

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 02527

(54)

Echantillonneur de gaz pour atmosphère d'aérosol.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 N 1/22 // G 21 C 17/00.

(22)

Date de dépôt..... 16 février 1982.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *EUA, 17 février 1981, n° 235.208.*

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 20-8-1982.

(71)

Déposant : Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, résidant aux EUA.

(72)

Invention de : James Edward Bauerle.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et Petit
8, av. Percier, 75008 Paris.

Echantillonneur de gaz pour atmosphère d'aérosol

La présente invention concerne l'échantillonnage de gaz pour atmosphère d'aérosol et, plus particulièrement, un nouveau procédé et système pour échantillonner le gaz contenu dans un environnement tel que celui du confinement d'un réacteur nucléaire de puissance refroidi au sodium, ou la pile d'une centrale industrielle. Le gaz que l'on veut échantillonner peut être un élément ou un mélange de plusieurs éléments ou composés gazeux. Le but d'obtenir un échantillon du gaz peut être de trouver la composition qualitative et quantitative de ce gaz dans un intérêt de documentation ou de commande.

Dans certains environnements, le gaz que l'on veut échantillonner contient ou peut contenir des mélanges, suspensions ou aérosols. Ces termes se réfèrent aux conditions dans lesquelles le gaz contient des particules solides ou des gouttelettes de liquides considérées comme corps étrangers en solution, suspension ou simplement mélangés au gaz.

Les corps solides peuvent être de tailles très diverses. Dans l'expression "corps étrangers" sont comprises les particules de matières solides d'une taille aussi grande que celle des cendres que contient couramment le gaz des piles, ou aussi petite que les particules de fumées ou de poussières. Le corps étranger contenu dans le gaz peut interférer de diverses façons avec le processus d'échantillonnage. Les canalisations d'échantillonnage peuvent se trouver bouchées, ou nécessiter de fréquentes opérations de maintenance. Le corps étranger peut être radioactif et poser un obstacle aux mesures de radiations du gaz. On peut exclure des corps étrangers solides de l'échantillon en utilisant des filtres. Mais ceci n'est pas souhaitable pour certaines tailles et concentrations de corps étrangers. De très petites particules peuvent traverser un filtre d'une taille donnée de pores alors qu'une très grande concentration de corps étrangers peut rapidement boucher ou saturer un filtre.

Un problème d'échantillonnage particulier peut surgir

à la suite d'une fuite de liquide caloporteur dans une conduite d'un réacteur refroidi au sodium. La concentration de sodium dans le gaz de la structure de confinement, sous la forme d'un aérosol, peut alors être très élevée, précisément
5 au moment où le besoin de cet échantillonnage peut être de la plus haute importance.

Il est souhaitable de disposer d'un échantillonneur qui puisse échantillonner un gaz contenant des corps étrangers sans dégradation de ses performances.

10 Un objet de la présente invention est d'obtenir un procédé amélioré pour l'échantillonnage d'un gaz à partir d'un aérosol de corps étrangers dans ce gaz, dans l'optique de remédier aux déficiences de l'état de la technique.

Un objet de la présente invention est d'obtenir un
15 échantillonneur amélioré pour prélever un échantillon d'un gaz dans un environnement contenant un aérosol de corps étrangers dans ce gaz, dans l'optique de remédier aux déficiences de l'état de la technique.

L'invention réside dans un procédé pour l'échantillonnage d'un gaz à partir d'un aérosol de corps étrangers dans
20 ledit gaz par contre-diffusion dudit gaz à travers une barrière à l'encontre d'un courant de gaz de purge caractérisé par le fait que ledit courant de gaz de purge est adapté pour empêcher la diffusion desdits corps étrangers à travers
25 ladite barrière en excluant ainsi lesdits corps étrangers de l'échantillon dudit gaz que l'on obtient, et pour nettoyer en permanence ladite barrière.

