

15 Systèmes auxiliaires du circuit caloporteur

15.1 Introduction

Le caloporteur liquide dans le circuit caloporteur (CC) est un maillon de la chaîne d'évacuation de la chaleur. Il protège le combustible en le maintenant humide, et il transfère la chaleur provenant du combustible vers le générateur de vapeur. Les systèmes auxiliaires décrits dans les prochaines sections aident le caloporteur à accomplir sa fonction.

La pression élevée empêche le caloporteur de se transformer en vapeur. Le système de contrôle de la pression et de l'inventaire produit et contrôle la pression du caloporteur dans le circuit CC principal. Ce sont des pompes d'alimentation haute pression qui produisent initialement la pression élevée. Le système de contrôle de la pression et de l'inventaire doit tenir compte des changements qui surviennent dans le volume de caloporteur causés par la dilatation thermique et la contraction (gonflement et retrait) du caloporteur pendant l'exploitation.

La pression augmente parfois plus rapidement que ce que le système de contrôle peut supporter. Des vannes de décharge permettent alors d'éviter que la pression entraîne une rupture des conduites. En cas de bris de conduites de grande taille, il y aurait une perte de pression du caloporteur et une défaillance du combustible.

Le circuit d'épuration du caloporteur protège les conduites et les joints de pompe contre la corrosion et l'érosion qui augmentent le risque de rupture. Il élimine également les produits de fission de manière à ce que le caloporteur, s'il s'échappe du circuit, soit moins dangereux.

Le circuit d'étanchéité des garnitures fournit du D₂O frais et propre dans le CC qui refroidit et lubrifie les joints de pompe. Cela permet d'éviter la défaillance des joints, qui donnerait lieu à une défaillance des pompes et à la perte de D₂O hors du circuit.

Il existe de nombreuses fuites potentielles et réelles du circuit caloporteur. La machine de chargement du combustible, lorsque raccordée au réacteur, fait partie du circuit caloporteur. Cela crée des emplacements de fuite potentiels où le D₂O pourrait s'échapper.

Le système de contrôle de la pression et de l'inventaire utilise le D₂O provenant d'un réservoir de stockage pour maintenir le circuit plein. Un circuit de collecte retourne le D₂O provenant des fuites aux joints de pompe, par exemple. Un système de récupération récupère le D₂O provenant de petites fuites imprévues.

