(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 064 363**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **17 52539**

(51) Int Cl[8] : ***G 01 N 33/00*** *(2017.01), G 01 N 1/22*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

# (54) DISPOSITIF PORTABLE POUR LA DETECTION ET LE PRELEVEMENT DE POLLUANTS DANS UN GAZ ET PROCEDE MIS EN ŒUVRE PAR LEDIT DISPOSITIF.

(22) **Date de dépôt :** 27.03.17.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 28.09.18 Bulletin 18/39.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 23.07.21 Bulletin 21/29.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *ACTION EUROPE Société à responsabilité limitée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** HOFFARTH OLIVIER.

(73) **Titulaire(s) :** ACTION EUROPE Société à responsabilité limitée.

(74) **Mandataire(s) :** CABINET LAURENT ET CHARRAS.

FR 3 064 363 - B1

# DISPOSITIF PORTABLE POUR LA DETECTION ET LE PRELEVEMENT DE POLLUANTS DANS UN GAZ ET PROCEDE MIS EN ŒUVRE PAR LEDIT DISPOSITIF

Domaine technique :

La présente invention concerne un dispositif portable pour la détection et, selon les variantes de réalisation, le prélèvement de polluants dans un gaz comportant au moins une pompe et une chambre de mesure pourvue au moins d'un capteur de pollution, ladite pompe étant agencée pour faire circuler un volume de gaz dans ladite chambre de mesure permettant d'effectuer une mesure d'au moins un polluant contenu dans ledit volume de gaz.

L'invention concerne également un procédé de détection et, selon les variantes de réalisation, de prélèvement de polluants dans un gaz, dans lequel pour procéder à la mesure, on utilise un dispositif portable tel que défini ci-dessus, on procède à ladite mesure en faisant circuler un volume de gaz au travers de ladite chambre de mesure au moyen de ladite pompe et on détecte la présence d'au moins un polluant au moyen dudit au moins un capteur de pollution.

Technique antérieure :

La surveillance de la qualité de l'air constitue une préoccupation majeure de santé publique et a pour objectif de détecter la présence de polluants et de déclencher des procédures d'alertes en cas de dépassement de seuils de pollution. Les seuils de pollution sont fixés par décret et définissent un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgences doivent être prises. La surveillance de la qualité de l'air concerne aussi bien l'air ambiant à l'intérieur qu'à l'extérieur de locaux, que

toute autre atmosphère gazeuse, y compris la vapeur.

Par polluants, on entend par exemple les composés organiques volatils (COV) qui sont des composés organiques pouvant facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère, mais également tout autre type de substances nocives pour la santé, telles que les pesticides, herbicides, acaricides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'éthanol, le dihydrogène ($H_2$), l'ammoniac ($NH_3$), le méthane ($CH_4$), le dioxyde d'azote ($NO_2$), l'oxyde d'azote (NOx), le dioxyde de soufre ($SO_2$), l'ozone (O3), etc. On entend également par polluants les particules fines solides, telles qu'à titre d'exemple les fibres d'amiante ou similaires classées cancérigènes pour l'homme.

Le prélèvement de polluants dans l'air peut être effectué de manière active ou passive. L'invention s'intéresse plus particulièrement à la détection et au prélèvement de manière active.

A titre d'exemple, pour prélever les COV dans l'air (intérieur ou extérieur), l'homme du métier utilise généralement une pompe à débit constant, qui peut être une pompe à piston manuelle ou une pompe à membrane, pour prélever un volume défini d'air au travers d'un piège garni d'un adsorbant de type Tenax® ou charbon actif se présentant sous la forme d'un tube de prélèvement. Le préleveur raccorde un tube de prélèvement à la pompe et règle le débit recommandé en fonction du polluant et de la durée d'exposition tolérée par le législateur. Le volume d'air à prélever et le débit à respecter sont imposés pays par pays dans les règlementations en vigueur. Après la phase de prélèvement, le tube de prélèvement est envoyé à un laboratoire d'analyse pour effectuer une extraction chimique ou thermique permettant de doser et d'identifier les polluants.

Une des premières difficultés des procédés actuels réside dans la vérification du débit d'air avant et après le prélèvement pour définir et calculer le volume d'air prélevé

afin de pouvoir calculer la concentration de polluants dans l'air. Cette opération est généralement effectuée à l'aide d'un débitmètre externe à la pompe, en connectant l'extrémité libre du tube de prélèvement au débitmètre externe pour pouvoir effectuer la mesure de débit.

Un autre inconvénient se situe au niveau de l'enregistrement des données liées aux conditions de prélèvement ainsi qu'au report et à la transcription de ces données. Seuls quelques rares fabricants proposent l'enregistrement de la température et du taux d'humidité de l'air ambiant au moment du prélèvement alors que ces données ont une influence non négligeable sur le volume d'air prélevé et donc sur la précision du calcul de la concentration de polluants dans l'air.

Par ailleurs, la recherche d'une ou de plusieurs sources de pollution dans un environnement peut avoir un intérêt majeur, étant donné qu'elle permet de diligenter les interventions nécessaires en vue d'éradiquer la pollution le plus rapidement possible. Or la plupart des dispositifs de prélèvement connus sont encombrants, lourds et complexes, ne permettant pas d'envisager ce type de recherche qui nécessite un dispositif portable pour pouvoir se déplacer aisément dans ledit environnement, même dans des zones difficiles d'accès.

Les solutions actuelles ne sont donc pas complètes ni optimisées.

Exposé de l'invention :

La présente invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un dispositif portable pour la détection et le prélèvement de polluants dans un gaz, ainsi qu'un procédé associé, ce dispositif étant autonome, complet, modulable, modulaire et polyvalent, de conception simple, économique et compacte, adapté aussi bien pour la détection du niveau de pollution (faible, moyen important), qu'au prélèvement proprement dit destiné à être analysé en laboratoire, permettant en outre de connaître

le niveau de pollution avant et pendant un prélèvement, de suivre l'évolution du niveau de pollution pendant un prélèvement, de suivre et de localiser une source de pollution, de comparer des atmosphères entre elles, d'enregistrer une courbe retraçant le niveau de pollution et son évolution.

Ce but est atteint par un dispositif portable du genre indiqué en préambule, caractérisé en ce qu'il comporte un module de mesure commandé par un module de pilotage, en ce que le module de mesure comporte un boitier de pompage et une ligne de mesure disposée à l'extérieur dudit boitier de pompage et comportant ladite chambre de mesure, en ce que ledit boitier de pompage comporte un débitmètre associé à ladite pompe pour contrôler en temps réel le volume de gaz mis en circulation dans ladite chambre de mesure, en ce que ledit capteur de pollution est agencé pour détecter en temps réel le niveau de pollution dans ledit volume de gaz, et en ce que ledit module de pilotage comporte un écran d'affichage permettant de visualiser en temps réel ce niveau de pollution et son évolution pendant la durée de la mesure.

Dans une forme de réalisation préférée, la ligne de mesure est avantageusement complétée par au moins un tube de prélèvement pourvu au moins d'un adsorbant, raccordé en série, en amont ou en aval de ladite chambre de mesure, agencé pour piéger ledit au moins un polluant dans ledit tube de prélèvement permettant d'effectuer une analyse dudit polluant de manière différée.

Selon les variantes de réalisation, la chambre de mesure peut comporter un capteur de pollution multiples agencé pour détecter plusieurs polluants et/ou plusieurs capteurs de pollution simples agencés pour détecter chacun un seul polluant. Le ou lesdits capteurs de pollution peuvent être constitués de micro-capteurs agencés pour délivrer un signal électrique proportionnel au niveau de pollution détecté.

Le dispositif portable selon l'invention peut comporter une alarme agencée pour se

déclencher automatiquement lorsque le niveau de pollution dépasse un seuil de pollution défini, ladite alarme étant choisie dans le groupe comportant une alarme sonore, une alarme visuelle, une alarme vibrante.

Il peut en outre comporter un avertisseur sonore agencé pour délivrer un signal acoustique dont la fréquence est proportionnelle au niveau de pollution détecté permettant une recherche de source de pollution.

Dans la forme de réalisation préférée, la chambre de mesure comporte des capteurs additionnels agencés pour mesurer les conditions dans lesquelles s'effectue la mesure, ces capteurs étant choisis dans le groupe comprenant un capteur de température, un capteur d'humidité, un capteur de pression atmosphérique.

Le module de mesure et le module de pilotage sont avantageusement constitués de modules séparés et connectés entre eux via une connexion filaire ou non filaire. Le module de pilotage comporte à cet effet un appareil électronique pourvu dudit écran d'affichage et d'une unité mémoire, et agencé pour afficher en temps réel sur ledit écran une représentation graphique dudit niveau de pollution et enregistrer la mesure dans un fichier spécifique.