L'invention réside également dans un échantillonneur pour le prélèvement d'un échantillon d'un gaz dans un environnement contenant un aérosol de corps étrangers dans ce gaz
30 caractérisé par le fait qu'il comporte une source de gaz de purge ; une barrière ayant des ouvertures entre ses deux faces, lesdites ouvertures étant adaptées pour permettre la contre-diffusion du gaz de l'échantillon à travers celles-ci ;
35 une sonde d'échantillonneur adaptée pour soutenir ladite barrière de telle sorte qu'une première des faces de ladite barrière soit présentée audit environnement et ladite sonde

d'échantillonneur étant de plus adaptée pour recevoir et canaliser le courant de gaz de purge, depuis ladite source de gaz de purge jusqu'à la surface de la deuxième face de ladite barrière de telle manière qu'une partie dudit courant de gaz de purge passe à travers lesdites ouvertures de la barrière, en empêchant ainsi la diffusion desdits corps étrangers à travers lesdites ouvertures, et que la partie restante du courant de gaz de purge prélève la quantité de gaz de l'échantillon qui a passé par contre-diffusion par lesdites ouvertures au travers de ladite barrière ; et un analyseur adapté pour recevoir le courant de gaz de purge venant de la sonde d'échantillonneur, le courant de gaz de purge contenant en outre la quantité de l'échantillon dudit gaz qui a passé par contre-diffusion à travers ladite barrière.

L'invention est un procédé et un appareil d'échantillonnage fiable qui est conçu pour exclure les corps étrangers même quand de tels corps sont présents dans le gaz sous de fortes concentrations. Le procédé utilise une différence dans les vitesses de diffusion du gaz et des corps étrangers pour effectuer l'échantillonnage du gaz et l'exclusion des corps étrangers.

L'environnement à échantillonner est introduit par une première face de la barrière qui possède une ou plusieurs ouvertures de diffusion communiquant avec la seconde face de la barrière. La barrière peut être une plaque pleine agglomérée dont les ouvertures de diffusion sont des trous, percés ou formés autrement. D'une autre manière, la barrière peut être un matériau poreux ou fibreux, dont la structure naturelle perméable aux gaz constitue alors les ouvertures de diffusion. Le diamètre des ouvertures est supérieur aux molécules du gaz de l'échantillon que l'on veut laisser passer librement afin d'améliorer la diffusion du gaz. Le deuxième côté de la barrière fait face à un courant de gaz de purge qui coule le long de cette deuxième face de la barrière. Une partie de ce gaz de purge s'écoule à travers les ouvertures vers l'environnement que l'on veut échantillonner, en dégageant ainsi en permanence les ouvertures. Une partie du gaz

diffuse à travers les ouvertures (ce gaz diffusé est par la suite désigné "gaz échantillon") de la barrière dans le courant de gaz de purge qui prélève le gaz échantillon et le transporte à un analyseur d'échantillon. Cette diffusion est
 5 appelée "contre-diffusion" puisqu'elle s'effectue par l'intermédiaire d'un courant de gaz de purge de sens opposé.

Une partie des corps étrangers peut également passer par contre-diffusion dans le courant de gaz de purge. Cette effet est grandement réduit par le courant opposé du gaz de
 10 purge à travers les ouvertures.

Une équation pour la concentration de gaz échantillon (C_s) ou de corps étrangers (C_t) que l'on trouve dans le gaz de purge a été publiée dans "Diffusion in Solids, Liquids, gases", de W. Jost, Academic Press Inc., New York, 1952, cha-
 15 pitre 10, pages 410-411 :

$$C_{s,t} = C_0 \exp(-V L / D_{s,t}) = C_0 \cdot F \quad (1)$$

où C_0 est la concentration du gaz, V est la vitesse du gaz de purge, L la longueur des ouvertures, et $D_{s,t}$ le coefficient de diffusion approprié. Le terme exponentiel est repré-
 20 senté par F , facteur d'atténuation de la concentration.

Le facteur F ci-dessus est valable pour les basses vitesses de courant de gaz de l'échantillonneur à l'analyseur. Au hautes vitesses de ce courant, il se produit une dilution appréciable du gaz échantillon par le gaz de purge. Une vi-
 25 tesse " S " du courant de gaz est suffisamment basse si elle est inférieure ou égale à :

$$S \leq D_{s,t} \cdot A / L$$

où A est la surface totale des ouvertures de diffusion.

Un choix approprié du type de gaz de purge, de la vitesse de ce gaz, et de la longueur des ouvertures permet d'adapter l'échantillonneur aux situations spécifiques d'échantil-
 30 lonnage mettant en jeu des types spécifiques de corps étrangers et de gaz dans l'environnement considéré. Le mode de réalisation préféré décrit plus loin illustre une applica-
 35 tion possible.

