

①⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27.03.07.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.10.08 Bulletin 08/40.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : ARMINES ASSOCIATION POUR LA
RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DES
METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS Associa-
tion loi de 1901 — FR.

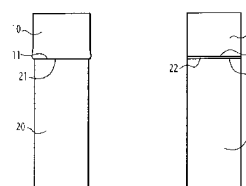
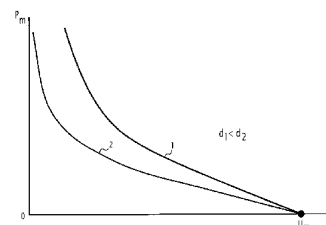
⑦② Inventeur(s) : COLIN CHRISTOPHE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

⑤④ PROCÉDE D'ASSEMBLAGE DE DEUX BLOCS EN MATERIAU DENSE OU NON DENSE CONSTITUE DE PARTICULES DURES DISPERSEES DANS UNE PHASE LIANTE: APPLICATION A DES OUTILS DE COUPE OU DE FORAGE.

⑤⑦ Procédé d'assemblage d'un premier bloc (10) en un premier matériau constitué de particules dures dispersées dans une première phase liante, et d'un deuxième bloc (20) en un deuxième matériau constitué de particules dures dispersées dans une seconde phase liante, l'un au moins des deux matériaux des blocs étant susceptible d'être enrichi en phase liante par imbibition et/ou par capillarité, le premier bloc comportant une face de liaison (11) susceptible de venir en appui soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche constituée d'un matériau d'apport, sur une face de liaison (21) du deuxième bloc, caractérisé en ce qu'on met les faces de liaison des deux blocs en appui l'une sur l'autre soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche constituée d'un matériau d'apport, et on provoque l'enrichissement d'au moins un matériau en phase liante par migration de la phase liante à travers les faces de liaison des deux blocs.



Procédé d'assemblage de deux blocs en matériau dense ou non dense constitué de particules dures dispersées dans une phase liante : application à des outils de coupe ou de forage.

La présente invention est relative à l'assemblage de blocs en matériaux denses
5 ou non denses constitués de particules dures dispersées dans une phase liante ductile, susceptible pour l'un d'être enrichi et pour l'autre d'être appauvri ou enrichi en phase liante par imbibition et/ou par capillarité.

Ce procédé d'assemblage est particulièrement adapté à l'assemblage de
cermets destinés, par exemple, à la fabrication de taillant d'outils pour le forage pétrolier
10 et/ou minier, ou encore destinés à des taillants pour des outils d'abattage ou de fragmentation des roches ou de foration, dans le domaine du génie civil ou encore destinés à des outils pour l'usinage des métaux.

Les outils de forage ou les outils de mine sont constitués de têtes surmontées de
taillants destinés à couper ou à broyer des roches particulièrement dures. Ces taillants,
15 parties actives de l'outil, sont durs mais fragiles et sont constitués de carbures extrêmement durs noyés dans une phase liante ductile, fabriqués par métallurgie des poudres. La fragilité de ces taillants est fonction de la composition du matériau, notamment de la taille et de la fraction volumique des particules dures. Aussi, il peut être souhaitable de fabriquer des taillants constitués de plusieurs éléments
20 correspondant à des matériaux aux propriétés différentes, par exemple constitués d'un bloc en matériau très dur mais fragile lié à un bloc en matériau moins dur mais plus tenace. Le matériau constitué de particules dures dispersées dans une phase liante ductile est parfois appelé cermet lorsque les particules dures sont des céramiques (et en l'occurrence des carbures métalliques) et la phase liante est constituée
25 essentiellement d'un métal ou alliage métallique.

Egalement, d'un point de vue pratique, on est parfois amené à assembler un
taillant surmonté d'une plaquette diamantée de type PDC (Polycrystalline Diamond Compact ou « compact de diamant polycristallin ») ou TSP (Thermally Stable Polycrystalline diamond ou « diamant polycristallin thermiquement stable ») sur un bloc
30 de même nature ou de nature différente que le taillant support de la plaquette diamantée, de façon à obtenir des taillants de longueur raisonnable. Une telle méthode d'assemblage est décrite par exemple dans le brevet US 4,225,322, plus connu sous le nom « LS Bond » et présente parfois l'inconvénient de conduire à des ruptures à l'interface des deux blocs.

Aujourd'hui, on ne connaît pas de moyen d'assembler de façon suffisamment fiable des blocs constitués de matériaux de ce type. D'une part, pour fabriquer des taillants ayant des parties très dures mais fragiles supportées par des parties moins dures mais plus tenaces, et d'autre part pour rallonger des taillants de type PDC, il est
5 proposé le plus souvent d'utiliser le procédé de brasage modifiant localement la composition des blocs de cermets à proximité de l'interface, rendant l'assemblage fragile. Ces méthodes ne permettent donc pas d'obtenir l'ensemble des caractéristiques souhaitées.

Le but de la présente invention est de proposer un moyen de fabriquer des
10 éléments composites en matériaux tels que des cermets constitués de particules dures dispersées dans une phase liante, en assemblant des blocs de matériaux de ce type, sans nécessairement qu'un matériau d'apport (encore dit matériau d'imbibition ou d'infiltration selon le cas) ne soit apporté, et tout en rendant de préférence l'interface indécélable avec des cermets de composition de phase liante inchangée.

15 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'assemblage d'un premier bloc en un premier matériau constitué de particules dures dispersées dans une première phase liante, et d'un deuxième bloc en un deuxième matériau constitué de particules dures dispersées dans une seconde phase liante, l'un au moins des deux matériaux des blocs étant susceptible d'être enrichi en phase liante par imbibition et/ou par
20 capillarité, le premier bloc comportant une face de liaison susceptible de venir en appui, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche constituée d'un matériau d'apport, sur une face de liaison du deuxième bloc. On met les faces de liaison des deux blocs en appui l'une sur l'autre soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche constituée d'un matériau d'apport, et on provoque l'enrichissement d'au moins
25 un matériau en phase liante par migration de la phase liante à travers les faces de liaison des deux blocs.

Les deux matériaux peuvent être denses, l'enrichissement en phase liante d'au moins un matériau se faisant alors par imbibition.

Le premier matériau et le deuxième matériau dont sont constitués le premier bloc
30 et le deuxième bloc, respectivement, peuvent être choisis de telle sorte que la phase liante d'un matériau peut enrichir par imbibition la phase liante de l'autre matériau, et de telle sorte que, au moins au voisinage de l'interface entre les deux blocs placés directement en contact l'un de l'autre, la pression de migration d'un matériau est

inférieure à la pression de migration de l'autre matériau. Dans ce cas, c'est la phase liante d'un des deux matériaux qui enrichit par imbibition le deuxième matériau.

De préférence, le diamètre moyen des particules dures et/ou la fraction volumique de phase liante dont est constitué le premier matériau est ou sont inférieurs
5 au diamètre moyen des particules dures et/ou à la fraction volumique dont est constitué le deuxième matériau.

Le premier matériau et le deuxième matériau dont sont constitués le premier bloc et le deuxième bloc, respectivement, peuvent aussi avoir des pressions de migration égales ou sensiblement identiques. Dans ce cas, avant d'appliquer les deux blocs l'un
10 contre l'autre, on dépose au moins sur l'une des faces d'appui des deux blocs, une couche d'un matériau d'apport (dit matériau d'imbibition) susceptible de migrer par imbibition vers le premier bloc et vers le deuxième bloc.

Dans ce cas les premier et deuxième matériaux dont sont constitués les deux blocs, peuvent avoir le même diamètre moyen des particules dures, la même
15 composition et la même fraction volumique de phase liante et donc le matériau d'apport placé entre les deux blocs a, alors, la composition de ladite phase liante à la température d'assemblage.

Au moins un des deux matériaux peut être non dense, avec au moins une face d'un bloc en matériau non dense au contact d'un matériau d'apport, et ainsi le matériau
20 non dense s'enrichit en phase liante par capillarité.

Le matériau d'apport peut être disposé entre les faces d'appui des deux blocs.

Le matériau d'apport peut également être disposé sur une face d'un bloc en matériau non dense situé à l'opposé de la face d'appui dudit bloc.

Pour effectuer l'assemblage, on soumet les deux blocs en appui l'un contre
25 l'autre par leurs faces de liaison, à un cycle thermique comportant un chauffage et un maintien à une température supérieure à la température de liquéfaction de l'une et l'autre phase liante des deux blocs dont l'une constitue le matériau d'apport ou d'imbibition et en l'occurrence celle du bloc qui possède la plus faible pression de migration.

