

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2012/107816 A1**

(43) Date de la publication internationale  
16 août 2012 (16.08.2012)

(51) Classification internationale des brevets :  
F16K 17/16 (2006.01) H01F 27/14 (2006.01)  
H01F 27/04 (2006.01) H01F 27/40 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/IB2012/000175

(22) Date de dépôt international :  
1 février 2012 (01.02.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
11/00377 8 février 2011 (08.02.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **PHILIPPE MAGNIER LLC** [US/US]; 1880 Treble Drive, 77338 Humble - Texas (US).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **MAGNIER, Philippe** [FR/US]; 191 1 Seven Maples Dr., 77345 Kingwood - Texas (US).

(74) Mandataire : **PLACAIS, Jean-Yves**; Cabinet Netter, 36 avenue Hoche, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

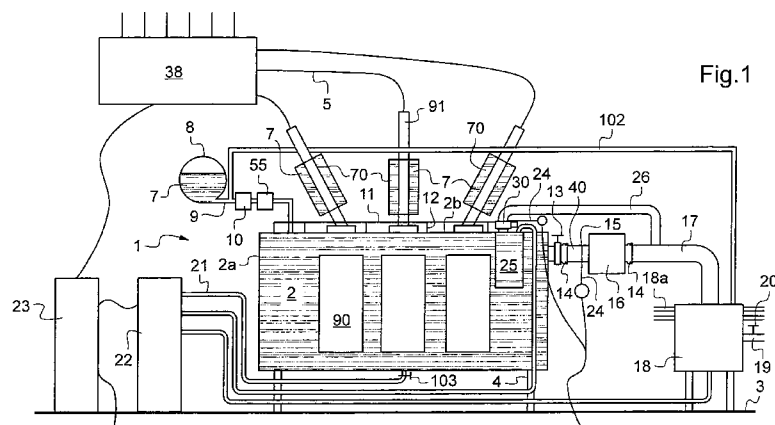
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

(54) Title : DEVICE FOR PREVENTING THE EXPLODING OF AN ELECTRIC TRANSFORMER FITTED WITH A LIQUID INDICATOR

(54) Titre : DISPOSITIF DE PRÉVENTION CONTRE L'EXPLOSION D'UN TRANSFORMATEUR ÉLECTRIQUE MUNI D'UN INDICATEUR DE LIQUIDE



(57) Abstract : Device for preventing the explosion of an electric transformer (1) provided with a tank containing cooling liquid (7). The device comprises a rupture element (15) provided with zones that tear and with zones that crumple upon rupture. The rupture element (15) is able to rupture when the pressure inside the tank exceeds a predetermined upper threshold. A retaining bracket for the rupture element is positioned on the opposite side of the rupture element to the tank. A liquid detector (24) is positioned on the side of the rupture element (15) opposite to the tank.

(57) Abrégé : Dispositif de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique (1) pourvu d'une cuve contenant du liquide de refroidissement (7). Le dispositif comprend un élément de rupture (15) pourvu de zones de déchirement et de zones

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/107816 A1

---

de pliage à la rupture. L'élément de rupture (15) est apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve dépasse un plafond prédéterminé. Une bride de maintien de l'élément de rupture est disposée du côté de l'élément de rupture opposé à la cuve. Un détecteur de liquide (24) est disposé du côté de l'élément de rupture (15) opposé à la cuve.

**Dispositif de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique muni  
d'un indicateur de liquide.**

La présente invention concerne le domaine de la prévention contre l'explosion  
5 des transformateurs électriques refroidis par un volume de fluide combustible.

La Demanderesse s'est rendu compte que le nombre d'explosions de  
transformateurs augmentait plus vite que le parc installé et avec une décorrélation par  
rapport à l'âge des transformateurs. Revenir à des transformateurs lourdement blindés  
10 ne semble pas réaliste dans les conditions réglementaires actuelles très souples sur la  
qualité de construction. Mais les explosions de transformateurs causent plus de cent  
décès par an dans le monde et de nombreuses pollutions atmosphériques et de sols.

Les transformateurs électriques subissent des pertes tant dans les enroulements  
15 que dans la partie fer, qui nécessitent la dissipation de la chaleur produite. Ainsi, les  
transformateurs de grande puissance sont généralement refroidis par un fluide tel que de  
l'huile. Les huiles utilisées sont diélectriques et sont susceptibles de prendre feu au-delà  
d'une température de l'ordre de 140°C. Les transformateurs étant des éléments très  
onéreux, leur protection nécessite une attention particulière. Un défaut d'isolement  
20 engendre, dans un premier temps, un arc électrique important qui provoque une action  
des systèmes de protection électriques qui déclenchent la cellule d'alimentation du  
transformateur (disjoncteur). L'arc électrique provoque, également, une diffusion  
conséquente d'énergie qui engendre un dégagement de gaz par décomposition de l'huile  
diélectrique, notamment d'hydrogène et d'acétylène.

25

Suite au dégagement de gaz, la pression à l'intérieur de la cuve du  
transformateur augmente très rapidement, d'où une déflagration souvent très violente.  
De la déflagration résulte une importante déchirure des liaisons mécaniques de la cuve  
(boulons, soudures) du transformateur qui met lesdits gaz en contact avec l'oxygène de  
30 l'air ambiant. L'acétylène étant auto-inflammable en présence d'oxygène, un incendie  
démontre immédiatement et propage le feu aux autres équipements du site qui sont  
susceptibles de contenir également de grandes quantités de produits combustibles.

Les explosions sont dues à des ruptures d'isolement dues aux courts-circuits provoqués par des surcharges, des surtensions, une détérioration progressive de l'isolation, un niveau d'huile insuffisant, l'apparition d'eau ou de moisissure ou une  
5 panne d'un composant isolant.

Dans l'art antérieur, des systèmes d'extinction d'incendie pour transformateurs électriques étaient actionnés par des détecteurs d'incendie ou de feu. Mais ces systèmes se mettaient en œuvre avec une inertie importante, lorsque l'huile du transformateur était  
10 déjà en flammes. On se contentait de limiter l'incendie pour tenter de ne pas propager le feu aux installations voisines.

Le document WO 9712379 a introduit pour la première fois la prévention contre l'explosion et l'incendie dans un transformateur électrique muni d'une cuve  
15 remplie de fluide de refroidissement combustible, par détection d'une rupture de l'isolement électrique du transformateur par un capteur de pression, dépressurisation du fluide de refroidissement contenu dans la cuve, au moyen d'une vanne, et refroidissement des parties chaudes du fluide de refroidissement par injection d'un gaz  
20 inerte sous pression dans le bas de la cuve afin de brasser ledit fluide et d'empêcher l'oxygène de pénétrer dans la cuve du transformateur. Ce procédé donne satisfaction et permet d'éviter l'explosion de la cuve du transformateur.

Le document WO 0057438 décrit un élément de rupture à ouverture rapide pour un dispositif de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique.  
25

Le document WO 2007/003736 décrit un dispositif amélioré permettant une décompression extrêmement rapide de la cuve pour augmenter encore la probabilité de sauvegarde de l'intégrité du transformateur, des changeurs de prises en charge et des traversées tout en mettant en œuvre des pièces de forme simple. Ce type d'installation a  
30 fait ses preuves en préservant de nombreuses vies humaines.

L'invention vient améliorer la situation.

Au cours de ses recherches, la demanderesse a constaté la présence de liquide en aval de l'élément de rupture sans pour autant que le dispositif ait été déclenché ou endommagé. La demanderesse, en prévention d'une possible réduction d'efficacité du dispositif de protection due à cette présence de liquide, a cherché à éviter la présence de  
5 liquide. L'accumulation de liquide à cet endroit pourrait, dans des cas extrêmes, modifier le seuil de déclenchement du dispositif, en augmentant les pertes de charge après le déclenchement et/ou en accélérant des phénomènes de corrosion.

10 Le transformateur électrique est pourvu d'une cuve contenant du liquide de refroidissement combustible, par exemple de l'huile. Le dispositif comprend un élément de rupture pourvu de zones de déchirement et de zones de pliage à la rupture. L'élément de rupture est apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve dépasse un plafond prédéterminé. Le dispositif comprend au moins une bride de maintien dudit  
15 élément de rupture disposée du côté de l'élément de rupture opposé à la cuve. Le dispositif comprend un détecteur de liquide disposé du côté de l'élément de rupture opposé à la cuve. Le détecteur peut comprendre un capteur de liquide.

Le détecteur de liquide peut être monté dans un perçage ménagé dans la bride  
20 de maintien. On dispose ainsi le détecteur de liquide aussi proche que possible de l'élément de rupture de manière à détecter le plus tôt possible une fuite dudit élément de rupture.

Le détecteur de liquide peut comprendre un corps tubulaire fileté  
25 extérieurement. Le démontage est simple et rapide pour les opérations de maintenance. Le détecteur de liquide peut être en outre muni d'une fenêtre de visualisation de présence de liquide permettant à un opérateur de constater de visu la présence de liquide détectée, par exemple pour évaluer de manière rapide l'ampleur de la fuite.

30 Le détecteur de liquide peut comprendre une branche supérieure supportant ledit capteur de liquide, et une branche inférieure munie d'une vanne de purge. La branche supérieure et la branche inférieure peuvent être perpendiculaires entre elles. On

dispose ainsi d'un dispositif dont certaines fonctionnalités et certaines pièces sont structurellement indépendantes pour faciliter la maintenance.

La vanne de purge peut être fermée en position de repos, c'est-à-dire en  
5 fonctionnement normal, et ouverte en position de purge. Ceci permet de maintenir l'étanchéité entre la sortie de l'élément de rupture et l'environnement extérieur en cas de déclenchement dudit élément de rupture.

L'élément de rupture peut être bombé à l'opposé de la cuve. Cette structure est  
10 adaptée à la réaction mécanique choisie de l'élément de rupture lors de son déclenchement et au sens unique de rupture.

La bride de maintien peut comprendre une rainure de collecte de liquide au voisinage de l'élément de rupture. La rainure permet de canaliser un écoulement de  
15 liquide vers la partie active du détecteur de liquide de manière à détecter le plus tôt possible une éventuelle fuite.

Le système de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique pourvu d'au moins une cuve contenant du liquide de refroidissement comprend un  
20 dispositif tel que décrit précédemment en communication avec la cuve. La cuve contient des enroulements principaux, un changeur de prise en charge ou une traversée.

Le système peut comprendre en outre un conservateur (ou réservoir) relié à la cuve par une première conduite. Un détecteur de gaz peut être monté sur ladite première  
25 conduite. Le système peut comprendre un organe passif de dégazage d'une zone amont de l'élément de rupture. Ledit organe de dégazage peut être en communication avec le détecteur de gaz. Ledit détecteur de gaz peut être sensible au gaz de dégazage. Ceci permet d'assurer un dégazage en amont de l'élément de rupture, de détecter la présence  
30 de gaz qui peut être le signe d'un dysfonctionnement et dispense d'un second détecteur de gaz en liant fluidiquement la première conduite et l'espace situé en amont de l'élément de rupture.

L'organe passif de dégazage peut être permanent. Ceci permet de se dispenser d'une intervention humaine sujette à erreur. Le détecteur de gaz peut être situé à une altitude supérieure à l'élément de rupture. On détecte les gaz de dégazage déplacés par poussée d'Archimède. Une vanne automatique peut être montée sur ladite première  
5 conduite entre le conservateur et le détecteur de gaz. Ceci permet de contrôler l'écoulement de liquide de refroidissement vers la cuve et/ou l'isolement fluidique du conservateur d'avec le reste du dispositif.

L'organe passif de dégazage peut comprendre une extrémité disposée dans une  
10 zone amont de l'élément de rupture et à proximité de l'élément de rupture à une distance de ce dernier inférieure à soixante-dix millimètres. Ceci permet de dégazer les gaz de dégazage accumulés près de l'élément de rupture dès qu'un volume faible desdits gaz est présent.

15 L'organe passif de dégazage peut comprendre une extrémité, fixée à proximité de l'élément de rupture. On solidarise ainsi les deux éléments.

L'organe passif de dégazage peut comprendre une extrémité, fixée à la première conduite. L'organe passif de dégazage peut comprendre un tube en pente. Ceci  
20 permet de réaliser l'organe de dégazage de manière rapide, peu coûteuse adaptable aisément sur les dispositifs existants.

Le détecteur de liquide peut en outre comprendre un tube en Té ou en X comprenant lui-même une branche supérieur supportant ledit capteur de liquide et une  
25 branche inférieure munie d'une vanne de purge. Ceci permet à un opérateur de réinitialiser facilement le détecteur de liquide après une détection.

L'espace situé en amont de la chambre de dépressurisation et la première conduite peuvent comprendre un tronçon commun au voisinage de la cuve. Ceci permet  
30 de réduire l'encombrement du système en minimisant les éléments, ceci est particulièrement avantageux pour des dispositifs essentiellement situés au-dessus de la cuve.

L'organe passif de dégazage peut comprendre une connexion avec un organe de mise sous vide partiel. Cette connexion permet de créer un vide partiel dans la cuve et limiter les conséquences d'un gradient de pression. On limite également la présence  
5 d'oxygène, gaz inflammable. On autorise la purge de l'organe passif de dégazage d'éventuels gaz dangereux en cours de maintenance.

