

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE POMPAGE POLYPHASIQUE.

②② Date de dépôt : 24.07.13.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *TOTAL SA Société anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.01.15 Bulletin 15/05.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 17.05.19 Bulletin 19/20.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BIBET PIERRE-JEAN, LE
RODALLEC JEAN-LUC et SAINCRY OLIVIER.

⑦③ Titulaire(s) : TOTAL SA Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.



DISPOSITIF DE POMPAGE POLYPHASIQUE

La présente invention concerne le domaine du pompage polyphasique, notamment dans le domaine du pompage de fluides dans le cadre de puits de forage pétroliers sous-marins.

5 Pour les architectures de stations de pompage sous-marines classiques, il a été longtemps d'usage d'utiliser des pompes peu puissantes ($< 1\text{MW}$) et ayant un différentiel de pressions relativement faible (i.e. faibles ΔP , $< 50\text{bar}$). Avec l'avancée des progrès techniques, des pompes de plus grandes puissances doivent être utilisées (environ 2.5MW), par exemple dans des projets dits « Offshore profonds » (ou de forages profonds en mer) récents comme le projet Pazflor et le projet GirRI.
10 Ces pompes peuvent être capables de générer un différentiel de pression ΔP d'environ 130bar . Ces nouvelles pompes peuvent notamment être :

- des pompes dites « MPP » (pour '*multiphase pump*' en anglais) à forte augmentation (ou « High Boost » en anglais) ;
- des pompes hybrides.

15 Si la puissance de ces pompes a été augmentée, les dispositifs de pompage accompagnant ces pompes n'ont pas évolués (i.e. stations de pompage hors pompes).

Néanmoins, de tels dispositifs ne sont pas exempts de défauts.

20 En effet, si ces dispositifs de pompage répondaient aux caractéristiques des pompes de faibles puissances, les contraintes de fonctionnement des pompes de fortes puissances imposent d'améliorer ces dispositifs.

La présente invention vient améliorer la situation.

25 A cet effet, la présente invention propose un dispositif de mise en protection des pompes polyphasiques en cas de changement brutale de la composition du fluide pompé.

La présente invention vise alors un dispositif de pompage polyphasique comportant :

- une pompe apte à pomper un fluide de pompage ;
- un circuit de recyclage ;
- 5 - un réservoir séparateur.

En outre, le réservoir séparateur est connecté à une zone en aval de la pompe et est apte à séparer une phase liquide et une phase gazeuse à partir dudit fluide de pompage.

10 Le circuit de recyclage est connecté au réservoir séparateur et est apte à permettre l'écoulement de la phase liquide dudit réservoir séparateur vers une zone en amont de la pompe.

On appelle « zone en aval de la pompe » une zone connecté à la sortie de la pompe. Ainsi, le fluide transite par le réservoir séparateur une fois que ce fluide ait été pompé.

15 On appelle « zone en amont de la pompe » une zone connecté à l'entrée de la pompe. Ainsi, le circuit de recyclage permet de réinjecter une partie liquide du fluide pompé en amont de la pompe.

20 Si cette réinjection peut faire baisser l'efficacité énergétique de la pompe, il peut permettre de mettre la pompe en sécurité en l'alimentant avec un débit minimal de liquide. Ce débit minimal permet d'éviter des détériorations de la pompe polyphasique qui n'est pas prévue pour un fonctionnement sans fluide liquide.

Le débit minimal d'une pompe peut dépendre de son régime.

25 Dans un mode de réalisation, le circuit de recyclage peut comporter au moins en série :

- une vanne d'ouverture contrôlable, et
- une vanne d'ouverture rapide.

De plus, la vanne d'ouverture rapide peut autoriser sur commande l'écoulement ou non de la phase liquide dans le circuit de recyclage.

Enfin, la vanne d'ouverture contrôlable peut être apte à être pré-ouverte pour autoriser l'écoulement partiel et maîtriser de la phase liquide dans le circuit de recyclage. Le pourcentage d'ouverture peut être contrôlable pour cette vanne d'ouverture contrôlable.