30 De préférence, le chauffage, le maintien en température et le refroidissement sont effectués dans un four sous vide ou sous gaz neutre du type azote ou argon.

Les particules dures dont est constitué le premier matériau et celles dont est constitué le deuxième matériau comprennent par exemple au moins un type de particules de carbures métalliques, et la phase liante du premier matériau et celle du

deuxième matériau forment de préférence un eutectique en température avec le ou les carbures métalliques dont sont constitués les matériaux.

Le premier matériau et le deuxième matériau peuvent, par exemple, avoir des compositions chimiques qui comprennent :

- 5 - au moins un métal carburigène pris parmi Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ti, Zr et Hf ;
- au moins un métal constitutif de la phase liante pris parmi Co, Ni, Fe, Cu et Si ;
- du carbone.

10 Les matériaux peuvent, notamment, être des cermets dont les particules dures comprennent des carbures de tungstène et les phases liantes sont des alliages métalliques dont au moins 85% en poids de la composition chimique est constitué d'au moins un élément pris parmi Co, Ni, et Fe.

Les particules dures du matériau constituant au moins un des blocs peuvent, en outre, comprendre des diamants.

15 Au moins l'un des blocs peut comporter une couche externe dure et fragile enveloppant au moins partiellement un cœur plus tenace.

 Au moins un des blocs peut comprendre, sur une de ses faces, une plaquette diamantée de type PDC (Polycrystalline Diamond Compact) ou TSP (Thermally Stable Polycrystalline diamond) rapportée par un procédé HPHT (Haute Pression Haute
20 Température).

Les deux blocs assemblés constituent par exemple un taillant d'outil pour le forage pétrolier ou minier.

 L'invention concerne également un taillant pour outil de forage comprenant au moins deux blocs en cermet du type carbure métallique/phase liante, assemblés l'un à
25 l'autre par imbibition (assemblage de matériaux denses), ou par capillarité (assemblage d'un ou de deux matériaux non denses) au moyen d'un matériau d'apport placé entre les surfaces de liaison des deux blocs ou au-dessus du bloc non dense.

 Au moins l'un des blocs peut comporter un cœur tenace enveloppé au moins partiellement par une couche dure plus fragile.

30 Au moins l'un des blocs peut comporter une plaquette diamantée de type PDC ou TSP rapportée sur une de ses faces.

 L'invention concerne, enfin, un outil, notamment un outil de machine de forage pétrolier ou de forage minier ou de génie civil ou d'excavation du sol ou du sous-sol comprenant au moins en taillant selon l'invention.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise mais non limitative en regard des figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 est un graphique qui représente la pression de migration de liquide de deux cermets différents de par leur taille moyenne de particules solides ($d_1 < d_2$) en fonction de la fraction volumique de liquide U contenue dans chacun des cermets, à la température considérée ;

- la figure 2 est une représentation schématique de deux cermets denses de composition et/ou de taille moyenne de particules dures différentes, assemblés par imbibition conduisant à la migration de la phase liante d'un cermet vers l'autre après que chacune d'entre elles soit passée à l'état liquide à la température d'assemblage ;

- la figure 3 est une représentation schématique de deux cermets denses de même composition et même taille moyenne de particules dures assemblés par imbibition conduisant à la migration d'un matériau d'apport après sa liquéfaction à l'interface entre les deux cermets à la température d'assemblage ;

- les figures 4, 5 et 6 représentent de façon schématique l'évolution relative des pressions de migration et des fractions volumiques de liquide de deux cermets denses au contact l'un de l'autre lors d'une opération d'assemblage à une température adéquate, pour trois configurations différentes ;

- la figure 7 est un schéma représentant différentes configurations d'évolution de la fraction volumique de liquide de deux cermets denses lors d'une opération d'assemblage d'un cermet sur l'autre à une température adéquate, lesquels cermets ont, avant assemblage, des tailles moyennes de particules dures différentes ($d_1 < d_2$) et/ou des fractions volumiques de liquide ($U_{1,0}, U_{2,0}$) et/ou des fractions massiques de cermets ($A_{x1,x2}$ ou $B_{x1,x2}$) différentes ;

- la figure 8 est un schéma représentant différentes configurations d'évolution de la fraction volumique de liquide de deux cermets denses lors d'une opération d'assemblage d'un cermet sur l'autre à une température adéquate, lesquels cermets ont, avant assemblage, des tailles moyennes de particules dures identiques ($d_1 = d_2$) et des fractions volumiques de liquide ($U_{1,0}, U_{2,0}$) et/ou des fractions massiques de cermets ($C_{x1,x2}$ ou $D_{x1,x2}$) différentes ;

- la figure 9 est une représentation schématique d'un taillant pour outils de forage comportant deux blocs denses assemblés par imbibition.

- la figure 10 est une représentation schématique de l'assemblage de deux cermets dont au moins l'un des deux est non dense, par migration d'un matériau d'apport placé entre les deux cermets.

- la figure 11 est une représentation schématique de l'assemblage de deux cermets dont l'un au moins est non dense, par migration d'un matériau d'apport disposé sur une face libre d'un cermet non dense.

D'une façon générale, les taillants pour outil de forage, ou plus généralement pour outil de coupe, sont des pièces comprenant des blocs de forme généralement parallélépipédique ou de forme cylindrique, obtenus par métallurgie des poudres, constitués d'un matériau dont la structure comprend d'une part des particules dures telles que des carbures métalliques, et en particulier des carbures de tungstène, et d'autre part une phase liante constituée d'un métal ou alliage métallique qui, au contact des carbures, peut former, en température, un eutectique ayant une température de fusion inférieure à la fois à la température de fusion des carbures et à la température de fusion du métal ou de l'alliage métallique. Ce métal ou cet alliage métallique est par exemple du cobalt, mais peut être également du fer, ou du nickel, ou un mélange de ces métaux. En outre, la phase liante peut contenir des métaux d'addition dont la somme des teneurs peut atteindre 15% en poids, mais, en général, ne dépasse pas 1% en poids. Ces métaux d'addition peuvent être du cuivre pour améliorer la conductivité électrique, ou du silicium qui a un effet tensioactif par rapport au système constitué par le carbure et par la phase liante, ou qui peuvent être encore des éléments carburigènes pouvant former des carbures mixtes ou des carbures du type M_xC_y autres que le carbure de tungstène. Ces différents éléments sont notamment le manganèse, le chrome, le molybdène, le tungstène, le vanadium, le niobium, le tantale, le titane, le zirconium et l'hafnium.

Outre ces éléments principaux, la composition de la phase liante peut comporter des matériaux d'addition que l'on rencontre habituellement dans de tels matériaux et qui modifient la forme et/ou inhibent le grossissement des particules dures, ainsi que des impuretés inévitables.

Pour certaines applications, afin de renforcer la résistance à l'usure des taillants, on ajoute des particules de diamant. Ces particules de diamant sont rajoutées au mélange de poudre qui sert à la fabrication du bloc par frittage.

D'une façon générale, après frittage, le bloc est dense et constitué de particules dures noyées dans une phase liante.

Dans le cas du WC-Co, la composition de l'eutectique qui se forme en température a une teneur en cobalt d'environ 65% en poids.

Bien évidemment, les propriétés d'emploi du bloc obtenues ainsi dépendent notamment des proportions relatives de carbure(s) et de métal ou alliage métallique.

5 Dans le cas des matériaux de forage, la teneur en phase liante est en général bien inférieure à celle de l'eutectique et même sensiblement inférieure à 35% en poids. En effet, plus la teneur en phase liante est faible, plus la dureté, et donc la résistance à l'usure du matériau, est élevée. Cependant, plus cette teneur en phase liante est faible, plus la ténacité du cermet est faible. En outre, les propriétés du cermet dépendent
10 également de la taille et de la forme des particules de carbure.

Ces propriétés des cermets sont bien connues de l'homme du métier.

En général, ces matériaux peuvent être enrichis en phase liante avec une composition éventuellement modifiée d'une partie du bloc, par imbibition.