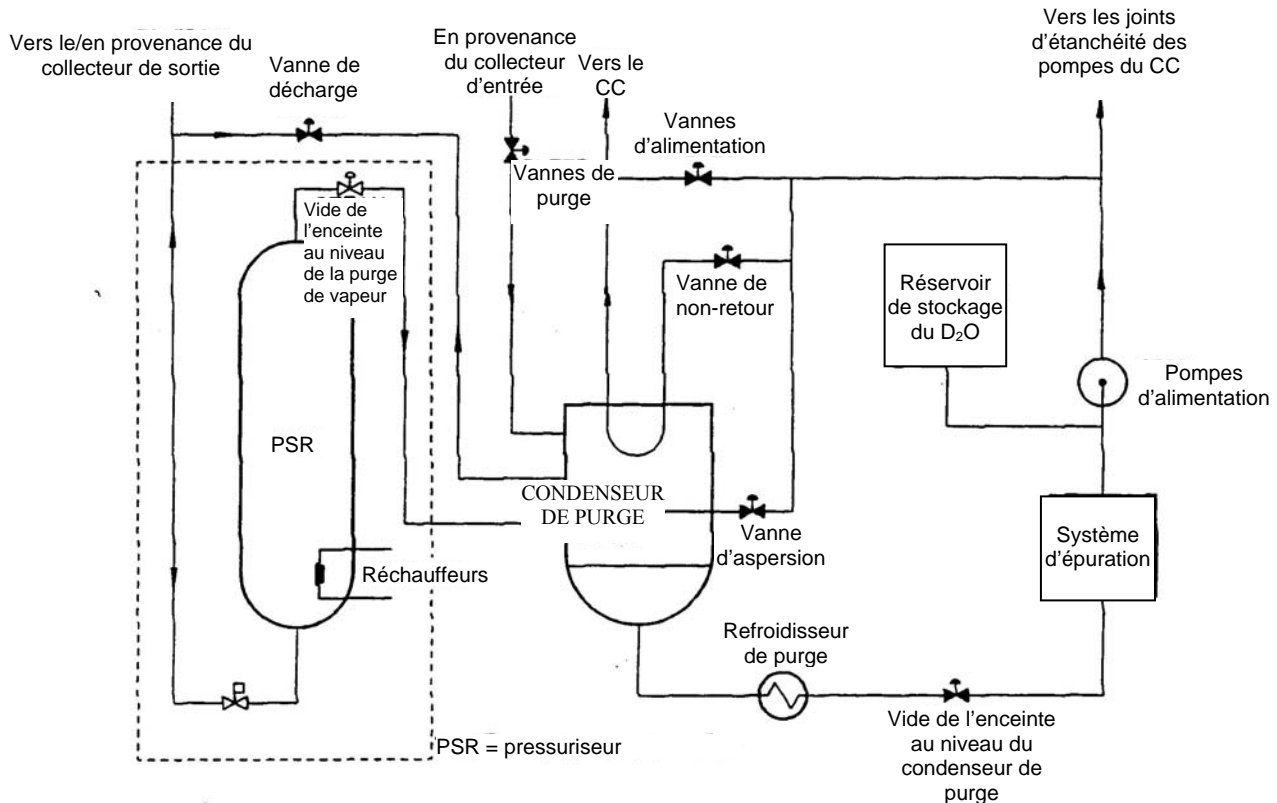


Figure 15.1
Systèmes de contrôle de la pression

15.2 Notions principales

- Les termes retrait et gonflement décrivent la dilatation thermique et la contraction du caloporteur.
- La pression élevée maintient le caloporteur chaud à l'état liquide. Si la pression du caloporteur est trop élevée, les conduites et les joints des pompes risquent de se rompre.
- Les auxiliaires du CC aident à maintenir la quantité et la qualité du caloporteur.

15.3 Contrôle de la pression et de l'inventaire

Le système de contrôle de la pression et de l'inventaire produit et contrôle la pression du caloporteur dans le circuit caloporteur. Des pompes d'alimentation à pression élevée génèrent initialement la pression élevée. Le système maintient ensuite la pression à la valeur requise. En d'autres mots, le système fournit un inventaire haute pression au besoin, et contrôle la pression à la valeur seuil.

La faible pression et la pression élevée causent toutes deux des problèmes. Lorsque la pression est faible, les surfaces des grappes de combustible chaud deviennent couvertes de vapeur. Cela limite l'évacuation de chaleur. Lorsque la pression est extrêmement élevée, il y a risque de rupture des conduites, ce qui remplit de vapeur les canaux de combustible lorsque la pression diminue. D'une manière ou d'une autre, le refroidissement du combustible en souffre. Les grappes de combustible risquent de subir une défaillance, rejetant ensuite des produits de fission radioactifs. Si le refroidissement insuffisant persiste, le combustible et la gaine de combustible pourraient fondre.

La figure 15.1 illustre les systèmes de contrôle de la pression et de l'inventaire que l'on trouve dans la plupart des centrales CANDU. Ce ne sont pas toutes les centrales qui possèdent un pressuriseur, illustré à l'intérieur des lignes tiretées dans la figure. Certains aspects du modèle CANDU 600 sont différents.

Nous expliquerons la figure 15.1 en décrivant chaque pièce d'équipement importante. D'abord, nous décrirons le contrôle de la pression dans un système doté d'un pressuriseur. Ensuite, nous décrirons le contrôle de la pression lorsque le pressuriseur est isolé, puis un système sans pressuriseur. Dans le chapitre suivant, nous décrirons le condenseur de purge, le refroidisseur de purge, le réservoir de stockage et le système de détente.

15.3.1 Contrôle de la pression utilisant un pressuriseur

Le pressuriseur est un grand réservoir haute pression, partiellement rempli de D_2O et de vapeur. L'un de ces rôles consiste à maintenir la pression dans le circuit caloporteur. Une grande conduite raccorde le bas du pressuriseur directement aux collecteurs de sortie du réacteur à l'une des extrémités de ce dernier. La vapeur de D_2O comprimée au-dessus du liquide dans le pressuriseur maintient la pression du CC à la valeur seuil.

Pour assurer le contrôle de la pression, il doit y avoir une lame de vapeur dans le pressuriseur, mais nulle part ailleurs dans le CC. Cette condition prévaut lorsque les fluides saturés dans le pressuriseur sont plus chauds que le caloporteur ailleurs dans le circuit.

Lorsque le caloporteur dans le circuit principal chauffe et gonfle, il se fraie un chemin dans le pressuriseur, en comprimant la vapeur. La vapeur sert de coussin, absorbant une partie de l'augmentation de pression. La vapeur saturée comprimée commence à se condenser. Les vannes de purge s'ouvrent à mesure que la pression augmente, ce qui abaisse la pression du pressuriseur à la valeur seuil.