La vanne d'ouverture rapide peut être, par exemple, une vanne de type « on-off » dont l'ouverture est rapide suite au relâchement d'une pièce mécanique ou d'un ressort.

10 La vanne d'ouverture contrôlable peut être une vanne de type « choke-valve » dont l'ouverture est réglable. Dans le domaine du forage profond en mer, ces vannes s'ouvrent et se ferment hydrauliquement, et un cycle complet d'ouverture et/ou de fermeture peut prendre plusieurs minutes.

15 La pré-ouverture de la vanne d'ouverture contrôlable peut permettre de régler le débit du fluide au sein du circuit de recyclage sur le débit minimal de la pompe pour le régime considéré de cette pompe. Ainsi, en cas de changement brutal de la composition du fluide (ex. bouchon de gaz), il est possible d'ouvrir immédiatement une vanne d'ouverture rapide, le débit étant alors contrôlé par la vanne d'ouverture contrôlable pré-ouverte.

20

Dans un mode de réalisation possible, le dispositif peut comporter en outre un réservoir mélangeur situé en amont de la pompe. L'écoulement de la phase liquide au travers du circuit de recyclage peut alors s'effectuer vers ledit dispositif mélangeur.

25 Avant la réinjection du fluide liquide dans la pompe, un réservoir mélangeur peut permettre d'atténuer les variations de composition du fluide pompé. Ainsi, si un bouchon de gaz est pompé, celui-ci peut être mélangé avec le fluide liquide circulant dans le circuit de recyclage. Le fluide transitant dans la pompe a alors une composition de gaz et de liquides lissée dans le temps.

30

Dans un mode de réalisation, le dispositif peut comporter en outre un débitmètre polyphasique situé en aval de la pompe. De plus, l'écoulement de la phase liquide dudit réservoir séparateur vers une zone en amont de la pompe peut alors être contrôlé en fonction d'au moins une mesure du fluide par ledit débitmètre polyphasique.

Ainsi, l'ouverture d'au moins une vanne située sur le circuit de recyclage (i.e. contrôlant la circulation dans le circuit de recyclage) est contrôlé / commandé par des informations issues du fluide pompé.

La au moins une mesure du fluide par ledit débitmètre polyphasique peut être une mesure parmi une mesure de débit volumique, et une mesure du ratio du volume de gaz sur le volume total.

Le débitmètre polyphasique peut être situé en amont du réservoir séparateur.

15

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre un exemple de station de pompage sous-marine dans un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 2 illustre un exemple de diagramme de fonctionnement d'une pompe polyphasique dans un mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 illustre un exemple de station de pompage sous-marine dans un mode de réalisation particulier de l'invention.

Cette station de pompage comporte :

- une entrée 102 connectée aux puits de production ;

- une sortie 120 connectée à la ligne de production et permettant de remonter le fluide pompé à la surface ;
- des circuits de pompages 151 à 161 permettant de faire circuler le fluide pompé ;
- 5 - des vannes 103 à 106, 108, 109, 112, 116 à 119. Ces vannes peuvent être des vannes à ouverture variable (ou « *choke valve* » en anglais), des vannes « on-off », ou tout autres types de vannes. Certaines vannes peuvent être avantageusement des vannes s'ouvrant ou se fermant automatiquement en cas de défaillance de leur système de contrôle (hydraulique ou électrique par exemple) comme par exemple les vannes 103 ou 104, 116 ou 117 ;
- 10 - une pompe 110 ;
- un réservoir mélangeur 107 (ou « *mixer tank* » en anglais). Lors de pompage dans des conditions d'écoulement non constant, la pompe doit faire face à des conditions de fonctionnement pouvant varier de manière brutale (bouchon de liquide sans gaz ou bouchons de gaz). Le changement rapide de ces conditions peut provoquer de brusques variations de charge au niveau de la pompe, et peut causer des problèmes mécaniques ou défaillances au niveau du rotor de cette dernière. Un réservoir mélangeur permet de mélanger le liquide et de l'homogénéiser avant de le faire traverser la pompe. Ainsi, le réservoir mélangeur peut permettre de limiter la fluctuation de couple de l'arbre au cours du pompage et donc les dégradations de la pompe;
- 15
- 20
- des clapets anti-retour 111 et 113 ;
- un débitmètre polyphasique 114 (ou MPFM ou « *multiphase flow meter* » en anglais). Un débitmètre polyphasique est un dispositif utilisé pour réaliser des mesures sur le fluide pompé (mélanges de pétrole, d'eau et de gaz produits) au cours du processus de production ;
- 25
- un réservoir séparateur 115 (ou « *splitter tank* » en anglais) permet de séparer le liquide, le gaz et les solides en suspension dans le liquide (comme le sable, etc). A titre d'illustration, il est possible d'utiliser la décantation pour
- 30

