

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.04.23.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 01.11.24 Bulletin 24/44.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-  
sment public — FR.

⑦② Inventeur(s) : THEVENOT Arnaud, GAUSSEN Jean-  
Louis et PERRIN Arnaud.

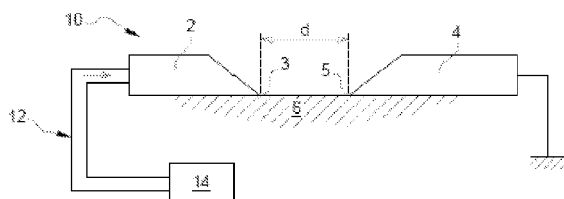
⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-  
sment public.

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤④ DISPOSITIF ET PROCEDE D'ELECTROCURAGE.

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif d'électro-curage  
d'un conduit comprenant :  
- deux électrodes (2, 4) appliquées contre une surface  
isolante (6);  
- des moyens (14) pour générer des impulsions élec-  
triques haute tension;  
- des moyens (12) pour transmettre et appliquer lesdites  
impulsions entre les deux électrodes.

Figure pour abrégé : Figure 1



## Description

### Titre de l'invention : DISPOSITIF ET PROCEDE D'ELECTROCURAGE

[0001]     **DOMAINE TECHNIQUE ET ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

[0002]     La présente invention est relative à un système ou un dispositif de nettoyage de cana-  
lisation ou d'un conduit, par exemple dans un réseau de drainage.

[0003]     Le principe du drainage des eaux souterraines a pour but de faire baisser la charge  
hydraulique appliquée sur les ouvrages construits par l'homme ou sur les espaces  
naturels destinés à un usage agricole. Il est constitué d'un réseau de canalisations (les  
drains) pourvues de fines perforations autorisant l'entrée de l'eau dans lesdites cana-  
lisations. Ces canalisations peuvent présenter une pente suffisante pour l'écoulement  
de l'eau vers un exutoire caractérisé par une charge hydraulique significativement in-  
férieure à celle du volume à drainer. Le matériau constitutif des drains est en général  
doté de qualités de résistance à la corrosion pour garantir leur pérennité. Les drains  
modernes sont en général constitués de tubes souples de matière plastique.

[0004]     Mais un réseau de drainage se colmate souvent progressivement.

[0005]     En effet, un ensemble de phénomènes physico-chimiques se produisent à l'interface  
entre le milieu environnant et l'intérieur des drains. Ces phénomènes se traduisent par  
des dépôts de matière solide non seulement à l'intérieur des canalisations mais  
également dans les perforations de leur paroi ainsi que sur la surface extérieure de ces  
drains (l'extrados). L'ampleur de ces phénomènes conduit parfois à une perte totale  
d'efficacité du système de drainage.

[0006]     Les phénomènes qui conduisent à ce colmatage sont de deux natures :

[0007]     Le premier phénomène est lié à l'entraînement des particules de sol (les « fines ») par  
le flux d'eau qui se dirige vers les drains ; les fines, dont la taille est égale ou su-  
périeure à celle des perforations des canalisations, ont tendance à s'accumuler à  
l'extrados des drains. Cette accumulation se traduit par un bouchage d'une partie des  
perforations et crée des pertes de charge hydraulique sur le trajet de l'eau de drainage.  
Il en résulte une diminution du débit d'eau qui entre dans les canalisations et glo-  
balement une diminution de l'efficacité du système de drainage.

[0008]     Le deuxième phénomène est lié à la cristallisation, au contact des drains, des  
éléments dissous dans l'eau. En effet, d'un point de vue hydraulique, l'intérieur des  
drains est l'objet de fréquentes variations de charge, notamment en fonction des fluc-  
tuations saisonnières. Ces fluctuations se traduisent par une variation altimétrique de  
l'interface eau – air. L'eau de drainage passe donc d'un milieu caractérisé par une  
phase liquide continue (le terrain à drainer) à un milieu présentant une phase liquide au

contact avec une phase gazeuse (l'intérieur des drains). L'existence de cette interface engendre une modification des équilibres chimiques naturels. C'est notamment le cas de l'équilibre calco-carbonique. En milieu naturellement acide et présentant un excès de gaz carbonique, les carbonates naturels (calcaire des formations géologiques) ou anthropiques (béton de structure des ouvrages) sont partiellement dissous sous forme de bicarbonate de calcium ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ). Lorsque le dégazage du  $\text{CO}_2$  se produit à l'interface eau-air, l'équilibre calco-carbonique se déplace et le bicarbonate de calcium cristallise sous forme de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ). La calcite est une espèce minérale cristalline dure qui s'accroche sur tous les supports physiques présents : la surface intérieure des drains, l'épaisseur de leur paroi au niveau des perforations, l'extérieur des drains et les amas de fines. Le caractère continu de ce phénomène se traduit par un colmatage progressif des systèmes de drainage. Au-delà de l'exemple de l'équilibre calco-carbonique il existe d'autres phénomènes physico-chimiques qui conduisent au même résultat.

- [0009] Pour supprimer les effets des phénomènes de colmatage, plusieurs techniques de nettoyage sont traditionnellement mises en œuvre : l'hydrocurage, le fraisage mécanique, la désincrustation par voie chimique et la désincrustation par voie biologique.
- [0010] L'hydrocurage est la technique la plus couramment mise en œuvre. Cette technique consiste à injecter de l'eau sous forte pression (100 à 500 bars) au travers de buses montées sur une tête d'injection elle-même fixée au bout d'un ombilical. Les jets d'eau sont répartis en deux catégories : les jets axiaux ou latéraux qui visent à détruire les dépôts et les jets arrière qui visent à la fois à éliminer les produits décollés et à propulser la sonde vers l'avant.
- [0011] Le fraisage mécanique consiste à utiliser un robot en général constitué d'un corps rigide (en général d'une longueur d'environ 0.4 m) monté sur roue et doté d'un bras articulé portant une fraise. La fraise est entraînée en rotation électriquement ou hydrauliquement.
- [0012] La désincrustation par voie chimique consiste à injecter un acide dans les drains pour dissoudre la composante carbonatée des dépôts. Cette technique n'est possible que si un accès aux drains est possible à leur amont. Cette méthode présente l'inconvénient d'un rejet polluant dans le milieu naturel.
- [0013] La technique de nettoyage par voie biologique consiste à injecter une solution contenant une colonie de bactéries qui secrètent un acide organique capable d'attaquer les composants carbonatés des dépôts. Cependant, comme dans le cas précédent, cette technique nécessite un accès à l'amont des drains. De plus, son efficacité est modérée.
- [0014] Un problème posé par toutes ces techniques est qu'elles ne permettent de traiter que les dépôts qui sont à l'intérieur des drains. En revanche, les dépôts qui obstruent les

perforations des parois et ceux qui s'accumulent à l'extrados ne sont que très peu ou nullement éliminés par ces méthodes. De plus, la plupart des drains modernes étant constitués de matière plastique, leur résistance mécanique est souvent inférieure à celle des dépôts qui les obstruent. Ainsi, les techniques de l'hydrocurage (notamment à haute pression) ou du fraisage mécanique se traduisent souvent par une destruction des parois des drains car ces méthodes ne permettent pas de discriminer la matière des dépôts par rapport à celle constitutive des parois des drains.

[0015] Des problèmes identiques ou similaires peuvent se poser dans tout autre canalisation ou conduit dans laquelle ou lequel circule un fluide ou un liquide conduisant à un dépôt de matière sur la surface intérieure de cette canalisation ou de ce conduit et/ou qui bouche au moins partiellement un ou plusieurs orifice(s) réalisé(s) dans ce conduit et/ou la section d'écoulement de ce conduit, par exemple à l'intersection avec un autre conduit qui se raccorde sur le 1<sup>er</sup> ; de même, des dépôts, qui peuvent provenir de l'environnement dans lequel la canalisation ou le conduit est installé, peuvent se réaliser sur une surface extérieure à cette canalisation ou à ce conduit, ce qui peut conduire à réduire sa perméabilité et/ou à une moins bonne performance de l'ensemble du système pour l'évacuation du liquide (par exemple, pour un système de drainage, le développement de concrétion notamment de calcite, dans le radier drainant réduit la perméabilité de celui-ci en fermant l'espace libre par lequel l'eau circule entre les agrégats du radier ; à terme, le radier drainant devient en amont des drains moins performant pour évacuer l'eau).

[0016] Plus généralement, il se pose le problème de trouver un nouveau dispositif et un nouveau procédé de nettoyage ou de curage d'une canalisation ou d'un conduit dans lequel circule un liquide.

[0017] De manière préférée, ce nouveau procédé ou ce nouveau dispositif est plus efficace que les procédés ou dispositifs connus et permet une meilleure élimination des dépôts solides produits dans le conduit ou la canalisation ou contre la surface intérieure et/ou extérieure de la paroi qui délimite ce conduit ou cette canalisation.

[0018] De manière préférée également, il permet une meilleure élimination des dépôts solides réalisés dans un conduit ou une canalisation, tel qu'un drain réalisé en matériau tel qu'un matériau plastique, ou autour d'un tel drain.

### **Exposé de l'invention**

[0019] L'invention concerne d'abord un dispositif d'électro-curage de conduit comprenant des électrodes, qui peuvent par exemple être appliquées contre une surface isolante, de manière à permettre la création d'un arc électrique à la surface de l'isolant qui sépare les électrodes.

[0020] Ces électrodes permettent la création d'un arc électrique entre elles, dans un milieu

liquide dans lequel le dispositif peut être amené. Dans le cas de la présence d'une surface isolante (configuration dite « surfacique »), l'arc est généré à la surface de l'isolant, entre les deux électrodes et au contact du milieu liquide. Dans le cas d'une configuration dite « volumique », l'arc est généré dans le milieu liquide selon le chemin le plus court entre les 2 électrodes et l'onde de choc se propage dans ce milieu.

- [0021] La configuration surfacique est avantageuse car la tension dite de « gap » est inférieure à celle de la configuration volumique.
- [0022] L'invention permet de mettre en œuvre une attaque indirecte, dans laquelle on crée un arc à l'extérieur du matériau à fracturer : c'est l'onde de choc, qui impacte la surface du matériau à fracturer, qui agit contre ce dernier. L'énergie est déposée à la surface du matériau via le milieu aqueux.
- [0023] Au contraire, l'attaque directe consiste à créer un arc dans la matière à fragmenter. Le plasma se crée dans le matériau et le fait exploser de l'intérieur. L'énergie est déposée dans le matériau.
- [0024] Selon l'invention, on réalise une attaque indirecte, ce qui est plus intéressant que l'attaque directe ; en effet cette dernière est plus difficile de mise en œuvre car nécessitant un contact de bonne qualité entre les électrodes de la sonde et le matériau à fragmenter, ce qui est impossible dans le cas d'une pousse anarchique du matériau.
- [0025] Un dispositif selon l'invention peut en outre comporter, ou être associé à :
- [0026] - des moyens pour générer des impulsions électriques, par exemple des impulsions de puissance comprise entre 10 MW et 60 MW et/ou de tension comprise entre 10 kV et 60 kV ;
- [0027] - des moyens pour transmettre, ou pour transmettre et appliquer, lesdites impulsions aux électrodes ou entre les deux électrodes.
- [0028] La technique selon l'invention met préférentiellement en œuvre la technologie des Hautes Puissances Pulsées (HPP), qui permet de réaliser une compression d'énergie d'une source quasi-statique en impulsions contrôlées, de préférence très denses et très brèves, de préférence encore délivrant une puissance très importante, par exemple comprise entre 10 MW et 60 MW. On entend par Hautes Puissances Pulsées la compression de l'énergie, provenant d'une source "quasi-statique", en des impulsions mono-coup ou à taux de répétitions contrôlées, très denses et très brèves délivrant ainsi une puissance très importante.
- [0029] Les impulsions peuvent être générées à une fréquence de l'ordre du Hz, ou à une fréquence plus élevée, ce qui permet au matériau déposé de ne pas se relaxer suffisamment après chaque impulsion. Autrement dit, le temps de relaxation est inférieur à la fréquence de tir, par exemple il lui est inférieur de plusieurs ordres de grandeur.
- [0030] Un dispositif ou un procédé selon l'invention permet de mettre en œuvre un effet hydrodynamique, où l'arc électrique crée une onde de pression ou de choc dans le liquide

qui va ensuite fracturer les solides déposés dans ou contre la paroi qui délimite la canalisation ou le conduit. Les électrodes et le milieu à fragmenter sont baignés par une phase liquide aqueuse continue, sauf pour le cas d'un milieu à fragmenter situé contre la canalisation ou le conduit, mais à l'extérieur de celle-ci ou de celui-ci (mais il faut quand même la phase liquide aqueuse continue pour que l'onde de choc puisse se propager).

