

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Dispositif de prélèvement de fuite de gaz avec débit élevé.

②② Date de dépôt : 29.05.20.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 03.12.21 Bulletin 21/48.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 29.07.22 Bulletin 22/30.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DUSSENNE Corentin et FABRE Jean-
Luc.

⑦③ Titulaire(s) : *GRTGAZ Société anonyme*.

⑦④ Mandataire(s) : *CABINET BEAU DE LOMENIE*.

FR 3 110 968 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de prélèvement de fuite de gaz avec débit élevé

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne la détection de fuites de gaz, par exemple du méthane, sur des infrastructures dans lesquelles circule du gaz. L'invention concerne tout particulièrement les dispositifs qui permettent de détecter ces fuites et de les quantifier en prélevant du gaz issu de ces fuites.

Technique antérieure

[0002] La détection des fuites de gaz, par exemple du méthane, sur des infrastructures de transport et de traitement de gaz est particulièrement critique, à la fois en ce qui concerne la sécurité et en ce qui concerne la limitation des émissions de gaz à effet de serre. Ces infrastructures peuvent par exemple être des terminaux méthaniers, des postes de livraison, des stations de compression, des sites de stockage, etc. Bien entendu, le méthane n'est pas le seul gaz pour lequel on souhaite détecter des fuites et d'autres infrastructures peuvent impliquer la mise en œuvre d'une détection de fuites de gaz.

[0003] En particulier, une détection quantitative des fuites de gaz est nécessaire, de manière à obtenir une image de ces fuites sur toute l'infrastructure. La quantification des fuites permet ensuite : de déterminer quelles sont les opérations de maintenance à effectuer, de faciliter la déclaration auprès d'une administration de la quantité de gaz à effet de serre émis par une infrastructure, et enfin de mieux connaître l'évolution d'une fuite dans le temps.

[0004] Une difficulté à surmonter relative à la sécurité est le respect de la norme ATEX (ATmosphères EXplosives), définie notamment dans les directives européennes 2014/34/UE et 1999/92/CE, qui impliquent des caractéristiques techniques particulières sur les dispositifs à utiliser dans un contexte où des gaz explosifs tels que le méthane sont contenus.

[0005] En général, pour mesurer une quantité de gaz s'échappant par une fuite, on utilise des moyens d'aspiration pour récolter le gaz issu de la fuite dilué dans le milieu ambiant (de l'air).. La mesure de la concentration par un détecteur, ici en méthane, de ce flux dilué, combiné à la connaissance du débit d'aspiration des moyens d'aspiration, permet de déduire le débit de fuite par la relation suivante :

$$[0006] \quad Q_{\text{fuite}} = Q_{\text{aspiration}} [CH_4]_{\text{détecteur}}$$

[0007] Avec Q_{fuite} le débit de la fuite de méthane, $Q_{\text{aspiration}}$ le débit d'aspiration, et $[CH_4]_{\text{détecteur}}$ la concentration de méthane mesurée par le détecteur.

- [0008] Comme on le conçoit, la relation présentée ci-dessus fournit un résultat correct dans la mesure où le gaz s'échappant par le point de fuite est complètement aspiré, et où un mélange idéal est obtenu entre l'air de dilution et le gaz d'intérêt.
- [0009] Ce type de mesure s'effectue actuellement au moyen de la technique désignée par le terme anglo-saxon de « bagging ». Dans cette technique, on aspire le méthane fuyard au moyen d'une pompe (compatible avec la norme ATEX, généralement une pompe à membrane) puis on détecte la concentration en méthane en aval des moyens d'aspiration au moyen d'un détecteur de méthane et de la relation présentée ci-dessus.
- [0010] Le méthane fuyard est aspiré au moyen de cette pompe et d'un tube souple fixé à proximité d'une fuite préalablement identifiée. Le tube et la région d'où provient la fuite sont enveloppés dans une poche (« bag » en anglais) telle qu'une toile ou un sac, ce qui permet de limiter l'influence de paramètres extérieurs tels que le vent, la direction de la fuite, etc. La poche reste munie d'une source d'air neuf (une ouverture). Pour fixer la poche, on utilise généralement des adhésifs pour positionner le tube à l'opposé de la source d'air neuf. L'utilisation de la poche permet d'aspirer l'intégralité de la fuite une fois que le régime permanent est atteint, dans la mesure où le tube et la ou les ouvertures sont suffisamment bien positionnées.
- [0011] Le diamètre du tube est généralement choisi suffisamment fin pour bien mélanger la fuite et le flux d'air provenant de l'extérieur, avant que le détecteur de méthane ne soit utilisé pour mesurer la concentration de méthane.
- [0012] La solution du bagging présente de nombreux inconvénients. Tout d'abord, la pompe utilisée requiert une alimentation en énergie électrique, ce qui peut être délicat à mettre en œuvre dans un contexte ATEX. Pour surmonter cette difficulté, il a été proposé d'utiliser des groupes électrogènes, mais ces derniers ne sont pas compatibles avec la norme ATEX et doivent donc être installés à distance dans des zones dites ATEX2 puis d'utiliser des rallonges électrique pour rejoindre les régions où les fuites sont situées (zones ATEX 0 ou 1).
- [0013] Un autre inconvénient de la technique du bagging est le besoin de matériel. En particulier, il est nécessaire d'utiliser une toile ATEX, des ciseaux, de l'adhésif, des dispositifs de pincement et de serrage pour la confection de la poche et sa mise en place autour de la région où les fuites sont situées. Des connectiques telles que des tuyaux souples et des vannes sont nécessaires pour utiliser la pompe. Enfin, des appareils tels que la pompe, le détecteur de méthane, des rallonges électriques, et une alimentation électrique (avec éventuellement du carburant) sont nécessaires.
- [0014] Il en résulte que la solution du bagging est chronophage, et nécessite la présence de deux opérateurs et une durée allant jusqu'à une heure pour l'installation.
- [0015] On connaît également de l'art antérieur l'appareil qui a été commercialisé sous le nom de « Hi-Flow Sampler » par la société américaine Bacharach. Cet appareil a pour

inconvenient de ne proposer qu'une aspiration trop faible et d'utiliser un détecteur limité à une détection de l'ordre de 300 ppm. Cet appareil est donc :