réaliser cette séparation. Ainsi, du fait de leur masse volumique respective, les différentes phases se séparent : les matériaux les plus lourds se retrouvant au fond du réservoir. En fonction de la hauteur de piquage (i.e. hauteur de récupération dans le réservoir), il est possible de récupérer soit les matières solides (i.e. piquage bas) soit les matières liquides (i.e. piquage à hauteur moyenne) soit des gaz (i.e. piquage haut). Il est également possible de récupérer un mélange de différentes phases car la séparation des différentes phases peut ne pas être complète.

Les éléments 110 à 114 et 156 à 158 constituent un bloc de pompage 101 pouvant être extrait (« *retrievable* » en anglais) de la station de pompage. Par exemple, cette extraction permet de faire remonter à la surface le bloc de pompage 101 pour des questions de maintenance technique (ex. réparations).

En régime de fonctionnement normal et établi, le circuit 151 est connecté au puits de pompage foré dans le sous-sol marin. Ainsi, le fluide de pompage circule dans ce dernier.

La vanne 103 est fermée afin d'éviter que ce fluide circule dans le circuit de contournement principal 152 (i.e. « *Main Bypass* » en anglais). La vanne 104 est maintenue en position ouverte mais elle peut être activée sur demande pour palier la défaillance de la vanne 103.

On appelle ces deux vannes 103 et 104 les vannes « *Main Bypass Valves* » ou MBPV.

Quand la pompe 110 fonctionne, la vanne 103 est alors fermée, et « subit » le différentiel de pression ΔP générée par la pompe 110 et/ou imposée par le système.

En cas d'arrêt de la pompe 110, il peut être nécessaire d'ouvrir rapidement la vanne 103 afin d'équilibrer les pressions en amont et en aval du dispositif de pompage 100 présenté en Figure 1. Ainsi, si la vanne 103 et la vanne 104 sont ouvertes à plein, elles permettent d'équilibrer les pressions puis d'assurer une production libre (production en mode « *Free Flow* ») au travers du circuit de contournement principal 152. Le circuit 161 est connecté à la ligne de production vers la surface (direction 120).

Dans une telle situation d'arrêt de la pompe, la vanne 103 s'ouvre sous un différentiel de pression important ΔP , et lors de son ouverture, des fluides polyphasiques transitent par cette vanne 103 : gaz, sables, hydrocarbures, etc. Cette vanne est donc fortement sollicitée d'un point de vue mécanique pendant les phases d'ouverture.

- 5 En cas défaillance d'un élément mécanique de cette vanne 103, il n'est pas possible de simplement la remonter à la surface afin de la réparer car son positionnement dans la station de pompage 100 ne le permet pas (on parle de vanne « *non retrievable* »). En effet, si le bloc de pompage peut être détaché de manière relativement simple, les autres pièces de la station de pompage sont installées à quasi-demeure et la maintenance de celles-ci nécessite
- 10 le plus souvent l'utilisation de véhicules sous-marin opérés à distance (ou RUV pour « *Remote operated Underwater Vehicle* » en anglais) ou de véhicules sous-marin autonomes (ou AUV pour « *Autonomous Underwater Vehicle* » en anglais).

