



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1012823A5

NUMERO DE DEPOT : 09800191

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 03 Avril 2001

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 10 Mars 1998 à 14H20 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : BAKER HUGHES INCORPORATED
3900 Essex lane (Suite 1200) HOUSTON TEXAS 77027(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Joëlle, OFFICE VAN MALDEREN, Place Reine
Fabiola 6/1 - B 1083 BRUXELLES.

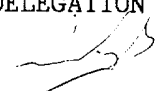
un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : ELEMENTS RAPPORTES A POINTE SUPERABRASIVE POUR TREPANS DE FORAGE DE TERRE.

INVENTEUR(S) : Danny E. Scott, 3015 Poe, Montgomery, Texas 77356 (US)

PRIORITE(S) 11.03.97 US USA 815063

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 03 Avril 2001
PAR DELEGATION SPECIALE :


L. WUYTS
CONSEILLER

ÉLÉMENTS RAPPORTÉS À POINTE SUPERABRASIVE POUR TRÉPANS DE FORAGE DE TERRE

RENVOI AUX DEMANDES APPARENTÉES

La présente demande est une continuation partielle de la demande de
5 brevet US, no. de série 08/468215, déposée le 6 juin 1995, encore en
suspens, constituant une continuation de la demande, no. de série
08/300502, déposée le 2 septembre 1994, constituant actuellement le brevet
US 5467836, qui est une continuation partielle de la demande, no. de série
08/169880, déposée le 17 décembre 1993, constituant actuellement le brevet
10 US 5346026, qui est une continuation partielle de la demande, no. de série
08/830130, déposée le 31 janvier 1992, constituant actuellement le brevet
US 5287936. Cette demande est également une continuation partielle de la
demande de brevet US, no. de série 08/695509, déposée le 12 août 1996,
encore en suspens, constituant une continuation partielle de la demande,
15 no. de série 08/468692, déposée le 6 juin 1995, constituant actuellement
le brevet US 5592995. Le contenu de chacun des brevets et de chacune des
demandes de brevet ci-dessus au nom de la déposante est incorporé ici à
titre de référence.

DOMAINE TECHNIQUE

20 La présente invention concerne des trépan pour le forage de
formations souterraines et plus spécifiquement des trépan à molettes
(appelés aussi trépan "tricônes" ou "rocher") et des éléments de coupe du
type rapporté, à pointe superabrasive, destinés à être utilisés sur les
dispositifs de coupe de tels trépan.

25 TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Le développement des techniques de forage rotatif a facilité la
découverte et le développement de réserves profondes de pétrole et de gaz,
d'abord aux États-Unis et ensuite dans le monde entier. Le trépan tricône
à dispositif de coupe à molettes (appelé parfois aussi "cône à molettes"
30 dans la présente demande) a constitué une avance notable dans le cadre des
techniques de forage, étant donné qu'un forage des formations moins dures,
moins profondes sur une base défendable du point de vue commercial, n'a été
possible auparavant qu'avec l'équipement antérieur d'outils à câbles et les
trépan à lames à dispositif de coupe métallique primitifs. Le trépan à
35 molettes inventé par Howard R. Hughes, décrit dans le brevet US 939759, a
été capable de forer les strates en surplomb dures dans le fameux
"Spindletop field" près de Beaumont, Texas, ayant ainsi révolutionné le

- forage de pétrole et de gaz. Les actuels trépan de forage à molettes ou à dispositif de coupe à molettes présentent des vitesses de pénétration largement améliorées et ont une durée de vie beaucoup plus longue, au-delà de différents intervalles de formations, que les trépan originaux de Hughes, grâce à l'amélioration des conceptions et des matériaux, réalisée dans le cadre de nombreuses décennies. Les principes de base du forage avec des trépan à molettes restent toutefois les mêmes, quoi qu'ils soient beaucoup mieux compris à l'heure actuelle qu'à l'époque du développement original de ce type de trépan.
- 10 Les trépan de forage à molettes utilisent en général des éléments de coupe sur les cônes ou les dispositifs de coupe pour induire des contraintes de contact élevées dans la formation en cours de forage, lors du roulement des dispositifs de coupe sur le fond du trou de forage au cours d'une opération de forage. Ces contraintes entraînent la défaillance
- 15 de la roche de la formation en cours de forage, entraînant la désintégration et la pénétration de la formation. Dans le contexte des conceptions conventionnelles des trépan, les dispositifs de coupe du trépan tournent ou roulent autour d'axes inclinés par rapport à l'axe géométrique ou de rotation du trépan même, par entraînement par le train
- 20 de tiges. Les axes de rotation des dispositifs de coupe à molettes sont en fait agencés à un angle substantiel par rapport à l'axe du trépan, s'étendant vers le bas et vers l'intérieur de la branche du trépan adjacente au périmètre extérieur du trépan, en direction de la ligne médiane du trépan, la forme conique de la plupart des dispositifs de coupe
- 25 conventionnels étant adaptée aux axes des dispositifs de coupe, entraînant plusieurs éléments rapportés dentés ou ajustés par pression qui en font partie intégrante (en général "les éléments de coupe"), débordant vers l'extérieur du côté extérieur du dispositif de coupe, à s'engager dans la formation le long des lignes de contact s'étendant de la base externe ou
- 30 de la surface de taille périphérique de chaque enveloppe de dispositif de coupe, vers l'intérieur, en direction de la ligne médiane du trépan. Les éléments de coupe sont typiquement agencés dans des rangées multiples, pratiquement parallèles, généralement circonférentielles autour de l'extérieur du dispositif de coupe, des agencements à éléments de coupe en
- 35 spirale et de configuration différente étant toutefois aussi connus dans la technique. Des éléments de coupe sont également agencés autour de la périphérie inférieure des cônes des dispositifs de coupe, appelée en général surface de front de taille, des éléments de coupe additionnels ou

des éléments de raclage pouvant être agencés le long de l'intersection de la surface de front de taille et de la surface de taille périphérique du dispositif de coupe.

Par suite de la conception du trépan, décrite brièvement ci-dessus, et par suite des variations du matériau de la formation, ainsi que du poids appliqué sur le trépan (WOB), du couple et de la vitesse de rotation, transmise au trépan à travers le train de tiges, un dispositif de coupe ne roule ou ne tourne pas forcément uniquement au-dessus du fond du trou de forage, le mouvement entre les éléments de coupe et la formation étant réduit ou nul, mais il glisse aussi contre le matériau de la formation par suite du décalage de l'axe du dispositif de coupe par rapport à un plan radial et des variations par rapport à un dispositif de coupe de forme géométrique à vrai roulement, parfaitement conique. Un tel glissement peut aussi être entraîné par la précession du trépan autour de sa ligne médiane. L'incidence du glissement peut en outre avoir une importance particulière au cours des opérations de forage directionnel, dans lesquelles le trépan est orienté de sorte à forer un chemin ne coïncidant pas tout à fait avec sa ligne médiane, par suite de l'influence de stabilisateurs excentriques, de bases courbées, de boîtiers courbés, ou d'autres éléments de direction passifs ou fixes, ou de mécanismes de direction actifs (bras, tampons, stabilisateurs ajustables, etc), inclus dans l'assemblage du trou du puits. Un tel glissement entraîne une entaille ou un raclage de la formation par les éléments de coupe du trépan, fournissant un mode de coupe différent, bien que non intentionnel, en plus du procédé de concassage ci-dessus.

Un terme générique désignant l'entaille ou le raclage des éléments de coupe coulissants, enlevant du matériau de la formation, est le terme "coupe du type à cisaillement", constituant le mode primaire de coupe dans des trépans à dispositif de coupe fixe ou des trépans à lames, dans lesquels des éléments de coupe non mobiles, comportant souvent des tables de coupe ou des dents en saillie, composées de matériaux superabrasifs, à résistance élevée à l'usure, coupent des fragments ou même des bandes allongées de matériau de la formation en cours de forage. L'existence d'une coupe du type à cisaillement dans les dispositifs de coupe à molettes, bien que reconnue, n'a toutefois pas été largement développée dans la technique. Les brevets US 5282512; 5341890 et 5592995, ainsi que la demande de brevet US parallèle, no. de série 08/695509, déposée le 12 août 1996 et au nom de la déposante de la présente demande, décrivent des éléments de coupe englobant des caractéristiques de conception pour une coupe par

cisaillement en vue d'une utilisation sur des dispositifs de coupe à cône à molettes. Chacun des brevets ci-dessus ainsi que la demande décrivent l'utilisation d'un élément diamanté préformé, séparé, relativement petit, supporté sur l'extérieur de l'élément rapporté métallique ou agencé dans une cavité ou un évidement correspondant, composé typiquement de carbure, par exemple de carbure de tungstène cimenté (WC). Les parties de l'élément rapporté métallique de ces éléments de coupe forment une majorité de la surface externe des éléments rapportés exposés à la formation, au fluide de forage et aux débris de la formation.

10 Une autre approche concernant la formation d'éléments de coupe superabrasifs du type rapporté a consisté à former une gaine ou un revêtement de matériau superabrasif (diamant) au-dessus d'un corps rapporté en WC, d'autres métaux et alliages ayant toutefois aussi été utilisés dans la technique. Les brevets US 4604106; 5045092; 5145245; 5161627; 5304342; 15 5335738; 5379854; 5544713 et 5499688, ainsi que la demande de brevet parallèle, no. de série 08/633983, déposée le 17 avril 1996, décrivent de tels éléments rapportés à gaine ou à revêtement. Certains de ces brevets décrivent aussi l'utilisation d'éléments diamantés séparés, relativement petits, agencés ou formés dans des évidements dans la surface d'un élément 20 rapporté, de tels éléments étant ou bien exposés à l'intérieur de l'élément rapporté ou bien recouverts d'une gaine ou d'un revêtement diamanté. Le brevet US 4109737 décrit l'utilisation d'une fine couche d'aggloméré compact de diamant polycristallin sur l'extrémité d'un élément de coupe du type à tige, destiné à être utilisé sur des trépan à lames.

25 Une approche encore différente concernant un élément de coupe superabrasif du type rapporté pour des trépan à molettes a été décrite dans les brevets US 5159857; 5173090; et 5248006. Ces brevets ont une approche radicalement différente en ce qui concerne les éléments rapportés superabrasifs, utilisant un noyau en aggloméré compact de diamant polycristallin formé à pression et à température élevées, entouré par une 30 gaine métallique dure, relativement fine, tubulaire, et comportant dans certains cas une base intégrante ou un plancher du même métal, formant une structure en forme de coupe, remplie de diamant. La gaine métallique est formée initialement avec une épaisseur de paroi excessive, de sorte que 35 l'élément rapporté peut être usiné avec un diamètre voulu en vue de l'insertion dans un dispositif de coupe à molettes.

Dans un élément rapporté composé pour l'essentiel de métal et ne comportant que de petits éléments diamantés séparés qui y sont agencés au

niveau d'un ou de deux emplacements sélectionnés, il faut prévoir avec précision les intensités et l'orientation de la charge appliquée au dispositif de coupe et à l'élément rapporté pour assurer un positionnement et une orientation corrects des éléments diamantés. Dans certains cas, le
5 corps rapporté métallique et les éléments diamantés séparés sont en outre préformés séparément et exigent une fixation mutuelle ultérieure par brasage ou par d'autres techniques de liaison métallurgiques.

