(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 585 585**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 09255**

(51) Int Cl⁴ : B 01 D 59/22, 59/20, 53/26, 59/50; G 21 C 19/30; G 21 F 9/02.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 26 juin 1986.

(30) **Priorité** : DE, 30 juillet 1985, n° P 35 27 163.9.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande** : BOPI « Brevets » n° 6 du 6 février 1987.

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

(71) **Demandeur(s)** : *Société dite : Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH (HKG) Gemeinsames Europäisches Unternehmen.* — DE.

(72) **Inventeur(s)** : Fritz Schweiger.

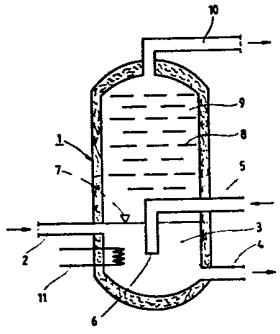
(73) **Titulaire(s)** :

(74) **Mandataire(s)** : Judith Relyveld.

(54) Procédé de séparation de constituants radio-actifs à partir de gaz ou de vapeurs d'un réacteur nucléaire.

(57) Procédé de séparation de constituants radio-actifs à partir de gaz ou de vapeurs d'un réacteur nucléaire.

Pour la séparation du tritium à partir des gaz ou des vapeurs d'un réacteur nucléaire qui doivent être évacués par soufflage dans l'atmosphère en cas d'incident, on introduit par soufflage le tritium contenu dans les gaz ou les vapeurs sous forme de HTO ou de T_2O dans un appareil à déionats maintenu à la température d'ébullition de l'eau légère et on l'enrichit par condensation des molécules de vapeur de HTO ou de T_2O venant de l'appareil.



FR 2 585 585 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne un procédé de séparation de constituants radio-actifs à partir de gaz et/ ou de vapeurs d'un réacteur nucléaire qui, en cas d'incident, doivent être évacués dans l'atmosphère, dans lequel les gaz ou les vapeurs traversent, avant leur évacuation, un cyclone de séchage. Elle concerne également un dispositif pour l'application du procédé.

Dans un procédé de ce type décrit par le brevet DE- C 29 31 140, un appareil à liquide formant soupape de surpression pour les vapeurs et/ ou les gaz radio-actifs est intercalé entre, d'une part, le réservoir sous pression du réacteur et/ou le réservoir de protection du réacteur (containment) et, d'autre part, un dispositif de décharge de la pression comportant un cyclone de lavage et un cyclone de séchage. Le dispositif de décharge de la pression ne doit normalement intervenir qu'en cas d'incident, par exemple si, dans le réservoir de protection du réacteur, par suite de fuites dans le circuit de refroidissement , il s'échappe une assez grande quantité de milieu réfrigérant pollué par des substances radio-actives. Par contre, pendant le fonctionnement normal de la centrale nucléaire, une légère dépression est maintenue dans le réservoir de protection, de préférence pour empêcher toute sortie de gaz et de vapeurs radio-actifs au niveau des sas destinés au personnel et au matériel. Le dispositif de décharge de la pression à travers lequel un milieu réfrigérant propre, c'est-à-dire débarrassé de constituants radio-actifs, doit être évacué dans l'atmosphère est donc, tant que le réacteur fonctionne sans incident, isolé par un appareil à eau formant soupape de surpression de l'atmosphère du réservoir sous pression du réacteur ou de la canalisation d'évacuation des gaz d'une soupape de surpression classique du réservoir sous pression du réacteur. Le procédé décrit par le brevet DE- C 29 31 140 permet de séparer

aussi bien des produits de fission pouvant être séparés par lavage, comme par exemple le césium, le strontium et le baryum, que des substances radio-actives ne pouvant pas ou ne pouvant être que difficilement séparées par lavage, comme l'iode gazeux, le xénon et le krypton, mais ne permet pas de séparer le tritium.