Ainsi, il peut être utile de prévoir une vanne 104 dans l'hypothèse où la vanne 103 viendrait à dysfonctionner (ex. casse d'une pièce mécanique rendant la vanne 103 non

15 étanche). L'espérance de vie d'une telle combinaison (éléments 103 et 104) peut ainsi être doublée.

De plus, en régime de fonctionnement normal et établi, les vannes 105, 106, 108, 109, 119, 118 sont ouvertes permettant ainsi au fluide pompé de s'écouler dans le réservoir mélangeur 107.

- 20 Ce fluide de pompage mélangé traverse alors la pompe 110 grâce au circuit 156. Cette pompe 110 peut être par exemple une pompe à double vis (de type « *Twin Screw MPP* » en anglais) ou une pompe hélicoïdale (de type « *Helicoaxial MPP* » en anglais).

En sortie de la pompe 110, un clapet anti-retour 111 est positionné sur le circuit 156 afin d'éviter, en cas d'arrêt de la pompe, que la surpression en sortie de la pompe 110 provoque

25 un reflux dans la pompe et l'endommagement.

De plus, en parallèle du circuit 156, un circuit de contournement 157 (ou « *bypass* » en anglais) est utilisé pour permettre un contournement de la pompe

110 par le fluide d'exploitation au moment du démarrage, lorsque la pression dans la ligne 156 est supérieure à la pression dans la ligne 158. En cas de démarrage de la pompe 110, il

30 est en effet utile d'éviter de laisser la production naturelle du puits (i.e.

la production "Free Flow") s'écouler au travers de la pompe 110.

. Ce contournement peut être appelé « contournement intégré » (ou « *integrated bypass* » en anglais) car ce contournement est intégré au bloc de pompage 101 et peut être retirée avec ce dernier.

5 Le circuit 160 est alors muni d'une vanne 117 à ouverture variable, et d'une vanne 116 à ouverture rapide. En cas d'arrêt de la pompe 110, il peut être utile d'ouvrir rapidement les vannes 116 et 117 afin d'équilibrer les pressions en amont et en aval du bloc de pompage 101. Cette ouverture peut permettre d'éviter d'ouvrir la vanne 103 (cas décrit précédemment) et ainsi limiter son usure. L'usure est alors supportée
10 par les pièces des vannes 116 et 117 plus simple à réparer puisqu'elles peuvent être extraites (avec le bloc de pompage 101) pour être réparées en surface.

Il est donc d'usage d'ouvrir la vanne 103 contrôlant l'écoulement dans le contournement principal 152 afin de laisser la production naturel s'écouler, puis de
15 démarrer doucement la pompe : celle-ci peut alors fonctionner temporairement en sur-débit du fait de la faible résistance offerte par le fluide. La vanne 103 est alors fermée par un opérateur en contrôlant les paramètres de fonctionnement de la pompe jusqu'à la fermeture complète de la vanne 103.

Ce procédé peut être complexe et l'utilisation d'un contournement intégré 157
20 comme présenté par la figure 1 peut le simplifier.

Le démarrage de la pompe 110 peut se faire avec la vanne 103 fermée. En revanche, la vanne 112 est ouverte.

La production naturel du puits passe alors, dans un premier temps, au travers du circuit de contournement intégré 157. Lors du démarrage de la pompe dans cette
25 configuration, la pompe 110 va faire progressivement augmenter le différentiel de pression entre son entrée et sa sortie. Dès lors, le clapet anti-retour 113 sur le circuit 157 se ferme naturellement. Si le clapet 113 se ferme, la pompe travaille en résistance sur le fluide de production et ne peut fonctionner en sur-débit.

Le démarrage est alors automatique pour l'opérateur et la vanne 103 n'est pas
30 mécaniquement sollicitée pour le démarrage de la pompe.

Le fluide de production est alors injecté dans le débitmètre polyphasique 114 afin de contrôler les différents paramètres en sortie de pompe.

Ce fluide de production est alors injecté dans un réservoir séparateur 115. Un circuit 159 est alors piqué dans ce réservoir 115 de manière à récupérer le fluide
5 intéressant la production (i.e. le pétrole brut dans le cadre d'un puits de pétrole).

