

②② Date de dépôt : 27.01.00.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.08.01 Bulletin 01/31.

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

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *BOUYGUES OFFSHORE Société
anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : CIESIELSKI THOMAS, HALLOT RAY-
MOND et ROCHER XAVIER.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : BEAU DE LOMENIE.

⑤④ **MATERIAU COMPLEXE ET FLOTTEUR EN COMPRENANT.**

⑤⑦ Matériau complexe à flottabilité ajustable, caractérisé
en qu'il comprend des particules solides dispersées dans un
liant, ledit liant étant constitué d'un matériau quasi incom-
pressible présentant une densité inférieure à celle de l'eau,
de préférence inférieure à 0,95 et une température T_0 de
changement de phase liquide-solide supérieure à celle du
milieu aqueux environnant, lesdites particules solides pré-
sentant une densité inférieure à celle dudit liant.



MATERIAU COMPLEXE ET FLOTTEUR EN COMPRENANT

La présente invention est relative aux développements en mer nécessitant des éléments de flottabilité installés en général sur des structures pesantes en vue de faciliter leur manutention ou le contrôle de
5 leurs déplacements.

Cette invention s'applique plus particulièrement aux grands fonds et ultra grands fonds.

Les ROVs (Remotely Operated Vehicule), sous-marins automatiques commandés à distance, sont couramment utilisés pour effectuer des travaux
10 d'inspection et de construction, dès lors que la profondeur d'eau rend difficile les interventions par plongeurs. Ces ROVs sont constitués d'un bâti regroupant tous les équipements de propulsion, d'inspection et de travail, associé à des éléments de flottabilité qui donnent au ROV un poids
15 apparent dans l'eau nul. Ces éléments sont souvent constitués de réservoirs tenant la pression lorsque la profondeur maximale opérationnelle est de quelques dizaines de mètres. Mais, dès lors que l'on souhaite atteindre des profondeurs plus importantes, on préfère utiliser des mousses dites syntactiques. Ces mousses sont constituées de microbilles de verre creuses
20 enserrées dans une matrice d'un liant constituée d'une résine quasi incompressible, qui, après polymérisation, permet à la mousse de conserver une forme stable, donc une flottabilité sensiblement constante quelle que soit la pression et donc la profondeur à laquelle opère le sous-marin.

De la même manière, les structures utilisées dans les développements
25 Ultra Grands Fonds, sont souvent allégées par des moyens similaires, pour minimiser les efforts dans les câbles qui les retiennent par l'intermédiaire de treuils situés en général en surface à bord d'un support flottant ou encore pour pouvoir équilibrer le poids propre du colis et ainsi limiter les efforts nécessaires à sa manipulation par des bras articulés robotisés installés sur
30 des ROVs.

Ces mousses syntactiques sont en général fabriquées à partir de résines époxy ou polyuréthane, mais elles sont très délicates à fabriquer en forte épaisseur en raison du caractère fortement exothermique des réactions

de polymérisation. De plus les composants de base, en particulier les résines, sont coûteux et en conséquence les produits finis sont très onéreux.

Une autre manière de créer cette flottabilité est de remplir un réservoir avec un liquide plus léger que l'eau environnante. Ce liquide peut
5 être du gazole ou tout autre fluide peu compressible, de densité que l'on choisit de préférence largement inférieure à 1 de manière à créer une flottabilité maximale pour un volume minimal de flotteur. Pour augmenter cette flottabilité, on peut y introduire, en plus, des microsphères, ce qui réduit encore la densité du produit et, donc, améliore la performance du
10 flotteur.

On connaît les brevets GB 2268564 et GB 2269877 qui décrivent un tel flotteur destiné à alléger, un faisceau de conduites sous-marines lors des opérations de remorquage, comprenant des microsphères de céramique dispersées dans de l'eau.

15 On connaît aussi le brevet FR 2769682 qui décrit l'isolation de conduite sous-marine aux différents types de mousses syntactiques, comprenant des microsphères dans des liants réticulés.

Ainsi, le problème posé est de réaliser un flotteur capable de garder un niveau de performances sensiblement constant par des très grandes
20 profondeurs d'eau, c'est à dire par des profondeurs d'au moins 1000m, de préférence 3000m et au-delà, et ce, à un coût qui doit être le plus économique possible par rapport aux mousses syntactiques conventionnelles développées à partir de résines époxy, de résines polyuréthannes ou de tout autre liant similaire réticulable.