- [0031] Ce fonctionnement est plus adapté que l'effet électrohydraulique, dans lequel l'arc électrique fracture les solides par pénétration, car le fonctionnement selon l'invention ne nécessite pas de contact physique étroit entre les électrodes et le substrat à fragmenter.
- [0032] Un dispositif selon l'invention peut avoir diverses formes géométriques.
- [0033] Il peut comporter un grand axe (XX'), qui pourra être aligné avec un axe d'écoulement d'un fluide dans une canalisation. La surface isolante contre laquelle les électrodes sont appliquées peut-être :
  - [0034] - plane et perpendiculaire audit axe (XX') ;
  - [0035] - ou de révolution autour dudit axe.
- [0036] De préférence cette surface est de résistivité élevée (par exemple comprise entre  $10^{12} \Omega\text{cm}$  et  $10^{15} \Omega\text{cm}$ ).
- [0037] Par ailleurs, la forme géométrique du dispositif selon l'invention peut être conçue pour permettre une progression de ce dispositif dans les deux sens, dans un conduit sur lequel des dépôts, par exemple des concrétions, ont pu se réaliser de manière très irrégulière, voire pseudo- chaotique. Par exemple, la sonde a sur sa face avant (dans le sens de circulation du dispositif dans un conduit) une forme et/ou des angles arrondi(e)s et/ou sur sa face arrière (côté câble) une forme, par exemple conique, favorisant son retrait y compris en cas d'amas de débris issus de la fracturation des concrétions.
- [0038] De préférence :
- [0039] - un dispositif selon l'invention a une forme générale cylindrique, de diamètre extérieur total inférieur à celui d'une canalisation d'un conduit dans lequel il doit être introduit ;
- [0040] - et/ou a une configuration d'électrodes :
- [0041] - dite « axiale », pour traiter des dépôts ou des concrétions qui tendent à fermer ou à obturer la lumière ou la section d'écoulement du conduit à déboucher ;
- [0042] - et/ou une configuration dite « pariétale » pour traiter des dépôts des concrétions se développant sur les parois du conduit à déboucher.
- [0043] De préférence, l'espacement entre les électrodes est réglable, ce qui permet de régler la tension de seuil et ainsi l'énergie de l'arc électrique qui est généré. Par exemple, des moyens sont prévus pour démonter l'une et/ou l'autre des électrodes et pour la

remplacer par une électrode de taille ou de diamètre différent, conduisant à un espacement inter-électrode différent.

- [0044] Un dispositif selon l'invention peut comporter un profil extérieur comportant par exemple au moins une rainure d'évacuation de gaz formé par un arc établi entre les 2 électrodes. Ainsi des gaz générés par l'arc électrique ne restent pas bloqués au niveau de l'espace inter-électrode, ce qui nuirait au fonctionnement du dispositif.
- [0045] Dans un dispositif selon l'invention, les moyens pour générer des impulsions électriques haute tension permettent de, ou sont aptes à, générer des impulsions :
- [0046] - de tension qui peut être comprise entre 10 kV et 60 kV.
- [0047] - d'intensité par exemple comprise entre 5 kA et 20 kA,
- [0048] - sur une durée par exemple inférieure à 50  $\mu$ s.
- [0049] - de puissance comprise entre 0,1 et 10 GW ;
- [0050] Les électrodes peuvent être distantes d'une distance d'uniforme et/ou le dispositif peut comporter des moyens pour régler cette distance (d).
- [0051] Un dispositif selon l'invention peut comporter en outre ;
- [0052] - des moyens pour amortir des ondes de choc ;
- [0053] - et/ou des moyens formant réflecteur pour diriger les ondes de choc.
- [0054] Un procédé d'électro-curage d'un conduit selon l'invention peut mettre en œuvre un dispositif selon l'invention tel que défini ci-dessus et/ou dans cette demande. Il peut donc être appliqué à un conduit délimité par au moins une paroi et contenant un liquide, ladite paroi ayant une surface en partie couverte par un ou des dépôts de matière solide à éliminer et/ou ledit conduit étant au moins partiellement obstrué par au moins un dépôt de matière solide à éliminer ; un procédé selon l'invention peut comporter :
- [0055] - le positionnement d'un dispositif selon l'invention, tel que défini ci-dessus et/ou dans cette demande, dans ledit conduit ;
- [0056] - la génération d'impulsions électriques, de préférence à haute tension, pour obtenir par exemple une puissance comprise entre 10 MW et 60 MW et/ou de tension comprise entre 10 kV et 60 kV entre les électrodes ;
- [0057] - la formation d'un arc électrique entre les électrodes, sur la surface isolante et dans le liquide, par exemple suivant au moins une direction parallèle à un ou des dépôts de matière solide à éliminer, de préférence au plus près de la concrétion à éliminer.
- [0058] Les impulsions électriques sont par exemple générées au moyen d'un banc d'énergie, puis transmises via un câble coaxial à une sonde pour obtenir par exemple la puissance et/ou de tension mentionnée(s) ci-dessus entre les électrodes de la sonde.
- [0059] Par exemple :
- [0060] - au niveau de la sonde, la tension est comprise entre 10 kV et 60 kV et l'énergie délivrée est comprise entre 100 J et 600 J ;

- [0061] - la durée avant claquage (donc avant l'instant de formation de l'arc entre les électrodes de la sonde) est par exemple de l'ordre de 10  $\mu$ s, la durée complète de l'arc pour évacuer l'énergie peut être de l'ordre de 40  $\mu$ s.
- [0062] Sur cette base, la puissance, au sens du flux d'énergie délivrée entre les électrodes, peut bien être comprise entre 10 MW et 60 MW.
- [0063] De préférence, on évacue de la surface du dispositif d'électro-curage des gaz formés suite à l'interaction entre le liquide et l'arc électrique.
- [0064] Selon un exemple d'application, les dépôts de matière solide à éliminer sont des dépôts de calcite.
- [0065] Les dépôts de matière solide à éliminer sont par exemple sur une surface intérieure du conduit et/ou sur une surface extérieure du conduit et/ou obstruent au moins en partie un écoulement du fluide dans le conduit.
- [0066] Le conduit est par exemple en matière plastique ou en fonte ou en céramique.
- [0067] Le matériau de la surface isolante a par exemple une constante diélectrique supérieure à celle du liquide.
- [0068] Dans une ou des mise(s) en œuvre d'un procédé selon l'invention, les impulsions de tension :
- [0069] - peuvent être générées à un rythme d'au moins 0,2 Hz à 1 Hertz ;
- [0070] - et/ou sont des impulsions de haute puissance.
- [0071] Un procédé selon l'invention permet d'éliminer des dépôts ou des concrétions à l'aide d'impulsions électriques d'une durée comprise entre par exemple 1  $\mu$ s et 10  $\mu$ s pour une énergie par exemple comprise entre 0,5 kJ et 10 kJ. La tension appliquée entre les électrodes peut quant à elle être comprise entre 10 kV et 50 kV.
- [0072] Ces impulsions sont transmises par un câble à une sonde introduite dans le drain à nettoyer. Le drain est immergé dans une phase liquide continue. La sonde est dotée de deux électrodes entre lesquelles se produit un arc électrique. Cet arc chemine d'une électrode à l'autre en suivant la surface de l'isolant qui les sépare.
- [0073] Cet arc électrique provoque une onde de pression dans l'eau qui, à son tour, fracture et fragmente les matériaux des dépôts et/ou des concrétions à éliminer, notamment au niveau des plans séparant les substrats d'impédance mécanique différente. Ce mécanisme provoque un décollement des dépôts de la paroi des drains non seulement à l'intrados (l'intérieur) et à l'extrados (l'extérieur) mais également au niveau des perforations des parois et/ou de la section d'écoulement du fluide dans la canalisation, section qui est en général perpendiculaire à un axe moyen longitudinal de la canalisation.
- [0074] Globalement, grâce au dispositif et au procédé selon l'invention, la totalité des dépôts qui obstruent les canalisations sont fragmentés et décollés des parois. Ceux qui sont situés à l'intérieur des drains peuvent ensuite être facilement éliminés. Ceux qui sont à

l'extérieur restent en place mais leur fragmentation restaure la perméabilité initiale du milieu naturel. Grâce à cette technique, l'efficacité d'un système de drainage peut donc être restaurée sans dégradation des parois des drains.

- [0075] Dans une variante, un système d'électrocurage selon l'invention est mis en œuvre dans une configuration dite volumique. L'arc est généré dans le milieu liquide selon le chemin le plus court entre les 2 électrodes et l'onde de choc se propage dans ce milieu. Les paramètres tension / énergie / durée d'impulsion donnés ci-dessus et dans la suite de cette description peuvent être adaptés à cette configuration.
- [0076] Plusieurs diamètres et plusieurs géométries de sonde peuvent être utilisés en fonction du diamètre du drain à déboucher et de la nature du dépôt à détruire. La sonde, quelle que soit sa forme ou son diamètre, comporte deux électrodes séparées par un isolant contre lequel elles sont appliquées. L'espace entre les électrodes est réglable de façon à faire varier le niveau d'énergie de l'arc. Plus cet espacement est important et plus l'énergie de l'arc est importante. Ce réglage permet de choisir une puissance d'arc suffisamment importante pour fracturer la calcite ou tout au matériau obstruant le drain sans toutefois détruire le drain lui-même.

### **Brève description des dessins**

- [0077] La [Fig.1] illustre de manière schématique un mode de réalisation d'une sonde selon la présente invention.
- [0078] La [Fig.2] représente un exemple d'une sonde selon l'invention, munie de son câble haute tension, et raccordée à un banc d'énergie.
- [0079] [Fig.3A], [Fig.3B], [Fig.3C] et [Fig.3D] représentent un exemple d'une structure de sonde selon l'invention, dite de type axiale (figures 3A-3B), et un exemple d'une structure de sonde selon l'invention, dite de type pariétale (figures 3C – 3D) ;
- [0080] La [Fig.4] représente une réalisation d'un banc d'énergie 14 pouvant être mis en œuvre dans le cadre de la présente invention.
- [0081] La [Fig.5] représente un exemple de réalisation de moyens permettant de réaliser la charge d'un dispositif d'alimentation être appliqué à une sonde selon l'invention.
- [0082] La [Fig.6] représente schématiquement un câble coaxial, connecté d'une part à des moyens d'alimentation et, d'autre part, à une sonde d'électro-curage, par exemple selon l'invention.
- [0083] Les figures 7A et 7B représentent une réalisation d'une sonde selon l'invention du type à géométrie axiale.
- [0084] La [Fig.7C] représente une réalisation d'une électrode amovible pour une sonde selon l'invention du type à géométrie axiale ;
- [0085] La [Fig.8] représente une vue d'une bride mécanique d'une sonde selon l'invention.
- [0086] [Fig.9A] et [Fig.9B] représentent une réalisation d'une sonde selon l'invention, du

type à géométrie pariétale.