De même, un autre circuit 160 (i.e. « ligne de recyclage ») est piqué dans ce réservoir 115 de manière à récupérer un liquide (non nécessairement intéressant la production). Le circuit 160 permet une réinjection de liquide dans le réservoir mélangeur 107. En effet, cela peut être utile afin d'éviter, en cas de présence d'un
10 important volume de gaz (i.e. bouchons de gaz) dans les circuits de production, de faire partir la pompe 110 en sous-débit et de la détériorer. Il est donc utile de faire circuler dans la pompe un débit minimum pour protéger la pompe 110.

Pour ce faire, il est possible d'ouvrir si nécessaire une vanne située sur la ligne de recyclage 160 (ou « *recycle line* » en anglais) afin de contrôler le flux de liquide vers
15 une zone en amont de la pompe 110 (ici, vers le réservoir mélangeur) et de réutiliser le liquide pour éviter de faire fonctionner la pompe 110 à vide ou de faire fonctionner un de ses étages de pompage à un régime de fonctionnement pouvant le détériorer.

Néanmoins, ces vannes sont souvent des vannes hydrauliques activées (de type « *actuated valve* » en anglais). Ce type de vannes ont des temps d'ouverture et de
20 fermeture de plusieurs minutes et ne permettent pas de satisfaire aux contraintes de rapidité liées à l'apparition de fortes bulles gazeuses dans les lignes de production. Pour surmonter ce problème, il est possible de remplacer la vanne hydraulique activée mentionnée précédemment par un ensemble de vannes en série composé de :

- 25 - une vanne 117 hydraulique activée et
- une vanne 116 de type "on/off" dont l'ouverture est commandée par la libération d'un ressort (i.e. « *de-energizing* » en anglais). Ainsi, l'ouverture est immédiate, mais il n'est pas possible de choisir le ratio de fermeture de la vanne : soit elle est complètement ouverte, soit elle est complètement
30 fermée.

Grâce à cet ensemble, il est possible de commander la vanne 117 pour obtenir de manière constante une pré-ouverture correspondant au débit minimum de protection de la pompe.

Ainsi, en cas de présence d'un important volume de gaz (i.e. bulles de gaz) dans les circuits de production, la vanne 116 peut être ouverte très rapidement et met en ligne la vanne 117 calée sur sa pré-ouverture. Bien entendu, la pré-ouverture de la vanne 117 peut varier dans le temps en fonction des différents paramètres de fonctionnement de la pompe comme la puissance consommée ou le régime de la pompe.

La pompe est alors protégée dans un délai très bref.

La figure 2 illustre un exemple de diagrammes de fonctionnement d'une pompe polyphasique roto-dynamique dans un mode de réalisation selon l'invention.

La première courbe de fonctionnement $G_{VF_{70}}$ illustre le fonctionnement d'un étage de cette pompe pour un « GVF » de 70%. Le GVF (ou « *Gas Volume Fraction* » en anglais) représente la fraction du volume de gaz par rapport au volume totale.

Si la pompe fonctionne de manière établie avec un « GVF » de 70%, le point de fonctionnement de cet étage pour un fonctionnement idéal de la pompe peut correspondre au point 201.

Il est à noter que le point de fonctionnement de cet étage pour un fonctionnement idéal de la pompe ne correspond pas nécessairement au point de fonctionnement idéal de cet étage seul. En effet, la pompe comportant un grand nombre d'étages, ces deux points peuvent être distincts compte tenu du fonctionnement des autres étages.

Ainsi, le volume pompé est de $TF_1 \text{ m}^3/\text{h}$.

La courbe de débit minimal pour cet étage de pompe et pour un GVF de 70% peut être matérialisée par le segment de courbe 211 : un point de fonctionnement de cet étage situé à gauche de ce segment 211 correspond à un sous-régime de l'étage, régime pouvant détériorer celui-ci.