Lorsque le caloporteur dans le circuit principal subit un retrait, la vapeur comprimée dans le pressuriseur se dilate. Cela pousse le liquide dans le circuit principal, en limitant la chute de pression. Le liquide saturé dans le pressuriseur commence à bouillir à mesure que la pression diminue. Des réchauffeurs près du bas du réservoir se mettent en marche et produisent davantage de vapeur, ce qui augmente la pression du pressuriseur jusqu'à la valeur seuil.

Le pressuriseur répond immédiatement aux changements de pression. La lame de vapeur, en se dilatant et se contractant, commence à corriger toute erreur de pression à mesure qu'elle se produit. Les réchauffeurs ou vannes de purge de vapeur interviennent alors pour corriger la pression du pressuriseur et maintenir le système à la pression requise.

15.3.2 Contrôle de l'inventaire à l'aide d'un pressuriseur

Le second rôle du pressuriseur consiste à compenser les changements de volume du caloporteur chaud. Durant les manœuvres de puissance, le pressuriseur compense le retrait et le gonflement. Le contrôle de l'inventaire permet de maintenir la quantité totale de caloporteur dans le circuit principal et de maintenir le pressuriseur presque constant. À puissance élevée, la température de sortie du réacteur augmente. Le caloporteur gonfle et le niveau de liquide dans le pressuriseur est élevé. À faible puissance, le caloporteur subit un retrait et le niveau du pressuriseur baisse.

1. Le liquide saturé atteint le point d'ébullition pour une pression donnée. Il est en équilibre avec la vapeur saturée à la température de condensation.
2. Cinq à dix tonnes métriques de caloporteur entrent et sortent du pressuriseur pendant les manœuvres de puissance à 50 % et 100 % de la puissance.

Le contrôle de l'inventaire empêche également le pressuriseur de se remplir complètement de liquide, ou de se vider entièrement. Le contrôle de la pression nécessite une lame de vapeur, et il doit y avoir suffisamment de liquide pour submerger les réchauffeurs.

La figure 15.1 illustre les vannes d'alimentation et de purge de caloporteur. Lorsque le niveau du pressuriseur est trop élevé, l'inventaire en excès est purgé du circuit principal par les vannes de purge. Lorsque le niveau du pressuriseur est trop faible, les vannes d'alimentation s'ouvrent, permettant ainsi aux pompes d'alimentation haute pression d'ajouter du D₂O dans le circuit principal.

15.3.3 Exploitation avec un pressuriseur isolé

Lorsque le réacteur est à l'arrêt, la température du caloporteur peut être maintenue près de la température d'exploitation, ou la température peut être abaissée sous la barre des 100 °C. Durant le refroidissement ou le réchauffement, le volume de caloporteur subit un retrait ou gonfle trop pour que le pressuriseur puisse accommoder ces changements; le circuit caloporteur fonctionne alors en mode de pressuriseur isolé et le réservoir de stockage du D₂O du CC tient compte de ces grands changements de volume. Le caloporteur peut gonfler de 60 m³ durant le réchauffement d'un CANDU de grande taille.

La figure 15.1 illustre la grande vanne d'isolement dans la conduite de raccord entre le pressuriseur et le circuit principal. Sans pressuriseur, le système de contrôle de l'inventaire devient le système de contrôle de la pression. Étant donné qu'il n'y a aucune lame de vapeur dans le CC, les petits changements d'inventaire ont un effet important sur la pression.

La pression de sortie des pompes du pressuriseur, appelées pompes d'alimentation dans la figure 15.1, est plus élevée que la pression du CC. Lorsque la vanne d'alimentation est ouverte, les pompes d'alimentation transfèrent l'inventaire depuis le réservoir de stockage vers le circuit principal. Si la pression du système est élevée, la vanne de purge s'ouvre afin de réduire la pression. L'inventaire du circuit se rend vers le condenseur de purge, ce qui réduit la pression dans le circuit. Ce mécanisme porte le nom de contrôle de la pression d'alimentation et de la pression de purge.

15.3.4 Exploitation sans pressuriseur

Certains réacteurs CANDU ne possèdent pas de pressuriseur. Le caloporteur liquide remplit complètement ces réacteurs. La figure 15.1, si l'on enlève l'équipement à l'intérieur des lignes tiretées, illustre ce système. Son fonctionnement est semblable à l'exploitation décrite précédemment avec le pressuriseur isolé, sauf que celui-ci est utilisé à la fois lorsque le réacteur est à l'arrêt et lorsqu'il est en marche.

Un système d'alimentation et de purge contrôle la pression en ajustant l'inventaire.