Dans un élément rapporté ne comportant qu'une gaine superabrasive (diamantée), le matériau de la tige métallique sous-jacente supporte en
10 dernier lieu la charge appliquée à l'élément rapporté au cours du forage, que ce soit l'application d'une charge du type à compression, pour laquelle les éléments rapportés ont été essentiellement conçus, ou bien l'application d'une charge du type à cisaillement, citée ci-dessus. La gaine diamantée peut ainsi elle-même être soumise à une contrainte de
15 traction, en présence de laquelle elle est très faible et présente un rapport de défaillance sous contrainte remarquablement bas, par suite d'un affaissement de la pointe métallique sous-jacente. L'affaissement du matériau de la pointe peut entraîner une fissuration, un écaillage, une cassure ou un délaminage de la gaine diamantée de la pointe. D'un autre
20 point de vue, le gradient de contrainte dans une fine gaine ou enveloppe diamantée est extrêmement élevé, entraînant une défaillance précoce si on ne prévoit pas de support par un matériau de rigidité égale. Les contraintes thermiques peuvent aussi aggraver les problèmes ci-dessus. Les forces de cisaillement peuvent en outre appliquer une contrainte de
25 traction à la surface de jonction diamant/métal (déjà soumise à une contrainte résiduelle depuis la fabrication), entraînant de nouveau une dégradation de la gaine diamantée ou de sa liaison avec la tige.

Les éléments rapportés à noyau diamanté ne comportant qu'une enveloppe ou une gaine métallique entourant la masse diamantée, s'étendant
30 pratiquement sur la longueur de l'élément rapporté, ne souffrent pas de la même façon de détériorations induites par l'application de charges que les éléments rapportés à gaine diamantée, étant donné que le matériau du noyau diamanté absorbe lui-même les charges appliquées, de tels éléments rapportés ne pouvant toutefois normalement pas soutenir l'impact ou la
35 contrainte élevée appliqué sur la pointe superabrasive, sans fissuration de l'enveloppe ou de la gaine métallique, entraînant fréquemment une perte de l'élément rapporté du dispositif de coupe. Les éléments rapportés à noyau diamanté exigent en outre un grand volume de particules diamantées

chères pour former le noyau diamanté, le procédé de formation de tels éléments de coupe à noyau diamanté donnant un nombre très réduit de pièces au cours de chaque opération de la presse à diamants.

Il a été envisagé de produire un élément de coupe diamanté pour un
5 trépan à lames, avec une structure pratiquement superabrasive, comme décrit dans les demandes de brevet US parallèles et au nom de la déposante, no. de série 08/602076 et la demande de brevet US, no. de série 08/602050, déposées toutes les deux le 15 février 1996 et incorporées ici à titre de référence. Seuls des développements assez généralisés ont toutefois été
10 décrits en ce qui concerne le concept de formation des éléments rapportés du dispositif de coupe à molettes en termes de structure interne et externe spécifiques, ou en ce qui concerne le montage des éléments rapportés dans le dispositif de coupe à molettes même.

Il existe donc toujours une demande pour des éléments de coupe
15 superabrasifs du type rapporté, efficaces et robustes, pouvant être utilisés sur des trépan du type à dispositifs de coupe molettes, pouvant être fabriqués de façon efficace et économique, par l'intermédiaire de techniques de fabrication connues, et pouvant être montés sur un dispositif de coupe à molettes d'une manière réduisant au minimum le risque d'une
20 perte ou d'un endommagement de l'élément de coupe pendant le fonctionnement.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention fournit un élément de coupe superabrasif du type rapporté destiné à être utilisé dans des trépan à molettes, un tel
25 élément de coupe soutenant la charge appliquée à l'élément de coupe à travers la masse autoportante du matériau superabrasif, composant au moins une partie substantielle de la surface externe exposée de l'élément de coupe, débordant au-dessus de la surface de l'enveloppe du dispositif de coupe, l'élément de coupe étant fixé dans une ouverture dans la surface de
30 l'enveloppe du dispositif de coupe par un matériau résistant à la rupture, comprenant de préférence une tige de carbure métallique cimenté agencée au-dessous de la masse superabrasive. Cette conception est nettement différente de celle de la technique antérieure, décrite ci-dessus, dans laquelle seule une enveloppe diamantée superficielle est agencée au-dessus
35 d'un corps de tige métallique à support de charge, un élément diamanté séparé étant formé ou fixé sur un tel corps de tige, une combinaison des deux caractéristiques ci-dessus étant utilisée, ou avec utilisation d'un

élément rapporté à noyau diamanté ne comportant qu'une gaine métallique fine, cylindrique et tubulaire qui l'entoure. La masse du matériau superabrasif, utilisée dans les éléments de coupe selon la présente invention, compose spécifiquement une partie substantielle de l'extrémité débordante de l'élément de coupe s'engageant dans la formation au cours des opérations de formage, et est supportée d'en-dessous dans l'enveloppe du dispositif de coupe par le carbure résistant à la rupture. La masse de matériau superabrasif a une profondeur suffisante, au moins dans la direction ou les directions de l'application anticipée des charges prédominantes à l'élément de coupe (variant en fonction de l'emplacement de l'élément de coupe et selon qu'il s'agit d'un élément de coupe de front de taille, de taille périphérique ou de rangée interne) pour soutenir une telle charge appliquée, d'une intensité suffisante pour entraîner l'affaissement du matériau du carbure sous-jacent, sans entraîner la rupture, l'écaillage ou le délaminage du matériau superabrasif.

Un autre caractéristique avantageuse de la présente invention concerne la configuration de coopération de l'élément de coupe et de son ouverture de réception correspondante dans le dispositif de coupe à molettes, pour assurer qu'une quelconque surface de jonction entre la masse superabrasive et le corps de la tige, en particulier dans la direction du déplacement de l'élément de coupe contre la formation, et flanquant celle-ci, est agencée au-dessus (c.à.d. à l'extérieur) de la profondeur de la coupe (DOC) effectuée par l'élément rapporté dans la formation. Dans une forme de réalisation, la surface de jonction exposée matériau superabrasif/métal est située au-dessous de la surface de l'enveloppe du dispositif de coupe après la fixation de la tige ou du corps de l'élément rapporté de l'élément de coupe dans l'enveloppe du dispositif de coupe. La région soumise à des contraintes relativement élevées entourant la limite entre le métal et le matériau superabrasif de l'élément de coupe est ainsi décalée verticalement des contraintes de cisaillement produites par le contact de l'élément rapporté avec la formation. Lorsque la limite externe exposée de la surface de jonction est en outre évidée dans l'enveloppe du dispositif de coupe, elle est protégée dans une large mesure de l'environnement érosif et abrasif dans le trou de forage.

Une autre caractéristique de l'invention concerne le pouvoir de configurer la masse superabrasive de sorte à présenter ou à définir au moins une arête de coupe, s'engageant dans la formation en cours de forage, dans le cadre d'une action de coupe du type à cisaillement, et à soutenir

de préférence les charges provenant de la coupe du type à cisaillement et à concassage.

Dans la forme de réalisation préférée de la présente invention, le matériau superabrasif utilisé comprend un aggloméré compact de diamant polycristallin (PDC), la tige de support ou le corps rapporté constituant la partie résiduelle étant composé de carbure de tungstène cimenté, et l'élément de coupe étant ajusté par serrage (c.à.d. par pression), par brasage ou d'une autre façon dans une ouverture de profondeur appropriée dans la surface de l'enveloppe du dispositif de coupe.

10 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 est une vue en perspective d'un trépan de forage pour le forage de formations souterraines selon la présente invention;

la figure 2 est une élévation latérale en partie en coupe d'un premier élément de coupe de front de taille selon l'invention;

15 la figure 3 est une élévation latérale en partie en coupe d'un deuxième élément de coupe de front de taille selon l'invention;

la figure 4 est une élévation latérale en partie en coupe d'un premier élément de coupe de taille périphérique selon l'invention;

20 la figure 5 est une élévation d'en haut d'une première configuration topographique externe modifiée de l'élément de coupe de la figure 4;

la figure 6 est une élévation d'en haut d'une deuxième configuration topographique externe modifiée de l'élément de coupe de la figure 4;

la figure 7 est une élévation latérale en partie en coupe d'un deuxième élément de coupe de taille périphérique selon l'invention;

25 la figure 8 est une élévation d'en haut d'une configuration topographique externe de l'élément de coupe de la figure 7;

la figure 9 est une élévation d'en haut d'une première configuration topographique externe modifiée de l'élément de coupe de la figure 7;

30 la figure 10 est une élévation latérale en partie en coupe d'un deuxième élément de coupe interne selon la présente invention;

la figure 11 est une élévation latérale en partie en coupe d'un deuxième élément de coupe interne selon l'invention;

la figure 12 est une élévation d'en haut d'une configuration topographique externe de l'élément de coupe de la figure 11;

la figure 13 est une élévation latérale d'un élément de coupe de
taille périphérique selon l'invention, montrant une partie du corps de
l'élément rapporté débordant dans la pointe superabrasive et configurée de
sorte à fournir une masse superabrasive autoportante contre l'application
5 d'une charge latérale;

la figure 14 est une élévation latérale d'un élément de coupe selon
l'invention, montrant une partie du corps rapporté débordant dans la pointe
superabrasive et configurée de sorte à fournir une masse superabrasive
autoportante améliorée dans des zones sélectionnées contre les charges
10 appliquées à la pointe superabrasive de l'élément de coupe;

la figure 15 est une élévation latérale d'un élément de coupe selon
l'invention, l'élément de coupe englobant une série de chanfreins arqués,
contigus sur une surface externe de la masse superabrasive;

les figures 16 et 17 sont respectivement une vue de profil et une vue
15 latérale d'un élément de coupe en forme de ciseau englobant une saillie du
corps rapporté dans la masse superabrasive;

les figures 18 et 19 sont respectivement une vue de profil et une vue
latérale d'un élément de coupe en forme de ciseau comportant une surface
de jonction entre la masse superabrasive située au-dessus de la surface du
20 dispositif de coupe et la partie cylindrique de l'élément de coupe; et

la figure 20 est une vue latérale d'un élément de coupe selon
l'invention, dans lequel la surface de jonction entre la masse
superabrasive et le corps de l'élément rapporté se situe au-dessous de la
profondeur de coupe sur la face d'attaque et des flancs de l'élément de
25 coupe et au-dessus de la profondeur de coupe sur la face de fuite.

MEILLEURS MODES D'EXÉCUTION DE L'INVENTION

Différentes vues des dessins, en particulier la figure 1,
représentent un trépan de forage selon la présente invention. Le trépan 11
englobe un corps de trépan 13, englobant une tige filetée 15 au niveau de
30 son extrémité supérieure, destinée à être connectée à un train de tiges,
ceci étant bien connu dans la technique. Chaque branche ou section du
trépan 11 comporte un compensateur de lubrification 17, une forme de
réalisation préférée correspondante étant décrite dans le brevet US
4276946, au nom de Millsaps. Au moins une buse 19 est agencée dans le corps
35 du trépan 13 pour diriger du fluide de forage reçu de l'intérieur du train
de tiges, pour refroidir et lubrifier l'action de coupe du trépan 11, et
pour éliminer le matériau découpé de la formation en cours de forage. Trois

dispositifs de coupe 21, 23 et 25, ayant en général une configuration externe conique, sont chacun fixés par rotation à un arbre de support associé à chaque branche du corps de trépan 13 et débordant de celui-ci. Chaque dispositif de coupe 21, 23, 25 possède une surface d'enveloppe
5 externe du dispositif de coupe, englobant une surface de front de taille 31 et une surface de taille périphérique 41.

Plusieurs éléments de coupe, sous forme d'éléments rapportés en forme de tige, sont agencés dans des rangées généralement circonférentielles s'étendant autour de chaque dispositif de coupe 21, 23, 25. La surface de
10 front de taille 31 de chaque dispositif de coupe supporte une rangée d'éléments de coupe de front de taille 33, une surface de taille périphérique 41 de chaque dispositif de coupe, coupant la surface de front de taille 31 de ce dispositif de coupe, supportant au moins une rangée d'éléments de coupe de taille périphérique 43. Dans certaines applications,
15 il est préférable qu'au moins un élément de coupe de raclage 51 soit fixé à chaque surface de l'enveloppe du dispositif de coupe, dans l'emplacement général de l'intersection entre les surfaces de front de taille et de taille périphérique, 31 et 41, entre une paire d'éléments de coupe de taille périphérique 43.