Il peut également comporter un système de géolocalisation et/ou une horloge. Dans ce cas, il enregistre avantageusement les données géographiques du lieu de la mesure et/ou la date et l'heure de la mesure dans le fichier spécifique associé de la mesure.

Ce but est également atteint par un procédé du genre indiqué en préambule, dans lequel, lorsqu'on procède à ladite mesure, on détecte en temps réel le niveau de pollution et on visualise en temps réel ce niveau de pollution et son évolution pendant la durée de la mesure sous la forme d'un graphique sur un écran d'affichage, et en ce que l'on contrôle en temps réel le volume de gaz mis en circulation dans ladite chambre de mesure au moyen d'un débitmètre associé à ladite pompe.

Dans une forme préférée du procédé et simultanément à l'opération de détection, on piège ledit au moins un polluant dans au moins un tube de prélèvement pourvu au moins d'un adsorbant pour effectuer une analyse détaillée dudit polluant de manière différée.

Description sommaire des dessins :

La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description suivante d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est en perspective du dispositif portable de l'invention selon une première forme de réalisation,
- la figure 2 est une vue de face, partiellement en coupe, du dispositif portable de la figure 1,
- la figure 3 est une vue du côté gauche du dispositif portable de la figure 2,
- la figure 4 est en perspective du dispositif portable de l'invention selon une deuxième forme de réalisation,
- la figure 5 est une vue de face, partiellement en coupe, du dispositif portable de la figure 4,
- la figure 6 est en perspective du dispositif portable de l'invention selon une troisième forme de réalisation, et
- la figure 7 est une vue en coupe selon le plan de coupe VII-VII du boitier de pompage de la pompe de la figure 6.

Illustrations de l'invention et différentes manières de la réaliser :

Dans les exemples de réalisation illustrés, les éléments ou parties identiques portent les mêmes numéros de référence. En référence aux figures, l'invention concerne un dispositif portable 1, 10, 100 pour la détection et le prélèvement de polluants dans un

gaz tel que l'air ambiant ou toute autre atmosphère confinée ou non, intérieure ou extérieure. Le dispositif portable 1, 10, 100 comporte un module de mesure 2 et un module de pilotage 3, tous deux de petite taille pour être transportables à une main. Ces modules 2 et 3 sont de préférence séparés, distants et agencés pour communiquer entre eux par une communication filaire ou par un protocole de communication via un réseau de communication sans fil, tel qu'à titre d'exemple un réseau Wi-Fi, Bluetooth, ou tout autre réseau similaire. Toutefois, ces deux modules 2 et 3 pourraient ne former qu'un seul module dans une variante de réalisation non représentée.

Le module de pilotage 3 comporte de préférence un appareil électronique 30 (voir figure 1), tel qu'un téléphone cellulaire, une tablette numérique, un ordinateur portable, ou tout autre appareil similaire, comportant au moins un écran d'affichage 31, un clavier réel ou virtuel, une interface de communication, une unité mémoire, un processeur, etc. Dans ce cas, le module de pilotage 3 permet un contrôle à distance du module de mesure 2, le transfert et l'enregistrement des mesures et des paramètres dans un fichier de mesure spécifique. Il permet en outre la localisation de la position GPS et l'enregistrement de ces données géographiques dans le fichier spécifique associé à la mesure.

Le module de mesure 2 comporte un boîtier de pompage 20 renfermant une pompe 21 et une ligne de mesure 4 raccordée fluidiquement au boitier de pompage 20, cette ligne de mesure 4 étant pourvue d'une chambre de mesure 40 renfermant au moins un capteur de pollution 41 et selon les variantes d'un tube de prélèvement 50 renfermant au moins un adsorbant 51. La chambre de mesure 40 peut être placée avant le tube de prélèvement 50 (voir figure 6) ou après le tube de prélèvement 50 (voir figures 4 et 5) ou peut être montée seule (voir figures 1 à 3) sur le boitier de pompage 20 pour la recherche de sources de pollution.

Une des particularités de l'invention réside dans le fait que la ligne de mesure 4 est

disposée à l'extérieur du boitier de pompage 20. Ainsi, elle ne subit pas les variations de température pouvant fausser les mesures, ni la modification du taux d'humidité, ni les éventuelles émanations de gaz résultantes, dans le boitier de pompage 20 du fait de l'échauffement des différents sous-ensembles mécaniques et électroniques lorsque le dispositif portable 1 est en fonctionnement, tel que l'échauffement de la pompe 21, de la batterie 23, des cartes électroniques 24, 26, etc. Cet agencement original permet ainsi de garantir la fiabilité et la précision des mesures effectuées par les différents capteurs contenus dans la ligne de mesure 4, ceux-ci n'étant pas soumis ni parasités par ces variations de température.

Le boiter de pompage 20 comporte, plus précisément en référence aux figures 1 et 7, dans son volume intérieur, une pompe 21 par exemple à membrane et un débitmètre 22 par exemple massique. Il s'agit là encore d'une particularité de l'invention que d'intégrer dans un unique boitier de pompage 20 une pompe 21 associée à un débitmètre 22 qui permet de mesurer le débit de la pompe 21 en continu pendant l'ensemble du cycle de détection et de prélèvement et de comptabiliser un volume de gaz à prélever avec exactitude. Ces pièces sont bien entendu miniaturisées pour entrer dans un boitier de pompage 20 transportable à une main. On peut ainsi parler d'une micro-pompe 21 et d'un micro-débitmètre 22. Le boitier de pompage 20 peut représenter à titre d'exemple un volume de 7x7x7cm et peser moins de 500gr.

Le boitier de pompage 20 comporte en outre une ou plusieurs batteries 23 par exemple au lithium, une carte de contrôle 24 électronique, un chargeur de batterie 25, une carte d'alimentation 26 de la batterie 23 en très basse tension par exemple en 5V, et une prise secteur 27 par exemple de type USB pour alimenter le chargeur de batterie 25. Ce boitier de pompage 20 comporte, au travers d'au moins une de ses parois, une buse d'aspiration 28 équipée d'un raccord permettant de relier fluidiquement la ligne de mesure 4 au circuit d'aspiration de la pompe 21, et une buse de refoulement 29 équipée d'un silencieux communicant avec l'atmosphère. Le boitier de pompage 20 comporte, sur au moins une de ses parois, un bouton de

commande 35 marche/arrêt de la pompe 21, et trois voyants lumineux 36, 37, 38, dont un premier voyant lumineux 36 pour visualiser le mode marche de la pompe 21, un deuxième voyant lumineux 37 pour visualiser le mode « batterie en charge » et un troisième voyant lumineux 38 pour visualiser le mode « batterie chargée ». Dans les exemples représentés, le boitier de pompage 20 est de forme parallélépipédique, ce qui permet de le poser à plat sur n'importe quelle surface de réception plane et de préférence horizontale. Bien entendu, la forme du boitier de pompage 20 telle que représentée n'est pas limitative et peut différer sans sortir de l'invention. Dans les exemples illustrés, ce boitier de pompage 20 comporte en outre une boucle d'attache 34 sur une de ses parois, de préférence du côté de la buse d'aspiration 28, permettant son transport ou sa suspension à tout support adéquat. Il comporte également des aimants 39 prévus dans une de ses parois, de préférence opposée à celle comportant la buse d'aspiration 28 et la buse de refoulement 29 permettant la fixation du module de mesure 2 sur n'importe quelle surface de réception métallique sans autre organe de fixation. La composition du boitier de pompage 20 telle qu'illustrée et décrite n'est pas non plus limitative et peut évoluer ou différer en fonction des besoins et des applications sans sortir de l'invention.

Le boitier de pompage 20 peut avantageusement comporter une alarme (non représentée) conçue pour se déclencher automatiquement lorsque le niveau de pollution dépasse un seuil de pollution défini. Cette alarme peut être sonore, visuelle et/ou vibrante. Le boitier de pompage 20 peut également comporter un avertisseur sonore (non représenté), distinct ou confondu avec l'alarme, permettant de guider l'opérateur lors d'une recherche de source de pollution en délivrant un signal acoustique qui change de fréquence lorsque l'opérateur se rapproche de la source d'émission.

La ligne de mesure 4 est reliée fluidiquement et rigidement au boitier de pompage 20 pour former un module de mesure 2 compact et monolithique pouvant être transporté à une main. Elle comporte un orifice d'entrée 4a communiquant avec l'atmosphère à

contrôler et un orifice de sortie 4b relié au circuit d'aspiration de la pompe 21 par au moins un raccord fluidique 44 et un tube de liaison 44', ces pièces pouvant être réalisées en matière métallique inoxydable, sans que cet exemple ne soit limitatif.