Des pompes de pressurisation augmentent la pression lorsque celle-ci chute, et le condenseur de purge accueille l'inventaire en excès lorsque la pression est élevée. Les vannes d'alimentation et de purge contrôlent le mouvement du caloporteur à l'intérieur et à l'extérieur du circuit principal.

Le circuit d'alimentation et de purge ne répond pas rapidement au gonflement ou au retrait. Des instruments doivent détecter les erreurs de pression et un signal de contrôle doit alors ajuster les vannes de contrôle.

Les centrales qui fonctionnent sans pressuriseur limitent le retrait et le gonflement du caloporteur lorsque le réacteur est en marche. Pour limiter le retrait et le gonflement du caloporteur, la température moyenne du caloporteur est maintenue presque constante. Par exemple, lorsqu'il y a une augmentation de puissance et que la température de sortie du réacteur augmente, la température à l'entrée du réacteur est abaissée (en ajustant la pression du générateur de vapeur).

15.4 Notions principales

- Le système de contrôle de la pression et de l'inventaire fournit le caloporteur au circuit principal à la pression requise, et contrôle la pression dans le circuit.
- Un réacteur CANDU sans pressuriseur contrôle la pression à l'aide d'un système de contrôle de la pression d'alimentation et de purge (des pompes d'alimentation de pressurisation accompagnées de vannes d'alimentation et de vannes de purge).
- Un réacteur CANDU avec pressuriseur utilise le système d'alimentation et de purge pour le contrôle de l'inventaire. Le système d'alimentation et de purge assure le contrôle de la pression avec un pressuriseur isolé durant le réchauffement ou le refroidissement.
- Le coussin de vapeur dans la partie supérieure du pressuriseur contrôle la pression du circuit caloporteur. Il se dilate afin de corriger la faible pression lorsque le caloporteur dans le circuit principal subit un retrait. Il absorbe les augmentations de pression lorsque le caloporteur dans le circuit principal gonfle.
- Des réchauffeurs du pressuriseur et des vannes de purge de vapeur contrôlent la pression du pressuriseur. À mesure que la pression augmente, les vannes de purge de vapeur s'ouvrent pour la faire baisser. À mesure que la pression diminue, les réchauffeurs interviennent pour la faire monter.

15.5 Autres pièces d'équipement dans le système de contrôle de la pression et de l'inventaire

Nous allons maintenant décrire le rôle des autres pièces d'équipement illustrées à la figure 15.1.

Le condenseur de purge réduit la température et la pression du caloporteur qui quitte le circuit principal. Le D₂O entre dans le condenseur et se transforme en vapeur. Le débit de reflux refroidit la vapeur, qui se condense et s'accumule dans le condenseur. Si le débit de reflux ne peut pas condenser toute la vapeur provenant du condenseur de purge, la pression augmentera. Le refroidissement par aspersion intervient alors pour maintenir la pression à un faible niveau.

Le condensat de D₂O s'écoule dans le refroidisseur de purge. Cela fait baisser la température du D₂O en dessous de 60 °C. Le D₂O chaud endommage les résines échangeuses d'ions et les joints des pompes d'alimentation. Le D₂O froid et propre est stocké dans le réservoir de stockage à faible pression, ou est envoyé vers les pompes d'alimentation pour être retourné dans le circuit principal.

Habituellement, les vannes d'alimentation et de purge sont légèrement ouvertes afin d'assurer l'approvisionnement continu du débit caloporteur vers le circuit d'épuration. Les vannes de contrôle du niveau du condenseur de purge contrôlent le débit de liquide provenant du condenseur de purge. La pression du condenseur de purge pousse le D₂O dans le circuit vers les pompes d'alimentation, ou vers le réservoir de stockage. Le réservoir de stockage à l'aspiration de pompe joue trois rôles.

- a. Le réservoir est suffisamment grand pour accueillir le gonflement et le retrait du caloporteur. Le réservoir de stockage dans un réacteur sans pressuriseur résiste à tous les changements d'inventaire. Dans le cas des réacteurs avec pressuriseur, le réservoir accueille l'inventaire durant le réchauffement et le refroidissement, mais pas durant l'exploitation normale.
- b. Il possède un approvisionnement de réserve en D₂O pour compenser les petites fuites de caloporteur.
- c. Sa hauteur assure le maintien d'une certaine pression à l'aspiration de l'alimentation.

La pression du caloporteur du CC se situe près de 10 MPa, avec une température approchant 300 °C. Le refroidissement maintient la

température du condenseur de purge près de 200 °C. La pression correspondante est d'environ 2 MPa.