- inadapté pour quantifier des émissions de méthane de l'ordre de 10 à 20 litre par heure, et
- trop sensible au vent et à la géométrie de l'équipement fuyard.

[0016] . En outre, la pompe utilisée par cet appareil a une capacité d'aspiration limitée ce qui empêche de bien estimer les fuites importantes.

[0017] L'invention vise à résoudre certains au moins des inconvénients précités.

Exposé de l'invention

[0018] À cet effet, l'invention propose un dispositif de prélèvement d'une fuite d'un gaz d'intérêt comprenant :

une conduite d'aspiration ayant une entrée d'aspiration amont destinée à être amenée au voisinage d'une région au sein de laquelle on souhaite prélever une fuite,

un appareil de ventilation générant un flux de gaz ayant un débit supérieur à 300m³/H circulant dans la conduite d'aspiration depuis l'entrée d'aspiration amont vers l'aval de la conduite d'aspiration,

en aval de l'appareil de ventilation, un organe de prélèvement du gaz circulant dans la conduite d'aspiration.

[0019] Il a été observé par les inventeurs qu'en utilisant un appareil de ventilation ayant un débit supérieur à 300 mètres cube par heure (m³/H), on peut ne pas utiliser de poche (technique du bagging). En fait, si ce débit est suffisamment supérieur au débit de la fuite (ce qui est généralement le cas au-delà de 300 m³/H), l'intégralité de la fuite est aspirée dès lors que l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration est amenée à proximité de la fuite (typiquement à une distance de l'ordre de 10 à 50 cm).

[0020] L'absence de poche permet de limiter la quantité de matériel à utiliser et simplifie et accélère les opérations de détection et de quantifications des fuites.

[0021] L'homme du métier saura choisir quel appareil de ventilation utiliser en fonction des fuites à détecter dans une application, et connaît des appareils de ventilation aptes à produire des débits supérieurs à 300 m³/H. A titre indicatif, l'appareil de ventilation peut être un appareil à effet Venturi ou un ventilateur, comme expliqué plus en détail ci-après.

[0022] L'organe de prélèvement peut être connecté à un détecteur, ou encore à un réservoir. Deux alternatives sont donc possibles : la mesure directe de la concentration du gaz d'intérêt par un détecteur du dispositif connecté à l'organe de prélèvement, ou le stockage dans un réservoir connecté à l'organe de prélèvement pour permettre une mesure ultérieure de cette concentration. L'invention facilite donc la détection quantitative d'une fuite.

- [0023] Selon un mode de réalisation particulier, l'appareil de ventilation génère un flux de gaz ayant un débit supérieur à 1000, 2000, ou 3000 m³/H.
- [0024] En utilisant ces débits, on évite encore plus l'influence du vent autour de la fuite.
- [0025] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comporte un détecteur d'une concentration du gaz d'intérêt recevant du gaz prélevé par l'organe de prélèvement.
- [0026] On choisira préférentiellement des détecteurs capables de détecter des concentrations du gaz d'intérêt de l'ordre de centaines de ppm, ou préférentiellement de l'ordre du ppm.
- [0027] Selon un mode de réalisation particulier, le détecteur est un détecteur choisi dans la liste comprenant :
- détecteur à absorption infrarouge à cellule Herriott,
 - détecteur à semi-conducteur,
 - détecteur à photo-ionisation (habituellement désigné sous l'acronyme anglo-saxon PID : « PhotoIonization Detector »),
 - détecteur à ionisation de flamme (habituellement désigné sous l'acronyme anglo-saxon FID : « Flame ionization detector »),
 - spectromètre laser en circuit ouvert à source laser à Cascade Quantique (en anglais « OPLS : Open Path Laser Spectrometer » et « QLC : Quantum Cascade Laser »),
 - cellule électrochimique,
 - filament catalytique, et
 - catharomètre.
- [0028] Certains de ces détecteurs peuvent détecter des gaz tels que du méthane à des concentrations de l'ordre du ppm. De ce fait, en combinant ces détecteurs très sensibles avec l'appareil de ventilation présenté ci-avant, on peut détecter une gamme de fuite particulièrement large, des plus légères aux plus importantes en termes de débit.
- [0029] Aussi, il est particulièrement intéressant d'utiliser un détecteur avec une sensibilité de l'ordre du ppm parce que le débit d'aspiration est ici élevé. En fait, plus l'aspiration est puissante et plus la fuite est diluée et plus le détecteur doit être performant.
- [0030] Il a été observé par les inventeurs qu'avec un détecteur de ce type et une aspiration à un débit supérieur à 300 m³/H, on peut détecter des fuites issues de canalisations enterrées.
- [0031] Selon un mode de réalisation particulier, la conduite d'aspiration est évasée à son entrée d'aspiration amont.
- [0032] Ce mode de réalisation particulier permet de faciliter le positionnement de la conduite d'aspiration au voisinage de la fuite.
- [0033] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comprend un mélangeur de gaz disposé dans la conduite d'aspiration en aval de l'entrée d'aspiration amont et en amont de l'organe de prélèvement.