En référence plus particulièrement aux figures 1 à 3, la chambre de mesure 40 comporte un corps creux 42 cylindrique, ouvert à une de ses extrémités et fermé par un bouchon 43. La forme cylindrique de la chambre de mesure 40 n'est pas limitative et toute autre forme peut convenir. Le bouchon 43 est assemblé au corps creux 42 par tout moyen d'assemblage démontable, tel que par vissage, emboitement, avec ou sans verrouillage par baïonnette ou similaire, etc. afin de pouvoir modifier à souhait le contenu de la chambre de mesure 40 en fonction des applications et des polluants à rechercher. Le fond du corps creux 42 et le bouchon 43 comportent un orifice central agencé pour recevoir un raccord fluidique 44, dont l'un communique avec l'orifice d'entrée 4a de la ligne de mesure 4 et l'autre avec le boitier de pompage 20. Le volume intérieur 45 défini par la chambre de mesure 40 est déterminé pour contenir un volume minimum de gaz afin d'éviter toute perte de charge, donc toute perte de données. Une autre particularité de l'invention est que cette chambre de mesure 40 peut comporter plusieurs capteurs de pollution 41 permettant en une seule mesure de détecter simultanément la présence de plusieurs polluants et de fournir à l'opérateur une information immédiate sur le niveau global de pollution et/ou sur le niveau de concentration de chacun des polluants présents. On utilisera des capteurs de petites tailles, connus sous le nom de micro-capteurs, conçus selon une technologie de circuit imprimé ou intégré, et agencés pour délivrer à leurs bornes un signal de tension analogique proportionnel au niveau de pollution détecté, variable par exemple de 0 à 5V, sans que cet exemple ne soit limitatif. On choisira bien entendu le ou les capteurs en fonction de la nature des polluants à détecter. Dans les exemples représentés, ces capteurs sont disposés sur deux cartes de mesure superposées parallèlement au sens de circulation du gaz aspiré par la pompe 21 pour être soumises l'une et l'autre à un flux de gaz laminaire favorisant l'échange entre les molécules de gaz et la surface des capteurs et permettant ainsi une mesure de grande

précision. Le nombre de cartes de mesure n'est pas limitée à deux et la chambre de mesure 40 peut contenir une seule carte de mesure ou plus de deux cartes de mesure en fonction du nombre de capteurs prévus. La chambre de mesure 40 est reliée électriquement au boitier de pompage 20 par un câble électrique 47 fixé d'une part au corps creux 42 et d'autre part au boitier de pompage 20 au moyen de connecteurs 48, 49 permettant de raccorder les différents micro-capteurs à la carte de contrôle 24 en vue de traiter les signaux délivrés. Cette chambre de mesure 40 est par conséquent modulable et évolutive de manière simple et rapide. Elle est également interchangeable de manière simple et rapide avec d'autres chambres de mesure 40 instrumentées différemment pour répondre à des applications différentes.

Une première carte de mesure peut contenir un ou plusieurs capteurs de pollution 41 qui peuvent être constitués d'un ou de plusieurs capteurs de pollution simples, c'est-à-dire dédiés chacun à un polluant ou à une famille de polluants, ou d'un capteur de pollution multiple, c'est-à-dire dédié à plusieurs polluants ou à plusieurs familles de polluants, ou encore une combinaison de ces deux types de capteurs. A titre d'exemple, on peut utiliser un multi capteur de pollution à base d'oxydes métalliques réagissant aux quatre polluants suivants : dihydrogène, ammoniac, éthanol et COV. Ce multi capteur donnera ainsi une réponse immédiate sur le niveau de pollution dans un gaz lié à la présence de l'un au moins de ces polluants.

Une seconde carte de mesure peut contenir un ou plusieurs capteurs additionnels 46 permettant de mesurer les conditions dans lesquelles s'effectuent la détection et le prélèvement de polluants, telles que la température du gaz prélevé, le taux d'humidité du gaz prélevé, la pression atmosphérique. Ces capteurs additionnels 46 peuvent ainsi comporter un capteur de température, un capteur du taux d'humidité, un capteur de pression atmosphérique. Tout autre capteur additionnel permettant de mesurer toute autre grandeur peut bien entendu être prévu en fonction de l'application considérée.

Dans l'exemple préféré de l'invention, le module de pilotage 3 est séparé du module

de mesure 2, ce qui permet de concevoir un module de mesure 2 simple, mécaniquement et électriquement, sans avoir besoin d'y intégrer des technologies embarquées complexes, celles-ci étant déjà contenues dans l'appareil électronique 30. Comme expliqué plus loin, cet appareil électronique 30 permet de piloter le fonctionnement de la pompe 21 via la carte de contrôle 24, en programmant le début et la fin d'une opération de détection et/ou de prélèvement, en différant cette opération, etc. Il permet également d'enregistrer des points de mesure toutes les secondes par exemple, de tous les capteurs présents dans le module de mesure 2, et ainsi d'afficher en temps réel une représentation graphique correspondante sous la forme d'une ou de plusieurs courbes de mesure permettant ainsi une lecture instantanée de la mesure par l'opérateur. Il permet ainsi de conserver une traçabilité de chaque mesure, et des conditions dans lesquelles chaque mesure s'est déroulée. Il permet en outre d'horodater chaque mesure et d'ajouter les coordonnées géographiques du lieu de la mesure. Les possibilités de traitement des informations collectées par le module de pilotage 3 auprès du module de mesure 2 sont par conséquent illimitées. Bien entendu, il est possible d'intégrer toutes ces fonctions dans le boitier de pompage 20 en combinant dans un unique module le module de mesure 2 et le module de pilotage 3, sans sortir de l'invention.

En référence aux figures 4 à 6, le dispositif portable 10, 100 selon l'invention correspond au dispositif portable 1 selon les figures 1 à 3, dans lequel la ligne de mesure 4 est avantageusement complétée par au moins un tube de prélèvement 50 pourvu d'au moins un adsorbant 51 pour piéger un ou plusieurs polluants et enrichir ainsi l'information de détection obtenue par la chambre de mesure 40. Le tube de prélèvement 50 permet en effet d'effectuer une analyse détaillée du ou des polluants piégés de manière différée au sein d'un laboratoire, comme ce qui se pratique dans les procédés de prélèvement connus. Ce tube de prélèvement 50 peut être selon les besoins, disposé en amont (figures 4 et 5) ou en aval (figure 6) de la chambre de mesure 40 dans le sens de la circulation du gaz aspiré par la pompe 21 et raccordé en série avec ladite chambre. S'il est installé en amont conformément aux figures 4 et 5,

c'est-à-dire en tête de la ligne de mesure 4, il va piéger au moins un des polluants contenus dans le volume de gaz entrant par l'orifice d'entrée 4a, pour lequel l'adsorbant 51 a été choisi. La chambre de mesure 40 qui suit le tube de prélèvement 50 va ainsi permettre de valider la mesure. En effet, si le capteur de pollution 41 correspondant au polluant piégé, détecte la présence dudit polluant alors on a immédiatement l'information que la mesure n'est pas valide puisque le tube de prélèvement 50 est saturé soit par la concentration du polluant soit par un débit de gaz trop élevé. Il devient inexploitable étant donné qu'il y a d'office une perte d'information et donc une erreur de mesure qui nécessite de renouveler l'opération avec un nouveau tube de prélèvement 50. A l'inverse, si le capteur de pollution 41 correspondant ne détecte rien, alors on a immédiatement l'information que la mesure est valide. Si le tube de prélèvement 50 est installé en aval conformément à la figure 6, c'est-à-dire après la chambre de mesure 40, il va piéger au moins un des polluants contenus dans le volume de gaz préalablement détecté par le capteur de pollution 41 correspondant et permettra ainsi d'enrichir la mesure par une analyse plus approfondie en laboratoire.

Plus particulièrement en référence à la figure 5, le tube de prélèvement 50 est disposé dans un logement formé à l'intérieur d'une chemise 52 cylindrique reliée mécaniquement à un raccord 44 de la chambre de mesure 40 par un tube de liaison 53. La chemise 52 et le tube de liaison 53 sont des pièces rigides réalisées par exemple en matière métallique inoxydable ou similaire. La chambre 52 est réalisée en deux parties 52a, 52b assemblées de manière démontable, par exemple par vissage, pour pouvoir être ouverte afin d'accéder audit logement permettant d'installer et de retirer le tube de prélèvement 50. Le tube de prélèvement 50 peut être constitué par tout tube de prélèvement connu, pouvant contenir un adsorbant à base de charbon actif ou de graphite, d'un polymère poreux de type Tenax®, d'une diatomite ou d'une argile, de tout autre support adsorbant microporeux connu. Il peut également être constitué par le tube de prélèvement décrit à titre d'exemple dans la publication WO 2016/188796 de la demanderesse contenant un adsorbant à base de

polymère plein. Les exemples de réalisation de l'invention sont illustrés avec ce tube de prélèvement dont les extrémités sont scellées par deux membranes étanches qu'il convient de percer par deux aiguilles creuses 54 pour permettre le passage du gaz au travers du tube de prélèvement 50. Chaque aiguille creuse 54 est montée au travers d'une bride 55 fixée dans une partie 52a, 52b de la chemise 52. La partie 52a de la chemise 52 située à l'entrée du tube de prélèvement 50 comporte un orifice d'entrée 56 correspondant à l'orifice d'entrée 4a du flux de gaz de la ligne de mesure 4. La partie 52b de la chemise 52 située à la sortie du tube de prélèvement 50 comporte un orifice de sortie 57 pourvu d'un raccord fluidique 58 de type Luer ou similaire connecté au tube de liaison 53 pour être raccordé en série avec la chambre de mesure 40.