20 La partie externe de la structure de coupe de chaque dispositif de coupe, comprenant des éléments de coupe de taille périphérique 43, des éléments de coupe de front de taille 33, et une deuxième structure de coupe sous forme d'au moins un élément de coupe de raclage 51, concasse et racle le matériau de la formation au niveau du coin et la paroi latérale du trou
25 de forage, lors du roulement et du glissement des dispositifs de coupe 21, 23, 25 à travers le matériau de la formation au niveau du fond du trou de forage, lors de la rotation du trépan 11 en présence du couple appliqué et du WOB. Les extrémités débordantes des éléments de coupe de taille périphérique 43 assurent la première action de coupe, assistée de façon
30 secondaire par les éléments de coupe de raclage 51. Lors de l'usure des surfaces les plus externes des éléments de coupe de taille périphérique 43, les éléments de coupe de front de taille 33 contactent la paroi latérale du trou de forage et s'engagent dans celle-ci pour maintenir le diamètre d'écartement. Les éléments de coupe 53 agencés dans des rangées
35 généralement circonférentielles, radialement vers l'intérieur des rangées des éléments de coupe de taille périphérique 43, sont appelés éléments de coupe internes, plusieurs rangées de tels éléments de coupe internes 53 étant agencées sur chaque dispositif de coupe 21, 23, 25. Chaque dispositif

de coupe 21, 23, 25 englobe ainsi typiquement une rangée ou un anneau d'éléments de coupe de front de taille 33, une ou plusieurs rangées ou anneaux d'éléments de coupe de taille périphérique 43 et une ou plusieurs rangées ou anneaux d'éléments de coupe internes 53.

5 La force et la résistance à l'usure ainsi que l'efficacité de coupe des éléments de coupe de front de taille 33, des éléments de coupe de taille périphérique 43 et des éléments de coupe interne, débordant d'une distance substantielle vers l'extérieur à partir des surfaces de
10 substantielle de ces extrémités externes ou saillies des éléments 33, 43 et 53 à partir d'une masse autoportante de matériau superabrasif, structurée de sorte à concasser efficacement la formation avec une telle masse superabrasive, en présence d'une contrainte de compression extrême. Des contraintes de traction élevées de sous-surface ou internes induites
15 dans les éléments de coupe par des contraintes de contact extrêmes peuvent ainsi être absorbées par la masse de matériau superabrasif à résistance élevée. La masse superabrasive dépasse de préférence d'au moins dix pour cent le volume de la pointe de travail de l'élément de coupe, le terme "pointe de travail" étant défini comme correspondant à la partie de
20 l'élément de coupe destinée à s'engager dans la formation. L'utilisation d'une masse superabrasive relativement importante améliore aussi le transfert de chaleur entre la zone d'engagement de l'élément de coupe dans la formation, des matériaux superabrasifs comme le diamant assurant un transfert de chaleur largement supérieur à celui des carbures.

25 La contrainte au niveau de la surface de jonction entre le matériau superabrasif et le corps de l'élément rapporté des éléments de coupe selon l'invention, utilisant une masse autoportante de matériau superabrasif, est largement inférieure à celle existant dans le cas d'utilisation d'enveloppes ou de gaines fines diamantées selon la technique antérieure.
30 La masse superabrasive autoportante des éléments de coupe selon l'invention empêche la superposition d'une contrainte élevée produite en service (pendant le forage) à la contrainte résiduelle élevée provenant de la fabrication, située dans la région de la surface de jonction. L'utilisation d'un seul matériau superabrasif unitaire pour absorber les charges de coupe
35 est en outre avantageuse et permet de supprimer la nécessité de soutenir de telles charges avec le module d'élasticité nettement plus faible du matériau adjacent du carbure sous-jacent existant dans l'élément de coupe du type à "enveloppe" superabrasive, supprimant ainsi la nécessité

d'utiliser plusieurs couches de diamant et/ou de carbure pour changer le module progressivement entre l'extérieur et le noyau de l'élément de coupe.

En outre, contrairement à l'opinion conventionnelle, partagée par les fabricants de diamants synthétiques, affirmant qu'une table ou une masse
5 diamantée plus épaisse est moins durable qu'une table fine, les inventeurs ont découvert que cela n'est pas le cas, à condition que la table ou masse plus épaisse soit fabriquée avec une intégrité comparable à celle d'une table ou masse plus fine. Les inventeurs ont aussi démontré, de nouveau
10 contrairement aux instructions conventionnelles de la technique, que les éléments rapportés superabrasifs peuvent soutenir de façon satisfaisante l'application d'une charge latérale (c.à.d. pratiquement transversale à l'axe longitudinal de l'élément de coupe du type à tige), sans dégradation notable, de sorte à être efficaces dans une coupe du type à cisaillement en présence d'une telle charge, à condition que la profondeur du matériau
15 superabrasif rentrant dans la formation soit égale ou supérieure à la profondeur de coupe (DOC) dans la formation. Dans la mesure où la DOC dépasse la profondeur de la surface de jonction diamant/carbure, on peut toutefois assister à un délaminage rapide du diamant du carbure.

Comme une DOC typique pour un trépan à molettes (en fonction de la
20 résistance de la formation et de l'application), est normalement comprise dans un intervalle allant d'environ 0,010 à environ 0,150 pouce, et qu'il est maintenant connu dans la technique de fabriquer des "tables" diamantées sur les extrémités des cylindres de carbure avec une épaisseur s'approchant au moins de 0,150 pouce pour un élément de coupe d'un trépan à lames (dans
25 lequel une arête de coupe d'une face de coupe bidimensionnelle orientée transversalement à l'axe longitudinal du cylindre est agencée avec une inclinaison arrière négative par rapport à la formation pour cisailier le matériau de celle-ci), un élément de coupe de trépan à molettes avec une pointe ou un capuchon superabrasif autoportant peut ainsi être fabriqué de
30 façon économique, avec par exemple une distance de 0,150 pouce entre la surface de jonction matériau superabrasif/métal et la pointe de la masse superabrasive, permettant, comme indiqué ci-dessus, de décaler la surface de jonction de la DOC, et si nécessaire, d'évider ou de cacher la surface de jonction diamant/métal au-dessous du rebord de l'ouverture dans
35 l'enveloppe du dispositif de coupe dans laquelle est fixé l'élément de coupe. Des commandes appropriées des procédés de frittage (pressage) au cours de la fabrication du matériau superabrasif et un recuit après le pressage permettant en outre d'obtenir des profondeurs de la masse du

matériau superabrasif (PDC) largement supérieures à 0,150 pouce, donnant des DOC potentielles beaucoup plus grandes que celles appliquées typiquement dans les trépan pour formations dures, abrasives. Il est également possible de simuler une pointe superabrasive relativement plus profonde ou plus longue sans utiliser uniquement le matériau superabrasif dans la pointe, en configurant une partie centrale de la tige de carbure de sorte à s'étendre dans le matériau superabrasif, la surface de jonction entre le matériau superabrasif et le carbure étant ainsi plus basse (vers la base de la tige) sur l'extérieur de l'élément de coupe et plus haute au centre. Avec une telle configuration, le matériau superabrasif doit évidemment avoir toujours une profondeur ou une épaisseur suffisante pour soutenir et absorber les charges de coupe, plutôt que de transmettre les charges vers le matériau sous-jacent plus souple de la tige. Par suite des valeurs et des directions différentes de l'application des charges aux éléments de coupe d'un dispositif de coupe à molettes, montés dans différentes positions sur les dispositifs de coupe, et de la possibilité de prévoir au moins en partie celles-ci, il peut aussi être possible de configurer un élément de coupe avec une masse superabrasive à orientation directionnelle telle à soutenir des configurations de charge prévues ou démontrées, une partie résiduelle substantielle de la pointe débordant de l'élément de coupe étant recouverte d'une enveloppe plus fine pour assurer la résistance à l'abrasion et à l'érosion.

Au moins certains des éléments de coupe 33, 43 et 53 présentent ou définissent de préférence au moins une arête de coupe destinée à s'engager par cisaillement dans le matériau de la formation du trou de forage. Dans le cadre de la présente description, le terme "superabrasif" est synonyme de l'autre terme "superdur" et est destiné à englober, sans limitation, le diamant naturel, les agglomérés compacts de diamant polycristallin (PDC), le nitrure de bore cubique, un quelconque de ces matériaux pouvant aussi être revêtu du même matériau superabrasif ou d'un matériau différent, par exemple par dépôt par vapeur chimique pour produire un élément de coupe superabrasif à revêtement de film. Les surfaces de l'élément de coupe peuvent de même être meulées, rodées ou même polies pour avoir une finition de surface extrêmement lisse, par exemple un fini spéculaire, comme décrit dans le brevet US 5447208, au nom de la déposante. Dans une forme de réalisation préférée, les éléments de coupe 33, 43 et 53 comprennent des masses superabrasives d'un matériau d'aggloméré compact de diamant polycristallin conventionnel (sans stabilité thermique), formé sur des

corps en forme de tige, généralement cylindriques, en carbure de tungstène cimenté, au cours du procédé de pressage à pression et à température extrêmement élevées, appliqué pour former de tels agglomérés compacts. Les masses superabrasives peuvent aussi être formées sous forme d'ébauches cylindriques ou d'une autre forme et façonnées par meulage à décharge électrique (EDG) ou par usinage à décharge électrique (EDM), ces techniques étant bien connues. Les ébauches façonnées peuvent ensuite être brasées en des tiges de carbure appropriées ou en d'autres formes de base, en vue de la fixation sur le dispositif de coupe.

10 Différentes formes de réalisation des éléments de coupe du type rapporté selon la présente invention seront décrites ci-dessous en référence aux dessins des figures 2 à 20. En vue d'une meilleure compréhension et d'une plus grande clarté, les caractéristiques communes de chacune des formes de réalisation des éléments de coupe sont identifiées
15 par des numéros de référence similaires. Chacun des éléments de coupe illustrés englobe par exemple un corps rapporté dur, résistant à la rupture 100, formé de préférence à partir d'un carbure fritté ou à pressage isostatique à chaud, par exemple de carbure de tungstène cimenté. Chacun des éléments de coupe selon l'invention comprend en outre une masse
20 superabrasive 102, fixée au corps de l'élément rapporté 100, qui, en cas de saillie d'une surface de l'enveloppe d'un dispositif de coupe, par exemple des dispositifs de coupe 21, 23 ou 25, débordé de celle-ci sur une distance suffisante pour assurer une DOC voulue dans la formation devant être forée. Dans le cadre de la présente description, le terme
25 "superabrasif" englobe les matériaux cités ci-dessus, et en général les matériaux ayant une dureté supérieure à 2800 sur l'échelle de dureté de Knoop. La surface de jonction 104 entre le corps de l'élément rapporté 100 et la masse superabrasive 102 est caractérisée par une limite externe exposée 106, située, au moins dans la direction de la rotation du
30 dispositif de coupe sur lequel est monté l'élément de coupe selon l'invention, au-dessus (en-dehors) de la DOC pour laquelle l'élément de coupe et le trépan sont conçus, compte tenu des caractéristiques de la roche de la formation devant être forée.

