et la paroi élargie de l'avant-trou est totalement rempli de mortier, respectivement de mélange de mortier.

Selon un perfectionnement particulièrement avantageux du procédé conforme à l'invention, on prévoit que au moins une partie des grains de frottement ou analogues sont entraînés au moins sur une certaine distance par une zone d'entraînement profilée de la tige d'ancrage et que ces grains de frottement ou analogues sont forcés au moins par périodes sur des nervures du segment profilé précité de la partie d'introduction. Des essais ont montré que déjà avec un profilage adéquat d'un segment d'une partie d'introduction d'un boulon d'ancrage les granulats du mortier débayent bien la paroi, s'ils sont forcés d'une part entre les éléments du boulon d'ancrage faisant saillie radialement de manière appropriée et d'autre part la paroi de l'avant-trou pendant la rotation du boulon d'ancrage. Alors ces additifs solides agissent périodiquement comme éléments de frottement et élargissent l'avant-trou aux endroits correspondants. Le cas échéant d'autres matériaux additifs suffisamment durs peuvent contribuer à ce processus de frottement (d'abrasion), qui appartiennent à la masse de mortier, comme par exemple les morceaux brisés des ampoules de verre ou le cas échéant d'autres incrustations plus dures du matériau déblayé de la paroi. Tous ces éléments durs du mélange de mortier, respectivement des ajouts précités, peuvent se mélanger lors de l'introduction du boulon dans la masse de mortier et parvenir à la position précitée entre les segments du profilé en saillie de la partie d'introduction du boulon d'ancra-

ge et la paroi de l'avant-trou,

Le mode d'action décrit pour les grains de frottement ou autres lors du déblayage de la paroi de l'avant-trou sera favorisé si l'on prévoit que leur taille est adaptée d'une part à la largeur d'interstice entre la paroi de l'avant-trou et au diamètre de segment profilé d'introduction et d'autre part en outre à la hauteur du profil des nervures ou analogues du segment profilé d'introduction, le diamètre des grains de frottement ou analogues ayant de manière appropriée une granulométrie de diamètre comprise entre environ 0,3 à 6 mm, de préférence entre environ 1,5 à 1,8 mm, de manière telle que les grains de frottement ou analogues puissent être entraînés dans les rainures ou analogues en tournant et quelques uns d'entre eux se déplacent sur les parois frontales des nervures et réalisent en particulier à cet endroit un déblayage sur la paroi de l'avant-trou,

Des essais ont montré que l'on ne parvient pas à un effet d'abrasion particulièrement bon si l'on prend par exemple des grains trop gros ayant une granulométrie comparable à la largeur libre des rainures ou autre profilage de la partie d'introduction du boulon d'ancrage. D'autre part il est bien évident que de très petits grains de frottement n'exercent pas une bonne abrasion, car ils peuvent se déplacer dans l'interstice subsistant sans devoir venir en prise sur la paroi de l'avant-trou. Par contre on a constaté qu'il est très avantageux que les grains d'abrasion aient la granulométrie ci-dessus et que les sections des rainures soient suffisamment grandes pour que les grains d'abrasion ou analogues puissent se déplacer seuls et indépendamment dans ces rainures ou autre profilage pendant le processus de placement du boulon. De nombreux grains de frottement parviennent alors effectivement, comme l'ont montré les essais, à l'extérieur de ces rainures sur les parois frontales qui présentent, dirigées vers la périphérie, les nervures disposées entre les rainures. Ils sont alors bloqués, respectivement forcés, entre ces parois frontales et la paroi de l'avant-trou et réalisent alors un travail d'abrasion sur la paroi de l'avant-trou,

Selon une caractéristique avantageuse de mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention, on prévoiera en outre que au moins une partie du mélange composé de mortier et des grains de frottement ou analogues soit pendant une période de temps de l'introduction du boulon d'ancrage dans son avant-trou, d'une part



forcée en direction de l'ouverture de l'avant-trou, d'autre part déplacée sensiblement dans la direction périphérique de l'avant-trou ainsi que de manière appropriée également en direction de l'extrémité intérieure de l'avant-trou et que préférentiellement il ne se produise à proximité de l'ouverture de l'orifice de l'avant-trou pratiquement pas de refoulement axial du mélange de mortier par le mouvement de rotation du boulon d'ancrage lors de son positionnement.

On parvient ainsi à ce que le mélange de mortier et des grains abrasifs ou autres éléments de frottement ne soit pas forcé pendant la pénétration du boulon d'ancrage dans son avant-trou immédiatement en direction de l'orifice d'ouverture de celui-ci, et donc ne sorte pas par cet orifice avec dans ce cas l'inconvénient que subsisterait pour le déblayage moins de grains abrasifs ou analogues dans la zone terminale intérieure. Au contraire on ajoute un nombre d'autant plus important de grains abrasifs ou autres (avec le mélange de mortier) que ceux-ci séjournent plus longtemps dans la zone d'extrémité intérieure de l'avant-trou. En conséquence on dispose d'un nombre toujours plus grand de grains de frottement ou analogues dans cette zone pour y entreprendre par périodes un déblayage sur la paroi de l'avant-trou. Cependant on n'empêche pas par cette mesure que à la fin de l'opération de positionnement l'ensemble de l'interstice entre la partie d'introduction du boulon d'ancrage et la paroi élargie de l'avant-trou soit rempli du mélange adéquat de mortier et de grains abrasifs ou analogues. On peut également par cette caractéristique éviter également un inconvénient des procédés de positionnement existant. Si, comme cela est souvent le cas, le boulon d'ancrage présente de manière continue par exemple un filetage à droite et qu'il est introduit de la manière habituelle avec les outils utilisés sur les chantiers par une rotation à droite, le pas à droite disposé au niveau de la partie d'introduction déplace le mélange de mortier à la manière d'une vis d'alimentation en direction de l'orifice d'ouverture de l'avant-trou. Si on n'arrête pas le mouvement de rotation du boulon d'ancrage à temps, on arrivera facilement à ce qu'une partie du mélange de mortier non encore durci sorte de manière non désirée de l'avant-trou. Ceci est évité avec les mesures opératoires décrites ci-dessus, dans lesquelles le mélange de mortier et les grains d'abrasion ou analogues se déplacent en direction de l'intérieur de l'avant-trou. Ceci est encore favorisé de manière avantageuse par le fait que à

proximité de l'ouverture de l'avant-trou il n'existe pratiquement pas de sollicitation axiale du mortier par le mouvement de rotation du boulon d'ancrage pendant son positionnement,

5 L'invention a également pour objet un boulon d'ancrage comportant à son extrémité extérieure une pièce de raccordement et qui peut être fixé par une partie d'introduction présentant un profilage dans du béton ou tout autre support de fixation au moyen de mortier, de préférence du mortier synthétique, la partie d'introduction pouvant être introduite au moins partiellement dans un avant-trou sensiblement cylindrique du support de fixation, avant-trou dans lequel se trouvent d'une part le mortier et le cas échéant les additifs améliorant sa résistance au cisaillement ou autre propriété analogue.

15 Des boulons d'ancrage de ce type sont déjà connus, par exemple par le brevet de la République Fédérale d'Allemagne 2,222,013. Ils présentent cependant les inconvénients qui ont été décrits ci-dessus dans le cadre du procédé. L'invention a en conséquence pour objet de proposer un boulon d'ancrage avec lequel pendant son positionnement dans un avant-trou initialement essentiellement cylindrique, on puisse élargir ledit avant-trou vers son extrémité intérieure en une forme sensiblement conique. En outre le boulon d'ancrage doit être stable et très résistant, de fabrication aisée et doit également être placé dans l'avant-trou de manière relativement simple et aisée.

25 Ce résultat est obtenu conformément à l'invention avec un boulon d'ancrage du type décrit ci-dessus, dont la partie d'introduction présente au niveau de son extrémité intérieure un segment d'entraînement pour les éléments de frottement, par exemple les grains de frottement, qui est muni de rainures ou analogues et/ou de nervures en saillie, ou de tout autre profilage.

30 La zone d'entraînement pour les éléments abrasifs peut par exemple comporter également des niches ou analogues.

Si on introduit un boulon d'ancrage de ce type de la manière habituelle par rotation dans un avant-trou cylindrique dans lequel se trouvent du mortier, de préférence du mortier synthétique, ainsi que des additifs durs granuleux comme des grains silicieux, de multiples grains sont alors entraînés en rotation dans le sens de rotation du boulon d'ancrage (avec le mortier). Ils agissent en liaison avec le boulon d'ancrage ainsi conformé  
40 comme des éléments d'abrasion. Des essais ont montré que lors de

l'introduction du boulon d'ancrage un pourcentage élevé des additifs granuleux sortent des rainures ou autres profilages pour parvenir entre d'une part les parois frontales dirigées vers l'extérieur des passages subsistant du profilage de la zone d'entraînement, entre chaque rainure, niche ou analogue et d'autre part la paroi de l'avant-trou. A cet endroit les additifs granuleux sont forcés longitudinalement comme des grains abrasifs contre la paroi de l'avant-trou et tendent donc à augmenter à cet endroit le diamètre de l'avant-trou. Comme les rainures et autres profilages de la partie d'entraînement du boulon d'ancrage sont disposés dans la zone de son extrémité d'introduction et que donc le mouvement de rotation peut être réalisé dans la zone terminale de l'avant-trou suffisamment longtemps, c'est avant tout dans cette zone terminale de l'avant-trou qu'aura lieu cet élargissement. On obtient de cette manière sans outil supplémentaire et sans étape opératoire supplémentaire une modification de l'avant-trou au sens d'un élargissement conique de son extrémité intérieure. A côté de cela on obtient de la manière habituelle, par exemple par l'utilisation de cartouches d'adhésif à deux composants, une destruction recherchée de ces cartouches ainsi qu'un mélangeage et une répartition du mortier synthétique. Pour cela la zone profilée d'entraînement du boulon d'ancrage comportant des nervures, des rainures ou autres offre au mortier synthétique tant en raison de la surface que également en raison de la forme une possibilité de liaison particulièrement bonne. Ceci et l'élargissement conique de l'avant-trou coopèrent au fait qu'il s'en suive une fixation du boulon d'ancrage particulièrement bonne dans la zone d'extrémité intérieure de l'alésage, respectivement dans la zone de l'extrémité intérieure du boulon d'ancrage. Ceci favorise la résistance à des forces importantes ; en effet la force pouvant être supportée par un boulon d'ancrage fixé avec du mortier en particulier du mortier synthétique, dépend entre autres essentiellement d'une part du maintien réalisé entre la masse du mortier et le support de fixation, d'autre part entre la masse de mortier et la partie d'introduction du boulon d'ancrage. En outre la forme de l'alésage, qui est dans ce cas élargie coniquement vers l'intérieur, en liaison avec le mortier durci et le profilage du segment d'entraînement tendent, à côté de l'action de maintien déjà évoquée, à réaliser une sorte de fixation par blocage du boulon d'ancrage au niveau de la zone d'entraînement profilée,

Si l'on utilise des cartouches d'adhésif déjà connues, qui possèdent des additifs granuleux pour améliorer la résistance au cisaillement et autres propriétés analogues, ces additifs qui peuvent se composer par exemple de grains silicieux exercent une double fonction. Tout d'abord ils servent selon le procédé conforme à l'invention respectivement pour les boulons d'ancrage précités, d'éléments abrasifs pour l'élargissement de l'avant-trou de la manière décrite. En outre ces mêmes grains abrasifs, et le cas échéant également d'autres grains abrasifs additionnels utilisés comme éléments abrasifs, servent ultérieurement de charge pour le mortier, pour améliorer par exemple sa résistance au cisaillement.