La première conduite peut comprendre un second organe de dégazage liant fluidiquement ladite première conduite à la première conduite de vidange ou au  
10 réservoir de recueil. On peut ainsi évacuer un volume de fluide situé au dessus de la cuve directement en aval de la cuve en cas de surpression.

Le tuyau d'injection de gaz inerte par le bas de la cuve peut être équipé, au voisinage de la cuve, par un clapet anti-retour. Ceci permet d'empêcher le liquide  
15 contenu dans la cuve de se vidanger par le tuyau d'injection de gaz, particulièrement en cas de mauvaise manipulation venant à rompre ledit tuyau.

La chambre de dépressurisation peut reposer sur au moins un amortisseur supporté par une console solidaire de la cuve ou du sol. Les vibrations du  
20 transformateur sont alors au moins partiellement absorbées par l'amortisseur au lieu d'être transmises à la chambre de dépressurisation.

Grâce à l'invention, on augmente encore la fiabilité de la prévention. Ceci est d'autant plus important que la durée de vie des transformateurs tend à se réduire,  
25 l'occurrence des courts-circuits augmentant.

Le dispositif rend en outre possible la détection et le traitement de fuites.

Le dispositif réduit le risque de facteurs interférant avec l'élément de rupture.  
30

Le dispositif prévient l'explosion d'un transformateur électrique grâce à un élément de rupture apte à se rompre au dépassement d'un seuil de pression interne à une

cuve du transformateur. Le dispositif prévient les conséquences d'une fuite au voisinage de l'élément de rupture par la détection de liquide.

Le dispositif de prévention contre l'explosion est particulièrement bien adapté  
5 pour des transformateurs électriques se trouvant dans des endroits confinés, par exemple des tunnels, des mines ou encore en sous-sol de zone urbanisée.

La présente invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés  
10 par les dessins annexés, sur lesquels :

- La figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de prévention contre l'incendie ;
- La figure 2 est un schéma de l'épaisseur d'un élément de rupture ;
- 15 - La figure 3 est une vue en coupe transversale d'un élément de rupture ;
- La figure 4 est une vue de dessus, depuis l'aval d'un élément de rupture ;
- 20 - La figure 5 est une vue de dessous, depuis l'amont d'un élément de rupture ;
- La figure 6 est une représentation schématique partielle de l'intérieur d'un tronçon de tubes situé en aval de l'élément de rupture ;
- 25 - La figure 7 est une vue éclatée d'un détecteur de liquide ;
- La figure 8 est une représentation schématique d'une partie du dispositif ;
- La figure 9 est une vue détaillée d'un dispositif de protection ;
- 30 - La figure 10 est une variante de la figure 9 ;

- La figure 11 est une variante verticale de la figure 9 ;
  - La figure 12 est une variante de la figure 11 ;
- 5 - La figure 13 est une variante du mode de réalisation de la figure 1.

Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

- 10 Par fonctionnement normal on entend, ici la transformation d'énergie par le transformateur. Les termes « en amont » et « en aval » sont à comprendre dans un sens de déplacement de l'huile de la cuve vers l'extérieur.

Comme illustré dans la figure 1, le transformateur électrique 1 comprend des  
15 enroulements principaux 90 placés dans une cuve 2. La cuve 2 repose sur le sol 3 au moyen de pieds 4. Les enroulements principaux 90 sont alimentés en énergie électrique par l'intermédiaire de traversées 91 entourées par des isolateurs. Les traversées électriques 91 dépassent de la cuve 2. Les traversées électriques 91 sont alimentées par des lignes électriques 5. Les lignes électriques 5 sont alimentées par l'intermédiaire  
20 d'une cellule d'alimentation 38, qui comprend des moyens de coupures d'alimentation tels que des disjoncteurs et des capteurs de déclenchement. Les disjoncteurs peuvent être déclenchés par des relais différentiels, cf. US 4 441 134.

La cuve 2 comprend un corps 2a et un couvercle 2b. La cuve 2 est remplie de  
25 liquide diélectrique de refroidissement 7, par exemple de l'huile. Afin de garantir un niveau constant de liquide de refroidissement 7, par exemple un plein remplissage, dans la cuve 2, le transformateur électrique 1 peut être muni d'un conservateur 8 appelé également réservoir d'appoint, en communication avec la cuve 2 par une première conduite 9. Le conservateur 8 est situé au-dessus de la cuve 2. L'apport de liquide de  
30 refroidissement 7 est utile notamment en raison de la dilatation thermique de la cuve 2 et du liquide de refroidissement 7 en service.

La première conduite 9 peut être pourvue d'une vanne automatique 10 qui obture la première conduite 9 lors d'un mouvement rapide de liquide de refroidissement 7. En service ou au remplissage de la cuve 2, la vanne automatique 10 est ouverte. La vanne automatique 10 est autonome. La vanne automatique 10 est à fonctionnement  
5 mécanique. La vanne automatique 10 peut être liée à des capteurs. La vanne automatique 10 peut être verrouillée en position ouverte pour le remplissage de la cuve 2. Lors d'un mouvement rapide de fluide dans la première conduite 9, la fermeture de la vanne automatique 10 se produit. On évite ainsi que le liquide de refroidissement 7 contenu dans le conservateur 8 vienne se vidanger. En cas de déclenchement de  
10 l'élément de rupture cela permet d'éviter un volume supplémentaire de liquide combustible à évacuer. Ce type de vanne est vendu par la société Sergi depuis les années 60.

A titre d'exemple, on peut utiliser une vanne selon IT 1 226 525. La vanne  
15 comprend un conduit d'entrée et un conduit de sortie reliés par un compartiment rectangulaire. Un clapet mobile est monté dans le compartiment, mobile autour d'un axe et verrouillable par un levier pendant la maintenance. Le clapet est muni d'un joint d'étanchéité et soumis au flux de liquide passant par le compartiment. Le clapet mobile est apte à stopper ou réduire le flux entre les deux conduits. Une poignée extérieure au  
20 compartiment peut être pivotée dans un sens antihoraire pour ouvrir le clapet lors d'opérations de maintenance. En service, lorsque ledit flux augmente brutalement, le clapet est déplacé par le flux vers une position fermée. La position du levier indique l'état « actif » ou « en maintenance » du dispositif. L'actionnement du levier peut être indirect, par exemple par l'intermédiaire d'un interrupteur relié à un boîtier de  
25 commande centralisé. Une vanne de purge d'air est disposée en partie haute du compartiment.

La première conduite 9 peut être munie d'un détecteur de gaz 55. Le détecteur de gaz 55 est capable de détecter les gaz dans la première conduite 9. Le détecteur de  
30 gaz 55 est situé entre ladite vanne automatique 10 et la cuve 2. Le détecteur de gaz 55 peut être un Buchholz.

La lenteur de réaction des relais Buchholz est un défaut connu depuis au moins 1964 (cf. FR 1 415 293). Les Buchholz sont sensibles aux bulles de dégazage lent de l'huile par un flotteur. Les Buchholz comprennent une palette qui peut être actionnée par un déplacement de liquide dans la première conduite 9. Néanmoins de nombreux transformateurs équipés de Buchholz ont explosé, le Buchholz étant inadapté aux phénomènes rapides.

La cuve 2 peut également être munie d'un ou plusieurs détecteur d'incendie 11. Comme représenté en figure 1, un détecteur d'incendie 11 est monté au-dessus de la cuve 2 et est supporté par des plots 12 reposant sur le couvercle 2b. Une distance de quelques centimètres sépare le détecteur d'incendie 11 du couvercle 2b. Le détecteur d'incendie 11 peut comprendre deux fils séparés par une membrane synthétique à bas point de fusion, les deux fils entrant en contact après la fusion de la membrane. Les détecteurs d'incendie 11 peuvent être disposés selon un parcours en rectangle à proximité des bords de la cuve 2.

La cuve 2 peut comprendre un système de refroidissement du liquide de refroidissement 7 par injection et brassage d'un gaz inerte, tel que l'azote, dans le bas de la cuve 2, cf. figure 1. Le gaz inerte est stocké dans un réservoir sous pression muni d'une vanne, d'un détendeur ou d'un réducteur de pression et d'un tuyau 21 amenant le gaz par le bas de la cuve 2. Le réservoir sous pression peut être logé dans une armoire 22. Le tuyau 21 d'injection comprend, au voisinage de la cuve 2, un clapet anti-retour 103. Le clapet anti-retour 103 autorise le passage du gaz inerte dans le sens dirigé vers la cuve 2. Le clapet anti-retour 103 bloque le passage du liquide dans le sens dirigé vers l'extérieur de la cuve 2. Le clapet anti-retour 103 empêche la vidange accidentelle de la cuve 2 en cas de rupture du tuyau d'injection 21 ou d'ouverture accidentelle de son extrémité opposée à la cuve 2. Le clapet anti-retour 103 peut être lié et commandé par un boîtier de commande 23.

Le dispositif de prévention comprend une vanne de maintenance 13, cf. figure 1. Le dispositif de prévention comprend un premier manchon élastique 14. Le dispositif de prévention comprend un élément de rupture 15. Le dispositif de prévention

comprend un détecteur de liquide 24. Le dispositif de prévention comprend une chambre de dépressurisation 16 (ou chambre de décompression). Le dispositif de prévention comprend un second manchon élastique 14. Le dispositif de prévention comprend une conduite de vidange 17. Le dispositif de prévention comprend un  
5 réservoir de recueil 18. Le dispositif de prévention peut comprendre les éléments précités dans cet ordre en partant de la cuve 2, autrement dit, de l'amont vers l'aval.

La vanne de maintenance 13 est montée sur une sortie de la cuve 2, ici disposée en un point haut du corps 2a. La fermeture de la vanne de maintenance 13, lors des  
10 opérations de maintenance et notamment lors du remplissage de la cuve 2, permet d'isoler les éléments situés en aval de ladite vanne. Ledit isolement des éléments situés en aval de la vanne de maintenance 13 permet également d'intervenir sur lesdits éléments sans avoir à vider la cuve 2 de son liquide de refroidissement 7. Parmi lesdits éléments, on isole notamment l'élément de rupture 15. En fonctionnement normal, la  
15 vanne de maintenance 13 est ouverte.

Le premier manchon élastique 14 absorbeur de vibration est disposé en aval de la vanne de maintenance 13. Le premier manchon élastique 14 est disposé en amont de l'élément de rupture 15. Le premier manchon élastique 14 prennent la forme générale  
20 d'un tronçon plissé. Le premier manchon élastiques 14 prend la forme générale d'un tronçon en accordéon. Le premier manchon élastique 14 est de structure et de matériau étanches. Le premier manchon élastique est configuré pour assurer la continuité de l'étanchéité avec l'extérieur entre la vanne de maintenance 13 située en amont et l'élément de rupture 15 situé en aval. Le premier manchon élastique 14 est de structure  
25 et/ou de matériau aptes à subir une déformation élastique importante. Le premier manchon élastique est configuré pour réduire les vibrations entre la vanne de maintenance 13 située en amont et l'élément de rupture 15 situé en aval. Les manchons élastiques peuvent comprendre des matériaux résistants chimiquement au liquide de refroidissement 7 et aux propriétés anti-feu, par exemple du Polytétrafluoroéthylène  
30 (PTFE).

L'élément de rupture 15 est situé en aval du premier manchon 14. L'élément de rupture 15 est situé en amont du détecteur de liquide 24 et de la chambre de dépressurisation 16. L'élément de rupture 15 est prévu pour être monté sur un orifice de sortie, non représenté, de la cuve 2. Dans le mode représenté en figure 1, le premier  
5 manchon élastique 14 s'intercale entre ladite sortie de cuve 2 et l'élément de rupture 15.

Comme on peut le voir sur les figures 3 à 5, un mode de réalisation de l'élément de rupture 15 est de forme circulaire bombée convexe. L'élément de rupture 15 est maintenue serré entre deux brides de maintien 33, 34 en forme de disques, cf.  
10 figure 3. Chacune des brides de maintien 33, 34 est, à l'état monté, solidaire de l'élément du dispositif situé immédiatement en amont respectivement en aval de l'élément de rupture 15. L'élément de rupture 15 comprend une partie de retenue 35, cf. figures 2 et 4, sous la forme d'un voile métallique de faible épaisseur, par exemple en acier inoxydable, en aluminium, ou en alliage d'aluminium. L'épaisseur de la partie de  
15 retenue 35 peut être comprise entre 0,05 et 0,25 mm. La partie de retenue 35 est pourvue de stries radiales 36 la divisant en plusieurs portions, cf. figure 4. Les stries radiales 36 sont des zones de déchirement. Les stries radiales 36 sont formées en creux dans l'épaisseur de la partie de retenue 35 de façon qu'une rupture se fasse par déchirement de la partie de retenue 35 en son centre et ce sans fragmentation pour éviter  
20 que des fragments de l'élément de rupture 15 ne soient arrachés et déplacés par le fluide traversant l'élément de rupture 15 et risquent de détériorer une conduite située à l'aval.