La figure 2 des dessins illustre un premier élément de coupe de front
35 de taille 150 selon la présente invention. La forme géométrique et la dynamique de l'action de coupe de trépan de forage de terre sont extrêmement complexes, mais on estime que le fonctionnement de l'élément de coupe de front de taille 150 selon la présente invention (devant être

placé comme élément de front de taille 33 dans le trépan de la figure 1) est similaire à celui d'un outil de coupe de métal. Le dispositif de coupe 21 tourne par exemple le long du fond du trou de forage, la surface de front de taille 21g de ce dispositif de coupe 21 contactant la paroi latérale 300 du trou de forage. Comme la surface de front de taille 21 contacte la paroi latérale 300 du trou de forage, l'élément de coupe de front de taille en saillie ou l'élément rapporté 150 contacte de même la paroi latérale 300, et l'arête de coupe 152 de l'élément ou de l'élément rapporté 150 coupe par cisaillement dans le matériau de la paroi latérale 300. Le biseau 154, à partir duquel s'étend l'arête de coupe 152, comprend une face de coupe pour l'élément de coupe 150 et sert de surface de coupe ou de surface de rupture de fragments, entraînant une contrainte de cisaillement dans le matériau de la paroi latérale 300 du trou de forage, éliminant ainsi par cisaillement des fragments ou des morceaux du matériau du trou de forage. Dans la forme de réalisation de la figure 2, le biseau 154 comprend une surface pratiquement plate ou plane, s'étendant à travers l'élément de coupe 150 et orientée de façon pratiquement transversale à la direction de coupe, l'arête de coupe 152 étant pratiquement linéaire. Le restant de l'élément de coupe 150, débordant au-dessus de la surface de front de taille 21g sur le même plan que le biseau ou la face de coupe 154, comprend un biseau circonférentiel en tronc de cône 158. Si la face externe pratiquement plate 156 de l'élément ou de l'élément rapporté 150 reste au moins partiellement en contact avec la paroi latérale 300 du trou de forage, elle est soumise à une usure par abrasion plus importante en service, étant donné qu'une certaine quantité de matériau fin 302 passe à travers la surface de jonction soumise à une contrainte élevée entre l'élément de coupe 150 et la formation. La conception préférée de l'élément rapporté comporte donc l'arête de coupe d'attaque 152, cisailant la formation, et légèrement plus haute que la face externe plate 156, inclinée à un petit angle de dégagement d'environ 5 degrés par rapport à la surface de front de taille, sans contact notable avec la paroi du trou de forage. Une telle inclinaison peut être réalisée par une orientation angulaire appropriée de l'élément de coupe 150 dans l'enveloppe du dispositif de coupe, ou en fabriquant l'élément de coupe 150 de sorte que la face externe 156 forme un petit angle par rapport à la ligne perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'élément de coupe.

La face externe 156 de l'élément de coupe ou de l'élément rapporté 150 devrait s'étendre sur une distance p à partir de la surface de front

de taille 21g au cours des opérations de forage. Une telle saillie améliore le pouvoir d'engagement par cisaillement de l'arête de coupe 152 dans la paroi latérale 300 du trou de forage et établit un espace pour le déplacement du matériau cisailé vers les côtés de l'élément de coupe 150.

- 5 Au cours des opérations de forage dans des formations abrasives, la surface de front de taille 21g sera érodée progressivement, accroissant une quelconque distance p correspondant au débordement ou à l'extension de la face externe 56 de la surface de front de taille 21g. Si la face externe 156 s'étend sur une distance largement supérieure à 0,075 pouce de la surface de front de taille 21g, l'élément rapporté ou l'élément 150 peut subir des contraintes de flexion excessives, pouvant entraîner une rupture ou une défaillance prématurée de l'élément de coupe ou de l'élément rapporté 150. La face externe 156 ne devrait donc pas s'étendre sur une distance p importante de la surface de front de taille 21g lors de l'assemblage et avant les opérations de forage. La face externe 156 peut se situer au niveau de la surface de front de taille 21g lors de l'assemblage, ou peut s'étendre de préférence sur une distance p minimale de 0,010 pouce, et dans les cas les plus préférés comprise dans l'intervalle allant de 0,015 à 0,060 pouce, pour la majorités des trépons.

- 20 La dimension de l'arête de coupe 152 et l'orientation du biseau ou de la face de coupe 154 sont importantes pour l'opération de coupe de l'élément de coupe 150. Lors de l'entaille de la paroi latérale 300 du trou de forage, l'angle du biseau 154 définit un angle d'inclinaison α par rapport à une ligne perpendiculaire à la partie de la paroi latérale 300 du trou de forage découpée. Dans les éléments de coupe selon la présente invention, cet angle d'inclinaison α peut aussi être mesuré par rapport à l'axe longitudinal de l'élément de coupe. On estime que l'angle d'inclinaison α devrait être négatif (de sorte que le biseau ou la face de coupe 154 dirige l'arête de coupe 152 dans la direction du déplacement de l'élément de coupe contre la paroi latérale 300 du trou de forage), pour empêcher l'application d'une charge excessive à l'arête de coupe 152. Le choix de l'angle d'inclinaison α dépend de l'agressivité voulue de l'action de coupe. En présence d'un angle d'inclinaison α élevé, par exemple de 90 degrés, il n'y a pas d'arête de coupe et donc pas d'action de cisaillement; en présence d'un petit angle d'inclinaison α , par exemple de 0 degré, le biseau ou la face de coupe 154 étant perpendiculaire à la paroi latérale 300 du trou de forage, l'action de cisaillement est maximale pour une face de coupe à inclinaison négative ou neutre, une telle orientation de la face

de coupe étant toutefois accompagnée de l'application d'une charge importante à l'arête de coupe 152, risquant d'entraîner une défaillance prématurée. On estime qu'un angle d'inclinaison α négatif intermédiaire, compris dans l'intervalle allant de 15 à 60 degrés, assure un compromis

5 satisfaisant entre l'établissement d'une action de coupe efficace de l'élément de coupe 150 et une durée de service satisfaisante. Des angles d'inclinaison compris dans l'intervalle ci-dessus près des arêtes de coupe sont également estimés appropriés pour les formes de réalisation des éléments de coupe décrits ci-dessous.

10 Comme indiqué ci-dessus, l'élément de coupe de front de taille ou l'élément rapporté 150 englobe un corps 100 et une masse superabrasive 102, avec une surface de jonction 104 entre les deux matériaux ayant une limite exposée 106 sur l'extérieur de l'élément 150. Comme représenté dans la figure 2, la surface de jonction 104 et la limite 106 se situent en outre

15 au-dessous de la surface de front de taille 21g à l'intérieur du corps du dispositif de coupe 21, comme représenté, forcément au-dessus de la DOC de l'élément de coupe 150 contre la paroi latérale 300 du trou de forage.

La figure 3 illustre un deuxième élément de coupe de front de taille 160, l'élément 160 englobant également un corps 100, surmonté par une masse

20 superabrasive 102 ayant une profondeur suffisante pour soutenir les contraintes de compression et de traction appliquées au cours du forage. Contrairement à l'élément 150 de la figure 2, l'élément 160 peut comporter une partie en saillie de la masse superabrasive 102 pratiquement symétrique, avec une surface d'arête biseautée 162, s'étendant complètement

25 autour de l'élément de coupe 160. La surface d'arête biseautée 162 peut avoir une configuration lisse, continue, en tronc de cône, comme illustrée sur le côté droit de l'élément de coupe 160, ou comprendre une série de méplats biseautés latéralement contigus 164, s'étendant autour de la périphérie de l'élément 160, comme représenté sur le côté gauche, ou

30 comprendre une surface arquée, en partie en tronc de cône 160, et plusieurs méplats dans une partie, une configuration de surface unique et plate/en tronc de cône ayant auparavant été illustrée dans la figure 2. Dans chaque cas, une arête de coupe 182 (faisant face à la direction du déplacement du dispositif de coupe, pratiquement transversale à l'axe de l'élément de

35 coupe 160) se situe au niveau de l'intersection d'une partie de la surface d'arête chanfreinée 162 et de la surface externe plate 166.

Les figures 4, 5 et 6 illustrent des modifications d'un premier élément de coupe de taille périphérique 170 selon la présente invention,

l'élément 170 englobant un corps rapporté 100 supportant une masse superabrasive 102, la surface de jonction 104 et la limite externe 106 entre les deux étant situées au-dessous d'une surface de taille périphérique 21h d'un dispositif de coupe exemplaire 21. Il faut noter que

5 la surface de jonction 104 est enroulée de sorte à établir une aire de surface plus grande en vue d'établir une surface de jonction plus résistante entre le corps rapporté 100 et la masse superabrasive 102. Les enroulements sont en général sinusoïdaux et peuvent s'étendre à travers la surface de jonction sous forme de nervures et de creux parallèles, les

10 nervures et les creux pouvant aussi s'étendre radialement à partir de la zone centrale de l'élément 170 vers la limite 106. L'extérieur de la masse superabrasive 102 est configurée avec deux méplats opposés et mutuellement convergeants 172, agencés à des angles pratiquement similaires par rapport à l'axe longitudinal de l'élément 170, chaque méplat 172 se terminant au

15 niveau d'une nervure ou d'une surface de crête 174 au niveau de l'extrémité la plus externe de l'élément 170. La surface de fuite 176 (prise dans la direction du déplacement de l'élément de coupe, axialement vers le centre du trépan, entraîné par un décalage du cône) a une configuration en partie en tronc de cône, la surface d'attaque 178 comportant une face de coupe de

20 cisaillement 180 (appelée ci-dessous et dans les autres formes de réalisation "face de coupe"), avec une arête de coupe 182 au niveau de son extrémité distale ou la plus externe. Le reste de la surface d'attaque 178 peut comprendre deux flancs en partie en tronc de cône 184, agencés des deux côtés de la face de coupe 180. Comme représenté dans les figures 5 et

25 6, la face de coupe 180 peut avoir différentes configurations, la figure 5 montrant une face de coupe triangulaire 180 et la figure 6 montrant une face de coupe en tronc de cône 180. Si le mouvement relatif entre un élément de coupe de taille périphérique 170 et la formation est dû à la traînée circonférentielle entraînée par une forme géométrique non parfaite

30 du cône à molettes, les méplats 172 constituent les faces de coupe et les côtés de la nervure ou de la crête 174 constituent les arêtes de coupe 179. Comme la rangée des éléments de coupe de taille périphérique a normalement un diamètre inférieur au diamètre effectif des molettes, elle tend à être entraînée vers l'avant, entraînant un élément de coupe de taille

35 périphérique 170 à couper avec son côté d'attaque par rapport à la rotation du dispositif de coupe.

Les figures 7, 8 et 9 illustrent des modifications d'un deuxième élément de coupe de taille périphérique 190 selon la présente invention,

l'élément de coupe ou l'élément rapporté 190 englobant un corps 100 surmonté par une masse superabrasive 102, ayant une surface externe avec une partie externe généralement hémisphérique 192, s'étendant vers une partie cylindrique 194 de diamètre similaire à celui du corps 100. La

5 partie hémisphérique 192 comporte en outre une seule face de coupe 180 comportant une arête de coupe 182 et faisant face à la direction du déplacement axial vers l'intérieur des éléments de coupe de taille périphérique du dispositif de coupe 21, comme représenté dans la figure 8. Elle peut toutefois aussi comporter des faces de coupe latérales 184 avec

10 des arêtes de coupe 185, pour assurer une coupe par cisaillement induite par la traînée circonférentielle, comme représenté dans la figure 9. Il est naturellement possible aussi de former une arête de coupe partiellement linéaire et partiellement non linéaire. Comme représenté dans la figure 7, l'arête de coupe 182 peut être agencée au niveau du sommet de l'élément de

15 coupe 190 ou légèrement au-dessous de celui-ci, de sorte que les charges de concassage appliquées à la masse superabrasive 102 sont soutenues en premier lieu par la surface d'extrémité arrondie, plus grande de la partie hémisphérique 192. Comme représenté dans la figure 7, une surface de jonction enroulée 104 est agencée entre le corps 100 et la masse

20 superabrasive 102, comportant une limite 106, ayant une configuration en onde carrée. Comme dans la forme de réalisation ci-dessus, la surface de jonction peut s'étendre de façon linéaire et parallèle, transversalement à travers l'élément de coupe 190, ou radialement à partir d'un point proche du centre de l'élément 190. Dans cette forme de réalisation, la surface de

25 jonction 104 et la limite 106 se situent toutefois bien au-dessus de la surface 21h de l'élément de coupe 21, mais également au-dessus (à l'extérieur) de la DOC projetée, D, de l'élément de coupe 190 dans la formation.

