

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 14057**

(54) Appareillage de délestage de pression pour réacteurs nucléaires en cas de perturbation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 21 C 9/00, 15/18; G 21 F 9/02.

(22) Date de dépôt..... 23 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 1^{re} août 1979, n° P 29 31 140.8.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 13-2-1981.

(71) Déposant : Société dite : HOCHTEMPERATUR-KERNKRAFTWERK GMBH (HKG) GEMEIN-
SAMES EUROPAISCHES UNTERNEHMEN, résidant en RFA.

(72) Invention de : Fritz Schweiger.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Gérard Romain,
9, rue de la Palène, Ménétrol, 63200 Riom.

La présente invention concerne un appareillage de délestage de pression pour réacteurs nucléaires, en cas de dérangement, notamment pour des réacteurs à eau légère et des réacteurs à haute température refroidis à l'hélium.

5 Pour les réacteurs à eau légère et, à l'avenir, aussi pour les réacteurs à haute température, il est prescrit des réservoirs de protection fermés qui, en cas d'avarie à la cuve sous pression des réacteurs ou aux tuyauteries de ces récipients, sont destinés à recevoir
10 le fluide refroidisseur qui s'échappe, par exemple la vapeur d'eau ou l'hélium. Ce fluide refroidisseur peut contenir des produits de fission radio-actifs gazeux ou solides, ou autres substances rendues actives. Donc, en cas d'avarie, le réservoir de protection contient un fluide refroidisseur
15 plus ou moins radio-actif, sous pression élevée, dont la température est relativement élevée, qui rend impossible l'entrée de personnel d'entretien même si celui-ci est revêtu de vêtements de protection ou muni d'appareils respiratoires. Pourtant, en cas de perturbations, l'accès
20 au réservoir de protection est utile, afin de pouvoir, également par des opérations manuelles effectuées sur place, commuter le réacteur sur un état de fonctionnement assurant la sécurité.

Il est en outre nécessaire, par exemple en cas de
25 panne de tous les puits de chaleur pour le fluide refroidisseur, de permettre une évacuation de la chaleur de la cuve sous pression du réacteur par l'intermédiaire d'un refroidissement de secours, avant que le circuit primaire ne devienne défaillant ou que les éléments combustibles
30 ne soient détruits dans le coeur du réacteur. Pour empêcher une surchauffe des éléments combustibles on peut, dans ce que l'on appelle un circuit dit ouvert, envoyer dans la cuve un agent refroidisseur. Il n'est toutefois pas permis d'envoyer à l'atmosphère le fluide refroidisseur pollué
35 par des composants radio-actifs.

Les appareillages de délestage de pression sont

destinés à, en cas de perturbation, réduire la pression dans la cuve sous pression du réacteur et/ou, éventuellement, dans un réservoir de protection qui reçoit cette cuve.

5 On connaît actuellement divers appareillages qui, selon leurs tâches différentes, par exemple l'épuration de l'agent refroidisseur ou de l'atmosphère du réservoir de protection, ou encore le délestage de la pression de
10 réservoirs de protection, sont en partie prévus seulement pour la marche normale.

 On connaît aussi des installations d'évacuation d'air pour des réservoirs de protection en marche normale, dans lesquelles -afin que ces installations conservent de petites dimensions- de l'air est aspiré au sein du
15 réservoir de protection dans un procédé dit de brassage, puis est filtré et recyclé. C'est pourquoi seule une faible quantité d'air éventuellement pollué par une poussière ou un gaz radio-actif traverse lentement un filtre
20 de l'installation d'évacuation d'air et, après cette épuration, est envoyé à l'atmosphère, pour engendrer dans le réservoir de protection une faible dépression. Les filtres connus présentent toutefois, en cas de perturbation du réacteur, une capacité trop faible et sont en outre impropres à filtrer les produits de fission tels que par
25 exemple l'iode, le césium et le strontium qui, en cas de dérangement, s'échappent éventuellement avec de grandes quantités de vapeur.