La partie de retenue 35 est pourvue de trous traversants 37 de très faible diamètre répartis un par strie radiale 36 à proximité du centre de la partie de retenue 35.  
25 Autrement dit, plusieurs trous traversants 37 sont disposés, par exemple en hexagone si les stries radiales 36 sont au nombre de six, comme représenté en figure 4. Les trous traversants 37 forment des amorces de déchirure de résistance faible et garantissent que la déchirure commence au centre de la partie de retenue 35. La formation d'au moins un trou traversant 37 par strie radiale 36 assure que les stries radiales 36 se sépareront  
30 simultanément en offrant la section de passage la plus forte possible. En variante, le nombre de stries radiales 36 peut être différent de six. Plusieurs trous traversants 37 par

strie radiales 36 peuvent être prévus. Une partie d'étanchéité 49 supplémentaire comprenant un film mince 50 est capable d'obturer les trous traversants 37.

La pression d'éclatement de l'élément de rupture 15 est déterminée, notamment,  
5 par le diamètre et la position des trous traversants 37, la profondeur des stries radiales 36, l'épaisseur et la composition du matériau formant la partie de retenue 35. De préférence, les stries radiales 36 sont formées sur toute l'épaisseur de la partie de retenue 35. Le reste de la partie de retenue 35 peut présenter une épaisseur constante. Deux stries radiales 36 adjacentes forment une portion de disque 39. La portion de disque 39  
10 comprend un coté orienté selon une strie radiale 36, un second coté orienté selon une autre strie radiale 36 et un troisième coté ayant une forme d'arc. Les portions de disque 39 sont liés, par l'intermédiaire dudit troisième coté en forme d'arc, à l'intérieur d'un anneau 35a compris dans la partie de retenue 35. L'anneau 35a est disposé entre les brides de maintien 33, 34. L'anneau 35a est dépourvu de strie radiale 36. La portion de  
15 disque 39, lors de la rupture, va se séparer des portions de disque 39 voisines par déchirure de la matière entre les trous traversants 37 et se déformer vers l'aval par pliage. Les portions de disque 39 se plient, au voisinage de leur troisième coté en forme d'arc, sans déchirure pour éviter l'arrachement des dits portions de disque 39 d'avec l'anneau 35a et susceptibles de détériorer une conduite aval ou de gêner l'écoulement  
20 dans la conduite aval augmentant ainsi la perte de charge et ralentissant la dépressurisation côté amont. Autrement dit, après bris de l'élément de rupture 15, les portions de disque 39 s'ouvrent à l'image de pétales de fleur. Les portions de disque 39 restent monobloc avec l'anneau 35a. Le bris de l'élément de rupture 15 peut être vu comme un éclatement de sa partie centrale. Ledit éclatement doit être compris comme  
25 n'étant pas l'origine de la création d'éclats se séparant de l'anneau 35a. La partie de retenue 35 reste monobloc. Le nombre de stries radiales 36 dépend également du diamètre de l'élément de rupture 15.

La bride de maintien annulaire 34 disposée à l'aval de la bride de maintien  
30 annulaire 33 est percée d'un trou radial dans lequel est disposé un tube de protection 41, cf. figure 3. La bride de maintien 34 disposée à l'aval de la bride de maintien 33 est percée d'un trou radial dans lequel est disposé un détecteur de liquide 24.

Un détecteur de rupture comporte un fil électrique 42 (cf. figure 4) fixé sur la partie de retenue 35 du côté aval et disposé en boucle. Le fil électrique 42 se prolonge dans le tube de protection 41 jusqu'à un boîtier de connexion 43. Le fil électrique 42 s'étend sur la quasi totalité du diamètre de l'élément de rupture 15, avec une portion de fil 42a disposée d'un côté d'une strie radiale 36 parallèlement à ladite strie radiale 36 et l'autre portion de fil 42b disposée radialement de l'autre côté de la même strie radiale 36 parallèlement à ladite strie radiale 36. La distance entre les deux portions de fil 42a, 42b est faible. Cette distance peut être inférieure à la distance maximale séparant deux trous traversants 37 de telle sorte que le fil électrique 42 passe entre les trous traversants 37.

Le fil électrique 42 est recouvert par un film de protection qui sert à la fois à éviter sa corrosion et à le coller sur la face aval de la partie de retenue 35. La composition de ce film sera aussi choisie pour éviter de modifier la pression de rupture de l'élément de rupture 15. Le film pourra être réalisé en polyamide fragilisée. L'éclatement de l'élément de rupture 15 entraîne nécessairement la coupure du fil électrique 42. Cette coupure peut être détectée de façon extrêmement simple et fiable par interruption de la circulation d'un courant passant par le fil électrique 42 ou encore par écart de tension entre les deux extrémités du fil électrique 42.

L'élément de rupture 15 comprend également une partie de renforcement 44 disposée entre les brides de maintien 33 et 34 sous la forme d'un voile métallique, par exemple en acier inoxydable, en aluminium, ou en alliage d'aluminium (cf. figures 2 et 5). L'épaisseur de la partie de renforcement 44 peut être comprise entre 0,2 et 1 mm. La partie de renforcement 44 comprend une pluralité de pétales, par exemple cinq, séparées par des fentes radiales 45, qui peuvent être formées sur toute son épaisseur. Les fentes radiales 45 peuvent être des zones de déchirement. Les pétales se raccordent à un bord extérieur annulaire. Une zone de pliage 46, par exemple une strie, en arc de cercle peut être formée sur toute l'épaisseur de chaque pétale sauf à proximité des pétales voisins, conférant ainsi aux pétales une capacité à se déformer axialement. Les zones de pliage 46 peuvent être déchirées sur une partie de leur épaisseur située du côté amont afin de faciliter le pliage des pétales vers le côté aval. L'un des pétales est relié à un polygone

central 47, par exemple par soudure. Le polygone central 47 ferme le centre des pétales et vient s'appuyer sur des crochets 48 fixés sur les autres pétales et décalés axialement par rapport aux pétales de façon que le polygone central 47 soit disposé axialement entre les pétales et les crochets 48 correspondants. Le polygone central 47 peut venir en contact avec le fond des crochets 48 pour s'y appuyer axialement. La partie de renforcement 44 offre une bonne résistance axiale dans un sens et une très faible résistance axiale dans l'autre sens, le sens de l'éclatement de l'élément de rupture 15. La partie de renforcement 44 est particulièrement utile lorsque la pression dans la cuve 2 du transformateur électrique 1 est inférieure à celle de la chambre de dépressurisation 16 ce qui peut se produire si un vide partiel est fait dans la cuve 2 pour le remplissage du transformateur électrique 1. Entre la partie de retenue 35 et la partie de renforcement 44, peuvent être disposés une partie d'étanchéité 49 comprenant un film mince 50 de matériau synthétique étanche par exemple à base de polytétrafluoroéthylène entouré sur chaque face par un film épais 51 de matériau synthétique prédécoupé évitant une perforation du film mince 50 par la partie de retenue 35 et la partie de renforcement 44. Chaque film épais 51 peut comprendre un matériau synthétique par exemple à base de polytétrafluoroéthylène d'épaisseur de l'ordre de 0,1 à 0,3 mm. La prédécoupe des films épais 51 peut être effectuée selon un arc de cercle d'environ 330°. Le film mince 50 peut présenter une épaisseur de l'ordre de 0,005 à 0,1 mm.

20

L'élément de rupture 15 offre une bonne résistance à la pression dans un sens (ici de l'aval vers l'amont), une résistance calibrée à la pression dans l'autre sens (ici de l'amont vers l'aval), une excellente étanchéité et une faible inertie à l'éclatement. L'élément de rupture 15 doit être compris comme de rupture rapide car le délai entre la création d'une surpression dans la cuve 2 et l'éclatement de l'élément de rupture 15 est de l'ordre des millisecondes et directement lié à la vitesse de propagation des ondes dans le liquide de refroidissement 7.

Pour améliorer l'étanchéité, l'élément de rupture 15 peut comprendre une rondelle 52 disposée entre la bride de maintien 33 et la partie de renforcement 44 et une autre rondelle 53 disposée entre la bride de maintien 34 et la partie de retenue 35. Lesdites rondelles 52, 53 peuvent être réalisées à base de polytétrafluoroéthylène.

En d'autres termes, une des fonctions de l'élément de rupture 15 est celle d'un disjoncteur mécanique prévu pour céder, en cas de pression anormale, en lieu et place d'autres éléments mécaniques plus difficilement remplaçables. Une fonction de  
5 l'élément de rupture 15 est de libérer ladite pression anormale dans la cuve 2, le gradient de pression résultant d'un défaut d'isolement électrique est inversé. L'élément de rupture 15 éclate de manière contrôlée évitant à la cuve 2 et d'autre partie du transformateur 1 de subir des déformations irréversibles en conséquence d'un gradient de pression important.

10

Le liquide détecté par le détecteur de liquide 24 peut avoir pour origine une fuite de l'élément de rupture 15, cf. figure 3. Le liquide détecté par le détecteur de liquide 24 peut avoir pour origine de la condensation au voisinage de l'élément de rupture 15. Le détecteur de liquide 24 est placé en aval de l'élément de rupture 15. Le  
15 détecteur de liquide 24 est placé en amont de la chambre de dépressurisation 16, cf. figure 1. Le détecteur de liquide 24 est ici fixé sur la bride de maintien 34 de l'élément de rupture 15, cf. figure 6. Le détecteur de liquide 24 comprend une partie active 71. La partie active 71 est en communication fluïdique avec l'intérieur du dispositif, c'est-à-dire ici la partie interne de la bride de maintien 34. Ladite communication fluïdique peut  
20 être réalisée au moyen d'un perçage 80 sensiblement radial de la bride de maintien 34. Le perçage 80 est traversant radialement d'une surface intérieure à une surface extérieure de la bride de maintien 34. Le détecteur de liquide 24 est ici monté dans ledit perçage 80 ménagé dans la bride de maintien 34. L'espace 40 situé en aval de l'élément de rupture 15, en amont de la chambre de dépressurisation 16 et à l'intérieur de la bride  
25 de maintien 34 est donc en communication fluïdique avec la partie active 71 du détecteur de liquide 24, cf. figures 1 et 6. La bride de maintien 34 comprend ici une rainure 81 de collecte de liquide. La rainure 81 est disposée au voisinage de l'aval de l'élément de rupture 15. La rainure de collecte 81 est configurée pour guider, par gravité, l'écoulement d'un liquide éventuel vers le perçage 80. La partie active 71 du  
30 détecteur de liquide 24 permettra de détecter d'autant plus vite une fuite de l'élément de rupture 15, qu'il est placé à proximité de l'élément de rupture 15. La distance entre l'élément de rupture 15 et le détecteur de liquide 24 peut être inférieure à 80 mm.

Le détecteur de liquide 24 peut comprendre des éléments de liaison 79, par exemple un tube flexible, un écrou et un manchon, cf. figure 7. Les éléments de liaison 79 sont situés en aval de l'espace 40. Les éléments de liaisons 79 mettent en communication fluïdique l'espace 40 situé en aval de l'élément de rupture 15 et une partie active 71 du détecteur de liquide 24.

Le détecteur de liquide 24 comprend ici un tube 74 en Té. Le tube 74 en Té est situé en aval des éléments de liaison 79. Le tube 74 en Té sert à lier fluïdiquement entre eux les éléments de liaison 79 et la partie active 71 du détecteur de liquide 24. Le tube 74 en Té comprend une branche supérieure 75 supportant la partie active 71. Le tube 74 en Té comprend une branche inférieure 76 munie d'une vanne de purge 78.

La partie active 71 du détecteur de liquide 24 est, ici, un capteur de liquide 71. Le capteur de liquide 71 comprend ici un corps tubulaire munis de filetages 72 extérieurs aptes à assurer la fixation par vissage du capteur de liquide 71. L'un des filetages du corps tubulaire 72 du capteur de liquide 71 peut être assemblé à une interface 77. Le capteur de liquide 71 peut par exemple être du type détecteur de niveau à ultrasons.

20

L'interface 77 sert à lier électroniquelement le capteur de liquide 71 au boîtier de commande 23 ou à tout autre instrument de collecte d'information. La vanne de purge 78 est située à une altitude inférieure au reste du détecteur de liquide 24, ici sur la branche inférieure 76 du tube 74 en Té. La vanne de purge 78 permet d'extraire le liquide sans démonter le détecteur de liquide 24. La vanne de purge 78 est fermée en position de repos, c'est-à-dire en fonctionnement normal du transformateur 1 et ouverte en position transitoire de purge.

Le détecteur de liquide 24 comprend ici une fenêtre de visualisation 73 de présence de liquide. La fenêtre de visualisation 73 est un élément sensiblement transparent qui permet à un opérateur de constater de visu la présence de liquide.

30

Dans le mode de réalisation représenté en figure 7, la fenêtre de visualisation 73 et la vanne de purge 78 forme une pièce unique monobloc.

Dans d'autres modes de réalisation, représentés figures 6, 9, 10 et 11, le tube 74 n'est pas en Té mais en X. La branche supplémentaire du tube 74 en X supporte une  
5 fenêtre de visualisation 73 distincte de la vanne de purge 78.