25 Un autre objectif de la présente invention est de réaliser des flotteurs à flottabilité ajustable et modifiable de façon réversible.

La solution selon la présente invention a pour objet un matériau complexe à flottabilité ajustable, comprenant des particules solides dispersées dans un liant, ledit liant étant constitué d'un matériau quasi
30 incompressible présentant une densité inférieure à celle de l'eau, de préférence inférieure à 0.95, et une température T_0 de changement de phase liquide/solide supérieure à celle du milieu aqueux environnant, et lesdites particules solides présentent une densité inférieure à celle dudit liant.

Cette caractéristique de changement de phase de liant utilisé confère au flotteur une forme et flottabilité réversibles en fonction de la nature de la phase du liant, ce qui n'est pas le cas des liants réticulés dans la technique antérieure.

- 5 En particulier, la forme ou la flottabilité du flotteur peuvent être modifiées par simple changement de température par chauffage. Le matériau complexe présente aussi l'avantage de pouvoir être récupéré et recyclé après utilisation, ce qui en fait un élément flottant écologique.

- 10 Plus particulièrement, la densité dudit liant à l'état solide est supérieure à sa densité à l'état liquide, de sorte que sa flottabilité est augmentée en le faisant passer de l'état solide à l'état liquide.

Dans un mode de réalisation T_0 est compris entre 20 et 80°C ; Plus particulièrement entre 30 et 60°C. De préférence, T_0 est compris entre 45 et 60°C.

- 15 Le liant est intimement mélangé aux éléments de flottabilité lorsqu'il est sous forme liquide, puis il est utilisé comme complexe flottant sous une forme partiellement solide, de préférence intégralement solide.

- 20 Dans un mode de réalisation avantageux le liant est constitué de paraffine, de préférence un liant de formule $C_n H_{2n+2}$ comprenant une chaîne hydrocarbure d'au moins 14 atomes de carbone, liants dont les températures T_0 sont notamment de 20 à 80°C.

- 25 Dans un autre mode de réalisation, ledit liant est du bitume ou du goudron, liants dont la température T_0 n'est pas fixe, car ils sont constitués d'un mélange de composés hydrocarbonés, et ils se ramollissent sur une plage de température, avec néanmoins une valeur centrée notamment de 40 à 80°C.

- 30 Dans un autre mode de réalisation ledit liant est un corps gras tel qu'un alcool gras ou un acide gras ; plus particulièrement ledit liant est un alcool gras insaturé ou un acide gras insaturé comprenant une chaîne d'au moins 10 atomes de carbone.

Dans un autre mode de réalisation ledit liant est du suif ou de la margarine dont les températures T_0 sont notamment de 20 à 35°C.

Les avantages du procédé selon l'invention résident principalement dans le fait que ces liants, dont certains sont utilisés dans le domaine de l'isolation des conduites, sont d'un coût très faible car ils constituent un sous-produit du raffinage du pétrole et, à ce titre, sont disponibles en très
5 grandes quantités, dans des gammes de points de fusion très étendues et ce, à un coût de base inférieur de trois fois, voire cinq ou dix fois, au coût des résines équivalentes couramment utilisées pour la fabrication des mousses syntactiques. Ce bas prix est important pour la mise en œuvre du complexe selon l'invention car pour les applications en ultra grands fonds, des
10 flotteurs de dimensions variables, dont le cumul des volumes peut atteindre 1000 à 10.000 m³, peuvent être nécessaires.

Avantageusement les particules solides occupent 10 à 60 % en volume dudit matériau complexe, de préférence 30 à 60%. Lesdites particules solides ont une taille moyenne de 1 micron à 1 centimètre. Plus
15 particulièrement, lesdites particules solides ont une taille moyenne comprise entre 1 et 100 microns. De préférence, lesdites particules solides ont une forme sensiblement sphérique. Plus particulièrement, lesdites particules sphériques comprennent des sphères creuses renfermant un gaz ou un liquide ou un matériau solide expansé à l'intérieur d'une enveloppe solide,
20 la dite enveloppe solide résistant à des pressions d'au moins 30 bars, de préférence au moins 300 bars. Plus particulièrement, lesdites particules solides sont constituées de billes ou microbilles creuses de verre, de matériau céramique, de matériau composite ou de résine thermodurcissable, de préférence résine de polyuréthane. Dans un mode de réalisation, lesdites
25 particules solides sont constituées de microsphères de verre creuses.