 On connaît en outre des appareillages de dégazage pour réacteurs à eau légère et pour réacteurs à eau sous
30 pression, dans lesquels, pendant la marche normale en circuit eau/vapeur de l'air et du gaz sont, à l'aide d'une pompe à vide, prélevés du fluide refroidisseur dans un condenseur à turbine pour améliorer le vide et envoyés à l'atmosphère par l'intermédiaire de filtres. Ces derniers
35 sont constitués par des filtres absorbants dans lesquels des gaz rares, tels le krypton et le xénon, sont retenus

jusqu'à leur décomposition naturelle. Ces filtres sont refroidis pour évacuer la chaleur de décomposition et pour assurer une meilleure absorption grâce à la température peu élevée. Ces filtres ne sont pas non plus appropriés
5 pour filtrer les produits de fission qui s'échappent en grandes quantités en cas de défaillance du réacteur.

Dans les appareillages de délestage de pression pour réacteurs nucléaires il est prévu, en cas de perturbation, des systèmes de pulvérisation d'eau qui provoquent
10 la précipitation, au sein du réservoir de protection, de l'agent refroidisseur s'échappant par une fuite de la cuve sous pression du réacteur ou des tuyauteries du circuit primaire. L'eau de pulvérisation est aspirée par des pompes à partir d'un réservoir d'eau et, après épuisement
15 de son contenu, du bassin du réservoir de protection, puis elle est refroidie dans des refroidisseurs et renvoyée dans le réservoir de protection sous forme pulvérisée, pour condenser la vapeur d'agent refroidisseur et abaisser ainsi la pression. Dans les réacteurs à eau sous pression
20 on utilise comme agent de pulvérisation, pour des raisons de physique nucléaire, de l'eau borée, c'est-à-dire de l'eau additionnée de 2000 à 3000 ppm de bore, qui a pour tâche d'éliminer par lavage les produits de fission parvenus dans le réservoir de protection avec le fluide refroidi-
25 disseur. Pour améliorer la solubilité de l'iode en eau, on ajoute à cette dernière par exemple de l'hydroxyde de sodium ou du thiosulfate de sodium. Parmi les produits de fission parvenus dans le réservoir de protection, il faut distinguer entre ceux qui peuvent être éliminés par
30 lavage (par exemple le césium, le strontium et le bore ainsi que l'iode gazeux qui, étant donné la température relativement élevée du fluide refroidisseur, est conditionnellement éliminable par lavage) et ceux qui sont difficilement éliminables par lavage (par exemple les gaz
35 rares xénon et krypton, et éventuellement l'iodure de méthyle). Les gaz rares et l'iodure de méthyle passent

à peine dans le gaz ou le liquide lors de la condensation ou de l'évaporation du liquide refroidisseur. L'iodure de méthyle ne se forme qu'après un certain temps, lorsque de l'iode élémentaire réagit avec des corps organiques, tels que des huiles et des graisses, dans le réservoir de protection, sous l'action de la température. L'iode gazeux est, par le système de pulvérisation, avec un rendement de 99 %, dissous et éliminé par lavage dans le fluide de pulvérisation contenant des additifs. Mais la quantité d'iode diminue avec le temps également par dépôt naturel sur les surfaces mouillées par l'iode. Par contre, l'iodure de méthyle est considérablement plus mal éliminé par lavage que l'iode élémentaire.

Les systèmes de délestage de pression connus ont pour inconvénient que les fluides de pulvérisation utilisés corrodent les parties humides à l'intérieur du réservoir de protection. Le degré de corrosion dépend du fluide utilisé et des additifs chimiques qu'il contient. Une solution de bore attaque notamment le zinc et les peintures. Des solutions de borax attaquent les alliages d'aluminium ; les solutions de thiosulfate de sodium attaquent fortement notamment l'aluminium et le cuivre. L'ampleur de la corrosion est encore accrue par la pulvérisation sur les parties du réservoir, par opposition à une plongée. Il peut se former des produits de corrosion qui, en se déposant sur des parties importantes pour le bon fonctionnement, peuvent avoir des effets particulièrement nuisibles.

Un autre inconvénient de ce système de délestage de pression est que la corrosion causée par la pulvérisation, notamment celle de l'aluminium et du zinc, conduit dans le réservoir de protection à une formation d'hydrogène qui peut excéder la concentration critique de 4 % en volume, ce qui augmente le danger en cas de perturbation du réacteur. Pour empêcher cette concentration critique, il faudrait mettre le réservoir de protection en communication

- 5 -

avec l'atmosphère et accepter ainsi de libérer, bien que dans une mesure contrôlée, des produits de fission.