Le tritium ($_1H^3$= T), le plus lourd isotope de l'hydrogène, est un corps radio-actif émetteur de rayons bêta qui se forme dans les réacteurs nucléaires au cours de différents processus radio-actifs. Il se désintègre, avec une période de 12.346 ans, en $_2He^3$. L'énergie de désintégration est d'environ 0,02 MeV. Le tritium peut poser des problèmes lorsqu'il est libéré en grandes quantités. Le cas peut se produire dans les réacteurs refroidis au gaz modérés au graphite. Dans un réacteur de ce type, l'inventaire en graphite des éléments combustibles est, par exemple, de 120 tonnes avec, pour une surface intérieure spécifique de $6m^2/g$, une surface intérieure de graphite totale de 720 Km^2. Sur une pareille surface, il peut se déposer de grandes quantités de tritium qui, après une entrée d'eau, par exemple par suite d'une rupture de tube au niveau du générateur de vapeur, sont absorbées par des molécules d'eau légère, de sorte que, par suite d'une réaction d'échange de H_2O avec T ou T_2, il y a formation de molécules d'eau HTO ou T_2O.

Le but de l'invention est la séparation du tritium à partir des gaz et/ ou des vapeurs qui, en cas d'incident, doivent être évacués dans l'atmosphère.

Ce but est atteint, suivant l'invention, du fait que le tritium contenu dans les gaz ou les vapeurs sous la forme de HTO ou de T_2O est enrichi par introduction par soufflage des gaz ou des vapeurs dans un appareil à déionats maintenu à la température d'ébullition de l'eau légère et par condensation de molécules de vapeurs de HTO ou de TO_2 provenant de l'appareil à déionats dans des

condensateurs à surfaces réglés sur la température d'ébullition de l'eau légère dans l'appareil à déionats et que les molécules de HTO ou de TO2 qui ne sont pas rassemblées dans l'appareil à déionats sont séparées dans le cyclone de séchage.

L'invention permet, d'une manière surprenante, de séparer, par lavage avec de l'eau normale (H_2O), T_2O ou HTO à partir de vapeur de H_2O. On utilise, dans ce cas, le fait que les températures d'ébullition des types d'eau lourde HTO et T_2O sont, à la pression atmosphérique, supérieures de 1, 5 à 2°C à celle de l'eau légère. A la température d'ébullition de l'eau légère, c'est-à-dire dans le cas de la vapeur d'eau légère saturée sèche, les molécules de vapeur de HTO ou de T_2O se condensent déjà et se déposent sur les molécules de H_2O pour former des noyaux de condensation. Ces gouttelettes de condensation peuvent être retenues au moyen d'un appareil à eau légère à la température d'ébullition et/ ou être expulsées par centrifugation à partir de la vapeur au moyen d'un cyclone de séchage.

Le dispositif permettant l'application du procédé suivant l'invention est constitué par un réservoir pour la séparation du tritium à partir des gaz et/ ou des vapeurs qui comprend un puisard qui contient un appareil à déionats, qui doit être réglé sur la température d'ébullition de l'eau légère, et qui doit être alimenté au-dessous de sa surface, et un dôme à vapeur situé au-dessus du puisard, muni de condensateurs de surface à la température d'ébullition de l'eau légère et comportant un orifice de sortie à sa partie supérieure. Le cyclone de séchage est monté de préférence à la suite de l'orifice de sortie du dôme à vapeur. Le réservoir doit, autant que possible, comporter une paroi isolée. Il est, par ailleurs, avantageux que l'appareil à déionats comporte un orifice d'arrivée pour les déionats réglés à la tempéra-

ture d'ébullition et un orifice de sortie pour le liquide enrichi en HTO ou en T_2O, donc soit constitué comme un puisard de passage.

L'invention permet la réalisation d'un dispositif qui demande relativement peu d'installations techniques pour le lavage des gaz et/ ou des vapeurs qui doivent être évacués, mais dont l'avantage consiste, en plus, en ce que le bâtiment des machines du réacteur doit être relié à la même installation de lavage des gaz et des vapeurs. Comme la séparation des différentes unités de générateurs de vapeur , avec les dispositifs de commutation sélective et les dispositifs destinés à atténuer les conséquences des avaries dues à des ruptures de tubes, de même que la subdivision des réservoirs d'eau d'alimentation, peuvent être supprimés, les frais nécessaires à la réalisation de l'installation de lavage sont tout à fait négligeables par rapport aux économies réalisées sur les seuls générateurs de vapeur. Lorsque toutes les autres impuretés radio-actives ont été séparées, par exemple d'après le procédé décrit par le brevet DE-C 29 31 140, le circuit secondaire du réacteur nucléaire peut être associé d'une manière classique aux générateurs de vapeur et le réservoir sous pression du réacteur peut, comme d'habitude, être associé à une installation qui, en cas d'incident, assure l'évacuation par soufflage par une installation de lavage.