Dans des conditions particulières les nervures, respectivement des rainures du segment profilé de la partie d'introduction du boulon d'ancrage peuvent être disposées axialement. Selon un mode préféré de réalisation conforme à l'invention cependant, les rainures ouvertes de manière appropriées vers l'extrémité intérieure de la partie d'introduction, respectivement les nervures du segment profilé d'entraînement seront inclinées dans une direction opposée au sens de rotation prévu, de manière appropriée avec un angle d'inclinaison de environ 15 à environ 87 degrés, de préférence avec un angle d'inclinaison de environ 25 degrés.

Le segment profilé d'entraînement du boulon d'ancrage est alors conformé selon une vis d'alimentation à plusieurs voies, qui a une inclinaison (un pas) opposé au sens de rotation du boulon lors de son positionnement. Avec une configuration de ce type le segment profilé d'entraînement ramène le mélange de mortier, de grains abrasifs et autres (et éventuellement d'autres additifs) en direction de l'extrémité intérieure de l'avant-trou pendant le positionnement par rotation du boulon d'ancrage dans l'alésage.

Simultanément au moins une grande partie des grains abrasifs ou analogues est animée d'un mouvement de rotation et quelques uns d'entre eux sont forcés entre d'une part les parois frontales, dirigées radialement vers l'extérieur, des nervures ou analogues du segment d'entraînement et d'autre part la paroi de l'alésage, et accompagnent alors au moins périodiquement le boulon d'ancrage dans son mouvement rotatif de pénétration. Par le refoulement vers l'arrière tel que décrit des grains abrasifs ou analo-

gues (et respectivement du mortier avec lequel ils sont mélangés), on empêche un déplacement rapide non désiré de mortier et surtout de grains abrasifs en direction de l'orifice de l'alésage. En outre on empêche un refoulement supérieur à l'excès de mortier présent dans l'alésage. C'est de plus dans la zone de l'extrémité intérieure de l'avant-trou que l'élargissement de celui-ci est favorisé. Comme en règle générale sur les chantiers on trouve des perceuses électriques, éventuellement à percussion ou autres outils de ce type, qui servent également pour le placement de boulon d'ancrage, qui fonctionnent en tournant vers la droite, ou pour le moins qui peuvent être réglées pour une course à droite, il sera avantageux conformément à une autre caractéristique de mise en oeuvre de prévoir que l'inclinaison (A) des rainures, respectivement des nervures du segment profilé d'entraînement soient orientées en vue d'une rotation à gauche.

En pratique il s'ensuit effectivement que les nervures, respectivement les rainures du segment d'introduction profilé sont orientées à l'opposé du sens de rotation du boulon et que le refoulement vers l'arrière qui a été décrit est ainsi réalisé.

Selon une autre caractéristique avantageuse de réalisation, on prévoit que le segment d'entraînement s'étend sur environ  $1/2$  à  $2/3$  de la longueur totale de la partie d'introduction et que la partie subsistante de la partie d'introduction est conformée de manière avantageuse selon un segment d'arbre cylindrique.

Cette réalisation favorise d'une part la réalisation de l'élargissement de l'avant-trou par contre-dépouille en particulier dans la zone de son extrémité intérieure, d'autre part que c'est en particulier à cet endroit que se réalise la liaison entre le boulon d'ancrage et son support de fixation après le durcissement du mortier. Des essais ont montré que du mortier synthétique n'exerce pas une liaison de maintien aussi bonne sur un segment d'arbre lisse que dans la zone du segment profilé de la partie d'introduction. Ceci contribue également à ce que les forces de traction exercées sur le boulon d'ancrage soient de manière prépondérante transmises au support de fixation dans la zone d'extrémité intérieure de l'avant-trou.

Au filetage de fixation se raccorde du côté de l'extrémité intérieure du boulon d'ancrage un épaulement intermédiaire

dont le diamètre correspond sensiblement au diamètre du filetage extérieur. De manière avantageuse cet épaulement intermédiaire est essentiellement cylindrique, et s'y rattache le segment d'arbre lisse de diamètre légèrement plus faible de la partie d'introduction, qui comporte lui-même rattaché à son autre extrémité le segment profilé d'entraînement.

On réalise ainsi un montage traversant. Cet épaulement intermédiaire peut être admis par exemple partiellement par l'élément à fixer. Il peut alors le cas échéant recevoir d'une part les forces résultant des sollicitations transversales, c'est-à-dire les écarter de la zone du filetage. D'autre part l'épaulement intermédiaire peut bien recevoir les forces de flexion qui se produisent dans cette zone, car la section de résistance de l'épaulement est nettement plus importante que la section de résistance du filetage de fixation. Le segment d'arbre lisse qui se raccorde à l'épaulement, et dont la fonction sera explicitée ultérieurement, présente une section diminuée par rapport à celle de l'épaulement. Cette diminution de section n'entraîne cependant pas de diminution de la solidité du boulon d'ancrage, car dans cette zone ne s'exercent que des forces de traction ; la section diminuée est cependant malgré tout plus grande que la section de résistance du filetage de fixation.

Pour l'essentiel une contrainte de flexion agissant sur le boulon d'ancrage sera reçue par le mortier.

Entre l'extrémité d'introduction profilée et l'épaulement intermédiaire le boulon d'ancrage conforme à l'invention comporte, comme décrit précédemment, un segment d'arbre cylindrique lisse, respectivement une zone de jonction de section plus faible. Pour la structure de ce segment d'arbre cylindrique il s'est montré particulièrement avantageux que le segment du profilé de la partie d'introduction s'étende sur environ  $1/2$  à  $2/3$  de l'ensemble de la longueur de la partie d'introduction et que la partie subsistant de la partie d'introduction allant jusqu'à l'épaulement intermédiaire soit conformée de préférence selon un segment d'arbre cylindrique, qui avantageusement aura une surface essentiellement lisse. La rugosité de surface de ladite surface sera inférieure à  $20 \mu$ . Les tiges d'ancrage utilisées jusqu'à présent pour les procédés de fixation et de liaison possèdent habituellement un profil fileté sur toute leur longueur. Sous cette condition il s'ensuit entre le filetage et la masse de mortier un

blocage sur toute la longueur de la tige d'ancrage, Si cette tige d'ancrage est soumise à une force de traction, il s'ensuit en raison de la tension en-dessous de la limite de dilatation de la tige d'ancrage une dilatation longitudinale qui est en valeur absolue la plus forte sur la bordure supérieure de l'orifice et qui dépasse nettement la capacité de dilatation du mortier dans cette zone, ce qui entraîne en particulier à ce niveau une fissuration du mortier.

En tenant compte de ces données pour les constructions de l'art antérieur, l'invention propose, comme indiqué précédemment, de disposer entre le segment longitudinal profilé de la partie d'introduction et l'épaule dont le diamètre correspond à celui de l'orifice une zone de jonction lisse et non profilée. Il s'est montré ici avantageux qu'il y ait un rapport de 0,8 à 1 de la zone de jonction lisse par rapport à la longueur du profilé. Avec cette zone de jonction lisse, non profilée, on procure une zone sans liaison, ce qui évite les inconvénients précités car les tiges d'ancrage dans la zone de leur plus grande dilatation ne présentent qu'une faible liaison avec la masse de mortier. Par le recouvrement de ces zones avec un moyen de séparation on peut supprimer par exemple totalement l'adhérence à ce niveau. Cette zone sans liaison procure en outre les conditions pour que la tige d'ancrage puisse être disposée comme une vis à tige allégée et être placée sous une pré-tension, de manière à pouvoir absorber les forces transversales par friction entre la surface de la pièce à fixer et la surface du support.

Par la section du segment d'arbre cylindrique lisse diminuée par rapport à l'épaule, on obtient le même interstice annulaire  $S_p$  entre le boulon d'ancrage et la paroi de l'alésage que pour les boulons d'ancrage cylindriques usuels, avec l'avantage que le diamètre du trou alésé peut être maintenu plus faible, ce qui entraîne moins de travail d'alésage et l'utilisation d'une plus petite ampoule de mortier. Les mêmes forces de maintien peuvent être cependant supportées, car d'une part la liaison entre le mortier et le support de fixation peut se réaliser de la même manière sur toute la profondeur de l'alésage et d'autre part la transmission de force entre le boulon d'ancrage et le mortier se réalise par un blocage sur le profilage au niveau de la zone inférieure.

L'épaule intermédiaire favorise aussi bien

l'absorption de forces transversales qu'il stabilise le boulon d'ancrage dans une zone critique. En outre il confère au boulon d'ancrage un certain guidage supplémentaire car celui-ci est introduit relativement loin dans l'alésage du support de fixation. Il peut également servir de centrage pour un objet à fixer, si une partie appropriée fait saillie par rapport à la paroi extérieure du support de fixation. D'autre part l'épaulement intermédiaire constitue également une certaine obturation de l'alésage et empêche un refoulement non désiré ou du moins trop rapide du mélange de mortier et de grains abrasifs ou autres.

D'autre part on peut également prévoir que le segment intérieur terminal de la partie d'entraînement comporte un contour extérieur sensiblement cylindrique. Ainsi on adapte sensiblement le contour extérieur du segment d'introduction au contour libre de l'alésage élargi, ce qui en outre autorise une possibilité avantageuse de fabrication du boulon d'ancrage sans enlèvement de matière.

D'autre part le segment d'arbre lisse disposé à proximité de l'ouverture de l'orifice de l'avant-trou favorise également l'élargissement intérieur conique de celui-ci.

Ceci est également favorisé :

a) si le diamètre de la partie terminale du segment profilé d'entraînement est légèrement plus petit ou identique au diamètre de l'épaulement intermédiaire de manière préférentielle la hauteur des nervures ou analogues du segment d'entraînement augmentant de la zone de son extrémité dirigé vers l'extérieur vers l'extrémité intérieure du boulon d'ancrage, cette augmentation étant de préférence sensiblement continue ;

b) si le segment lisse d'arbre de la partie d'introduction ne possède qu'une faible rugosité de surface, de préférence inférieure à 20  $\mu$ , et/ou le cas échéant le segment d'arbre est au moins partiellement recouvert d'une couche d'un moyen de séparation.

Selon un mode avantageux de mise en oeuvre, la face frontale de la partie d'introduction est conformée pour le moins sensiblement à angle droit par rapport à l'axe longitudinal du boulon d'ancrage, et est de manière préférentielle plate. Ceci favorise un mouvement excentrique du boulon d'ancrage lors de sa pénétration dans l'avant-trou.

On peut également prévoir que à l'extrémité inté-



rieure du boulon d'ancrage soient prévues une, de préférence plusieurs entailles radiales, de section libre préférentiellement triangulaire, dont le fond d'entaille est incliné en direction de l'axe longitudinal du boulon et vers l'extrémité intérieure du  
5 boulon d'ancrage.

Avantageusement en outre les entailles ont une configuration radiale symétrique, de préférence en forme de biseau en croix.

Ces caractéristiques favorisent la destruction des  
10 ampoules de verre contenant le mortier synthétique ou tout autre conteneur de mortier, ainsi que le mélangeage des composants du mortier. De plus ceci facilite la pénétration du mortier synthétique dans la zone des rainures ou autres du segment profilé d'introduction.