[0087] La [Fig.9C] représente une réalisation d'une électrode amovible pour une sonde selon l'invention du type à géométrie pariétale ;

[0088] [Fig.10A] et [Fig.10B] représentent une réalisation d'une sonde selon l'invention, dans une configuration dite volumique.

[0089] Les figures 11A et 11B représentent une vue d'un dispositif selon l'invention, dans une configuration surfacique, avec des électrodes en forme de griffe ;

[0090] La [Fig.12] représente une vue d'un dispositif selon l'invention, dans une configuration surfacique, avec une différence d'altitude ou de niveau entre les extrémités des électrodes ;

[0091] La [Fig.13] représente un exemple de mise en œuvre d'un dispositif selon l'invention, dans un drain dans lequel des concrétions se sont formées.

[0092] La [Fig.14] représente le principe des hautes puissances pulsées.

[0093] Les figures 15A – 15D illustrent le lien entre fréquence de tir, tension de charge du banc d'énergie, puissance de l'alimentation HT

[0094] [Fig.16A] et [Fig.16B] représentent respectivement l'évolution de la tension et du courant en entrée de câble, sans la sonde ;

[0095] La [Fig.16C] représente l'évolution de la tension en entrée de câble, avec la sonde ;

[0096] La [Fig.16D] représente l'évolution de la décharge en énergie de la sonde. L

[0097] La [Fig.17] représente un drain en forme de fer à cheval.

[0098] La [Fig.18] représente une vue d'un dispositif selon l'invention, dans une configuration surfacique, muni d'un réflecteur.

## **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE L'INVENTION**

[0099] La [Fig.1] illustre de manière schématique une vue en coupe d'une sonde 10 pouvant être utilisée dans le cadre d'un mode de réalisation selon la présente invention.

[0100] 2 électrodes 2, 4 sont disposées en regard l'une de l'autre (leurs extrémités se font face à une distance d) et à la surface d'un matériau isolant 6. Ces électrodes peuvent avoir diverses géométries et/ou symétries, comme expliqué ci-dessous en lien avec les figures 3A-3D et 7A-9C. Celles de la [Fig.2] peuvent se prolonger selon la direction perpendiculaire à la figure tout en gardant la distance d'entre elles. Elles sont disposées contre le matériau isolant 6 et de sorte que des arcs électriques vont pouvoir être générés entre elles et à la surface de ce matériau isolant. Par exemple, elles peuvent présenter des pointes 3, 5 positionnées contre la surface du matériau isolant 6 et entre lesquelles les arcs vont pouvoir être générés. Le mode de réalisation de la [Fig.1] concerne une configuration dite « surfacique ». On présente plus loin, en lien avec [Fig.10A] et [Fig.10B], une autre configuration, dite « volumique ». Pour la réalisation des électrodes, on choisira de préférence un matériau inoxydable, par exemple de l'acier inoxydable, par exemple encore un acier de type 316 L.

- [0101] La distance  $d$  entre ces 2 électrodes est par exemple comprise entre quelques mm et 1 ou 2 cm, par exemple entre 5 mm et 1 cm. Cette distance peut être variable afin de tenir compte de différentes valeurs de tension et/ou afin de faire varier le niveau ou le seuil d'énergie ou de tension à partir duquel l'arc sera déclenché entre les électrodes : par exemple, au moins une des électrodes peut être montée de manière amovible afin de pourvoir la remplacer par une autre électrode de forme géométrique différente de sorte que la distance  $d$  soit différente. Ceci peut être très utile si, par exemple, on dispose d'une énergie plus importante (par exemple du fait de moyens 14, décrits ci-dessous en lien avec la [Fig.4], plus puissants) à appliquer entre les électrodes : on pourra alors accroître la distance  $d$  entre celles-ci pour former un arc dont l'énergie est suffisamment importante afin de fracturer les matériaux déposés sur la paroi à nettoyer, sans toutefois endommager cette dernière. Cette préoccupation de ne pas endommager la paroi peut être particulièrement sensible dans le cas où celle-ci est en un matériau tel qu'un matériau plastique (ce peut être le cas notamment pour un drain). Autrement dit, le réglage de la distance  $d$  entre les électrodes peut tenir compte à la fois de l'énergie disponible à appliquer entre celles-ci et de la résistance mécanique de la paroi qui est à nettoyer.
- [0102] L'une des électrodes (4) peut être reliée à la masse tandis qu'une haute tension peut être appliquée à l'autre électrode (2), par exemple par l'intermédiaire d'un câble haute tension 12, par exemple un câble coaxial ; de préférence, ce câble permet également la mise à la masse de l'électrode 4. Ce câble peut être destiné à être relié, de l'autre côté (opposé aux électrodes 2, 4), à une source de haute tension (HT) 14, ou banc d'énergie haute tension (HT), qui permet de générer des impulsions sous haute tension.
- [0103] La sonde est reliée à son câble d'alimentation 12 qui permet de transmettre la haute tension et qui est en général assez peu souple. On peut donc pousser ou tirer ce câble HT manuellement ou mécaniquement afin de déplacer la sonde dans le conduit ou le drain qui est à traiter. Si le câble est trop souple, tout autre moyen peut être associé (aiguille, propulseur à jet d'eau, robot, ...) pour déplacer la sonde dans un conduit ou un drain.
- [0104] Selon un autre aspect, il peut être préférable, avant toute opération de nettoyage d'un dispositif selon l'invention d'effectuer une inspection, par exemple par une caméra vidéo, du conduit ou la canalisation ou du drain à traiter pour repérer la position des dépôts à détruire. Ainsi on peut déterminer à quelle profondeur dans le drain se situe la zone à traiter. Puis, on peut introduire la sonde jusqu'aux endroits préalablement identifiés.
- [0105] D'une manière générale, la sonde peut être propulsée et tirée au moyen du câble HT qui est semi rigide. L'action se fait soit manuellement soit aidé d'un dispositif mécanique piloté à distance qui agit sur le câble.

- [0106] Par exemple (voir à ce sujet les courbes des figures 15A à 15B), les impulsions électriques sont des impulsions de tension comprise entre 10 kV et 60 kV ou même entre 10 kV et 100 kV, par exemple encore de l'ordre de 20 kV (à noter qu'il s'agit bien des tensions entre les électrodes). Les valeurs à sélectionner sont choisies en fonction, notamment, de la nature du drain dans lequel la sonde doit opérer et de sa résistance (une tension ou une puissance trop élevée peut avoir pour conséquence une dégradation du drain).
- [0107] Les impulsions peuvent avoir :
- [0108] - une durée de l'ordre de quelques microsecondes, par exemple 5  $\mu$ s, plus généralement par exemple comprise entre 1  $\mu$ s et 10  $\mu$ s,
- [0109] - et/ou l'énergie délivrée par impulsion peut être comprise entre 100 J et 600 J.
- [0110] Du point de vue temporel, on peut par ailleurs indiquer que :
- [0111] - la durée entre l'application de la tension et le claquage (c'est-à-dire la formation de l'arc entre les électrodes de la sonde) peut être par exemple de l'ordre de 10  $\mu$ s ;
- [0112] - et/ou la durée complète de l'arc pour évacuer l'énergie peut être de l'ordre de 40  $\mu$ s ;
- [0113] - et/ou l'arc peut être efficace dans les 10  $\mu$ s après le claquage.
- [0114] Les impulsions peuvent donc avoir une puissance qui sera comprise entre par exemple 10 MW et 60 MW.
- [0115] L'invention met préférentiellement en œuvre la technologie des Hautes Puissances Pulsées (HPP), qui permet de réaliser une compression d'énergie d'une source quasi-statique en impulsions contrôlées, de préférence très denses et très brèves, de préférence encore délivrant une puissance très importante, par exemple comprise entre 10 MW et 60 MW. On entend par Hautes Puissances Pulsées la compression de l'énergie, provenant d'une source dite "quasi-statique", en des impulsions mono-coup ou à taux de répétitions contrôlées, très denses et très brèves délivrant ainsi une puissance très importante. La [Fig.14] illustre cet aspect ; sur cette figure :
- [0116] - le stockage lent d'une puissance de 1 kW pendant 10 secondes équivaut à une énergie de 1 kJ ;
- [0117] - lorsque cette énergie est restituée pendant un temps très court, de l'ordre de 10  $\mu$ s, la puissance restituée est de 1 GW.
- [0118] Comme expliqué plus loin, le générateur d'impulsions comporte un condensateur qui stocke l'énergie sous forme capacitive. Sa charge est lente, du millième de seconde à quelques dizaines de secondes. Elle est réalisée par l'intermédiaire d'une alimentation haute tension et de moyens (ou « bac ») de charge. Le bac de charge permet de protéger l'alimentation haute tension (HT) des retours de puissance. Une fois le condensateur chargé il permet de découpler la partie basse tension de la partie haute tension. L'énergie stockée est ensuite commutée au travers d'un éclateur à air

commandé. Il permet une restitution rapide de l'énergie jusqu'aux électrodes reliées par un câble coaxial.

[0119] En fait, la fréquence de tir dépend de la capacité de l'alimentation HT à charger le banc d'énergie de manière pérenne (sans réduire la durée de vie de l'alimentation HT). Les courbes des figures 15A – 15D illustrent le lien entre fréquence de tir, tension de charge du banc d'énergie, puissance de l'alimentation HT.

[0120] Ainsi, on voit en figures 15A-15B que :

[0121] - [Fig.15A] : la fréquence de répétition est comprise entre une valeur légèrement supérieure à 0 Hz (par exemple 0,1 Hz), et 1 Hz, la puissance demandée au chargeur évoluant entre une valeur légèrement supérieure à 0 kJ/s et 10 kJ/s, pour une énergie valant successivement 2 kJ (22,1 kV, courbe Ia), 5 kJ (35 kV, courbe IIa), 10 kJ (49,4 kV, courbe IIIa) ;

[0122] - [Fig.15B] : la fréquence de répétition est comprise entre une valeur légèrement supérieure à 0 Hz (par exemple 0,1 Hz), et 1 Hz, la puissance demandée au chargeur évoluant entre une valeur légèrement supérieure à 0 kJ/s et 10 kJ/s, pour une énergie valant successivement 1,3 kJ (18kV, courbe Ib), 5,3 kJ (36kV, courbe IIb), 9,5 kJ (48kV, courbe IIIb).

[0123] Les figures 15C et 15D donnent également la fréquence de répétition des tirs, comprise ici entre environ 0,3 Hz et 5 Hz, en fonction de l'énergie emmagasinée ([Fig.15C]) et de la tension de charge ([Fig.15D]), pour une puissance du chargeur qui va de 25 % à 100 %.

[0124] L'isolant 6 a de préférence une constante diélectrique supérieure à celle du milieu dans lequel l'arc va être réalisé. Le matériau constitutif de cet isolant 6 est par exemple à base de polymère(s) (polyuréthane plage de résistivité comprise entre  $10^{12}\Omega\text{cm}$  à  $10^{15}\Omega\text{cm}$ ). Ce même matériau peut être utilisé pour les câbles HT.