L'agent de pulvérisation provoque en outre une condensation du fluide refroidisseur qui, en cas de perturbation, parvient dans le réservoir de protection, notamment aussi après que l'on a retiré par pompage le fluide refroidisseur déjà condensé. Par suite, une dépression peut s'établir dans le réservoir de protection. Il est vrai que les réservoirs de protections connus sont conçus pour résister aux sollicitations de l'extérieur ainsi qu'à une surpression à l'intérieur ; ils ne peuvent cependant être conçus pour supporter une dépression assez forte dans leur enceinte.

Il s'est en outre révélé un autre inconvénient, à savoir que l'agent de pulvérisation qui se trouve dans le bassin du réservoir de protection est renvoyé dans le système de pulvérisation. De ce fait, les produits de fission dissous dans l'agent de pulvérisation, par exemple l'iode, retournent dans l'atmosphère du réservoir de protection lorsque cet agent est à nouveau pulvérisé. En conséquence, le rendement du lavage des produits radioactifs se trouve diminué.

Un autre inconvénient des appareillages de délestage de pression réside dans le fait qu'en cas de perturbation du réacteur le réservoir de protection rempli d'un agent refroidisseur ou de pulvérisation éventuellement radio-actif n'est pas accessible par le personnel de service.

Une condensation de l'hélium est indéniable dans les réacteurs à haute température refroidis à l'hélium, connus à ce jour. Les impuretés radio-actives de ce gaz dues au fonctionnement du réacteur sont si faibles que l'on est autorisé à l'évacuer dans l'atmosphère sans nettoyage préalable. Toutefois, en cas de perturbation du réacteur, ces impuretés peuvent être plus concentrées, par exemple lorsqu'il se produit une rupture de tube dans l'un des

- 6 -

générateurs
de vapeur et que de la vapeur haute pression pénètre dans le circuit primaire rempli d'hélium. C'est pourquoi il est connu, par exemple dans un réacteur à haute température, de disposer à la suite des soupapes de surpression du circuit primaire des refroidisseurs-mélangeurs dans l'enceinte d'eau desquels la vapeur est condensée tandis que l'hélium se rassemble dans ces appareils au-dessus de l'enceinte d'eau.

Dans un autre réacteur à haute température connu il n'y a pas de soupapes de surpression, parce que lorsqu'il y a rupture d'un tube dans l'un des six générateurs de vapeur la vapeur qui pénètre dans le circuit primaire peut, par des dispositions d'exploitation, être condensée sur les cinq générateurs de vapeur restants, de sorte que l'on évite ainsi une élévation inadmissible de la pression. Toutes ces dispositions sont techniquement complexes et coûteuses, étant donné que l'on attend d'elles un fonctionnement absolument sûr.

Le problème qu'a voulu résoudre l'invention est donc de créer une autre possibilité de délestage de la pression dans un réservoir de protection fermé mis sous pression à la suite d'une perturbation, et, dans une cuve de réacteur sous pression, de créer une autre possibilité de refroidissement de secours, tout ceci en évitant les inconvénients décrits ci-dessus d'un délestage du réservoir de protection par des systèmes de pulvérisation ou même par une décharge libre ainsi que ceux d'un apport d'agent refroidisseur éventuellement libre avec émission à l'atmosphère de composants radio-actifs de cet agent.

L'idée fondamentale de la solution apportée par l'invention à ce problème est de créer un système de délestage de pression qui exerce en même temps l'action d'un filtre.

En cas d'élévation de la pression dans la cuve sous pression du réacteur ou dans le réservoir de protection, l'appareillage^{de} délestage de la pression doit par conséquent

- 7 -

provoquer un nettoyage de l'agent refroidisseur en même temps qu'une baisse de la pression. Il faut aussi que cet appareillage soit conçu de telle sorte que la cuve sous pression du circuit primaire et le réservoir de protection qui entoure cette cuve restent fermés, conformément aux prescriptions relatives aux produits de fission radio-actifs, tout en laissant la possibilité à l'agent refroidisseur de s'échapper à l'atmosphère après avoir été nettoyé dans une large mesure. En outre, le réservoir de protection devrait rester pratiquement dépourvu de fluides refroidisseurs. De plus, il s'agit d'éviter dans une grande mesure, dans le réservoir de protection, le contact entre le fluide refroidisseur non lavé, pouvant peut-être contenir de l'iode élémentaire, et de l'huile ou de la graisse en provenance des appareils auxiliaires du réacteur.