- [0034] Ce mélangeur permet d'améliorer l'homogénéité du mélange de faire en sorte que la concentration mesurée, par exemple par le détecteur, illustre bien la concentration réelle.
- [0035] Selon un mode de réalisation particulier, l'appareil de ventilation est un appareil à effet Venturi comportant un injecteur d'un gaz moteur agencé au voisinage de l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration.
- [0036] Les appareils à effet Venturi sont particulièrement bien adaptés pour être utilisés dans un contexte ATEX car leur fonctionnement est purement pneumatique. En effet, l'injecteur de gaz moteur peut être relié à une alimentation en gaz (par exemple de l'air comprimé en bouteilles) par un appareil pouvant être un tube muni d'une vanne pour initier l'aspiration.
- [0037] L'injecteur du gaz moteur est orienté vers l'intérieur de la conduite d'aspiration de sorte qu'une dépression apparaisse au voisinage de l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration, pour provoquer cette aspiration.
- [0038] Par exemple, l'injecteur du gaz moteur débouche dans un étranglement ou une restriction de la conduite d'aspiration située au voisinage de l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration.
- [0039] De préférence, le gaz moteur est un gaz neutre qui n'affecte pas une mesure ultérieure de la concentration du gaz d'intérêt. Par exemple, on peut utiliser de l'air puisque la fuite est déjà mélangée avec de l'air.
- [0040] On pourra dimensionner la conduite d'aspiration et choisir une pression pour le gaz additionnel qui permette de générer un débit supérieur à 300 m³/H (par exemple 2 bars).
- [0041] Selon un mode de réalisation particulier, l'appareil de ventilation comporte un ventilateur alimenté en énergie électrique par une batterie.
- [0042] Le ventilateur est ici une machine électrique capable d'entraîner en rotation une roue à aube configurée pour, lors de sa rotation, provoquer une aspiration.
- [0043] Ce ventilateur peut être de type axial, avec un arbre agencé dans la direction amont-aval de la conduite d'aspiration.
- [0044] De manière alternative, ce ventilateur peut être de type radial, avec un arbre agencé dans un plan orthogonal à la direction amont-aval de la conduite d'aspiration.
- [0045] L'utilisation de batteries électriques permet de faciliter le transport de l'appareil et permet de ne pas utiliser de groupe électrogène (éventuellement avec des rallonges électriques).
- [0046] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif est un dispositif selon la norme ATEX, par exemple un dispositif selon la directive européenne 2014/34/UE, et/ou un dispositif selon la norme AMCA Standard 99-0401 (« AMCA : Air Movement and Control Association », association professionnelle américaine).

- [0047] A titre indicatif, un dispositif selon la norme ATEX peut être muni d'une enveloppe anti-déflagration, peut être configuré pour empêcher la production d'étincelles, peut être muni d'une encapsulation de circuits électriques, d'une immersion d'une portion du dispositif dans une huile, d'un remplissage pulvérulent, ou encore d'une mise en surpression d'une portion du dispositif.
- [0048] Selon un mode de réalisation particulier, la conduite d'aspiration est rigide.
- [0049] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comprend en outre une, à son entrée d'aspiration amont, une collerette ou une jupe (par exemple en forme de cloche).
- [0050] La jupe peut être flexible et peut limiter l'influence de paramètres extérieurs (par exemple le vent). En outre, la jupe ou la collerette renforcent l'aspiration dans la région située à l'extérieur de la conduite d'aspiration devant l'entrée d'aspiration amont.
- [0051] Selon un mode de réalisation particulier, la conduite d'aspiration a une longueur comprise en 20 et 200 centimètres, et un diamètre compris entre 3 et 30 centimètres.
- [0052] Ainsi, la conduite d'aspiration peut être aisément transportée et manipulée par un opérateur.
- [0053] On peut noter que le diamètre de la conduite d'aspiration peut varier dans cette plage, par exemple si la conduite d'aspiration comporte un évasement s'étendant depuis l'entrée d'aspiration amont.
- [0054] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comprend en outre un calculateur d'un débit de fuite à partir d'une concentration délivrée par le détecteur.
- [0055] Ce mode de réalisation particulier peut être implémenté lorsque le dispositif est équipé du détecteur.
- [0056] Ce calculateur tient compte du débit du flux généré par l'appareil de ventilation.
- [0057] Selon un mode de réalisation particulier, l'organe de prélèvement est muni de plusieurs orifices.
- [0058] Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comporte un réservoir recevant du gaz prélevé par l'organe de prélèvement.
- [0059] L'utilisation d'un réservoir permet de collecter un mélange comprenant la fuite de gaz pour mettre en œuvre ultérieurement des mesures de concentration du gaz d'intérêt. En particulier, on peut mettre en œuvre ces mesures dans un laboratoire et utiliser des appareils qui ne peuvent pas être utilisés à proximité de la fuite (par exemple un chromatographe).
- [0060] Ce réservoir peut être ouvrable lorsque le dispositif aspire et fermable à la fin de l'aspiration, par exemple au moyen d'une vanne.
- [0061] L'utilisation d'un réservoir est avantageuse pour une mesure ultérieure car elle permet d'utiliser des détecteurs très sensibles aux fluctuations de pression, et de lisser dans le temps les variations de pression.