Dans un mode de réalisation le matériau complexe comprend des particules solides sont constituées de macrosphères de 100 microns à 1 centimètre, constituées d'une enveloppe de résine époxy renfermant un matériau poreux léger, de préférence de l'argile expansée.

30 La présente invention a également pour objet un flotteur à flottabilité ajustable, utile notamment dans les grands fonds, comprenant un matériau complexe selon l'invention, notamment un matériau complexe confiné dans une enveloppe de protection. La dite enveloppe protectrice est de

préférence résistante et déformable, pour suivre les variations de volume dudit matériau complexe quelle renferme sous l'effet de la pression hydrostatique et de la variation de température. Dans un mode de réalisation particulier, l'enveloppe est constituée d'un matériau semi-rigide, 5 comprenant une résine thermoplastique ou réticulable, telle qu'une résine polyuréthane ou une résine époxy.

Dans une version préférée de l'invention, le complexe flottant dans sa forme finale est recouvert d'une enveloppe constituée d'une couche de protection mécanique, telle que, par exemple, un enrubannage avec un 10 matériau souple et résistant ou encore par enduction ou pulvérisation d'une couche d'un matériau réticulable ou thermodurcissable, tel un polyuréthane, sur une épaisseur suffisante pour assurer le confinement et la protection mécanique, par exemple sur 3mm. L'intérêt de telles résines réside dans le fait qu'elles restent déformables. D'autre part, leur densité 15 étant proche de 1, elles peuvent être appliquées en épaisseur quelconque, sans influencer de manière significative la flottabilité du complexe flottant.

On intègre avantageusement des points d'accrochage ou des lanières à cette enveloppe extérieure de protection, de manière à pouvoir la fixer à 20 l'élément que l'on souhaite alléger et lui transférer la poussée de flottabilité.

Dans une autre version de l'invention appliquée, par exemple, à une conduite cylindrique, l'enveloppe est constituée d'un matériau souple comprenant une résine thermoplastique, de préférence polyéthylène ou prolypopylène. On extrude ou on drape avantageusement, sur le complexe 25 flottant terminé, une couche de matériau thermoplastique, tel que du polyéthylène ou prolypopylène. Lors du processus d'application de la couche thermoplastique par extrusion, pour éviter un transfert trop rapide de la chaleur dudit thermoplastique vers la paraffine et ainsi éviter de fondre partiellement le complexe on refroidit avantageusement ledit 30 complexe à une température très basse, par exemple -20°C et on installe avantageusement un écran thermique, constitué, par exemple, d'un film composite multicouche combinant des écrans bloquant les radiations, tels

que, par exemple, des films aluminium et des écrans limitant la convection et la conduction, tels que, par exemple, un simple carton.

Dans une version préférée de l'invention, le flotteur comprend un élément chauffant, de manière à transformer le liant de l'état solide à l'état
5 liquide. Le flotteur peut être en contact avec, ou comprendre en son sein un élément chauffant.

Dans un mode de réalisation ledit élément chauffant est commandé à distance. Lorsque ledit élément chauffant est alimenté en énergie, par exemple de l'énergie électrique, la chaleur est transférée au liant,
10 notamment à la paraffine, laquelle augmente alors de volume en faisant changer la flottabilité du flotteur.

Cette augmentation de volume peut être réalisée soit au sein dudit matériau complexe ou encore au sein d'une portion du flotteur présentant un pourcentage moindre de particules solides ou encore une portion
15 comprenant exclusivement du liant, notamment de la paraffine pure. Lors du processus d'expansion, lequel a lieu en général au sein du matériau complexe, il peut se produire une déformation de la masse solide du liant pouvant conduire à des ruptures au sein de ladite masse solide, mais l'ensemble étant avantageusement maintenu dans une enveloppe souple
20 comme décrit précédemment, la flottabilité sera conservée quel que soit le niveau de dégradation de la matrice du liant. Pour atteindre un tel résultat, on utilise de préférence desdites particules solides, tels que des microsphères, capables de résister non seulement à la pression de fond, mais aussi aux surpressions engendrées par la fragmentation de la matrice
25 solide dudit liant entourant la zone en fusion, donc en expansion. De telles microsphères présentant des niveaux de résistance variés, sont disponibles auprès de la Société 3M (USA) sous le nom de Scotchlite.

Lorsque le liant présente de bonnes performances d'isolation, il permet de conférer un accroissement de flottabilité avec un minimum de
30 déperdition calorifique, donc un minimum d'énergie à injecter de manière continue dans l'élément chauffant. Les variations de ladite flottabilité sont ajustées par un contrôle précis de l'apport d'énergie.