Le phénomène d'imbibition est possible dans les systèmes denses et biphasés
15 (particules dures/phase liante) remplissant certaines conditions. Ainsi, la phase liante, à la température d'imbibition ($T \geq T_e$ avec T_e la température eutectique du cermet considéré) doit mouiller les particules dures, ces mêmes particules dures doivent être partiellement solubles dans la phase liante à la température d'imbibition et le système doit présenter un mûrissement d'Ostwald avec modification de la forme des particules
20 dures sans nécessairement un grossissement de ces particules par le phénomène de dissolution-reprécipitation. Pour réaliser l'imbibition, il faut mettre en contact un cermet dense ayant une teneur en phase liante inférieure à une teneur critique (35% en poids dans le cas du système WC-Co) avec un matériau d'apport ou d'imbibition de composition adaptée et porter le tout à une température suffisante pour que le matériau
25 d'apport et la phase liante soient liquides. Lorsque ces conditions sont réalisées, il y a transfert de matériau d'apport à l'intérieur du cermet dense et ainsi, enrichissement de celui-ci en phase liante.

En général, le matériau d'imbibition a de préférence une composition identique ou voisine de celle de l'eutectique du cermet considéré. Dans ce cas, l'imbibition
30 augmente la teneur du cermet en phase liante sans modifier la composition chimique de ce matériau. Ce phénomène peut se poursuivre jusqu'à ce qu'il y ait saturation en phase liante du cermet. Pour un cermet du type carbure de tungstène/cobalt avec un matériau d'apport de même nature, la saturation est obtenue pour une teneur en cobalt, U_m , d'environ 35% en poids dans le cermet.

Le matériau d'imbibition peut avoir une composition différente de celle de la phase liante du cermet. Dans ce cas, il y a non seulement enrichissement du cermet en phase liante, mais également modification de la composition chimique de celle-ci et éventuellement de la phase carbure.

- 5 Le phénomène d'imbibition est thermiquement activé et sa cinétique est donc liée à la température mais également à la teneur initiale en phase liante du cermet ainsi qu'à la taille moyenne et à la forme des particules dures.

Pour décrire ces phénomènes, on peut définir une force motrice pour l'imbibition, c'est-à-dire pour la migration de la phase liante après qu'elle soit passée à l'état liquide à l'intérieur d'un matériau dense solide/liquide constitué de particules dures solides
10 noyées dans le liquide, qui est d'autant plus grande que la taille moyenne des particules solides, d , est petite et que la fraction volumique de liquide, U , est faible, lequel liquide est constitué de la phase liante laquelle a dissout une partie du solide à la température d'assemblage ou de migration.

- 15 Cette force motrice, appelée pression de migration P_m prend la forme suivante, pour des cermets du type WC – Co :

$$P_m = \frac{A}{d_{wc}} F(U) = \frac{0,66}{d_{wc}} \left[\left(\frac{1-U}{U} \right)^{1/3} - 1,41.U \right]$$

- Dans cette formule, d_{wc} est le diamètre moyen des particules de carbures de tungstène et, U , la fraction volumique de liquide, c'est-à-dire d'eutectique WC – Co.
20 Cette fraction volumique de liquide à la température de migration est proportionnelle à la teneur volumique initiale en cobalt du cermet.

- Cette loi de variation de la pression de migration est représentée à la figure 1. Sur cette figure, il est représenté deux courbes 1 et 2, correspondant à deux tailles moyennes différentes de carbures. La courbe 1, située au-dessus de la courbe 2,
25 correspond à un cermet ayant des carbures de diamètre moyen d_1 plus petit que le diamètre moyen d_2 des carbures du cermet correspondant à la courbe 2.

- Si on met un cermet dense porté à une température suffisante au contact de son liquide eutectique, le cermet s'imbibe de ce liquide d'autant plus vite que la pression de migration qui règne dans ce cermet est élevée. L'imbibition ayant pour effet
30 d'augmenter la fraction volumique de liquide et donc de la phase liante dans le cermet, la vitesse d'imbibition ralentit au fur et à mesure que le cermet s'enrichit en phase liante et s'annule lorsque la fraction volumique de liquide atteint une valeur limite, U_m , qui correspond à une pression de migration nulle.

Plus généralement, lorsque, dans un cermet dense, il existe un gradient de pression de migration, résultant d'un gradient de composition en phase liante, et que la température est suffisante pour permettre l'imbibition, il y a transfert de liquide des régions de plus faible pression de migration vers les régions de plus forte pression de migration. Ce transfert de matière tend alors à augmenter la fraction volumique de liquide et donc de phase liante dans les régions qui avaient la plus forte pression de migration, et à réduire d'autant la fraction volumique de liquide dans les régions qui avaient la plus faible pression de migration. Ce transfert de matière tend à égaliser les pressions de migration au sein du cermet.

On peut également provoquer la migration de liquide dans un cermet non dense lors de la liquéfaction de sa phase liante. L'enrichissement en liquide du cermet et sa densification se fait alors par capillarité. Dans ce cas, le liquide qui migre doit être apporté par un matériau d'apport.

Le matériau d'apport a de préférence une composition identique ou voisine de celle de l'eutectique du cermet considéré. Pour que cette infiltration s'opère, il suffit que le matériau d'apport, à l'état liquide, mouille les particules dures du ou des bloc(s) non dense(s). Ce phénomène est bien connu de l'homme du métier. Comme dans le cas de l'imbibition, l'infiltration nécessite un traitement thermique comportant un chauffage à une température supérieure à la température de liquéfaction de la phase liante.

Comme cela va maintenant être expliqué, on utilise ces phénomènes pour assembler par brasage, avec ou sans matériau d'apport, deux blocs en cermets denses ou non denses, ou plus généralement, deux blocs en matériaux constitués de particules dures dispersées dans une phase liante. Dans le cas de l'imbibition de matériaux denses sans matériau d'apport, une partie de la phase liante d'un des deux blocs peut être susceptible de migrer à l'état liquide d'un bloc dans l'autre. On obtient alors un phénomène d'«auto-brasage». Dans le cas de la capillarité, une partie du matériau d'apport est susceptible de migrer à l'état liquide dans le ou les bloc(s) non dense(s). Lors du procédé d'assemblage, objet de cette invention, la migration du liquide est provoquée par imbibition et/ou par capillarité.

Dans un premier mode de réalisation, représenté à la figure 2, on assemble un premier bloc 10 constitué d'un premier cermet dense et un deuxième bloc 20 constitué d'un deuxième cermet dense. Le premier bloc 10 comporte une face de liaison 11 qui est mise au contact d'une face de liaison 21 du deuxième bloc 20. Les matériaux des deux blocs 10 et 20 sont choisis de telle sorte que, lorsque l'ensemble est porté à une

température supérieure à la température de fusion de la phase liante de chacun des deux cermets, un phénomène d'imbibition soit possible, afin que la phase liante liquide de l'un des blocs puisse migrer vers le deuxième bloc et enrichir en phase liante liquide le deuxième bloc, et ainsi assurer une liaison parfaite des deux blocs.

- 5 Pour cela, les compositions des deux cermets sont choisies de telle sorte que leurs pressions de migration sont différentes. Cette différence peut résulter soit d'une différence de taille moyenne de carbures, soit d'une différence de fraction volumique en phase liante.

- 10 Pour réaliser l'assemblage, on applique les deux blocs l'un sur l'autre par leurs faces de liaison, puis on dispose l'ensemble dans un four, et on le porte à une température supérieure à la température minimale d'imbibition suivi de préférence d'un maintien à cette température pendant un temps suffisant pour qu'il y ait transfert de liquide d'un cermet vers l'autre au moins au voisinage de la face de contact des blocs.

- 15 Après maintien en température, l'ensemble est refroidi jusqu'à la température ambiante à une vitesse pas trop élevée pour éviter d'engendrer des contraintes résiduelles dans l'assemblage résultant du refroidissement et d'une différence de contraction entre les deux cermets.

- 20 Du fait des différences de pression de migration qui existent dans les deux blocs en cermet, de part et d'autre de l'interface, le chauffage et le maintien au-dessus de la température d'imbibition provoquent un transfert de liquide du bloc ayant la plus faible pression de migration vers le bloc ayant la plus forte pression de migration. Ce transfert de matière se traduit par une baisse de la fraction volumique de liquide dans le bloc qui a la plus faible pression de migration, et par une augmentation de la fraction volumique de liquide dans le bloc qui a la plus forte pression de migration. Cette migration de
25 liquide peut se faire jusqu'à ce que les pressions de migration s'équilibrent, c'est à dire deviennent uniformes dans l'ensemble constitué par les deux blocs, ce qui est possible si le maintien en température est suffisamment long. De tels maintiens en température ne sont pas indispensables et, même parfois non souhaitables, pour réaliser l'assemblage car bien souvent on désire d'une part limiter le grossissement exagéré
30 des carbures et d'autre part réduire la variation de volume des deux blocs, à proximité de l'interface. L'homme du métier saura choisir des durées adaptées dans chaque cas particulier.