Lors d'un changement brutal de la composition du fluide pompé (ex. bouchon de gaz), le GVF du fluide peut varier en passant par exemple à 90%.

La deuxième courbe de fonctionnement GVF_{90} illustre le fonctionnement d'un étage de cette pompe) pour un « GVF » de 90%.

- 5 La courbe de débit minimal pour cet étage de pompe et pour un GVF de 90% peut être matérialisée par le segment de courbe 212.

- 10 Bien entendu, du fait de cette variation brutale, le point de fonctionnement de l'étage peut être modifié : celui-ci peut alors être déplacé sur la gauche au point 202 (la différence de pression ΔP_1 étant considérée comme constante pour l'échelle de temps pertinent à la mise en protection de la pompe).

Ainsi, le point de fonctionnement 202 correspond à un régime de sous-régime pour cet étage. Il peut être utile que ce régime ne soit pas maintenu durant une période de temps trop grande.

- 15 En référence à la figure 1, il est possible d'ouvrir les vannes 116 et 117 (comme décrit ci-avant) afin de réinjecter en amont de la pompe un liquide prélevé en aval de celle-ci et ainsi « ramener » l'étage dans un mode de fonctionnement non-dangereux pour l'étage ou la pompe (i.e. déplacer le point 202 vers la droite).

- 20 Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-avant à titre d'exemples ; elle s'étend à d'autres variantes.

D'autres réalisations sont possibles.

Par exemple, certaines vannes présentées par la figure 1 peuvent ne pas être présentes ou être regroupées.

- 25 De plus, plusieurs blocs de pompage peuvent être utilisés en parallèle afin d'augmenter la puissance de pompage. Ainsi, chaque bloc de pompage peut disposer d'un réservoir de séparation propre et d'une ligne de recyclage propre.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de pompage polyphasique comportant :

- une pompe (110) apte à pomper un fluide de pompage ;
- un circuit de recyclage (160) ;

5 - un réservoir séparateur (115) ;

dans lequel, le réservoir séparateur est connecté à une zone en aval de la pompe et est apte à séparer une phase liquide et une phase gazeuse à partir dudit fluide de pompage ;

10 dans lequel le circuit de recyclage est connecté au réservoir séparateur et est apte à permettre l'écoulement de la phase liquide dudit réservoir séparateur vers une zone en amont de la pompe.

dans lequel le circuit de recyclage comporte au moins en série :

- une vanne d'ouverture contrôlable (117), et
- une vanne d'ouverture rapide (116) ;

15 dans lequel la vanne d'ouverture rapide autorise sur commande l'écoulement ou non de la phase liquide dans le circuit de recyclage ;

et dans lequel, la vanne d'ouverture contrôlable est apte à être pré-ouverte pour autoriser l'écoulement partiel de la phase liquide dans le circuit de recyclage.

20 2. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif comporte en outre un réservoir mélangeur situé en amont de la pompe,

dans lequel l'écoulement de la phase liquide au travers du circuit de recyclage s'effectue vers ledit dispositif mélangeur.

25 3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif

comporte en outre un débitmètre polyphasique situé en aval de la pompe,

et dans lequel l'écoulement de la phase liquide dudit réservoir séparateur vers une zone en amont de la pompe est contrôlé en fonction d'au moins une mesure du fluide par ledit débitmètre polyphasique.

5

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel la au moins une mesure du fluide par ledit débitmètre polyphasique est une mesure parmi une mesure de débit volumique, et une mesure du ratio du volume de gaz sur le volume total.

10

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, dans lequel ledit débitmètre polyphasique situé en amont du réservoir séparateur.