Le débit d'épuration du caloporteur du CANDU 600 est distinct de la boucle d'alimentation et de purge. Il n'y a presque pas de débit d'alimentation ou de débit de purge pendant l'exploitation normale.

15.6 Système de protection contre la surpression

Le système de protection contre la surpression protège les conduits du circuit caloporteur contre la surpression mécanique. La surpression peut survenir, par exemple, lorsque les vannes d'alimentation demeurent ouvertes, ce qui fait en sorte que la pression de décharge des pompes d'alimentation exerce une pression sur le circuit. Les vannes de décharge qui amènent directement le caloporteur depuis le collecteur de sortie du réacteur vers le condenseur de purge assurent une certaine protection. On utilise à la fois les termes vannes de protection contre la surpression et vannes de décharge de liquide.

15.7 Notions principales

- Le condenseur de purge recueille, refroidit et fait baisser la pression du caloporteur déchargé en provenance du circuit principal. Le caloporteur peut entrer par les vannes de purge de vapeur, les vannes de purge ou les vannes de décharge de liquide.
- Le refroidisseur de purge fait baisser la température du caloporteur afin de protéger les résines d'épuration et les joints de pompe d'alimentation. Le réservoir de stockage basse pression exige également du D₂O froid.
- Les pompes d'alimentation possèdent une pression de décharge très élevée. Selon les réglages des vannes, cela peut pressuriser le circuit principal, augmenter le niveau de liquide du pressuriseur ou assurer un débit dans l'ensemble du circuit, y compris le débit d'épuration.
- Les vannes d'alimentation fournissent de l'inventaire au circuit principal au besoin. Dans un circuit sans pressuriseur, cela fait augmenter la pression. Lorsqu'il y a un pressuriseur, l'alimentation accrue fait monter ce niveau.
- Les vannes de purge drainent l'inventaire provenant du circuit principal au besoin. Dans un circuit sans pressuriseur, cela fait diminuer la pression. Lorsqu'il y a un pressuriseur, la purge plus importante fait baisser ce niveau.

- Les vannes d'alimentation et de purge, lorsqu'elles sont toutes deux ouvertes, fournissent un débit d'épuration.
- Le réservoir de stockage accueille le retrait et le gonflement du caloporteur que le pressuriseur ne peut supporter. Il possède un approvisionnement de réserve pour compenser les petites fuites. Sa hauteur permet d'éviter la cavitation des pompes d'alimentation.
- Le système de protection contre la surpression protège le CC contre la surpression mécanique.

15.8 Autres auxiliaires du CC

15.8.1 Circuit d'épuration

Les impuretés présentes dans le circuit peuvent provenir de l'usure, de la corrosion et de l'érosion. Le combustible ou les machines de chargement du combustible peuvent également faire entrer des impuretés. Les impuretés radioactives proviennent également du combustible défectueux.

Le circuit d'épuration joue deux rôles. Il doit maintenir le caloporteur propre et contrôler le pH du caloporteur à une valeur élevée. Un bon contrôle chimique est important pour plusieurs raisons :

- a) Protection contre la corrosion. Le D₂O chaud est corrosif. La corrosion des composants du circuit caloporteur est réduite lorsque le pH du caloporteur est maintenu à un niveau élevé.
- b) Protection contre les dommages causés par les matières particulaires. Les matières particulaires érodent les matériaux, se déposent sur l'équipement et bloquent les tubulures des instruments. L'abrasion exercée par les matières particulaires peut endommager les joints de pompe. Des dépôts de matières radioactives constituent un danger pour le personnel qui procède à l'entretien.
- c) Enlèvement des matières radioactives. Le caloporteur peut contenir des produits de fission provenant du combustible défectueux et des produits de corrosion rendus radioactifs. Cela augmente les champs de rayonnement autour de l'équipement du CC, où certaines matières solubles se déposent sur les parois. Les fuites sont particulièrement dangereuses lorsque le caloporteur contient des matières radioactives. La réglementation exige un débit d'épuration

élevé pour enlever la radioactivité après la défaillance d'une grappe de combustible.

Les aménagements des circuits d'épuration du caloporteur et du modérateur sont semblables. Des filtres précèdent les colonnes échangeuses d'ions (IX) et empêchent les matières particulaires de bloquer les résines. Des crépines situées en aval des colonnes IX permettent d'éviter que la résine ne pénètre dans le circuit caloporteur.