[0062] Par ailleurs, l'utilisation d'un réservoir permet d'obtenir un lissage de la concentration instantanée du gaz d'intérêt sur la durée du prélèvement, et ainsi d'améliorer la précision de la mesure.

Brève description des dessins

[0063] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les figures :

[Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un dispositif selon un exemple.

[Fig.2] La [Fig.2] est une représentation schématique d'un dispositif analogue à celui de la [Fig.1] avec une bouteille de gaz additionnelle et une autre forme d'injecteur.

[Fig.3] La [Fig.3] est une représentation schématique d'un dispositif selon un autre exemple.

[Fig.4] La [Fig.4] est une représentation schématique d'un dispositif selon un autre exemple.

[Fig.5A] La [Fig.5A] est une représentation d'un exemple de tube de prélèvement.

[Fig.5B] La [Fig.5B] représente le tube de prélèvement de la [Fig.5A] dans une conduite d'aspiration.

[Fig.6A] La [Fig.6A] est une représentation d'un autre exemple de tube de prélèvement.

[Fig.6B] La [Fig.6B] représente le tube de prélèvement de la [Fig.6A] dans une conduite d'aspiration.

Description des modes de réalisation

[0064] On va maintenant décrire des dispositifs qui permettent de prélever des fuites de gaz. Ce prélèvement permet de détecter quantitativement des fuites de gaz. Deux alternatives seront décrites : la détection quantitative au moyen d'un détecteur du dispositif, ou la détection ultérieure à partir de gaz stocké dans un réservoir (ces alternatives sont néanmoins compatibles entre-elles).

[0065] Dans les exemples qui suivent, le méthane est le gaz d'intérêt à détecter. L'invention n'est néanmoins nullement limitée à la détection du méthane et vise également la détection d'autres gaz.

[0066] Par détecter quantitativement, on entend à la fois déterminer que ce gaz est présent, et déterminer l'intensité de la fuite, par exemple en estimant une concentration de ce gaz ou également en estimant un débit associé à la fuite.

[0067] Sur la [Fig.1], on a représenté un dispositif 100 de détection quantitative de fuites (c'est-à-dire un dispositif de prélèvement qui peut en outre effectuer une détection quantitative).

- [0068] Ce dispositif comprend une conduite d'aspiration 101, ici une conduite rigide réalisée par exemple dans un matériau plastique, en aluminium, ou encore en carton. La conduite d'aspiration 101 a une longueur comprise entre 10 et 200 centimètres, et un diamètre compris entre 3 et 30 centimètres. Ainsi, la conduite d'aspiration 101 peut être manipulée aisément par un opérateur.
- [0069] La conduite d'aspiration 101 comporte une entrée d'aspiration amont 102 et une extrémité aval 103. L'entrée d'aspiration amont 102 est destinée à être amenée au voisinage d'une région au sein de laquelle on souhaite détecter une fuite. Par exemple, un opérateur peut manipuler la conduite d'aspiration pour l'amener dans une région où il existe une présomption de présence d'une fuite.
- [0070] Dans l'exemple illustré, la fuite provient d'une canalisation 200 et elle est représentée par une flèche 201 qui illustre le flux de méthane qui s'échappe de la canalisation 200. L'entrée d'aspiration amont est donc amenée à une distance faible de la fuite, par exemple une distance inférieure à 50 centimètres voire inférieure à 10 centimètres.
- [0071] La conduite d'aspiration 101 est évasée au niveau de l'entrée d'aspiration amont 102 pour faciliter le placement de la conduite d'aspiration au voisinage de la fuite.
- [0072] Le dispositif 100 est équipé d'un appareil de ventilation du type à effet Venturi, qui comprend un injecteur annulaire 104 formé par une portion de conduite concentrique avec la conduite d'aspiration 101 s'étendant dans la conduite d'aspiration depuis l'entrée d'aspiration amont 102 jusqu'à la fin de la portion évasée de la conduite d'aspiration. Ainsi, l'injecteur annulaire 104 injecte un gaz appelé gaz moteur dans un étranglement de la conduite d'aspiration situé entre la portion évasée et le reste de la conduite d'aspiration, et orienté vers l'aval de la conduite d'aspiration.
- [0073] L'invention n'est néanmoins nullement limitée aux injecteurs annulaires, tout injecteur débouchant dans un étranglement de la conduite d'aspiration, placé au voisinage de l'entrée d'aspiration amont, et orienté vers l'aval de la conduite d'aspiration peut être utilisé.
- [0074] Un flux de gaz moteur 105 est injecté au moyen de l'injecteur annulaire 104. Les éléments placés en amont dans la chaîne d'apport de ce gaz moteur seront décrits plus en détail en référence à la [Fig.2].
- [0075] Cette injection de gaz moteur met en mouvement une importante masse d'air, ce qui génère une dépression devant l'entrée d'aspiration amont de la conduite. On obtient ainsi une aspiration.
- [0076] La géométrie de la conduite d'aspiration, ses dimensions, et le débit de l'injection de gaz moteur sont configurés pour provoquer cette aspiration, avec un débit supérieur à 300m³. A titre indicatif, on peut utiliser l'appareil commercialisé par la société française LACAYELLE SAS sous la dénomination commerciale VENTU 2450.