La présente invention apparaîtra plus clairement à la lumière de la description d'un exemple de sa réalisation qui

va suivre, en relation avec les dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est un schéma montrant la disposition générale des composants de l'échantillonneur ;

- la figure 2 est une coupe longitudinale d'un mode de réalisation préféré de la sonde de l'échantillonneur ; et

- la figure 3 est une vue partielle agrandie de la barrière de la figure 2.

L'application de la présente invention au confinement d'un réacteur nucléaire de puissance refroidi au sodium sera décrite en tant que mode de réalisation préféré.

Considérant la figure 1, l'enceinte de confinement 5 du réacteur entoure un réacteur (non représenté) et une sonde d'échantillonneur 3. L'enceinte de confinement 5 est un environnement qui contient ou peut contenir toute une variété de gaz. Une source de gaz de purge 1 fournit en permanence un courant de gaz de purge 8 à travers une sonde d'échantillonneur 3 à un analyseur 2.

Considérant la figure 2 qui est une coupe de la sonde d'échantillonneur 3, on voit qu'une partie du gaz de purge s'écoule, à travers les ouvertures 6, dans le volume 4 de confinement du réacteur (flèche 10). En cas de fuite sérieuse de sodium, on prévoit que ce volume 4 contiendra un aérosol de sodium et des produits de réaction du sodium dans le gaz, lesdits produits ayant des diamètres compris entre $0,01 \mu\text{m}$ et $1000 \mu\text{m}$ et une concentration jusqu'à 100 g/m^3 . Une partie du gaz et peut être de l'aérosol de sodium passe par contre-diffusion (flèche 9) à travers la barrière 7 par les ouvertures 6 dans le courant de gaz de purge 12 à l'intérieur de la sonde d'échantillonneur 3. Là, elle est entraînée par le courant de gaz de purge 12 vers l'analyseur 2. (flèche 11)

Le principe de la contre-diffusion est illustré à la figure 3. Le courant de gaz de purge 12 circule sur la surface interne 13 de la barrière 7, une partie de ce courant passant par les ouvertures 6 dans le volume de confinement 4. (flèche 10). Ce courant empêche que les ouvertures 6 soient obstruées par des corps étrangers, ici l'aérosol de sodium présent dans le volume 4, et diminue dans une large

mesure la diffusion des particules étrangères.

Une partie du gaz du volume 4 passe par contre-diffusion (flèche 9) à travers les ouvertures 6 dans le courant de gaz de purge 12. Pour des vitesses d'écoulement du gaz de purge suffisamment basses, des longueurs L d'ouvertures (épaisseur de la barrière) suffisamment petites, certains types de gaz de purge et d'échantillon, et une gamme de tailles de corps étrangers, on montre plus loin que la vitesse de contre-diffusion du gaz échantillon est très supérieure à la diffusion des corps étrangers.

L'efficacité de l'échantillonneur à prélever le gaz et exclure les corps étrangers est due aux vitesses relatives de diffusion de ceux-ci à travers la barrière 7. On pense que le courant de gaz de purge à travers les ouvertures empêche davantage la diffusion des corps étrangers par ces ouvertures que la diffusion du gaz échantillon puisque la taille des particules des corps étrangers est supérieure à celle des particules du gaz échantillon.

Les facteurs F d'atténuation de la concentration de l'équation 1 ont été calculés en utilisant arbitrairement une vitesse de gaz de purge de 1 cm/s et une longueur d'ouvertures L (épaisseur de la barrière) de 0,1 cm ; on en a établi la liste aux tableaux 1 et 2.

TABLEAU 1

			Coefficient D_s de Diffusion du gaz Echantillon	Facteur F d'Atténuation du gaz Echantillon
	Gaz Echantillon	Gaz Purge		
25	H ₂	Ar	0,77 cm ² /s	0,88
	H ₂	N ₂	0,80	0,88
	H ₂	He	1,38	0,93
	O ₂	Ar	0,20	0,61
	O ₂	N ₂	0,22	0,63
	O ₂	He	0,71	0,87
30				

TABLEAU 2

Diamètre des particules 5 <u>étrangères</u>	Coefficient D_t de Diffusion des par- ticules étran- gères	LOG ₁₀ du facteur F d'atténuation de la concentration de particules étrangères
0,01 μm	$5,2 \cdot 10^{-4} \text{cm}^2/\text{s}$	- 83
0,1	$6,8 \cdot 10^{-6}$	très grand, négatif
1	$2,8 \cdot 10^{-7}$	"
10	$2,4 \cdot 10^{-8}$	"
10 100	$2,4 \cdot 10^{-9}$	"
1000	$2,4 \cdot 10^{-10}$	"
supérieur	inférieur	de plus en plus grand, négatif