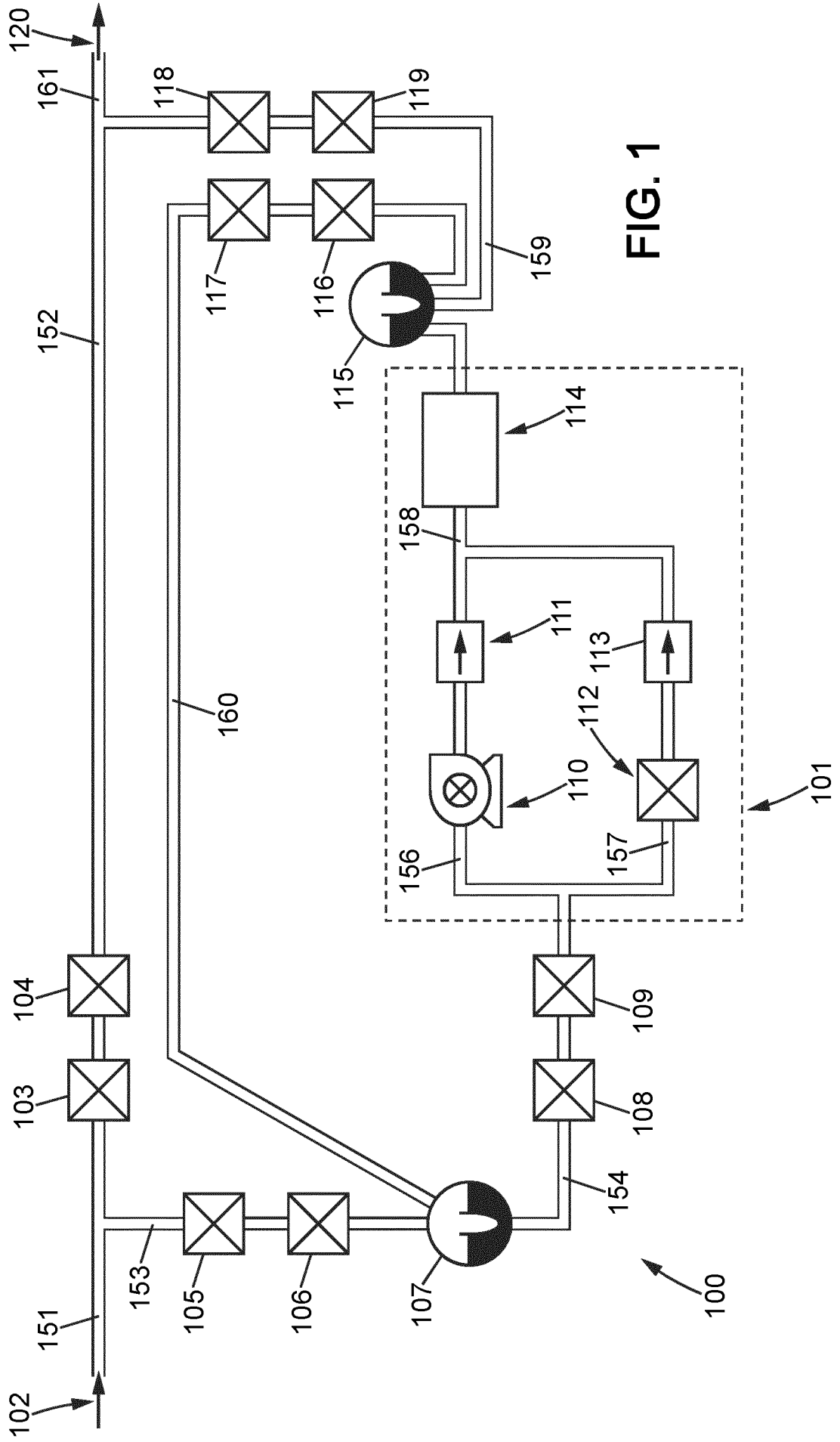
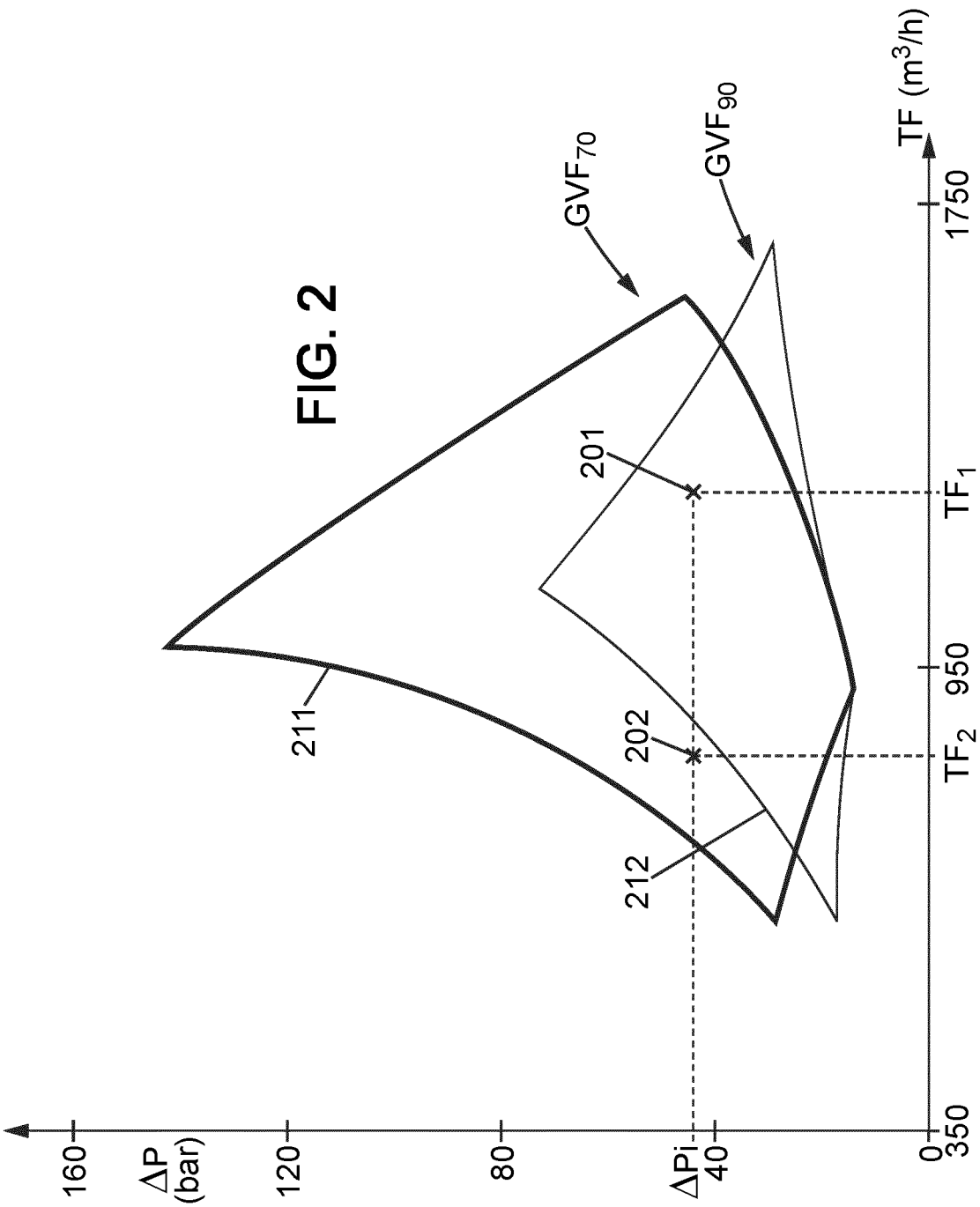


FIG. 1



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2007/274842 A1 (CURTISS-WRIGHT ELECTRO-MECHANICAL CORPORATION [US])
29 novembre 2007 (2007-11-29)

FR 2 936 312 A1 (GEOSERVICES EQUIPEMENTS [FR])
26 mars 2010 (2010-03-26)

GB 2 215 408 A (SHELL INTERN. RESEARCH [NL])
20 septembre 1989 (1989-09-20)

FR 2 760 526 A1 (ELF AQUITAINE S.A. [FR])
11 septembre 1998 (1998-09-11)

US 6 234 030 B1 (ROSEWOOD EQUIPMENT COMPANY [US])
22 mai 2001 (2001-05-22)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT