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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 juin 2022 (16.06.2022)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/122462 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01D 53/26 (2006.01) *B01D 45/16* (2006.01)
F24F 3/14 (2006.01) *B01D 53/04* (2006.01)
F24F 3/16 (2021.01) *B01D 53/75* (2006.01)
F24F 8/117 (2021.01) *B01D 53/88* (2006.01)
F24F 8/15 (2021.01) *F24F 8/10* (2021.01)
F24F 8/167 (2021.01) *F24F 8/24* (2021.01)
F24F 8/22 (2021.01) *F24F 8/80* (2021.01)
B01D 45/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/083474

(22) Date de dépôt international :
30 novembre 2021 (30.11.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2013005 10 décembre 2020 (10.12.2020) FR

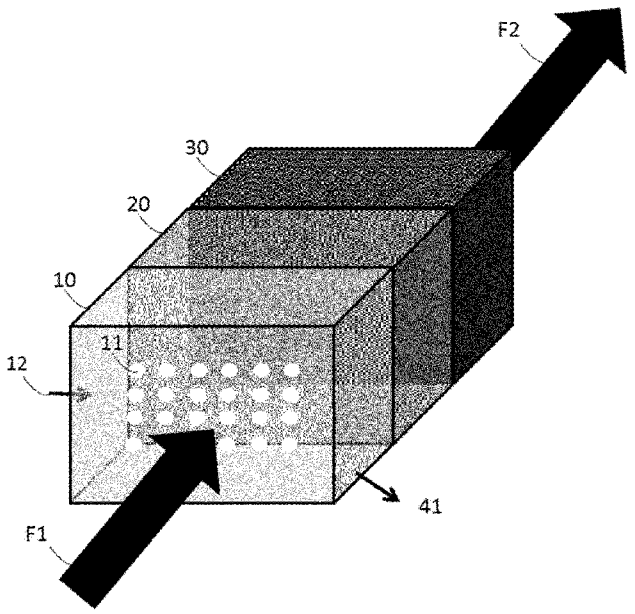
(71) Déposant : **IFP ENERGIES NOUVELLES** [FR/FR] ; 1 et 4 avenue du Bois-Préau, 92500 RUEIL-MALMAISON (FR).

(72) Inventeurs : **PETAUD, Guillaume** ; IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR). **GRONDIN, Didier** ; IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR). **LEBLANC, Mickael** ; IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR).

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR DEPOLLUTING AIR FROM CONFINED OR SEMI-CONFINED ENVIRONMENTS

(54) **Titre :** DISPOSITIF ET PROCEDE POUR DEPOLLUER L'AIR DE MILIEUX CONFINES OU SEMI-CONFINES

[Fig 1]



(57) **Abstract:** The present invention relates to a device for removing particles and polluting gaseous compounds from a gas stream (F1, F2) from the air present in a confined or semi-confined environment, comprising an arrangement consisting of a plurality of enclosures (10, 20, 30) arranged in series, each enclosure (10, 20, 30) comprising openings (11, 21, 31) provided to allow the gas stream to pass through the arrangement from one side to the other, and each enclosure comprising at least means (50, 60, 61) for generating turbulent flow areas and non-turbulent flow areas of said gas stream (F1, F2). In addition, the arrangement of enclosures (10, 20, 30) comprises at least: a first enclosure (10) comprising means for controlling humidity (13, 13') of the gas stream, a second enclosure (20) comprising means (23, 24) for the photooxidation and/or photocatalysis of the polluting gaseous compounds, a third enclosure (30) comprising

WO 2022/122462 A1

[Suite sur la page suivante]

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

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

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

means for adsorbing and/or absorbing the polluting gaseous compounds. The invention further relates to a method for removing particles and polluting gaseous compounds from a gas stream from the air present in a confined or semi-confined environment.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux (F1, F2) provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné, comprenant un arrangement formé par une pluralité d'enceintes (10, 20, 30) disposées en série, chaque enceinte (10, 20, 30) comprenant des ouvertures (11, 21, 31) aménagées pour permettre la traversée du flux gazeux de part et d'autre de l'arrangement, et chaque enceinte comprenant au moins des moyens (50, 60, 61) pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux (F1, F2). De plus, l'arrangement d'enceintes (10, 20, 30) comprend au moins : une première enceinte (10) comprenant des moyens pour contrôler l'humidité (13, 13') du flux gazeux, une deuxième enceinte (20) comprenant des moyens (23, 24) de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse des composés gazeux polluants, une troisième enceinte (30) comprenant des moyens d'adsorption et/ou d'absorption des composés gazeux polluants. L'invention concerne en outre un procédé pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné.

DISPOSITIF ET PROCEDE POUR DEPOLLUER L'AIR DE MILIEUX CONFINES OU SEMI-CONFINES

Domaine technique

L'invention s'intéresse au traitement de l'air dans des espaces confinés ou semi-confinés, tels que des parcs de stationnement de véhicules souterrains, des tunnels routiers ou encore ferroviaires, mais également des logements individuels, des espaces de travail, ou encore des espaces destinés à accueillir des jeunes enfants (crèches, écoles, etc).

Notamment dans le cas de réseaux de transports souterrains de type ferrés, ces espaces confinés ou semi-confinés, incluent les gares, les couloirs, les rames, les tunnels, les locaux commerciaux, les locaux techniques et les centres de dépannage des trains.

De manière générale, ces espaces peuvent être fréquentés par une population de passage, des usagers, et/ou par une population plus ou moins permanente, comme un personnel d'exploitation ou des commerçants.

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) a estimé dans une étude que nous passons aujourd'hui en moyenne 80% de notre temps dans des environnements clos. Or ce même organisme a montré, dans une étude menée entre 2003 et 2005, que l'air intérieur des habitations présente généralement de plus hautes concentrations de Composés Organiques Volatils (COV) que l'air extérieur. Plus précisément, il a été montré que 18 des 20 COV mesurés sont en plus fortes concentrations en intérieur qu'en extérieur et que près d'un quart des logements dépasseraient les valeurs guides européennes, en particulier en ce qui concerne le formaldéhyde et le toluène. Or il a été montré dès les années 1990 l'existence d'une relation entre l'asthme et les fortes teneurs en COV.

En parallèle des émissions de COV, une seconde composante à part entière de la problématique de la pollution atmosphérique est celle de la dépollution des poussières, notamment les particules de dimensions caractéristiques de 10, 5, 2.5 ou 1 µm (communément notées PM10, PM5, PM2.5, PM1 respectivement) avec un défi d'autant plus important concernant la capture des plus petites particules. En effet, le piégeage de ces particules fines est d'un intérêt encore plus préoccupant sachant que ce sont ces plus petites particules qui pénètrent au plus profond de l'arbre respiratoire.

Dans ces différents lieux confinés ou semi-confinés, sont généralement installés des systèmes de ventilation et d'extraction et/ou d'insufflation d'air, qui ont pour but d'améliorer la qualité de l'air, en le renouvelant par de l'air « frais » insufflé prélevé à l'extérieur et/ou par extraction et

rejet à l'extérieur d'air vicié. Dans certains cas, une dépollution de l'air vicié est réalisée dans des installations dites « en dérivation », l'air étant extrait, dépollué, puis réinjecté.

Cependant, ces systèmes s'avèrent insuffisants pour garantir une qualité d'air correcte dans ces lieux confinés. Par exemple, pour les réseaux ferrés de type métro, on vient prélever de l'air extérieur urbain pour renouveler l'air. Or l'air urbain peut déjà présenter un niveau de pollution significatif, notamment en termes de particules fines et de composés gazeux polluants comme les NOx, ou d'autres composés polluants comme les COV, ou les dérivés soufrés comme les oxydes de soufre SOx, notamment du fait du trafic automobile, du chauffage urbain, ou d'activités industrielles proches.

Quant aux espaces confinés du type tunnels routiers ou parcs de stationnement, où l'air est chargé de particules et de gaz polluant du fait du trafic routier souterrain, on vient extraire cet air pollué pour le rejeter à l'extérieur, en venant ainsi polluer l'atmosphère extérieure proche de ces espaces confinés.

Que les polluants soient émis dans les espaces confinés évoqués plus haut, ou réintroduits depuis l'extérieur, on peut les classer en deux catégories :

- les particules, qui proviennent généralement de combustions imparfaites (suies), mais également de l'usure des pneumatiques ou des organes de freinage des véhicules, ou tout simplement de la dégradation des revêtements routiers (poussières). Leur petite taille, de l'ordre de quelques microns, explique leur maintien en suspension dans l'air. Pour les enceintes ferroviaires souterraines (EFS) les constituants majeurs identifiés sont différents métaux dont le fer, du carbone élémentaire et du carbone organique. On peut aussi ajouter les poussières terrigènes notamment composées de silice.

- les composés gazeux, essentiellement des oxydes d'azote, avec les NOx dont le monoxyde et/ou le dioxyde d'azote (NO, NO_2), mais aussi le monoxyde de carbone CO, les dérivés soufrés et les COV. A noter que le NO peut s'oxyder spontanément en NO_2 sous l'effet du soleil et de la présence d'oxygène, donc même s'il est potentiellement moins néfaste que NO_2 à concentrations égales, c'est aussi potentiellement un précurseur de NO_2.

Il existe donc un réel besoin de traiter l'air arrivant dans et/ou extrait de ces espaces confinés, pour améliorer la qualité de l'air dans ces espaces, et/ou l'air dans leur voisinage.

Technique antérieure

De manière générale, concernant la capture des particules, on connait des procédés utilisant des filtres physiques (c'est-à-dire à sélectivité stérique frontale, comme par exemple des tamis), électrostatiques (c'est-à-dire en employant une énergie supplémentaire pour un changement d'état des molécules en phases gaz pour en favoriser les interactions électrostatiques), ou encore via l'emploi d'adsorbants solides (comme par exemple des lits de charbon actif et autre tamis moléculaire type zéolite).

Les filtres physiques ont comme principal inconvénient leur encrassement avec le temps. Si cet encrassement peut s'avérer bénéfique pour la capture des plus petites particules (leur porosité diminue avec l'encrassement, ce qui les rend de plus en plus sélectif envers les plus petites particules), les pertes de charges et les vitesses gaz s'en voient fortement modifiées entraînant une perte de performance globale. Il est alors nécessaire de procéder à une régénération du milieu filtrant.

Dans les tunnels routiers par exemple, on a déjà envisagé des dispositifs de filtration électrostatique pour piéger les particules solides, l'objectif visé étant en fait d'améliorer la visibilité dans les tunnels plus que d'en dépolluer l'atmosphère avant rejet à l'extérieur. Comme les débits d'air sont souvent importants, de quelques dizaines à quelques centaines de m^3 par seconde, et les concentrations en polluants très petites, de l'ordre du milligramme par m^3 ou moins, les dispositifs le plus souvent employés sont des dépoussiéreurs électrostatiques pour les polluants particulaires et des pièges chimiques sur surfaces absorbantes pour les polluants gazeux, de manière à minimiser la perte de charge de la circulation d'air. Les résultats sont souvent décevants, notamment pour les particules qui peuvent également « empoisonner » les pièges chimiques et les rendre inefficaces. Or leur manutention est complexe, car opérée sous haute tension. De plus, une telle technologie est limitée à la capture des particules ionisables et plus particulièrement des éléments métalliques. En outre, l'étape d'ionisation des particules, préalable indispensable à leur précipitation électrostatique, produit du dioxyde d'azote (NO_2) par réaction de NO avec l'ozone (O_3) produit dans le ioniseur, ce qui est un effet induit néfaste.

La demande de brevet EP 0 431 648 s'est aussi intéressée au traitement d'air d'espaces confinés, notamment de bureaux ou d'hôpitaux, en proposant des traitements à l'ozone avec des catalyseurs d'oxydation pour éliminer les COV et les polluants biologiques, avec les inconvénients liés à l'utilisation d'ozone soulignés plus haut.

On connait également des technologies gaz/liquide, telles que les colonnes à spray, à plateaux ou à bulle par exemple. On peut par exemple employer divers solvants permettant des interactions fortes entre les polluants gazeux (comme par exemple les COV, les NOx) mais aussi entre les particules en suspension. Cependant, cette technologie n'est possible qu'avec l'emploi de moyens de circulation lourds (pompes liquide, compresseurs, cuves), calibrés,

nécessitant l'immobilisation de volume de liquide important et donc d'empreinte au sol importante. De plus, les contacteurs internes sont onéreux. Enfin, la dégradation et/ou la capture des polluants gazeux dans de telles conditions requiert bien souvent l'emploi de lit fixe au flux traversant ou léchant pour permettre leur capture ou abattement, ce qui est un peut entrainer une perte de charge. De plus, cette technologie emploie des solvants qui peuvent être corrosifs et même dangereux.

On connait aussi la demande WO 2019/192827 A1 qui concerne un procédé et un dispositif de traitement d'air d'un espace confiné pour l'appauvrir en composés gazeux polluants et en particules solides. Plus précisément, on conduit dans un dispositif de lavage au moins une partie de l'air à traiter au contact d'un écoulement d'un effluent liquide comprenant au moins un composé actif vis-à-vis du ou d'au moins un des composés gazeux polluants, de sorte que l'effluent liquide au contact de l'air à traiter se charge en particules et agit sur ledit composé gazeux, par exemple par absorption, puis éventuellement par conversion chimique notamment du type oxydation ou réduction. Toutefois, ce dispositif présente les inconvénients suivants : toxicité des agents captant, impact environnemental potentiel plus important si fuite de produit dangereux ou évaporation par exemple, management des fluides et réseau de canalisation complexes (plus ou moins dangereux surtout si sous pression), investissement en pompe pour liquides nécessaire, investissement d'autant plus important si produit corrosif (produit acide et/ou basique), transfert gaz/liquide à contrôler. De plus, ce système a une modularité limitée (multi-absorption chimique et/ou physique délicate pour un même mélange) et demande à assécher l'air sortant pour maintenir un taux d'humidité finale cohérent avec l'environnement de rejet (sinon risque de favoriser le développement de champignons et bactéries). Enfin et notamment pour les solvant aqueux, consommation d'eau le plus souvent propre.

Dans le domaine de la filtration des particules uniquement, on connait également les filtres de type TFP ("Turbulent Flow Precipitator" en anglais, et "Précipitateur à Flux Turbulent" en français), par exemple décrits dans les documents suivants : EP 0626880 A1 (US 5626651), EP0755294 B1 (US2003188636A), EP0851785 A2 (US6007593A). Le principe général de ces filtres consiste à générer une zone avec des écoulements turbulents (vitesse gaz de l'ordre de 10 à 50 m/s) et une zone adjacente constituée d'espaces calmes. La turbulence permet d'augmenter les probabilités de passage des particules aux abords des zones calmes, où elles peuvent sédimenter et/ou être captées sur des surfaces collectrices. Les particules collectées peuvent être éliminées en continu ou bien de manière cyclique.

En particulier, le document EP 0626880 A1 (US 5626651) décrit un dispositif permettant d'éliminer des particules contenues dans un courant de fluide, par création d'un écoulement turbulent. Plus précisément, ce dispositif comporte une veine dans laquelle s'écoule le flux, et une série de plaques parallèles espacées de quelques centimètres, disposées à la base du flux de manière perpendiculaire. Ces plaques génèrent des tourbillons dans l'écoulement principal de la veine, qui viennent "mourir" dans une zone calme, derrière les plaques, les particules se déposant alors sur les surfaces des plaques.

On connait également le document EP0755294 B1 (US2003188636A) qui décrit des perfectionnements du dispositif décrit dans le document EP 0626880 A1 (US 5626651), notamment différentes géométries de la veine (rectangulaire, annulaire, spiralée..), et des plaques pouvant comprendre des matériaux céramiques poreux ou encore des tissus en fibres pour retenir les fines particules

On connait en outre le document EP0851785 A2 (US6007593A) qui décrit un dispositif d'agglomération destiné à augmenter la taille de fines particules en suspension dans un courant de gaz turbulent, afin d'améliorer leur piégeage.

Ce type de filtre ne nécessite pas un apport particulier d'énergie (sauf si besoin de maitriser le flux en entrée de ces filtres) contrairement aux filtres électrostatiques ou encore aux contacteurs gaz/liquide décrits ci-dessus. Par contre, ce type de filtres, tel que décrit dans l'art antérieur, ne permet pas la filtration des composés gazeux polluants, tels que les COV et les NOx. De plus, les dispositifs de type TFP selon l'art antérieur sont efficaces pour des particules ayant une taille granulométrique supérieure à 1-2 microns, et ce avec des efficacités entre 80 et 90%. Lorsque la taille des particules devient inférieure à cette plage de 1-2 microns, l'efficacité de capture chute rapidement pour avoisiner 30/40%.

L'invention a donc pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un nouveau dispositif et un nouveau procédé de traitement de l'air d'espaces confinés, qui soit efficace aussi bien vis-à-vis de polluants sous forme de particules que sous forme de composés gazeux. De plus, le dispositif selon l'invention étant composé d'enceintes juxtaposées ayant leur fonction propre, le dispositif peut être modulable en fonction des polluants propres à chaque milieu confiné à traiter. De plus, la mise en œuvre et la maintenance de ce filtre sont facilitées. Enfin le procédé selon l'invention ne nécessite pas d'apport particulier d'énergie, contrairement aux filtres selon l'art antérieur, notamment les filtres électrostatiques ou les contacteurs gaz/liquide décrits ci-dessus.

Résumé de l'invention

La présente invention concerne un dispositif pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-

confiné, ledit dispositif comprenant un arrangement formé par une pluralité d'enceintes disposées en série, lesdites enceintes comprenant des ouvertures aménagées pour permettre la traversée dudit flux gazeux de part et d'autre de ladite pluralité d'enceintes disposées en série, chaque enceinte comprenant au moins des moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux dans ladite enceinte.

Selon l'invention, ledit arrangement comprend au moins :

- une première enceinte comprenant des moyens pour contrôler l'humidité dudit flux gazeux ;
- une deuxième enceinte comprenant des moyens de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse desdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux ;
- une troisième enceinte comprenant des moyens d'adsorption et/ou d'absorption desdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes peuvent comprendre une pluralité de rangées et/ou une pluralité de colonnes de plaques disposées de manière perpendiculaire audit flux gazeux et sur la base de ladite au moins une enceinte.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes peuvent comprendre une pluralité de rangées de plaques disposées de manière perpendiculaire audit flux gazeux et sur la base de ladite au moins une enceinte, chacune desdites plaques comportant une pluralité d'ouvertures sous la forme de diaphragmes.

Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit dispositif peut comprendre des moyens pour piloter la disposition desdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes, notamment la position et/ou l'inclinaison et/ou l'orientation desdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour contrôler l'humidité dudit flux gazeux de ladite première enceinte peuvent comprendre des moyens pour faire circuler un fluide caloporteur dans ladite première enceinte.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse de ladite deuxième enceinte peuvent comprendre au moins une source lumineuse, de préférence une lampe UV, et des corps revêtus d'une phase photo-active.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens d'adsorption de ladite troisième enceinte peuvent comprendre des corps revêtus d'un matériau adsorbant ou un lit fixe de granulés.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens d'absorption de ladite troisième enceinte peuvent comprendre des corps revêtus d'un matériau absorbant, un lit fixe de granulés ou des moyens de dispersion d'un solvant absorbant.

Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit arrangement peut être formé par ladite première enceinte, ladite deuxième enceinte et ladite troisième enceinte disposées en série et selon cet ordre le long dudit flux gazeux.

L'invention concerne en outre un procédé pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants présents dans l'air d'un milieu confiné ou semi-confiné comprenant au moins les étapes suivantes :

a) on conduit, sous la forme d'un flux gazeux, au moins une partie de l'air dudit milieu confiné ou semi-confiné dans au moins un dispositif pour éliminer au moins des particules d'un flux gazeux provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné tel que décrit ci-dessus ;

b) on élimine lesdites particules et lesdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux au moyen dudit au moins un dispositif.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif et du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisations, en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

Liste des figures

La figure 1 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif du dispositif selon l'invention.

La figure 2 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la première enceinte du dispositif selon l'invention.

La figure 3 présente de manière schématique un autre mode de réalisation non limitatif de la première enceinte du dispositif selon l'invention.

La figure 4 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la deuxième enceinte du dispositif selon l'invention.

La figure 5 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la troisième enceinte du dispositif selon l'invention.

La figure 6 illustre des dimensionnements d'un mode de réalisation non limitatif d'une des enceintes du dispositif selon l'invention.

Description des modes de réalisation

Selon un premier aspect, l'invention concerne un dispositif pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux provenant de l'air présent d'un milieu confiné ou semi-confiné.

Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un procédé pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux provenant de l'air présent d'un milieu confiné ou semi-confiné.

Par milieu confiné, respectivement semi-confiné, on entend un espace clos, respectivement partiellement clos, tels que des parkings de véhicules souterrains, des tunnels ferroviaires ou routiers, des logements individuels, des espaces de travail (bureau, atelier, garage, ébénisterie, etc), ou encore des espaces destinés à accueillir des jeunes enfants (crèches, écoles, etc).

Par particules, on entend tout corps solide ou liquide de dimension inférieur à 100 µm, avec éventuellement une phase volatile (par exemple de type d'hydrocarbures) pouvant être adsorbée sur une phase solide. De manière non limitative, les particules selon l'invention peuvent correspondre à des particules de suie qui sont des particules fines riches en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), mais aussi des particules provenant de l'abrasion de pièces comme par exemple des particules métalliques issues de plaquettes de frein, des particules provenant de l'abrasion de pneus, mais aussi des pollens, etc.

Selon l'invention, l'air à traiter provient d'un milieu confiné ou semi-confiné et entre dans le dispositif selon l'invention sous la forme d'un flux gazeux c'est-à-dire que l'air à traiter entre dans le dispositif selon l'invention avec un débit et une vitesse non nuls. Avantageusement, la vitesse du flux gazeux est supérieure à 0.2 m/s, de préférence supérieure à 0.4 m/s et le débit du flux gazeux est supérieur à 200 m^3/h, de préférence 255 m^3/h. Ces vitesses et débits sont classiques en sortie de moyens d'extraction d'air et/ou de ventilation des milieux confinés ou semi-confinés. Concrètement, ces moyens sont sous forme de réseaux de conduites, de cheminées et d'enceintes diverses en connexion fluidique les un(e)s avec les autres et

équipé(e)s de ventilateurs/extracteurs ad hoc pour assurer la circulation de l'air depuis l'intérieur vers l'extérieur de l'espace confiné et/ou l'inverse. En disposant le dispositif selon l'invention en sortie de ces moyens de ventilation/extraction, le flux gazeux à traiter est conduit à circuler dans le dispositif selon l'invention éventuellement sans même avoir recours à des dispositifs supplémentaires. Alternativement, si de tels moyens de ventilation/extraction ne sont pas existants in situ ou sont d'accès difficiles ou impossibles, le dispositif peut aussi comprendre des moyens de ventilation propres pour assurer l'amenée et la circulation du flux gazeux dans le dispositif.

Le dispositif selon l'invention comprend un arrangement d'enceintes juxtaposées (ou encore disposées en série), lesdites enceintes comprenant des ouvertures aménagées pour permettre la traversée du flux gazeux de part et d'autre de l'arrangement d'enceintes juxtaposées. Autrement dit, chaque enceinte comporte des ouvertures pour permettre au flux gazeux de pénétrer dans l'enceinte, et des ouvertures pour permettre au flux gazeux de sortir de l'enceinte, les ouvertures de sortie/d'entrée d'une enceinte pouvant communiquer avec les ouvertures d'entrée/de sortie d'une autre enceinte de l'arrangement d'enceintes. De cette manière, l'air est partiellement traité dans une enceinte, puis passe dans l'enceinte suivante (selon le sens du flux gazeux) de l'arrangement pour poursuivre le traitement. Les enceintes selon l'invention peuvent être de forme parallélépipédique, cylindrique ou de toute autre forme.

Selon l'invention, chaque enceinte comprend des moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent du flux dans l'enceinte, lorsque celle-ci est traversée par le flux gazeux. Par écoulement turbulent, on entend un écoulement dans lequel la vitesse présente un caractère tourbillonnaire. En particulier, la taille, la localisation et l'orientation des tourbillons d'un écoulement turbulent varient constamment. Les écoulements turbulents se caractérisent donc par une apparence très désordonnée, un comportement difficilement prévisible et l'existence de nombreuses échelles spatiales et temporelles. Par la suite et à des fins de simplification, on parle de moyens pour générer des zones d'écoulement différencié ou encore de moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié.

Ainsi, selon l'invention, chaque enceinte comprend des moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, plus précisément, des premières zones dans lesquelles l'écoulement est de type turbulent et des deuxièmes zones sans écoulement turbulent. Dans les premières zones, le flux gazeux s'écoule de manière turbulente, portant les particules en suspension ainsi que les composés gazeux polluants. Les tourbillons vont aussi pénétrer dans les deuxièmes zones dans lesquelles les turbulences disparaissent, et où les particules fines et/ou les composés gazeux polluants, emportés par ces tourbillons, vont pouvoir être captés tels que décrit ci-dessous, selon les caractéristiques propres à chaque enceinte. Ces deuxièmes

zones sont aussi appelées des zones adjointes collectrices dans les précipitateurs à écoulement turbulent selon l'art antérieur.

Ainsi, selon l'invention, les particules et/ou les composés gazeux polluants sont emportés par des tourbillons formés dans les zones d'écoulement turbulent vers les zones d'écoulement non turbulent, et sont captés dans les zones d'écoulement non turbulent. L'écoulement différencié selon l'invention permet d'augmenter la probabilité d'interactions entre les particules et/ou les composés gazeux polluants et les moyens spécifiques à chaque enceinte pour capter les particules et/ou les composés gazeux polluants.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement différencié comprennent au moins une pluralité de rangées de plaques disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux et sur la base de l'enceinte. Il est bien clair que la distance entre les plaques dans la direction perpendiculaire au flux gazeux est prédéterminée de manière à générer des zones à écoulement turbulent (et des zones où l'écoulement turbulent se dissipe (essentiellement derrière les plaques, dans leur partie inférieure). L'homme du métier a parfaite connaissance de moyens pour dimensionner les moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, comme par exemple un logiciel de simulation numérique de la dynamique des fluides (ou logiciel CFD). De manière générale, les plaques auront une hauteur et seront disposées par rapport aux ouvertures aménagées dans l'enceinte de manière à ce qu'une partie du flux gazeux s'écoule sans perturbation (par exemple "au-dessus" des plaques), ceci afin de limiter la perte de charge, notamment d'une enceinte à une autre. Par ailleurs, la hauteur et la largeur des plaques pourra avantageusement augmenter le long du flux gazeux, toujours de manière à limiter la perte de charge, notamment d'une enceinte à une autre, et pour contrôler le rapport entre zones calmes et zones turbulentes.

Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement différencié comprennent une pluralité de rangées et/ou de colonnes de plaques (ou encore d'ailettes) disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux. Avantageusement, les plaques sont organisées en plusieurs colonnes (par exemple 4 colonnes) et plusieurs rangées (par exemple 5 rangées). Il est bien clair que la distance entre les plaques dans la direction perpendiculaire au flux gazeux est prédéterminée de manière à générer des zones à écoulement turbulent (essentiellement entre les plaques) et des zones où l'écoulement turbulent se dissipe (essentiellement derrière chaque plaque). L'homme du métier a parfaite connaissance de moyens pour dimensionner les moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, comme par exemple un logiciel de simulation numérique de la dynamique des fluides (ou logiciel CFD). Des dimensionnements, notamment concernant les moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, sont donnés dans l'exemple d'application décrit ci-après. De manière générale, les plaques auront une hauteur et seront

disposées par rapport aux ouvertures aménagées dans l'enceinte de manière à ce qu'une partie du flux gazeux s'écoule sans perturbation (par exemple "au-dessus" des plaques), ceci afin de limiter la perte de charge, notamment d'une enceinte à une autre. Par ailleurs, la hauteur et la largeur des plaques pourra avantageusement augmenter le long du flux gazeux, toujours de manière à limiter la perte de charge, notamment d'une enceinte à une autre, et pour contrôler le rapport entre zones calmes et zones turbulentes.

Selon une mise en œuvre de l'invention, le matériau des plaques peut être du feutre, de la céramique, du métal, ou un polymère. De tels matériaux ont en effet une surface texturée, ce qui permet d'améliorer le contact intime du gaz avec la paroi. Selon une autre mise en œuvre de l'invention, le matériau des plaques peut être du verre ou une matière plastique. De tels matériaux sont avantageux car ils permettent d'éviter la corrosion, ont un potentiel électrostatique (ce qui est avantageux pour capturer les poussières), sont peu onéreux, et peuvent être recyclés. Comme cela sera décrit ci-après, les plaques peuvent aussi comporter un revêtement ayant des propriétés d'adsorption, d'absorption, de photocatalyse, et/ou de photo-oxydation, notamment pour les deuxième et troisième enceintes.

Alternativement, lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement différencié tel que décrit ci-dessus peuvent comprendre une pluralité de rangées de plaques disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux, chaque plaque comportant une pluralité d'ouvertures. Avantageusement, les plaques peuvent être organisées en plusieurs rangées (par exemple 5 rangées), les ouvertures des plaques étaient sensiblement positionnées au même emplacement d'une plaque à une autre, de manière à générer des zones à écoulement turbulent (essentiellement d'une ouverture d'une plaque à celle d'une autre plaque sur le chemin du flux gazeux) et des zones où l'écoulement turbulent se dissipe (entre les ouvertures des plaques). Il est bien clair que la distance entre les plaques dans la direction parallèle au flux gazeux est choisie pour générer des zones où l'écoulement turbulent se dissipe. L'homme du métier a parfaite connaissance de moyens pour dimensionner les moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, comme par exemple un logiciel de simulation numérique de la dynamique des fluides (ou logiciel CFD).

Le dispositif selon l'invention comprend un arrangement d'au moins trois enceintes, chaque enceinte comprenant des moyens pour générer des zones d'écoulement différencié, les trois enceintes étant définies de la façon suivante :

- une première enceinte comprenant en outre des moyens pour contrôler l'humidité du flux gazeux ;

- une deuxième enceinte comprenant en outre des moyens de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse des composés gazeux polluants du flux gazeux ;

- une troisième enceinte comprenant en outre des moyens d'adsorption et/ou d'absorption des composés gazeux polluants du flux gazeux.

Il est bien clair que le dispositif selon l'invention peut comprendre d'autres enceintes, dites complémentaires, dans son arrangement d'enceintes juxtaposées. A noter que l'utilisation des termes "première enceinte", "deuxième enceinte", "troisième enceinte", ne préjuge pas de l'ordre des enceintes dans l'arrangement d'enceintes du dispositif selon l'invention. En effet, les enceintes du dispositif selon l'invention peuvent être juxtaposées entre elles selon un ordre quelconque. Toutefois, dans un premier mode préféré de mise en œuvre de l'invention, l'enceinte de contrôle de l'humidité telle que décrite ci-dessous peut être avantageusement disposée en premier (l'ordre étant défini par rapport au sens du flux gazeux) dans l'arrangement d'enceintes juxtaposées, avec les avantages qui seront décrits ci-après. Avantageusement, dans un deuxième mode préféré de mise en œuvre de l'invention, si la troisième enceinte comprend des moyens d'adsorption, elle peut être disposée en aval (le sens étant défini par rapport au sens du flux gazeux) d'une mise en œuvre de la deuxième enceinte comprenant des moyens d'oxydation. En effet, les COV oxydés seront alors plus efficacement adsorbés.

Selon l'invention, l'arrangement d'enceintes juxtaposées du dispositif selon l'invention comprend une première enceinte destinée à la régulation de l'humidité du flux gazeux, comprenant des moyens pour contrôler l'humidité du flux gazeux.

Selon une mise en œuvre de l'invention, la régulation de l'humidité du flux gazeux consiste à abaisser le taux d'humidité du flux gazeux, ou encore à assécher le flux gazeux, comme cela est décrit dans les modes de réalisation ci-après.