Le dispositif de prélèvement 100 illustré à la figure 6 est sensiblement équivalent à l'exemple précédent en référence aux figures 4 et 5. La seule différence réside dans la position relative du tube de prélèvement 50 et de la chambre de mesure 40 qui est inversée. Les pièces étant les mêmes, elles portent le même numéro de référence. Le tube de prélèvement 50 est à présent disposé en aval de la chambre de mesure 40, c'est-à-dire entre la chambre de mesure 40 et le boitier de pompage 20. En tête de la ligne de mesure 4 et dans le sens de circulation du flux de gaz aspiré par la pompe 21, on trouve la chambre de mesure 40 communiquant avec l'atmosphère ambiante par l'orifice d'entrée 4a formé par le raccord 44. Le flux de gaz circule à travers la chambre de mesure 40 permettant de détecter la présence de polluants, avant d'entrer dans le tube de prélèvement 50 via un tube de liaison 53, un raccord 44, l'aiguille creuse 54 d'entrée. Il traverse le tube de prélèvement 50 dans lequel le ou les polluants en présence sont piégés par l'adsorbant 51 afin d'être analysés ultérieurement. Le flux de gaz ressort du tube de prélèvement 50 par l'aiguille creuse 54 de sortie en direction de la pompe 21 via le raccord fluidique 58 de type Luer, le tube de liaison 53, le raccord 44 et la buse d'aspiration 28 pour ressortir ensuite en aval de la pompe 21 par la buse de refoulement 29 dans l'atmosphère ambiante.

L'ensemble formé par le tube de prélèvement 50 et la chambre de mesure 40 constitue ainsi la ligne de mesure 4 disposée à l'extérieur du boitier de pompage 20 et couplée au circuit d'aspiration de la pompe 21. Cette ligne de mesure 4 est aisément modulable en fonction des mesures à effectuer. On peut ajouter un deuxième tube de prélèvement 50 en série, avant ou après la chambre de mesure 40, et avant ou après le premier tube de prélèvement 50. Les raccords entre les différents éléments composant la ligne de mesure 4 sont des raccords démontables permettant de modifier très simplement et rapidement la configuration de la ligne de mesure 4 selon l'application et les polluants à détecter et/ou à piéger. Le dispositif portable 10 de l'invention est par conséquent particulièrement flexible et adaptable à tout type d'application et de polluant. Les tubes de prélèvement 50 peuvent être identifiés par un code-barres ou un code matriciel (QR code) pour assurer la traçabilité de la mesure. Dans ce cas, l'appareil électronique 30 comporte une caméra embarquée pour lire ce code d'identification et l'enregistrer dans le fichier spécifique associé à la mesure.

Dans une variante de réalisation non représentée, le dispositif portable 1, 10, 100 selon l'invention peut avantageusement être utilisé pour la détection et la mesure de particules fines dans un gaz. Pour cette application, on ajoute en tête de la ligne de mesure 4, en amont de la chambre de mesure 40, un filtre spécifique logé dans une cassette ou similaire, permettant de piéger les particules fines contenues dans le gaz mis en circulation par la pompe 21. Dans ce cas, la pompe 21 est surdimensionnée pour atteindre un débit d'au moins 5 litres par minute, augmentant d'autant le volume du boitier de pompage 20, qui reste néanmoins portable. Le taux de particules fines dans le gaz est ensuite obtenu par pesée avant et après la mesure.

Toute autre application de détection et de prélèvement de polluants peut bien entendu convenir audit dispositif portable 1, 10, 100 moyennant des aménagements de sa ligne de mesure 4 et le cas échéant de son boitier de pompage 20.

Procédé de fonctionnement

L'organigramme en figure 8 illustre les principales étapes de fonctionnement du dispositif portable 1, 10, 100 selon l'invention. La première étape 101 « mise sous tension » correspond à la mise sous tension du dispositif portable 1, 10, 100 par appui sur le bouton de commande 35 prévu sur le boitier de pompage 20 mettant sous tension la pompe 21, et par la mise en route simultanément du module de pilotage 3. Une connexion Wi-Fi s'établit automatiquement à l'étape 102 « connexion » entre l'unité de pilotage 3 et l'unité de mesure 2. A l'étape 103 « récupération de la position GPS, date et heure », les données de l'horloge et les coordonnées GPS du module de pilotage 3 sont enregistrées automatiquement dans un fichier « mesure » de l'appareil électronique 30 permettant d'identifier les données géographiques du lieu de la mesure et les horaires de la mesure.

L'opérateur peut à ce stade choisir entre le « mode recherche de polluants » et le « mode prélèvement de polluants ». L'étape 104 correspond au « mode recherche de polluants ». A l'étape 105 « démarrage de la pompe », la pompe 21 est activée pour mettre en circulation un flux de gaz au travers du module de mesure 2. Pendant toute la durée de la recherche de polluants correspondant à l'étape 106 « mesure dynamique », on mesure le débit de gaz aspiré grâce au débitmètre 22 et le niveau de pollution du gaz traversant la chambre de mesure 40 grâce au capteur de pollution 41, on affiche sur l'écran d'affichage 31 de l'appareil informatique 30 un graphique ou une courbe de mesure permettant de visualiser ce niveau de pollution, et on avertit l'opérateur soit par une alarme si ce niveau de pollution dépasse un seuil défini, soit par un signal sonore dont l'intensité croit au fur et à mesure que le dispositif portable 1 se rapproche de la source de pollution pour l'aider à localiser cette source de pollution. Après détection du niveau de pollution et/ou localisation de la source de pollution, l'opérateur peut décider d'arrêter son intervention à l'étape 108 « mise hors tension » en appuyant sur le bouton de commande 35 pour mettre hors tension la pompe 21 ou en cessant d'utiliser le dispositif portable 1, 10, 100 entraînant une mise

hors tension automatique après un laps de temps défini sans activité. Le « mode recherche de polluants » est accessible avec les trois variantes de réalisation du dispositif portable 1, 10, 100 de l'invention.

Si l'opérateur dispose du dispositif portable 10, 100 dont la ligne de mesure 4 est équipée d'au moins un tube de prélèvement 50, il peut décider de poursuivre son intervention en effectuant un prélèvement afin d'analyser le ou les polluants détectés. Il peut arrêter manuellement la pompe 21 par appui sur le bouton de commande 35, correspondant à l'étape 107 « arrêt manuel de la pompe » s'il souhaite différer l'opération de prélèvement. Le « mode prélèvement de polluants » correspond à l'étape 110 « démarrage du prélèvement ». L'opérateur peut choisir de débuter le pompage immédiatement à l'étape 111 « début de pompage immédiat », de différer l'étape de pompage en programmant un temps sur une minuterie à l'étape 112 « début de pompage différé » ou de programmer l'étape de pompage à une date et à une heure définies à l'étape 113 « début de pompage programmé ». A l'étape 114 « mesure des paramètres de mesure », les capteurs additionnels 46 prévus dans la chambre de mesure 40 mesurent la température, l'humidité, la pression atmosphérique du lieu de mesure. A l'étape 115 « démarrage de la pompe », la pompe 21 est activée pour mettre en circulation un flux de gaz au travers du module de mesure 2. Pendant toute la durée du prélèvement correspondant à l'étape 116 « mesure dynamique », on mesure le débit de gaz aspiré grâce au débitmètre 22 et le niveau de pollution dans le gaz traversant la chambre de mesure 40 grâce au capteur de pollution 41 et on affiche sur l'écran d'affichage 31 de l'appareil informatique 30 un graphique ou une courbe de mesure permettant de visualiser ce niveau de pollution. L'opérateur peut effectuer le prélèvement en choisissant de travailler en débit maximum avec la pompe 21 à l'étape 117 « débit d'air maximum », en définissant un volume de gaz aspiré en ml/mn à l'étape 118 « débit d'air limité ml/mn » ou en limitant le débit d'air à l'étape 119 « débit d'air limité en % ». Il peut également choisir d'arrêter manuellement l'opération de prélèvement à l'étape 120 « arrêt manuel », après un temps défini sur la minuterie de l'appareil électronique 30 à l'étape 121 « arrêt sur minuterie », après une

heure ou une date programmée sur l'horloge de l'appareil électronique 30 à l'étape 122 « arrêt programmé » ou après un volume de gaz aspiré à l'étape 123 « arrêt volume défini en ml ». A l'issue de l'opération de prélèvement, à l'étape 124 « archivage » toutes les données du prélèvement sont archivées dans l'unité mémoire du module de pilotage 3, telles que : numéro d'ordre du prélèvement, position GPS, date et heure de débit et de fin, température, humidité, volume prélevé, débit moyen, durée du prélèvement, pression atmosphérique, niveau de pollution, niveau de la batterie, graphique du débit avec le niveau de pollution, etc.