Les coefficients de diffusion du gaz échantillon du
 15 tableau 1 ont été pris dans l'ouvrage de N. B. Vargaftik,
 "Tables on the thermophysical Properties of liquids and
 gases", John Wiley & Sons Inc ; 1975, chapitre 11. Les coef-
 ficients de diffusion des particules étrangères du tableau 2
 sont tirés de "Smoke, Dust, and Haze", de S. K. Friedlander,
 20 Joh, Wiley & Sons Inc., 1977, chapitre 2, pages 27-34. Les
 types de gaz de purge utilisés sont un choix raisonnable pour
 une utilisation réelle dans un réacteur de puissance nuclé-
 aire au sodium et les diamètres des particules étrangères
 correspondent à la gamme de tailles de particules auxquelles
 25 on peut s'attendre en cas de fuite de sodium dans un réacteur
 de puissance au sodium. Les types de gaz échantillon sont
 ceux que l'on croit présenter un intérêt spécial dans le con-
 finement d'un réacteur au sodium.

Ainsi, les résultats des tableaux 1 et 2 sont révéla-
 30 teurs de l'efficacité du mode de réalisation préféré dans une
 application pratique. Le facteur d'atténuation du gaz échan-
 tillon est grand (1,0 est le maximum théorique), indiquant
 que la diffusion du gaz échantillon s'effectue à une vitesse
 relativement élevée. Les facteurs d'atténuation de la concen-
 35 tration des particules étrangères extrêmement petits (repré-
 sentés dans le tableau 2 par un LOG₁₀ négatif et très grand)

indique que l'échantillonneur exclut ces particules de manière satisfaisante. Ainsi qu'on l'a vu, les vitesses de courant de gaz de l'échantillonneur à l'analyseur doivent rester basses pour éviter une dilution excessive du gaz échantillon par le gaz de purge.

On doit noter qu'un certain nombre de types de gaz présentent dans le volume de confinement 4 passera par contre-diffusion, en quantité déterminée par les coefficients de diffusion appropriés, dans la sonde de l'échantillonneur et finalement dans l'analyseur. L'échantillonneur n'est pas prévu pour être utilisé dans la discrimination entre des gaz à diffusion égale.

La géométrie de la sonde d'échantillonneur 3 de la figure 2 peut être modifiée dans une large mesure. La barrière 7 peut être un cylindre avec d'autres cylindres concentriques comportant le corps de la sonde d'échantillonneur 3, ou une plaque. Si on utilise une plaque, on doit l'orienter avec les ouvertures vers le bas pour empêcher le dépôt de corps étrangers de grandes dimensions par leur propre poids sur les ouvertures.

Bien que cette invention ait été décrite en relation avec des modes spécifiques de sa réalisation, il est évident que d'autres modifications ou variations apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1.- Procédé d'échantillonnage d'un gaz à partir d'un aérosol de corps étrangers dans ce gaz par contre-diffusion dudit gaz à travers une barrière (7) à l'encontre d'un courant (10) de gaz de purge caractérisé par le fait que ledit
5 courant (10) de gaz de purge est adapté pour empêcher la diffusion à travers ladite barrière (7) desdits corps étrangers en excluant ainsi lesdits corps étrangers de l'échantillon dudit gaz ainsi obtenu, et pour nettoyer ou dégager en permanence ladite barrière (7).

10 2.- Echantillonneur pour le prélèvement d'un échantillon d'un gaz dans un environnement (4) contenant un aérosol de corps étrangers dans ce gaz caractérisé par le fait qu'il comporte une source (1) de gaz de purge ; une barrière (7) comportant des ouvertures (6) entre ses deux faces, les-
15 dites ouvertures (6) étant adaptées pour permettre la contre-diffusion du gaz de l'échantillon (9) à travers celles-ci ; une sonde (3) d'échantillonneur adaptée pour soutenir ladite barrière (7) de telle sorte qu'une première des faces de ladite barrière soit présentée audit environnement (4),
20 ladite sonde (3) d'échantillonneur étant de plus adaptée pour recevoir et canaliser le courant de gaz de purge, depuis ladite source (1) de gaz de purge jusqu'à la surface de la deuxième face de ladite barrière (7) de telle manière qu'une partie (10) dudit courant de gaz de purge passe à travers
25 lesdites ouvertures (6) de la barrière en empêchant ainsi la diffusion desdits corps étrangers à travers lesdites ouvertures, et que la partie restante (12) du courant de gaz de purge recueille la quantité de gaz de l'échantillon (9) qui a passé par contre-diffusion par lesdites ouvertures à
30 travers ladite barrière ; et un analyseur (2) adapté pour recevoir le courant (11) de gaz de purge venant de la sonde d'échantillonneur, ce courant (11) de gaz de purge contenant en outre la quantité de l'échantillon dudit gaz qui a passé par contre-diffusion à travers ladite barrière (7).