[0125] D'une manière générale, afin que l'arc se fasse à la surface de l'isolant, la tension de claquage de l'isolant 6 est choisie supérieure à la tension « de gap » (tension minimale qui permet de créer un arc entre les électrodes) maximum de 60 kV ou même de 100 kV. Donc, de préférence, on choisit la tension de claquage pour que l'arc ne se forme pas dans l'isolant ; de préférence encore, elle est supérieure à celle du liquide dans lequel baigne la sonde afin que l'arc se forme dans le liquide et non dans l'isolant.

[0126] La [Fig.2] représente schématiquement une sonde selon l'invention, dans un milieu liquide 13 continu, par exemple de l'eau. Elle est munie de son câble haute-tension 12, par exemple un câble coaxial, et raccordée au banc d'énergie HT 14 (ce dernier étant situé en dehors du milieu liquide). Comme indiqué ci-dessus, ce câble 12 va également permettre de pousser ou de tirer la sonde dans le milieu 13. La sonde est ici située face à une paroi 1 d'un conduit (seule la partie supérieure de la coupe longitudinale de conduit est représentée), par exemple d'un drain, sur la surface intérieure duquel des

dépôts  $11_1$ ,  $11_2$ ,  $11_3$  de matière solide, par exemple de la calcite, se sont réalisés au fil du temps. Ces dépôts  $11_1$ ,  $11_2$ ,  $11_3$  sont ici représentés à l'intérieur du conduit, mais des dépôts  $11_4$  peuvent être réalisés également à la surface extérieure ; comme déjà indiqué ci-dessus, ces dépôts peuvent réduire la perméabilité du milieu drainant dans lequel est placé le conduit (par exemple un drain). Des dépôts (non représentés) peuvent également se réaliser dans des perforations de la paroi, par exemple à l'intersection entre 2 conduits, par exemple perpendiculaires l'un à l'autre. Selon un autre aspect, des ouvertures, par exemple des fentes, peuvent être percées à la surface du conduit (notamment dans le cas d'un drain) pour permettre l'écoulement du liquide, par exemple de l'eau, depuis le milieu à drainer vers l'intérieur du drain : si ces fentes sont obstruées, l'efficacité du drain en est d'autant diminuée.

[0127] D'une manière générale, comment on le comprend de la [Fig.2], on cherche, pour une question d'efficacité, à ce que l'arc soit le plus proche possible du matériau à fracturer. C'est pourquoi les électrodes de la sonde sont de préférence prévues dans une position la plus à l'extérieur possible de l'enveloppe de la sonde (voir les configurations décrites ci-dessous en lien avec les figures 7A-9C). En pratique on approche la sonde au plus près du matériau et on tire. Selon un exemple, la portée d'une sonde mise en œuvre a permis, en 180 tirs successifs en haute tension, de fracturer de la calcite jusqu'à une profondeur allant de 5 à 15 cm.

[0128] L'application des impulsions de tension va générer un arc électrique 18 entre les deux électrodes 2 et 4, plus exactement entre les pointes 3 et 5. Cet arc chemine d'une électrode à l'autre en suivant la surface de l'isolant 6, dans le milieu liquide 13 qui les sépare. Dans le cas d'une configuration dite « volumique », l'arc est créé entre les électrodes 2, 4 en suivant le chemin le plus court (un exemple de cette configuration est donné ci-dessous, en lien avec les figures 10A - 10B). L'avantage de la configuration surfacique est d'autoriser l'utilisation d'une tension de formation de l'arc plus modérée et de réduire les risques de destruction du matériau isolant 6 qui sépare la cathode de l'anode : le risque est, en effet, que la tension de « gap » dans l'eau soit supérieure à celle à la surface eau/isolant ; de ce fait, l'isolant sur l'ensemble du circuit électrique est alors conçu de résistivité supérieure (afin d'éviter que l'arc ne se forme dans l'isolant et ne le détruise). En effet, ce phénomène est susceptible de se produire en tous points présentant une faiblesse potentielle d'isolation depuis le générateur 14 jusqu'à la sonde 10.

[0129] L'arc électrique 18 ainsi créé provoque une vaporisation d'une partie du liquide, qui crée une onde de pression 19 dans le liquide 13, laquelle, à son tour, fracture et fragmente la matière du ou des dépôts  $11_1$ ,  $11_2$ ,  $11_3$ ,  $11_4$  de matière solide vers lequel/ lesquels elle se dirige, notamment au niveau des plans séparant les substrats d'impédance mécanique différente ; ce peut être en particulier le cas lorsque le

matériau à éliminer a une impédance mécanique différente de celle du substrat sur lequel il est déposé ou formé, par exemple, dans le cas d'une concrétion de calcite formée sur un drain en plastique (lequel est souple) : l'onde de choc peut alors déformer le drain souple, cette déformation décollant la calcite, laquelle ne va donc pas être fracturée, mais décollée. Par déplacement de la sonde dans la canalisation (déplacement symbolisé par la flèche 17, par exemple par le caractère semi-rigide du câble qui permet de pousser la sonde), la sonde va être positionnée successivement devant les différents dépôts et va pouvoir les fragmenter de manière expliquée ci-dessus. Ce traitement provoque donc un décollement des dépôts 11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub>, 11<sub>3</sub>, 11<sub>4</sub> de la paroi des drains non seulement à l'intrados (l'intérieur) et à l'extrados (l'extérieur) mais également au niveau des perforations (non représenté sur la figure) des parois 1. Les parois 1 ne subissent aucun dommage. De plus, les dépôts décollés peuvent être fragmentés du fait de leur structure hétérogène, par exemple liée à des fluctuations saisonnières qui affectent la cinétique de leur cristallisation.

[0130] Ainsi, les dépôts qui obstruent une canalisation ou un drain peuvent être fragmentés et décollés des parois 1. La matière des dépôts, tels que les dépôts 11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub>, 11<sub>3</sub>, qui sont situés à l'intérieur, du côté du liquide 13, peut être ensuite facilement éliminée, par exemple par la circulation du liquide 13. Ceux (11<sub>4</sub>) qui sont à l'extérieur de la paroi 1 peuvent rester en place mais leur fragmentation peut permettre de restaurer la perméabilité initiale du milieu naturel. Grâce à cette technique, l'efficacité d'un système de canalisations, en particulier d'un système de drainage, peut donc être restaurée sans dégradation de la ou des paroi(s) 1.

[0131] Les figures 3A – 3B représentent un exemple de structure d'une sonde selon l'invention, structure dans laquelle l'élément isolant 6 a une forme sensiblement plane, les électrodes 2, 4, déposées sur une surface de cet élément 6 ayant, quant à elle, une forme sensiblement circulaire ; plus exactement, l'électrode 2 a la forme d'un disque, tandis que l'électrode 4 a la forme d'une couronne circulaire dont le centre est occupé par l'électrode 2. Cette structure va émettre des ondes de pression 19 à partir d'une zone en forme de couronne (de largeur d comme indiqué sur la [Fig.3A]) et suivant une direction sensiblement perpendiculaire au plan de l'élément isolant 6, parallèlement à un axe AA' et suivant une répartition sensiblement cylindrique autour de cet axe.

[0132] Les figures 3C – 3D représentent un autre exemple de structure d'une sonde selon l'invention, structure dans laquelle l'élément isolant 6 a une forme sensiblement cylindrique, d'axe BB', les électrodes 2, 4, déposées sur une surface de cet élément 6 ayant également cette forme cylindrique. Cette structure va émettre des ondes de pression 19 à partir d'une zone en forme de cylindre (de largeur d comme indiqué sur la [Fig.3C]) suivant une direction sensiblement perpendiculaire à un axe AA' et suivant une répartition sensiblement cylindrique autour de cet axe.

- [0133] Une sonde selon l'invention n'est pas limitée à ces structures des figures 3A-3D, d'autres géométries pouvant être mises en œuvre en fonction des besoins ; par exemple, l'élément 6 peut avoir une surface en forme de cône (voir l'exemple décrit ci-dessous en lien avec la [Fig.12]), de même que les électrodes déposées sur cette surface, produisant ainsi des ondes de choc également réparties suivant un cône.
- [0134] Plus généralement, on pourra utiliser diverses formes afin d'orienter l'onde de choc de la manière souhaitée. Par exemple, on pourra donner au profil de la sonde une forme comportant une ou plusieurs concavité(s) ou convexité(s). Un réflecteur 150 peut également être prévu pour diriger les ondes vers la surface souhaitée, comme illustré en [Fig.18]. Sur cette figure, l'élément 6, a une surface en forme de cône, mais inversé par rapport à celui de la [Fig.12]. Les électrodes déposées sur cette surface ont la même forme. Le réflecteur 150 a par exemple une génératrice 151 parabolique. Il permet de diriger les ondes de choc perpendiculairement à l'axe de la sonde.
- [0135] Dans les diverses configurations illustrées, les électrodes sont parallèles entre elles : leurs extrémités se font face à une distance  $d$  qui reste constante sur toute leur extension.
- [0136] Selon une réalisation, illustrée en [Fig.4], le générateur HT 14 peut comporter un générateur haute tension 22 relié à un condensateur HT 24. Le condensateur 24 fait lui-même partie d'un circuit RLC (voir résistance  $R_{sc}$  et inductance  $L_{sc}$ ) relié à un éclateur HT 26 remplissant une fonction d'interrupteur. Des moyens 28, par exemple un relais, formant court-circuit, peuvent être prévu afin d'assurer la sécurité, pour évacuer l'énergie du condensateur en cas de problème, par exemple lié à une question de sécurité ; la résistance 30 est une résistance de fuite.
- [0137] Le banc d'énergie 14 peut être relié au câble HT 12.
- [0138] La [Fig.5] représente un exemple de réalisation de générateur 22, comportant un chargeur haute tension 32 (par exemple de marque BASIS EUROFEEDBACK, modèle ACRX Séries) , qui permet de charger une capacité 36. Un interrupteur 37 peut la relier à une résistance 38 de délestage ( $R_{dump}$ , ou « dump load »), dont le rôle est, en cas de besoin, de décharger le banc d'énergie sans créer de dommage aux condensateurs.
- [0139] Le générateur 22 permet :
- un transfert d'énergie électrique du chargeur HT 32 au condensateur HT 24, ce qui permet de charger les condensateurs à la tension  $U_e$ . Cette fonction s'effectue par l'intermédiaire des résistances de charge  $R_{Ch1}$  (réf 39) et  $R_{Ch2}$  (réf 41) ;
  - d'amortir la tension inverse venant de la charge pour protéger le chargeur HT 35. Cette fonction s'effectue par l'intermédiaire du filtre RC comportant  $R_{Ch2}$  et  $CBdC$  (réf 36), puis du filtre RC comportant  $R_{Ch1}$  et  $CBdC$ .