Bien entendu, lorsque l'opérateur utilise le dispositif portable 10, 100, il peut choisir uniquement le « mode prélèvement de polluants » qui lui permettra dans tous les cas de visualiser le niveau de pollution en temps réel avant, pendant et après le prélèvement, en étant averti en cas de dépassement du seuil d'alerte défini.

Exemples d'applications

Un premier exemple d'application peut concerner les enquêtes criminalistiques lorsqu'on cherche par exemple à savoir si un incendie est d'ordre criminel ou accidentel. En cas d'arrestation d'un suspect, il est intéressant de pouvoir vérifier rapidement si ce dernier était en contact avec des solvants ou des hydrocarbures. On met en route le dispositif portable 10, 100 qui permet par le seul fait d'approcher la chambre de mesure 40 d'une main, d'une poche de pantalon, d'une chaussure ayant été en contact avec un accélérateur d'incendie, de provoquer un accroissement brutal du signal sonore qui se traduit par une courbe de mesure instantanée proportionnelle à la concentration de polluants détectés. Avec le dispositif portable 10, 100, on peut simultanément concentrer les polluants contenus dans le volume d'air aspiré sur un adsorbant 51 d'un tube de prélèvement 50 et qui servira à déterminer en cas d'un signal positif la nature des solvants détectés.

Un deuxième exemple peut concerner la mesure de l'atmosphère de travail dans un

pressing où l'on utilise du perchloroéthylène. Dès sa mise en route, le dispositif portable 10, 100 permet de détecter immédiatement le niveau de pollution dans l'air sur un graphique. Si ce niveau dépasse le seuil prescrit, on peut vérifier l'efficacité du filtre à charbon de la ventilation du pressing par rapport à sa capacité à retenir les polluants en plaçant le dispositif portable 10, 100 à la sortie du filtre à charbon et en mesurant le niveau de concentration du signal enregistré. On peut simultanément concentrer les polluants contenus dans le volume d'air aspiré sur un adsorbant 51 d'un tube de prélèvement 50 afin de déterminer par analyse la concentration présente en perchloroéthylène.

Il ressort clairement de cette description que l'invention permet d'atteindre les buts fixés, à savoir un dispositif portable 1, 10, 100 polyvalent, modulable et modulaire, d'une très grande convivialité, accessible même aux non-initiés, permettant de visualiser en temps réel un niveau de pollution dans une atmosphère, de procéder à une simple détection ou à une recherche de source de pollution, ou de procéder simultanément à un prélèvement de gaz pour obtenir une analyse plus fine, tout en conservant une traçabilité de la mesure et des paramètres ou conditions de la mesure.

La présente invention n'est bien entendu pas limitée aux exemples de réalisation décrits mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme du métier.

Revendications

1. Dispositif portable (1, 10, 100) pour la détection et le prélèvement de polluants dans un gaz comportant un module de mesure (2) pourvu d'un boitier de pompage (20) et d'une ligne de mesure (4) disposée à l'extérieur et reliée fluidiquement audit boitier de pompage (20), ledit boitier de pompage (20) comportant une pompe (21) agencée pour faire circuler un volume de gaz dans ladite ligne de mesure (4), ladite pompe (21) étant associée à un débitmètre (22) agencé pour contrôler en temps réel le volume de gaz mis en circulation dans ladite ligne de mesure (4), ladite ligne de mesure (4) comportant une chambre de mesure (40) pourvue au moins d'un capteur de pollution (41) agencé pour détecter en temps réel le niveau de pollution dans ledit volume de gaz mis en circulation, ledit module de mesure (2) étant en outre commandé par un module de pilotage (3) pourvu d'un écran d'affichage (31) permettant de visualiser en temps réel le niveau de pollution et son évolution pendant la durée de la mesure, caractérisé en ce que ladite ligne de mesure (4) est reliée rigidement audit boitier de pompage (20) et comporte ladite chambre de mesure (40) seule ou ladite chambre de mesure (40) avec au moins un tube de prélèvement (50) pourvu d'au moins un adsorbant (51), raccordé en série en amont ou en aval de ladite chambre de mesure (40), et agencé pour piéger ledit au moins un polluant dans ledit tube de prélèvement (50) permettant d'effectuer une analyse dudit polluant de manière différée, et en ce que ladite chambre de mesure (40) comporte un capteur de pollution (41) multiples agencé pour détecter plusieurs polluants et/ou plusieurs capteurs de pollution (41) simples agencés pour détecter chacun un seul polluant.

2. Dispositif portable selon la revendication 1, caractérisé en ce que le ou lesdits capteurs de pollution (41) sont constitués de micro-capteurs agencés pour délivrer un signal électrique proportionnel au niveau de pollution détecté.

3. Dispositif portable selon l'une quelconque des revendications 1 et 2,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre une alarme agencée pour se déclencher automatiquement lorsque le niveau de pollution dépasse un seuil de pollution défini, ladite alarme étant choisie dans le groupe comportant une alarme sonore, une alarme visuelle, une alarme vibrante.

4. Dispositif portable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un avertisseur sonore agencé pour délivrer un signal acoustique dont la fréquence est proportionnelle au niveau de pollution détecté permettant une recherche de source de pollution.

5. Dispositif portable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite chambre de mesure (40) comporte en outre des capteurs additionnels (46) agencés pour mesurer les conditions dans lesquelles s'effectue la mesure, ces capteurs étant choisis dans le groupe comprenant un capteur de température, un capteur d'humidité, un capteur de pression atmosphérique.

6. Dispositif portable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit module de mesure (2) et ledit module de pilotage (3) sont séparés et connectés entre eux via une connexion filaire ou non filaire, et en ce que ledit module de pilotage (3) comporte un appareil électronique (30) pourvu dudit écran d'affichage (31) et d'une unité mémoire, et agencé pour afficher en temps réel sur ledit écran (31) une représentation graphique dudit niveau de pollution et enregistrer la mesure dans un fichier spécifique.

7. Dispositif portable selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit module de pilotage (3) comporte un système de géolocalisation et/ou une horloge et en ce qu'il enregistre les données géographiques du lieu de la mesure et/ou la date et l'heure de la mesure dans le fichier spécifique associé de la mesure.

8. Procédé de détection et de prélèvement de polluants dans un gaz, dans lequel pour procéder à la mesure, on utilise un dispositif portable (1, 10, 100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un module de mesure (2) pourvu d'un boitier de pompage (20) et d'une ligne de mesure (4) disposée à l'extérieur et reliée fluidiquement audit boitier de pompage (20), ledit boitier de pompage (20) comportant une pompe (21) associée à un débitmètre (22), et ladite ligne de mesure (4) comportant une chambre de mesure (40) pourvue au moins d'un capteur de pollution (41), ledit module de mesure (2) étant en outre commandé par un module de pilotage (3) pourvu d'un écran d'affichage (31), on procède à ladite mesure en faisant circuler un volume de gaz au travers de ladite ligne de mesure (4) au moyen de ladite pompe (21) et en contrôlant en temps réel le volume de gaz mis en circulation dans ladite ligne de mesure (4) au moyen dudit débitmètre (22), on détecte en temps réel la présence d'au moins un polluant et le niveau de pollution dans ledit volume de gaz mis en circulation au moyen dudit au moins un capteur de pollution (41), et on visualise en temps réel ce niveau de pollution et son évolution pendant la durée de la mesure sous la forme d'un graphique sur ledit écran d'affichage (31), caractérisé en ce que lorsqu'on procède à ladite mesure, on détecte en temps réel le niveau de pollution de plusieurs polluants simultanément, et on visualise en temps réel le niveau de pollution de manière globale ou de manière individuelle par polluant, et leur évolution pendant la durée de la mesure sur ledit écran d'affichage (31).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on piège simultanément ledit au moins un polluant dans au moins un tube de prélèvement (50) pourvu au moins d'un adsorbant (51), raccordé en série en amont ou en aval à ladite chambre de mesure (40), pour effectuer une analyse détaillée dudit polluant de manière différée.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que l'on déclenche une alarme lorsque le niveau de pollution dépasse un seuil de