L'utilisation de flotteurs à flottabilité ajustable est particulièrement intéressante dans le cas du remorquage et de la pose par grands fonds de faisceau de conduites ou encore lors de la manutention de colis lourds, car il suffit d'injecter de l'énergie pour maintenir le dispositif flottant pendant
5 la phase de remorquage et d'installation (flottabilité), puis d'arrêter l'injection d'énergie pour que l'ensemble se refroidisse et devienne fondrier, ce qui a pour effet de stabiliser ladite conduite ou ledit colis au fond de la mer, quelle que soit la profondeur d'eau considérée.

La présente invention a également pour objet un procédé de
10 fabrication d'un matériau complexe, caractérisé en ce lesdites particules solides sont mélangées au dit liant, celui-ci étant sous forme liquéfiée.

Dans un mode de réalisation le flotteur est réalisé par moulage en injectant ledit matériau complexe liquide dans un moule présentant de préférence une conductivité thermique plus importante dans sa partie
15 centrale, de manière à accroître le refroidissement dudit matériau complexe dans la partie centrale du moule et éviter ainsi la formation de vacuoles vides au sein de la masse de matériau complexe.

Ainsi, de tels flotteurs sont réalisés par simple moulage selon les technologies classiques de la fonderie de métal, dans lesquelles on verse le
20 liquide dans un orifice en charge par rapport au sommet de la pièce à mouler, de préférence en source et avec un évent débouchant sur un réservoir de capacité suffisante pour compenser les retassures dues à la contraction du liant, notamment de la paraffine lorsqu'elle passe de l'état liquide à l'état solide, ce qui correspond à une variation de volume de 20%
25 environ, ladite variation de volume est limitée au seul volume du liant, notamment de la paraffine incorporée dans le complexe flottant, les particules solides n'ayant, quant à elles, que peu de sensibilité aux variations de température. Ainsi, pour que la retassure lors du refroidissement soit limitée au minimum, le moule présente
30 avantageusement une conductibilité thermique telle que le refroidissement est favorisé vers le centre de gravité de la masse par rapport aux orifices respectifs de remplissage et d'évent. La partie centrale est refroidie en priorité et crée, du fait de la réduction de volume de la paraffine passant de

l'état liquide à l'état solide, une réduction de volume, laquelle engendre une dépression qui force la masse encore liquide ou pâteuse du complexe à migrer vers le centre, évitant ainsi la formations de vacuoles, lesquelles sont indésirables pour une utilisation dans les grands fonds, c'est à dire
5 lorsque la pression extérieure peut atteindre et dépasser plusieurs centaines de bars.

Dans un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention ledit mélange de particules solides et de liant est déposé par couches minces successives, chaque nouvelle couche étant appliquée sur la couche
10 précédente, lorsque cette dernière est dans un état intermédiaire presque solide, la rétractation du matériau complexe n'étant pas encore complète.

Le complexe isolant peut être déposé en couches minces, par exemple par trempage, comme il est d'usage de le faire dans la fabrication des bougies "à l'ancienne" ou encore, par exemple en couches de un à trois
15 millimètres, d'un mélange constitué du liant et des particules solides, ledit liant étant déposé soit par pulvérisation, soit par enduction ou par toute autre méthode similaire. Lesdites couches minces peuvent être avantageusement réalisées par pulvérisation séparée des deux composants, lesdits composants (liant et particules) étant précisément dosés et venant
20 converger vers le point d'application, où ils se mélangent intimement avant de se déposer sur le substrat.

En procédant ainsi, on laisse au matériau complexe le temps de se refroidir, et donc de se rétracter, avant qu'une nouvelle couche de matériau complexe ne soit appliquée. On laisse avantageusement à la couche un
25 temps suffisant pour qu'elle passe d'un état sensiblement liquide-visqueux à un état sensiblement visqueux-solide, de manière à ce que l'essentiel du retrait, par exemple 80 à 95% soit effectif avant l'application d'une nouvelle couche. Ainsi, le nouvel apport de matériau complexe en fusion s'incorporera de manière intime au substrat, évitant de ce fait les retassures
30 et discontinuités de matières. On utilisera avantageusement des moyens de refroidissement contrôlés en température, en débit et en direction, pour assurer la solidification du substrat, par exemple un flux de gaz ou simplement d'air.