- vider l'énergie du condensateur HT au travers une résistance de dump ( $R_{\text{dump}}$ ) lorsque qu'un vérin pneumatique est activé.
- [0140] Cet ensemble permet de fournir une tension  $U_e(t)$  au condensateur 24 lors de la charge.
- [0141] La [Fig.6] représente schématiquement le câble coaxial 12, connecté d'une part au générateur impulsionnel 22, 24 et, d'autre part, à une sonde 10, qui peut être du type selon l'invention.
- [0142] Des exemples de valeurs utilisées sont les suivants :
- [0143] a) paramètres de simulation :
- [0144] - tension de charge  $U_e$ : 18-48 kV ;
- [0145] - résistance Inter électrodes du liquide :  $dx \ 10 \ \Omega$  ;
- [0146] - inductance du générateur :  $L_g = 1,05 \ \mu\text{H}$  ;
- [0147] - résistance du générateur :  $R_g = 50 \text{ m}\Omega$  ;
- [0148] b) paramètres du câble :
- [0149] - inductance du câble :  $L_c = 0,094 \ \mu\text{H/m}$  ;
- [0150] - résistance du câble :  $R_c = 3,1 \ \text{m}\Omega/\text{m}$  ;
- [0151] - capacité parasite :  $c_c = 361 \ \text{pF/m}$  ;
- [0152] - assistance de l'arc :  $12 \ \text{m}\Omega/\text{mm}$  (pour un « gap » de 5 mm) ;
- [0153] - temps avant claquage :  $T_b = 10 \ \mu\text{s}$ .
- [0154] Lors d'une utilisation d'un dispositif selon l'invention :
- [0155] - la capacité 24 est chargée par chaque impulsion de haute tension générée par les moyens 22 ;
- [0156] - les moyens 26 permettent de décharger la capacité 24 dans le câble coaxial 12.
- [0157] L'ensemble des moyens décrits ci-dessus peut être relié à une unité de traitement et/ou de commande qui permet notamment de commander le déclenchement des impulsions haute tension et le déclenchement de l'éclateur 26. Cette unité permet également de réaliser des mesures, par exemple de courant et/ou de tension, en vue de mieux contrôler ces derniers. L'unité de traitement et/ou de commande comporte par exemple un ordinateur ou un microordinateur ou un microprocesseur qui permet de mettre en œuvre des fonctions de traitement et/ou de commande d'un dispositif et d'un procédé selon l'invention.
- [0158] Les figures 16A à 16 B représentent des simulations de courbes de décharge, (au niveau du banc d'énergie (voir [Fig.6]) respectivement en tension  $U_e$  et en courant  $i(t)$  avec un câble coaxial 12 de 150 m, de  $8 \ \mu\text{F}$ , pour des tensions allant de 10 kV à 48 kV (plus exactement : 18 kV, 24 kV, 30 kV, 36 kV, 42 kV, 48 kV).
- [0159] On constate sur ces figures que la tension  $U_e$  au borne du banc d'énergie et  $U_{\text{gap}}$  au bornes de la sonde ne sont pas les mêmes. Elles sont déphasées (circuit RLC entre les deux points de mesures) avant la création de l'arc.

- [0160] La [Fig.16C] représente l'évolution de la tension  $U_{gap}$  au niveau de la sonde, là encore avec un câble coaxial 12 de 150 m, de 8  $\mu F$ ; on voit que la tension diminue brusquement lors du déclenchement de l'arc, qui se produit ici à  $t = 10 \mu s$ .
- [0161] La [Fig.16D] représente l'évolution de la décharge en énergie de la sonde ( $E_{arc}(t) = U_{gap}(t) \cdot I(t) \cdot t - E_c(t)$ ) : après la fin de l'arc, il y a encore du signal ; en effet, sur la base du schéma électrique équivalent du circuit ([Fig.6]), on comprend que, une fois l'arc disparu (le « switch arc » ouvert), il y a toujours la résistance de l'eau (Reau avec switch fermé) qui permet d'évacuer l'énergie résiduelle accumulée dans le système.
- [0162] Les [Fig.7A] et 7B représentent une réalisation d'une sonde selon l'invention, du type à géométrie dite axiale, la [Fig.7B] représentant une vue du dispositif démonté. Il s'agit ici d'une réalisation dans laquelle chacune des électrodes 2, 4 de même que la surface de l'isolant 6 qui sépare ces 2 électrodes, présentent une symétrie de révolution autour d'un axe XX'. Un arc déclenché entre ces 2 électrodes présente globalement lui aussi cette symétrie autour de l'axe XX'.
- [0163] Selon cet exemple de réalisation, la sonde comporte un corps 50 lequel peut être décomposé entre une partie, ou corps, central(e) 56, à symétrie de révolution autour d'un axe XX' et une ou plusieurs autres parties 52, lesquelles peuvent être amovibles (elles peuvent être fixées, par exemple par vissage, contre ou sur le corps central 56). Le câble 12 de haute tension (non visible sur ces figures) peut être introduit dans la partie centrale du corps de la sonde.
- [0164] L'électrode 2 fait face à l'électrode 4, laquelle peut être reliée à une connexion de masse. Le dispositif peut être équipé d'un ou plusieurs amortisseur(s) des ondes de choc (lesquelles, générées par la sonde, se propageant tant dans le liquide dans le corps de la sonde et peuvent donc endommager les composants internes de celle-ci). Une solution pratique est de choisir le matériau de l'isolant 6 de sorte qu'il amortisse tout ou partie de ces ondes de choc.
- [0165] L'électrode 2 et/ou 4 peut-être amovible ; elle peut donc être enlevée et remplacée par une électrode ayant un diamètre différent, afin d'accroître ou de réduire la distance entre les électrodes 2,4. La [Fig.7C] représente une telle électrode 2 amovible. Le réglage de la tension de gap pour une configuration de sonde axiale peut être obtenu par modification du diamètre de cette électrode centrale 2.
- [0166] Les arcs qui vont être générés entre les électrodes 2 et 4 d'une telle sonde vont permettre d'engendrer dans le liquide des ondes de choc qui seront plus particulièrement émises en direction de l'axe XX' de la sonde. Pour cette raison, cette configuration est dite de type « axial » : la surface de l'isolant 6 en contact avec le milieu liquide est sensiblement perpendiculaire à l'axe XX'.
- [0167] De manière avantageuse, des rainures 141, 143 peuvent être réalisés dans l'électrode 4, entre les points de vissage 142, 144 de celle-ci contre le corps central. Ces rainures

s'étendaient de manière radiale, depuis la partie de l'électrode 4 qui est en contact avec l'isolant 6 jusque vers l'extérieur de la sonde : ces rainures permettent d'éliminer du gaz, qui résulterait de l'interaction entre tout arc 18 et le liquide 13 dans lequel baigne la sonde. Si du gaz résiduel, par exemple sous forme de bulles, stagnait dans la zone inter électrodes, il perturberait le fonctionnement de la sonde car il modifierait les propriétés électriques de l'ensemble du système entre les électrodes ; pour cette raison, il est préférable de prévoir une ou plusieurs rainures latérales 141, 143 d'évacuation de ces gaz. De préférence, plusieurs de ces rainures latérales 141, 143 sont prévues, disposés de manière symétrique autour de l'axe XX'.

- [0168] Comme on le voit sur cette figure, la sonde peut présenter, en face avant une forme arrondie et/ou des angles arrondis qui favorisent son déplacement dans un liquide.
- [0169] La [Fig.8] représente la bride mécanique 52 fixée au corps central 56 (de manière opposée aux électrodes 2,4) . Cette bride permet par exemple de tenir mécaniquement le câble à la sonde. La forme conique qu'elle présente au moins en partie favorise le retrait de la sonde d'un conduit dans lequel elle a été introduite.
- [0170] La [Fig.9A] représente une réalisation d'une sonde selon l'invention du type à géométrie dite « pariétale ». Il s'agit ici d'une réalisation dans laquelle chacune des électrodes 2, 4, de même que la surface de l'isolant 6 qui sépare ces 2 électrodes, sont disposées de manière latérale à la sonde, tout en présentant une symétrie de révolution autour de l'axe XX' de cette dernière. Un arc déclenché entre ces 2 électrodes s'étend sur une certaine distance, parallèlement à l'axe XX' et avec cette symétrie autour de celui-ci.
- [0171] Des références identiques à celles des figures 7A – 7B désignent sur ces figures 9A-9B des éléments identiques ou similaires à ceux déjà décrits ci-dessus. Mais les électrodes 2, 4 sont disposés sur la partie latérale cylindrique du corps, dans la partie avant et terminer par un dôme 58, par exemple en matériau polymère. Là encore l'électrode 2 et/ou 4 peut-être amovible ; elle peut donc être enlevée et remplacée par une électrode ayant une extension latérale différente, afin d'accroître ou de réduire la distance entre les électrodes 2,4. La [Fig.9C] représente une telle électrode 2 amovible. Le réglage de la tension de gap pour une configuration de sonde pariétale peut se faire par modification de l'épaisseur E de cette électrode terminale 2.
- [0172] Les arcs qui vont être générés entre les électrodes 2 et 4 d'une telle sonde vont permettre d'engendrer dans le liquide des ondes de choc qui seront plus particulièrement émises perpendiculairement à l'axe XX' de la sonde. Pour cette raison, cette configuration est dite de type « pariétale » : la surface de l'isolant 6 en contact avec le milieu liquide est sensiblement cylindrique ou conique, ou de révolution autour de XX', parallèle ou coaxiale à l'axe XX'.
- [0173] Dans une telle structure, le flux de liquide, qui s'écoule de manière sensiblement

parallèle à l'axe XX', permet d'éliminer les gaz qui peuvent résulter de l'interaction entre l'arc 18, généré entre les électrodes 2,4, et le liquide 13, dans lequel baigne la sonde. Mais, comme dans le cas précédent, des rainures peuvent être prévues afin d'améliorer l'évacuation de ces gaz. Par exemple, de telles rainures latérales (non représentées sur les figures 9A-9B) sont réalisées dans l'électrode 4, entre les zones de vissage 141,143 ; elles peuvent s'étendre sur une partie du corps central 56.

- [0174] Une sonde selon l'invention n'est pas limitée aux seules configurations décrites ci-dessus en lien avec les figures 7A - 9C. Une telle sonde peut comporter des électrodes orientées différemment, afin d'atteindre des surfaces pouvant avoir une orientation particulière dans un conduit de circulation de liquide.
- [0175] On ne gère pas la distance entre la sonde et le drain. La sonde repose sur le fil d'eau du drain et est tenue latéralement par le drain. Ici le drain, en forme de fer à cheval (illustré en [Fig.17]), a un diamètre D compris entre 11cm et 15 cm. La sonde a, elle, un diamètre de 10 cm.
- [0176] L'invention a été décrite ci-dessus dans le cadre d'une configuration dite « surfacique », dans laquelle les électrodes directement en contact d'une surface isolante 6. Dans une autre configuration, représentée schématiquement en [Fig.10A] (vue de côté, en coupe) et 10B (vue de dessus), les extrémités 3, 5 des électrodes 2, 4, entre lesquelles un arc peut se produire, ne sont pas en contact direct avec la surface isolante 6: celle-ci est en retrait par rapport aux électrodes. Dans la configuration représentée en [Fig.10A], une électrode 2 est en forme d'anneau ou de couronne, et une autre électrode 4, centrale, est en forme de plot ou de disque, disposée au centre de l'anneau ou de la couronne. Mais d'autres variantes peuvent être mises en œuvre, sans sortir du cadre de la présente invention. Cette configuration volumique peut être appliquée aux différentes variantes décrites ci-dessus en lien avec les figures 4-9.
- [0177] Quelle que soit la configuration retenue, surfacique ou volumique, les extrémités des électrodes 2, 4 peuvent avoir une forme de griffe, comme représenté en [Fig.11A] pour une configuration surfacique (vue de dessus en [Fig.11B]) : selon 2 ou 3 directions de l'espace, elles s'étendent vers une extrémité 3, 5 en forme de pointe. Les électrodes ayant cette forme favorisent la formation de l'arc. La même forme peut être appliquée à la configuration volumique.
- [0178] Encore en variante, représentée en [Fig.12], les électrodes peuvent être situées à des niveaux différents, avec un matériau isolant présentant par exemple une forme conique. Sur cette figure, l'extrémité du cône a une forme concave, mais une forme convexe pourrait être réalisée, permettant la formation d'ondes avec une direction de propagation oblique par rapport à l'axe du dispositif.
- [0179] Enfin, la [Fig.13] représente une sonde 10 selon l'invention, positionnée dans un drain 1 dans lequel se sont formées à la fois des concrétions pariétales 11<sub>1</sub> et des

concrétions axiales 11, qui vont pouvoir être éliminées par la sonde. Les autres références numériques sont celles des figures précédemment décrites.