Plusieurs situations peuvent être considérées et sont représentées aux figures 4, 5 et 6.

On considère tout d'abord aux figures 4 et 5 le cas de deux blocs denses ayant chacun une taille moyenne différente de carbures et à la figure 6, on a représenté le cas de deux blocs denses ayant des tailles moyennes identiques de carbures.

A la figure 4, on a représenté le cas d'un premier bloc A_1 ayant une taille moyenne de carbures d_1 et une fraction volumique de liquide $U_{A1,0}$ avant migration, et un deuxième bloc A_2 ayant une taille moyenne de carbures d_2 supérieure à d_1 , et dont la fraction volumique de liquide $U_{A2,0}$ est telle que la pression de migration du premier bloc $P_{m1,0}$ est supérieure à la pression de migration du deuxième bloc $P_{m2,0}$. Sur cette même figure 4, on a représenté les courbes de pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide pour le premier bloc, courbe 3, et pour le deuxième bloc, courbe 4.

Sur ce graphique, on a représenté également le point $A_{1,0}$ qui est le point représentatif du premier bloc avant assemblage et migration, ainsi que le point $A_{2,0}$ qui est le point représentatif du deuxième bloc avant assemblage et migration.

On a représenté également par une ligne horizontale la pression de migration d'équilibre P_{me} qui correspond à l'arrêt de la migration de liquide à travers l'interface entre les deux blocs après assemblage. La droite horizontale correspondant à la pression d'équilibre P_{me} coupe les courbes 3 et 4 correspondant à la pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide pour le premier matériau en un point $A_{1,e}$, et pour le deuxième matériau en un point $A_{2,e}$, respectivement.

Lorsque les deux blocs en contact sont maintenus en température dans des conditions permettant l'imbibition, la pression de migration dans le deuxième bloc $P_{m2,0}$ étant inférieure à la pression de migration dans le premier bloc $P_{m1,0}$ il y a transfert de liquide depuis le deuxième bloc vers le premier bloc à travers les surfaces de liaison. Du fait de ce transfert de matière, la fraction volumique de liquide dans le premier bloc croît et le point représentatif A_1 se déplace sur sa courbe de pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide vers la droite de $U_{A1,0}$ vers $U_{A1,e}$. Simultanément, le deuxième bloc s'appauvrit en liquide et donc en phase liante et sa fraction volumique de liquide diminue. Son point représentatif A_2 se déplace sur sa courbe de pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide vers la gauche de $U_{A2,0}$ vers $U_{A2,e}$.

Ces évolutions se font ou peuvent se faire jusqu'à ce que la pression de migration de chacun des deux blocs atteigne une valeur d'équilibre P_{me} , qui correspond

aux points $A_{1,e}$ et $A_{2,e}$ sur les courbes de pression de migration. Les fractions volumiques de liquide correspondantes sont alors $U_{A1,e}$ et $U_{A2,e}$.

Pour une deuxième configuration d'assemblage, représentée à la figure 5, le premier matériau comporte des carbures de taille moyenne d_1 et le deuxième matériau, des carbures de taille moyenne d_2 , comme dans le cas précédent, les carbures du premier matériau sont de taille inférieure à celle des carbures du deuxième matériau. Mais, les fractions volumiques initiales de liquide du premier matériau $U_{B1,0}$ et du deuxième matériau $U_{B2,0}$ sont telles que la pression de migration dans le premier matériau $P_{m1,0}$ est inférieure à la pression de migration dans le deuxième matériau $P_{m2,0}$.

Les courbes 5 et 6 représentent les pressions de migration en fonction des fractions volumiques de liquide pour le premier et le deuxième matériau, respectivement. Les points représentatifs du premier et deuxième matériau sont signalés par $B_{1,0}$ et $B_{2,0}$. Sur ce graphique, il est également représenté la pression d'équilibre $P_{m,e}$ que l'on obtiendrait après un maintien de longue durée des deux blocs, B_1 et B_2 , l'un au contact de l'autre et qui correspond respectivement aux points $B_{1,e}$ et $B_{2,e}$ sur les courbes 5 et 6 donnant pour chacun des deux blocs respectivement l'évolution de la pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide. Comme on le voit sur ce graphique, la fraction volumique de liquide $U_{B1,0}$ pour le premier matériau est très supérieure à la fraction volumique $U_{B2,0}$ pour le deuxième matériau, avant assemblage. Lorsque l'ensemble est porté suffisamment haut en température, l'imbibition s'opère. La pression de migration dans le premier bloc étant inférieure à la pression de migration dans le deuxième bloc, une partie du liquide et donc de la phase liante du premier bloc tend à migrer vers le deuxième bloc en diminuant sa fraction volumique de liquide, tout au moins au voisinage de la zone de contact avec le deuxième bloc, et en augmentant la fraction volumique de liquide dans le deuxième bloc.

Il résulte de ce phénomène que le point représentatif du premier matériau $B_{1,0}$ avant migration se déplace sur la courbe 5 en suivant la flèche pour se rapprocher du point $B_{1,e}$ après migration jusqu'à l'équilibre en diminuant sa fraction volumique de liquide de $U_{B1,0}$ vers $U_{B1,e}$ et en augmentant sa pression de migration de $P_{m1,0}$ à $P_{m,e}$. Simultanément, le point représentatif du deuxième matériau $B_{2,0}$ avant migration se déplace sur la courbe 6 en suivant la flèche pour se rapprocher du point $B_{2,e}$ après

migration jusqu'à l'équilibre en augmentant sa fraction volumique de liquide de $U_{B2,0}$ vers $U_{B2,e}$ et en abaissant sa pression de migration de $P_{m2,0}$ à P_{me} .

Dans les deux exemples qui viennent d'être décrits, le premier matériau a des carbures plus fins que le deuxième matériau. Mais, l'homme du métier comprendra que les carbures du premier matériau peuvent être plus gros que ceux du deuxième matériau. Aussi, les phénomènes précédents seront tout à fait semblables à ceux qui viennent d'être décrits.

A la figure 6, on a représenté le cas de deux matériaux ayant des tailles moyennes de carbures identiques $d_1 = d_2$. Ces deux matériaux ont alors la même courbe 7 d'évolution de la pression de migration en fonction de la fraction volumique de liquide. Les deux matériaux sont choisis avec des fractions volumiques de liquide $U_{C1,0}$ et $U_{C2,0}$ respectivement telles que la pression de migration $P_{m1,0}$ du premier matériau soit supérieure à la pression de migration $P_{m2,0}$ du deuxième matériau. Les points représentatifs de ces matériaux correspondent aux points $C_{1,0}$ et $C_{2,0}$.

Dans cette configuration, du fait d'un déséquilibre des pressions de migration, le liquide migre depuis le bloc qui initialement a la plus forte teneur en phase liante vers le matériau qui a la plus faible teneur en phase liante. Ainsi, le deuxième bloc qui avait la teneur initiale en phase liante la plus élevée et donc la pression de migration la plus faible, s'appauvrit en phase liante et son point représentatif $C_{2,0}$ se déplace sur la courbe 7 vers la gauche jusqu'au point C_e . Inversement, le premier bloc qui était le plus pauvre en phase liante et qui donc avait la pression de migration la plus élevée voit sa pression de migration décroître et son point représentatif $C_{1,0}$ se déplace sur la courbe 7 vers la droite jusqu'au point C_e . Aussi, les deux points $C_{1,0}$ et $C_{2,0}$ se rapprochent au cours de la migration de liquide du bloc 2 vers le bloc 1 pour atteindre le point C_e correspondant à la pression d'équilibre P_{me} et donc à l'arrêt de la migration de liquide.

Ce phénomène de migration de liquide d'un bloc vers l'autre, et en particulier l'enrichissement en phase liante du bloc caractérisé par la plus haute pression de migration, se fait avec gonflement. Mais, ce gonflement est d'autant plus faible que son enrichissement en liquide est faible et donc que le temps de migration est court mais suffisant pour engendrer une parfaite liaison. Ce gonflement du premier bloc comme, du reste le rétrécissement du second bloc peuvent être pris en compte au départ en proposant des géométries adaptées de blocs. L'homme du métier saura choisir des géométries adaptées dans chaque cas particulier.