Le circuit d'épuration du caloporteur possède moins de colonnes IX que le circuit d'épuration du modérateur. Il n'a pas besoin de colonnes de nettoyage de réserve pour enlever les poisons de contrôle de la réactivité. Les résines échangeuses d'ions diffèrent également de celles utilisées pour nettoyer le modérateur. Les résines du circuit d'épuration du caloporteur, en plus d'enlever les impuretés, maintiennent le pH du caloporteur à un niveau élevé.

15.9 Notions principales

- Le circuit d'épuration maintient le caloporteur propre et un pH élevé.
- Un bon contrôle chimique exige un pH élevé du caloporteur afin de réduire la corrosion du CC.
- Les matières particulaires contenues dans le caloporteur doivent être filtrées pour limiter les dommages causés par l'érosion et l'abrasion. Les matières particulaires rendues radioactives se déposent sur l'équipement et le rendent radioactif.
- Le circuit d'épuration élimine les produits de fission et les produits de corrosion devenus radioactifs qui rendent le caloporteur radioactif. Ces matériaux peuvent s'échapper par des fuites, ou lorsque l'équipement est ouvert pour l'entretien.

15.9.1 Joint d'étanchéité de pompe du CC

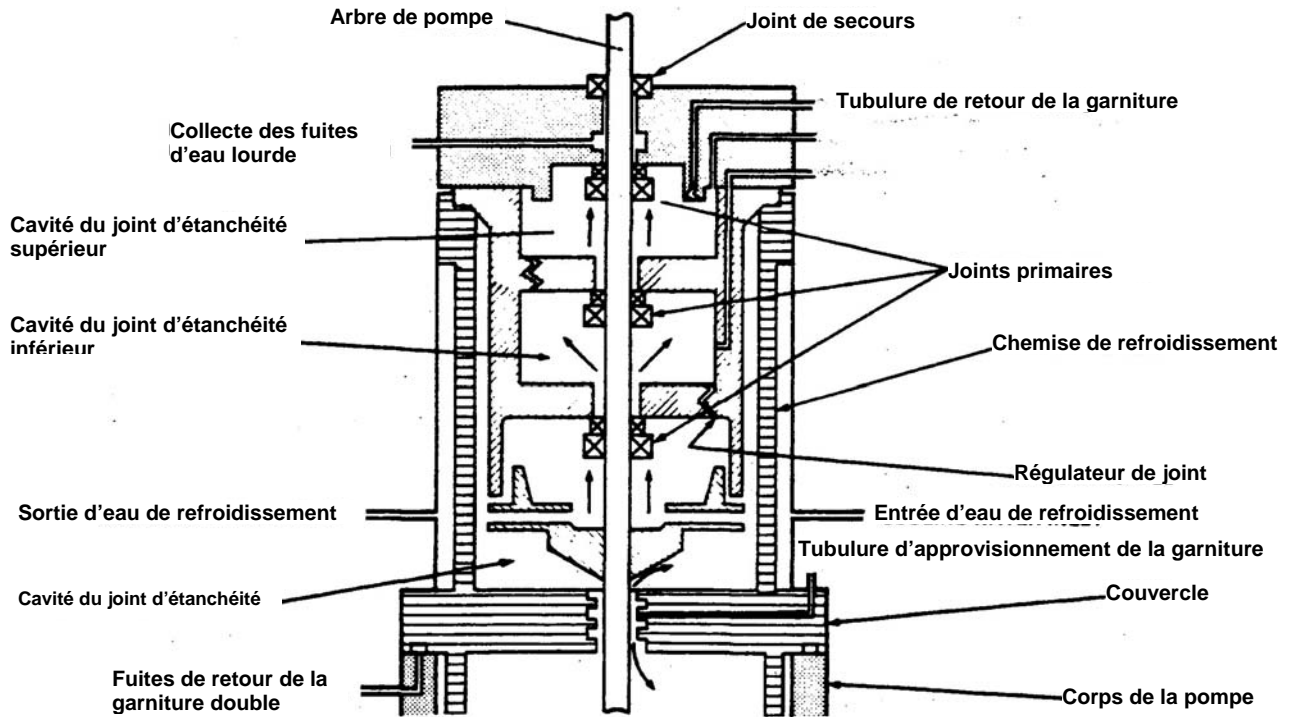


Figure 15.2
Joint d'étanchéité de pompe du circuit caloporteur de type courant

La garniture de la pompe du CC et le système d'approvisionnement du joint d'étanchéité protègent les joints de pompe et les paliers contre les dommages. Ils permettent également d'éviter qu'il y ait des fuites de caloporteur radioactif aux joints de pompe.