On peut également prévoir que le boulon d'ancrage  
15 comporte un élément de raccordement extérieur, muni d'une jonction, formée sans enlèvement de copeaux, par exemple un pivot polygonal, de préférence carré ou hexagonal, dont le cercle dans lequel il est inscrit a un diamètre plus petit que le diamètre intérieur de  
20 la partie de raccordement et dont la jonction fait un angle selon un chanfrein plan.

Cette caractéristique simplifie la liaison avec  
un outil de rotation pour le positionnement du boulon d'ancrage et diminue le risque de détériorer le filetage extérieur à l'ex-  
25 trémité externe du boulon d'ancrage.

En prévoyant en outre que les jonctions entre cha-  
cun des segments du boulon d'ancrage soient conformées selon une inclinaison inférieure à 15 degrés, on diminue les contraintes d'entaillage sur les jonctions et on améliore en conséquence par  
30 là même la solidité du boulon d'ancrage.

Selon une autre caractéristique appartenant égale-  
ment à l'invention, les boulons d'ancrage qui viennent d'être décrits seront réalisés, ou pour le moins leur segment profilé d'entraî-  
nement, par formage à froid.

Ce procédé de fabrication offre, à côté des avanta-  
ges spécifiques au formage à froid au niveau de la technique de fabrication et des propriétés favorables des produits, d'autres avantages. Sur les chants des nervures du segment profilé de la  
partie d'introduction il se forme par ce procédé de formage à froid  
40 et sans autre mesure additionnelle des bavures sur chant faisant

saillie sensiblement radialement. De ce fait les surfaces frontales dirigées radialement vers l'extérieur des nervures sont conformées en coupe avec une forme sensiblement en auge, Ceci augmente le temps de séjour des grains abrasifs au niveau des surfaces frontales de ces nervures, ce qui favorise le rabotage de la paroi de l'avant-trou. Une certaine irrégularité, provenant de la fabrication, des chants comportant des bavures favorise également la venue des grains abrasifs dans la zone des parois frontales des nervures.

Enfin, selon un perfectionnement possible, les boulons d'ancrage peuvent être obtenus par formage à froid à partir d'un fil métallique, le filetage extérieur et le profilage du segment d'entraînement étant le cas échéant réalisés par calandrage et l'épaulement intermédiaire le cas échéant par refoulement.

Ceci présente l'avantage que l'extrémité d'introduction du boulon d'ancrage peut être réalisée indépendamment de la conformation de son extrémité extérieure. On peut tenir compte aisément des exigences spéciales concernant la partie d'introduction. Enfin une fabrication sans enlèvement de matière conforme à l'invention est possible avec un processus de fabrication continu et cependant économique.

On comprendra mieux l'invention grâce à la description ci-après en références aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation latérale d'un boulon d'ancrage dont la partie d'introduction est légèrement mise en place dans un avant-trou, représenté en coupe longitudinale partielle, d'un support de fixation ;

- la figure 2 est une représentation en coupe partielle d'un boulon d'ancrage conforme à l'invention disposé dans un trou d'un support de fixation ;

- la figure 3 est une vue analogue à la figure 2 pour les boulons d'ancrage de l'art antérieur ;

- les figures 4 à 6 représentent trois étapes du processus de placement du boulon d'ancrage, dans lesquelles l'élargissement de l'avant-trou selon les figures 5 et 6 a été agrandi pour des raisons de meilleure compréhension ;

- la figure 7 représente un boulon d'ancrage disposé dans un support de fixation par enlèvement de mortier ou analogue, le boulon d'ancrage solidarissant un objet au support de fixation ;

- la figure 8 est une vue en coupe partielle selon le boulon d'ancrage et le support de fixation selon VIII-VIII de la figure 7 ;

5 - la figure 9 est une vue frontale de l'extrémité antérieure du boulon d'ancrage ;

- la figure 10 est une vue en perspective de l'extrémité d'introduction du boulon d'ancrage selon une représentation très agrandie ;

10 - la figure 11 est une vue en coupe transversale selon une nervure de la partie d'introduction profilée correspond à la ligne de coupe XI-XI de la figure 7 ;

- la figure 12 est une vue en coupe analogue à celle de la figure 11 correspondant à une coupe selon la ligne XII-XII de la figure 7 ;

15 - la figure 13 est une vue en coupe partielle transversale du boulon d'ancrage analogue à celle de la figure 8, agrandie ;

20 - la figure 14 est une représentation très schématisée et en perspective partielle d'une portion de l'extrémité d'introduction d'un boulon d'ancrage légèrement modifié avec des gorges et des nervures axiales ;

- la figure 15 représente un autre mode de réalisation modifié du boulon d'ancrage.

25 Un boulon d'ancrage (1) conforme à l'invention est plus particulièrement représenté en vues latérale et frontale, aux figures 1, 7 et 9. Dans la zone de son extrémité extérieure (2) il comporte une pièce de raccordement (3) pour des objets à fixer. Dans l'exemple représenté, cette pièce de raccordement (3) est réalisée selon un filetage extérieur (4). A celui-ci se rac-  
30 corde du côté de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage un épaulement intermédiaire (6) qui affecte préférentiellement la forme d'une petite section cylindrique. Cet épaulement intermédiaire (6) peut selon le besoin être inséré totalement (figure 7) ou partiellement (figure 2) dans un avant-trou (7) d'un support  
35 de fixation (8) pour le boulon d'ancrage (1), en position de fixation du boulon d'ancrage, et le cas échéant il peut également faire saillie, en grande partie hors de cet avant-trou (7) (voir figure 6). En conséquence cet épaulement intermédiaire (6) doit être considéré comme faisant partie (voir figure 1) de la partie d'in-  
40 troduction (9) du boulon d'ancrage (1). Le support de fixation (8)

peut, comme représenté dans l'exemple de mise en oeuvre, se composer de béton, mais aussi de pierre ou analogue, Selon un mode préféré de mise en oeuvre de l'invention cette partie d'introduction (9) comporte un segment d'arbre lisse (10), qui se raccorde du côté de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage à l'épaulement intermédiaire (6). Du côté de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1), respectivement de sa partie d'introduction (9) se raccorde à ce segment d'arbre lisse (10) un segment profilé de partie d'introduction (11). Selon une caractéristique essentielle de l'invention ce segment (11) est profilé selon des rainures (12) ou tous autres sillons analogues en recul et selon des nervures (13) ou autres saillies disposées en saillie par rapport à ces rainures (voir en particulier les figures 7 à 10 ainsi que les figures 13 et 14). Tel que représenté dans un mode de réalisation sensiblement modifié à la figure 14, les nervures et rainures peuvent être conformées selon des nervures (13a) et des rainures (12a) d'un élément d'introduction (9a) orientées axialement. Selon un mode préféré de mise en oeuvre de l'invention cependant, ces nervures et rainures (12, 13) posséderont un pas de direction opposée à celle prévue pour l'introduction par vissage, ce pas ayant de manière avantageuse un angle d'inclinaison compris entre environ 15 et environ 87 degrés. Elles possèdent donc un angle d'inclinaison qui est supérieur à celui d'un filetage normal, mais qui reste légèrement inférieur à une inclinaison de 90 degrés, qui correspondrait à un positionnement axial parallèle des nervures et rainures (12a, 13a) conforme à la réalisation de la figure 14. On a représenté aux figures 1 et 4 à 13 un mode de mise en oeuvre particulièrement avantageux avec une inclinaison correspondant à une rotation à gauche de  $A =$  sensiblement 25 degrés, si l'on prend pour référence que le boulon d'ancrage (1) est placé dans l'avant-trou (7) par une rotation appliquée vers la droite de son extrémité extérieure (2). En conséquence ce profilage du segment (11) de la partie d'introduction peut apparaître comme une sorte d'hélice transporteuse à plusieurs voies, qui lors d'un mouvement de rotation du boulon d'ancrage selon la flèche Pfl tend à transporter le mélange de mortier, ou analogue, se trouvant dans ce segment de la partie d'introduction vers l'extrémité intérieure (14) de l'avant-trou (7), (voir figure 7, flèche Pf3). A la limite une seule rainure axiale (12a) (voir figure 14) peut suffire. Dans la zone de son

extrémité inférieure (5), le boulon d'ancrage (1) comporte un biseautage, de manière telle que à ce niveau le segment profilé de la partie d'introduction ait un profil en tronc de cône. Comme on peut le voir particulièrement nettement aux figures 1, 7 et 10, les rainures (12) s'étendent jusqu'à cette zone en tronc de cône (15), de manière telle que leurs sections transversales libres soient au moins partiellement ouvertes sur leur extrémité en direction de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage. En conséquence un mélange de mortier de résine synthétique en forme d'une cartouche à briser (16), voir figure 1, peut pénétrer aisément dans les rainures (12). En outre la face frontale (17) du segment (11) de la partie d'introduction est conformée plane et à angle droit par rapport à l'axe longitudinal (18) du boulon d'ancrage (1). Dans la zone de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1) on prévoit quatre entailles (19) disposées sensiblement radialement. Leur section transversale intérieure est de forme sensiblement triangulaire et l'inclinaison de leur fond d'entaille (20) est telle qu'elle se rapproche, en direction radiale et radialement par rapport à l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1), de l'axe longitudinal (18) de celui-ci. Pour cela les entailles (19) ont une disposition radiale symétrique en forme de biseau en croix (voir figures 9 et 10). En particulier grâce à ce tronc de cône (15) et à la disposition de quatre entailles on obtient une conformation du boulon d'ancrage qui d'une part est bien appropriée pour détruire des cartouches (16) d'adhésif, par exemple des ampoules de verre, ou tout autre conteneur de mortier, et qui d'autre part favorise par ce profilage la pénétration du mélange de mortier ou analogue dans le segment d'introduction profilé, ainsi que un bon mélangeage intense des composants individuels du mortier, des additifs etc... Ainsi en perfectionnement de l'invention on évite une opération de centrage continue de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1) sur la cartouche d'adhésif et sur la base du trou forcé. On entraîne et même on favorise un mouvement excentrique par l'inclinaison de l'axe du boulon d'ancrage. Ce mouvement excentrique qui s'opère au moins dans la zone de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage, est souhaité pour un déblayage du type contre-dépouille à l'extrémité terminale intérieure (21) de l'avant-trou (7) conformément à l'invention, sur lequel on reviendra plus en détails en référence aux figures 4 et 6. Pour cela chacun des secteurs (17a)

dirigés frontalement qui subsistent entre les entailles (19) sont également disposés symétriquement, de manière telle que le déplacement excentrique du boulon d'ancrage (1) ne soit pas trop irrégulier, considéré par rapport à son plan de coupe. Ainsi on parvient à une certaine régularité de la zone annulaire qui se crée dans la partie intérieure extrême (21) de l'avant-trou entre le boulon d'ancrage (1) et la paroi (22a) de l'avant-trou élargi (7a)

Les nervures (13) ou autres ailettes profilées du segment profilé (11) de la partie d'introduction du boulon d'ancrage (1) ont dans l'exemple de réalisation une coupe transversale sensiblement trapézoïdale, qui possède de préférence (voir figures 11 à 13) des chants extérieurs (23) sensiblement plus pointus ou sensiblement plus marqués. Selon un mode préféré de mise en oeuvre de l'invention, ces rainures (12), respectivement les nervures (13) seront fabriquées sans enlèvement de copeaux et donc par formage à froid, et il s'ensuit de cette manière, au moins en coupe, des bourrelets (23a) sur ses chants extérieurs (23) des nervures (13).