La figure 10 montre un premier élément de coupe interne 200.

30 L'élément de coupe 200 englobe une partie en saillie en tronc de cône 202 composée de la masse superabrasive 102, la partie 202 étant contiguë à une partie cylindrique inférieure 204 de diamètre similaire à celui du corps 100. La partie en saillie 202 est recouverte de plusieurs méplats latéralement contigus ou de facettes 206, s'étendant circonférentiellement

35 autour de l'élément 200. Les facettes 206 peuvent être agencées à un angle identique à celui de la paroi latérale de la partie 202 ou peuvent être agencées à des angles supérieurs ou inférieurs, en fonction de l'inclinaison arrière désirée de la coupe du type à cisaillement et des

exigences concernant des arêtes de coupe durables. La partie supérieure de l'élément 200 comprend un méplat de support 207, entouré par les facettes 206, établissant (dans toutes les directions du déplacement entre l'élément de coupe 200 et la formation) des faces de coupe 180, définissant des arêtes de coupe 182 au niveau des limites entre les facettes 206 et le méplat 207. On utilise certes le terme "méplat", mais la surface 207 peut présenter aussi une saillie légèrement concave au-dessus des facettes 206. Il faut noter aussi que la surface de jonction 204 comprend une partie annulaire à extension radiale 208, entourant une saillie centrale 210 du corps 100 dans la masse superabrasive 102. Tout en conservant le matériau superabrasif et en exposant la masse 1023 à des contraintes de compression bénéfiques après le procédé de fabrication à température élevée, résultant de différents coefficients de dilatation thermique (CTE) des deux matériaux, la saillie 210 a malgré tout une épaisseur suffisante de matériau superabrasif, de sorte qu'elle est en mesure de supporter les contraintes de compression et les contraintes de traction de sous-surface. Il faut noter aussi que la saillie 210 peut être décalée latéralement par rapport à l'axe de l'élément de coupe 200 pour assurer une profondeur additionnelle de la masse superabrasive en direction d'un côté correspondant. La limite 106 entre la masse superabrasive 102 et le corps 100 se situe au-dessus de la surface interne 211 du dispositif de coupe 21, mais également au-dessus (en-dehors) de la DOC prévue, ou du débordement de l'élément de coupe 200 dans la formation au cours du forage. La profondeur totale de la coupe est donc établie par le matériau superabrasif.

Le deuxième élément de coupe interne 220, représenté dans les figures 11 et 12, est similaire à l'élément 200, mais établit une série de méplats ou de facettes à extension longitudinale 222 sur la surface d'attaque de l'élément de coupe 220, prise dans la direction radialement interne et circonférentielle du déplacement de la rangée interne des éléments de coupe 53 sur le dispositif de coupe 21. Chaque facette 222 comprend une partie d'une face de coupe 180 et comporte une arête de coupe 182 au niveau de son extrémité la plus externe, la surface de fuite 224 de l'élément 220 ayant une configuration en tronc de cône et l'extrémité la plus externe de l'élément 220 comprenant un méplat de support 22, destiné à soutenir les charges de compression. Comme indiqué ci-dessus en référence à la surface 207, la surface 226 peut être vraiment plane ou arrondie. La surface de jonction 104 et la limite 106 sur l'élément de coupe 220, comme représenté,

se situent dans un seul plan radial et sont agencées au-dessous de la surface interne 21i du dispositif de coupe 21, mais, comme dans le cas de l'élément de coupe 200 de la figure 10, le matériau du corps de l'élément rapporté peut déborder vers l'intérieur de la masse superabrasive.

5 La figure 13 illustre un autre élément de coupe de taille périphérique 240, similaire à celui des figures 7 à 9, établissant une face de coupe similaire 180, mais comportant une saillie 242 du corps 100 dans la masse superabrasive 102, la saillie 242 englobant une cavité 244 s'étendant dans celle-ci sur le côté d'attaque de l'élément 240, et une
10 surface en partie hémisphérique 246 sur le côté de fuite. Cette configuration assure une partie de masse superabrasive suffisamment épaisse ou profonde 248 sur le côté d'attaque de l'élément 240, soumis à de fortes contraintes, et une partie d'enveloppe superabrasive plus fine 250 sur les côtés hémisphériques 252 et 254 de l'élément 240.

15 La figure 14 illustre un autre élément de coupe 260, configuré pour l'application de charges de compression élevées et englobant une saillie 262 du corps 100 dans la masse superabrasive 102. Contrairement à la saillie 242, la saillie 262 englobe un évidement annulaire 264 pour établir une profondeur additionnelle de la masse superabrasive le long de la
20 périphérie d'extrémité de la saillie 262 dans la masse superabrasive 102. L'extérieur 266 de la saillie 262 suit la forme externe généralement conique 270 de la masse 102, établissant ainsi une enveloppe relativement plus fine 272 du matériau superabrasif autour de la périphérie latérale de l'élément de coupe 260. Dans certaines applications, pour établir une
25 profondeur additionnelle du matériau superabrasif, en alignement avec l'axe longitudinal d l'élément de coupe 260, il est possible d'incorporer si nécessaire un évidement axial ou une cavité 268 (représenté par des tirets), s'étendant dans la saillie 262 et rempli d'une partie de la masse superabrasive 102 de l'élément de coupe 260.

30 La figure 15 illustre un élément de coupe 280 comportant plusieurs chanfreins arqués contigus 284, 286 et 288 à des angles croissants par rapport à l'axe longitudinal de l'élément de coupe 280. Le chanfrein le plus bas 284 est contigu à la surface cylindrique 282, immédiatement au-dessus de la surface de jonction 104 et de la limite 106 par rapport au
35 corps 100. Les angles des chanfreins 284, 286 et 288 peuvent être sélectionnés pour se rapprocher ou bien d'un nez "en bille" ou bien d'un nez "en cône" sur l'élément de coupe 280, les parties d'attaque des chanfreins comprenant des surfaces de coupe 180 dans cette forme de

réalisation omnidirectionnelle de l'invention. Dans cette forme de réalisation, la surface de jonction 104 et la limite 106 se situent sur un seul plan radial.

Les figures 16 et 17 sont respectivement une vue de profil et une vue
5 latérale d'un élément de coupe en forme de ciseau 300 selon l'invention, la masse superabrasive 102 englobant deux méplats à angles convergeants 302 se terminant au niveau de la nervure ou de la crête 304, pratiquement transversale à l'axe longitudinal de l'élément de coupe 300. Dans cette forme de réalisation, les surfaces d'attaque et de fuite 306 et 308 sont
10 aussi pratiquement planes. Le corps 100 déborde dans la masse 102, comme représenté par le numéro de référence 310.

Les figures 18 et 19 sont respectivement une vue de profil et une vue
latérale d'un autre élément de coupe en forme de ciseau 320 selon l'invention. L'élément de coupe 320 englobe une surface de jonction
15 enroulée 104 et une limite 106 entre la masse superabrasive 102 et le corps en carbure 100, et il faut noter en outre que la limite et la surface de jonction se situent pratiquement au-dessus de l'enveloppe de l'élément de coupe 21 et également au-dessus de la DOC, D, de l'élément de coupe 320. Dans ce cas particulier, la surface de jonction 104 est illustrée sous
20 forme d'une série de nervures mutuellement parallèles et de creux interposés, la surface de jonction enroulée 104 pouvant toutefois aussi comprendre des nervures et des creux à extension radiale. La direction des nervures parallèles et des creux pourrait aussi être tournée de 90 degrés (ou d'un angle différent, en fonction des besoins) par rapport à
25 l'orientation illustrée dans cette forme de réalisation ou dans d'autres formes de réalisation de l'élément de coupe selon l'invention, sensible à l'intensité prévue de la charge appliquée, à la direction et à l'application probables de la charge, l'orientation sélectionnée étant de préférence une orientation dans laquelle les contraintes résiduelles
30 résidant dans la zone de la surface de jonction risquent d'être néfastes en cas d'application d'une charge.

La figure 20 est une vue latérale d'une autre forme de réalisation
340 de l'élément de coupe selon l'invention, dans laquelle la surface de jonction 104 et la limite 106 entre la masse superabrasive 102 et le corps
35 de l'élément d'insertion 100 sont en-dehors de la DOC, D, sur la face d'attaque 342 (comme indiqué par la flèche montrant la direction de rotation du dispositif de coupe 21) et les flancs 344 de l'élément de coupe

340, et sont dans le cadre de la DOC sur la face de fuite relativement protégée 346.

Les hommes de métier comprendront que la présente invention fournit un élément de coupe, pouvant avoir différentes formes de réalisation, 5 présentant des caractéristiques extrêmement robustes, pouvant être configuré à l'extérieur et à l'intérieur de sorte à résister à des types et des valeurs spécifiques de contraintes auxquelles un élément de coupe particulier peut être exposé en fonction de son emplacement sur un trépan de forage à molettes. En ce qui concerne l'application de charges aux 10 éléments de coupe et la nature autoportante de la masse superabrasive utilisée, on estime que la profondeur ou l'épaisseur de la masse superabrasive, en ligne avec la charge de compression, devrait représenter au moins environ un quart (1/4) du diamètre de l'élément de coupe, pour assurer que c'est le matériau superabrasif et non pas le carbure ou un 15 autre métal sous-jacent du corps rapporté, qui soutient la charge appliquée à l'élément de coupe, de sorte à empêcher l'affaissement ci-dessus du corps de l'élément d'insertion et l'endommagement résultant de la masse superabrasive. En d'autres termes, dans la mesure où les caractéristiques d'application de charge d'un élément de coupe particulier peuvent être 20 prévues, la surface de jonction entre le corps de l'élément rapporté et la masse superabrasive peut être conçue de sorte à assurer de préférence la profondeur requise du matériau superabrasif dans les zones à contrainte élevée, l'épaisseur ou la profondeur du matériau superabrasif pouvant être réduite au minimum dans les autres zones. Globalement, et en référence 25 particulière aux éléments de coupe selon la présente invention, plutôt qu'en référence spécifique aux éléments dont le diamètre et l'emplacement sur un dispositif de coupe peut affecter le paramètre de la profondeur du matériau superabrasif, il peut être en général indiqué de prévoir une profondeur du matériau superabrasif, orientée comme indiqué ci-dessus, 30 supérieure à environ 0,040 pouce. La profondeur peut évidemment être supérieure dans des cas englobant l'application de charges plus importantes et des formations de roche plus dures.