35 3.- Echantillonneur suivant la revendication 2 caractérisé par le fait que lesdites ouvertures (6) sont des

trous percés.

4. Echantillonneur suivant la revendication 2 caractérisé par le fait que lesdites ouvertures (6) sont des pores d'un matériau de la barrière (7) naturellement permé-
- 5 able aux gaz.

1/1

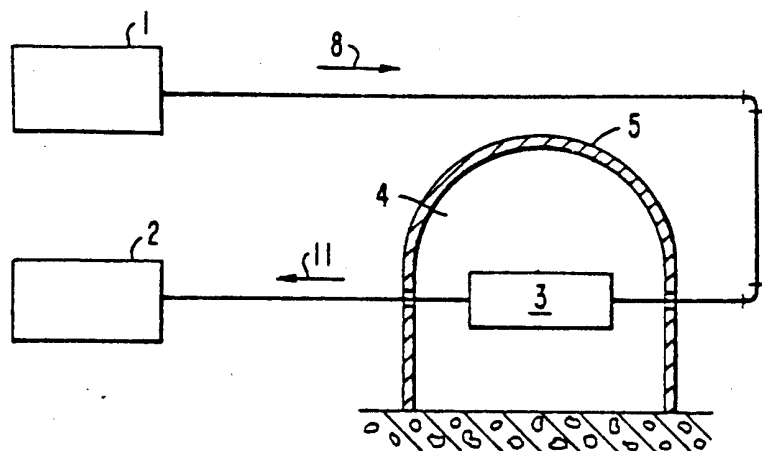


FIG. 1

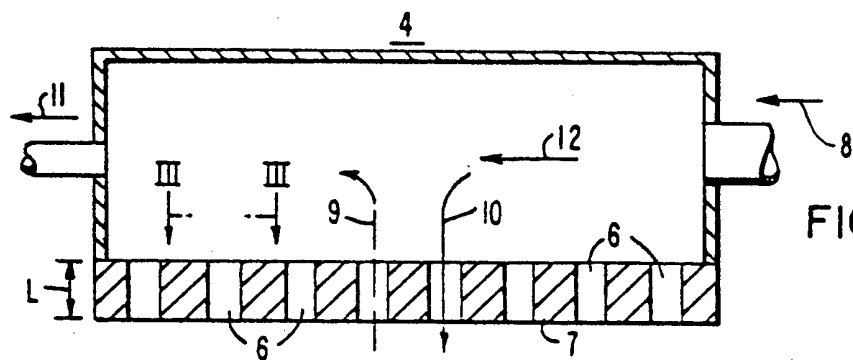


FIG. 2

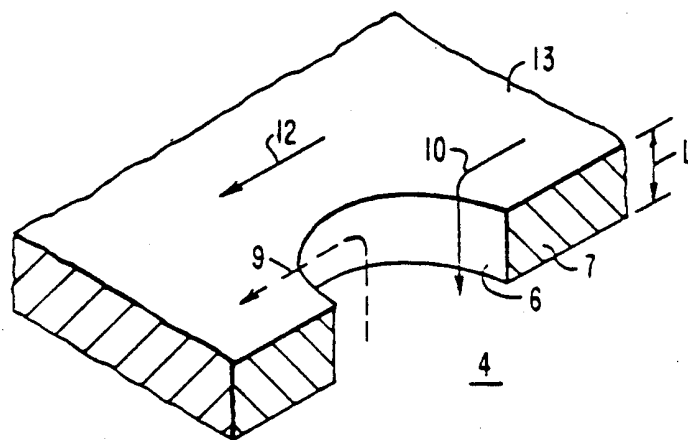


FIG. 3