Pour résoudre l'ensemble de ce problème, l'invention prévoit qu'une station de délestage de la pression dans laquelle l'agent refroidisseur est lavé est raccordée en aval de la cuve sous pression du réacteur et/ou du réservoir de protection.

Cet appareillage de délestage peut comporter une station de délestage composée de deux cyclones branchés en série. Le cyclone installé à la suite de la cuve sous pression du réacteur et/ou du réservoir de protection peut par exemple être conçu en tant que cyclone laveur dans lequel l'agent refroidisseur introduit sous forme de gaz et/ou de vapeur est mis en rotation, de sorte que sous l'influence de la force centrifuge les particules de poussière ou les gouttes d'eau contenues dans cet agent se trouvent projetées contre la paroi du cyclone et évacuées vers le bas. Dans l'axe du cyclone peut être disposé un système de buses qui injecte radialement, dans la direction des efforts centrifuges, un liquide de lavage, par exemple de l'eau. Dans ce cyclone laveur la vapeur de l'agent refroidisseur ne doit pas se condenser,

- 8 -

contrairement à ce qui est le cas dans les installations de pulvérisation, mais il s'agit seulement, avec une quantité de liquide considérablement moindre, de retirer à cette vapeur la chaleur de surchauffe, pour former de
5 la vapeur humide ayant une température inférieure à 100°C.

A la suite du cyclone laveur est disposé un cyclone sécheur dans lequel l'humidité résiduelle est retirée de l'agent refroidisseur sous l'effet des forces centrifuges.

10 Entre la cuve sous pression du réacteur et/ou le réservoir de protection et le cyclone laveur on peut disposer un récepteur en eau. Le fluide refroidisseur en provenance de la cuve du réacteur et/ou du réservoir de protection est, pour prévenir ce que l'on appelle des
15 "coups d'eau", introduit dans ce récepteur par l'intermédiaire d'un système de buses disposé en profondeur sous le niveau du liquide contenu dans ce récepteur. Ce dernier peut, si l'on choisit en conséquence la hauteur de la colonne de liquide au-dessus des buses d'amenée du fluide
20 refroidisseur, servir de soupape de surpression pour le réservoir de protection, notamment dans le cas d'un réacteur à haute température.

Le récepteur constitue un avantage parce qu'en fonctionnement perturbé l'air contenu dans le réservoir
25 de protection ne peut s'échapper de façon incontrôlée, de sorte que la dépression habituelle dans ce réservoir ne se trouve pas perturbée. Le récepteur en eau a l'avantage d'éviter les inconvénients (blocages ou fuites) d'une soupape de surpression mécanique.

30 De préférence, la hauteur de la colonne de liquide dans le récipient récepteur assure, avec le volume du réservoir de protection, qu'une pompe de circulation installée dans le circuit de refroidissement du liquide de lavage du cyclone laveur pourra se mettre en marche avant
35 que le fluide refroidisseur n'ait franchi le liquide récepteur contenu dans ce récipient et ne soit parvenu dans

l'enceinte de ce dernier dans laquelle se rassemblent les gaz.

Dans le cas d'un délestage de pression conçu pour des cuves de réacteur sous pression, il faut toutefois qu'une soupape de surpression soit installée en amont du récipi-
5 ent récepteur. Dans ce cas, un contact de signalisation sur la soupape de surpression peut mettre en marche la pompe de circulation dans le circuit refroidisseur du cyclone laveur avant que cette soupape n'ait
10 fonctionné.

Notamment lorsqu'il s'agit de réacteurs à haute température refroidis par un gaz, le récipi-
ent récepteur constitue un puits de chaleur optimal, quasi homogène, pour le fluide refroidisseur.