La figure 15.2 illustre un joint d'étanchéité de pompe de type courant. Le rouet de la pompe, s'il était illustré, se trouverait au bas du diagramme. Le bas de l'arbre se trouve dans le caloporteur chaud à une pression de presque 10 MPa

Le caloporteur contient des impuretés qui peuvent être radioactives. Le dispositif de scellement permet d'éviter la fuite de caloporteur le long de l'arbre. Le caloporteur chaud et les impuretés qu'il contient pourraient endommager les joints de pompe et les paliers. À cause d'une défaillance des joints, il pourrait y avoir rejet de caloporteur radioactif chaud dans l'atmosphère du bâtiment réacteur.

La tubulure d’approvisionnement de la garniture utilise le D₂O haute pression, froid, propre et filtré provenant des pompes d’alimentation. La pression de décharge de ces pompes est plus élevée que la pression dans le circuit caloporteur principal. Le D₂O à pression élevée et propre permet de maintenir le caloporteur chaud à l’extérieur des cavités du joint.

Une certaine partie de ce D₂O s’écoule le long de l’arbre vers la pompe principale du CC, ce qui permet d’éviter la fuite de caloporteur chaud. Le reste de l’approvisionnement de la garniture s’écoule dans les cavités des joints. La pression diminue d’une cavité à l’autre. Le D₂O suit la tubulure de retour de la garniture vers l’aspiration des pompes d’alimentation. Une petite quantité d’eau fuit après les joints primaires, ce qui refroidit et lubrifie l’arbre et le joint. Le D₂O qui fuit après le joint primaire final passe dans le circuit de collecte des fuites de D₂O du circuit caloporteur.

15.10 Notions principales

- Du D₂O froid, propre et filtré provenant de la décharge des pompes de pressurisation du CC alimente les garnitures de pompe. L’approvisionnement de la garniture haute pression se fraie un chemin le long de l’arbre de la pompe, ce qui permet d’éviter que le caloporteur radioactif chaud et sale ne s’échappe. Cela permet également d’éviter que des dommages soient causés aux joints de pompe et qu’il y ait des fuites de caloporteur radioactif.

15.10.1 Circuit de collecte du D₂O du circuit caloporteur

Le circuit de collecte du D₂O du circuit caloporteur utilise un réseau de conduites qui recueille le caloporteur aux points de fuite connus. La figure 15.3 est un diagramme monoligne du circuit de collecte du circuit caloporteur. Le système fermé permet de réduire les pertes de D₂O, ce qui limite les fuites de tritium et réduit la diminution de la teneur isotopique. Le contact entre la vapeur de D₂O et le H₂O atmosphérique pourrait entraîner une baisse de la teneur isotopique.