Les parois frontales (24) des nervures ou analogues dirigées radialement vers l'extérieur sont conformément à l'invention le cas échéant en forme d'auges.

Les caractéristiques précitées favorisent le fait que, de manière qui sera décrite ultérieurement, des grains d'arrachage (35) s'arrêtent dans la zone des parois frontales (24) des nervures (13) et peuvent donc bien coopérer à l'élargissement de l'avant-trou (7). Les nervures (13) appartenant au segment profilé (11) d'entraînement peuvent également avoir une autre section polygonale, par exemple une section triangulaire. Il n'est pas non plus nécessaire qu'elles s'étendent axialement de manière continue. Un mode de mise en oeuvre qui sera préféré tant en raison de son fonctionnement que de sa possibilité de réalisation reproduira cependant le profilage muni de rainures (12) et de nervures (13) qui a été décrit et représenté en particulier aux figures 1, et 4 à 13.

Comme on peut le voir particulièrement nettement à la figure 7, le segment profilé d'entraînement (11) s'étend selon sa longueur axiale d sur sensiblement la moitié de la longueur axiale de la partie d'introduction (9). Ici la portion de la partie d'introduction (9) subsistant entre le segment profilé d'entraînement (11) et l'épaulement intermédiaire (6) est confor-

mée selon un segment d'arbre cylindrique (10), qui comporte une surface extérieure (26) essentiellement lisse. Il s'est montré particulièrement avantageux que le rapport entre la longueur axiale  $d$  du segment profilé d'entraînement (11) et la longueur axiale  $c$  du segment d'arbre lisse (10) soit voisin de 1 à 0,8, autrement dit que le segment d'arbre lisse soit sensiblement aussi grand ou un peu plus court que le segment (11) profilé de la partie d'introduction.

Comme on peut le voir nettement à la figure 7, le boulon d'ancrage (1) présente à différents niveaux sur sa longueur des diamètres différents  $D1$ ,  $D2$  etc... Ainsi  $D1$  est le diamètre extérieur du filetage extérieur (4), par exemple correspondant à un diamètre extérieur nominal d'un filetage M16.  $D2$  est le diamètre de l'épaulement intermédiaire (6) ; il est préférentiellement sensiblement aussi grand que  $D1$ . Le diamètre  $D$  se rapportant au contour du segment (11) profilé de la partie d'introduction augmente selon une caractéristique de l'invention depuis le début de ce segment (11) profilé de la partie d'introduction au niveau du segment d'arbre lisse jusqu'à la zone de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1), préférentiellement de manière continue. Pour cela le segment profilé (11) de la partie d'introduction possède au voisinage immédiat du segment d'arbre lisse (10) un diamètre  $D3-1$  qui correspond pratiquement au diamètre  $D3$  de ce segment d'arbre lisse (10). Par contre la plus grande section extérieure  $D4$  du segment d'entraînement profilé (11), qui se trouve dans la zone de son extrémité intérieure (5), possède un diamètre  $D4$  qui correspond au moins au diamètre  $D2$  de l'épaulement intermédiaire (6), respectivement au diamètre nominal  $D1$  du filetage extérieur (4). Pour cela le diamètre  $D5$  de l'avant-trou (7), non élargi, est adapté aux diamètres respectifs  $D1$ ,  $D2$  et  $D4$ , c'est-à-dire que  $D5$  correspond essentiellement aux diamètres  $D2$ ,  $D4$  etc... sans que  $D5$  ne soit inférieur à  $D2$ , respectivement  $D4$ . En pratique ce résultat est obtenu dans tous les cas en utilisant un foret de même diamètre  $D1$  que le filetage extérieur (4), respectivement que le diamètre  $D2$  de l'épaulement intermédiaire (6). Comme avec un foret de ce type la largeur intérieure de l'avant-trou (7) est obtenue dans la pratique un petit peu plus grande, il subsiste un interstice minime (28) entre la paroi non élargie (22) de l'avant-trou (7) et le contour extérieur, par exemple de l'épaulement intermédiaire (6). Cet interstice (28) est esquissé à la figure 7

et a un ordre de grandeur de 0,1 mm,

Ainsi d'une part on confère au boulon d'ancrage (1) encore dans la zone de l'épaulement intermédiaire (6) un bon maintien centré dans le support de fixation (8), et d'autre part on permet qu'un excédent de mortier puisse être évacué de l'avant-trou (7). La largeur d'interstice  $S_p$  en elle-même nécessaire entre l'avant-trou (7) et le boulon d'ancrage (1), dans lequel le mortier doit venir se placer et durcir, sera réalisée d'une part en ce qui concerne le diamètre du filetage  $D_1$ , respectivement le diamètre de l'épaulement intermédiaire  $D_2$ , respectivement le diamètre  $D_5$  de l'avant-trou, et d'autre part du diamètre  $D_3$  du segment (10) d'arbre inférieur à ces diamètres, pour partie par un segment d'introduction profilé de diamètre plus faible, pour l'autre partie par élargissement du diamètre à l'extrémité intérieure (21) de l'avant-trou par les gorges (12) et analogues. En conséquence le diamètre  $D_3$  du segment d'arbre lisse (10) est choisi conformément à l'invention de manière telle qu'il se forme un interstice  $S_p$  d'une largeur d'environ 1 mm. Par exemple pour une tige d'ancrage (1) avec un filetage extérieur M16, un diamètre de l'épaulement intermédiaire  $D_2$  de 16 mm, le diamètre  $D_3$  du segment d'arbre lisse (10) est d'environ 14 mm. Le diamètre 3-1 de l'extrémité extérieure (29) de segment profilé de la partie d'introduction est ici également de l'ordre de 14 mm. A l'endroit des diamètres supérieurs ce segment (11) de la partie d'introduction profilée a un diamètre extérieur  $D_4$  sensiblement égal à 16 mm. Par le choix de rapports de diamètres de ce type il reste la possibilité de maintenir un montage "traversant" (voir figures 2 et 7).

On peut alors introduire le segment profilé de la partie d'introduction et en cas de besoin l'épaulement intermédiaire (6) peut encore partiellement dans le support de fixation (8), partiellement dans l'objet (30) à fixer servir de centrage (figure 2).

De la même manière que le diamètre extérieur du segment profilé (11) de la partie d'introduction augmente en direction de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage, la hauteur  $h$  des nervures (13) augmente également de l'extrémité extérieure (29) du segment profilé de la partie d'introduction jusqu'à l'extrémité intérieure (5) de préférence de manière continue, la hauteur  $h$  étant calculée entre le fond (31) des rainures (12) et la paroi frontale (24) dirigée radialement vers



l'extérieur que présentent les rainures (13), Ici les hauteurs  $h_1$ ,  $h_2$  et la largeur  $b_1$  des rainures sont assorties, spécialement dans la partie de l'extrémité intérieure (5) du segment profilé (11) de la partie d'introduction, aux dimensions des particules arrachées ou analogues (voir les figures 8 et 13),

Le boulon d'ancrage possède un élément d'entraînement (32) faisant saillie axialement au dessus de la pièce de raccordement extérieure (3). Dans l'exemple de réalisation cet élément d'entraînement est représenté comme étant un pivot à six pans (33) analogue à une tête de vis. Le diamètre du cercle dans lequel il s'inscrit est plus petit que le diamètre intérieur de la pièce de raccordement (3), de manière par exemple que l'on puisse visser un écrou (33a) sans problèmes (voir figures 1 et 7). L'élément d'entraînement favorise une transmission plus sûre des forces de rotation, par exemple d'une perceuse électrique au boulon d'ancrage (1), lorsque l'on doit transmettre là des forces en partie considérables pour des boulons d'ancrage (1) légèrement oscillants.

Les jonctions (34) entre chacun des segments du boulon d'ancrage (3, 6, 10) sont conformées avec une inclinaison inférieure à 15 degrés, ce qui limite ou évite les influences négatives par effet d'entaille.

La section libre des nervures avec les hauteurs  $h_2$  respectivement  $h_1$ , la largeur  $b_2$  et la granulométrie des particules arrachées (35) ou autres éléments d'arrachage sont déterminées en relation l'un de l'autre.

Avec le boulon d'ancrage (1) on peut mettre en oeuvre de la manière décrite ci-après le procédé conforme à l'invention. Tout d'abord on réalise un avant-trou (7) de diamètre  $D_5$  correspondant au boulon d'ancrage (1). Puis on dispose de manière habituelle du mortier, et de préférence en règle générale un mortier synthétique, dans l'avant-trou. Ceci peut se réaliser par exemple par l'introduction d'une cartouche (16), qui comprend dans deux ampoules de verre séparées un mortier synthétique à deux composants. Le mortier synthétique peut cependant être également par exemple introduit sous une forme pâteuse ou solide.

Il appartient également à l'invention d'introduire dans l'avant-trou (7) des grains d'arrachage (35) ou autres ajouts durs en tant qu'éléments d'arrachage (d'abrasion). Ceux-ci peuvent être préférentiellement des grains de sable silicieux ou analogues de granulométrie comprise avantageusement entre environ

0,3 à 6 mm, de préférence environ 1,5 à 1,8 mm, Pour cela on peut aussi utiliser des cartouches d'adhésif à deux composants en elles-mêmes connues qui pour d'autres raisons présentent déjà jusqu'à présent des grains pour leur utilisation comme charge ou comme stabilisant. Il faut cependant veiller à ce que les grains aient une dureté suffisante et un contour polygonal, et en outre qu'une partie suffisamment importante de ceux-ci soit située dans le domaine de granulométrie précité, de manière que ces ajouts puissent également coopérer comme éléments d'arrachage avec le boulon d'ancrage (1) conformé de manière correspondante conformément à l'invention. Avec la coopération de la conformation selon l'invention de la zone à l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1) (voir en particulier les figures 9 et 10 et la description qui s'y rapporte) la cartouche (16) est détruite et son contenu mélangé, lorsque le boulon d'ancrage (1) est introduit de la manière habituelle dans l'avant-trou (7). Ceci est opéré habituellement avec une perceuse électrique, qui peut également de préférence travailler également en percussion. Les deux mouvements qui se combinent, à savoir le mouvement de rotation et le mouvement de percussion axial sont schématisés à la figure 4 par les flèches Pfl et Pf4. Dans l'exemple de réalisation on utilise, comme il est d'usage, une perceuse à main à rotation à droite correspondant à la flèche Pfl, puisque ce mouvement de rotation s'adapte à l'inclinaison à gauche (pas gauche) du profilage (36) en nervures et rainures du segment profilé (11) de la partie d'introduction. Les morceaux de l'emballage éventuel du mortier synthétique introduit, par exemple les ampoules de verre de la cartouche (16), sont broyés par le boulon d'ancrage (1) et mélangés. La figure 1 montre à cet égard la position de départ avant la destruction de la cartouche (16), la figure 4 montre une étape intermédiaire du processus, dans laquelle la cartouche (16) ou tout autre emballage éventuellement présent du mortier synthétique a déjà été détruit et au moins partiellement déjà mélangé. On trouve à ce stade de multiples grains d'arrachage (35) qui de même sont répartis déjà régulièrement dans le mélange (37) composé du mortier synthétique (38) et des grains d'arrachage (35) (et éventuellement les morceaux broyés de la cartouche (16)). Pour éviter de perdre de manière incontrôlée la moindre partie du mélange (37), l'avant-trou (7), abstraction faite de son orifice d'ouverture (39), est conformé selon un trou borgne fermé de tous les côtés (au besoin un