15 Dans le cas d'un réacteur à haute température refroidi à l'hélium et à modérateur au graphite, l'effet de nettoyage exercé par le récepteur pour les produits de fission constitués par l'iode, le xénon et le krypton, peut être négligé. Dans ce cas, les deux cyclones installés
20 en série suffisent pour nettoyer le fluide refroidisseur. Le cyclone laveur est utilisé avec un liquide de lavage qui, de préférence, est de l'eau. Une addition de produits chimiques, notamment pour rendre l'iode soluble en eau et donc éliminable, est possible mais non nécessaire,
25 parce que les quantités d'iode décelées dans le fluide refroidisseur, lorsqu'il s'agit de réacteurs à haute température, ont toujours été négligeables jusqu'à présent.

Pour débarrasser le fluide refroidisseur de la poussière de carbone sur laquelle se sont généralement
30 déposés des produits de fission radio-actifs, le récipi-ent récepteur revêt une importance particulière.

Le récepteur servant de refroidisseur et de sépa-
rateur de poussières comporte un circuit refroidisseur. Le cyclone laveur comporte lui aussi un circuit refroidi-
35 seur. Dans ces deux circuits le liquide récepteur d'une part, le liquide de lavage d'autre part, traversent un

séparateur de gaz, un refroidisseur et un échangeur d'ions. Les deux séparateurs de gaz peuvent être raccordés à des installations existantes assurant la captation des gaz rares séparés du liquide refroidisseur. Les échangeurs d'ions peuvent être constitués, de préférence, par des filtres alluvionnaires avec des résines pulvérulentes alluvionnées.

De préférence, le liquide qui circule dans le circuit de refroidissement du cyclone laveur est, notamment dans le cas de réacteurs à eau légère, de l'eau dans laquelle sont dissous des produits chimiques destinés à éliminer le produit de fission radio-actif que constitue l'iode. Des produits chimiques appropriés à cela sont, outre les composés déjà cités comme l'hydroxyde de sodium et le thiosulfate de sodium, l'iodure de sodium et l'iodure de potassium.

Pour compenser une perte de liquide de lavage sortant du cyclone laveur avec le fluide refroidisseur, du liquide de lavage prélevé d'un réservoir peut être envoyé dans le circuit refroidisseur du cyclone laveur.

Dans une forme d'exécution préférée de l'appareillage de délestage de pression selon l'invention le fluide refroidisseur en provenance de cet appareillage, notamment dans le cas de réacteurs à haute température, peut être envoyé dans l'atmosphère. Le fluide refroidisseur sous forme de vapeur de réacteurs à eau légère peut lui aussi être conduit à l'atmosphère.

Dans une autre forme d'exécution le fluide refroidisseur refroidi, nettoyé et séché peut être envoyé dans des bassins d'arrosage où les additifs chimiques qu'il contient, tels que acides, lessives, sels, en seront éliminés.

On voit qu'en ce qui concerne l'évacuation du fluide refroidisseur la cuve sous pression du réacteur et/ou le réservoir de protection peuvent, grâce à l'appareillage de délestage de pression selon l'invention, être

considérés comme ouverts, tandis qu'en ce qui concerne les produits de fission contenus dans ce fluide cette cuve et/ou ce réservoir peuvent, grâce aux dispositifs séparateurs de cet appareillage, être considérés comme fermés.

5 L'invention est expliquée plus en détail ci-après à l'aide d'un exemple d'exécution illustré au dessin auquel se réfère la description de cet exemple et qui représente un schéma de fonctionnement d'un appareillage conforme à l'invention.