A la figure 7, on a représenté les évolutions possibles en fonction des compositions de départ des blocs, sur un graphique dont l'axe des abscisses correspond à la fraction volumique de liquide U_1 du premier bloc ayant les carbures les plus fins, et l'axe des ordonnées correspond à la fraction volumique de liquide U_2 du deuxième bloc ayant les carbures les plus gros.

Dans le plan U_1 - U_2 , la courbe 8 donne les fractions volumiques à l'équilibre de liquide et donc de phase liante pour un rapport déterminé de tailles moyennes de carbures dans les deux matériaux.

On a représenté par un point A, une première situation dans laquelle le premier matériau a une fraction volumique de liquide $U_{A1,0}$ avant assemblage et le deuxième matériau une fraction volumique de liquide $U_{A2,0}$, telles que la pression de migration $P_{m1,0}$ dans le premier matériau est supérieure à la pression de migration $P_{m2,0}$ dans le deuxième matériau.

En partant de ce point ($U_{A1,0}, U_{A2,0}$), les compositions de ces deux matériaux évoluent pour se rapprocher de la courbe d'équilibre 8. Si la masse du premier matériau est négligeable par rapport à la masse du second matériau, la composition du deuxième matériau reste quasiment inchangée et seule la composition du premier matériau évolue. Cette évolution est représentée par la flèche horizontale $A_{0,100}$. Inversement, si la masse du deuxième matériau est négligeable devant celle du premier matériau, au cours de l'assemblage, la composition du premier matériau ne change quasiment pas et seule la composition du deuxième matériau évolue. Cette évolution est représentée par la flèche verticale $A_{100,0}$. Sont également représentées par les flèches $A_{25,75}$, $A_{50,50}$ et $A_{75,25}$, les évolutions possibles des compositions de deux blocs dans lesquels pour la première flèche, la masse du premier bloc représente 25% de la masse totale de l'assemblage, et la masse du deuxième bloc 75%, pour la deuxième flèche, la masse du premier bloc comme du deuxième bloc représente 50%, et enfin pour la troisième flèche, la masse du premier bloc représente 75%, et la masse du deuxième bloc 25%.

On a également reporté sur le plan U_1 - U_2 un point A' qui correspond à un couple de matériaux dont les compositions sont plus proches de la courbe d'équilibre que le couple de matériaux correspondant au point A.

On peut voir que pour le point A qui est éloigné de la courbe d'équilibre 8, la variation de liquide pour atteindre l'équilibre est importante. En revanche, pour le point A' très proche de la courbe d'équilibre, cette variation de liquide est très réduite.

L'homme du métier saura choisir le couple de matériaux le mieux adapté au cas à traiter, selon qu'il désire ou non engendrer des variations de volume importantes.

Sur le même graphique, on a représenté par le point B la situation d'un assemblage dans lequel la pression de migration $P_{m1,0}$ dans le premier bloc est inférieure à la pression de migration $P_{m2,0}$ dans le deuxième bloc. On peut voir que si la masse du premier bloc est négligeable devant celle du deuxième bloc, seule quasiment la composition du premier bloc évolue et cette évolution est représentée par la flèche horizontale $B_{0,100}$. Inversement, si la masse du deuxième bloc est négligeable devant celle du premier bloc, seule quasiment la composition du deuxième bloc évolue, et cette évolution est représentée par la flèche verticale $B_{100,0}$. Comme on peut le voir aussi, plus le point B est éloigné de la courbe 8 d'équilibre, plus les variations de liquide pour atteindre l'équilibre sont importantes.

A la figure 8, on a représenté les évolutions possibles en fonction des compositions de départ des blocs, sur un graphique dont l'axe des abscisses correspond à la fraction volumique de liquide U_1 du premier bloc ayant des carbures de taille moyenne d_1 , et l'axe des ordonnées correspond à la fraction volumique de liquide U_2 du deuxième bloc ayant des carbures de taille moyenne d_2 identique à celle du premier bloc ($d_1 = d_2$).

Dans le plan U_1 - U_2 , la droite 9 d'équation $U_1 = U_2$ donne les fractions volumiques à l'équilibre de liquide pour des tailles identiques de carbures dans les deux matériaux.

A part la forme de la courbe d'équilibre qui change entre la figure 7 et la figure 8, les conclusions qui peuvent être tirées de la figure 8 sont les mêmes que celles indiquées précédemment à la figure 7 vis-à-vis du choix de la meilleure configuration d'assemblage c'est-à-dire du choix des fractions volumiques de liquide avant assemblage ($U_{1,0}, U_{2,0}$) et/ou des fractions massiques des matériaux ($C_{x1,x2}$ ou $D_{x1,x2}$), permettant de limiter la variation de volume entre les matériaux à assembler.

Les cas qui viennent d'être décrits, en référence aux figures 7 et 8, correspondent à des assemblages pour lesquels les deux blocs sont denses et constitués de matériaux ayant des pressions de migration distinctes avec respectivement des tailles moyennes de carbures différentes et identiques. Mais, il est également possible d'assembler des blocs constitués de matériaux ayant des pressions de migration égales ou sensiblement égales, par exemple des blocs constitués de matériaux denses complètement identiques. Pour cela, et comme représenté à la figure 3, avant d'effectuer l'assemblage, on dépose sur la face de liaison 11' ou 21' des blocs

respectivement 10' et 20' une couche 22 de matériau d'apport comparable à la composition de la phase liquide des deux blocs à la température d'assemblage, puis on applique les deux faces l'une contre l'autre. Le matériau d'apport est par exemple sous forme d'une pâte constituée d'un mélange d'une poudre et d'un ciment aqueux. Dans le cas où les blocs 10' et 20' sont des cermets en carbure de tungstène/cobalt, le matériau de liaison 22 est constitué par un eutectique carbure de tungstène/cobalt.

Comme dans le cas précédent, l'ensemble est disposé dans un four puis porté à une température telle qu'un transfert de liquide provenant du matériau d'apport s'opère par imbibition vers les deux blocs denses. Ces deux blocs étant constitués de matériaux ayant les mêmes pressions de migration, le matériau d'apport contenu dans la couche 22 migre vers les deux blocs et assure ainsi une parfaite liaison.

Le procédé qui vient d'être décrit peut être utilisé pour assembler entre eux deux blocs homogènes. Mais il peut également être utilisé pour assembler des blocs dont l'un a été modifié par exemple en créant un cœur plus tenace notamment en augmentant par imbibition la teneur en phase liante du bloc. Dans un tel cas, pour que la liaison entre les deux blocs puisse se faire de façon satisfaisante, ce sont les caractéristiques et notamment les pressions de migration des deux blocs au voisinage de la zone de contact qui doivent être adaptées. En effet, dans le procédé qui vient d'être décrit, l'assemblage est effectué par transfert de liquide du matériau d'apport à l'interface entre les deux blocs. Ce sont donc les caractéristiques des blocs au voisinage de l'interface qui doivent être prises en compte.

Le procédé qui vient d'être décrit est applicable à l'assemblage de blocs en cermets denses ou plus généralement en matériaux constitués de particules dures dispersées dans une phase liante ductile, sous la seule condition qu'un transfert de phase liante d'un bloc à l'autre par imbibition soit possible.

Mais le procédé qui vient d'être décrit peut être utilisé pour assembler des blocs dont un au moins est en matériau non dense dans lequel un matériau d'apport liquide compatible chimiquement avec la phase liante du cermet non dense peut s'infiltrer par capillarité, lorsque les blocs sont portés à une température telle que la phase liante et le matériau d'apport sont liquides.

Dans un mode de réalisation représenté à la figure 10, deux blocs 10" et 20" sont disposés en appui l'un sur l'autre par l'intermédiaire d'une couche 22' de matériau d'apport placée entre les faces 11" et 21" des deux blocs. Au moins l'un des blocs est en matériau non dense et le matériau d'apport est susceptible de migrer à l'intérieur des

deux blocs lorsque l'ensemble est porté à une température suffisante. Si les deux blocs sont en matériau non dense, la migration de liquide se fait dans chacun d'eux par capillarité jusqu'à la densification complète des deux blocs. Si l'un des blocs est en matériau non dense et l'autre en matériau dense, la migration de liquide se fait par capillarité dans le matériau non dense et par imbibition dans le matériau dense. L'homme du métier sait choisir le matériau d'apport adapté en fonction des compositions des matériaux constituant les deux blocs. En particulier, le matériau d'apport peut avoir la composition de la phase liante d'un des deux matériaux à la température d'assemblage.