Dans un mode de réalisation ledit matériau complexe est appliqué directement sur un objet submersible, notamment une conduite avant d'être revêtu d'une dite enveloppe protectrice.

5 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux à la lecture de la description d'un exemple de réalisation qui va suivre, faite de manière illustrative et non limitative, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est la vue en coupe d'un élément flottant en cours de moulage selon la méthode de coulée dite "en source",

10 - la figure 2 est la vue en coupe d'une conduite revêtue par pulvérisation d'un complexe isolant protégé par une gaine externe en matériau thermoplastique,

- la figure 3 est la vue en coupe d'un complexe isolant confiné dans une enveloppe souple en matériau thermoplastique et équipé d'un élément chauffant situé dans sa partie centrale.

15 Le matériau complexe isolant mis en œuvre dans l'exemple qui va suivre est constitué de :

1/ particules consistant dans des micro-sphères de verre de 40 μ , le verre étant un boro-silicate de sodium et de calcium, la densité des particules est sensiblement de 0.38 et sa proportion en volume dans le complexe flottant est sensiblement de 50%, et

2/ un liant qui est une paraffine de formule chimique $C_{24}H_{50}$ présentant une valeur de $T_0 = 50,9^{\circ}C$, et dont la densité à l'état solide est de 0.9 et de 0.75 à l'état liquide.

25 Dans la figure 1, le matériau complexe isolant 1 est coulé "en source" à partir d'un premier réservoir 3 dans un moule 2 relié audit réservoir par un conduit 6a. Au sommet de la pièce moulée, un conduit 6b débouche dans un second réservoir 4. En fin de coulée, le mélange liquide a atteint le réservoir 4 et remplit une partie dudit réservoir. La coulée est alors arrêtée et les deux réservoirs sont avantageusement fermés et reliés à une source de gaz pour être mis en pression par les conduits 5a et 5b à un niveau de pression suffisant, par exemple 4 bars, pour rechasser le mélange liquide des réservoirs 3 et 4 vers le cœur de la pièce en cours de moulage lorsque le

retrait de la paraffine a lieu. En procédant ainsi, on compense les retassures qui ne manqueraient pas de se produire. Le moule est représenté avec une paroi mince 7 dans la zone centrale, ce qui entraîne un refroidissement et donc un durcissement accéléré de cette partie, alors que
5 les extrémités hautes 8 et basses 9 seront, de préférence, protégées par un calorifugeage, non représenté, pour conserver plus longtemps une phase liquide dans la zone proche des conduits 6a-6b, lesdits conduits ainsi que les réservoirs 3 et 4 étant de préférence calorifugés et réchauffés, par des dispositifs non représentés, de manière à ce que la matière reste liquide,
10 donc fluide jusqu'à l'ouverture du moule pour extraire le flotteur terminé.

La figure 2 est la vue en coupe d'une conduite 10 revêtue par pulvérisation d'un complexe isolant 1, puis après calibrage de sa paroi extérieure 11, l'ensemble conduite matériau complexe 10-11 est revêtu d'un écran thermique non représenté avant de recevoir une gaine externe en
15 matériau thermoplastique extrudée continue ou encore enroulée en spirale pour constituer l'enveloppe protectrice extérieure 12.

La figure 3 est la vue en coupe d'un complexe 1 confiné dans une enveloppe souple 21 en caoutchouc de 5mm d'épaisseur et de 3m de hauteur, et équipé d'un anneau 20 de liaison à un colis non représenté. Le
20 complexe flottant présente dans sa partie centrale un élément chauffant 22 relié à des conduits 23 d'amenée d'énergie. La fusion de la partie centrale crée une expansion de l'ensemble et la paroi extérieure se déforme pour prendre la forme 24. L'accroissement de volume créé par cette déformation engendre un accroissement de flottabilité.

25 La présente invention a été décrite en utilisant comme liant de la paraffine, mais tout autre composé présentant une cohésion suffisante aux températures habituelles de l'eau de mer, c'est à dire, par exemple, entre 0°C et 30°C et se liquéfiant, soit juste au-delà de ces températures, soit bien au-delà de ces températures, par exemple 60°C à 80°C ou plus, peut lui
30 être substitué. Nous pouvons citer par exemples les goudrons et bitumes ou encore le suif, les composés de type margarine ou toute autre graisse solide à température ordinaire, les alcools gras et acides gras ou encore le naphtalène, le phénol, le thymol, etc. ...