- [0077] En plus du flux de méthane 201, de l'air neuf est également aspiré dans un flux représenté par les flèches 202.
- [0078] Bien que cela soit optionnel, on utilise ici un mélangeur 106 en aval de l'entrée d'aspiration 102 pour mélanger le flux de méthane 201 avec le flux d'air neuf 202. Le mélangeur 106 peut être un mélangeur statique.
- [0079] On obtient ainsi un flux mélangé 107 qui circule vers l'aval de la conduite d'aspiration.
- [0080] On peut ensuite détecter le méthane dans ce flux d'air mélangé, par exemple au moyen d'un organe de prélèvement, ici un tube 108 qui s'étend dans la conduite d'aspiration en aval du mélangeur et qui est connecté fluidiquement à un détecteur 109.
- [0081] Ici, le détecteur 109 est un détecteur à absorption infrarouge à cellule Herriott ou un détecteur à semi-conducteur, et il délivre une concentration de méthane contenu dans le flux mélangé 107 avec une précision de l'ordre de 5 PPM.
- [0082] Comme expliqué ci-avant, l'invention trouve application dans la détection d'autres fuites que le méthane. Dans la table qui suit, on peut lire des exemples de type de capteurs mis en correspondance avec les molécules détectées et leur seuil de sensibilité :

[0083] [Tableaux1]

Couplage à l'aspirateur	Type de détecteur	Molécule détectée	Seuil de sensibilité (ordre de grandeur)
Adapté aux fortes dilutions	PID	COV	1 ppm
	FID	Composé organique	1 ppm
	Cellules IR type Herriot	Méthane	1 ppm
	Semi-conducteur (2)	Tout type	10 ppm
	OPLS à source QCL (1)	Méthane	5 à 10 ppb
Moins adapté mais possible si peu dilué	Cellule électro-chimique	Tout type	300 ppm
	Filament catalytique	Combustibles	
	semi-conducteur (2)	Tout type	
	Détection IR	Méthane, CO2	
	Catharomètre	Tout type mais en particulier molécules à forte conductivité thermique (He, H2...)	

[0084] Les détecteurs qui sont adaptés pour l'utilisation d'un réservoir, tel que le réservoir RES décrit ci-après, sont bien adaptés pour les mélanges peu dilués.

[0085] Bien que cela soit optionnel, le dispositif 100 est également équipé d'un calculateur CALC d'un débit de fuite à partir de la concentration délivrée par le détecteur 109.

[0086] Le flux mélangé 107 est obtenu par le mélange du flux de méthane 201, du flux d'air neuf 202, et du flux de gaz moteur 105. Cela étant dit, il a été observé par les inventeurs de la présente invention que la contribution du flux de gaz moteur est négligeable et que la relation suivante s'applique pour déterminer le débit le débit de la fuite de méthane :

$$[0087] \quad Q_{\text{fuite}} = Q_{\text{aspiration}} [CH_4]_{\text{détecteur}}$$

[0088] Avec Q_{fuite} le débit de la fuite de méthane, $Q_{\text{aspiration}}$ le débit d'aspiration, et $[CH_4]$

détecteur la concentration de méthane mesurée par le détecteur.

- [0089] Eventuellement, une étape d'étalonnage peut permettre de vérifier cette relation.
- [0090] Le débit d'aspiration pourra être soit connu car fourni par le fabricant de l'appareil d'aspiration, soit calculable à partir des dimensions de la conduite d'aspiration et du débit associé au flux de gaz additionnel, soit mesurable par un capteur de débit.
- [0091] Alternativement, on peut déduire la valeur du débit d'aspiration d'une droite de calibration obtenue en observant différents débits de fuite connus.
- [0092] De manière optionnelle, le calculateur CALC est équipé d'un affichage permettant d'afficher la valeur calculée du débit de la fuite.
- [0093] Sur la [Fig.2], on a représenté un dispositif analogue à celui de la [Fig.1] avec les éléments nécessaires au fonctionnement de l'appareil de ventilation à effet Venturi. Le dispositif de la [Fig.2] diffère de celui de la [Fig.1] en ce qu'il est muni d'un injecteur 104' qui débouche au centre de la conduite d'aspiration.
- [0094] Sur cette figure, on peut voir que l'injecteur 104' est connecté à une première vanne basse pression 110 qui permet de contrôler le fonctionnement de l'appareil d'aspiration. En amont de cette vanne basse pression, on a connecté une bouteille 111 contenant du gaz moteur sous pression (par exemple de l'air, du dioxyde de carbone, ou encore du diazote). Cette bouteille est connectée à la vanne basse pression au moyen d'un tube 112, d'un détendeur 113 adapté pour la pression plus basse à laquelle on souhaite faire sortir le gaz additionnel, et d'une vanne haute pression 114.
- [0095] On notera que ces éléments sont pneumatiques et donc facilement compatibles avec la norme ATEX. En outre, les éléments 110 à 114 peuvent être inclus ou non dans le dispositif 100.
- [0096] La [Fig.3] représente un dispositif 100' qui diffère de celui des figures 1 et 2 en ce qu'il ne comporte pas d'appareil de ventilation à effet Venturi.
- [0097] Les éléments représentés sur la [Fig.3] et qui portent les mêmes références que ceux des figures 1 et 2 sont identiques.
- [0098] L'appareil de ventilation du dispositif 100' comporte un ventilateur axial 120. On peut noter qu'il est également possible d'utiliser un ventilateur radial.
- [0099] Le ventilateur axial est ici une machine électrique capable d'entraîner en rotation une roue à aube configurée pour, lors de sa rotation, provoquer une aspiration avec un débit supérieur à 300m³/H.
- [0100] Ce ventilateur axial est alimenté en énergie électrique par une batterie 121 du dispositif 100'. La batterie 121 et la turbine 100 sont de préférence compatibles avec la norme ATEX.
- [0101] En outre, le dispositif de la [Fig.3] n'est pas équipé d'un détecteur mais d'un réservoir RES recevant du gaz du tube de prélèvement 108. Ce réservoir peut être initialement vide et être rempli lorsque l'appareil est utilisé. Le dispositif 100' est donc

un dispositif de prélèvement qui permet de mettre en œuvre une détection quantitative.