L'étendue de la saillie de la masse superabrasive des éléments de coupe selon l'invention au-dessus de la surface du dispositif de coupe ou 35 de "l'enveloppe de cône", dans le cadre des paramètres de la présente invention, est en outre forcément variable, dépendant au moins en partie de l'emplacement de l'élément de coupe (de front de taille, de taille périphérique ou de rangée interne) et au moins en partie des

caractéristiques, par exemple de la dureté et de l'abrasion de la formation ou des formations que le trépan doit percer au cours des opérations de forage. Comme la plupart des trépan ne sont pas destinés à une efficacité maximale spécifique à un seul type de roche, il faudra forcément faire un

5 compromis pour un quelconque trépan et élément de coupe pour assurer une performance appropriée, sinon optimale, au cours du forage d'un intervalle. Pour les éléments de coupe de front de taille, assurant en continu une coupe par cisaillement par suite de leur position unique sur le dispositif de coupe, la saillie du matériau superabrasif de l'élément de coupe devrait

10 toutefois représenter environ le double de l'espace minimal entre la surface de front de taille et la paroi du trou de forage pour permettre une usure des éléments rapportés de taille périphérique et de l'acier du cône, accroissant la DOC prévue et l'exposition des éléments de coupe de front de taille. Les valeurs typiques d'un espace minimal entre la surface de

15 front de taille et le trou de forage sont comprises dans un intervalle allant d'environ 0,015 à environ 0,06 pouce. Un intervalle approprié de la saillie de la masse superabrasive pour un élément de taille périphérique est compris entre environ 0,100 et environ 0,200 pouce, tandis qu'un élément de coupe de rangée interne peut avoir un intervalle de saillie

20 exemplaire typique allant d'environ 0,150 à environ 0,300 pouce. Des variations de la taille du trépan et des caractéristiques de la formation peuvent dans certains cas exiger des intervalles de saillie différents de ceux indiqués ci-dessus, l'invention n'étant donc pas limitée à ceux-ci. Comme indiqué ci-dessus, la saillie du matériau superabrasif ne doit pas

25 forcément s'étendre sur tous les côtés d'un élément rapporté, mais peut être focalisée dans les directions prévues du déplacement de l'élément de coupe, en fonction de l'emplacement de l'élément rapporté spécifique. Le terme "saillie du matériau superabrasif" n'exige pas forcément que le matériau superabrasif déborde sur l'ensemble de la distance entre

30 l'enveloppe du dispositif de coupe et la pointe externe de l'élément de coupe, à condition que la limite exposée entre le matériau superabrasif et le corps rapporté se situe en-dehors de la DOC.

Au cours des opérations de forage, le trépan 11 est tourné et les dispositifs de coupe 21, 23, 25 roulent et glissent au-dessus du fond du

35 trou de forage, les éléments de coupe selon l'invention décrits ci-dessus concassant, entaillant et raclant ou cisailant le matériau de la formation. Lorsque les éléments de coupe s'engagent dans la formation, les faces de coupe superabrasives, par exemple les faces 154 et 180, ainsi que

les arêtes de coupe, par exemple les arêtes de coupe 52 et 182 sur le rangées de front de taille et de taille périphérique raclent et cisailent le matériau de la formation sur la paroi latérale et dans le coin du trou de forage. Les masses superabrasives 102 des éléments de coupe ont une

5 profondeur ou épaisseur suffisante, de préférence au moins dans une direction de l'application prévue de la charge, pour soutenir ces charges de manière autoportante, de sorte que le matériau sous-jacent des corps rapportés ne s'affaisse pas lors de l'application d'une charge. Les surfaces externes superabrasives des éléments de coupe selon l'invention

10 assurent en outre une protection élevée contre l'usure par abrasion et érosion, allongeant la durée de vie utile des éléments de coupe. Les corps des éléments de coupe composés de carbure métallique résistant à la rupture ont à leur tour une résistance et une rigidité suffisantes pour fixer les éléments de coupe aux dispositifs de coupe lors des opérations

15 d'application de charge et de forage cycliques, sans perte, fissuration ou rupture. Les éléments de coupe sur les rangées internes des dispositifs de coupe induisent en outre une rupture et une défaillance par cisaillement et concassage, les faces de coupe 180 et les arêtes de coupe 182 cisailant le matériau de la formation, tandis que la masse profonde, autoportante du

20 matériau superabrasif soutient les charges de compression appliquées aux éléments de coupe sans affaissement, le carbure métallique sous-jacent des corps rapportés fixant les éléments de coupe aux dispositifs de coupe étant résistant à une perte prématurée ainsi qu'à une fissuration ou une rupture.

On comprendra en outre que l'intégrité de la masse superabrasive, par

25 suite de sa profondeur ou de son épaisseur, et de la nature autoportante qui en résulte (au moins dans les directions d'application des charges maximales) empêche son écaillage, sa rupture ou une élimination du corps rapporté, contrairement aux revêtements ou gaines superabrasifs relativement fins des éléments rapportés de la technique antérieure,

30 exposés à une contrainte de réaction par suite d'un affaissement localisé du carbure au-dessous d'une partie du revêtement ou de la gaine. Même en présence de contraintes de contact, supérieures à la limite d'élasticité du matériau du corps (typiquement du carbure de tungstène, comme indiqué ci-dessus), la masse superabrasive maintiendra ainsi son intégrité.

35 La présente invention a certes été décrite en référence à certaines formes de réalisation préférées et illustrées, mais elle n'y est pas limitée, et les hommes de métier comprendront que de nombreuses modifications peuvent être apportées aux formes de réalisation décrites,

- 26 -

des combinaisons de différentes caractéristiques de différentes formes de réalisation pouvant aussi être faites, sans se départir de l'objectif de l'invention, défini dans les revendications.

REVENDEICATIONS

1. Élément de coupe pour un trépan du type à dispositif de coupe rotatif pour le forage de formations souterraines, comprenant:
 - 5 un élément de coupe comprenant un corps rapporté composé d'un matériau résistant à la rupture et comportant un axe longitudinal, ledit corps rapporté étant configuré au niveau d'une extrémité correspondante, en vue d'une insertion au moins partielle dans une ouverture formée dans une enveloppe d'un dispositif de coupe rotatif dudit trépan; et
 - 10 une masse de matériau superabrasif fixée audit corps rapporté et débordant longitudinalement de celui-ci, en un point opposé à ladite extrémité, présentant une surface externe superabrasive sur ledit élément de coupe, en vue de l'engagement dans une formation souterraine, ladite masse englobant une profondeur de matériau superabrasif au-dessous de ladite surface externe suffisante pour soutenir, sans
 - 15 endommagement substantiel dudit élément de coupe, les charges qui y sont appliquées, d'une intensité correspondant au moins à une limite d'élasticité dudit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté.
2. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel la direction de l'application de ladite charge dépend d'un emplacement de l'élément de coupe sur le
20 dispositif de coupe et est sélectionnée dans un groupe de directions comprenant l'application d'une charge pratiquement alignée avec ledit axe longitudinal, l'application d'une charge pratiquement transversale audit axe longitudinal, et l'application d'une charge à un angle aigu par rapport audit axe longitudinal, ladite profondeur du matériau superabrasif étant mesurée pratiquement dans une direction
25 d'application de ladite charge.
3. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite surface externe englobe au moins une arête de coupe, proche d'une extension externe de ladite saillie longitudinale, et au moins une face de coupe adjacente à ladite au moins une arête de coupe, s'étendant en direction de ladite extrémité dudit corps rapporté.
- 30 4. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté déborde dans ladite masse de matériau superabrasif.
5. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite masse de matériau superabrasif déborde dans ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté.
6. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite masse de matériau
35 superabrasif et ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté se

rencontrent au niveau d'une surface de jonction présentant une limite exposée sur une périphérie latérale dudit élément de coupe.

7. Élément de coupe selon la revendication 6, dans lequel ladite surface de jonction et ladite limite sont pratiquement alignées dans un plan.

5 8. Élément de coupe selon la revendication 7, dans lequel ledit plan est un plan pratiquement radial, transversal audit axe longitudinal.

9. Élément de coupe selon la revendication 6, dans lequel ladite surface de jonction s'étend longitudinalement dans un intérieur dudit élément de coupe, le long d'au moins une partie de ladite limite, dans une direction de ladite masse en saillie
10 dudit matériau superabrasif.

10. Élément de coupe selon la revendication 6, dans lequel ladite surface de jonction s'étend longitudinalement dans un intérieur dudit élément de coupe, le long d'au moins une partie de ladite limite, dans une direction de l'extrémité dudit corps rapporté.

15 11. Élément de coupe selon la revendication 6, dans lequel ladite surface de jonction définit un évidement dans ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté.

12. Élément de coupe selon la revendication 11, dans lequel ledit évidement s'étend pratiquement le long dudit axe longitudinal.

20 13. Élément de coupe selon la revendication 11, dans lequel ledit évidement est orienté à un angle par rapport audit axe longitudinal, choisi dans un intervalle d'angles aigus et englobant un angle perpendiculaire audit axe longitudinal.

14. Élément de coupe selon la revendication 11, dans lequel ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté s'étend longitudinalement le long d'au
25 moins une partie de ladite limite, dans une direction de ladite saillie, ledit évidement établissant ladite profondeur suffisante du matériau superabrasif.

15. Élément de coupe selon la revendication 14, dans lequel une profondeur du matériau superabrasif adjacent et sur au moins un côté dudit évidement a une profondeur suffisante pour soutenir ladite charge appliquée.

30 16. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite surface externe superabrasive s'étend sur pratiquement une extrémité entière dudit élément de coupe, opposée à ladite extrémité du corps rapporté.

17. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite surface externe superabrasive est orientée vers ladite périphérie latérale dudit élément de coupe.

18. Élément de coupe selon la revendication 17, dans lequel ladite surface externe superabrasive s'étend sur une extrémité dudit élément de coupe opposée à ladite extrémité du corps rapporté.
19. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ledit matériau résistant
5 à la rupture comprend du carbure métallique cimenté, ledit matériau superabrasif étant sélectionné dans un groupe constitué de diamant polycristallin, de diamant polycristallin thermiquement stable et de nitrure de bore cubique.
20. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ledit élément de coupe a
10 une section transversale généralement cylindrique en un point adjacent à ladite extrémité et commence à s'effiler au niveau d'un emplacement éloigné de ladite extrémité, vers une section transversale inférieure, à l'écart de ladite extrémité, ledit matériau résistant à la rupture dudit corps rapporté et ladite masse de matériau superabrasif définissant une limite externe autour d'une périphérie dudit élément de coupe.
21. Élément de coupe selon la revendication 20, dans lequel ladite limite se situe
15 entre ledit emplacement où commence l'effilement et ladite extrémité.
22. Élément de coupe selon la revendication 20, dans lequel ladite limite s'étend au-delà dudit emplacement où commence l'effilement, à l'écart de ladite extrémité.
23. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite profondeur
20 suffisante du matériau superabrasif n'est pas supérieure à environ 0,040 pouce.
24. Élément de coupe selon la revendication 1, dans lequel ladite masse superabrasive est formée sur ledit corps rapporté.
25. Trépan de forage pour une formation souterraine, comprenant
un corps de trépan;
25 au moins un dispositif de coupe rotatif supporté par ledit corps de trépan, ledit dispositif de coupe rotatif supportant plusieurs éléments de coupe débordant d'une surface externe correspondante;
30 au moins un desdits plusieurs éléments de coupe ayant un axe longitudinal et comprenant un corps composé de matériau résistant à la rupture, et comportant une masse de matériau superabrasive, qui y est montée dans ladite saillie correspondante de ladite surface externe, ayant une profondeur suffisante pour soutenir les charges qui y sont appliquées, sans endommagement substantiel dudit au moins un élément de coupe, d'une intensité correspondant au moins à la limite d'élasticité dudit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe.

26. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ledit matériau superabrasif déborde vers l'extérieur sur une distance suffisante à partir de ladite au moins une surface externe du dispositif de coupe, sur un côté dudit élément de coupe, orienté dans une direction du déplacement de l'élément de coupe, ladite formation étant ainsi engagée uniquement par le matériau superabrasif sur ledit côté orienté.
27. Trépan de forage selon la revendication 26, dans lequel ladite masse de matériau superabrasif et ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe définissent une surface de jonction entre eux, présentant une limite externe sur une périphérie latérale dudit au moins un élément de coupe.
28. Trépan de forage selon la revendication 27, dans lequel ladite limite sur ledit côté orienté se situe au-dessus d'une profondeur prévue de la coupe dudit au moins un élément de coupe dans ladite formation souterraine.
29. Trépan de forage selon la revendication 27, dans lequel ladite limite sur ledit côté orienté se situe au-dessous de ladite surface externe dudit au moins un dispositif de coupe rotatif.
30. Trépan de forage selon la revendication 27, dans lequel ledit corps de l'élément de coupe comprend un corps rapporté ayant une première extrémité d'une section transversale généralement cylindrique, reçue dans une ouverture de configuration similaire, formée dans ladite surface externe du dispositif de coupe, et dans lequel ledit au moins un élément de coupe est effilé vers une section transversale réduite lors de son débordement à partir de ladite surface externe du dispositif de coupe.
31. Trépan de forage selon la revendication 30, dans lequel ladite limite se situe au moins partiellement dans ladite saillie effilée.
32. Trépan de forage selon la revendication 30, dans lequel ladite limite se situe au-dessous de ladite saillie effilée.
33. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite masse superabrasive définit au moins une face de coupe orientée dans une direction de la rotation du dispositif de coupe, ladite au moins une face de coupe comportant au moins une arête de coupe proche d'une saillie externe dudit au moins un élément de coupe.
34. Trépan de forage selon la revendication 33, dans lequel ladite au moins une face de coupe forme un angle d'inclinaison arrière négative compris entre environ 15 degrés et environ 60 degrés par rapport audit axe longitudinal.
35. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel la direction de l'application de ladite charge dépend d'un emplacement du au moins un élément de coupe

sur le au moins un dispositif de coupe, et est sélectionnée dans un groupe de directions, comprenant l'application de charge pratiquement alignée avec ledit axe longitudinal, l'application d'une charge pratiquement transversale audit axe longitudinal et l'application d'une charge à angle aigu par rapport audit axe longitudinal, ladite profondeur du matériau superabrasif étant mesurée pratiquement dans une direction d'application de ladite charge.

36. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite masse superabrasive présente une surface externe englobant au moins une arête de coupe proche d'une extension externe de ladite saillie, et au moins une face de coupe adjacente de ladite au moins une arête de coupe, s'étendant vers ladite surface externe du dispositif de coupe.

37. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe déborde dans ladite masse de matériau superabrasif.

38. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite masse de matériau superabrasif déborde dans ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe.

39. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite masse de matériau superabrasif et ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe se rencontrent au niveau d'une surface de jonction présentant une limite exposée sur une périphérie latérale dudit au moins un élément de coupe.

40. Trépan de forage selon la revendication 39, dans lequel ladite surface de jonction et ladite limite sont pratiquement alignées dans un plan.

41. Trépan de forage selon la revendication 40, dans lequel ledit plan est un plan pratiquement radial transversal audit axe longitudinal.

42. Trépan de forage selon la revendication 39, dans lequel ladite surface de jonction s'étend longitudinalement dans un intérieur dudit au moins un élément de coupe, le long d'au moins une partie de ladite limite dans une direction de ladite saillie.

43. Trépan de forage selon la revendication 39, dans lequel ladite surface de jonction s'étend longitudinalement dans un intérieur dudit au moins un élément de coupe, le long d'au moins une partie de ladite limite dans une direction de ladite surface externe du dispositif de coupe.

44. Trépan de forage selon la revendication 39, dans lequel ladite surface de jonction définit un évidement dans ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe.

45. Trépan de forage selon la revendication 44, dans lequel ledit évidement s'étend pratiquement le long dudit axe longitudinal.
46. Trépan de forage selon la revendication 44, dans lequel ledit évidement est orienté à un angle par rapport audit axe longitudinal, sélectionné dans un intervalle
5 d'angles aigus et englobant un angle perpendiculaire audit axe longitudinal.
47. Trépan de forage selon la revendication 44, dans lequel ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe s'étend longitudinalement le long d'au moins une partie de ladite limite, dans une direction de ladite saillie, ledit évidement établissant ladite profondeur suffisante du matériau superabrasif.
- 10 48. Trépan de forage selon la revendication 47, dans lequel une profondeur du matériau superabrasif adjacent et au moins sur un côté dudit évidement a une profondeur suffisante pour soutenir ladite charge appliquée.
49. Trépan de forage selon la revendication 36, dans lequel ladite surface externe superabrasive s'étend sur pratiquement une extrémité entière dudit au moins un élément
15 de coupe, opposée à ladite surface externe du dispositif de coupe.
50. Trépan de forage selon la revendication 36, dans lequel ladite surface externe superabrasive est orientée vers ladite périphérie latérale dudit au moins un élément de coupe.
51. Trépan de forage selon la revendication 50, dans lequel ladite surface externe
20 superabrasive s'étend sur une extrémité dudit au moins un élément de coupe, opposée à ladite surface externe du dispositif de coupe.
52. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ledit matériau résistant à la rupture comprend du carbure métallique cimenté, ledit matériau superabrasif étant sélectionné dans un groupe constitué de diamant polycristallin, de
25 diamant polycristallin thermiquement stable et de nitrure de bore cubique.
53. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ledit au moins un élément de coupe a une section transversale généralement cylindrique près de ladite surface externe du dispositif de coupe et est effilé à partir d'un emplacement éloigné de ladite surface externe du dispositif de coupe, vers une section transversale
30 réduite, à l'écart de ladite surface externe du dispositif de coupe, ledit matériau résistant à la rupture dudit corps de l'élément de coupe et ladite masse de matériau superabrasif définissant une limite externe autour d'une périphérie dudit au moins un élément de coupe.
54. Trépan de forage selon la revendication 53, dans lequel ladite limite se situe
35 entre ledit emplacement où commence l'effilement et une extrémité dudit au moins un élément de coupe, porté par ledit au moins un dispositif de coupe.

55. Trépan de forage selon la revendication 53, dans lequel ladite limite s'étend au-delà dudit emplacement où commence l'effilement, à l'écart de ladite surface externe du dispositif de coupe.

56. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite profondeur
5 suffisante du matériau superabrasif n'est pas inférieure à environ 0,040 pouce.

57. Trépan de forage selon la revendication 25, dans lequel ladite masse superabrasive est formée sur ledit corps dudit élément de coupe.