Dans une variante de l'invention, le matériau complexe est mis en fusion en surface, par exemple sur un navire d'intervention ancré à la verticale d'un colis au fond duquel est fixé une baudruche étanche, et laquelle est reliée au dit navire par l'intermédiaire d'une conduite, de
5 préférence flexible, et présentant une isolation telle que le matériau complexe est transféré sous pression depuis la surface jusqu'au fond, sous forme liquide pour venir remplir la baudruche et ainsi constituer un élément de flottabilité solide et résistant à la pression. Ladite conduite sera
10 avantageusement munie d'un système de réchauffage sur une partie de sa longueur, de préférence sur toute sa longueur, de manière à éviter que le complexe flottant ne vienne à figer au sein de ladite conduite.

Au fur et à mesure du remplissage de la baudruche, le complexe flottant se solidifie et se trouve repoussé dans une direction opposée à l'arrivée du composé liquide. Quelle que soit la forme résultant du gonflage
15 de la baudruche, la force ascendante résultant de la flottabilité sera constante, mais on dispose avantageusement les points d'injection dans la baudruche de manière à ce que lors de sa croissance, la forme résultante soit la plus proche d'une forme simple recherchée, par exemple une forme oblongue profilée en forme de goutte d'eau.

20 La forme ou la flottabilité d'un flotteur selon l'invention peuvent être modifiées par simple réchauffage, local ou global, à l'aide, par exemple, d'un simple pistolet à air chaud.

Le matériau complexe selon l'invention présente l'avantage de pouvoir être réutilisé par simple récupération après liquéfaction du liant. Il
25 peut ainsi être recyclé pour d'autres usages, ce qui va dans le sens du respect de l'environnement et en fait un élément flottant écologique.

REVENDICATIONS

1. Matériau complexe à flottabilité ajustable, caractérisé en qu'il comprend des particules solides dispersées dans un liant, ledit liant étant
5 constitué d'un matériau quasi incompressible présentant une densité inférieure à celle de l'eau, de préférence inférieure à 0,95 et une température T_0 de changement de phase liquide-solide supérieure à celle du milieu aqueux environnant, lesdites particules solides présentant une densité inférieure à celle dudit liant.
- 10 2. Matériau complexe selon la revendication 1, caractérisé en ce que la densité dudit liant à l'état solide est supérieure à sa densité à l'état liquide, de sorte que sa flottabilité est augmentée en le faisant passer de l'état solide à l'état liquide.
3. Matériau complexe selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en
15 ce que T_0 est compris entre 20 et 80°C.
4. Matériau complexe selon la revendication 3, caractérisé en ce que T_0 est compris entre 30 et 60°C.
5. Matériau complexe selon la revendication 4, caractérisé en ce que T_0 est compris entre 45 et 60°C.
- 20 6. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit liant présente une faible conductivité thermique, de préférence inférieure à 0,3 w/m/°C.
7. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit liant comprend de la paraffine, de préférence un
25 composé chimique de formule $C_n H_{2n+2}$ comprenant une chaîne d'au moins 14 atomes de carbone.
8. Matériau complexe selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit liant est du bitume ou du goudron.
9. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes,
30 caractérisé en ce que ledit liant est un corps gras.
10. Matériau complexe selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit liant est un alcool gras insaturé comprenant une chaîne d'au moins 10 atomes de carbone.

11. Matériau complexe selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit liant est du suif ou de la margarine.

12. Matériau complexe selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que lesdites particules solides occupent 10 à 60 % en volume dudit matériau complexe, de préférence 30 à 60%.

13. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules solides ont une taille moyenne de 1 micron à 1 centimètre.

14. Matériau complexe selon la revendication 13, caractérisé en ce que lesdites particules solides ont une taille moyenne comprise entre 1 et 100 microns.

15. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules solides ont une forme sphérique.

16. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules sphériques comprennent des sphères creuses renfermant un gaz ou un liquide ou un matériau solide expansé à l'intérieur d'une enveloppe solide, résistant à des pressions d'au moins 30 bars, de préférence au moins 300 bars. La dite enveloppe solide résistant à des pressions d'au moins 30 bars, de préférence au moins 300 bars.

17. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules solides sont constituées de billes ou microbilles de verre, de matériau céramique, matériau composite ou de résine thermodurcissable, de préférence résine de polyuréthane.

18. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules solides sont constituées de microsphères de verre creuses.

19. Matériau complexe selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les particules solides sont constituées de macrosphères de 100 microns à 1 centimètre, constituées d'une enveloppe de résine époxy renfermant un matériau poreux léger, de préférence de l'argile expansée.