10 Une arrivée 1 de fluide refroidisseur raccordée à la cuve sous pression d'un réacteur et/ou au réservoir de protection de celui-ci est disposée, avec un système de buses 2, dans un récipient 3 contenant un liquide ré-
cepteur 4, ce système de buses étant bien au-dessous du
15 niveau 5 du liquide. Le récipient 3 contient, au-dessus du niveau de liquide 5, une enceinte 6 dans laquelle se rassemble^{nt} les gaz et l'air et qui est reliée à une con-
duite de fluide refroidisseur 7. Le récipient 3 est muni d'un circuit refroidisseur 8 composé d'une pompe de circu-
20 lation 9, d'un séparateur de gaz 10, d'un refroidisseur 11 et d'un échangeur d'ions 12 pour le liquide 4. La conduite 7 de fluide refroidisseur est reliée à un cyclone laveur 13. Une conduite de liquide de lavage 14 est, par un système de buses 15, disposée dans l'axe du cyclone
25 laveur 13 relié par l'intermédiaire d'une conduite d'évacuation 16 à un réservoir 17 de liquide de lavage 18. Ce réservoir 17 est relié au système de buses 15 contenu dans le cyclone laveur 13 par l'intermédiaire d'un circuit refroidisseur 19 composé d'une pompe de circulation 20,
30 d'un séparateur de gaz fermé 21, d'un refroidisseur 22, d'un échangeur d'ions 23 et de la conduite de liquide 14. Partant du cyclone laveur 13 une conduite 24 de fluide refroidisseur débouche dans un cyclone sécheur 25 qui com-
porte une évacuation de fluide refroidisseur 26 et est
35 relié, par une conduite d'évacuation 27, à un récipient 28 dans lequel l'humidité résiduelle 29 contenue dans le fluide

- 12 -

refroidisseur est séparée de ce dernier.

Le fluide refroidisseur en provenance de la cuve sous pression du réacteur et/ou de son réservoir de protection parvient dans le récipient 3 équipé comme décrit ci-dessus et contenant le liquide récepteur 4. Ce dernier peut, en ayant au-dessus de la sortie des buses 2 du fluide refroidisseur une hauteur correspondant à la pression de ce fluide, servir de soupape de surpression pour le réservoir de protection. Si l'appareillage de délestage de pression est disposé à la suite de la cuve sous pression du réacteur, une soupape de surpression doit être installée en amont du récepteur. Dans ce cas, le liquide 4 n'est en effet pas en mesure d'assurer à lui seul l'étanchéité de la cuve du réacteur.

Dans le cas d'un délestage de pression pour réacteurs à haute température presque tous les produits de fission solides peuvent, selon un procédé décrit dans la demande de brevet DE 26 01 460.8 pour séparer de l'hélium utilisé comme fluide refroidisseur les impuretés indésirables, être retenus par dépôt sur de la poussière de graphite. Font seuls exception à cette élimination par dépôt l'iode et le mercure, mais dans le cas de réacteurs à haute température ces deux corps ne présentent que des concentrations faibles admises dans l'air respirable.

Dans le liquide récepteur 4 les produits de fission solubles en eau, tels le césium et le strontium, et éventuellement des isotopes radio-actifs déposés sur de la poussière de carbone, sont séparés du fluide refroidisseur. Le liquide récepteur 4 est, avec les impuretés qu'il contient, envoyé dans le circuit refroidisseur 8 par la pompe de circulation 9. Dans le séparateur 10 se rassemblent les gaz entraînés par le liquide récepteur 4. Sont en outre séparés dans ce séparateur les gaz rares déposés par hydratation dans le liquide récepteur, par exemple le xénon et le crypton. Ces hydrates sont certes extrêmement solubles en eau, mais ils ne sont pas stables,

- 13 -

de sorte qu'une grande partie de ces gaz rares parvient, de même que le fluide refroidisseur, dans l'enceinte 6 dans laquelle se rassemblent les gaz après avoir traversé le liquide récepteur 4. Dans le circuit refroidisseur 8 le liquide récepteur 4 est, après avoir traversé le sépa-
 5 rateur 10, refroidi dans le refroidisseur 11 puis conduit à un échangeur d'ions 12 dans lequel tous les produits solides de la fission, tels le césium et le strontium, sont séparés du liquide récepteur 4 par un filtre allu-
 10 vionnaire avec des résines pulvérulentes alluvionnées. Le liquide récepteur 4 ainsi épuré et refroidi est alors renvoyé dans le récipient 3.

Le fluide refroidisseur épuré et préalablement refroidi, présent sous forme de gaz et/ou de vapeur dans
 15 l'enceinte 6, est retiré du récipient 3 par l'intermédiaire de la conduite 7 et envoyé dans le cyclone laveur 13 dans lequel les particules de poussière ou les gouttes d'eau encore contenues dans le fluide refroidisseur sont séparées de celui-ci.