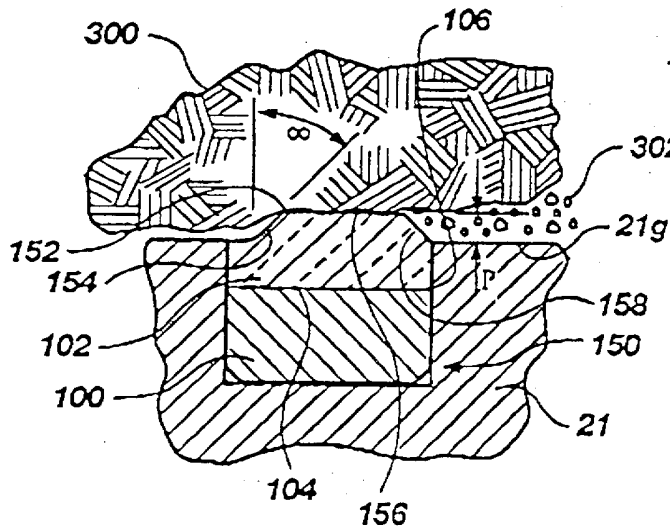


Fig. 2

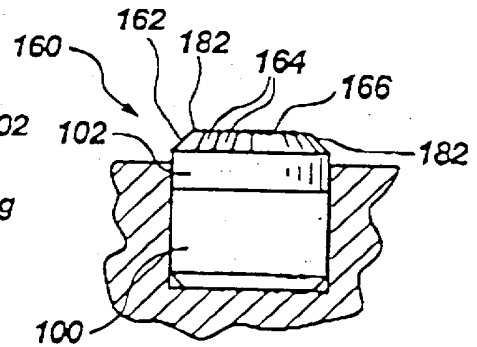


Fig. 3

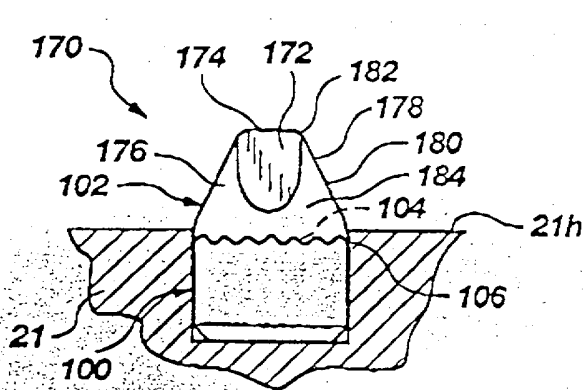


Fig. 4

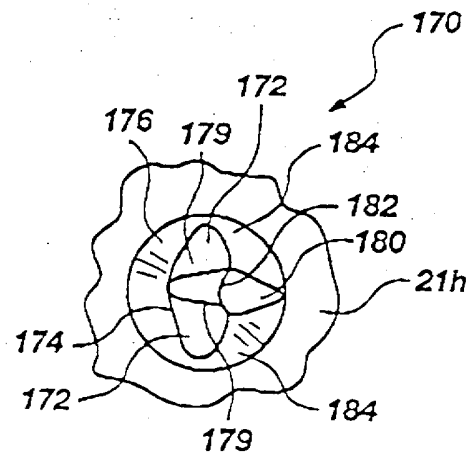


Fig. 5

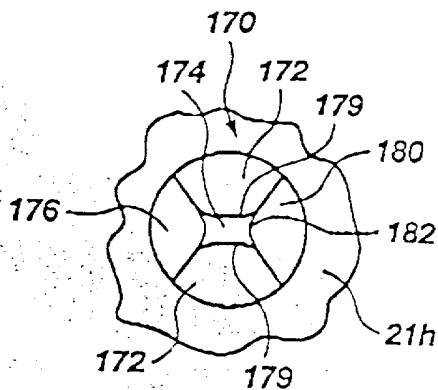


Fig. 6

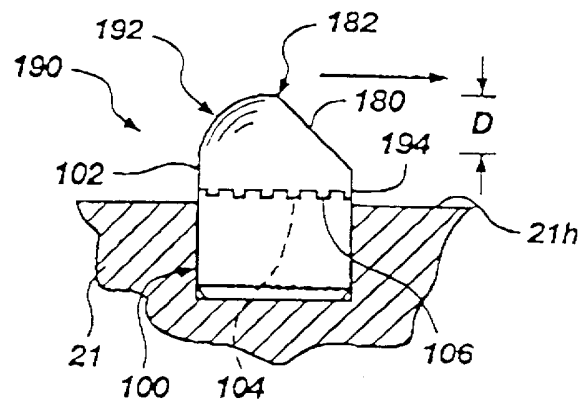


Fig. 7

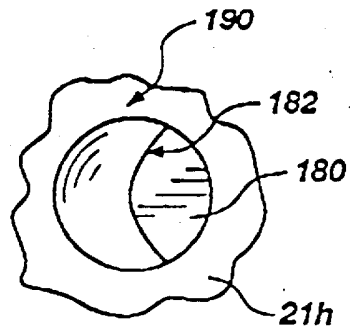


Fig. 8

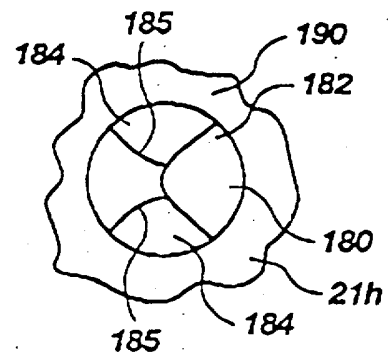


Fig. 9

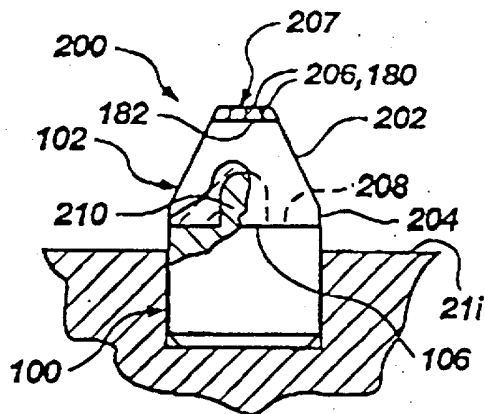


Fig. 10

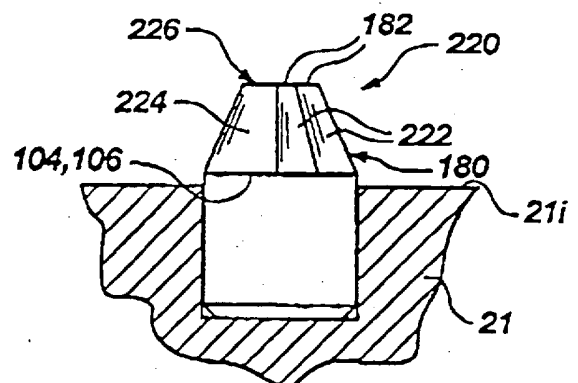


Fig. 11

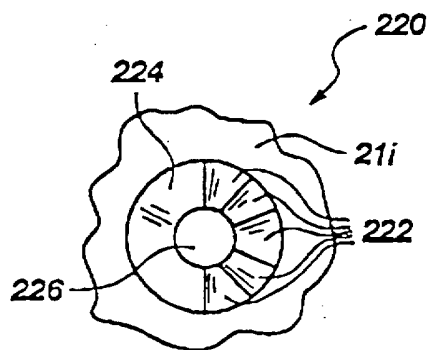


Fig. 12

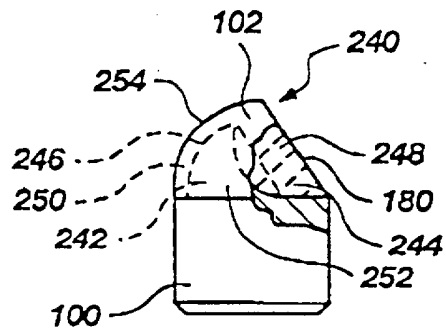


Fig. 13

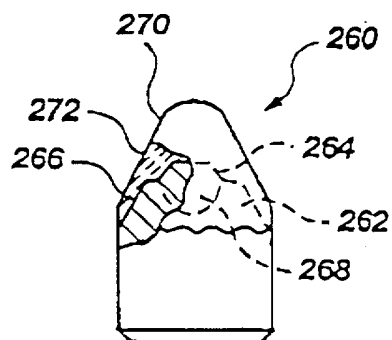


Fig. 14

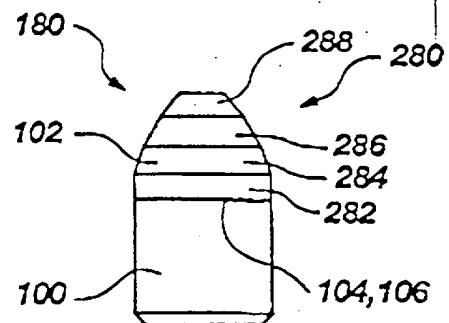


Fig. 15

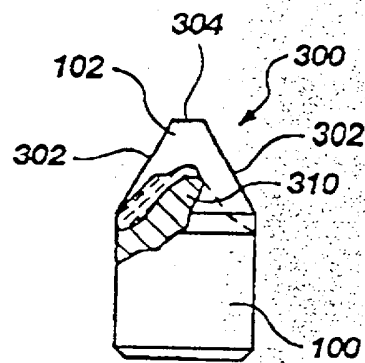


Fig. 16

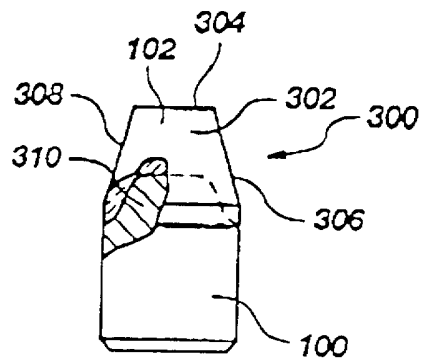


Fig. 17

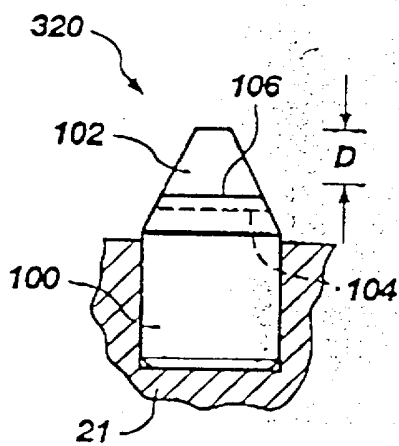


Fig. 18

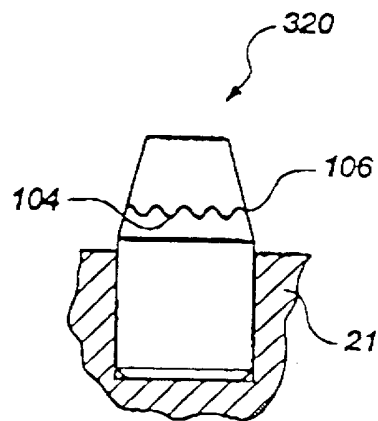


Fig. 19

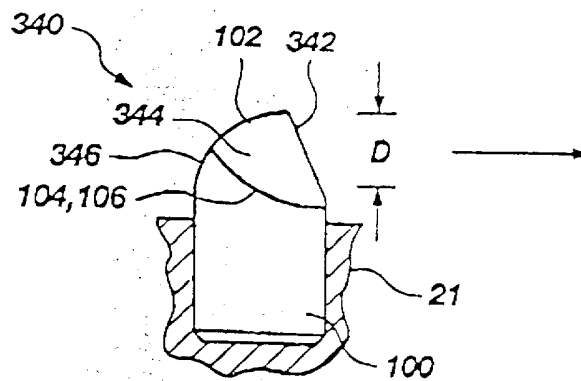


Fig. 20



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6970
BE 9800191

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X,D	US 5 467 836 A (GRIMES) 21 novembre 1995 (1995-11-21) * colonne 3, ligne 19 - ligne 21 * * colonne 4, ligne 24 - ligne 54 * * colonne 2, ligne 38 - ligne 43 *	1-3, 16-19, 24-29, 33-36, 49-52,57	E21B10/52 E21B10/56
Y	---	23,56	
Y	US 5 566 779 A (DENNIS) 22 octobre 1996 (1996-10-22) * colonne 3, ligne 30 - ligne 32 * ---	23,56	
X,D	US 5 592 995 A (SCOTT) 14 janvier 1997 (1997-01-14) * le document en entier * ---	1-3,5-7, 11,13, 17, 19-22, 24-28, 30,31, 33-36, 38-40, 44,46, 50, 52-55,57	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7) E21B
X,D	US 5 341 890 A (CAWTHORNE) 30 août 1994 (1994-08-30) * le document en entier * ---	1-3, 5-15,17, 19-22, 24-28, 30-36, 38-48, 50, 52-55,57	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 octobre 2000		Sogno, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	

3
EPO FORM 1503.03 82 (P04C48)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6970
BE 9800191

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	US 5 045 092 A (KESHAVAN) 3 septembre 1991 (1991-09-03) * colonne 5, ligne 3 - ligne 11 * * colonne 3, ligne 41 - ligne 52 * ---	1,2,4, 6-10,16, 19-21, 24,25, 35,37, 39-43, 49, 52-54,57	
X	US 5 469 927 A (GRIFFIN) 28 novembre 1995 (1995-11-28) * colonne 7, ligne 21 - colonne 8, ligne 8 * * * colonne 4, ligne 40 - ligne 47 * ---	1,2,4-6, 9-12, 14-16, 19-21, 24,25, 35, 37-39, 42-45, 47-49, 52-54,57	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
X	US 5 590 727 A (TANK) 7 janvier 1997 (1997-01-07) * colonne 2, ligne 44 - colonne 3, ligne 8 * * * colonne 2, ligne 26 - ligne 36 * --- -/--	1-3,5-8, 10-12, 14-16, 19,24, 25,35, 36, 38-45, 47-49, 52,57	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 octobre 2000		Sogno, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cite dans la demande L : cite pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 03 82 (P04C48)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6970
BE 9800191

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	US 5 273 125 A (JUREWICZ) 28 décembre 1993 (1993-12-28) * le document en entier * ----	1-3,5,6, 9-12,14, 15,19, 24,25, 38,39, 42-45, 47,48, 52,57	
X,D	US 5 282 512 A (BESSON) 1 février 1994 (1994-02-01) * le document en entier * ----	1-3,5,6, 11,13, 17, 19-22, 24-28, 30-36, 38,39, 44,46, 50, 52-55,57	
A	US 5 544 713 A (DENNIS) 13 août 1996 (1996-08-13) * le document en entier * ----	1,25	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	US 5 379 854 A (DENNIS) 10 janvier 1995 (1995-01-10) * le document en entier * ----	1,25	
A	US 4 109 737 A (BOVENKERK) 29 août 1978 (1978-08-29) * le document en entier * -----	1,25	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 octobre 2000		Sogno, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arriere-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

3

EPO FORM 1503 03 82 (P04C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 6970
BE 9800191

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-10-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5467836 A	21-11-1995	US 5346026 A US 5287936 A US 5655612 A US 5890552 A US 6050354 A EP 0658682 A	13-09-1994 22-02-1994 12-08-1997 06-04-1999 18-04-2000 21-06-1995
US 5566779 A	22-10-1996	AUCUN	
US 5592995 A	14-01-1997	EP 0747566 A US 5890552 A	11-12-1996 06-04-1999
US 5341890 A	30-08-1994	CA 2113054 A GB 2274129 A, B	09-07-1994 13-07-1994
US 5045092 A	03-09-1991	CA 2016085 A DE 69015256 D EP 0399679 A NO 902272 A US 5158148 A	26-11-1990 02-02-1995 28-11-1990 27-11-1990 27-10-1992
US 5469927 A	28-11-1995	GB 2273306 A DE 69319862 D DE 69319862 T EP 0601840 A ZA 9309234 A	15-06-1994 27-08-1998 11-02-1999 15-06-1994 05-08-1994
US 5590727 A	07-01-1997	AU 688487 B AU 2171995 A CA 2151899 A EP 0692607 A ZA 9504736 A	12-03-1998 04-01-1996 17-12-1995 17-01-1996 26-01-1996
US 5273125 A	28-12-1993	US 5159857 A EP 0501447 A	03-11-1992 02-09-1992
US 5282512 A	01-02-1994	FR 2677699 A CA 2070965 A GB 2256666 A, B NO 303142 B	18-12-1992 12-12-1992 16-12-1992 02-06-1998
US 5544713 A	13-08-1996	US 5379854 A US 5630479 A GB 2281087 A, B US 5499688 A	10-01-1995 20-05-1997 22-02-1995 19-03-1996

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 6970
BE 9800191

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-10-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5379854 A	10-01-1995	GB 2281087 A, B	22-02-1995
		US 5544713 A	13-08-1996
		US 5499688 A	19-03-1996
		US 5630479 A	20-05-1997
US 4109737 A	29-08-1978	AT 356611 B	12-05-1980
		AT 449477 A	15-10-1979
		AU 514891 B	05-03-1981
		AU 2391877 A	12-10-1978
		BE 855661 A	03-10-1977
		CH 620736 A	15-12-1980
		DE 2723932 A	05-01-1978
		ES 459582 A	16-07-1978
		FR 2355990 A	20-01-1978
		GB 1576521 A	08-10-1980
		IE 44566 B	13-01-1982
		IL 51778 A	27-02-1981
		IT 1084322 B	25-05-1985
		JP 1335330 C	11-09-1986
		JP 53010302 A	30-01-1978
		JP 60058357 B	19-12-1985
		NL 7706392 A, B,	28-12-1977
		SE 434288 B	16-07-1984
		SE 7707338 A	25-12-1977
		ZA 7701904 A	28-06-1978