- [0102] Le réservoir RES peut être muni d'une vanne pour être transporté et permettre l'analyse du gaz qu'il contient ultérieurement, par exemple dans un laboratoire. Ce mode de réalisation permet de mettre en œuvre des analyses par chromatographe, par exemple.
- [0103] L'obtention d'un débit pour la fuite dépendra également de la durée pendant laquelle le réservoir a reçu du gaz.
- [0104] La [Fig.4] montre le dispositif 100 de la [Fig.1] dans une configuration où il est en outre équipé d'une jupe 130 ayant un diamètre supérieur à celui de la conduite d'aspiration, connectée à l'entrée d'aspiration amont de la conduite, et flexible. Cette jupe permet d'entourer une région dans laquelle une fuite est située pour limiter l'influence de paramètres extérieurs tels que le vent.
- [0105] On pourra également utiliser une collerette à la place de la jupe. La collerette et la jupe ont en outre pour avantage de renforcer l'aspiration devant l'entrée d'aspiration amont.
- [0106] Sur la [Fig.5A], on a représenté un tube de prélèvement 108' pouvant être monté à l'intérieur de la conduite d'aspiration 101, comme cela est représenté sur la [Fig.5B].
- [0107] Le tube de prélèvement 108' peut récupérer une partie du flux mélangé 107 décrit ci-avant pour alimenter un détecteur tel que le détecteur 109.
- [0108] Ici, le tube de prélèvement a une forme d'anneau équipé, sur sa face faisant face à l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration 101, d'une pluralité d'orifices OR' équirépartis et dans lesquels le flux mélangé peut pénétrer.
- [0109] L'utilisation d'une pluralité d'orifices permet de compenser un éventuel manque d'homogénéité du flux mélangé 107.
- [0110] Sur la [Fig.6A], on a représenté un autre exemple de tube de prélèvement, ici un tube de prélèvement en forme de trident avec des pointes configurées pour être agencées dans la direction générale de la conduite d'aspiration 101 ([Fig.6B]), avec des orifices OR'' aux extrémités des pointes qui font face à l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration 101.
- [0111] Cette configuration permet également de compenser un manque d'homogénéité du flux mélangé 107.
- [0112] Les dispositifs décrits ci-avant permettent d'accélérer 10 à 50 fois les opérations de détection de fuites et de quantification des fuites de gaz.
- [0113] Aussi, des appareils utilisant l'effet Venturi ont été réalisés et ont présenté des débits d'aspiration de l'ordre de 2450 m³/H, avec une bonne linéarité observée par rapport au débit d'aspiration, et un temps caractéristique de mesure de 20 secondes. En fait, les mesures sont bien répétables avec un coefficient de variation inférieur à 10% sur une large gamme de débits.

[0114] En outre, des dispositifs à effet Venturi ont été réalisés avec une masse de l'ordre de 17 kilogrammes, et ce en incluant des bouteilles d'air comprimé. Les dispositifs selon l'invention sont donc tout à fait manipulables.

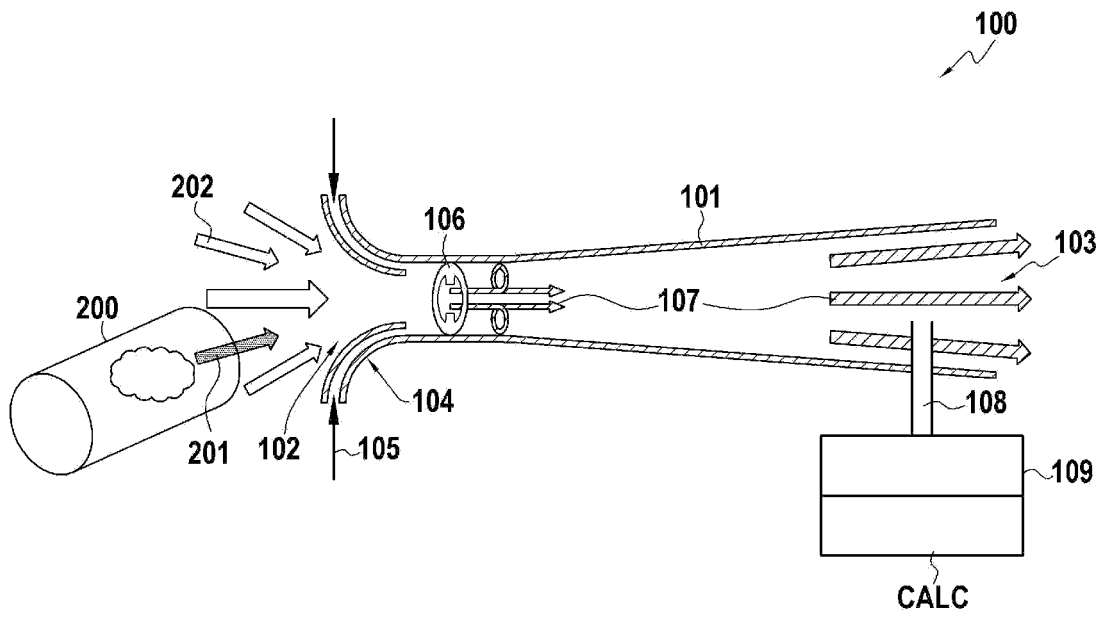
Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de prélèvement d'une fuite (201) d'un gaz d'intérêt comprenant :
- une conduite d'aspiration (101) ayant une entrée d'aspiration amont (102) destinée à être amenée au voisinage d'une région au sein de laquelle on souhaite prélever une fuite,
- un appareil de ventilation générant un flux de gaz (107) ayant un débit supérieur à 300m³/H circulant dans la conduite d'aspiration depuis l'entrée d'aspiration amont vers l'aval de la conduite d'aspiration (101),
- en aval de l'appareil de ventilation, un organe de prélèvement du gaz circulant dans la conduite d'aspiration,
- caractérisé en ce qu'il comporte un réservoir recevant du gaz prélevé par l'organe de prélèvement.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, dans lequel l'appareil de ventilation génère un flux de gaz ayant un débit supérieur à 1000, 2000, ou 3000 m³/H.
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le dispositif comporte un détecteur d'une concentration du gaz d'intérêt recevant du gaz prélevé par l'organe de prélèvement.
- [Revendication 4] Dispositif selon la revendication 3, dans lequel le détecteur est un détecteur à absorption infrarouge à cellule Herriott, ou un détecteur à semi-conducteur, ou un détecteur à photo-ionisation, ou un détecteur à ionisation de flamme, ou un spectromètre laser en circuit ouvert à source laser à Cascade Quantique, ou une cellule électrochimique, ou un filament catalytique, ou un catharomètre.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la conduite d'aspiration (101) est évasée à son entrée d'aspiration amont.
- [Revendication 6] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant un mélangeur de gaz (106) disposé dans la conduite d'aspiration en aval de l'entrée d'aspiration amont et en amont de l'organe de prélèvement.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'appareil de ventilation est un appareil à effet Venturi comportant un