Le tube 74 en Té ou en X peut être configuré de manière à s'adapter à une configuration préexistante d'un transformateur pour le munir d'un détecteur de liquide 24. La configuration extrinsèque des éléments constituant le détecteur de liquide 24  
10 respecte les contraintes des fluides soumis à la gravité. En d'autres termes, le capteur de liquide 71 est situé dans un espace rempli en priorité, le cas échéant, par le liquide, de manière à détecter un volume de liquide le plus faible possible.

La configuration du détecteur de liquide 24 et notamment la configuration des  
15 éléments de liaison 79, peut être adaptée à de nombreuses configurations de transformateurs électriques 1 existants, cf. figures 9 à 12.

La chambre de dépressurisation 16 est de diamètre supérieur à celui de l'élément de rupture 15. La chambre de dépressurisation 16 est montée en aval de  
20 l'élément de rupture 15. La chambre de dépressurisation 16 est montée en amont du second manchon élastique 14. La chambre de dépressurisation 16 est disposée avec son axe principal sensiblement aligné avec la direction de sortie d'un flux passant par l'élément de rupture 15 au moment du déclenchement. Comme représenté en figure 1, les éléments du dispositif de prévention situés en amont de la chambre de  
25 dépressurisation 16 et en aval de la cuve 2, libèrent un passage droit et court jusqu'à la chambre de dépressurisation 16 au moment du déclenchement de l'élément de rupture 15. Ledit passage droit et court permet d'assurer une faible perte de charge du flux sortant. La chambre de dépressurisation 16 peut reposer sur des amortisseurs 28 supportés par une console 29 fixée au corps 2a de la cuve 2. Une isolation mécanique  
30 est ainsi créée entre les vibrations issues du transformateur électrique 1 en service et la chambre de dépressurisation 16. L'isolation mécanique est également améliorée grâce aux manchons élastiques 14. La chambre de dépressurisation 16 peut se présenter sous

la forme d'une portion de tube de diamètre nettement plus élevé que le diamètre de la conduite de vidange 17 située en aval. La chambre de dépressurisation 16 peut avantageusement être prévue pour résister à des pressions et à des efforts mécaniques élevés supérieurs à ceux pour lesquels le réservoir de recueil 18, situé en aval de la  
5 conduite de vidange 17, est dimensionné. La chambre de dépressurisation 16 permet de réduire la vitesse du flux sortant par l'élément de rupture 15 et d'absorber l'énergie cinétique dudit flux.

Le second manchon élastique 14 est semblable au premier aux dimensions  
10 près. Le second manchon élastique 14 est monté en aval de la chambre de dépressurisation 16. Le second manchon élastique 14 est monté en amont de la conduite de vidange 17. Le second manchon élastique 14 assure la continuité de l'étanchéité entre la chambre de dépressurisation 16 située en amont et la conduite de vidange 17 située en aval. Le second manchon élastique 14 est configuré pour réduire les vibrations  
15 entre la chambre de dépressurisation 16 et la conduite de vidange 17 située en aval.

La conduite de vidange 17 est disposée en aval de la chambre de dépressurisation 16, cf. figure 1. La conduite de vidange 17 est disposée en amont du réservoir de recueil 18. La conduite de vidange 17 est configuré de manière à assurer le  
20 guidage d'un flux de liquide et de gaz en sortie de la chambre de dépressurisation 16 jusqu'au réservoir de recueil 18. La dimension de la conduite de vidange 17 est prévue pour permettre l'évacuation rapide des flux après rupture de l'élément de rupture 15.

Le réservoir de recueil 18 est située en aval de la conduite de vidange 17, cf.  
25 figure 1. Le réservoir de recueil 18 est un volume de stockage de liquide et gaz issus de la cuve 2 après rupture de l'élément de rupture 15. Le réservoir de recueil permet, après réception du flux venant de la cuve 2, de séparer la fraction liquide de la fraction gazeuse, par exemple par décantation.

30 Le réservoir de recueil 18 est, ici, équipé d'ailettes de refroidissement 18a. Les ailettes de refroidissement 18a permettent d'accélérer le refroidissement des fluides issus de la cuve 2 et de réduire les risques d'incendie. Le réservoir de recueil 18 est ici

équipé d'une tuyauterie d'évacuation 19 des gaz issus de la cuve 2. La tuyauterie d'évacuation 19 peut être reliée de façon temporaire à une citerne mobile pour vidanger le réservoir de recueil 18. La cuve 2 est ainsi dépressurisée immédiatement et ultérieurement partiellement vidée dans le réservoir de recueil 18. La tuyauterie d'évacuation 19 est ici munie d'une vanne de sortie 20. La vanne de sortie 20 empêche l'entrée de l'oxygène de l'air réduisant le risque de combustion des gaz et celle du liquide combustible dans le réservoir de recueil 18 et dans la cuve 2. La vanne de sortie 20 et empêche la sortie incontrôlée de gaz ou de liquide. La vanne de sortie 20 est constamment fermée en fonctionnement normal pour maintenir le réservoir de recueil 18 hermétique. La vanne de sortie 20 peut être ouverte lorsque l'on vide le réservoir de recueil 18 des fluides qui s'y trouvent, ou que l'on effectue une purge.

Le réservoir de recueil 18 peut comprendre un moyen de refroidissement du liquide stocké par injection et brassage d'un gaz inerte, tel que l'azote, dans le bas du réservoir de recueil 18, cf. figure 1. Le gaz inerte est stocké dans un réservoir sous pression muni d'une vanne, d'un détendeur ou d'un réducteur de pression et d'un tuyau amenant le gaz jusqu'au bas du réservoir de recueil 18. Le réservoir sous pression peut être logé dans l'armoire 22. Ce moyen de refroidissement peut être en grande partie commun avec un moyen de refroidissement de la cuve 2 déjà décrit.

20

Le détecteur d'incendie 11, l'élément de rupture 15, la vanne automatique 10, les capteurs de déclenchement, la vanne de sortie 20 et/ou l'armoire 22 peuvent être reliés au boîtier de commande 23 destiné à contrôler le fonctionnement du dispositif, cf. figure 1. Le boîtier de commande 23 peut être muni de moyens de traitement d'informations recevant des signaux des différents capteurs et capables d'émettre des signaux de commande.

Plusieurs transformateurs électriques 1 ou voisins peuvent être reliés à un réservoir de recueil 18, cf. figure 13. En d'autres termes, plusieurs dispositifs de prévention de plusieurs transformateurs différents peuvent comprendre un réservoir de recueil 18 et/ou des parties de première conduite de vidange 17 communs. Ceci s'avère particulièrement avantageux dans les lieux confinés ou l'espace disponible est restreint.

Comme représenté en figure 1, le transformateur électrique 1 peut être équipé d'un changeur de prise en charge 25 servant d'interface électrique entre ledit transformateur électrique 1 et le réseau électrique auquel il est relié pour assurer une  
5 tension constante malgré des variations du réseau.

Le changeur de prise en charge 25 est, ici, situé dans la cuve principale 2. Le changeur de prise en charge 25 possède sa propre cuve. La cuve du changeur de prise en charge 25 permet d'isoler fluidiquement le changeur de prise en charge 25 du liquide de  
10 refroidissement 7 présent dans la cuve 2. La cuve du changeur de prise en charge 25 est insérée dans la cuve 2. La cuve du changeur de prise en charge 25 baigne dans le liquide de refroidissement 7 de la cuve 2. Le changeur de prise en charge 25 est également refroidi par un liquide de refroidissement, généralement de l'huile, similaire ou non à celui de la cuve 2. Le changeur de prise en charge 25 peut disposer d'un conservateur 8.  
15 Chaque conservateur peut être muni indépendamment d'un Buchholz, cf. EP 0 957 496, paragraphe 30. En raison de sa forte résistance mécanique, l'explosion d'un changeur de prise en charge 25 est extrêmement violente et peut s'accompagner de projections de jets de liquide de refroidissement enflammé.

20 Le changeur de prise en charge 25 est relié par une seconde conduite de vidange 26 à la première conduite de vidange 17. La seconde conduite de vidange 26 est pourvue d'un élément de rupture 30. L'élément de rupture 30 peut être semblable à l'élément de rupture 15 de la cuve 2 décrit précédemment, adapté en dimension au changeur de prise en charge 25. L'élément de rupture 30 peut comprendre un détecteur  
25 de liquide 24. L'élément de rupture 30 est capable de se déchirer en cas de surpression à l'intérieur du changeur de prise en charge 25, notamment en cas de court-circuit. On diminue ainsi la probabilité de l'explosion de la cuve dudit changeur de prise en charge 25. Le fonctionnement du dispositif de protection du changeur de prise en charge est relativement semblable au fonctionnement du transformateur 1. La seconde conduite de  
30 vidange 26 fait également office de chambre de dépressurisation, le volume de fluide en sortie du changeur de prise 25 étant bien inférieur à celui de la cuve 2, cf. figure 1.

Les traversées électriques 91 ont pour rôle d'isoler la cuve 2 principale d'un transformateur électrique 1 des lignes haute et basse tension auxquelles sont reliés des enroulements principaux 90 du transformateur électrique 1 par l'intermédiaire de lignes électriques 5. Chaque traversé 91 peut être entourée par une cuve 70 contenant une certaine quantité de fluide d'isolement. Le fluide d'isolement des traversées 91 est  
5 séparé de la cuve 2 principale. Le dispositif de prévention contre l'explosion est adapté pour la cuve 2 principale d'un transformateur électrique 1, pour la cuve du changeur de prise en charge 25, et pour les cuves 70 des traversées 91 électriques, aussi appelée « boîtes à huile ».

10

La vanne de maintenance 13 peut être fermée pour des opérations de maintenance, le transformateur électrique 1 étant à l'arrêt. En service du transformateur 1, la vanne de maintenance 13 est ouverte et les éléments de rupture 15, 30 intacts, c'est-à-dire fermés. La vanne de sortie 20 est également fermée. Les manchons  
15 élastiques 14 sont capables d'absorber des vibrations du transformateur électrique 1 qui se produisent lors de son fonctionnement et lors d'un court-circuit, pour éviter de transmettre des vibrations à d'autres éléments, notamment à l'élément de rupture 15.

L'élément de rupture 15 pourra être prévu pour s'ouvrir à une pression  
20 déterminée inférieure à 1 bar, par exemple comprise entre 0,6 et 1 bar, de préférence entre 0,8 et 1 bar. Lors de l'éclatement de l'élément de rupture 15, suite à un défaut électrique dans le transformateur électrique 1, la pression dans la cuve 2 diminue. Un jet de gaz et/ou de liquide traverse l'élément de rupture 15 ouvert et se répand dans la chambre de dépressurisation 16, puis s'écoule dans la conduite de vidange 17 vers le  
25 réservoir de recueil 18. Le rôle de la chambre de dépressurisation 16 peut s'avérer particulièrement importante dans les premières millisecondes suivant l'éclatement de l'élément de rupture 15. La chambre de dépressurisation 16 permet un fort écoulement lors de l'éclatement de l'élément de rupture 15 grâce à des pertes de charges extrêmement réduites.

30

Ultérieurement, une injection de gaz inerte, par exemple de l'azote, peut être effectuée dans le bas de la cuve 2 pour chasser les gaz combustibles susceptibles de

rester dans la cuve 2 et refroidir par brassage les parties chaudes du liquide du transformateur électrique 1 pour arrêter la production de gaz. L'injection de gaz inerte peut être déclenchée de quelques minutes à quelques heures après l'éclatement de l'élément de rupture 15.

5

De préférence une durée de décantation dans le réservoir de recueil 18 suffisante pour que les gaz et les liquides se séparent convenablement est prévue. En outre, il est possible d'attendre le refroidissement du réservoir de recueil 18 et de son contenu. Une citerne mobile peut être amenée en connexion avec la tuyauterie d'évacuation 19 pour recevoir les fluides présents dans le réservoir de recueil 18 après 10 ouverture de la vanne de sortie 20. Le réservoir de recueil 18 peut être purgé avec un gaz inerte. Lesdits gaz combustibles s'évacuent du réservoir de recueil 18 vers un contenant mobile adapté. L'élément de rupture 15 peut alors être remplacé. Pour des raisons de sécurité, le réservoir du gaz inerte est prévu pour pouvoir injecter du gaz 15 inerte pendant une durée de l'ordre de 45 minutes, ce qui peut s'avérer utile pour refroidir le liquide de refroidissement 7 et les parties chaudes par brassage du liquide, et donc stopper la production de gaz par décomposition du liquide de refroidissement 7.

En cas d'incident dans la cuve 2 respectivement la cuve du changeur de prise 20 en charge 25, par exemple un court-circuit, la pression augmente brutalement. Si le seuil de pression prédéterminé est atteint, l'élément de rupture 15, respectivement 30, passif cède et s'ouvre brutalement selon un déroulement prévu. L'ouverture crée laisse évacuer un volume de liquide et/ou de gaz rapidement faisant redescendre rapidement la pression interne de la cuve concernée. La détection du déclenchement de l'élément de 25 rupture 15, respectivement 30, provoque le déclenchement du brassage par gaz inerte après un délai choisi. Le volume de fluide passant par l'élément de rupture 15, respectivement 30, est évacué vers le réservoir de recueil 18 en passant par la chambre de dépressurisation 16. Le transformateur 1 est arrêté, par exemple par le déclenchement du disjoncteur de la cellule d'alimentation 38. Les réparations, 30 notamment le remplacement de l'élément de rupture 15, respectivement 30, peuvent avoir lieu. La probabilité de préserver l'intégrité des cuves est accrue.

L'injection de gaz inerte par le bas, plutôt que par le haut, de la cuve du changeur de prise en charge 25 permet un meilleur brassage, au moyen d'une portion de tube supplémentaire disposé dans la cuve de changeur de prise en charge 25. Un brassage par le haut de la cuve du changeur de prise en charge 25 a un intérêt moindre en terme de brassage. Un brassage par le haut de la cuve du changeur de prise en charge 25 pourrait d'autre part faciliter la circulation d'air et attiser des flammes en cas d'incendie. Cette solution est à proscrire.

Les dispositifs existants ne permettent pas de détecter ou d'évacuer passivement une accumulation de gaz en amont dudit élément de rupture à ouverture rapide. Pourtant, cette accumulation peut être l'indice d'une anomalie d'importance variable et peut présenter un risque d'accumulation de gaz nocifs et/ou explosifs. Le dispositif proposé vient améliorer le dispositif en détectant et en évacuant l'accumulation de gaz.

Le dispositif, cf. figure 8 et 12, est ici muni d'un organe passif de dégazage 97 et d'un détecteur de gaz 55. L'organe passif de dégazage 97 assure ici une communication fluidique entre l'espace situé en amont de l'élément de rupture 15 et l'intérieur de la première conduite 9 liant le conservateur 8 à la cuve 2. Dans le cas, représenté en figure 8, d'un unique détecteur de gaz 55, ledit détecteur de gaz 55 doit être placé à l'altitude la plus adaptée à la présence éventuelle de gaz.

L'organe passif de dégazage 97 permet le dégazage de l'espace situé en amont de l'élément de rupture 15, du côté de la cuve 2. Ledit espace est rempli de liquide de refroidissement 7 de la cuve 2 en fonctionnement normal.

L'organe passif de dégazage 97 comprend ici une extrémité 98a disposée dans l'espace situé en amont de l'élément de rupture 15. Ladite extrémité 98a de l'organe passif de dégazage 97 est fixée à proximité de l'élément de rupture 15. La distance séparant ladite extrémité 98a et l'élément de rupture 15 est préférentiellement inférieure à 70 millimètres. L'organe passif de dégazage 97 comprend ici une extrémité 98b débouchant dans la première conduite 9. L'organe passif de dégazage 97 comprend ici

une extrémité 98b fixée à la première conduite 9. L'organe passif de dégazage 97 comprend ici un tube 99 en pente monotone 99. La pente monotone du tube 99 peut, par exemple, être comprise entre 0 et 10 %, préférentiellement entre 3 et 5%.

5           Comme représenté en figure 8, l'organe passif de dégazage 97 comprend ici une vanne de maintenance 95. La vanne de maintenance 95 est constamment ouverte en mode de fonctionnement normal et peut être fermée pour des opérations de maintenance. L'organe passif de dégazage 97 peut être permanent. L'organe passif de dégazage comprend ici une connexion 101 qui peut être fermée en fonctionnement  
10 normal. La connexion 101 peut être à couplage rapide. La connexion 101 permet de brancher un dispositif de mise sous vide partiel à l'organe passif de dégazage 97. Cette mise sous vide partiel peut être réalisée en phase de maintenance. Cette mise sous vide partiel crée une légère dépression à l'intérieur du système limitant les conséquences d'un gradient de pression. Cette mise sous vide partiel limite la quantité d'oxygène  
15 présent dans le système.

          Comme représenté en figure 1, un second organe de dégazage 102 peut être relié à la première conduite 9. Le second organe de dégazage 102 lie fluidiquement la première conduite 9 au réservoir de recueil 18. En variante, le second organe de  
20 dégazage 102 peut lier fluidiquement la première conduite 9 à la première conduite de vidange 17. En cas de surpression dans le conservateur 8 et la première conduite 9, un volume de fluide (liquide et/ou gaz) peut directement être évacué à distance de la cuve 2.

25           Dans une variante de réalisation, la première conduite 9 et ledit espace en amont de l'élément de rupture 15 peuvent comprendre un tronçon commun au voisinage de la cuve 2. Cette variante est particulièrement intéressante pour des installations dont la surface horizontale est limitée. Une partie conséquente de l'ensemble du dispositif peut être disposée au-dessus de la cuve 2. A l'inverse, si la hauteur disponible est  
30 limitée, par exemple en sous-sol, une partie conséquente de l'ensemble du dispositif peut être disposée à une altitude comparable à celle de la cuve 2.

L'organe passif de dégazage assure une communication fluidique entre l'espace situé immédiatement en amont de l'élément de rupture 15 et le détecteur de gaz 55 permettant la détection de gaz accumulé en amont de l'élément de rupture 15.

5 L'organe passif de dégazage 97 peut être adapté à de nombreuses configurations de transformateurs électriques 1 existants, cf. figure 12.

Dans le mode de réalisation des figures 8, 11 et 12, le dispositif de prévention est disposé sensiblement verticalement, par exemple sur le couvercle 2b de la cuve 2. La  
10 chambre de dépressurisation 16 est orientée selon un axe vertical. La chambre de dépressurisation 16 peut comprendre un tube fermé à l'extrémité supérieure et ouvert à l'extrémité inférieure reliée à l'élément de rupture 15. La chambre de dépressurisation 16 forme également le réservoir de recueil 18. Comme représenté en figure 12, la conduite 19a se raccorde à une zone supérieure du cylindre de la chambre de  
15 dépressurisation 16 pour le prélèvement du gaz. Une conduite 19b se raccorde à une zone inférieure du cylindre de la chambre de dépressurisation 16 pour le prélèvement de liquide. Ce mode de réalisation est particulièrement compact, le dispositif de prévention étant situé en grande partie au dessus de la cuve 2. Le réservoir de recueil 18 peut avoir une fonction de séparateur de phase. Le réservoir de recueil 18 peut avoir une fonction  
20 de décantation.

Le dispositif de protection et de détection est économique, autonome par rapport aux installations voisines, d'encombrement faible et nécessite peu ou pas de  
25 maintenance.

Le montage du dispositif de prévention contre l'explosion dans un transformateur nécessite peu de modifications des éléments du transformateur. Le dispositif réagit aux ruptures d'isolation de façon extrêmement rapide limitant les conséquences en résultant, y compris dans des lieux confinés.

30

La production de gaz en quantité infime en fonctionnement normal est ainsi évacuée à l'extérieur de la cuve. On réduit l'accumulation et la formation de poche de gaz qui peuvent être dangereux. On détecte ces gaz pour mieux les maîtriser.

5 L'invention permet de détecter très tôt des fuites de liquide minimales à travers l'élément de rupture. On peut purger ce liquide. La face aval de l'élément de rupture reste sensiblement sèche. Il y a peu ou pas de perte de charge additionnelle, en cas de rupture de l'élément de rupture. On réduit les risques d'explosion de la cuve et notamment du couvercle. On réduit les dégâts d'une déformation. La détection de fuites  
10 minimales permet de préparer une intervention mineure de maintenance, par exemple en remplaçant l'élément de rupture lors d'un arrêt déjà programmé, évitant la diminution du taux de disponibilité du transformateur en service. Le dispositif est adaptable aux installations existantes. L'invention propose un système et un dispositif amélioré permettant de détecter des fuites et des accumulations de liquide (huile ou eau) avant  
15 que les phénomènes en question ne présentent de risque sérieux. L'invention permet de contrôler une présence de liquide, par exemple de condensation, et améliore la détection d'une éventuelle anomalie de fonctionnement de l'élément de rupture.

Un dispositif en état de fonctionnement normal comprend un élément de  
20 rupture intact et imperméable aux fluides. Dans cet état, une première face définissant le côté amont de l'élément de rupture est orientée du côté de la cuve. La première face est au contact du liquide de refroidissement contenu dans la cuve. La première face est de forme concave. La première face est humide dans le sens où elle est au contact du liquide de refroidissement. En état de fonctionnement normal, une deuxième face de  
25 l'élément de rupture, opposée à la première, définit le côté aval dudit élément de rupture. La deuxième face est orientée du côté opposé à la cuve. La deuxième face n'est pas au contact du liquide de refroidissement. La deuxième face est au contact du gaz contenu dans la conduite de vidange et dans la chambre de décompression. La deuxième face est de forme convexe. La deuxième face est sèche dans le sens où elle est au  
30 contact du gaz. Le détecteur de liquide est disposé du côté de la deuxième face de l'élément de rupture. Le détecteur de liquide est disposé de sorte à détecter une présence de liquide sur la deuxième face de l'élément de rupture ou à sa proximité immédiate. La

position du détecteur de liquide est choisie pour être au plus proche de la deuxième face de l'élément de rupture sans pour autant en gêner le fonctionnement en cas de surpression dans la cuve et d'éclatement de l'élément de rupture. La présence de liquide du côté aval de l'élément de rupture peut être due par exemple à une déficience de l'herméticité de l'élément de rupture ou à la présence de condensation à sa surface. Cette présence non-souhaité de liquide, en fonctionnement par ailleurs normal, est potentiellement néfaste à la bonne efficacité du dispositif en cas d'éclatement ultérieur. La détection de ce liquide permet de générer une information de surveillance en vue d'une intervention de maintenance pour éliminer la présence non désirée de liquide de ce côté de l'élément de rupture.

En état de fonctionnement de sécurité, c'est-à-dire à l'éclatement de l'élément de rupture conséquent d'une surpression dans la cuve, le détecteur de liquide détecte la présence de liquide de refroidissement évacué au travers de l'élément de rupture. Dans ce cas, la détection du liquide de refroidissement issue de la cuve par le détecteur de liquide est une conséquence du déclenchement de l'élément de rupture. Le détecteur de liquide assure un rôle de détecteur de déclenchement supplémentaire par rapport à d'autres détecteurs de rupture spécifiques. La détection de déclenchement du dispositif de sécurité par le détecteur de liquide améliore la fiabilité du dispositif. Par exemple, en cas de dysfonctionnement de détecteur de ruptures spécifiques, le déclenchement du dispositif sera tout de même détecté par le détecteur de liquide. Le détecteur de liquide possède une fonction supplémentaire de détection de déclenchement du dispositif de sécurité.