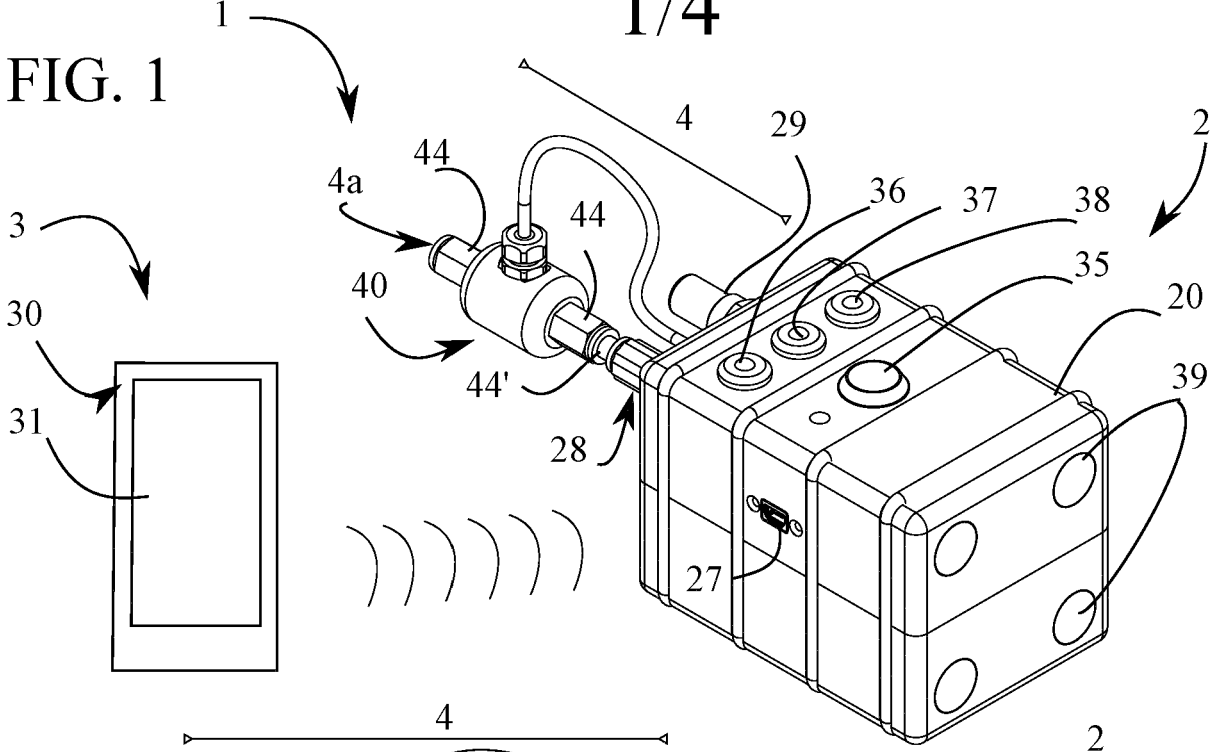
pollution défini.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'on utilise ledit dispositif portable (1, 10, 100) pour rechercher une source de pollution en déplaçant ledit dispositif portable, et en ce que l'on guide la recherche de la source de pollution par un avertisseur sonore agencé pour délivrer un signal acoustique qui s'amplifie au fur et à mesure que le dispositif portable approche de ladite source de pollution.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que, lorsqu'on procède à ladite mesure, l'on mesure simultanément et en temps réel les conditions dans lesquelles s'effectue ladite mesure au moyen de capteurs additionnels (46) prévus dans la chambre de mesure (40), et l'on enregistre lesdites mesures dans le module de pilotage (3), ces mesures étant choisies dans le groupe comprenant la température du gaz prélevé, le taux d'humidité du gaz prélevé, la pression atmosphérique du lieu de la mesure.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que l'on utilise une connexion filaire ou non filaire entre le module de mesure (2) et le module de pilotage (3) composant ledit dispositif portable (1, 10, 100), ledit module de pilotage (3) comportant un système de géolocalisation et/ou une horloge, en ce que l'on localise géographiquement le lieu de mesure et/ou l'on horodate la mesure via ledit module de pilotage (3), et en ce que l'on enregistre ces données dans le fichier spécifique associé à la mesure.