trou borgne de ce type peut être obtenu par des moyens accessoires, par exemple par obturation de l'une des extrémités d'un trou traversant), Au stade opératoire représenté à la figure 4 l'avant-trou (7) est encore cylindrique, la zone de l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage de diamètre D4 s'adapte au diamètre D5 de l'avant-trou. Dans la pratique il se produit, lors du positionnement du boulon d'ancrage (1) à l'aide d'une perceuse électrique ou analogue, obligatoirement un certain mouvement excentrique du boulon d'ancrage, qui est schématisé à la figure 5 par la double flèche Pf5. Même avec des outils d'alésage dont l'avance est bien guidée de manière ferme mécaniquement, on peut veiller à ce que le boulon d'ancrage (1) ne soit pas empêché d'avoir un mouvement correspondant de nutation. C'est dans la zone de l'extrémité intérieure (5) que ce mouvement est par origine le plus accentué. Il est favorisé et accentué de la manière désirée si les secteurs (17a) de la paroi frontale (17) rencontrent une résistance. Celle-ci peut être par exemple la cartouche (16), mais aussi le mélange de mortier (37). Comme on peut le voir nettement aux figures 5, 8 et 13, le mélange (37) pénètre dans la zone du segment profilé d'entraînement (11) du boulon d'ancrage (1) et en conséquence les grains d'arrachage (de frottement) (35) sont entraînés en partie dans les rainures (12) en correspondant avec le mouvement de rotation Pfl, une partie parvenant entre les parois frontales (24) en forme d'auges des nervures (13) d'une part et la paroi (22) de l'avant-trou (7) d'autre part. Les grains de frottement (35) durs ou autres éléments de frottement élargissent l'avant-trou (7) à son extrémité terminale intérieure (21). En raison de l'inclinaison en sens inverse du profilage (36) en nervures et rainures par rapport au sens de rotation Pfl, on parvient ainsi conformément à l'invention à une superposition de plusieurs composantes de mouvement du mélange (37), voir figure 7. Lors de la pénétration du boulon d'ancrage (1) (voir figures 4 à 6) celui-ci pousse le mélange (37) en grande partie en direction de l'ouverture (39) de l'avant-trou (voir la flèche en traits mixtes Pf6 à la figure 7). Par le mouvement de rotation du boulon d'ancrage (1) en liaison avec le profilage (36) en rainures et nervures, le mélange de mortier (37) est forcé en direction de l'extrémité intérieure (14) de l'avant-trou (7), respectivement de l'avant-trou élargi (7a) selon la flèche en traits mixtes Pf3, effectue le mouvement de rotation décrit selon les flèches en

traits mixtes Pfl à la figure 7 et la figure 13, En conséquence  
 le mélange de mortier (37) ne peut pas sous la seule action de  
 pression du boulon d'ancrage (1) qui avance se déplacer en direc-  
 tion de l'orifice (39) du trou par le chemin le plus aisé et le  
 cas échéant sortir par ledit orifice, Au contraire une partie  
 5 importante des grains de frottement (35) est maintenue dans la  
 zone d'extrémité intérieure (21) de l'avant-trou (7) ou le cas  
 échéant ramenée partiellement à la partie terminale intérieure  
 (14) de l'avant-trou (7). Une même partie du mélange de mortier  
 10 peut donc ainsi prendre part plusieurs fois au mouvement de frot-  
 tement pour l'alésage. De manière avantageuse il se produit alors  
 conformément au procédé selon l'invention un élargissement (7a) sen-  
 siblement en forme de poire dans la zone d'extrémité intérieure  
 (21) de l'avant-trou (7), ce qui peut être constaté nettement  
 15 en particulier sur la figure 6. Les lignes en traits mixtes (40),  
 qui s'écartent légèrement de l'axe longitudinal (41) de l'alésage,  
 doivent être comprises comme schématisant le mouvement excentrique  
 du boulon d'ancrage (1). L'avant-trou (7) initialement cylindri-  
 que se transforme alors en un alésage élargi (7a) par enlèvement  
 20 de matière dans sa partie terminale intérieure, tel que représenté,  
 rempli de mortier, à la figure 6 et sans mortier à la figure 7.

Les grains de frottement (35) ou autres éléments de  
 frottement pourraient être bien entendu également amenés également  
 séparément du mortier synthétique à deux composants dans l'avant-  
 25 trou (7), le cas échéant également dans un conteneur spécial. Ainsi  
 qu'il ressort particulièrement nettement de la figure 5, le dia-  
 mètre sensiblement réduit D3 de l'arbre par rapport aux diamètres  
 D1 du filetage (4) respectivement D5 du trou favorise l'exécution  
 du mouvement de nutation pour le boulon d'ancrage. Les morceaux  
 30 de la cartouche (16) ou autres emballages, ou des morceaux deta-  
 chés des parois sont mélangés lors de la pénétration du boulon  
 d'ancrage (1) avec le mélange (37) de mortier et des grains de  
 frottement. Ils participent au remplissage de l'interstice annu-  
 laire (28) par le mélange de mortier (37). Le cas échéant d'autres  
 35 éléments constitutifs individuels particulièrement durs, qui par  
 exemple sont détachés de la paroi de l'avant-trou (7) peuvent éga-  
 lement ultérieurement agir à la manière des grains de frottement.

Après le durcissement du mortier synthétique (38)  
 on parvient en particulier dans la zone d'extrémité intérieure (21)  
 40 de l'avant-trou à une très bonne liaison entre le boulon d'ancrage

(1) et son support de fixation (8). A cela participe, à côté des forces de maintien agissant chimiquement du mortier de liaison, en outre le profilage (36) en nervures et rainures dans la zone de l'extrémité intérieure du boulon d'ancrage (1), par suite de l'élargissement par enlèvement de matière de l'alésage (7a) du type contre-dépouille. Lorsque le mortier est complètement durci il s'ensuit effectivement à cet endroit une fermeture en une certaine mesure supplémentaire entre le boulon d'ancrage (1), le mortier durci (38) et l'extrémité intérieure de l'avant-trou. Au fait que la liaison du boulon d'ancrage ou support de fixation (8) puisse être déplacée de cette manière principalement à l'extrémité intérieure de l'alésage (7a) coopère également conformément à l'invention une conformation lisse de la surface de la section d'arbre lisse (10).

On a constaté que lors d'une forte contrainte exercée sur le boulon d'ancrage conforme à l'invention celui-ci peut, en particulier dans la zone extérieure du segment profilé de l'élément d'introduction, c'est-à-dire en particulier dans la zone du segment (10) d'arbre lisse, effectuer un certain mouvement de flexion en direction axiale, sans que à proximité de la face extérieure (42) du support de fixation (8) ne se forme par détachement un cône de détachement dans ce support de fixation (8).

Bien plus les essais ont montré que le boulon d'ancrage (1) réalise conformément à l'invention sa liaison avec le support de fixation à une distance nettement plus grande par rapport à la paroi extérieure (42) de celui-ci ; cela signifie que le boulon d'ancrage (1) est en pratique essentiellement lié le plus fortement au support de fixation (8) dans la zone de l'extrémité intérieure (21) de l'avant-trou élargi (7a).

A titre comparatif on a représenté pour cela une tige d'ancrage St comportant un filetage extérieur (4a) sur toute son extrémité intérieure. Dans des conditions cependant comparables le mortier de liaison durci ne peut pas absorber sans autres à proximité de la face extérieure (42) du support de fixation (8) une flexion éventuelle de la tige d'ancrage St, sans que l'effet de liaison du mortier synthétique ne vienne à porter à proximité de l'extrémité intérieure (21a) de l'alésage B,

L'invention met également à profit les connaissances précitées pour une configuration particulière et la possibilité d'une utilisation particulière du boulon d'ancrage.

Ainsi un perfectionnement au boulon d'ancrage (1) consiste à ce que le segment (10) d'arbre lisse de la partie d'introduction (9) comporte une rugosité de surface particulièrement faible. Ainsi la capacité de maintien d'un mortier synthétique vis à vis du boulon d'ancrage sera certainement diminuée au sens de l'action décrite précédemment. De manière préférentielle la rugosité de surface sera alors inférieure à 20  $\mu$ . En perfectionnant cette réalisation l'invention propose également que le segment d'arbre lisse (10) soit recouvert au moins partiellement d'un moyen de séparation (43). Celui-ci empêche par exemple par action chimique une liaison entre le mortier d'une part et le segment correspondant de la tige d'ancrage d'autre part. Par ces mesures on peut loger non seulement la zone de fixation entre le boulon d'ancrage (1) et le support de fixation (8) avec une sécurité appropriée dans la partie intérieure d'extrémité (21) de l'alésage élargi (7a). On peut en cas de besoin également utiliser conformément à l'invention le boulon d'ancrage (1) comme vis expansible. Il possède alors un segment d'arbre (10) légèrement flexible axialement, absorbant la dilatation. A la figure 1, sur la partie droite, on a représenté en vue très schématisée une telle couche de moyen de séparation (43).

Enfin l'invention propose également de réaliser au moins le segment profilé (11) de la partie d'introduction, de préférence l'ensemble du boulon d'ancrage (1), essentiellement par formage à froid. Ainsi il est réellement possible, de la manière la plus simple, de réaliser les chants extérieurs (23) des nervures (13) avec au moins par sections une structure en arêtes. Ceci favorise le déblayage de la paroi (22) de l'avant-trou (7). D'une part les parois frontales (24) des nervures (13) reçoivent alors un profil en coupe transversale sensiblement en forme d'auge, ce qui maintient plus longtemps dans la zone active de manière déjà décrite les grains de frottement (35) ou analogues (voir aussi la figure 13). D'autre part ces chants extérieurs (23) qui font saillie sensiblement radialement exercent la fonction de nervures d'écrasement, qui pressent dans la zone des faces frontales (24) des grains de frottement (35) en roulement particulièrement fortement contre la paroi (22) de l'avant-trou. L'action des nervures d'écrasement peut selon un autre perfectionnement apporté à l'invention être encore augmentée par un durcissement. De plus le profilage précité contribue en outre à une den-

ture intensive entre le boulon d'ancrage (1) et le mélange de mortier durci (37). On obtient à l'extrémité intérieure (21) de l'avant-trou d'une certaine manière une zone de mortier fermement imbriquée à la tige d'ancrage (1) par des dentures et des profilages, qui réalise aussi bien entre le support de fixation (8) que également avec la tige d'ancrage un bon blocage, pratiquement optimal, de manière que même sous des conditions de traction élevées du boulon d'ancrage à l'intérieur de la zone d'extrémité (21) de l'alésage élargi (7a) il ne se produise pas de dislocation.