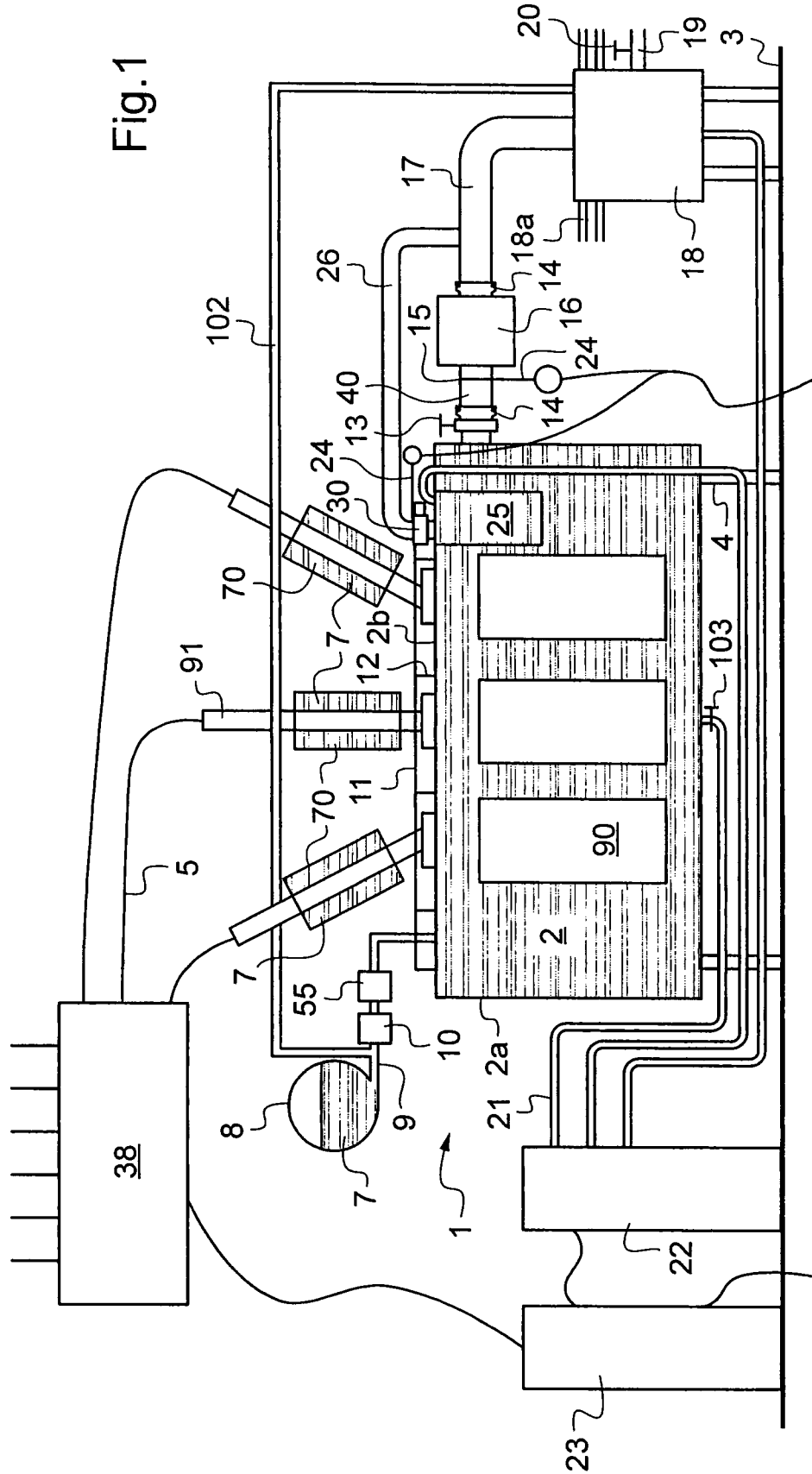
### Revendications

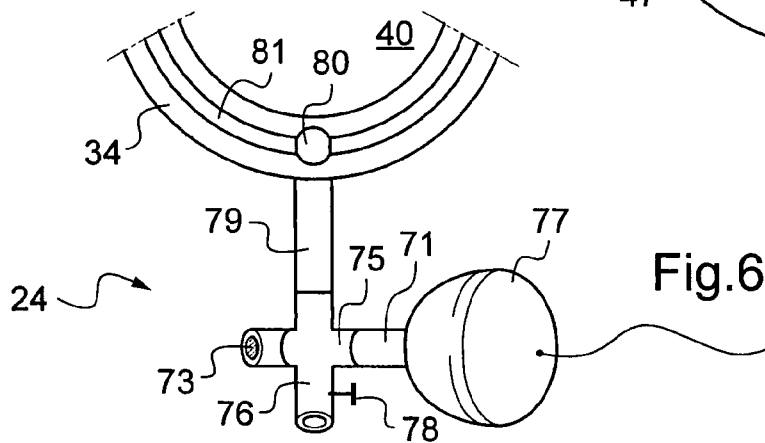
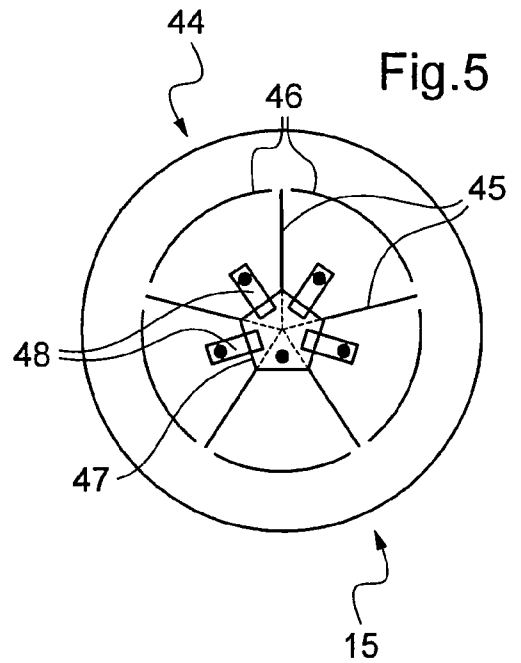
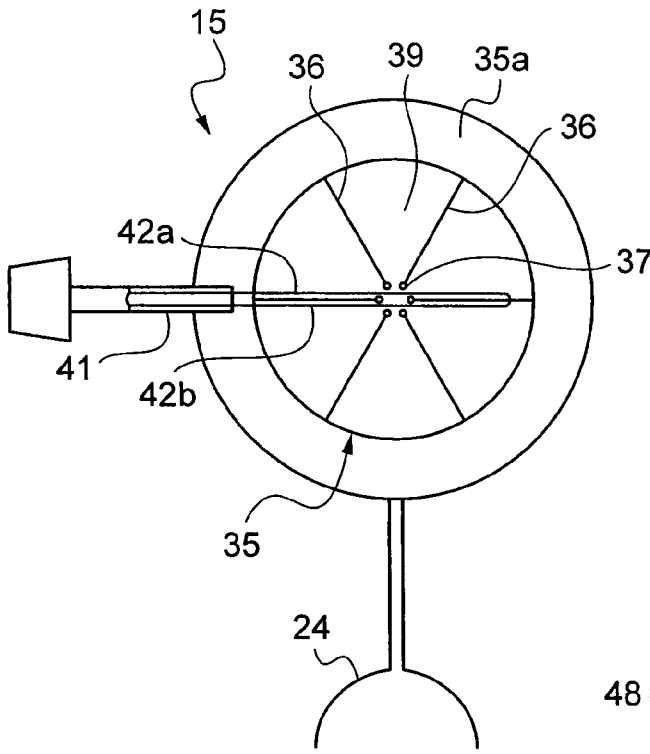
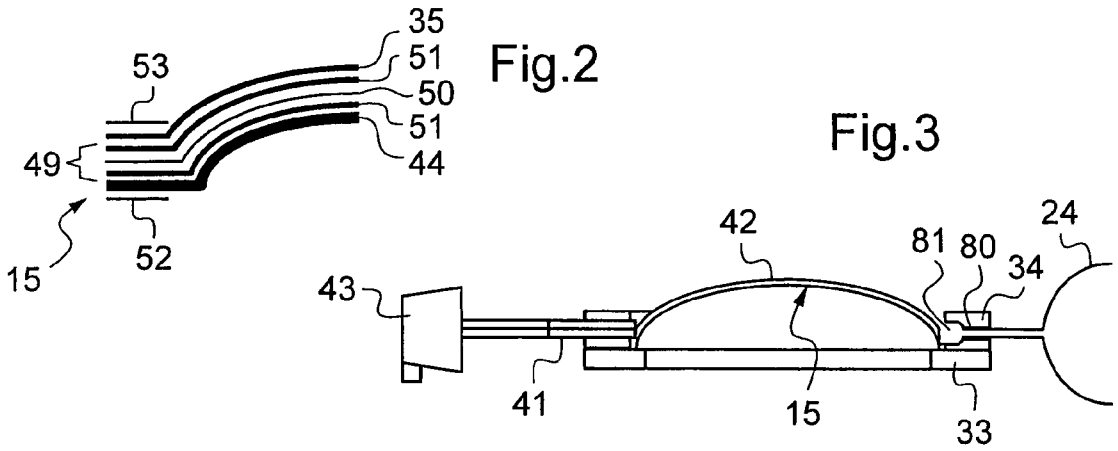
1. Dispositif de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique (1) pourvu d'une cuve (2) contenant du liquide de refroidissement (7), le dispositif  
5 comprenant un élément de rupture (15) pourvu de zones de déchirement (36, 45) et de zones de pliage (46) à la rupture, ledit élément de rupture (15) étant apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve (2) dépasse un plafond prédéterminé, et au moins une bride (34) de maintien dudit élément de rupture (15) disposée du côté de l'élément de rupture (15) opposé à la cuve (2), caractérisé en ce  
10 qu'il comprend un détecteur de liquide (24) disposé du côté de l'élément de rupture (15) opposé à la cuve (2).
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le détecteur de liquide (24) est monté dans un perçage (80) ménagé dans la bride (34).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le détecteur de liquide (24)  
15 comprend un corps tubulaire fileté extérieurement (72).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le détecteur de liquide (24) comprend une fenêtre de visualisation (73) de présence de liquide.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le détecteur de liquide (24) comprend une branche supérieure (75) supportant un capteur de liquide (71), et  
20 une branche inférieure (76) munie d'une vanne de purge (78).
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'élément de rupture (15) est bombé à l'opposé de la cuve (2).
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la bride (34) comprend une rainure (81) de collecte de liquide au voisinage de l'élément de rupture (15).
- 25 8. Système de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique pourvu d'au moins une cuve contenant du liquide de refroidissement (7), le système comprenant un dispositif selon l'une des revendications précédentes monté en communication avec ladite cuve, ladite cuve contenant des enroulements principaux (90), un changeur de prise en charge (25) ou une traversée (91).
- 30 9. Système selon la revendication 8, comprenant un conservateur (8) relié à ladite cuve par une première conduite (9), un détecteur de gaz (55) monté sur la première conduite (9) et un organe passif de dégazage (97) d'une zone amont de l'élément de

rupture (15) en communication avec le détecteur de gaz (55), le détecteur de gaz (55) étant sensible au gaz de dégazage.

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel l'organe passif de dégazage (97) est permanent et le détecteur de gaz (55) est monté à une altitude supérieure à l'altitude de l'élément de rupture (15).  
5
11. Dispositif selon l'une des revendications 9 et 10, dans lequel l'organe passif de dégazage (97) comprend une extrémité (98a) disposée dans une zone amont de l'élément de rupture (15), à proximité de l'élément de rupture (15), ladite extrémité (98a) étant à une distance de l'élément de rupture (15) inférieure à soixante-dix  
10 millimètres.
12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel l'organe passif de dégazage (97) comprend une extrémité (98a) fixée à proximité de l'élément de rupture (15).
13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel l'organe passif de  
15 dégazage (97) comprend une extrémité (98b) fixée à la première conduite (9) et un tube (99) en pente monotone.
14. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, dans lequel l'organe passif de dégazage (97) comprend une connexion (101) avec un organe de mise sous vide partiel.
- 20 15. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, dans lequel la première conduite (9) comprend un second organe de dégazage (102) liant fluidiquement ladite première conduite (9) à une première conduite de vidange (17) ou à un réservoir de recueil (18).
- 25 16. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15 comprenant un tuyau (21) d'injection de gaz inerte par le bas de la cuve (2), le tuyau (21) étant équipé, au voisinage de la cuve (2), d'un clapet anti-retour (103).
17. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 16 dans lequel une chambre de dépressurisation (16) repose sur au moins un amortisseur (28) supporté par une console (29) solidaire de la cuve (2) ou du sol (3).