Selon une mise en œuvre de l'invention, la régulation de l'humidité du flux gazeux peut être réalisée par refroidissement, en particulier par refroidissement des moyens pour générer des zones d'écoulement différencié. Selon une réalisation de cette mise en œuvre, ces moyens pour contrôler l'humidité du flux gazeux comprennent des moyens de circulation d'un fluide caloporteur dans l'enceinte, agencés pour permettre le refroidissement des moyens pour générer des zones d'écoulement différencié. Ces moyens de refroidissement du flux gazeux peuvent comprendre une amenée et une sortie d'un fluide caloporteur aménagées sur au moins une des faces de la première enceinte, et un circuit pour faire circuler le fluide caloporteur de manière à ce qu'il soit en contact avec les moyens pour générer des zones d'écoulement différencié. Le fluide caloporteur peut être de l'eau dé-ionisée, des solutions de glycol et d'eau ou des fluides diélectriques, ou des solutions biodégradables issues de

ressources renouvelables (par exemple du 1,3-propanediol biosourcé issu de la fermentation de sirop de glucose). Le refroidissement du flux gazeux permet de condenser la vapeur d'eau présente dans le flux gazeux, ce qui contribue à une filtration plus efficace du dispositif selon l'invention. En effet, notamment dans la première mise en œuvre préférée de l'invention selon laquelle l'enceinte pour réguler l'humidité du flux gazeux est disposée en amont des autres enceintes, le flux gazeux est asséché avant d'entrer dans les enceintes suivantes (l'ordre des enceintes étant considéré par rapport au sens du flux gazeux) de l'arrangement d'enceintes selon l'invention, ce qui évite que la vapeur d'eau ne viennent "occuper" les sites de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse et/ou les sites d'adsorption et/ou d'absorption des enceintes disposées en aval. De plus, l'eau condensée, notamment sur les moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié, contribue à piéger efficacement les particules du flux gazeux, notamment les plus grosses, et évite l'encrassement des enceintes en aval.

Avantageusement, ce mode de réalisation comprend en outre des moyens de collecte et d'élimination de cette eau condensée chargée de particules. Ces moyens de collecte et d'élimination de l'eau condensée chargée en particules peuvent comprendre une sortie aménagée dans la partie inférieure de l'enceinte. De cette manière, l'eau chargée de particules va s'écouler par gravité le long des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié pour être évacuée par la sortie aménagée dans la partie inférieure de la première enceinte. De manière alternative, les moyens de collecte et d'élimination de l'eau condensée chargée en particules peuvent comprendre un bac de décantation, muni d'un contrôle de niveau, pour déclencher une vidange en fonction du niveau. De manière complémentaire, les moyens de collecte et d'élimination peuvent comprendre une racle mécanique, ou une buse de rinçage placée dans la partie inférieure de l'enceinte.

Selon une autre mise en œuvre de l'invention, les moyens pour réguler l'humidité du flux gazeux peuvent comprendre un dessicant (comme par exemple un chlorure de calcium, de l'acide phosphorique), un adsorbeur (comme par exemple de l'alumine, des argiles activées, du gel de silice), une membrane de perméation ou encore des liquides comme par exemple du glycol ou du carbonate de propylène.

Avantageusement, les moyens pour réguler l'humidité du flux gazeux peuvent être dimensionnés pour déterminer un taux d'humidité du flux gazeux en sortie de la première enceinte, fonction de l'espèce polluante à abattre, pouvant être compris entre et 4% et 0.5%, en particulier lorsqu'elle est disposée en amont du deuxième type d'enceinte. En effet, un taux d'humidité en entrée de la deuxième enceinte compris dans ces gammes permet, sous rayonnement UV et/ou traitement à l'ozone dans la deuxième enceinte, la formation de radicaux libres utiles pour l'oxydation des COV et/ou des NOx.

Selon l'invention, l'arrangement d'enceintes juxtaposées du dispositif selon l'invention comprend une deuxième enceinte destinée à éliminer des composés gazeux polluants par photo-oxydation et/ou photo-catalyse. Ces réactions provoquent la minéralisation de ces composés gazeux polluants. Cette deuxième enceinte comprend des moyens de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse des composés gazeux polluants du flux gazeux. Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse des composés gazeux polluants du flux gazeux peuvent comprendre au moins : une source lumineuse (par exemple une lampe UV, de préférence une lampe néon UV) pour irradier (par exemple au moyen d'au moins une fibre optique déployée dans l'enceinte) des corps revêtus d'une phase photo-active, de préférence un revêtement d'oxyde de titane (TiO_2) dans le cas de la photo-oxydation et un revêtement en oxydes mixtes (par exemple un oxyde de titane TiO_x avec $2<x<0$ associé à un oxyde inorganique type cérine, un oxyde de cobalt, du vanadium, ou des métaux nobles) dans le cas de la photo-catalyse. Avantageusement, les corps revêtus d'une phase photo-active de cette mise en œuvre peuvent correspondre à au moins une partie des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié dans l'enceinte. Autrement dit, par exemple, au moins une partie des plaques destinées à générer des zones hydrodynamiques différenciées peuvent être revêtues d'une phase photo-active, apte à la photo-oxydation et/ou à la photo-catalyse. De préférence, toutes les plaques destinées à générer des zones hydrodynamiques différenciées peuvent être revêtues d'une phase photo-active. Selon un exemple de réalisation, certaines des plaques destinées à générer des zones hydrodynamiques différenciées peuvent contribuer à une photo-oxydation de polluants gazeux et d'autres plaques peuvent contribuer à une photo-catalyse de ces ou d'autres polluants gazeux. Ainsi, de manière générale, cette deuxième enceinte permet de traiter les COV et des NOx contenus dans le flux gazeux à température et pression ambiante, via l'emploi d'un revêtement adéquat de surfaces en contact avec l'effluent turbulent et de l'appoint en réactif et/ou en énergie rayonnante. Cette capacité d'oxydation est en particulier avantageuse pour l'oxydation en phase gaz des NOx (plus particulièrement le NO) afin d'obtenir un mélange plus riche en NO_2, N_2O_3,..., ce qui permet par exemple d'améliorer la solubilité des NOx en phase aqueuse, et favoriser l'adsorption de NO_2 plutôt que de NO. De plus, dans le deuxième mode préféré de l'invention, les oxydes ainsi formés, qui sont alors entrainés par le flux gazeux vers au moins la troisième enceinte, sont plus réactifs au mécanisme d'adsorption.

Il est bien clair que le dispositif selon l'invention peut comprendre plusieurs enceintes du type de la deuxième enceinte, chacune comprenant des phases photo-actives distinctes, de manière à capter le plus de polluants gazeux différents. Avantageusement, pour les plus grosses molécules, le dispositif selon l'invention comprend une enceinte destinée à éliminer des composés gazeux polluants par photo-oxydation placée en amont d'une enceinte destinée

à éliminer des composés gazeux polluants par catalyse. Cet agencement est particulièrement avantageux pour permettre la minéralisation du formaldéhyde en CO_2.

Selon l'invention, l'arrangement d'enceintes du dispositif selon l'invention comprend une troisième enceinte destinée à piéger des composés gazeux polluants par adsorption et/ou absorption.

Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle la troisième enceinte comprend des moyens d'adsorption des composés gazeux polluants du flux gazeux, ces moyens d'adsorption peuvent comprendre des corps revêtus d'un agent adsorbant (tel que des monolithes céramiques ou métalliques, etc …) ou encore des lits fixes de granulés (tel qu'un tamis moléculaire, par exemple formé de zéolithes ou de charbon actif). Cette troisième enceinte a pour but de capturer les polluants via physi-sorption selon les matériaux employés. Avantageusement, les corps revêtus d'un agent adsorbant selon une mise en œuvre peuvent correspondre à au moins une partie des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié dans l'enceinte. Par exemple, au moins une partie des plaques destinées à générer un écoulement hydrodynamique différencié peuvent être revêtues d'au moins un agent adsorbant, de préférence toutes les plaques. Avantageusement, le procédé selon l'invention comprend une étape de régénération des agents adsorbants, par exemple réalisée ex situ. Selon une alternative, les lits fixes de granulés peuvent être formés au moyen de gabions qui sont disposés au contact des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié dans l'enceinte (par exemple des plaques).

Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle la troisième enceinte comprend des moyens d'absorption des composés gazeux polluants du flux gazeux, ces moyens d'absorption peuvent comprendre des corps revêtus d'un agent absorbant (tel qu'une alumine activée ou non et/ou zéolite, comportant des espèces et groupements cuivre et/ou argent par exemple, supporté et/ou échangé) ou encore des lits fixes de granulés (tel que des MOFS, des oxydes de potassium ou carbonates), les granulés étant la phase active. Cette troisième enceinte a pour but de capturer les polluants via chimi-sorption selon les matériaux employés. Avantageusement, les corps revêtus d'un agent absorbant selon une mise en œuvre peuvent correspondre à au moins une partie des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié dans l'enceinte. Par exemple, au moins une partie des plaques destinées à générer un écoulement hydrodynamique différencié peuvent être revêtues d'au moins un agent absorbant, de préférence toutes les plaques. Avantageusement, le procédé selon l'invention peut comprendre une étape de régénération des agents adsorbants, par exemple réalisée ex situ ou in situ, avec la dispersion d'un solvant de rinçage ou de vapeur d'eau. Selon une alternative, pouvant toutefois être combinée au mode de réalisation décrit ci-dessus, les lits

fixes de granulés sont formés au moyen de gabions qui sont disposés au contact des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié dans l'enceinte (par exemple des plaques). Un solvant absorbant (tel qu'un solvant aqueux chloré, basique ou oxydant) peut être injecté ou pulvérisé à l'aide de buses présentes dans le module pour faire office d'agent de capture. L'écoulement du solvant pouvant par ailleurs participer à l'entraînement des poussières recueillies.

Il est bien clair que le dispositif selon l'invention peut comprendre plusieurs enceintes du type de la troisième enceinte, chacune comprenant des agents adsorbants et/ou absorbants différents, de manière à capter le plus de polluants gazeux différents.

De manière générale, le dispositif selon l'invention est particulièrement avantageux en raison de sa modularité, les différentes enceintes pouvant être agencées, dimensionnées, et fonctionnalisées selon les particules et les composés gazeux polluants à éliminer du flux gazeux, mais également en fonction des temps de séjour de ces polluants solides, liquides ou gazeux. En effet, la forte vitesse de gaz permet la création de turbulences dans les enceintes et détermine un temps de séjour distinct des particules comme des polluants gazeux. Selon une mise en œuvre de l'invention, en adéquation avec ces temps de séjours caractéristiques, on peut augmenter ou diminuer le temps de séjour des espèces en agissant sur les volumes des enceintes, les espacements, les éléments générateurs d'un écoulement hydrodynamique différencié (par exemple les plaques) au sein des enceintes, ou via l'ajout en série ou en parallèle d'éléments supplémentaires, ou encore en modifiant leur orientation/inclinaison.

Avantageusement, le dispositif selon l'invention comprend des moyens pour piloter, de préférence à distance et sans intervention humaine, la disposition des moyens pour générer des zones d'écoulement hydrodynamique différencié d'au moins une des enceintes.

Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle les moyens pour générer des zones d'écoulement hydrodynamique différencié sont sous la forme d'une pluralité de rangées et d'une pluralité de colonnes de plaques, on peut par exemple piloter l'espacement (latéral ou transversal) entre ces plaques, leur inclinaison par rapport à un axe perpendiculaire au plan du flux gazeux, et/ou leur orientation par rapport à un axe situé dans le plan du flux gazeux. Ainsi, les plaques, qui sont dans le cas le plus général orientées perpendiculairement au flux gazeux, peuvent être orientées et/ou inclinées pour moduler les temps de séjour dans l'enceinte considérée. De même l'espacement entre les plaques d'une même rangée peut être modulé afin de créer des turbulences plus ou moins importantes, et l'espacement entre les plaques d'une même colonne peut aussi être modulé pour maximiser le contact du flux gazeux

avec les plaques. Avantageusement, ces moyens peuvent en outre permettre de modifier in situ les dimensions des plaques par déploiement d'éléments pouvant être adjoints aux plaques, ou encore d'ajouter des plaques supplémentaires.

Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle les moyens pour générer des zones d'écoulement hydrodynamique différencié peuvent être sous la forme d'une pluralité de rangées de plaques comportant des ouvertures sous la forme de diaphragmes, on peut piloter l'ouverture de ces diaphragmes de manière à créer des turbulences plus ou moins importantes, par exemple au moyen d'actionneurs mécaniques (moteurs) adaptés de lames et/ou du support constituant le diaphragme via rotation de ces derniers, ou par des éléments se dilatant sous l'effet de la chaleur et/ou humidité (tel qu'un calorstat).

Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour piloter à distance et sans intervention humaine la disposition des moyens pour générer des zones d'écoulement hydrodynamique différencié d'au moins une des enceintes peuvent comprendre des moyens informatiques commandant un automate relié à des moyens de réglage de la disposition des moyens pour générer des zones d'écoulement hydrodynamique différencié tels que des arbres, des rails, des pivots, des pistons etc.

Avantageusement, on peut piloter le dispositif par un système de commande électronique/informatique permettant un pilotage manuel, automatique ou semi-automatique, à distance. Ainsi, le système de commande peut comprendre des moyens électroniques/informatiques connectés d'une part à des moyens pour la mesure de la qualité de l'air en sortie du dispositif selon l'invention et à des moyens de pilotage du dispositif, notamment des moyens de pilotage de la disposition des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié, et connectés d'autre part à une interface homme/machine. Ainsi, en fonction de la qualité de l'air mesurée en sortie du dispositif, on peut par exemple piloter la disposition des moyens pour générer un écoulement hydrodynamique différencié. Le suivi du procédé peut donc se faire à distance, en limitant au maximum les opérations de maintenance nécessitant des interventions humaines in situ. Les connections peuvent être assurées par tous les moyens connus (réseau internet local …) et exploiter le même système de connexion que celui utilisé, par exemple, pour la surveillance et la maintenance des moyens de ventilation/extraction prévus dans les milieux confinés ou semi-confinés. Avantageusement, le système de commande peut comprendre un capteur pour mesurer des concentrations en polluants gazeux et/ou en particules, en aval et/ou en amont du dispositif selon l'invention. Avantageusement, le capteur pour mesurer des concentrations en polluants gazeux et/ou en particules peut comprendre des moyens d'analyse déportés des mesures réalisées in situ de polluants gazeux et/ou de particules, les mesures étant transmises par exemple par voie filaire électrique, par fibre optique ou par un système de communication sans fil à ces moyens

d'analyse déportés. Avantageusement, le système de commande peut comprendre en outre un capteur d'humidité (en particulier en amont et/ou en aval de la première enceinte), de température, de débit du flux gazeux (pour contrôler la perte de charge notamment) pour améliorer le pilotage manuel, automatique ou semi-automatique, à distance du dispositif et du procédé selon l'invention.

Le système de commande peut aussi comprendre des moyens pour alerter lorsque le traitement de l'air est insuffisant par le dispositif et le procédé selon l'invention, ou lorsque l'un des éléments permettant le fonctionnement du dispositif s'avère défectueux (débit d'air, régulation humidité, gestion condensation,…) Selon cette mise en œuvre de l'invention, cette alerte peut être déclenchée lorsque la concentration en au moins un polluant particulaire ou moléculaire est supérieure à un seuil prédéfini. Selon une mise en œuvre, l'alerte peut être donnée sous la forme d'une indication visuelle ou sonore. Selon une mise en œuvre, les moyens d'alerte peuvent être positionnés à proximité immédiate du dispositif ou permettre une alerte à distance, par exemple via un message électronique envoyé sur un smartphone et/ou sur un ordinateur.

Selon une mise en œuvre de l'invention, le dispositif selon l'invention peut en outre comprendre des moyens pour atténuer le bruit émis par le dispositif lorsqu'il est en service, comme par exemple au moyen de silencieux utilisés pour les véhicules, ou de rembourrage autour des différentes enceintes.

La figure 1 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif du dispositif selon l'invention. Pour ce mode de réalisation, le dispositif est formé par trois enceintes juxtaposées 10, 20, 30, traversées de part en part par un flux gazeux F1 (flux entrant), F2 (flux sortant) du dispositif grâce à des ouvertures aménagées 11 dans les faces des enceintes parallélépipédiques perpendiculaires au flux gazeux (seules les ouvertures de la face en amont (par rapport au sens du flux gazeux) de la première enceinte 10 sont représentées). Chaque enceinte 10, 20, 30 comprend une entrée 12 destinée à l'amenée de réactifs et/ou d'énergie nécessaires au fonctionnement propre de l'enceinte. Sur cette figure seule l'entrée 12 destinée à l'amenée d'un fluide caloporteur dans l'enceinte 10 est représentée. Le dispositif comprend en outre une ouverture 41 d'une zone de collecte (non représentée) des polluants particulaires de l'enceinte 10.

La figure 2 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la première enceinte 10 du dispositif selon l'invention. Pour ce mode de réalisation, l'enceinte 10 est de forme parallélépipédique, et comprend six rangées de trois colonnes de plaques 50 disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux entrant F1 dans l'enceinte 10 par les ouvertures 11 aménagées sur la face amont de l'enceinte 10 (ni le flux gazeux sortant ni les ouvertures aménagées sur la face aval de l'enceinte 10 ne sont ici représentés). Les plaques 50 sont disposées dans la partie inférieure de l'enceinte 10 pour générer un écoulement turbulent. La partie supérieure de l'enceinte 10 est dépourvue de plaques 50. L'enceinte 10 comprend également une ouverture 13 pour l'amenée d'un fluide caloporteur destiné à circuler dans un circuit 13' en contact avec les plaques 50, de manière à contrôler la température des plaques 50, des moyens 14, 15, pour régler la disposition des plaques 50, sous la forme d'un actionneur 14, d'arbres 15 pour régler l'inclinaison des plaques, et de rails (non représentés). Il est bien clair que de tels moyens de réglage peuvent être tout autant déployés aux autres enceintes du dispositif selon l'invention. Cette enceinte 10 comprend en outre une zone de collecte 40 des polluants essentiellement particulaires, qui s'écoulent ici par gravité vers une sortie 41.

La figure 3 présente de manière schématique un autre mode de réalisation non limitatif de la première enceinte 10 du dispositif selon l'invention. Pour ce mode de réalisation, l'enceinte 10 est également de forme parallélépipédique, et comprend 3 rangées de plaques 60 munies d'ouvertures sous la forme de diaphragmes 61 (seuls deux diaphragmes sur la plaque 60 la plus en aval sont représentés), disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux entrant F1 dans l'enceinte 10 (ni les ouvertures aménagées sur la face amont de l'enceinte 10, ni les ouvertures aménagées sur la face aval de l'enceinte 10, ni le flux gazeux sortant de l'enceinte 10 ne sont ici représentés). L'ouverture des diaphragmes 61 est contrôlée pour générer l'écoulement turbulent. Cette enceinte 10 comprend en outre une zone de collecte 40 des polluants essentiellement particulaires, qui s'écoulent ici par gravité vers une sortie 41. Bien que non représentés, il est bien clair que cette enceinte peut aussi comporter des moyens pour faire circuler un fluide caloporteur, et des moyens pour contrôler les diamètres d'ouverture des diaphragmes 61.

La figure 4 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la deuxième enceinte 20 du dispositif selon l'invention. Pour ce mode de réalisation, l'enceinte 20 est de forme parallélépipédique, et comprend six rangées de trois colonnes de plaques 50 disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux entrant F1 dans l'enceinte 20 par les ouvertures 21 aménagées sur la face amont de l'enceinte 20 (ni le flux gazeux sortant ni les

ouvertures aménagées sur la face aval de l'enceinte 20 ne sont ici représentés). Les plaques 50 sont disposées dans la partie inférieure de l'enceinte 20 pour générer un écoulement turbulent. La partie supérieure de l'enceinte 20 est dépourvue de plaques 50. L'enceinte 20 comprend également une ouverture 23 pour l'entrée d'un rayonnement UV (provenant d'une lampe UV non représentée et extérieure au dispositif), un réseau de fibres optiques 24 pour irradier la surface des plaques 50 munies d'un revêtement photo-actif (représenté de manière schématique par des tirets).

La figure 5 présente de manière schématique un mode de réalisation non limitatif de la troisième enceinte 30 du dispositif selon l'invention. Pour ce mode de réalisation, l'enceinte 30 est de forme parallélépipédique, et comprend six rangées de trois colonnes de plaques 50 disposées de manière perpendiculaire au flux gazeux entrant F1 dans l'enceinte 30 par les ouvertures 31 aménagées sur la face amont de l'enceinte 20 (ni le flux gazeux sortant ni les ouvertures aménagées sur la face aval de l'enceinte 30 ne sont ici représentés). Les plaques 50 sont disposées dans la partie inférieure de l'enceinte 30 pour générer un écoulement turbulent. La partie supérieure de l'enceinte 30 est dépourvue de plaques 50. Pour ce mode de réalisation, la surface des plaques 50 est munie d'un agent adsorbant (représenté de manière schématique par un texture appliquée sur les plaques 50).

L'invention concerne également dans un deuxième aspect un procédé pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné.

Avantageusement, le procédé selon l'invention est mis en œuvre au moyen du dispositif selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus. Plus précisément, le procédé selon l'invention peut comprendre les étapes suivantes :

a) on conduit, sous la forme d'un flux gazeux, au moins une partie de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné dans le dispositif selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus ;

b) on élimine des particules et des composés gazeux polluants contenus dans le flux gazeux au moyen du dispositif selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus ;

La première étape du procédé selon l'invention peut être mise en œuvre en plaçant le dispositif selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus en amont et/ou en aval de

moyens de ventilation et/ou d'extraction du milieu confiné ou semi-confiné d'intérêt lorsque de tels moyens sont existants.