20. Flotteur à flottabilité ajustable, utile notamment dans les grands fonds, caractérisé en ce qu'il comprend un matériau complexe selon l'une des revendications 1 à 19.

21. Flotteur selon la revendication 20, caractérisé en qu'il comprend
5 un matériau complexe selon l'une des revendications 1 à 20, confiné dans une enveloppe de protection.

22. Flotteur selon la revendication 21, caractérisé en que la dite enveloppe protectrice est résistante et déformable, pour suivre les variations de volume dudit matériau complexe quelle renferme sous l'effet
10 de la pression hydrostatique et de la variation de température.

23. Flotteur selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en que l'enveloppe est constituée d'un matériau semi-rigide, comprenant une résine réticulable, de préférence une résine polyuréthane ou une résine époxy.

15 24. Flotteur selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en que l'enveloppe est constituée d'un matériau souple comprenant une résine thermoplastique, de préférence polyéthylène ou polypropylène.

25. Flotteur selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce qu'il comprend un élément chauffant, de manière à transformer ledit liant
20 de l'état solide à l'état liquide.

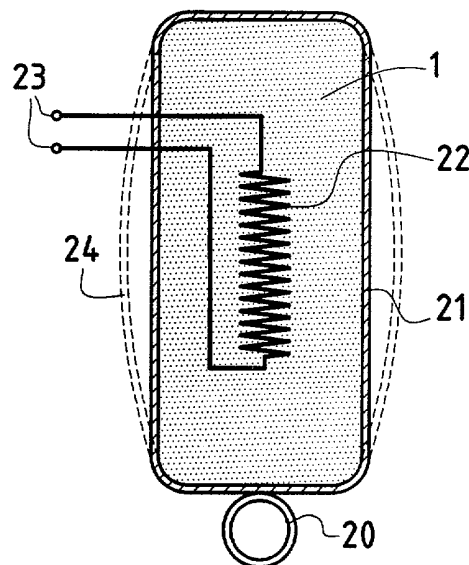
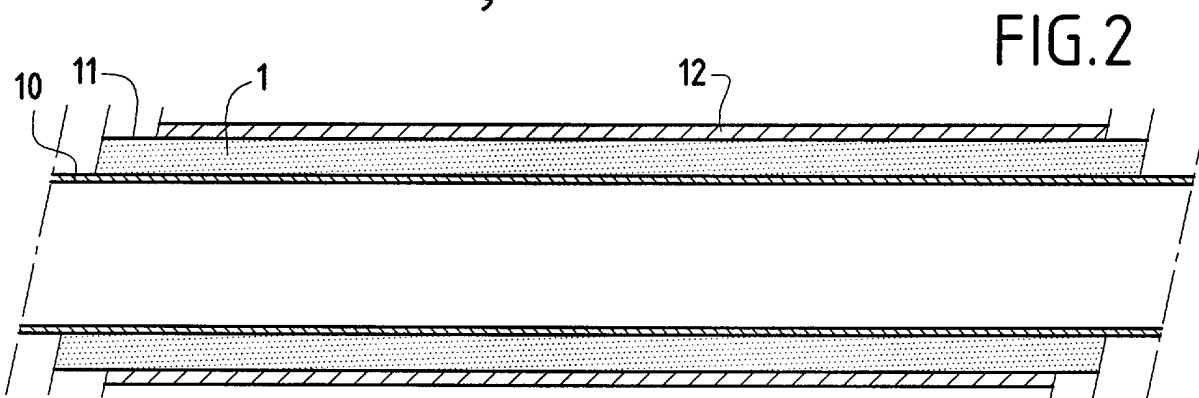
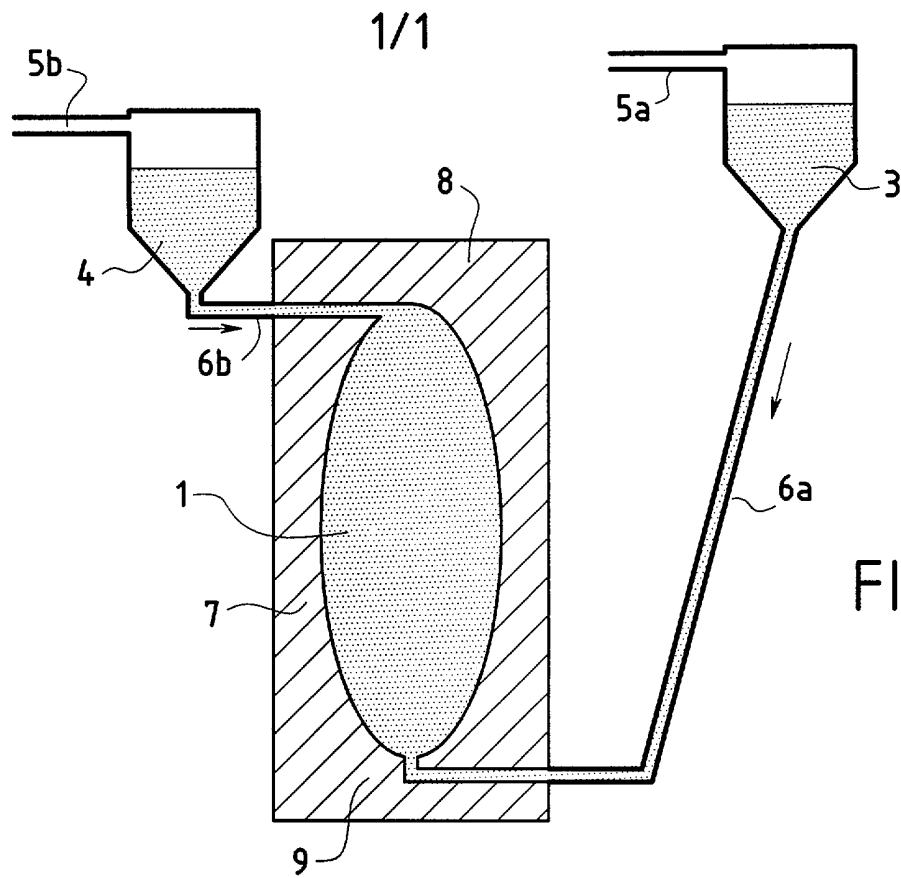
26. Flotteur selon la revendication 25, caractérisé en que ledit élément chauffant est inclus dans la masse dudit matériau complexe.