Fig.1





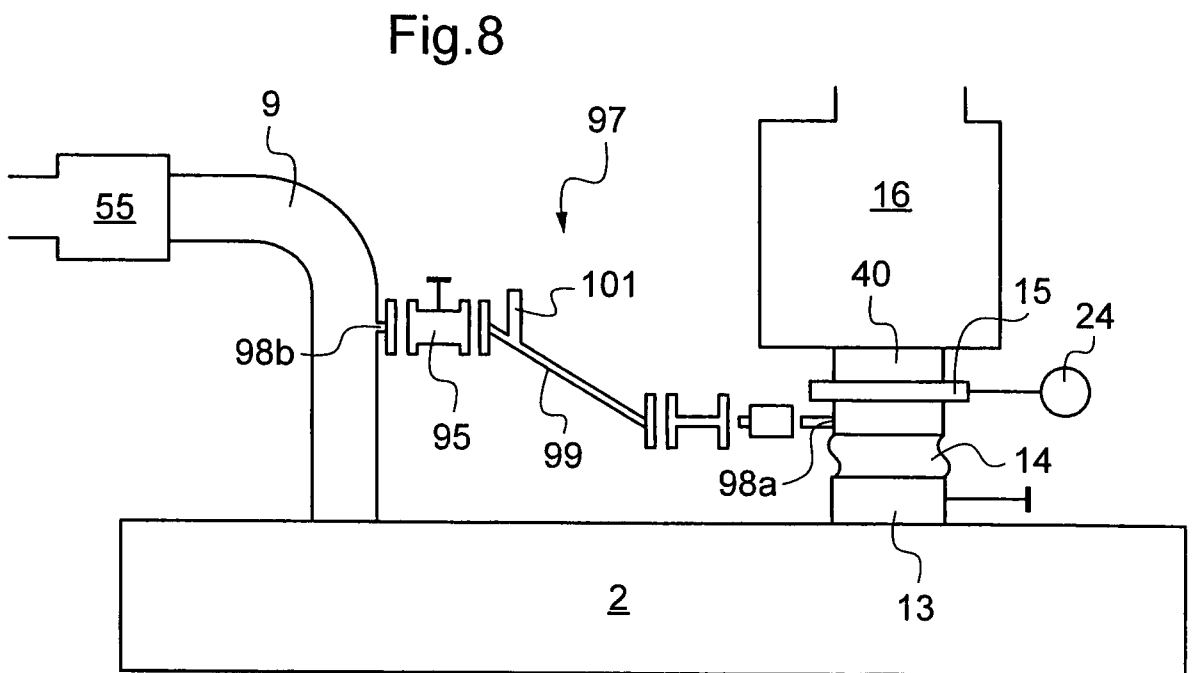
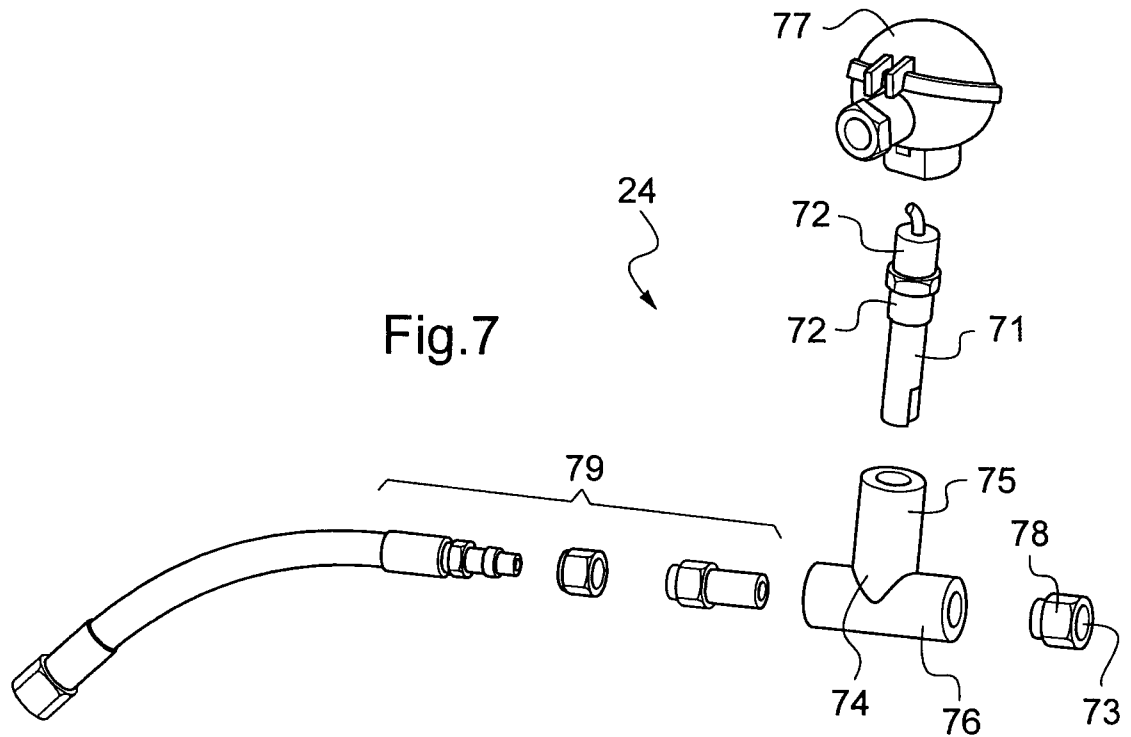
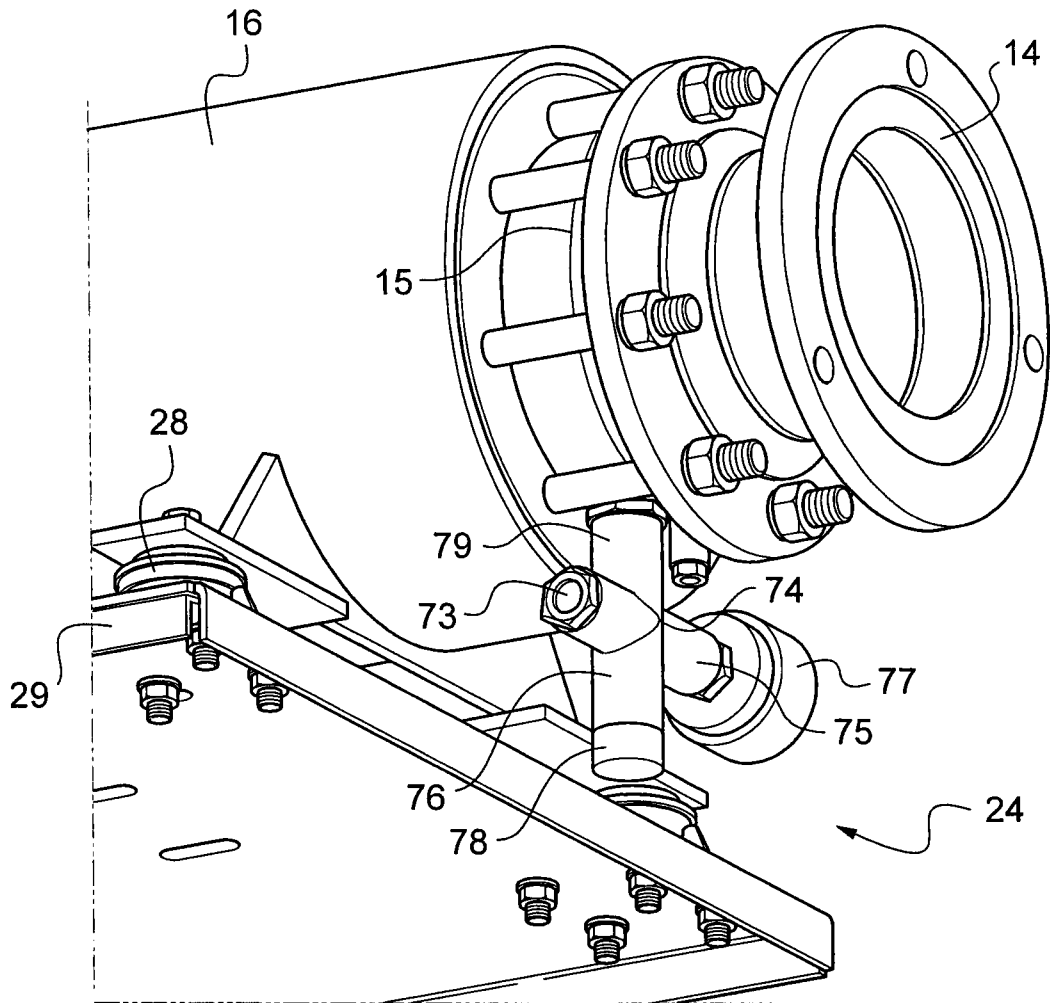


Fig.9



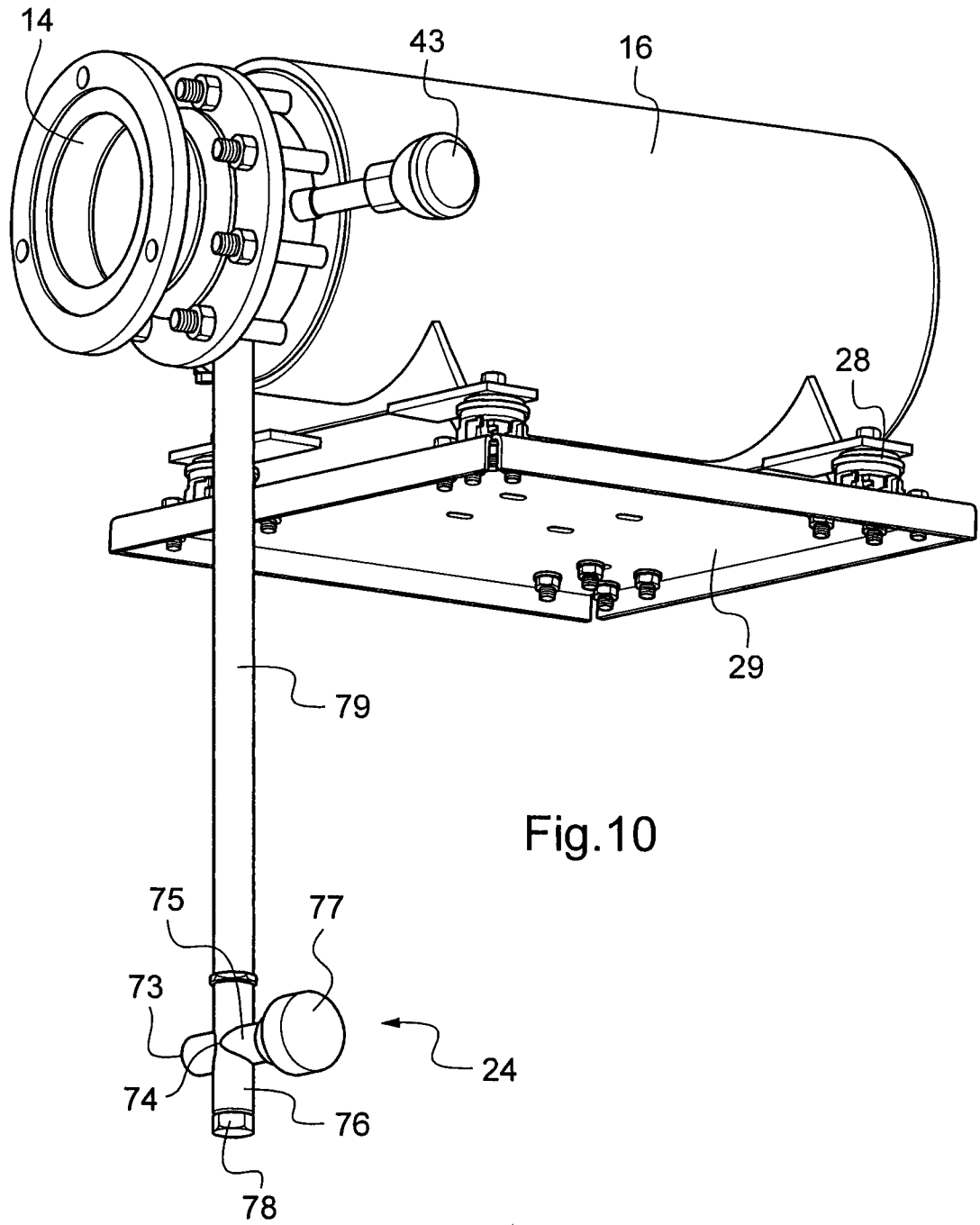


Fig.10

Fig.11

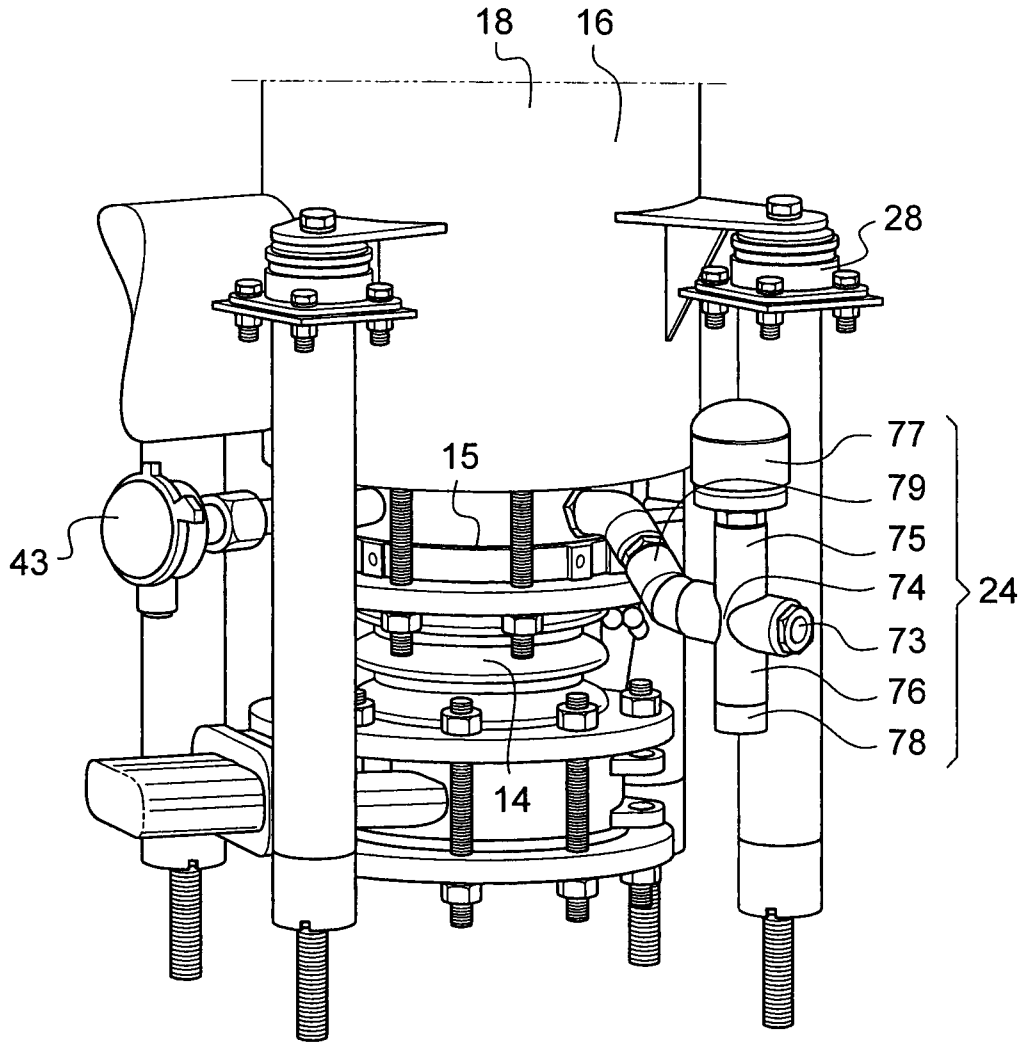
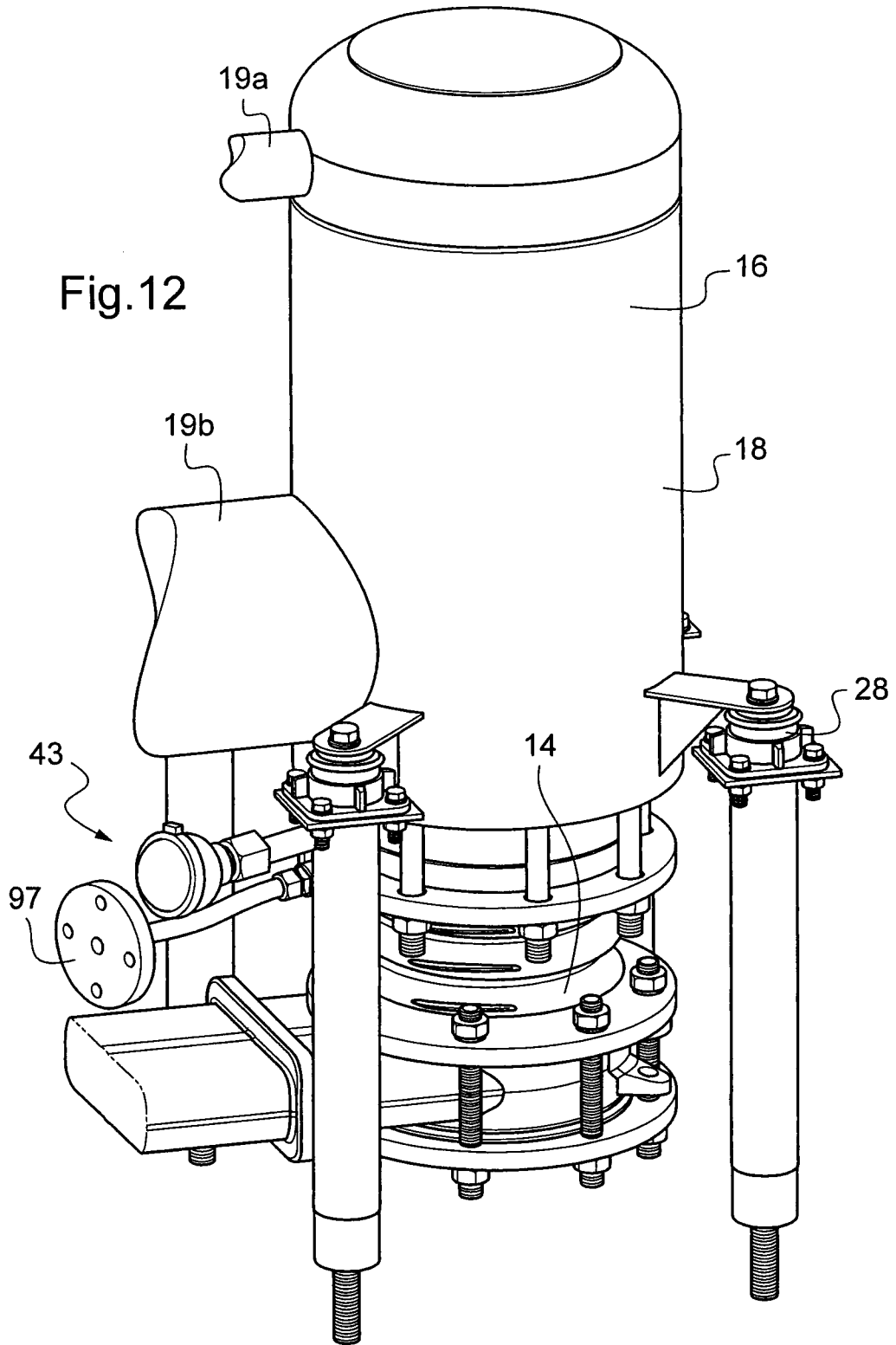