Conformément à un mode de réalisation de l'invention, on peut éliminer les particules et les composés gazeux polluants au moyen des étapes suivantes :

- une étape de contrôle de l'humidité du flux gazeux ;

- une étape de mise en œuvre de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse des composés gazeux polluants du flux gazeux ;

- une étape d'adsorption et/ou d'absorption des composés gazeux polluants du flux gazeux.

Ces étapes peuvent être mises en œuvre dans cet ordre, ou un autre ordre.

Exemple

Les caractéristiques et avantages du procédé selon l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de l'exemple d'application ci-après.

Pour cet exemple d'application, on considère un dispositif formé de trois enceintes, de formes parallélépipédiques, comportant des éléments pour générer une perturbation hydrodynamique du flux gazeux formées par une pluralité de plaques organisées en colonnes et rangées, la face en amont de ces plaques comportant un matériau de type feutre.

La figure 6 illustre une des enceintes de cet arrangement. Les caractéristiques de cette enceinte ont été dimensionnées pour permettre un abattement compris entre 50 et 80% des particules en masse, les particules ayant une taille au moins supérieure à 0.5µm, de préférence supérieure à 0.1µm, pour un flux gazeux ayant un débit compris entre 500 m^3/h et 10 000 m^3/h, de préférence entre 500 m^3/h et 5 000 m^3/h. Les références sont identiques à celles des figures précédentes.

Les gammes des principales caractéristiques de cette enceinte, dimensionnées pour atteindre les objectifs de filtration ci-dessus, sont données ci-après :

- H: Hauteur de l'enceinte comprise dans la gamme [0.05m- 1m], de préférence [0.05m-0.6m] ;
- h: hauteur de surpassement du flux, définie par h= (1-y).H avec y compris dans la gamme [0.3-1] ;
- l: largeur de l'enceinte, comprise dans la gamme [0.05m- 1m], de préférence [0.05m-0.6m] ;

- L: Longueur de l'enceinte comprise dans la gamme [0.5m-8m], de préférence [0.5m-5m] ;
- e: épaisseur d'une plaque 50, comprise dans la gamme [0.003m-0.1m]
- u: largeur d'une plaque 50, ne pouvant dépasser E
- N: nombre de rangée de plaques 50 compris dans la gamme [1-10], de préférence [1-5]
- esp: espacement dans la direction parallèle au flux entre les plaques 50, compris dans la gamme [0.003m-0.05m] ;
- h' : hauteur d'une plaque 50, au moins égal à h ;
- R: ratio entre la surface des ouvertures 11 de diamètre d aménagées sur la face aval et/ou amont de l'enceinte, et la surface S des parties pleines de cette même face compris entre [0.15-0.5] ;
- Surface des plaques par rapport au volume total de l'enceinte : [500m^{-1} -1000m^{-1}] ;
- Densité de plaques par rapport au volume de l'enceinte compris dans la gamme [100-50 000] plaques/m^3.

En conclusion, le dispositif et le procédé selon l'invention sont peu coûteux en énergie, en installation et en maintenance, et le dispositif selon l'invention est peu encombrant. Ils permettent de traiter à la fois la pollution sous forme particulaire et sous forme gazeuse en une seule opération. Le dispositif selon l'invention est particulièrement avantageux en raison de sa modularité, les différentes enceintes pouvant être agencées, dimensionnées, et fonctionnalisées selon les particules et les composés gazeux polluants à éliminer du flux gazeux.

Revendications

1. Dispositif pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants d'un flux gazeux (F1, F2) provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné, ledit dispositif comprenant un arrangement formé par une pluralité d'enceintes (10, 20, 30) disposées en série, lesdites enceintes (10, 20, 30) comprenant des ouvertures (11, 21, 31) aménagées pour permettre la traversée dudit flux gazeux (F1, F2) de part et d'autre de ladite pluralité d'enceintes (10, 20, 30) disposées en série, chaque enceinte (10, 20, 30) comprenant au moins des moyens (50, 60, 61) pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux dans ladite enceinte, caractérisé en ce que ledit arrangement comprend au moins :

   - une première enceinte (10) comprenant des moyens pour contrôler l'humidité dudit flux gazeux (13, 13') ;

   - une deuxième enceinte (20) comprenant des moyens (23, 24) de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse desdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux ;

   - une troisième enceinte (30) comprenant des moyens d'adsorption et/ou d'absorption desdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes (10, 20, 30) comprennent une pluralité de rangées et/ou une pluralité de colonnes de plaques (50) disposées de manière perpendiculaire audit flux gazeux et sur la base de ladite au moins une enceinte.

3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes (10, 20, 30) comprennent une pluralité de rangées de plaques (60) disposées de manière perpendiculaire audit flux gazeux et sur la base de ladite au moins une enceinte, chacune desdites plaques comportant une pluralité d'ouvertures sous la forme de diaphragmes (61).

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif comprend des moyens (14, 15) pour piloter la disposition desdits moyens (50, 60, 61) pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux d'au moins une desdites enceintes (10, 20, 30), notamment la position et/ou l'inclinaison et/ou l'orientation desdits moyens pour générer des zones d'écoulement turbulent et des zones d'écoulement non turbulent dudit flux gazeux.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens pour contrôler l'humidité (13, 13') dudit flux gazeux de ladite première enceinte (10) comprennent des moyens pour faire circuler un fluide caloporteur (13, 13') dans ladite première enceinte (10).

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens (23, 24) de photo-oxydation et/ou de photo-catalyse de ladite deuxième enceinte comprennent au moins une source lumineuse, de préférence une lampe UV, et des corps revêtus d'une phase photo-active.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens d'adsorption de ladite troisième enceinte comprennent des corps revêtus d'un matériau adsorbant ou un lit fixe de granulés.

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens d'absorption de ladite troisième enceinte comprennent des corps revêtus d'un matériau absorbant, un lit fixe de granulés ou des moyens de dispersion d'un solvant absorbant.

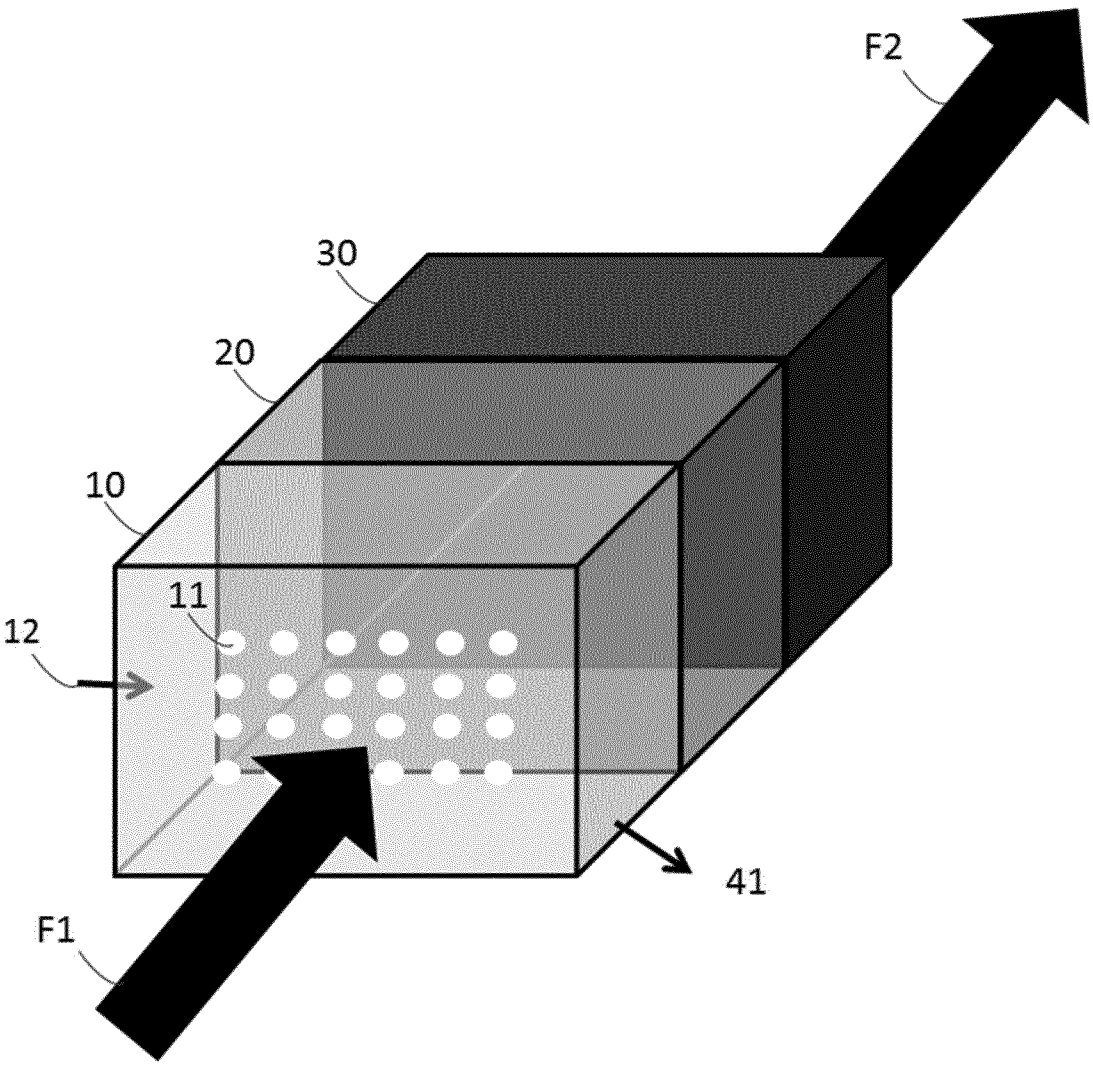
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit arrangement est formé par ladite première enceinte (10), ladite deuxième enceinte (20) et ladite troisième enceinte (30) disposées en série et selon cet ordre le long dudit flux gazeux (F1, F2).