Pour réaliser l'assemblage des blocs, on porte l'ensemble qui vient d'être décrit à une température suffisante pour que le matériau d'apport et les phases liantes des matériaux constituant les deux blocs soient liquides. On maintient l'ensemble à cette température suffisamment longtemps pour que la migration de liquide assure la liaison entre les blocs et, éventuellement, densifie complètement le ou les matériaux non denses. Lorsqu'un matériau est complètement densifié, la migration peut se poursuivre dans celui-ci par imbibition.

Dans un autre mode de réalisation représenté à la figure 11, on dispose un premier bloc 50 en matériau non dense en appui par une première face 51 contre une face 41 d'un deuxième bloc 40 en matériau dense ou non dense. Puis, on dispose sur une deuxième face 52 du premier bloc, opposée à la première face 51, un bloc 60 de matériau d'apport susceptible de migrer dans le premier bloc par capillarité, et dans le deuxième bloc par capillarité ou par imbibition selon que le deuxième bloc est en matériau non dense ou dense.

Pour effectuer l'assemblage, on porte l'ensemble constitué par les deux blocs en appui l'un sur l'autre et par le matériau d'apport à une température suffisante pour liquéfier le matériau d'apport et les phases liantes des deux matériaux constituant les blocs. On maintient cette température suffisamment longtemps pour que le matériau d'apport s'infiltre à travers le premier bloc jusqu'à la densifier complètement puis migre dans le deuxième bloc à travers les faces 41 et 51 en contact l'une de l'autre pour assurer la liaison des deux blocs.

Lorsque les matériaux sont complètement densifiés, la migration peut se poursuivre par imbibition.

Le procédé peut être utilisé notamment pour fabriquer des taillants pour outils de forage comme le taillant représenté de façon schématique à la figure 9. Ce taillant

comprend un bloc inférieur 30 dont la partie interne 31 a été rendue plus tenace par augmentation de la teneur en phase liante, par exemple par imbibition, et un deuxième bloc 33 assemblé par imbibition sur le premier. Le deuxième bloc 33 comporte sur sa face externe 34 une plaquette diamantée 35 qui a été rapportée par le procédé HPHT
5 selon les techniques bien connues du PDC. Le bloc inférieur 30 comporte une couche externe 32 dure mais fragile qui entoure partiellement la partie interne 31 qui constitue un cœur plus tenace. Ces deux blocs 30 et 33 ont été mis au contact l'un de l'autre par leurs faces 30' et 33' respectivement puis assemblés par le procédé selon l'invention.

Le procédé qui vient d'être décrit permet de fabriquer des taillants pour des têtes
10 d'outils de forage tels que des tricônes, des outils PDC ou TSP, des outils imprégnés pour le forage pétrolier, ou encore des taillants pour des outils d'abattage ou de fragmentation des roches ou de foration, dans le domaine des mines, du génie civil, ou encore des outils pour l'usinage des matériaux.

Ces taillants peuvent être implantés sur tout type d'outil destiné au forage
15 pétrolier ou au forage minier ou encore dans le domaine du génie civil. Ces applications sont notamment des pics utilisés sur les machines minières du type « attaque ponctuelle » ou du type « mineur continu » ou de type « haveuse » ou des tunneliers en roches tendres. Ces applications peuvent également être des molettes utilisées sur des machines notamment à pleine section tels que des tunneliers ou des foreuses de
20 cheminées, ou encore des tréfans de foration rotative ou de foration roto-percutante.

L'homme du métier comprendra que l'invention n'est pas limitée à ces exemples.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé d'assemblage d'un premier bloc (10, 10', 10", 33, 50) en un premier matériau constitué de particules dures dispersées dans une première phase liante, et d'un deuxième bloc (20, 20', 20", 30, 40) en un deuxième matériau constitué de particules dures dispersées dans une seconde phase liante, l'un au moins des deux matériaux des blocs étant susceptible d'être enrichi en phase liante par imbibition et/ou par capillarité, le premier bloc comportant une face de liaison (11, 11', 11", 33', 51) susceptible de venir en appui soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche (22, 22') constituée d'un matériau d'apport sur une face de liaison (21, 21', 21", 30', 41) du deuxième bloc, caractérisé en ce qu'on met les faces de liaison des deux blocs en appui l'une sur l'autre soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche (22, 22') constituée d'un matériau d'apport, et on provoque l'enrichissement d'au moins un matériau en phase liante par migration de phase liante à travers les faces de liaison des blocs.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux matériaux sont denses, et en ce que la migration de la phase liante liquide se fait par imbibition.

3.- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le premier matériau et le deuxième matériau dont sont constitués le premier bloc (10) et le deuxième bloc (20), respectivement, sont des matériaux denses et sont choisis de telle sorte que la phase liante d'un matériau peut enrichir par imbibition la phase liante de l'autre matériau, et de telle sorte que, au moins au voisinage de l'interface entre les deux blocs placés directement au contact l'un de l'autre, la pression de migration d'un matériau est inférieure à la pression de migration de l'autre matériau.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le diamètre moyen des particules dures et/ou la fraction volumique de phase liante dont est constitué le premier matériau est ou sont inférieur(s) au diamètre moyen des particules dures et/ou à la fraction volumique dont est constitué le deuxième matériau.

5.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier matériau et le deuxième matériau dont sont constitués le premier bloc (10') et le deuxième bloc (20'), respectivement, ont des pressions de migration égales ou sensiblement identiques, et en ce que, avant d'appliquer les deux blocs l'un contre l'autre, on dépose au moins sur l'une des faces d'appui (11', 21') des deux blocs, une couche (22) d'un matériau d'apport susceptible de migrer par imbibition vers le premier bloc et vers le deuxième bloc.

6.- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les premier et deuxième matériaux dont sont constitués les deux blocs, ont le même diamètre moyen des particules dures, la même composition et la même fraction volumique de phase liante et en ce que le matériau d'apport placé entre les deux blocs possède la composition de ladite phase liante à la température d'assemblage.

7.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un des deux matériaux est non dense, en ce qu'au moins une face (11", 21", 52) d'un bloc (10", 20", 50) en matériau non dense est au contact d'un matériau d'apport (22', 60), et en ce que la phase liante du matériau non dense s'enrichit en matériau d'apport par capillarité.

8.- Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le matériau d'apport (22') est disposé entre les faces d'appui (11", 21") des deux blocs (10", 20").

9.- Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le matériau d'apport est constitué d'un bloc (60) de matériau d'apport disposé sur une face (52) d'un bloc (50) en matériau non dense, située à l'opposé de la face d'appui (51) dudit bloc (50) en appui sur le deuxième bloc (40) en matériau non dense ou dense.

10.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on soumet directement ou indirectement les deux blocs en appui l'un contre l'autre par leurs faces de liaison, à un cycle thermique comportant un chauffage et un maintien à une température supérieure à la température de liquéfaction de l'une et l'autre phase liante des deux blocs.

11.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'au moins le chauffage, le maintien en température et le refroidissement sont effectués dans un four sous vide ou sous gaz neutre du type azote ou argon.

12.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les particules dures dont est constitué le premier matériau et les particules dures dont est constitué le deuxième matériau comprennent au moins des particules de carbures métalliques, et en ce que la phase liante du premier matériau et la phase liante du deuxième matériau forment de préférence un eutectique en température avec le ou les carbures métalliques dont sont constitués les matériaux.

13.- Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le premier matériau et le deuxième matériau ont des compositions chimiques qui comprennent :

- au moins un métal carburigène pris parmi Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ti, Zr et Hf ;
- au moins un métal constitutif de la phase liante pris parmi Co, Ni, Fe, Cu et Si ;

- du carbone.

14.- Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que les matériaux sont des cermets dont les particules dures comprennent des carbures de tungstène et les phases liantes sont des alliages métalliques dont au moins 85% en poids de la composition chimique est constitué d'au moins un élément pris parmi Co, Ni, et Fe.

15.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que les particules dures du matériau constituant au moins un des blocs comprennent en outre des diamants.

16.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'au moins l'un des blocs (30) comporte une couche externe (32) dure et fragile enveloppant au moins partiellement un cœur plus tenace (31).

17.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce qu'au moins un des blocs (33) comprend, sur une de ses faces (34), une plaquette diamantée (35) rapportée par un procédé HPHT (Haute Pression-Haute Température).

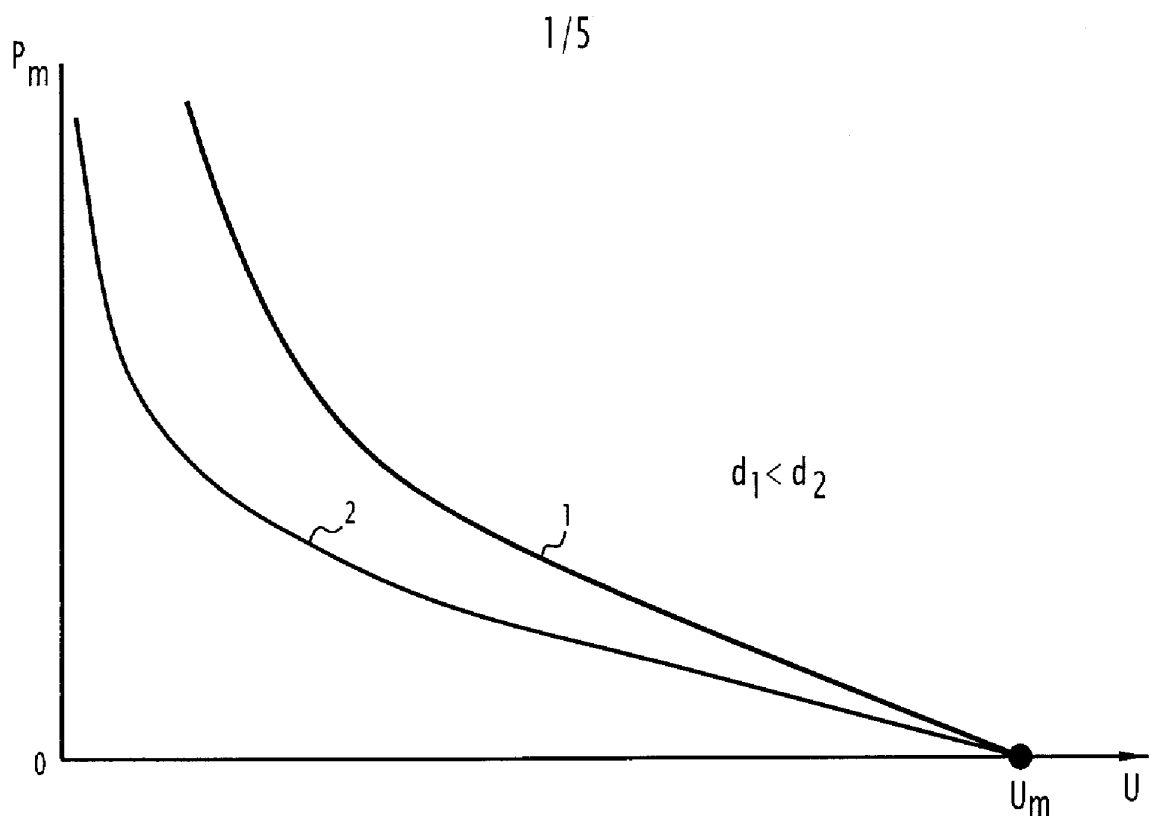
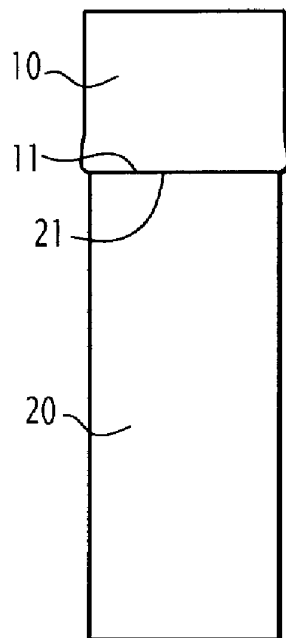
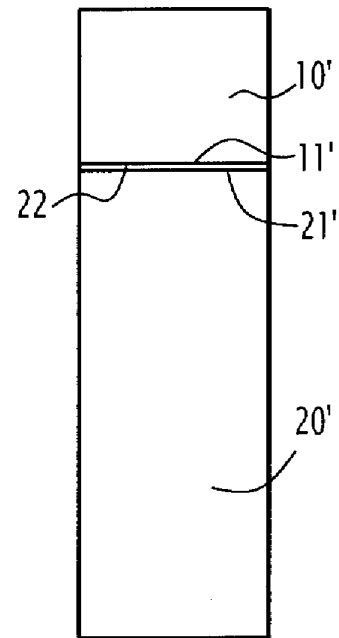
18.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les deux blocs assemblés constituent un taillant d'outil pour le forage pétrolier ou minier.

19.- Taillant pour outil de forage ou de mine, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux blocs (30, 33) en cermet du type carbure métallique/phase liante, assemblés l'un à l'autre par imbibition au moyen ou non d'un matériau d'apport ou d'imbibition à travers les surfaces de liaison (30', 33') des deux blocs.

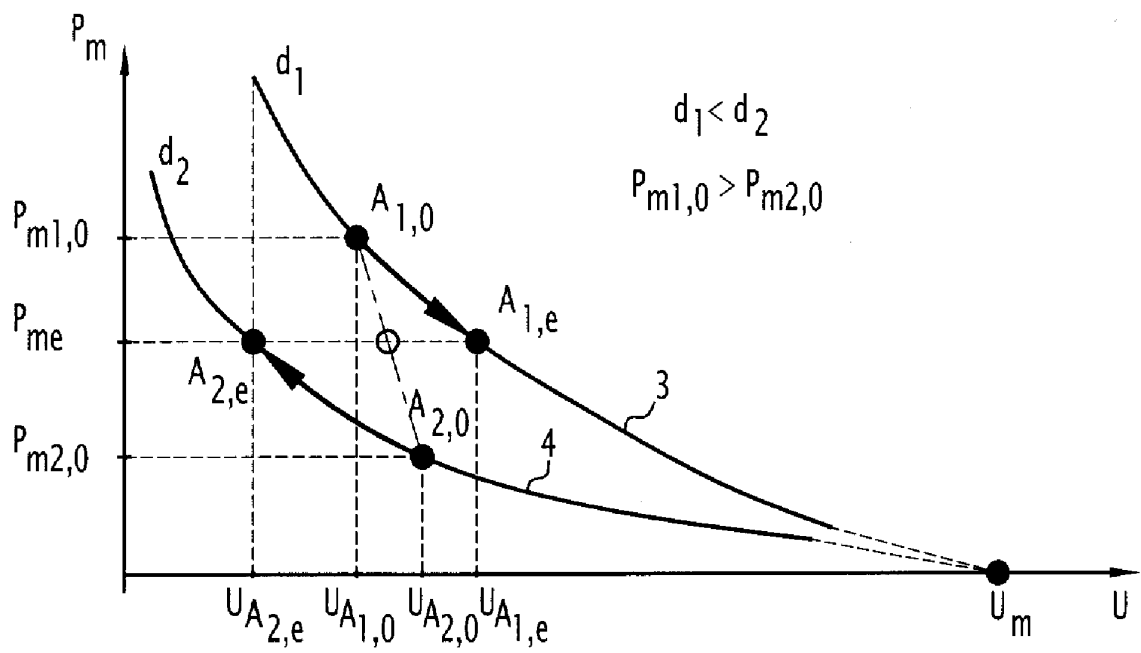
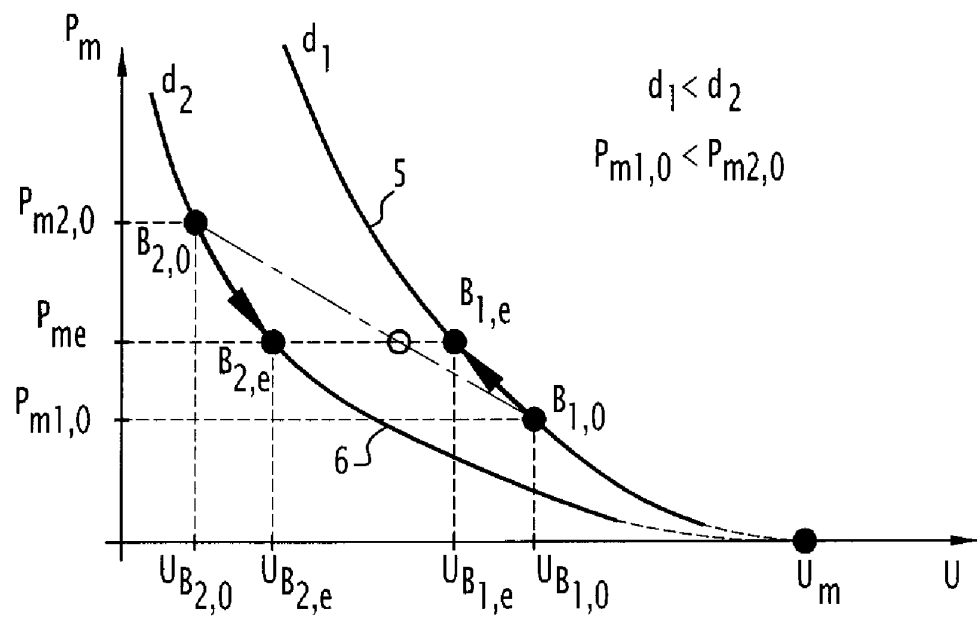
20.- Taillant d'outil selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'au moins l'un des blocs (30) comporte un cœur tenace (31) enveloppé au moins partiellement par une couche dure (32) plus fragile.