L'invention est décrite ci-dessous d'une manière plus détaillée au moyen d'un exemple de réalisation en se référant au dessin.

La figure représente un réservoir isolé désigné dans son ensemble par la référence 1. Ce réservoir 1, comprend de préférence une double paroi remplie par un milieu isolant, comporte une canalisation 2 amenant les déionats jusqu'à un puisard 3 muni d'un orifice de sortie 4 et une canalisation 5 amenant de la vapeur

pour l'introduction de vapeur de H_2O, HTO et T_2O. L'orifice 6 de la canalisation de vapeur 5 se trouve au-dessous du niveau d'eau 7 du puisard 3. Au-dessus du niveau d'eau 7, des séparateurs d'humidité ou condensateurs de surface 8 sont montés dans le réservoir 1 qui, dans cette zone, a la forme d'un dôme à vapeur 9. Ces condensateurs ou séparateurs d'humidité sont de préférence des plaques disposées suivant un certain angle, notamment suivant un angle droit, par rapport à la direction d'écoulement. Le dôme à vapeur 9 comporte, à son extrémité supérieure, un orifice de sortie 10 pour la vapeur. Le puisard 3 est alimenté, par la canalisation d'amenée 2, en déionats déjà chauffés à la température d'ébullition. De plus, le puisard peut comporter un dispositif de chauffage 11 pour son maintien à la température d'ébullition

Le mélange de vapeur de H_2O, HTO et T_2O qui doit être purifié est introduit par soufflage, par la canalisation d'amenée 5 de la vapeur, dans l'appareil à H_2O bouillante qui forme le puisard 3. Il n'y a, dans ce cas, aucun risque de coup d'eau, car H_2O n'est pas condensée, mais seulement, dans certains cas, HTO et T_2O. Ce qui est important, c'est que les déionats qui se trouvent dans le puisard 3 soient maintenus, par exemple, par un chauffage électrique réglé 11, à la température d'ébullition de l'eau légère. Une partie du HTO ou T_2O est déjà retenue dans le puisard 3.

Les molécules de HTO et T_2O qui, par suite de ce que l'on appelle la pré-évaporation, s'évaporent déjà au-dessous de leur point d'ébullition à partir du puisard 3, sont séparées par condensation dans le dôme à vapeur 9 muni de séparateurs d'humidité ou condensateurs de surface 8 à la température d'ébullition de l'eau légère après qu'elles aient agi comme noyaux de condensation pour les molécules de H_2O. Un résidu possible de molécules de HTO ou T_2O peut être amené, avec des gouttelettes d'eau, en pas-

sant par l'orifice de sortie 10 du dôme 9, jusqu'à un cyclone de séchage monté à la suite et y sont expulsées par centrifugation. La vapeur d'eau légère débarrassée de ses constituants radioactifs peut être évacuée dans l'atmosphère.

Dans le dispositif suivant l'invention, la radioactivité provenant du tritium est enrichie dans le puisard du réservoir et, de cette manière, empêche, d'une manière relativement simple et économique, toute libération dans l'atmosphère. Il y a lieu de remarquer que la principale rétention du tritium n'a pas lieu lors que l'évaporation du déionat, mais lors de la condensation dans le dôme à vapeur et, le cas échéant, lors de la centrifugation de l'humidité dans le cyclone ou le dispositif analogue monté à la suite.