Par injection de liquide de lavage, par exemple d'eau, la température de la vapeur de fluide refroidisseur est abaissée, de sorte qu'il se forme une vapeur humide ayant une température inférieure à 100°C et une forte
 20 tendance à former des noyaux de condensation. Le liquide qui circule dans le circuit refroidisseur du cyclone laveur 13 est de l'eau contenant par exemple de l'iodure de potassium en solution. Dans le fluide refroidisseur sous forme de vapeur est contenu l'iode, produit de fission
 25 non soluble en eau, sous forme gazeuse étant donné la température du fluide refroidisseur. L'addition d'iodure de potassium dans le liquide de lavage rend l'iode soluble en eau, suivant la formule $KJ \rightleftharpoons J_2^{+K} + J_2^-$. En consé-
 30 quence l'iode peut être éliminé du fluide refroidisseur dans le cyclone laveur 13.

35 Les particules solides de produits de fission contenues dans le fluide refroidisseur, tels que les parti-

- 14 -

cules de césium et de strontium, forment des noyaux de condensation sur lesquels se déposent aussi les gouttes d'eau les plus minuscules contenues dans le fluide refroidisseur, ainsi que sur la poussière, et peuvent être éliminées par lavage du fluide refroidisseur.

Les gaz rares (xénon et krypton) peuvent, dans le cyclone laveur 13, former avec le liquide de lavage des hydrates qui sont solubles en eau et sont éliminés du fluide refroidisseur par centrifugation, avec les gouttes d'eau. Seul un reste de ces gaz rares radio-actifs peut, avec le fluide refroidisseur lavé dans lequel peut être contenu du liquide de lavage provenant de perte par pulvérisation, s'échapper du cyclone laveur 13 et passer dans la conduite de fluide refroidisseur 24.

Pour compenser la perte de liquide de lavage dans le cyclone laveur 13, du liquide provenant d'un réservoir est envoyé dans le circuit refroidisseur 19 de ce cyclone.

Le liquide de lavage passe du cyclone laveur 13 dans le réservoir 17 par la conduite d'évacuation 16. De ce réservoir, le liquide de lavage est prélevé par une pompe de circulation 20, par l'intermédiaire d'un circuit refroidisseur 19, par une conduite 14. Dans un séparateur de gaz 21 fermé les gaz rares radio-actifs tels que le xénon et le krypton, ainsi que l'air, sont séparés du liquide de lavage qui, ensuite, est refroidi dans le refroidisseur fermé 22 puis envoyé dans l'échangeur d'ions 23 dans lequel le filtre en séparera les produits de fission. Le liquide de lavage nettoyé et refroidi parvient à nouveau dans le cyclone laveur 13 par l'intermédiaire de la conduite 14 et du système de buses 15.

Le fluide refroidisseur nettoyé et refroidi est conduit, par la tuyauterie de fluide refroidisseur 24, dans le cyclone sécheur 25 dans lequel l'humidité résiduelle et les produits radio-actifs qu'il contient sont séparés du fluide refroidisseur par centrifugation. Cette eau ainsi éliminée est évacuée du cyclone sécheur 25, par

- 15 -

l'intermédiaire de la conduite d'évacuation 27, et rejoint le récipient 28 qui recueille l'humidité résiduelle 29.

Le fluide refroidisseur nettoyé, refroidi et séché quitte sous forme de vapeur ou gaz, par la sortie 26, le
5 cyclone sécheur 25 et peut être envoyé dans des bassins d'arrosage dans lesquels les additions chimiques (acides, lessives, sels) encore présentes dans ce fluide peuvent en être retirées. En variante, s'il s'agit d'un réacteur à eau légère, le fluide refroidisseur peut être envoyé
10 dans l'atmosphère sous forme de vapeur, tandis que s'il s'agit d'un réacteur à haute température il peut être envoyé dans l'atmosphère sous forme de gaz (par exemple de l'hélium) refroidi et épuré ; dans les deux cas, ces émissions sont admises par les règlements.

REVENDICATIONS

1. Appareillage de délestage de pression pour réacteurs nucléaires, en cas de perturbation, notamment pour des réacteurs à eau légère (eau normale) et des réacteurs à haute température refroidis à l'hélium, cet appareillage étant remarquable en ce qu'il est constitué par une station de délestage (1 à 26) de la pression dans laquelle l'agent refroidisseur est lavée et qui est installée en aval de la cuve sous pression du réacteur et/ou d'un réservoir de protection.