Une caractéristique essentielle de l'invention réside dans ce qui suit. On réalise avec le procédé de placement, respectivement avec le bouchon d'ancrage (1) conformes à la demande que la zone dans laquelle les forces de traction sont transmises au support de fixation (8) de manière stable, continuellement rigide et sans coulisement, vienne concerner une portion importante éloignée de la paroi extérieure (42) du support de fixation (8) à l'intérieur de ce support de fixation. Principalement la distance de transfert concerne la longueur axiale du segment d'arbre lisse (10) et le cas échéant partiellement un segment approprié de l'épaulement intermédiaire (6). Ceci correspond donc sensiblement à la longueur du segment d'arbre c, le cas échéant avec adjonction d'une partie ou de l'ensemble de la distance b (voir figure 7). Ainsi l'invention laisse ouverte la possibilité de donner à ces distances c respectivement b une longueur suffisante pour les exigences de l'argumentation de la solidité, etc... Bien que grâce aux mesures conformes à l'invention on réalise l'avantage d'une possibilité de sollicitation beaucoup plus importante du boulon d'ancrage (1) la dépense pour le positionnement de ce boulon d'ancrage (1) n'est en pratique pas plus importante que pour les boulons d'ancrage connus. Lors de la fabrication du boulon d'ancrage (1) conformément au procédé de fabrication conforme à l'invention, il est également possible d'obtenir une production bon marché du boulon d'ancrage (1).

D'autres avantages sont explicités, parmi d'autres, ci-après. Pour le formage sans formation de copeaux, en particulier par un formage à froid du segment (11) d'entraînement on obtient également un renforcement du matériau du boulon d'ancrage dans cette zone, ce qui est avantageux pour l'élargissement de l'avant-trou. Comme on peut le voir nettement en comparant les figures 2 et 3, on peut maintenir pour un même diamètre de file-

tage extérieur D1, respectivement D1' un diamètre D5 de l'avant-trou sensiblement plus faible ; malgré cela on obtient toujours la largeur d'interstice Sp nécessaire pour l'action du mortier, et ceci d'une part en raison du diamètre sensiblement diminué D3 de la portion d'arbre (10) et d'autre part en raison de l'élargissement (7a) de l'avant-trou (7). Dans certaines limites on peut également adapter la largeur de l'interstice aux exigences pratiques. Ceci peut être obtenu en partie par le choix approprié du diamètre D3 du segment d'arbre (10), et dans une certaine mesure par la dimension de l'élargissement (7a) de l'avant-trou (7). Dans le même ordre d'idées on notera également ce qui suit. Le degré de mouvement excentrique de la zone (11) d'entraînement du boulon d'ancrage (1) peut également être légèrement influencé par la force de pénétration. Plus on sollicite le boulon d'ancrage dans le sens de son enfoncement (voir la flèche Pf4 à la figure 4), plus l'extrémité intérieure du boulon d'ancrage (1) tend à un mouvement excentrique. Comme indiqué précédemment, on peut également en cas de besoin favoriser l'élargissement par un choix approprié de grains de frottement (35) particulièrement plus efficaces.

On peut également indépendamment du mortier amener dans l'avant-trou additionnellement des granulats de frottement qui ont tout d'abord une fonction de frottement. Mais des granulats de ce type peuvent également exercer de manière appropriée une double fonction. Après l'élargissement de l'alésage (7a), ces granulats peuvent servir à améliorer la force de cisaillement et de pression du mortier. L'invention n'est en aucune manière limitée aux mortiers synthétiques. On peut également utiliser d'autres mortiers, par exemple un ciment mortier, de la même manière.

Toutefois par l'utilisation d'un mortier synthétique et par une configuration lisse du segment d'arbre (10) on obtient l'avantage spécifique suivant. Si le boulon d'ancrage (1) est soumis, en raison d'une tension à un allongement axial, le mortier n'est pas sollicité, ou seulement de manière inférieure à ce qui se passe habituellement, dans la zone du segment d'arbre lisse (10). Ceci limite voire exclut totalement le risque de la fonction de fissures dans le mortier. En cas de besoin on peut ici se servir de la couche (43) de moyen de séparation.

Comme on peut le voir nettement en comparant les figures 1, 2 et 4 à 6, la tige d'ancrage (1) commence à exercer un mouvement excentrique ayant en pratique une certaine importance



5 tout d'abord dans une zone intérieure. En outre c'est essentiellement uniquement dans la zone du segment (11) d'entraînement que les grains de frottement (35) ou analogues sont entraînés pour l'élargissement de l'avant-trou de manière appropriée intensive et le cas échéant pendant une durée suffisamment longue. En conséquence c'est également dans la zone (21) que l'élargissement est le plus important (voir figure 6).

10 Enfin la figure 15 représente une variante légèrement modifiée (1a) du boulon d'ancrage. A la différence du boulon d'ancrage (1) représenté à la figure 1, la zone d'entraînement (11) n'est pas munie à son extrémité intérieure (44) sur une longueur axiale 1 d'un contour conique, mais cylindrique. Ceci présente l'avantage que c'est dans la partie (21), dans laquelle s'exerce le travail d'élargissement le plus important sur l'alésage (7),  
15 que le boulon d'ancrage (1a) est également le plus solide. Certaines actions de frottement qui s'exercent sur le boulon d'ancrage (1) s'exercent plus faiblement avec la configuration du boulon d'ancrage (1a).

20 Conformément à l'invention toutes les caractéristiques décrites peuvent être utilisées séparément ou en combinaison.

## REVENDICATIONS

1. Procédé pour le positionnement d'un boulon d'ancrage dans le béton ou tout autre support de fixation, dans lequel on introduit dans un avant-trou de structure appropriée sensiblement cylindrique du mortier, préférentiellement un mortier synthétique, ainsi que la partie d'introduction du boulon d'ancrage faisant tourner avec une force de déplacement partielle ainsi qu'une circulation le mortier et dans lequel le boulon d'ancrage est relié au support de fixation par durcissement du mortier, qui peut comporter le cas échéant des adjonctions granuleuses comme des grains silicieux pour augmenter sa résistance au cisaillement par exemple, caractérisé en ce que les adjonctions introduites dans l'avant-trou avec le mortier et/ou séparément sont déplacés et forcés longitudinalement comme éléments de frottement, par exemple des grains de frottement (35), le long de la paroi (22) de l'avant trou (7) par le mouvement de pénétration rotatif du boulon d'ancrage (1) et que ce faisant le diamètre de l'avant-trou s'agrandisse par contre-dépouille intérieure de celui-ci.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'augmentation de diamètre de l'avant-trou (7) s'opère principalement à son extrémité intérieure (21).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la partie d'introduction (9) du boulon d'ancrage (1), de préférence la zone interne de cette partie d'introduction est déviée, lors de son introduction dans l'avant-trou, de manière excentrique, le cas échéant de manière inévitable.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que dans la zone d'extrémité intérieure (21) de l'avant-trou (7) se produit une excavation de contour sensiblement piriforme.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que au moins une partie des grains de frottement (35) ou analogues sont entraînés au moins sur une certaine distance par une zone d'entraînement (11) présentant des rainures (12) ou analogues et/ou des nervures (13) ou analogues et que les grains de frottement (35) ou analogues sont forcés au moins par périodes sur les nervures (13) ou autres parties faisant saillie radialement de la zone d'entraînement (11).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1

à 5, caractérisé en ce que la taille des grains de frottement (35) ou analogues est accordée d'une part à la largeur l'interstice entre la paroi (22) de l'avant-trou (7) et au diamètre (D3 à D4) du segment profilé d'introduction (11) et d'autre part en outre à la hauteur du profil (h1, h2) des nervures (13) ou analogues du segment profilé d'introduction (11), le diamètre des grains de frottement ou analogues ayant de manière appropriée une granulométrie de diamètre compris entre environ 0,3 à 6 mm, de préférence entre environ 1,5 à 1,8 mm, de manière telle que les grains de frottement ou analogues puissent être entraînés dans les rainures (12) ou analogues en tournant et que quelques uns d'entre eux se déplacent sur les parois frontales des nervures (13) et réalisent en particulier à cet endroit un déblayage sur la paroi (22) de l'avant-trou (7).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que au moins une partie du mélange (37) composé du mortier (38) et des grains de frottement (35) ou analogues est pendant une période de temps de l'introduction du boulon d'ancrage (1) dans son avant-trou, d'une part forcée en direction de l'ouverture de l'avant-trou (7), d'autre part déplacée sensiblement dans la direction périphérique Pfl de l'avant-trou ainsi que de manière appropriée également en direction de l'extrémité intérieure (14) de l'avant-trou (7), et que préférentiellement il ne se produise à proximité de l'ouverture (39) de l'orifice de l'avant-trou pratiquement pas de refoulement axial du mélange de mortier (37) par le mouvement de rotation du boulon d'ancrage (1) lors de son positionnement.

8. Boulon d'ancrage comportant à son extrémité extérieure une pièce de raccordement et qui peut être fixé par une partie d'introduction présentant un profilage dans du béton ou tout autre support de fixation au moyen de mortier, de préférence du mortier synthétique, la partie d'introduction pouvant être introduite au moins partiellement dans un avant-trou sensiblement cylindrique du support de fixation, avant-trou dans lequel se trouvent d'une part le mortier et le cas échéant les additifs améliorant sa résistance au cisaillement ou autre propriété analogue, et d'autre part le boulon d'ancrage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la partie d'introduction présente au niveau de son extrémité intérieure (5) un segment d'entraînement (11) pour

les éléments de frottement, par exemple les grains de frottement (35), qui est muni de rainures (12) ou analogues et/ou de nervures (13) en saillie.

5 9. Boulon d'ancrage selon la revendication 8, caractérisé en ce que au segment d'entraînement (11), du côté de l'extrémité extérieure du boulon d'ancrage, se raccorde un segment d'arbre (10) de la partie d'introduction (9) de diamètre (D3) légèrement plus faible, et de préférence sensiblement lisse.

10 10. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que les rainures (12) ouvertes de manière appropriée vers l'extrémité intérieure (5) de la partie d'introduction (9), respectivement que les nervures (13) du segment profilé d'entraînement (11) sont inclinées dans une direction opposée au sens de rotation prévu, de manière appropriée avec un  
15 angle d'inclinaison de environ 15 à environ 87 degrés, de préférence avec un angle d'inclinaison A de environ 25 degrés.

11. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'inclinaison (A) des rainures (12), respectivement des nervures (13) du segment profilé  
20 d'entraînement (11) sont orientées au sens d'une rotation à gauche.

12. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que les rainures (13) ou autres parties faisant saillie du segment d'entraînement (11) affectent une section polygonale, par exemple triangulaire, ou avantageusement une section sensiblement trapézoïdale, qui présente de  
25 manière appropriée au moins par endroits des chants extérieurs (23) pointus, les parois frontales (24) dirigées radialement vers l'extérieur des rainures (13) ou autres parties du segment d'entraînement (11) étant de préférence conformées en forme d'auges.

30 13. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que le segment d'entraînement (11) s'étend sur environ 1/2 à 2/3 de la longueur totale de la partie d'introduction (9) et que la partie subsistante de la partie d'introduction est conformée de manière avantageuse selon un  
35 segment d'arbre (10) cylindrique.

14. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, comportant le cas échéant à son extrémité extérieure un filetage extérieur ou autre pièce de raccordement, caractérisé en ce que, se raccorde, du côté de l'extrémité intérieure  
40 (5) du boulon d'ancrage (1), à la pièce de raccordement (3) un

épaulement intermédiaire (6) de préférence essentiellement cylindrique, auquel se rattache le segment d'arbre (10) lisse de diamètre (D3) légèrement plus faible de la partie d'introduction (9), qui comporte lui-même rattaché à son autre extrémité le segment profilé (11) d'entraînement.

15. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que le diamètre extérieur (D3.1 à D4) du segment d'entraînement (11) augmente depuis son extrémité extérieure (29) à partir d'un plus petit diamètre (D3.1), qui de manière appropriée correspond sensiblement au diamètre (D3) du segment d'arbre lisse (10), environ jusqu'au plus grand diamètre extérieur (D4) du segment (11) d'entraînement à l'extrémité intérieure (5) de celui-ci, préférentiellement de manière continue.

16. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que le segment intérieur terminal de diamètre D4 de la partie d'entraînement (11) comporte un contour extérieur sensiblement cylindrique.

17. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 16, caractérisé en ce que le diamètre (D4) de la partie terminale du segment profilé (11) d'entraînement (11) est légèrement plus petit ou identique au diamètre (D2) de l'épaulement intermédiaire (6), de manière préférentielle la hauteur (h) des nervures (13) ou analogues du segment d'entraînement (11) augmentant de la zone de son extrémité (29) dirigée vers l'extérieur vers l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage, cette augmentation étant de préférence sensiblement continue.

18. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 17, caractérisé en ce que le segment lisse (10) d'arbre de la partie d'introduction (9) ne possède qu'une faible rugosité de surface, de préférence inférieure à 20  $\mu$ , et/ou que le cas échéant le segment d'arbre (10) est au moins partiellement recouvert d'une couche (43) d'un moyen de séparation.

19. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 18, caractérisé en ce que la face frontale (17) de sa partie d'introduction (9) est conformée pour le moins sensiblement à angle droit par rapport à l'axe longitudinal (18) du boulon d'ancrage (1), et est de manière préférentielle plate.

20. Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 19, caractérisé en ce que à l'extrémité intérieure (5) de sa partie d'introduction (9) il comporte un contour sensi-

blement conique ou en tronc de cône (15), et que de préférence au moins certaines des rainures (12) ou autres évidements s'étendent jusqu'à ce tronc de cône (15),

21, Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 20, caractérisé en ce que à son extrémité intérieure (5) sont prévues une, de préférence plusieurs entailles (19) radiales, de section libre préférentiellement triangulaire, dont le fond d'entaille (20) est incliné en direction de l'axe longitudinal (18) et vers l'extrémité intérieure (5) du boulon d'ancrage (1),

22, Boulon d'ancrage selon la revendication 21, caractérisé en ce que les entailles (19) ont une configuration radiale symétrique, de préférence en forme de biseau en croix,

23, Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 22, caractérisé en ce qu'il comporte un élément de raccordement (32) faisant saillie axialement par rapport à la pièce de raccordement extérieure, muni d'une jonction (34), formée sans enlèvement de copeaux, par exemple un pivot polygonal, de préférence carré ou hexagonal, dont le cercle dans lequel il est inscrit a un diamètre plus petit que le diamètre intérieur de la partie de raccordement et dont la jonction fait un angle (U) selon un chanfrein plan,

24, Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 23, caractérisé en ce que les jonctions (34) entre chacun des segments du boulon d'ancrage tels que (33, 3, 6, 10) sont conformés avec une inclinaison (U) inférieure à 15 degrés.

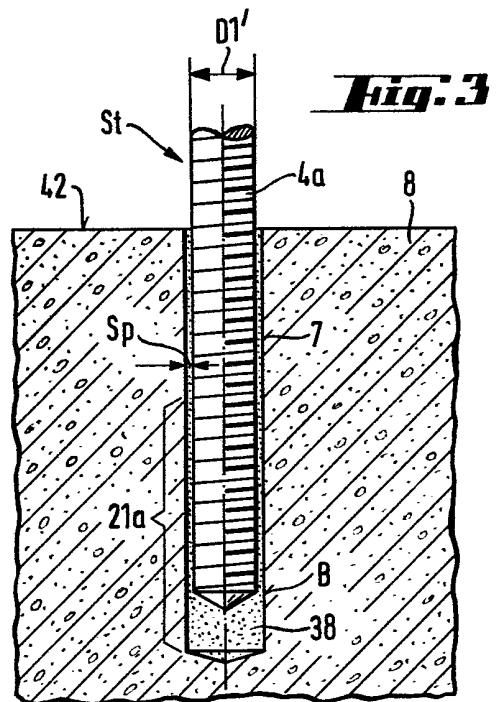
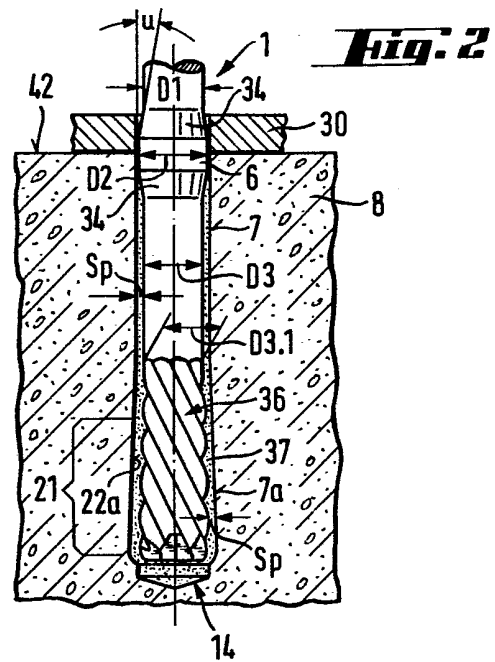
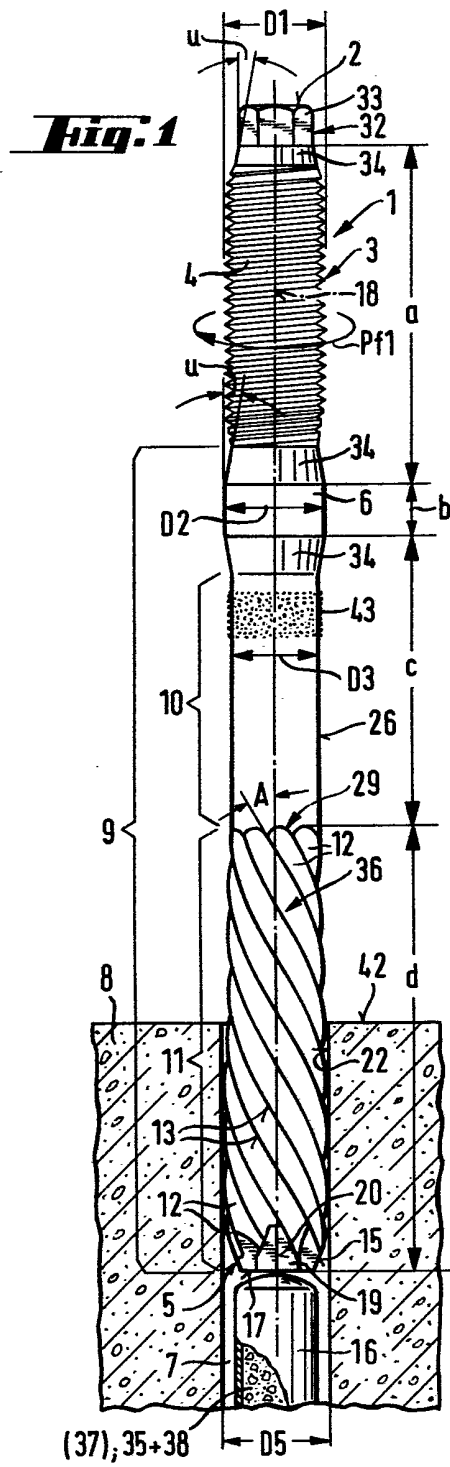
25, Boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 24, caractérisé en ce que la largeur moyenne (b2) des rainures (12) ou autres du segment profilé d'entraînement (11) est sensiblement de l'ordre de 2 à 3 mm,

26, Procédé de fabrication d'un boulon d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 8 à 25, caractérisé en ce que au moins son segment profilé (11) d'entraînement est essentiellement réalisé par formage à froid,

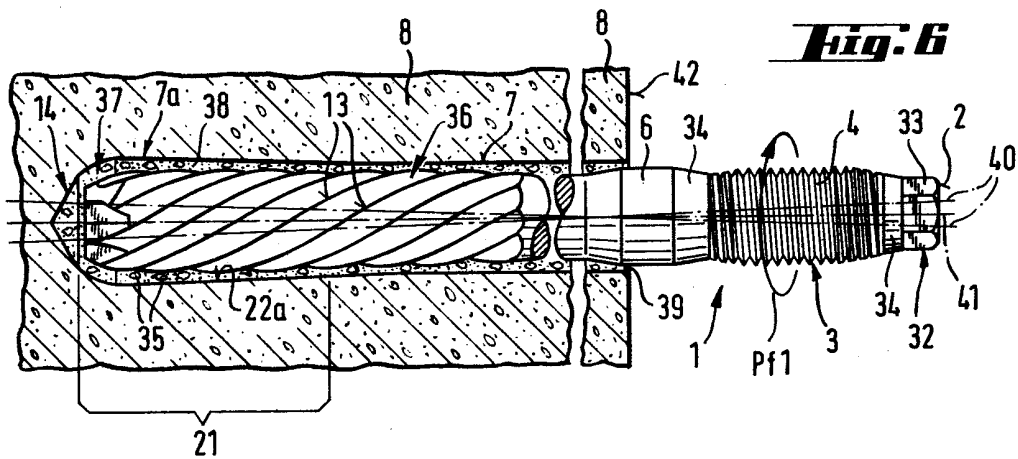
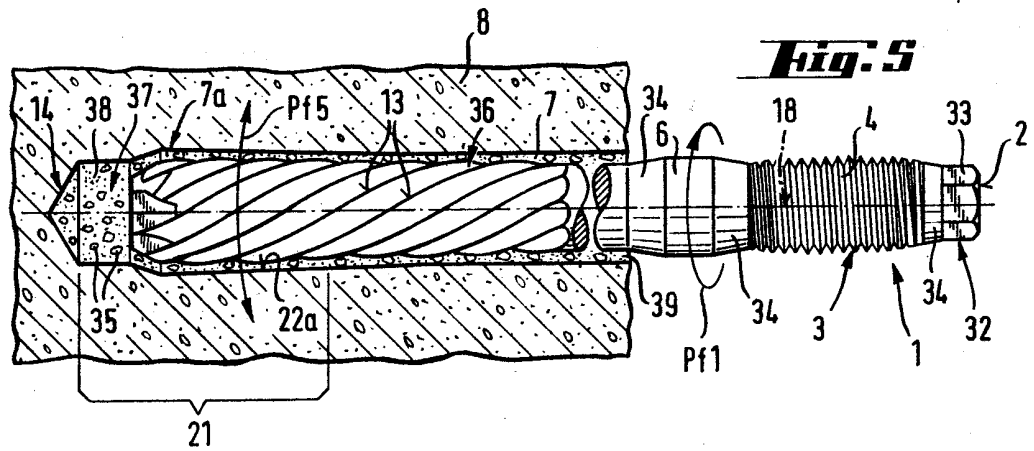
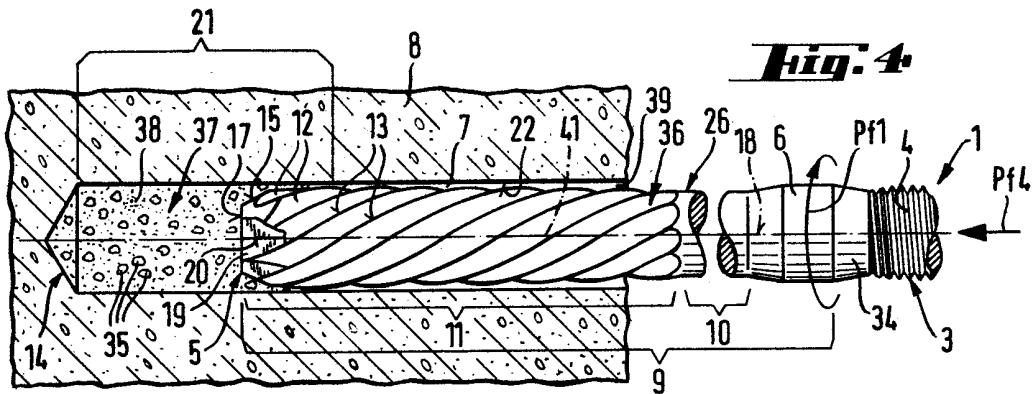
27, Procédé de fabrication d'un boulon d'ancrage selon