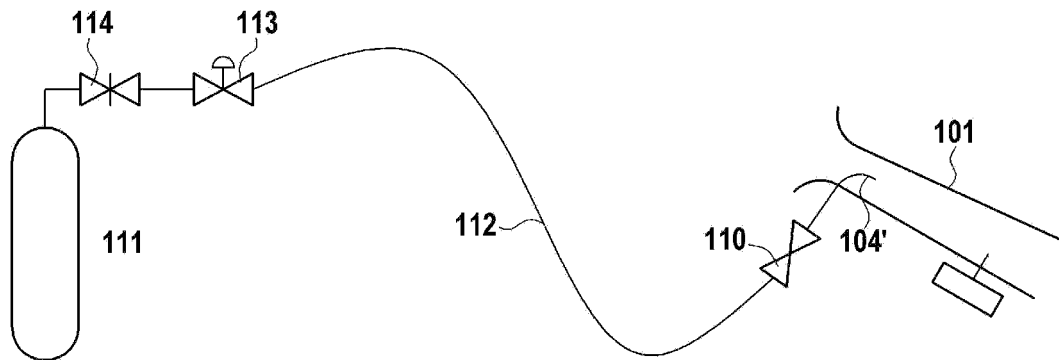
injecteur (104) d'un gaz moteur agencé au voisinage de l'entrée d'aspiration amont de la conduite d'aspiration (101).

- [Revendication 8] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'appareil de ventilation comporte un ventilateur (120) alimenté en énergie électrique par une batterie (121).
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la conduite (101) est rigide.
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre, à son entrée d'aspiration amont, une collerette ou une jupe.
- [Revendication 11] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel la conduite d'aspiration (101) a une longueur comprise en 20 et 200 centimètres, et un diamètre compris entre 3 et 30 centimètres.
- [Revendication 12] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, comprenant en outre un calculateur (CALC) d'un débit de fuite à partir d'une concentration délivrée par le détecteur.
- [Revendication 13] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel l'organe de prélèvement est muni de plusieurs orifices (OR', OR'').

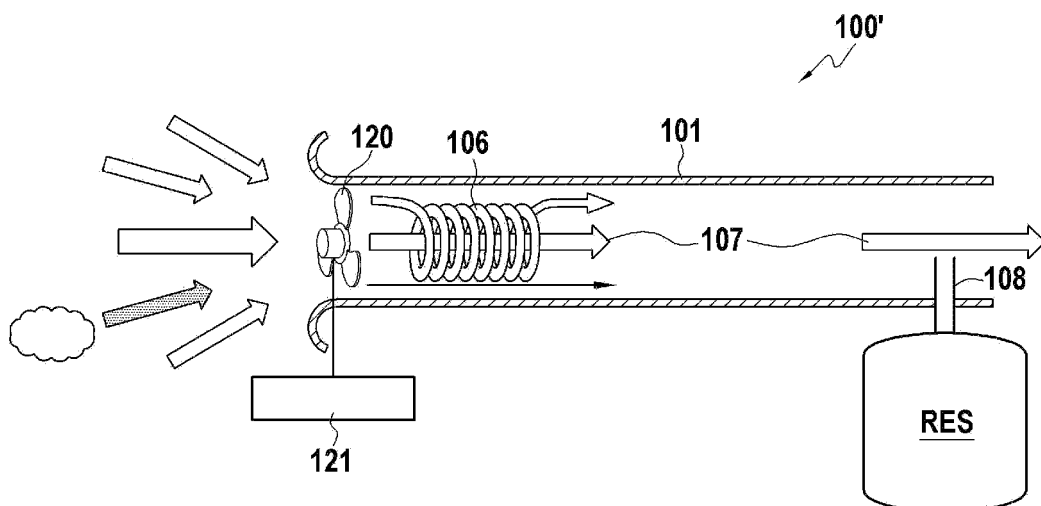
[Fig. 1]