2. Appareillage de délestage de pression selon la revendication 1, remarquable en ce que la station de délestage se compose de deux cyclones (13;25) branchés en série, le cyclone installé à la suite de la cuve sous pression du réacteur et/ou du réservoir de protection étant conçu en tant que cyclone laveur (13) tandis que l'autre est un cyclone sécheur (25).

3. Appareillage de délestage de pression selon la revendication 1 ou 2, remarquable en ce qu'entre la cuve sous pression du réacteur et/ou le réservoir de protection et le cyclone laveur (13) est branché un récepteur en eau (3,4,6).

4. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, remarquable en ce que le cyclone laveur (13) comporte un circuit refroidisseur (19).

5. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, remarquable en ce que le récepteur en eau (3,4,6) comporte un circuit refroidisseur (8).

6. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, remarquable en ce que le cyclone laveur (13) est, par l'intermédiaire d'une conduite d'évacuation (16), relié à un réservoir de liquide de lavage (17) relié au circuit refroidisseur (19).

7. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, remarquable

en ce que le circuit refroidisseur (8) du récepteur en eau (3,4,6) comporte un séparateur à gaz (10), tandis que dans le circuit refroidisseur (19) du cyclone de lavage (13) est installé un séparateur à gaz (21).

5 8. Appareillage de délestage de pression selon la revendication 7, remarquable en ce qu'en aval de chacun des séparateurs à gaz (10;21) est installé un refroidisseur (11; 22).

9. Appareillage de délestage de pression selon la revendication 8, remarquable en ce qu'en aval de chacun des refroidisseurs (11; 22) est installé un échangeur d'ions (12; 23).

10. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, remarquable en ce
15 que le séparateur à gaz (10; 21) est relié à une installation de retenue des gaz rares.

11. Appareillage de délestage de pression selon la revendication 8, remarquable en ce que l'échangeur d'ions (12; 23) est constitué par un filtre alluvionnaire à ré-
20 sines pulvérulentes alluvionnées.

12. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 2 à 11 et mis en oeuvre avec un réacteur à eau normale, remarquable en ce que le cyclone laveur (13) est alimenté en liquide de lavage
25 composé d'eau et d'un additif chimique favorisant la solubilité de l'iode en eau.

13. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, remarquable en ce que le circuit refroidisseur (19) du cyclone laveur (13)
30 est relié à un réservoir de liquide de lavage.

14. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 3 à 13, remarquable en ce que le récepteur (3,4,6) se compose d'un récipient fermé (3) contenant le liquide séparateur (4) et, au-dessus du
35 niveau (5) de ce liquide, une enceinte (6) dans laquelle sont collectés les gaz et l'air, un système de buses (2) d'amenée du fluide refroidisseur (gaz et/ou vapeur) disposé en profondeur dans le liquide séparateur (4) étant

raccordé à une conduite d'amenée (1) du fluide refroidisseur provenant du réservoir de protection ou d'une conduite de soufflage de la cuve sous pression du réacteur.

15. Appareillage de délestage de pression selon l'une
5 quelconque des revendications 3 à 14, remarquable en ce que le récipient (3) du récepteur (3,4,6) comporte une enceinte (6) collectrice des gaz et de l'air reliée au cyclone laveur (13) par une conduite (7) de fluide refroidisseur.
- 10 16. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 3 à 15, remarquable en ce qu'entre la cuve sous pression du réacteur et le système de buses (2) du récepteur en eau (3,4,6) l'arrivée (1) de fluide refroidisseur est munie d'une soupape de surpres-
15 sion.
17. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 2 à 16, remarquable en ce que le cyclone sécheur (25) est, par une évacuation de fluide refroidisseur (26), relié à des bassins d'arrosage.
- 20 18. Appareillage de délestage de pression selon l'une quelconque des revendications 2 à 16, remarquable en ce que le cylcone sécheur (25) est, par une évacuation de fluide refroidisseur (26), relié à l'atmosphère.
19. Appareillage de délestage de pression selon l'une
25 quelconque des revendications 2 à 16, remarquable en ce que le cyclone sécheur (25) est, par une conduite d'évacuation (27), relié à un récipient (28) d'humidité résiduelle.