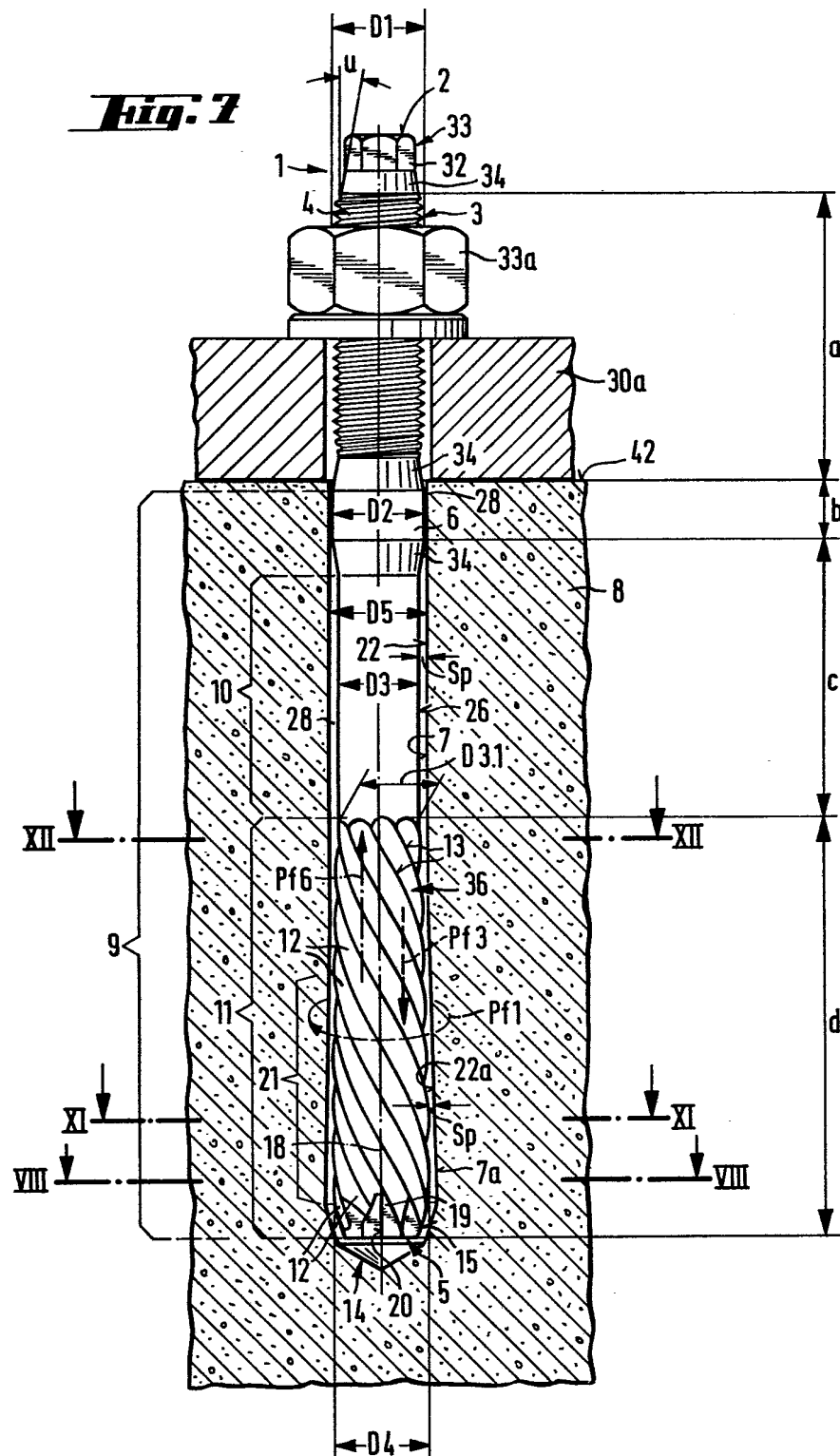
la revendication 26, caractérisé en ce que celui-ci est obtenu par formage à froid à partir d'un fil métallique, le filetage extérieur (4) et le profilage du segment d'entraînement (11) étant le cas échéant réalisés par calandrage et l'épaulement intermédiaire (6) le cas échéant par refoulement.

5

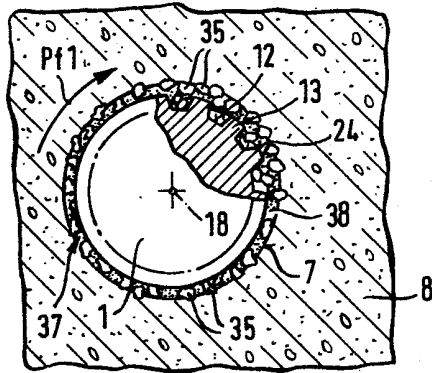




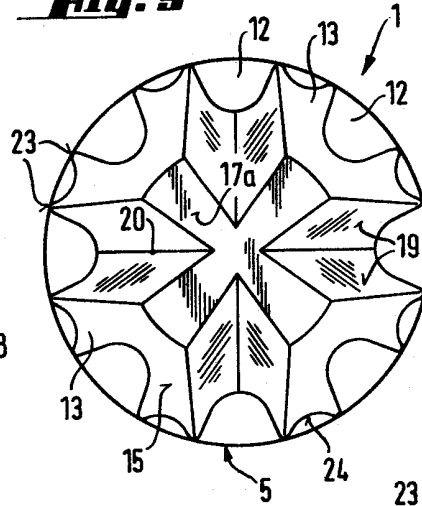




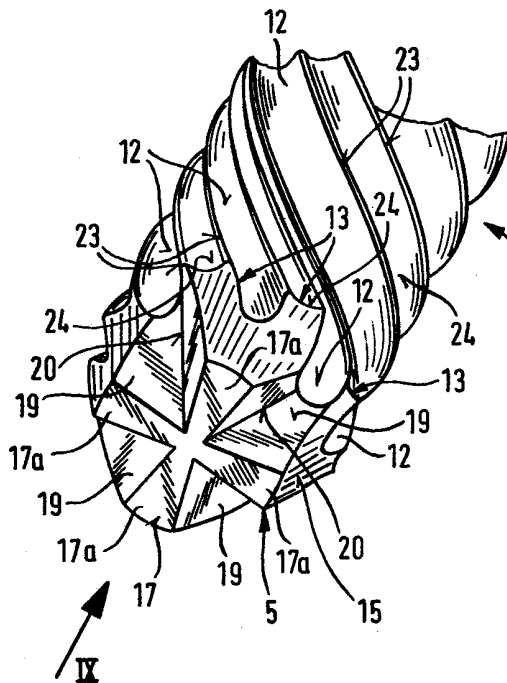
**Fig. 8**



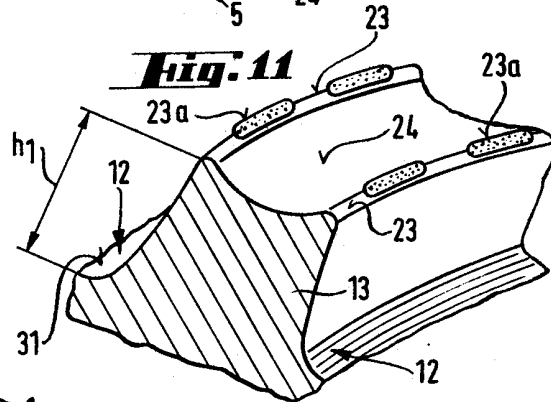
**Fig. 9**



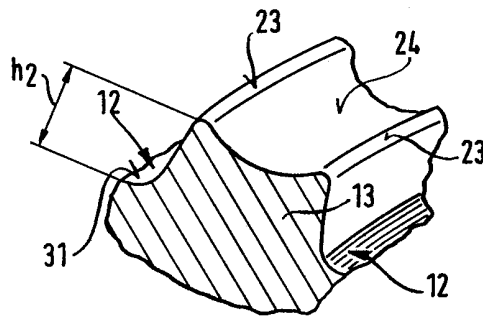
**Fig. 10**

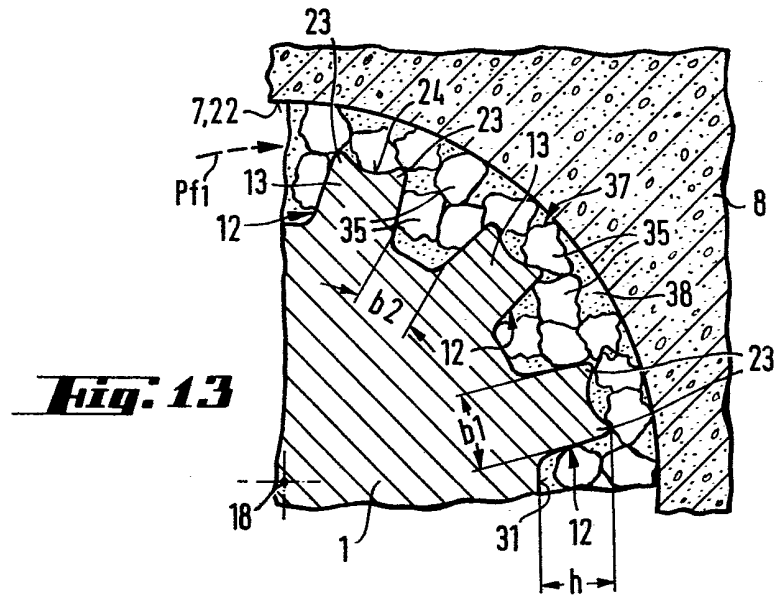


**Fig. 11**

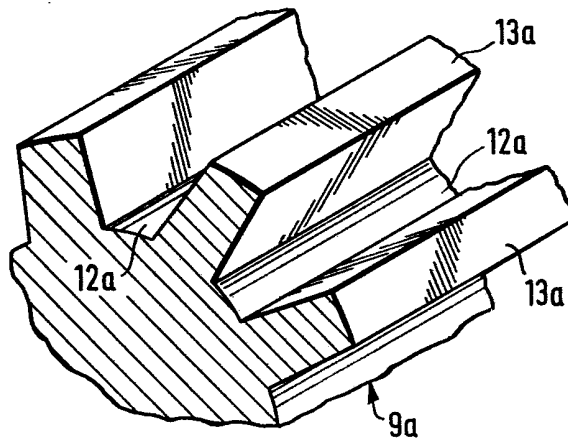


**Fig. 12**





**Fig. 14**



**Fig. 15**