27. Procédé de fabrication d'un matériau complexe selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que lesdites particules solides sont
25 mélangées au dit liant, celui-ci étant sous forme liquide.

28. Procédé de fabrication d'un flotteur selon l'une des revendications 20 à 26, caractérisé en ce qu'il est réalisé par moulage en injectant ledit matériau complexe liquide dans un moule présentant de préférence une conductivité thermique plus importante dans sa partie
30 centrale, de manière à accroître le refroidissement dudit matériau complexe dans la partie centrale du moule et éviter ainsi la formation de vacuoles vides au sein de la masse de matériau complexe.

29. Procédé selon la revendication 27, caractérisé en ce que ledit mélange de particules solides et de liant est déposé par couches minces successives, chaque nouvelle couche étant appliquée sur la couche précédente, lorsque cette dernière est dans un état intermédiaire visqueux
5 solide, la rétractation du matériau complexe n'étant pas encore complète.

30. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en ce que ledit matériau complexe est appliqué directement sur un objet submersible, notamment une conduite avant d'être revêtu d'une dite enveloppe protectrice.



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

2804441

N° d'enregistrement
national

FA 584845
FR 0001124

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	DATABASE WPI Section Ch, Week 199318 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class G04, AN 1993-150298 XP002155634 & SU 1 733 447 A (AS UKR SURFACE CHEM INST), 15 mai 1992 (1992-05-15) * abrégé * ---	1-7, 9, 10, 12-18, 28	C08L91/08 C08K7/28 C08K9/12 B63B38/00 B63B5/24 H02G9/12 F16L1/24
A	WO 94 04865 A (CORBISHLEY TERRENCE JEFFREY) 3 mars 1994 (1994-03-03) * page 8, ligne 32 - page 9, ligne 33; revendications 1-6, 8; figure 1 *		
D, A	& GB 2 269 877 A (CORBISHLEY) 23 février 1994 (1994-02-23) ---		
A	WO 87 06245 A (GULF RUBBER PTY LTD) 22 octobre 1987 (1987-10-22) * revendication 1 * ---		
A, D	FR 2 769 682 A (DORIS ENGINEERING) 16 avril 1999 (1999-04-16) * revendications * ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) B63B B63C C08K F16L B63G C08J
A	EP 0 250 278 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 23 décembre 1987 (1987-12-23) * revendications * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 décembre 2000		Leroy, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			