[0180] L'invention s'applique à toute canalisation ou tout conduit dans laquelle ou lequel circule un fluide ou un liquide conduisant à un dépôt de matière sur la surface intérieure et/ou extérieure de cette canalisation ou de ce conduit et/ou qui bouche au moins partiellement un ou plusieurs orifice(s) réalisé(s) dans ce conduit et/ou la section d'écoulement de ce conduit, par exemple à l'intersection avec un autre conduit qui se raccorde sur le 1<sup>er</sup> ; de même, l'invention s'applique dans le cas de dépôts, qui peuvent provenir de l'environnement dans lequel la canalisation ou le conduit est installé et qui peuvent se réaliser sur une surface extérieure à cette canalisation ou à ce conduit, ce qui peut conduire à réduire sa perméabilité et/ou à une moins bonne performance de l'ensemble du système pour l'évacuation du liquide (par exemple, pour un système de drainage, le développement de concrétion dans la matrice du radier drainant réduit la perméabilité de celui-ci ; à terme, le radier drainant devient en amont des drains moins performant pour évacuer l'eau).

## Revendications

- [Revendication 1] Dispositif d'électro-curage de conduit comprenant :
- deux électrodes (2, 4) appliquées contre une surface isolante (6);
  - des moyens (14, 22, 24, 26) pour générer des impulsions électriques haute tension ;
  - des moyens (12) pour transmettre et appliquer lesdites impulsions entre les deux électrodes.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les électrodes (2, 4) sont appliquées contre une surface isolante (6) de manière à permettre la création d'un arc électrique (18) à la surface de l'isolant qui sépare les électrodes.
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 2, comportant un grand axe (XX') et dans lequel la surface isolante contre laquelle les électrodes sont appliquées est plane et perpendiculaire audit axe (XX').
- [Revendication 4] Dispositif selon la revendication 2, comportant un grand axe (XX') et dans lequel la surface isolante contre laquelle les électrodes sont appliquées est de révolution autour dudit axe.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, les électrodes étant distantes d'une distance d'uniforme ou le dispositif comportant des moyens pour régler cette distance (d).
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, comportant en outre au moins une rainure (141, 143) d'évacuation de gaz formé par un arc (18) établi entre les 2 électrodes.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel moyens (14, 22, 24, 26) pour générer des impulsions électriques haute tension permettent de générer des impulsions de puissance comprise entre 10 MW et 60 MW.
- [Revendication 8] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel les moyens (14, 22, 24, 26) pour générer des impulsions électriques haute tension permettent de générer des impulsions de haute puissance et/ou de tension comprise entre 10 kV et 60 kV.
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, comportant en outre des moyens (6) pour amortir des ondes de choc.
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, comportant en outre des moyens (151) formant réflecteur pour diriger les ondes de choc.
- [Revendication 11] Procédé d'électro-curage d'un conduit délimité par au moins une paroi (1) et contenant un liquide (13), ladite paroi ayant une surface en partie

couverte par au moins un dépôt (11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub>, 11<sub>3</sub>, 11<sub>4</sub>) de matière solide à éliminer et/ou ledit conduit étant au moins partiellement obstrué par au moins un dépôt de matière solide à éliminer, ledit procédé comprenant :

- le positionnement d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 dans ledit conduit ;

- la génération d'impulsions électriques à haute tension et leur transmission aux électrodes (2,4),

- la formation d'un arc électrique (18) entre les électrodes, sur la surface isolante et dans le liquide (13), suivant au moins une direction parallèle à au moins un des dépôts de matière à éliminer.

[Revendication 12] Procédé selon la revendication 11, dans lequel les impulsions ont une puissance comprise entre 10 MW et 60 MW.

[Revendication 13] Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, dans lequel les impulsions électriques sont des impulsions de tension comprise entre 10 kV et 60 kV.

[Revendication 14] Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel on évacue, de la surface du dispositif d'électro-curage, des gaz formés suite à l'interaction entre le liquide (13) et l'arc électrique (18).

[Revendication 15] Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, dans lequel les dépôts (11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub>, 11<sub>3</sub>, 11<sub>4</sub>) de matière solide à éliminer sont des dépôts de calcite.

[Revendication 16] Procédé selon l'une des revendications 11 à 15, dans lequel au moins un dépôt (11<sub>1</sub>, 11<sub>2</sub>, 11<sub>3</sub>, 11<sub>4</sub>) de matière solide à éliminer est sur une surface intérieure du conduit ou sur une surface extérieure du conduit et/ou bouche au moins une partie d'une section d'écoulement dudit conduit.

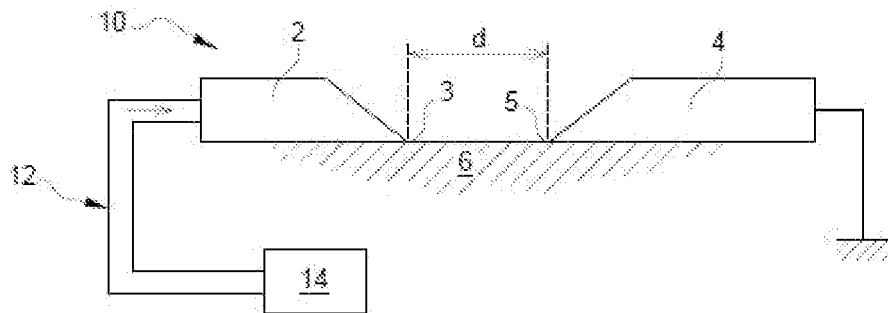
[Revendication 17] Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, dans lequel le conduit est en matière plastique ou en fonte ou en céramique.

[Revendication 18] Procédé selon l'une des revendications 11 à 17, dans lequel le matériau de la surface isolante (6) a une constante diélectrique supérieure à celle du liquide (13).

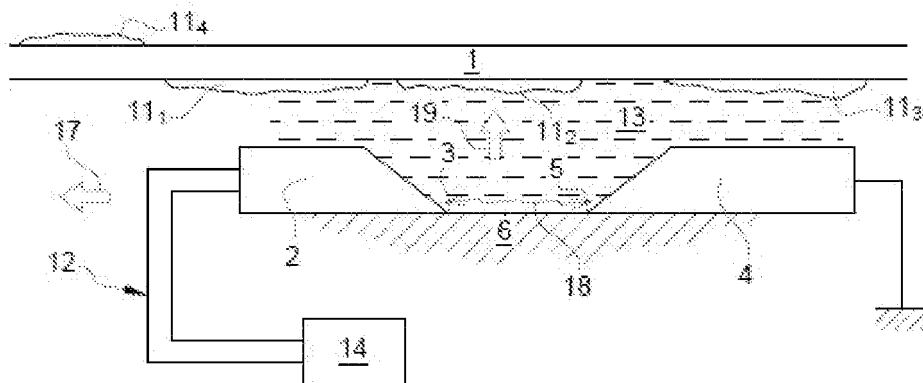
[Revendication 19] Procédé selon l'une des revendications 11 à 18, dans lequel les impulsions de tension sont générées à un rythme d'au moins 0,2 Hz à 1 Hertz.

[Revendication 20] Procédé selon l'une des revendications 11 à 19, dans lequel les impulsions de tension sont des impulsions de haute puissance.

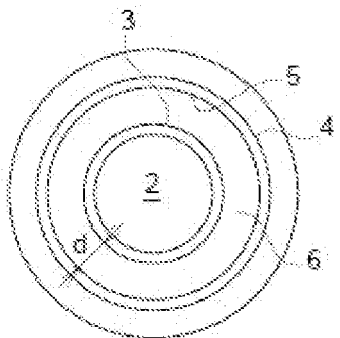
[Fig. 1]

**Fig. 1**

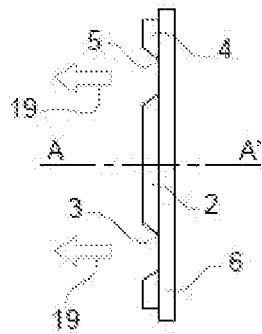
[Fig. 2]

**Fig. 2**

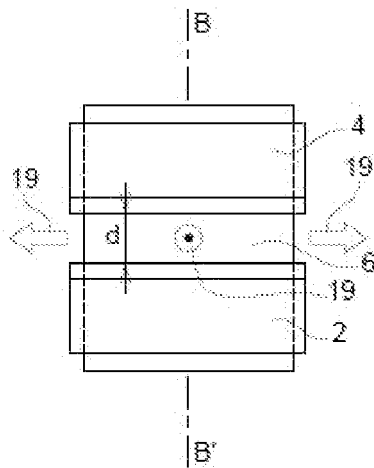
[Fig. 3A]

**Fig. 3A**

[Fig. 3B]

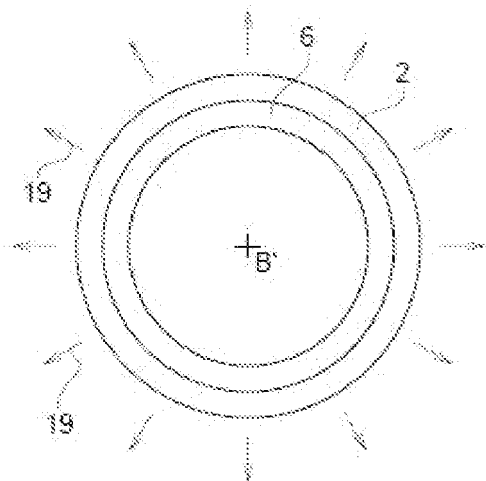
**Fig. 3B**

[Fig. 3C]

**Fig. 3C**

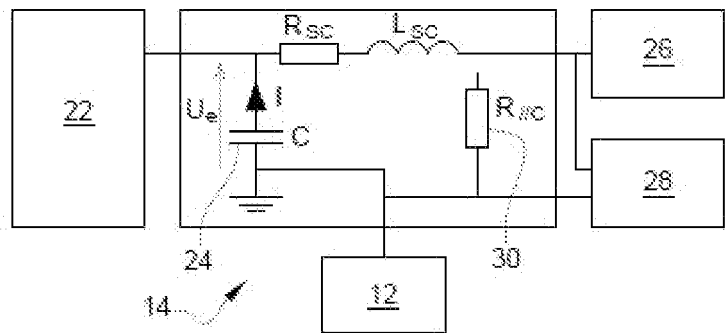
[Fig. 3D]

**Fig. 3D**



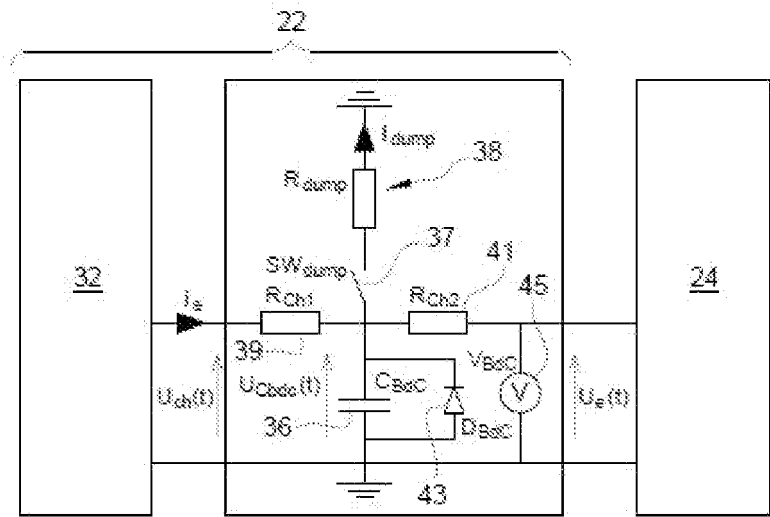
[Fig. 4]