10. Procédé pour éliminer des particules et des composés gazeux polluants présents dans l'air d'un milieu confiné ou semi-confiné, caractérisé en ce que ledit procédé comprend au moins les étapes suivantes :

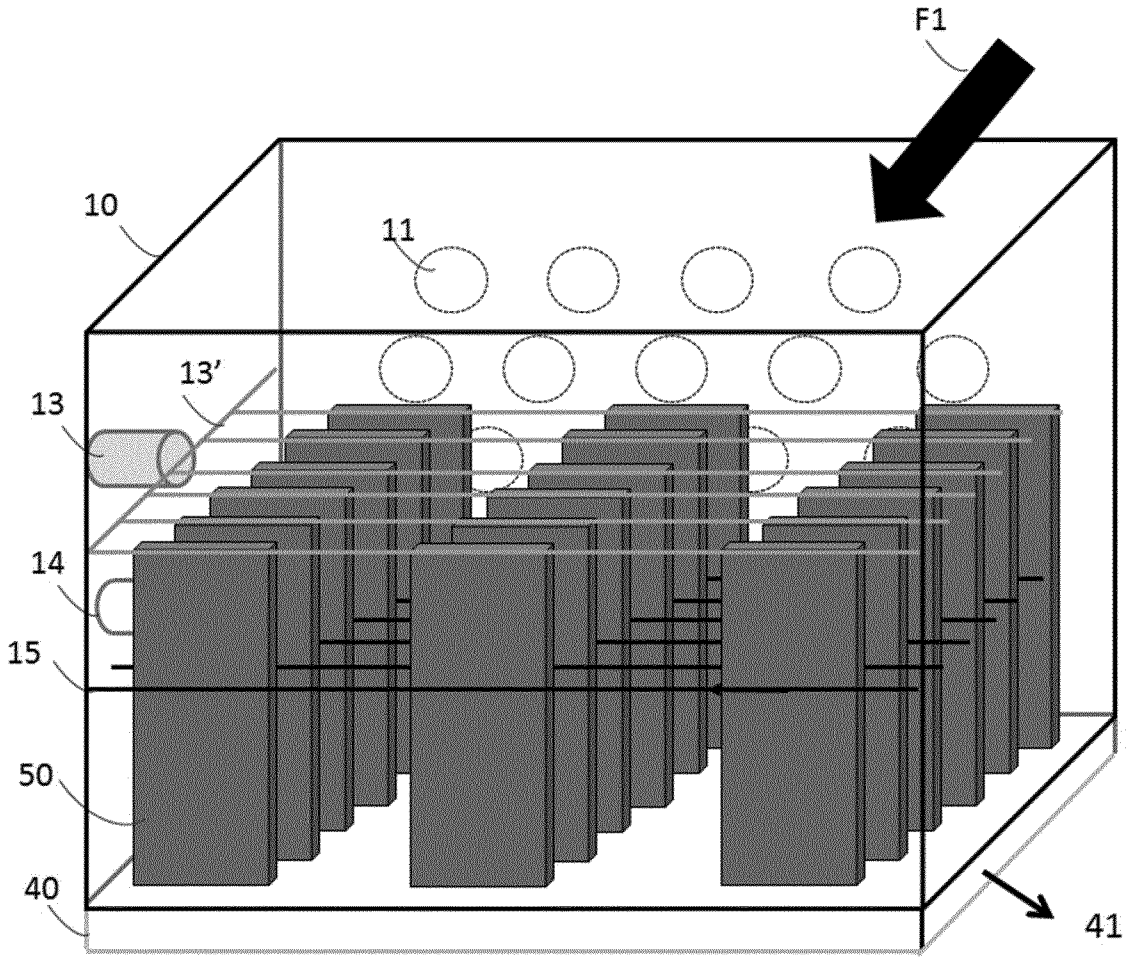
a) on conduit, sous la forme d'un flux gazeux, au moins une partie de l'air dudit milieu confiné ou semi-confiné dans au moins un dispositif pour éliminer au moins des particules d'un flux gazeux provenant de l'air présent dans un milieu confiné ou semi-confiné selon l'une quelconque des revendications précédentes ;

b) on élimine lesdites particules et lesdits composés gazeux polluants dudit flux gazeux au moyen dudit au moins un dispositif.

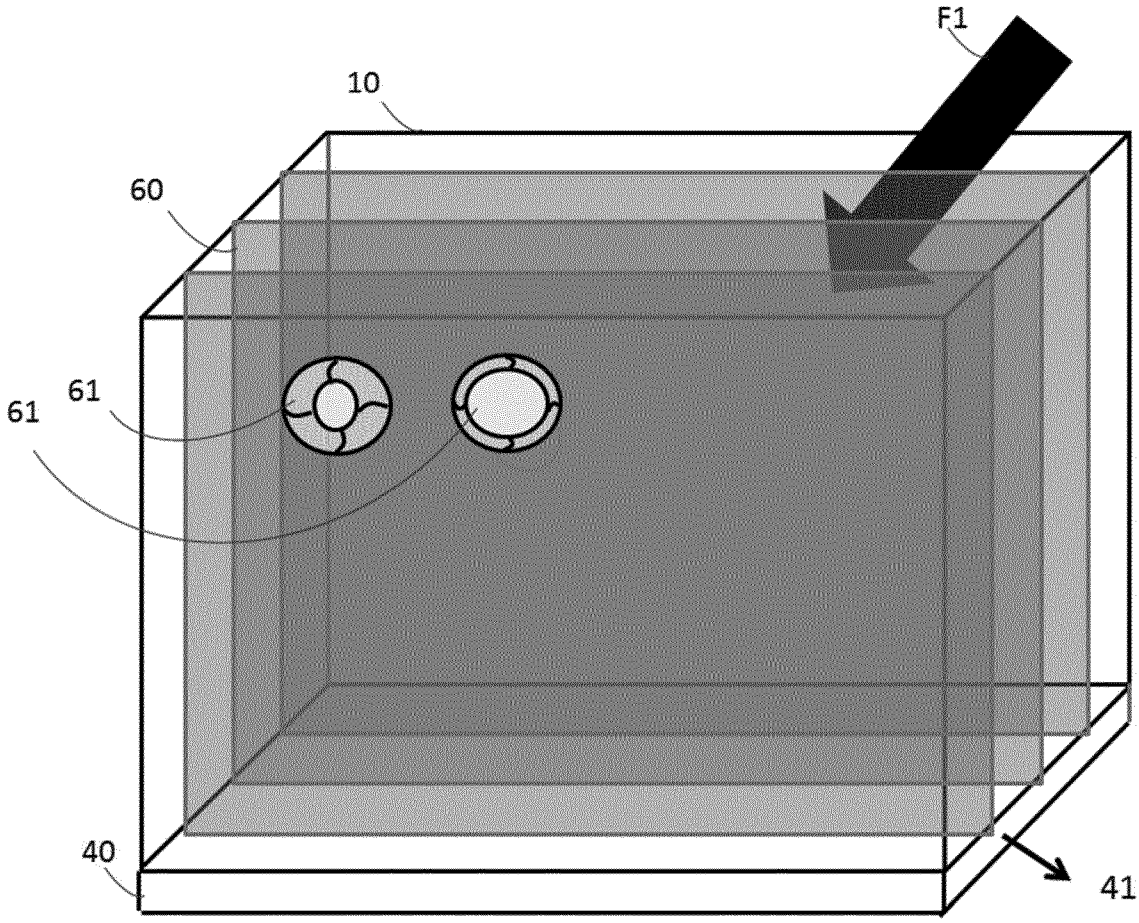
[Fig 1]



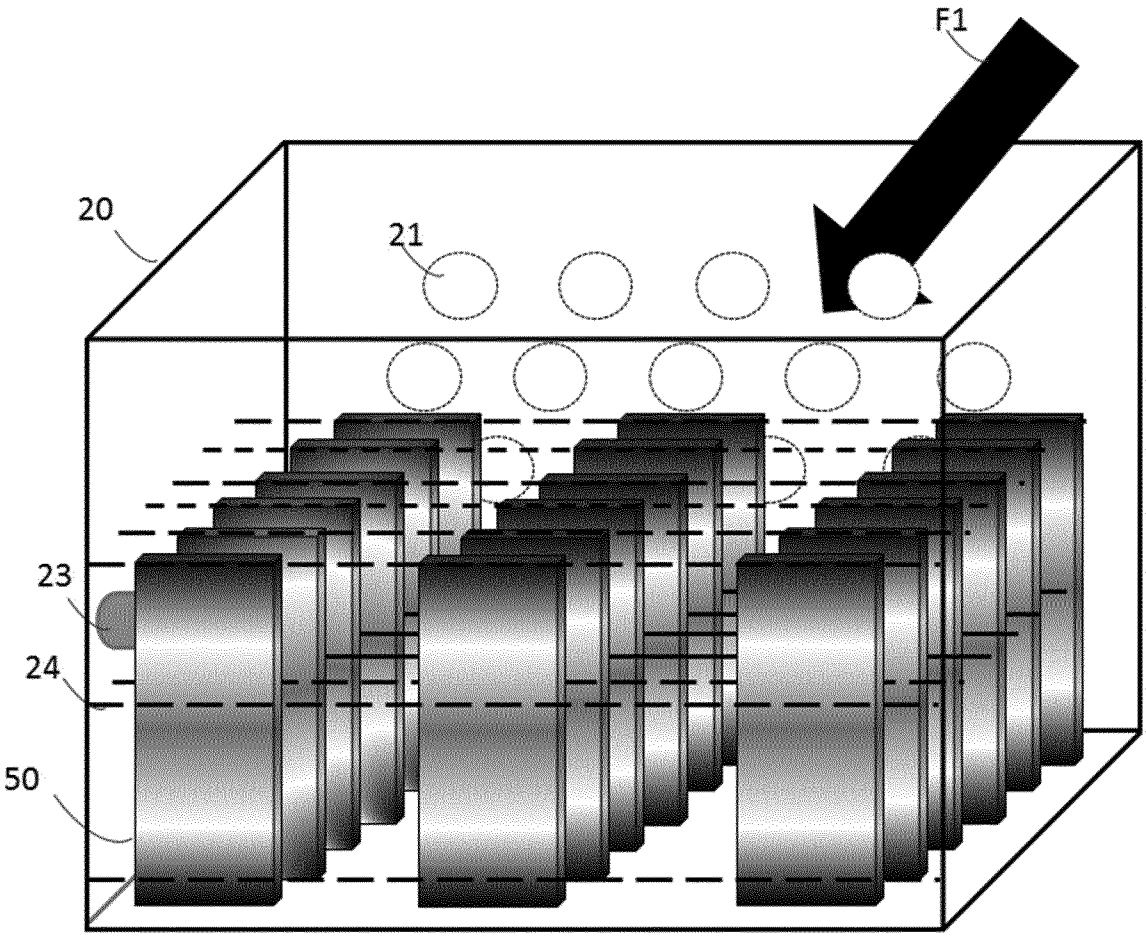
[Fig 2]