FIG. 1



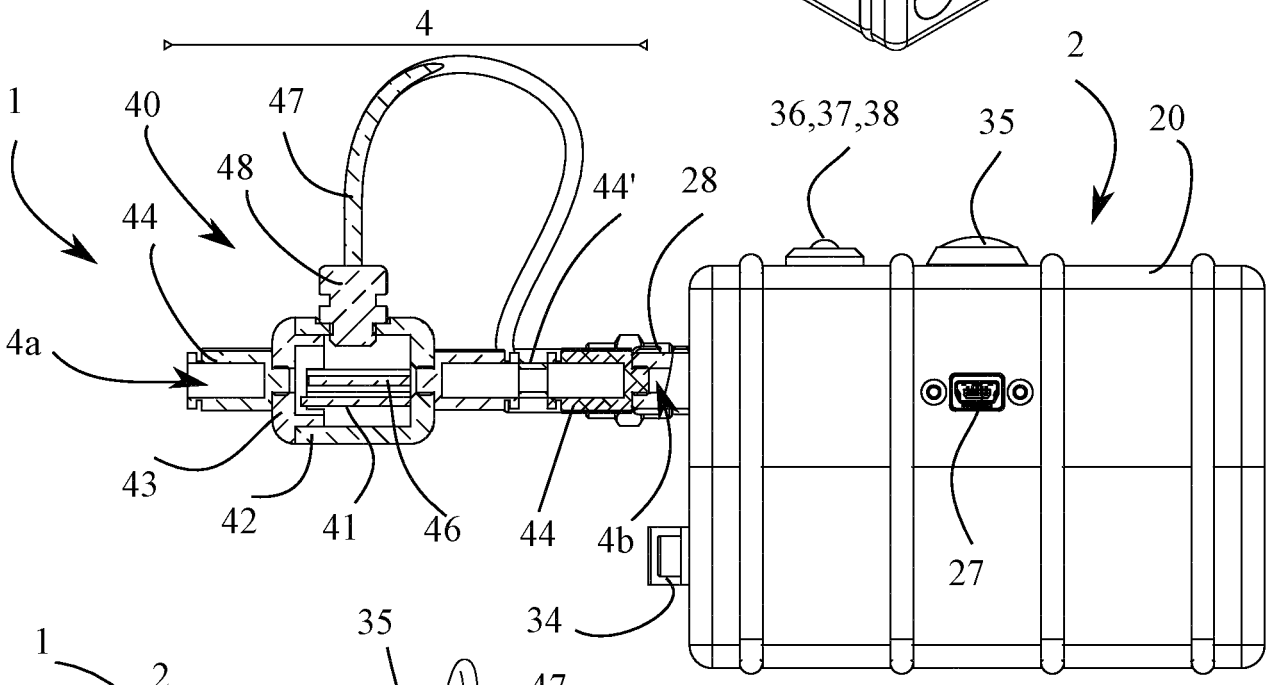




FIG. 2

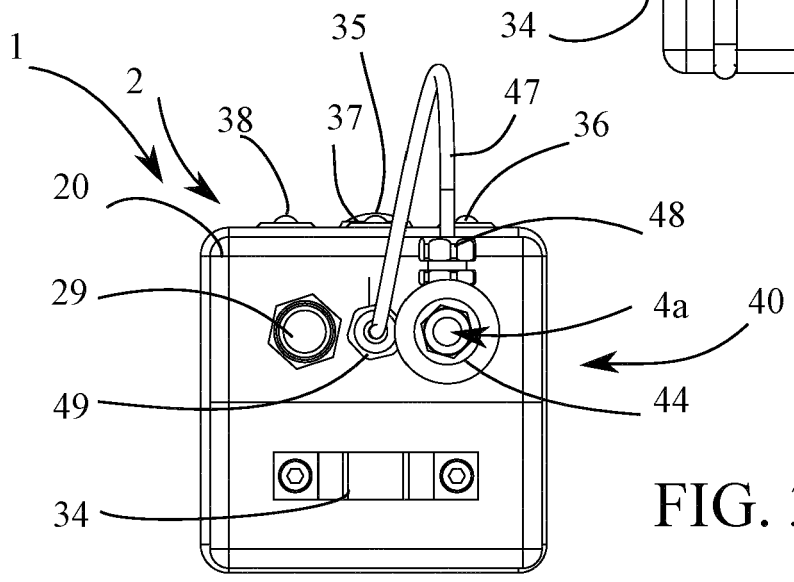



FIG. 3

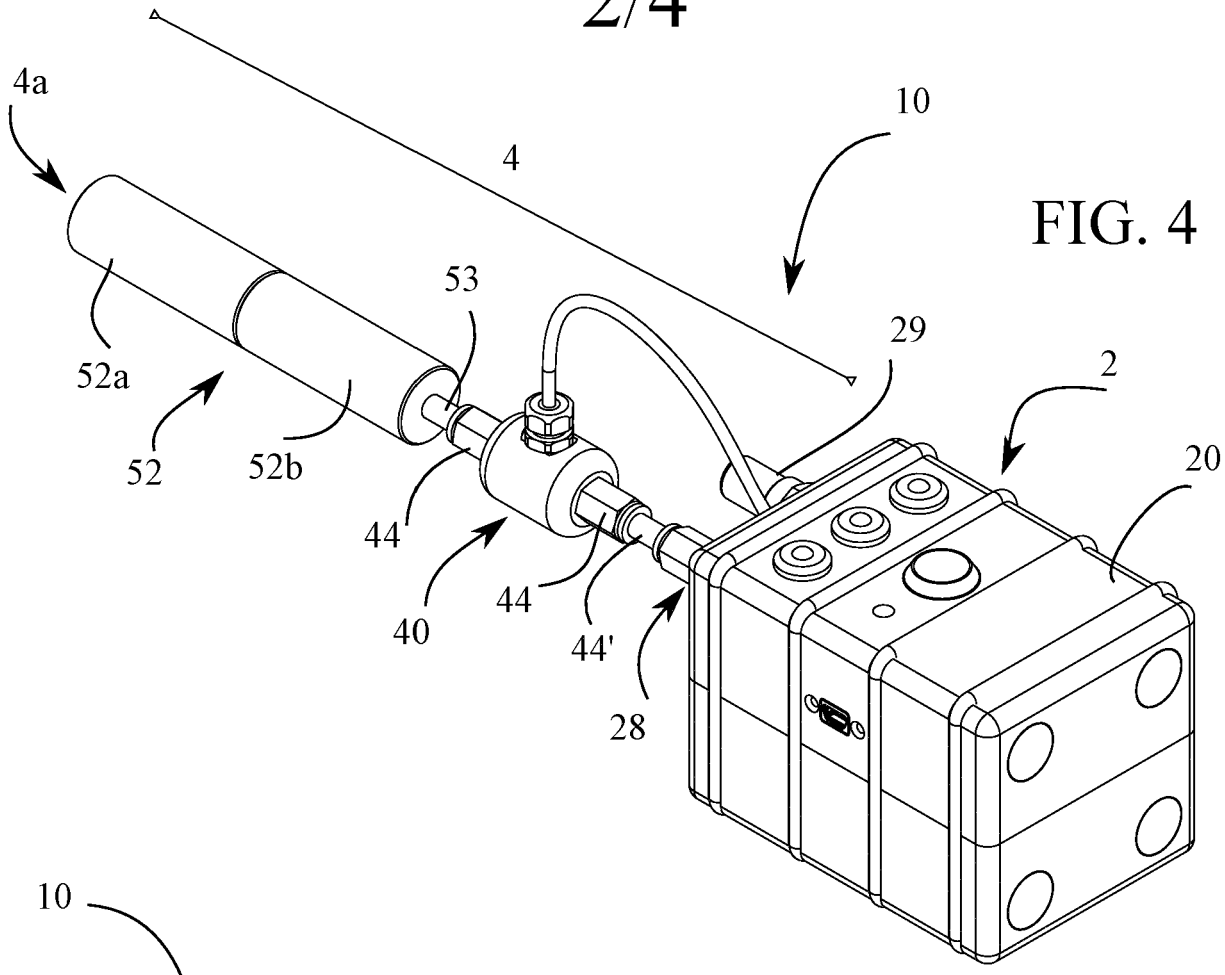

4a
4
10
53
29
2
52a
52
52b
20
44
40
44
44'
28

FIG. 4

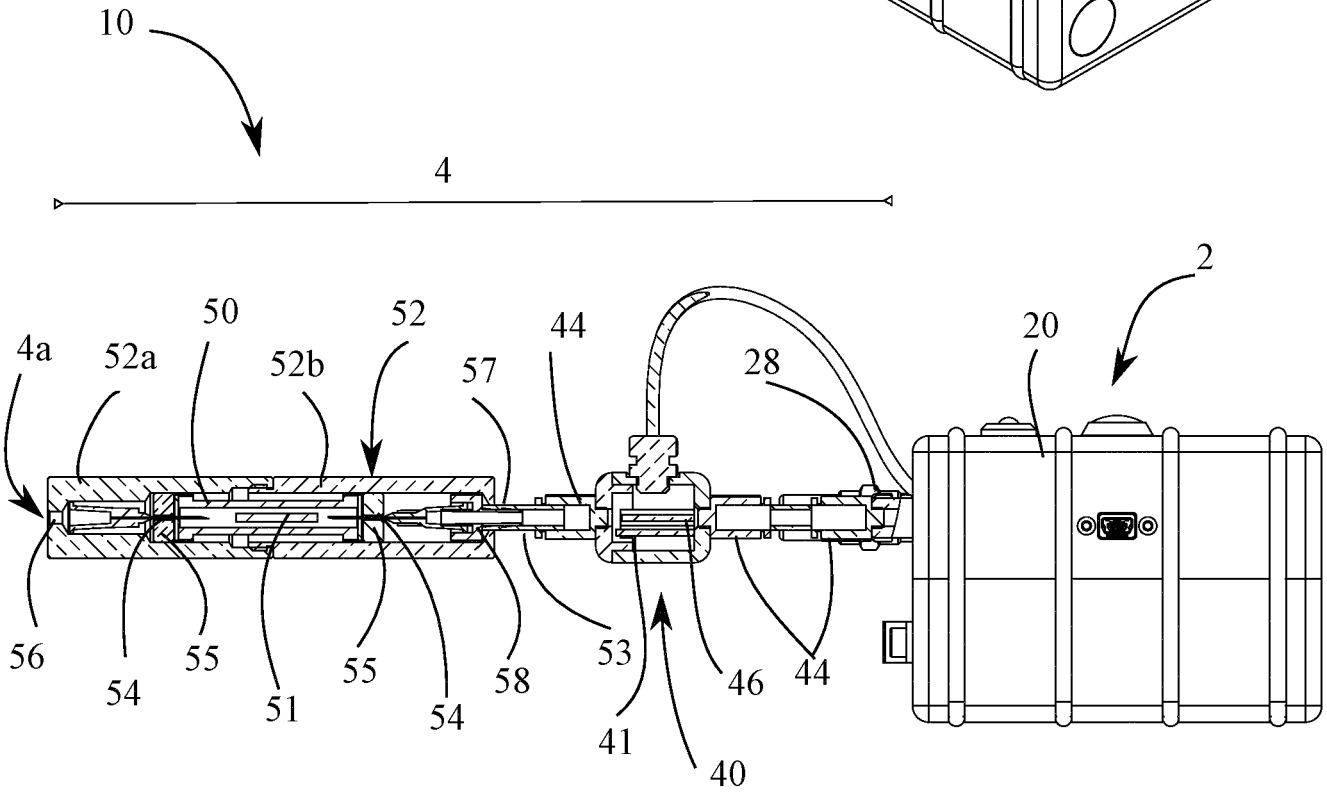

10
4
2
50
52
44
20
4a
52a
52b
57
28
56
54
55
51
55
54
58
53
41
40
46
44

FIG. 5

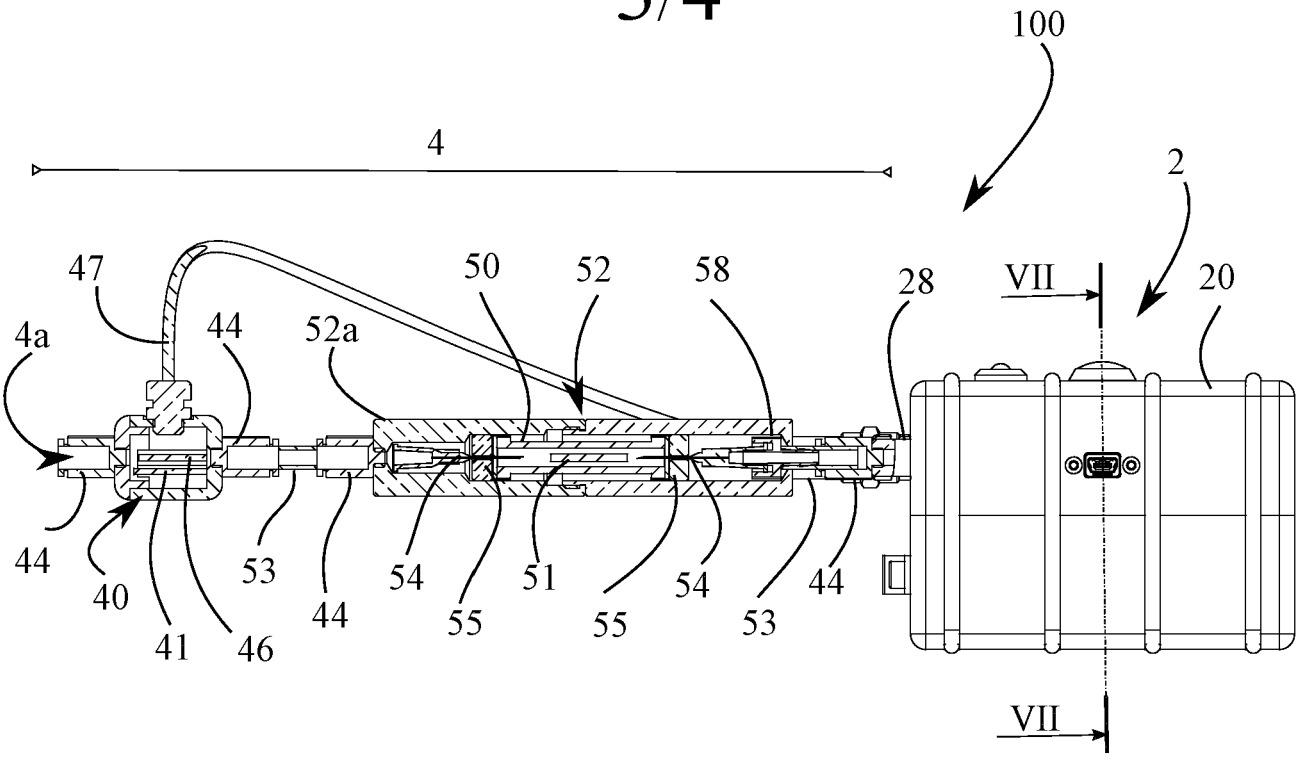

100
4
2
47
50
52
58
28
VII
20
4a
44
52a
44
40
41
46
53
44
54
55
51
55
54
53
44
VII

FIG. 6

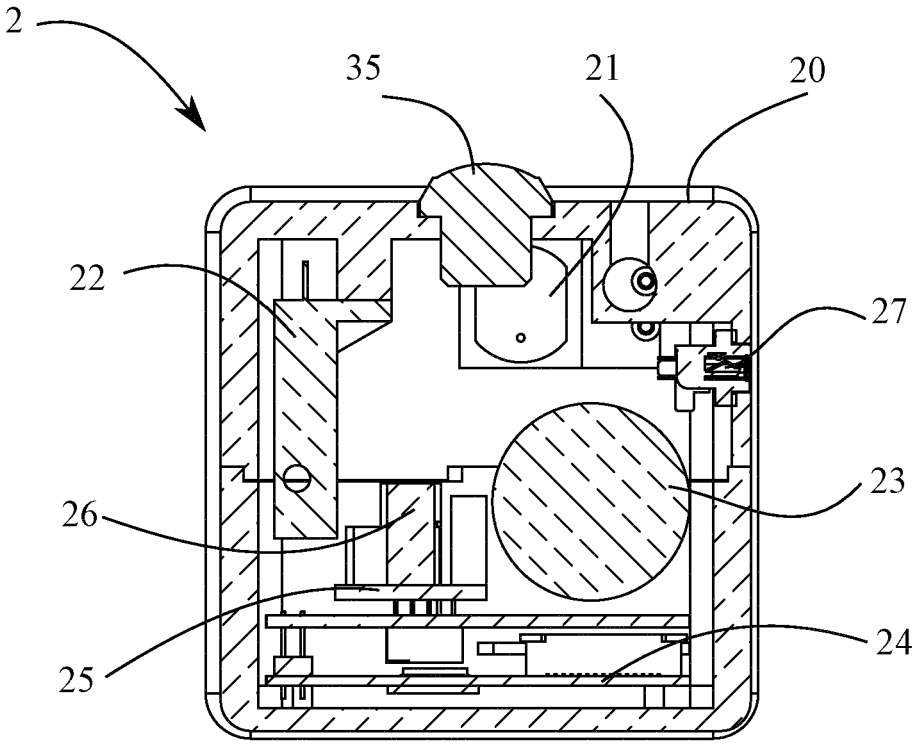

2
35
21
20
22
27
23
26
25
24

FIG. 7

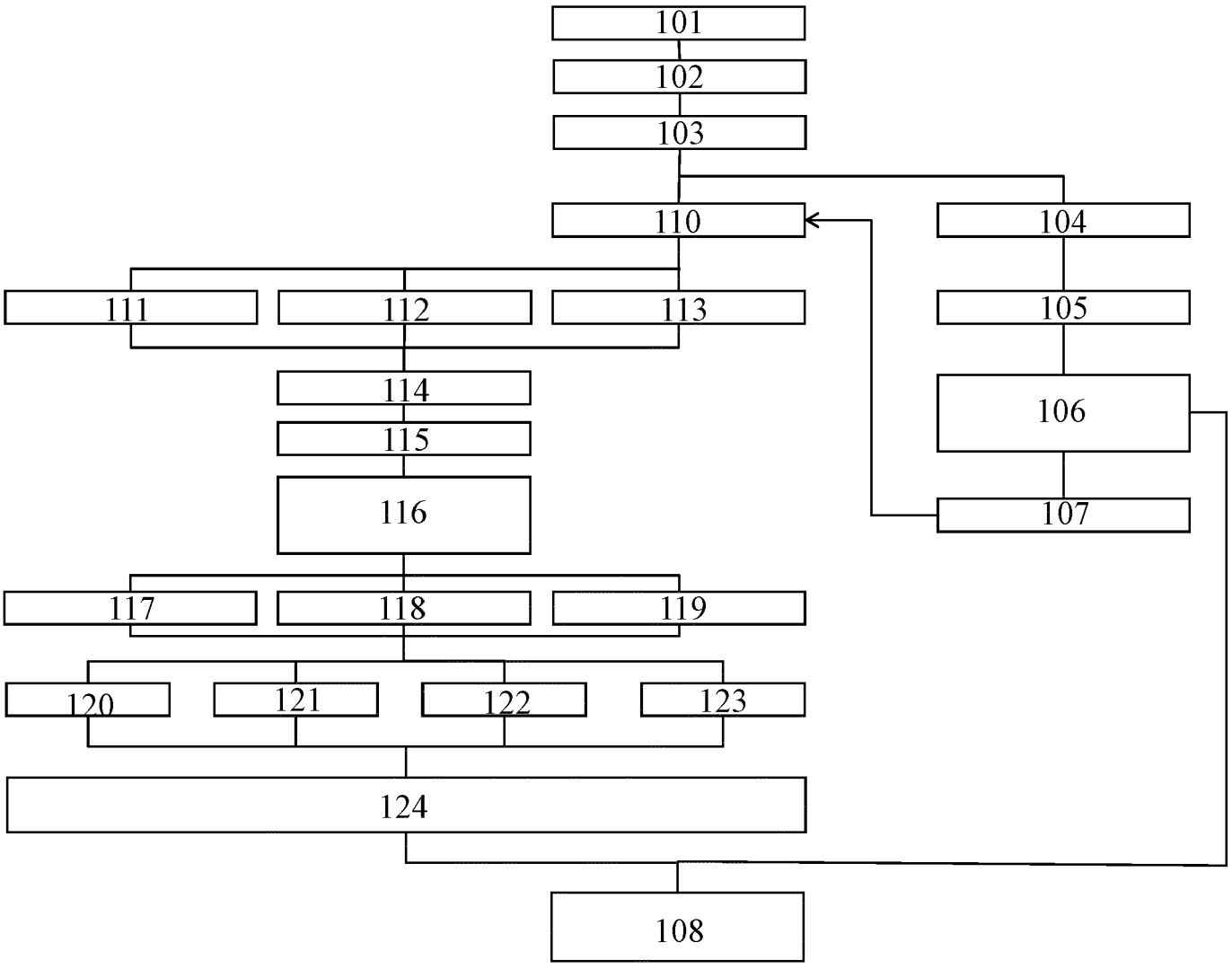

101
102
103
110
104
111
112
113
105
114
106
115
116
107
117
118
119
120
121
122
123
124
108

FIG. 8

# 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 (nouveauté) 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

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] 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.

[x] 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 6 470 732 B1 (BRETON LEO ALPHONSE GERARD [US]) 29 octobre 2002 (2002-10-29)

US 4 170 901 A (CONKLE JAMES P [US] ET AL) 16 octobre 1979 (1979-10-16)

US 6 382 014 B1 (BRETON LEO ALPHONSE GERARD [US]) 7 mai 2002 (2002-05-07)

DE 43 12 635 A1 (EHRMANN KLAUS [DE]) 20 octobre 1994 (1994-10-20)

US 5 356 594 A (NEEL EDWARD M [US] ET AL) 18 octobre 1994 (1994-10-18)

CN 204 666 588 U (SHANGHAI BAIF ANALYTICAL INSTR CO LTD) 23 septembre 2015 (2015-09-23)

WO 02/073161 A1 (SECR DEFENCE [GB]; WHITE DANIEL [GB]; LAMB THOMAS STEPHEN [GB]) 19 septembre 2002 (2002-09-19)

## 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