**Fig. 4**

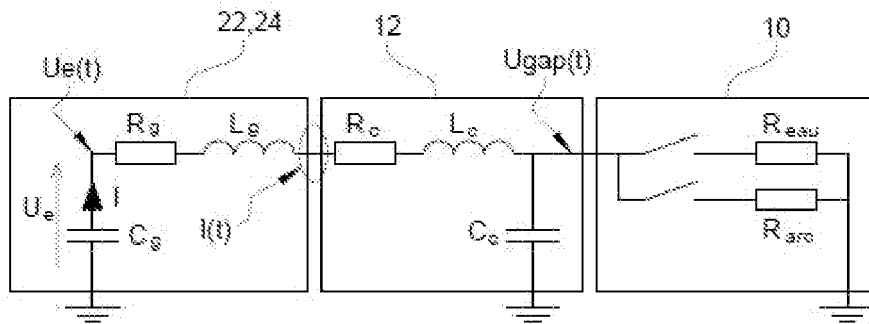


[Fig. 5]

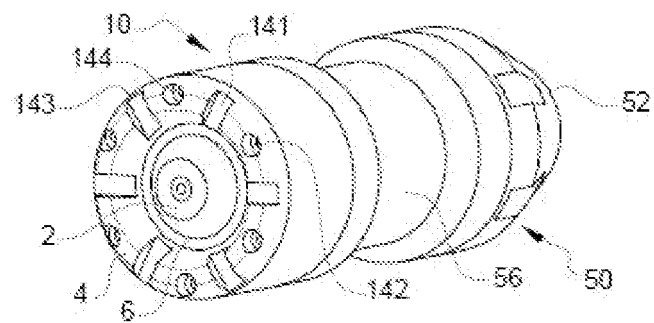
**Fig. 5**



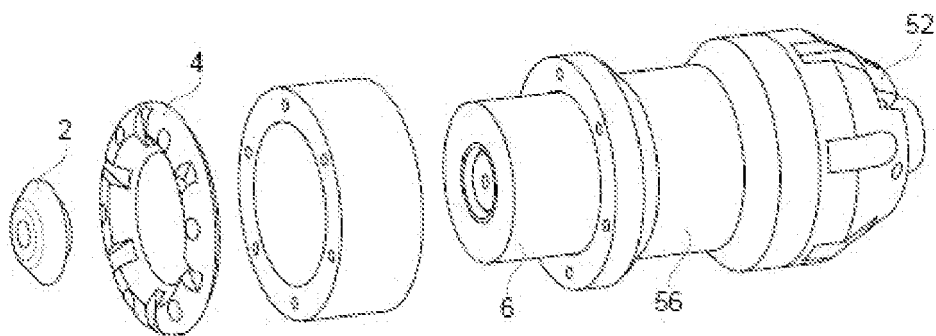
[Fig. 6]

**Fig. 6**

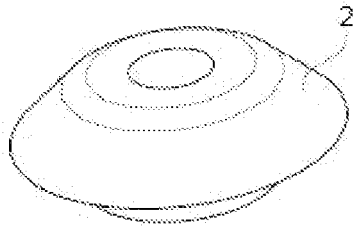
[Fig. 7A]

**Fig. 7A**

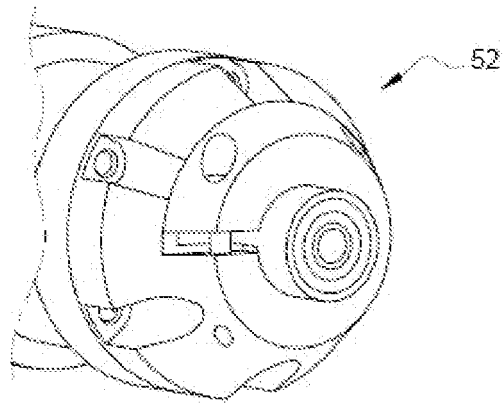
[Fig. 7B]

**Fig. 7B**

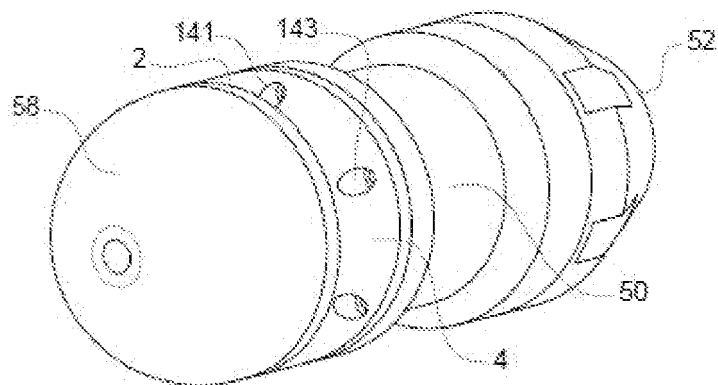
[Fig. 7C]

**Fig. 7C**

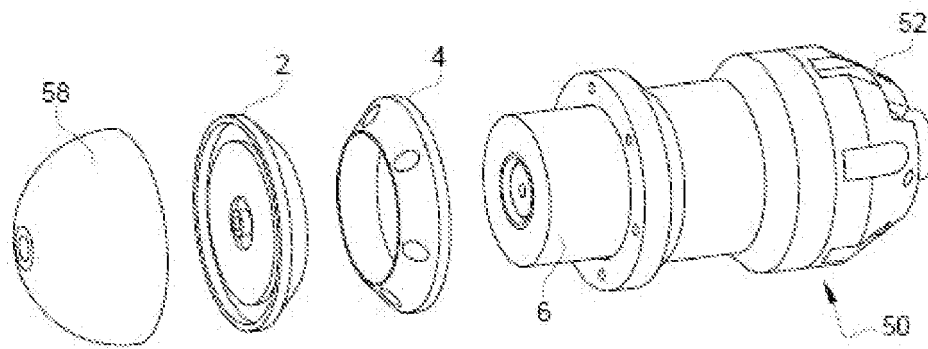
[Fig. 8]

**Fig. 8**

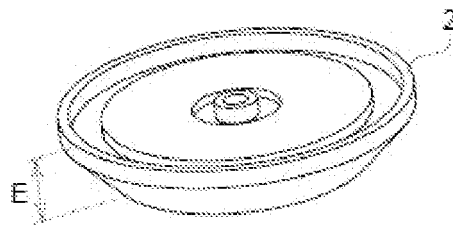
[Fig. 9A]

**Fig. 9A**

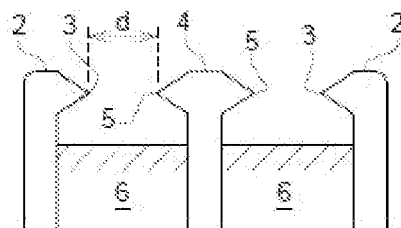
[Fig. 9B]

**Fig. 9B**

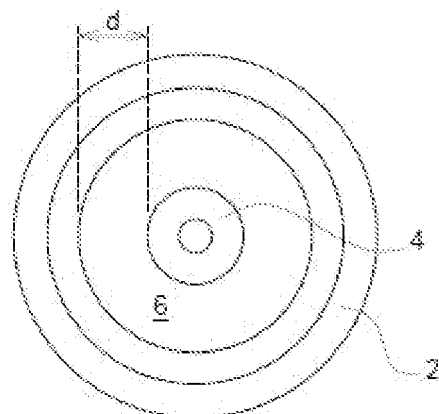
[Fig. 9C]

**Fig. 9C**

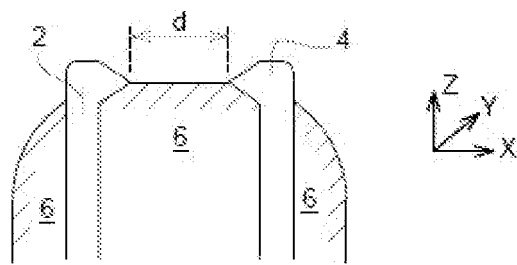
[Fig. 10A]

**Fig. 10A**

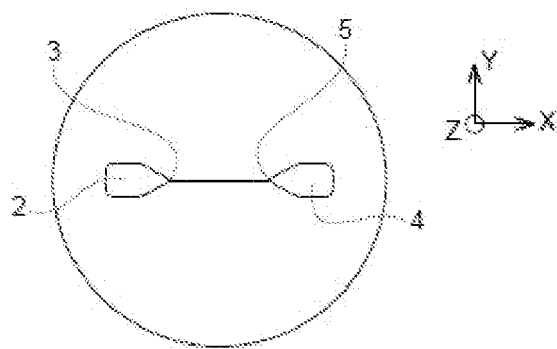
[Fig. 10B]

**Fig. 10B**

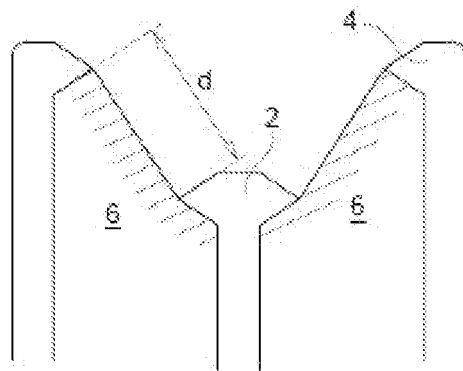
[Fig. 11A]

**Fig. 11A**

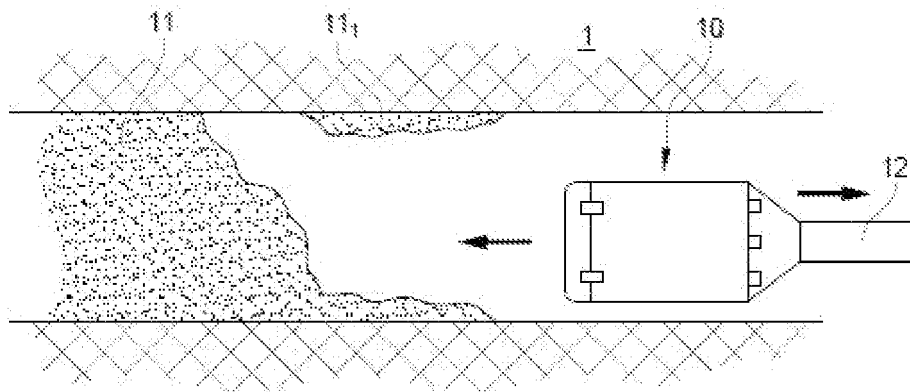
[Fig. 11B]

**Fig. 11B**

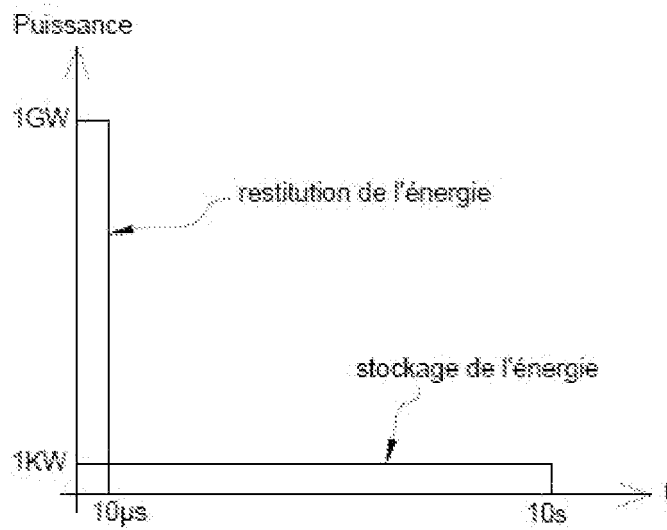
[Fig. 12]