Fig.12





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No PCT/IB2012/000175
---------------------------------------------------

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F16K17/16 H01F27/04 H01F27/14 H01F27/40  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 F16K H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/001793 A1 (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 4 January 2007 (2007-01-04)	1,6, 8-12,14, 16
Y	paragraph [0027]; figures 1,2,6-8 paragraphs [0045] - [0051] paragraphs [0053] - [0055] paragraph [0059] paragraphs [0061], [0065] - paragraph [0076] paragraph [0083]	2-5,7, 13,15,17
Y	----- US 6 311 715 B1 (WADKINS THOMAS J [US]) 6 November 2001 (2001-11-06) column 1, lines 13-27; figure 2 column 6, line 14 - column 44 column 10, lines 17-32 ----- -/--	2-5,7, 13,15,17

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  31 May 2012	Date of mailing of the international search report  11/06/2012
------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Rouzier, Brice
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2012/000175

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 791 463 A1 (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 29 September 2000 (2000-09-29) figure 4 -----	1,16
A	US 5 946 171 A (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 31 August 1999 (1999-08-31) figure 1 -----	1
A	US 5 579 942 A (PALMER STEVEN S [US] ET AL) 3 December 1996 (1996-12-03) abstract; figure 1 -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2012/000175

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007001793	A1	04-01-2007	AR 054520 A1 27-06-2007
			AT 520134 T 15-08-2011
			AU 2006264846 A1 11-01-2007
			BR PI0613852 A2 15-02-2011
			CA 2611221 A1 11-01-2007
			CN 101031985 A 05-09-2007
			DK 1908085 T3 21-11-2011
			EA 200702653 A1 28-04-2008
			EP 1908085 A1 09-04-2008
			EP 2287865 A2 23-02-2011
			ES 2371221 T3 28-12-2011
			FR 2888034 A1 05-01-2007
			FR 2950469 A1 25-03-2011
			JP 2009500818 A 08-01-2009
			KR 20080031220 A 08-04-2008
			NZ 564383 A 26-03-2010
			PT 1908085 E 27-10-2011
			SI 1908085 T1 30-11-2011
			US 2007001793 A1 04-01-2007
			WO 2007003736 A1 11-01-2007
			ZA 200710988 A 29-10-2008
-----	-----	-----	-----
US 6311715	B1	06-11-2001	CA 2344202 A1 07-01-2002
			US 6311715 B1 06-11-2001
-----	-----	-----	-----
FR 2791463	A1	29-09-2000	AR 029342 A1 25-06-2003
			AT 240580 T 15-05-2003
			AU 769904 B2 05-02-2004
			AU 3300100 A 09-10-2000
			BG 64202 B1 30-04-2004
			BG 105907 A 31-07-2002
			BR 0009222 A 26-12-2001
			CA 2367163 A1 28-09-2000
			CN 1346499 A 24-04-2002
			CO 5241347 A1 31-01-2003
			CZ 20013417 A3 13-02-2002
			DE 60002698 D1 18-06-2003
			DE 60002698 T2 08-04-2004
			DK 1166297 T3 15-09-2003
			EG 21947 A 30-04-2002
			EP 1166297 A1 02-01-2002
			ES 2199146 T3 16-02-2004
			FR 2791463 A1 29-09-2000
			GC 0000185 A 29-03-2006
			HK 1042772 A1 01-04-2005
			HU 225863 B1 28-11-2007
			IL 145427 A 08-03-2007
			JP 2002540596 A 26-11-2002
			MX PA01009562 A 19-08-2003
			NZ 514238 A 30-05-2003
			PL 350988 A1 24-02-2003
			PT 1166297 E 30-09-2003
			TW 419680 B 21-01-2001
			UA 61167 C2 15-11-2001
			US 6804092 B1 12-10-2004
			WO 0057438 A1 28-09-2000
			ZA 200107559 A 13-09-2002
			-----

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/IB2012/000175
---------------------------------------------------

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5946171	A	31-08-1999	AT 193784 T 15-06-2000
			BG 63740 B1 31-10-2002
			BG 101451 A 28-11-1997
			CA 2206793 A1 03-04-1997
			CN 1165581 A 19-11-1997
			CZ 9701532 A3 16-12-1998
			DE 795183 T1 15-01-1998
			DE 69608784 D1 13-07-2000
			DE 69608784 T2 01-02-2001
			DK 795183 T3 02-10-2000
			EP 0795183 A1 17-09-1997
			ES 2148795 T3 16-10-2000
			FR 2739486 A1 04-04-1997
			GR 3034274 T3 29-12-2000
			HK 1003400 A1 05-07-2002
			HU 9800461 A2 29-06-1998
			JP H10510105 A 29-09-1998
			PT 795183 E 30-11-2000
			RO 116688 B1 30-04-2001
			RU 2215352 C2 27-10-2003
			SK 64597 A3 08-10-1997
			US 5946171 A 31-08-1999
			WO 9712379 A1 03-04-1997
US 5579942	A	03-12-1996	NONE

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2012/000175

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F16K17/16 H01F27/04 H01F27/14 H01F27/40 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F16K H01F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2007/001793 A1 (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 4 janvier 2007 (2007-01-04)	1,6, 8-12,14, 16
Y	alinéa [0027]; figures 1,2,6-8 alinéas [0045] - [0051] alinéas [0053] - [0055] alinéa [0059] alinéas [0061], [0065] - alinéa [0076] alinéa [0083]	2-5,7, 13,15,17
Y	----- US 6 311 715 B1 (WADKINS THOMAS J [US]) 6 novembre 2001 (2001-11-06) colonne 1, ligne 13-27; figure 2 colonne 6, ligne 14 - colonne 44 colonne 10, ligne 17-32 ----- -/--	2-5,7, 13,15,17
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
31 mai 2012		11/06/2012
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Rouzier, Brice

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n°  
PCT/IB2012/000175

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 791 463 A1 (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 29 septembre 2000 (2000-09-29) figure 4 -----	1,16
A	US 5 946 171 A (MAGNIER PHILIPPE [FR]) 31 août 1999 (1999-08-31) figure 1 -----	1
A	US 5 579 942 A (PALMER STEVEN S [US] ET AL) 3 décembre 1996 (1996-12-03) abrégé; figure 1 -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2012/000175

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007001793	A1	04-01-2007	AR 054520 A1	27-06-2007
			AT 520134 T	15-08-2011
			AU 2006264846 A1	11-01-2007
			BR PI0613852 A2	15-02-2011
			CA 2611221 A1	11-01-2007
			CN 101031985 A	05-09-2007
			DK 1908085 T3	21-11-2011
			EA 200702653 A1	28-04-2008
			EP 1908085 A1	09-04-2008
			EP 2287865 A2	23-02-2011
			ES 2371221 T3	28-12-2011
			FR 2888034 A1	05-01-2007
			FR 2950469 A1	25-03-2011
			JP 2009500818 A	08-01-2009
			KR 20080031220 A	08-04-2008
			NZ 564383 A	26-03-2010
			PT 1908085 E	27-10-2011
			SI 1908085 T1	30-11-2011
			US 2007001793 A1	04-01-2007
			WO 2007003736 A1	11-01-2007
			ZA 200710988 A	29-10-2008
-----				
US 6311715	B1	06-11-2001	CA 2344202 A1	07-01-2002
			US 6311715 B1	06-11-2001
-----				
FR 2791463	A1	29-09-2000	AR 029342 A1	25-06-2003
			AT 240580 T	15-05-2003
			AU 769904 B2	05-02-2004
			AU 3300100 A	09-10-2000
			BG 64202 B1	30-04-2004
			BG 105907 A	31-07-2002
			BR 0009222 A	26-12-2001
			CA 2367163 A1	28-09-2000
			CN 1346499 A	24-04-2002
			CO 5241347 A1	31-01-2003
			CZ 20013417 A3	13-02-2002
			DE 60002698 D1	18-06-2003
			DE 60002698 T2	08-04-2004
			DK 1166297 T3	15-09-2003
			EG 21947 A	30-04-2002
			EP 1166297 A1	02-01-2002
			ES 2199146 T3	16-02-2004
			FR 2791463 A1	29-09-2000
			GC 0000185 A	29-03-2006
			HK 1042772 A1	01-04-2005
			HU 225863 B1	28-11-2007
			IL 145427 A	08-03-2007
			JP 2002540596 A	26-11-2002
			MX PA01009562 A	19-08-2003
			NZ 514238 A	30-05-2003
			PL 350988 A1	24-02-2003
			PT 1166297 E	30-09-2003
			TW 419680 B	21-01-2001
			UA 61167 C2	15-11-2001
			US 6804092 B1	12-10-2004
			WO 0057438 A1	28-09-2000
			ZA 200107559 A	13-09-2002

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2012/000175

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5946171	A	31-08-1999	AT 193784 T	15-06-2000
			BG 63740 B1	31-10-2002
			BG 101451 A	28-11-1997
			CA 2206793 A1	03-04-1997
			CN 1165581 A	19-11-1997
			CZ 9701532 A3	16-12-1998
			DE 795183 T1	15-01-1998
			DE 69608784 D1	13-07-2000
			DE 69608784 T2	01-02-2001
			DK 795183 T3	02-10-2000
			EP 0795183 A1	17-09-1997
			ES 2148795 T3	16-10-2000
			FR 2739486 A1	04-04-1997
			GR 3034274 T3	29-12-2000
			HK 1003400 A1	05-07-2002
			HU 9800461 A2	29-06-1998
			JP H10510105 A	29-09-1998
			PT 795183 E	30-11-2000
			RO 116688 B1	30-04-2001
			RU 2215352 C2	27-10-2003
			SK 64597 A3	08-10-1997
			US 5946171 A	31-08-1999
			WO 9712379 A1	03-04-1997
-----				
US 5579942	A	03-12-1996	AUCUN	
-----				