21.- Taillant d'outil selon la revendication 19 ou la revendication 20, caractérisé en ce qu'au moins l'un des blocs (33) comporte une plaquette diamantée (35) rapportée sur une de ses faces (34).

22.- Outil notamment outil de machine de forage pétrolier ou de forage minier ou de génie civil ou d'excavation du sol ou du sous-sol, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un taillant selon l'une quelconque des revendications 19 à 21.

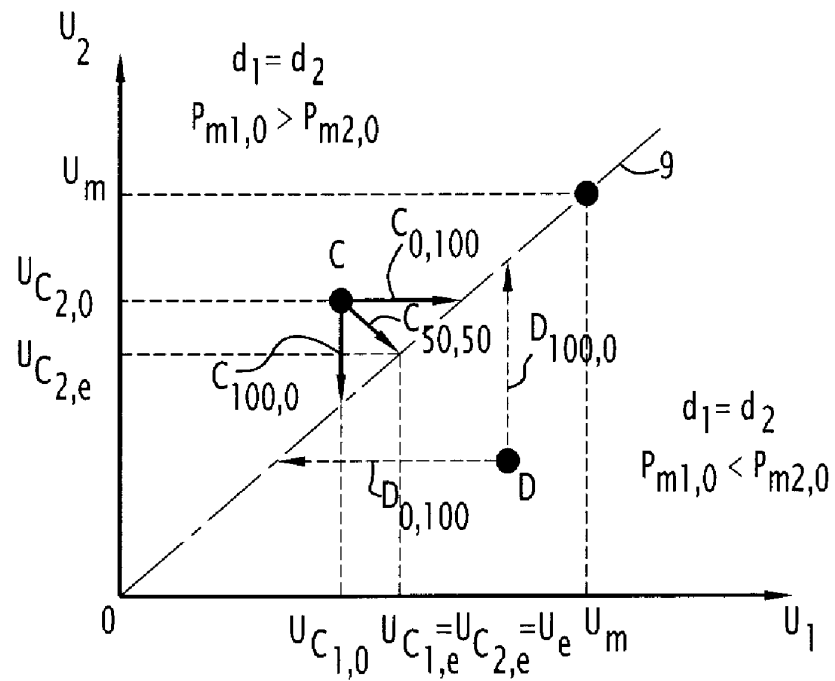
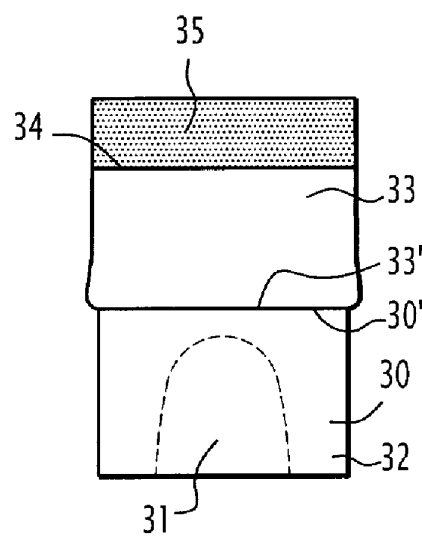
FIG.1FIG.2FIG.3

2/5

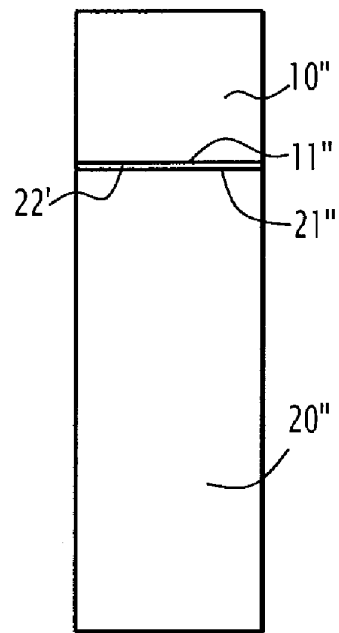
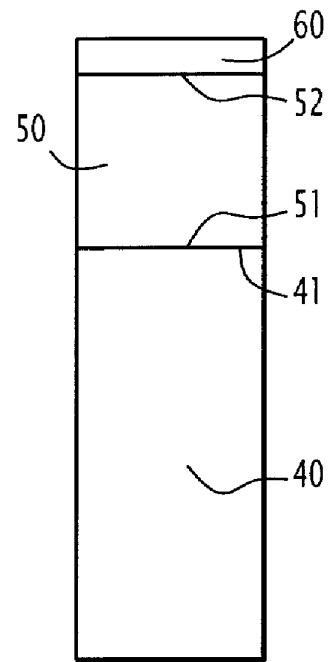
FIG. 4FIG. 5



4/5

**FIG. 8****FIG. 9**

5/5

FIG. 10FIG. 11

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 691245
FR 0754063

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	MIODOWNIK M ET AL: "HOT-ISOSTATIC-PRESS JOINING OF CEMENTED CARBIDES" JOURNAL OF THE AMERICAN CERAMIC SOCIETY, BLACKWELL PUBLISHING, MALDEN, MA, US, vol. 82, no. 12, décembre 1999 (1999-12), pages 3616-3618, XP000877841 ISSN: 0002-7820	1-3, 10-14	B23P15/28 B23P5/00 B23P15/34 B28D1/14 E21B11/00
Y	* page 3616, colonne 2, alinéa 2 *	4,15-22	
A	* page 3617, colonne 2, alinéa 1 *		
X	WO 99/15294 A (ISIS INNOVATION [GB]; MIODOWNIK MARK ANDREW [US]; DERBY BRIAN [GB]) 1 avril 1999 (1999-04-01) * page 1, ligne 45 * * page 4, ligne 4 * * page 4, ligne 11-20 *	1,2, 10-13	
Y	US 5 111 895 A (GRIFFIN NIGEL D [GB]) 12 mai 1992 (1992-05-12) * colonne 4, ligne 48 * * colonne 5, ligne 48,49 * * colonne 6, ligne 15 *	4,15-22	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	US 2003/029910 A1 (GORETTA KENNETH C [US] ET AL) 13 février 2003 (2003-02-13) * alinéas [0078] - [0083]; revendications 14,16; figure 6 * * alinéas [0028], [0054]; figure 3 * * revendications 14,16 *	1-4, 10-13	B23K E21B
X	JP 06 033695 A (HITACHI TOOL) 8 février 1994 (1994-02-08) * abrégé *	1,19	
A	US 6 199 747 B1 (COHN MICHAEL A [US] ET AL) 13 mars 2001 (2001-03-13) * colonne 6, ligne 20-31 *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 décembre 2007		Jaeger, Hein	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0754063 FA 691245**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **04-12-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9915294 A	01-04-1999	AU 9174098 A	12-04-1999
US 5111895 A	12-05-1992	AUCUN	
US 2003029910 A1	13-02-2003	US 2006151582 A1	13-07-2006
JP 6033695 A	08-02-1994	AUCUN	
US 6199747 B1	13-03-2001	AUCUN	

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 691245
FR 0754063

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-4, 10-22

Procédé d'assemblage des blocs constitués de particules dures dispersées dans une phase liante, les blocs ayant des pressions de migration différentes.

2. revendications: 5, 6

Procédé d'assemblage des blocs constitués de particules dures dispersées dans une phase liante par l'intermédiaire d'un matériau d'apport les matériaux ayant des pressions de migration égale.

3. revendications: 7-9

Procédé d'assemblage des blocs constitués de particules dures dispersées dans une phase liante avec enrichissement en matériau d'apport par capillarité.

La première invention a été recherchée.