**Fig. 12**

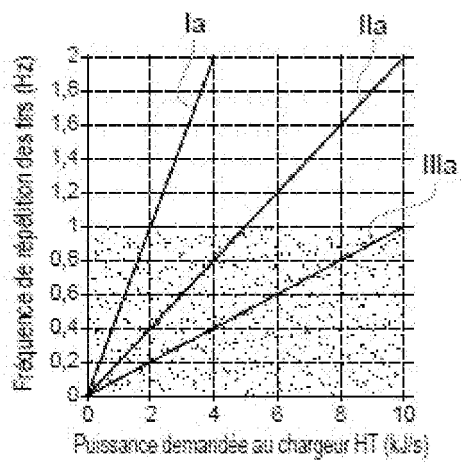
[Fig. 13]

**Fig. 13**

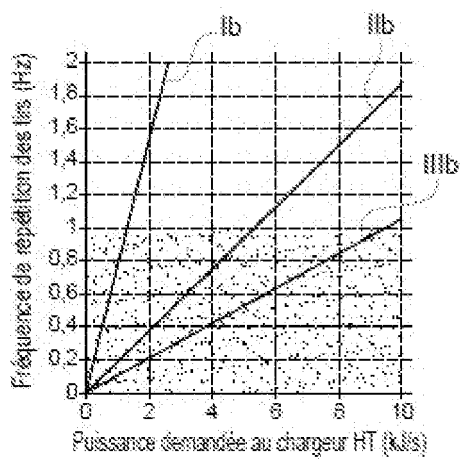
[Fig. 14]

**Fig. 14**

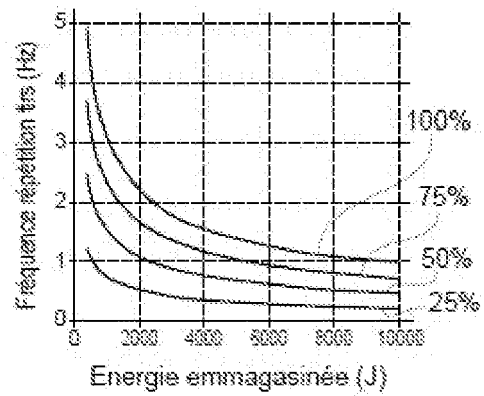
[Fig. 15A]

**Fig. 15A**

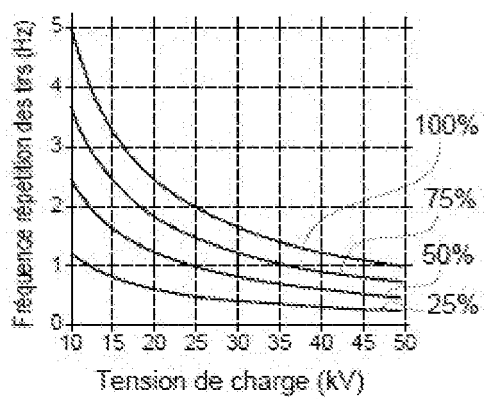
[Fig. 15B]

**Fig. 15B**

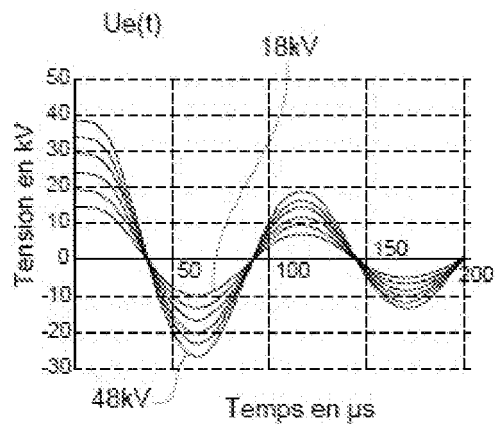
[Fig. 15C]

**Fig. 15C**

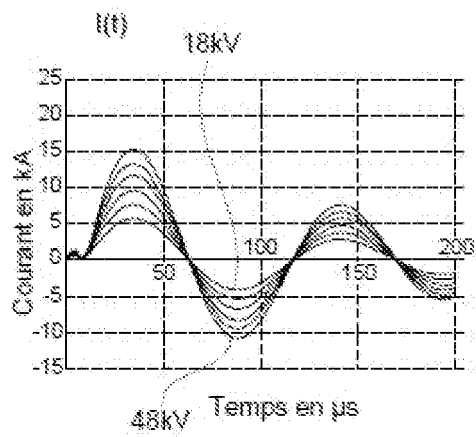
[Fig. 15D]

**Fig. 15D**

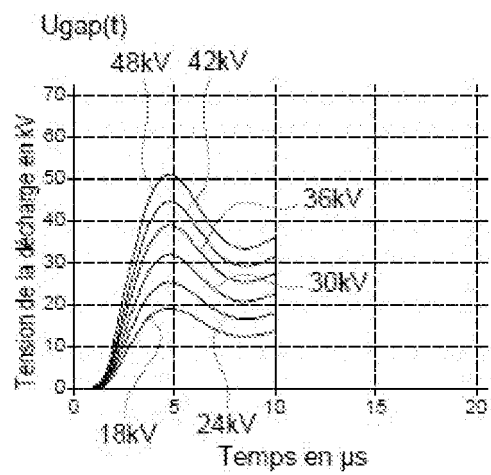
[Fig. 16A]

**Fig. 16A**

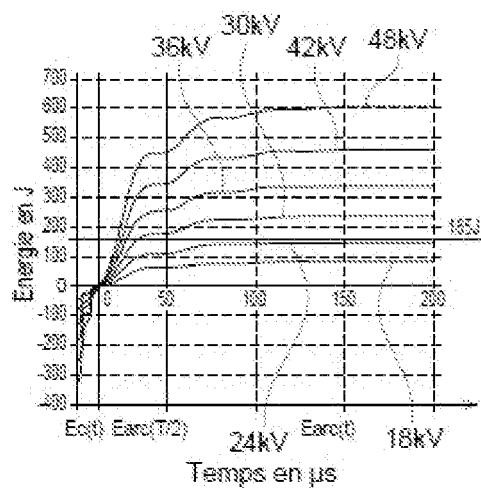
[Fig. 16B]

**Fig. 16B**

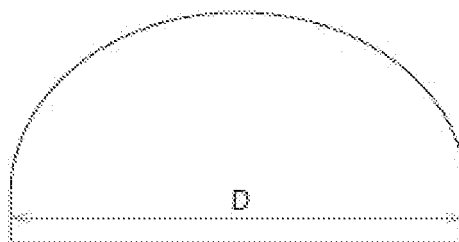
[Fig. 16C]

**Fig. 16C**

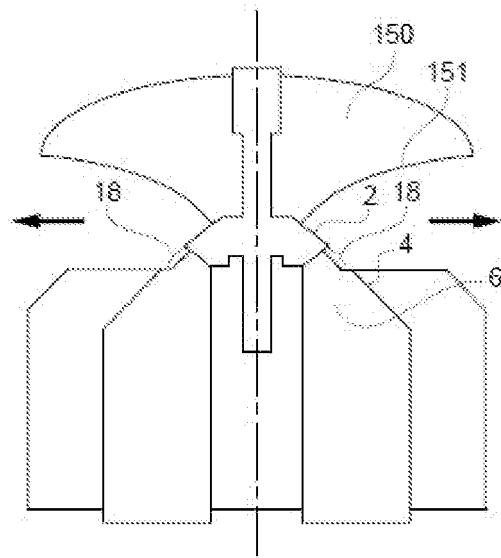
[Fig. 16D]

**Fig. 16D**

[Fig. 17]

**Fig. 17**

[Fig. 18]

**Fig. 18**

## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

**FA 918701**  
**FR 2304218**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                         | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>FR 2 886 560 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE<br/>ATOMIQUE [FR])<br/>8 décembre 2006 (2006-12-08)<br/>* page 8, ligne 27 - page 13, ligne 31;<br/>figures 1-3 *</b><br>----- | <b>1-5,<br/>7-10, 12,<br/>13, 15-20</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>B08B 6/00<br/>B08B 9/027</b>                 |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>CN 1 081 960 C (TOUARISCHESTVO S<br/>OGRANICHENNOI [RU])<br/>3 avril 2002 (2002-04-03)<br/>* revendications 1-2; figure 1 *</b><br>-----                             | <b>1-5, 7, 8,<br/>11-14,<br/>16, 18-20</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                 |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>RU 2 152 575 C1 (NII VYSOKIKH NAPRJA;<br/>ZHENIJ PRI TOM POLITEKHN I)<br/>10 juillet 2000 (2000-07-10)<br/>* le document en entier *</b><br>-----                    | <b>1, 11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                 |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         | <b>9</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                 |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>FR 3 061 925 A1 (HALLIBURTON ENERGY<br/>SERVICES INC [US]; CHEVRON USA INC [US] ET<br/>AL.) 20 juillet 2018 (2018-07-20)<br/>* figures 2-10 *</b><br>-----           | <b>1, 6, 8, 9,<br/>11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>US 5 948 171 A (GROTHAUS MICHAEL G [US])<br/>7 septembre 1999 (1999-09-07)<br/>* colonne 4, ligne 10 - ligne 12; figures<br/>1-5 *</b><br>-----                      | <b>1, 5, 11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (IPC)</b> |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>SU 889 157 A1 (RODIN LEONID N [SU]; RAEV<br/>ANATOLIJ N [SU] ET AL.)<br/>15 décembre 1981 (1981-12-15)<br/>* le document en entier *</b><br>-----                    | <b>1, 5, 11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>B08B<br/>E21B</b>                            |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                         | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| <b>21 novembre 2023</b>                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                         | <b>Cassiat, Clément</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                         | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304218 FA 918701**

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 **21-11-2023**  
 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<br>au rapport de recherche |           | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|-----------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>FR 2886560</b>                               | <b>A1</b> | <b>08-12-2006</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |
| <b>CN 1081960</b>                               | <b>C</b>  | <b>03-04-2002</b>      | <b>BG 61939 B1</b>                      | <b>30-10-1998</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>BR 9407225 A</b>                     | <b>17-09-1996</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>CN 1128963 A</b>                     | <b>14-08-1996</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>WO 9505250 A1</b>                    | <b>23-02-1995</b>      |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |
| <b>RU 2152575</b>                               | <b>C1</b> | <b>10-07-2000</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |
| <b>FR 3061925</b>                               | <b>A1</b> | <b>20-07-2018</b>      | <b>BR 112019012395 A2</b>               | <b>27-02-2020</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>FR 3061925 A1</b>                    | <b>20-07-2018</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>US 2019040685 A1</b>                 | <b>07-02-2019</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>US 2021079730 A1</b>                 | <b>18-03-2021</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>US 2023124575 A1</b>                 | <b>20-04-2023</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>US 2023332470 A1</b>                 | <b>19-10-2023</b>      |
|                                                 |           |                        | <b>WO 2018136033 A1</b>                 | <b>26-07-2018</b>      |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |
| <b>US 5948171</b>                               | <b>A</b>  | <b>07-09-1999</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |
| <b>SU 889157</b>                                | <b>A1</b> | <b>15-12-1981</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <hr/>                                           |           |                        |                                         |                        |