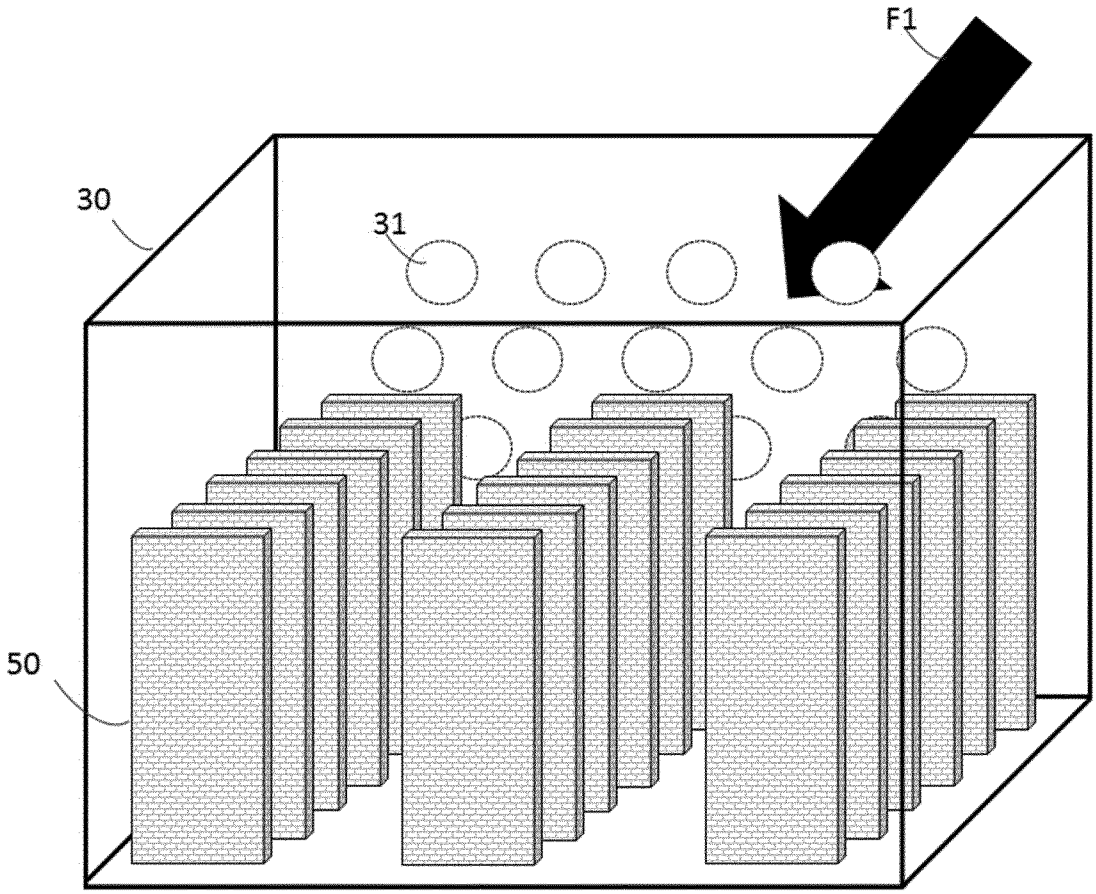
[Fig 3]



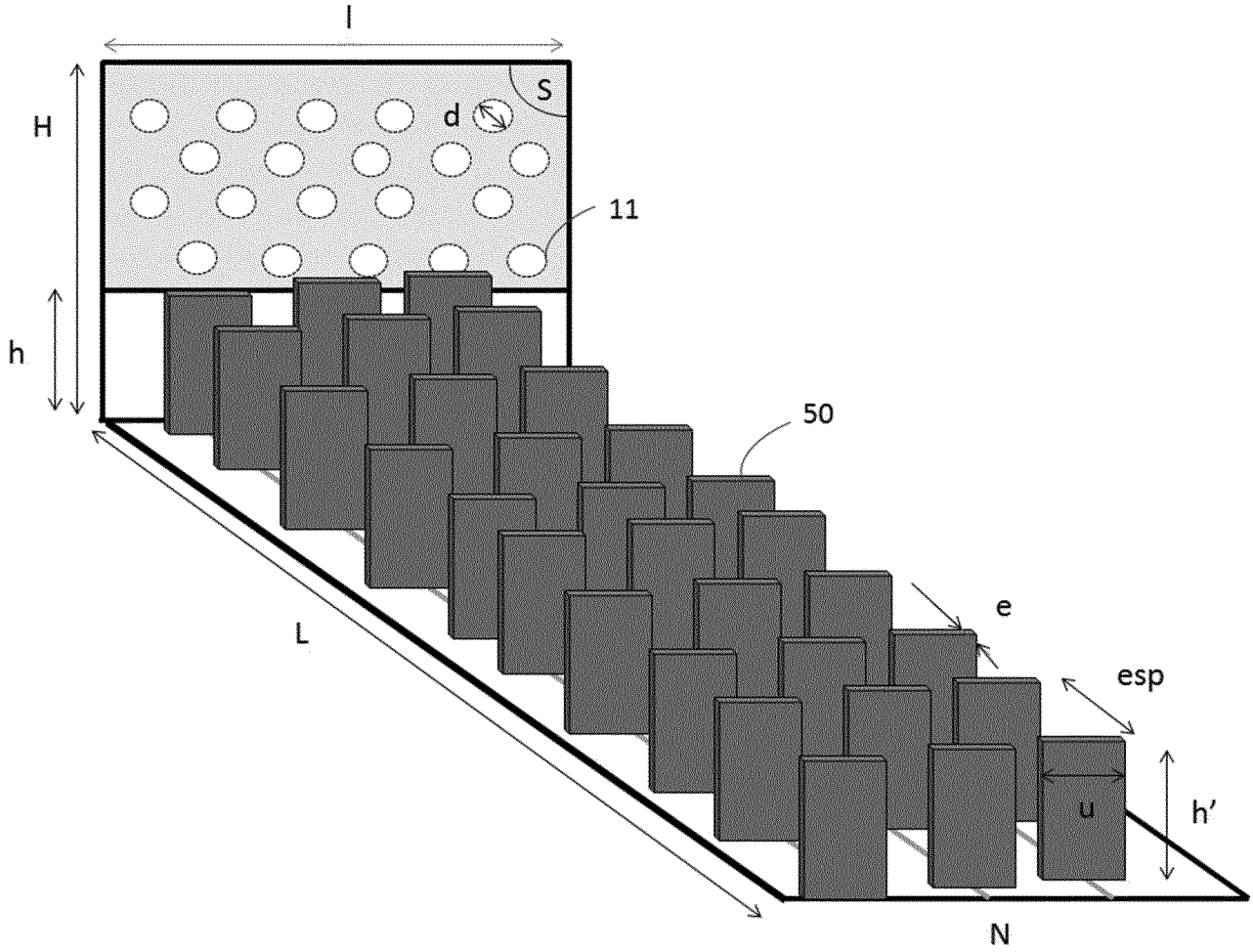
[Fig 4]



[Fig 5]



[Fig 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/083474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 53/26(2006.01)i; ***F24F 3/14***(2006.01)i; ***F24F 3/16***(2021.01)i; ***F24F 8/117***(2021.01)i; ***F24F 8/15***(2021.01)i; ***F24F 8/167***(2021.01)i; ***F24F 8/22***(2021.01)i; ***B01D 45/02***(2006.01)i; ***B01D 45/16***(2006.01)i; ***B01D 53/04***(2006.01)i; ***B01D 53/75***(2006.01)i; ***B01D 53/88***(2006.01)i; ***F24F 8/10***(2021.01)i; ***F24F 8/24***(2021.01)i; ***F24F 8/80***(2021.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D; F24F; A61L

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5935525 A (LINCOLN PHILLIP A [US] ET AL) 10 August 1999 (1999-08-10) column 4, line 28 - column 5, line 3; figures 2,3,12 column 6, line 5 - column 7, line 67 column 9, lines 1-58 column 17, lines 25-60 column 20, lines 24-28 column 23, line 55 - column 24, line 9	1-10
X	CN 106152143 B (HUNAN RUNMO ENV PROT TECH DEV CO LTD) 15 June 2018 (2018-06-15) paragraphs [0027] - [0034]; figures 1,2,12	1-10
A	CN 207299173 U (ZHONGSHAN SHENGYA SOUND EQUIPMENT ELECTRICAL APPLIANCE CO LTD) 01 May 2018 (2018-05-01) paragraphs [0033] - [0045]; figure 1	1-10
A	JP 2000000416 A (MATSUSHITA SEIKO KK) 07 January 2000 (2000-01-07) paragraphs [0001], [0014], [0019], [0022], [0026], [0031] - [0036]; figures 1-6	1-10

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 February 2022	**28 February 2022**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Howe, Patrick** Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017097163 A1 (LAW SUI CHUN [HK] ET AL) 06 April 2017 (2017-04-06) paragraphs [0010], [0014], [0026], [0034], [0048], [0099], [0100], [0119] - [0121], [0127] - [0135]; figures 1,4-6, 8	1-10
A	CN 104707404 B (BEIHAI HESI TECHNOLOGY CO LTD) 21 September 2016 (2016-09-21) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/083474

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 5935525 A	10 August 1999	NONE	
CN 106152143 B	15 June 2018	NONE	
CN 207299173 U	01 May 2018	NONE	
JP 2000000416 A	07 January 2000	NONE	
US 2017097163 A1	06 April 2017	NONE	
CN 104707404 B	21 September 2016	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2021/083474

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B01D53/26 F24F3/14 F24F3/16 F24F8/117 F24F8/15
F24F8/167 F24F8/22 B01D45/02 B01D45/16 B01D53/04
B01D53/75 B01D53/88 F24F8/10 F24F8/24 F24F8/80

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B01D F24F A61L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 935 525 A (LINCOLN PHILLIP A [US] ET AL) 10 août 1999 (1999-08-10) colonne 4, ligne 28 - colonne 5, ligne 3; figures 2,3,12 colonne 6, ligne 5 - colonne 7, ligne 67 colonne 9, lignes 1-58 colonne 17, lignes 25-60 colonne 20, lignes 24-28 colonne 23, ligne 55 - colonne 24, ligne 9	1-10
X	CN 106 152 143 B (HUNAN RUNMO ENV PROT TECH DEV CO LTD) 15 juin 2018 (2018-06-15) alinéas [0027] - [0034]; figures 1,2,12	1-10
A	CN 207 299 173 U (ZHONGSHAN SHENGYA SOUND EQUIPMENT ELECTRICAL APPLIANCE CO LTD) 1 mai 2018 (2018-05-01) alinéas [0033] - [0045]; figure 1	1-10

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
8 février 2022	28/02/2022

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Howe, Patrick

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2021/083474

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 2000 000416 A (MATSUSHITA SEIKO KK) 7 janvier 2000 (2000-01-07) alinéas [0001], [0014], [0019], [0022], [0026], [0031] - [0036]; figures 1-6	1-10
A	US 2017/097163 A1 (LAW SUI CHUN [HK] ET AL) 6 avril 2017 (2017-04-06) alinéas [0010], [0014], [0026], [0034], [0048], [0099], [0100], [0119] - [0121], [0127] - [0135]; figures 1,4-6, 8	1-10
A	CN 104 707 404 B (BEIHAI HESI TECHNOLOGY CO LTD) 21 septembre 2016 (2016-09-21) le document en entier	1-10

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/083474

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5935525 A	10-08-1999	AUCUN	
CN 106152143 B	15-06-2018	AUCUN	
CN 207299173 U	01-05-2018	AUCUN	
JP 2000000416 A	07-01-2000	AUCUN	
US 2017097163 A1	06-04-2017	AUCUN	
CN 104707404 B	21-09-2016	AUCUN	