REVENDICATIONS

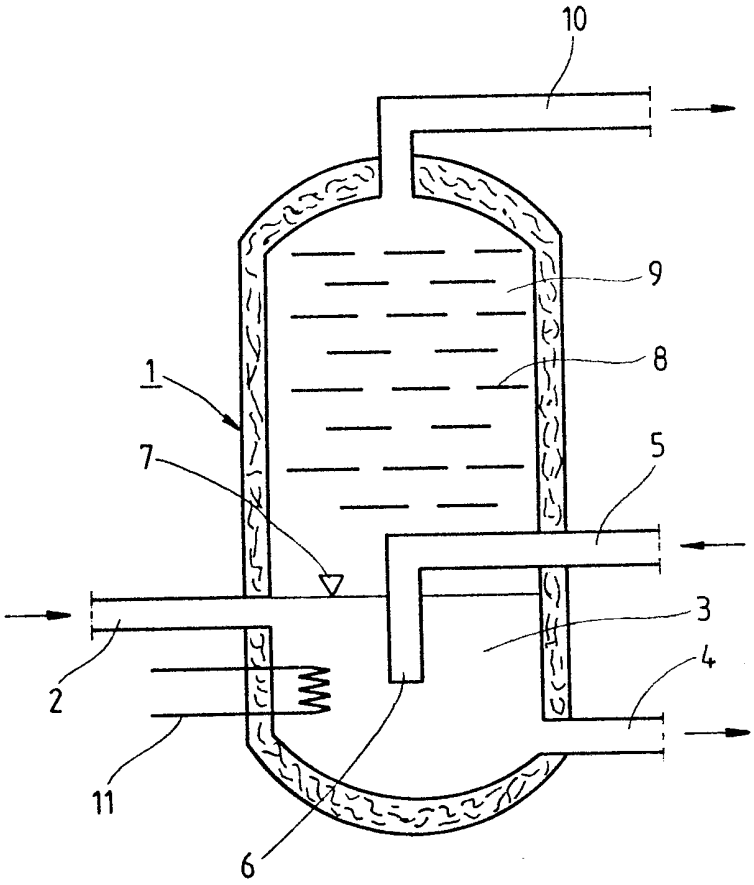
1. Procédé de séparation de constituants radio-actifs de gaz et/ou de vapeurs d'un réacteur nucléaire qui doivent être évacués par soufflage en cas d'incident, dans lequel les gaz ou les vapeurs traversent, avant leur évacuation, un cyclone de séchage, caractérisé en ce que le tritium (T) contenu dans les gaz ou les vapeurs sous la forme de HTO et/ou de T_2O est enrichi par introduction par soufflage des gaz ou des vapeurs dans un appareil à déionats maintenu à la température d'ébullition de l'eau légère et par condensation de molécules de vapeur de HTO ou de T_2O venant de l'appareil à déionats dans les séparateurs d'humidité ou condensateurs à surface réglés sur la température d'ébullition de l'eau légère ainsi que par séparation de H_2O/HTO ou de gouttelettes d'eau H_2O/HTO dans l'appareil à déionats et en ce que les molécules de HTO ou de T_2O qui ne sont pas collectées dans l'appareil à déionats sont séparées dans le cyclone de séchage.

2. Dispositif pour la séparation de constituants radio-actifs de gaz et/ou de vapeurs d'un réacteur nucléaire qui doivent être évacués par soufflage dans l'atmosphère en cas d'incident, qui comporte un cyclone de séchage monté en amont du dispositif d'évacuation par soufflage, notamment pour l'application du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un réservoir (1) pour la séparation du tritium a partir des gaz et/ou des vapeurs et un puisard (3) contenant un appareil à déionats qui doit être réglé sur la température d'ébullition de l'eau légère et rempli par dessous sa surface et un dôme à vapeur (9) situé au-dessus du puisard, comportant de séparateurs d'humidité ou condensateurs de surface (8) et un orifice de sortie à sa partie supérieure.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le cyclone de séchage est monté en aval de l'orifice de sortie du dôme à vapeur

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le réservoir comporte une paroi isolée.

5. Dispositif selon une ou plusieurs des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'appareil à déionats comporte une canalisation d'amenée (2) pour les déionats réglés à la température d'ébullition et un orifice de sortie (4) pour le liquide enrichi en HTO ou T_2O.


10
9
8
1
7
5
3
2
4
11
6