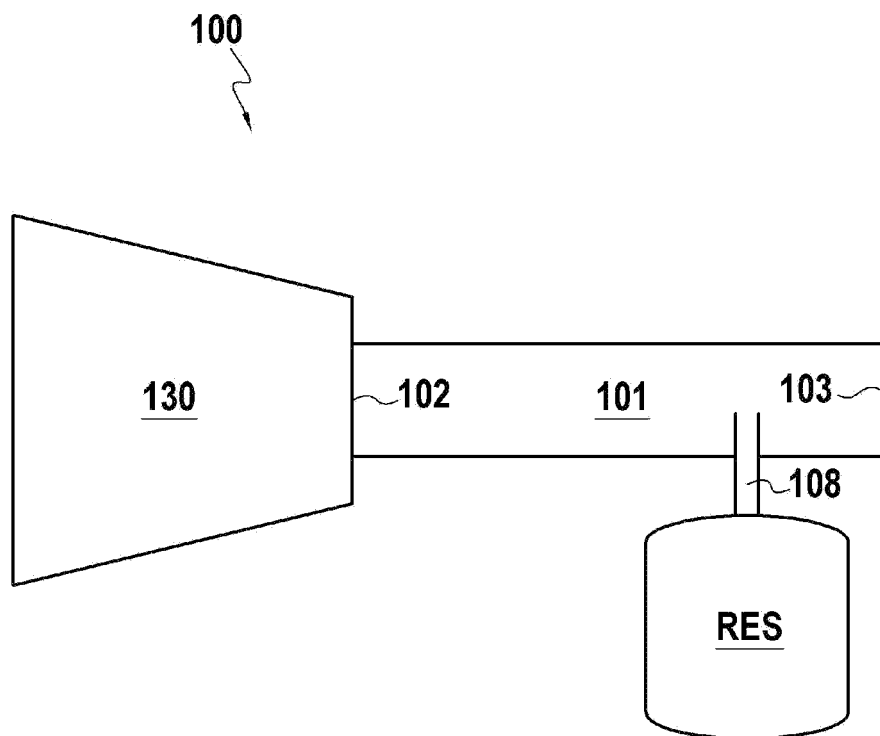
[Fig. 2]



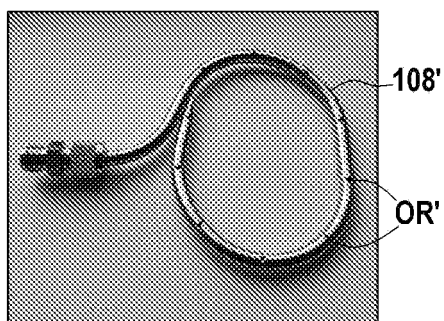
[Fig. 3]



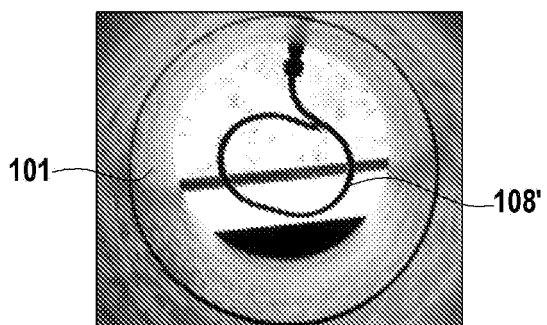
[Fig. 4]



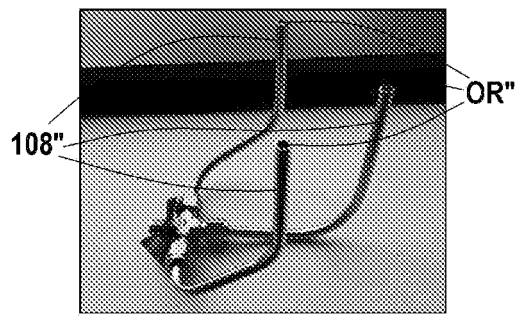
[Fig. 5A]



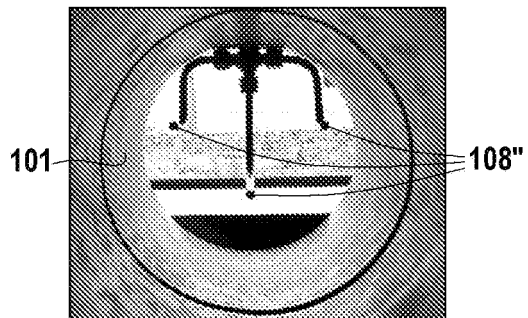
[Fig. 5B]



[Fig. 6A]



[Fig. 6B]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.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'ETABLISSEMENT DU PRESENT 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 CITES DANS LE PRESENT 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 6 314 793 B1 (WEBB MICHAEL [US] ET AL)
13 novembre 2001 (2001-11-13)

US 2010/294026 A1 (WETZIG DANIEL [DE] ET
AL) 25 novembre 2010 (2010-11-25)

US 5 417 105 A (MARTINEZ ERASMO [US] ET
AL) 23 mai 1995 (1995-05-23)

JP 2001 050852 A (NIPPON KOKAN KK)
23 février 2001 (2001-02-23)

**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