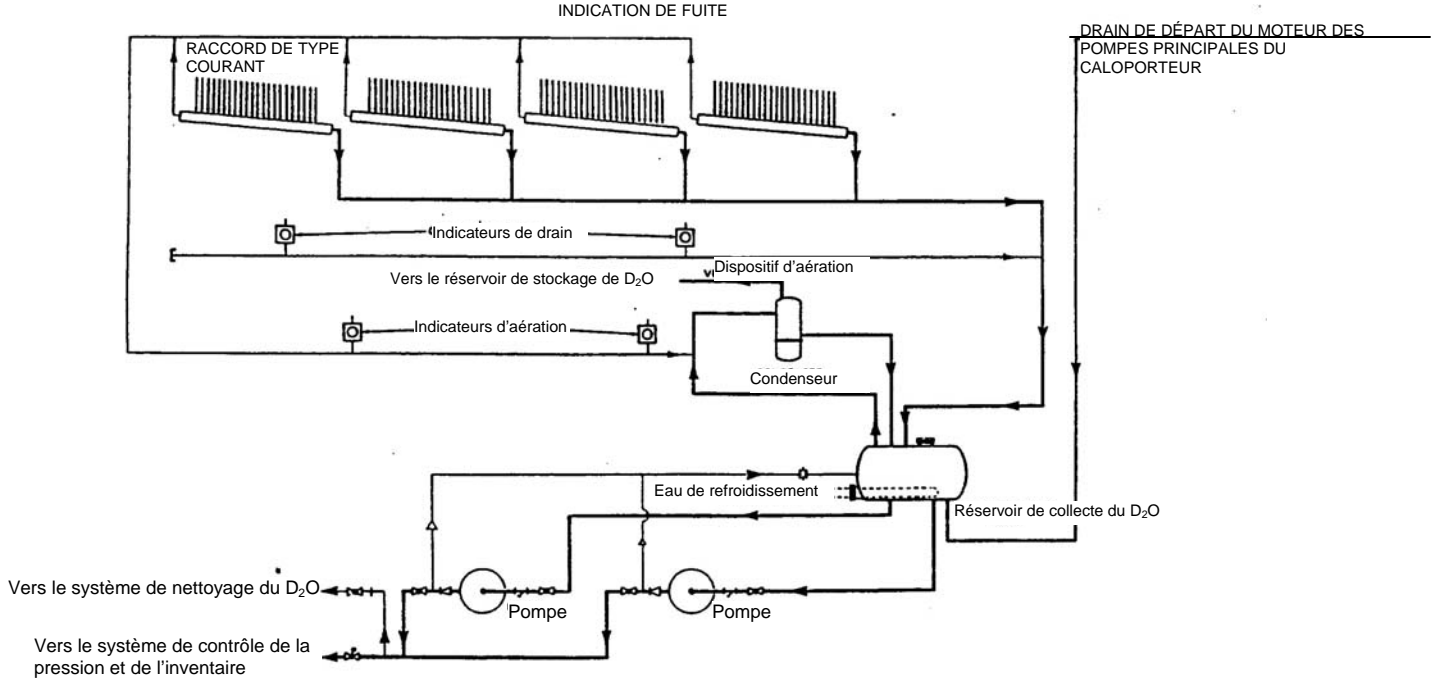


Figure 15.3
Circuit de collecte du D₂O du CC

Le circuit caloporteur et le circuit de collecte du modérateur sont semblables pour ce qui est de la construction et des fins d'utilisation, mais sont entièrement distincts. Le modérateur (D₂O) n'est jamais ajouté au circuit caloporteur parce que la concentration de tritium dans le modérateur est trop élevée. En outre, à cause de leur teneur isotopique différente, on ne peut verser de l'eau lourde du circuit caloporteur à celle du circuit du modérateur. En effet, la teneur isotopique du caloporteur se situe habituellement entre 98 % et 99 %, ce qui est beaucoup plus faible que le 99,8 % normalement trouvée dans le liquide du modérateur. Ainsi, l'ajout de D₂O du circuit caloporteur au circuit du modérateur appauvrirait le modérateur et, conséquemment, les coûts en combustible.

Le circuit de collecte du circuit caloporteur recueille le D₂O à plusieurs points de fuite. Il y a plus de fuite dans le CC que dans le circuit du modérateur. La pression élevée du caloporteur fait en sorte que le taux de fuite est plus élevé, et qu'il y a davantage de points de fuite. Une illustration du circuit de collecte du modérateur, comparable

à celle de la figure 15.3, indique un nombre moins élevé de tubulures de collecte.

Le caloporteur qui fuit après les joints de pompe principaux du CC est l'écoulement le plus élevé de D₂O dans le réservoir de collecte. Une autre source de collecte du D₂O est celle des cavités entre les garnitures des échangeurs de chaleur et d'autres équipements. Les cavités entre les garnitures sont des espaces entre les garnitures doubles utilisées pour sceller les raccords mécaniques entre l'équipement et le circuit caloporteur. D'autres conduites de collecte proviennent des vannes. Il y a des fuites le long des tiges de vanne ainsi que le long des garnitures de vanne.

Enfin, les pompes, les échangeurs de chaleur et d'autres pièces d'équipement possèdent un dispositif de drainage et des conduits d'éventage du D₂O utilisés pour l'entretien de l'équipement. Le circuit de collecte est situé à un endroit adéquat pour recueillir ce drainage.

15.11 Notions principales

- Certaines fuites de D₂O sont inévitables. Les fuites aux joints de pompe permettent de refroidir et de lubrifier les joints. Il y a des fuites autour des tiges de vanne et des garnitures de vanne, aux échangeurs de chaleur et sur d'autres pièces d'équipement.
- Le circuit de collecte de D₂O du circuit caloporteur recueille le caloporteur aux points de fuite connus et le ramène dans le CC. Ce système permet également de recueillir le D₂O provenant du drainage et des conduits d'éventage servant à l'entretien de l'équipement.
- Le taux de fuite en provenance du CC est beaucoup plus élevé qu'en provenance du circuit du modérateur. Le CC possède davantage de points de fuite et la pression du caloporteur est beaucoup plus élevée que la pression du modérateur (eau lourde).
- Le modérateur, à cause de sa teneur élevée en tritium, n'est jamais ajouté au circuit caloporteur. Le caloporteur, avec sa faible teneur en tritium mais son taux de fuite élevé, cause déjà une bonne partie des dangers associés au tritium dans la centrale.
- La teneur isotopique du caloporteur est habituellement plus faible que celle du modérateur. Le caloporteur n'est jamais

ajouté au modérateur parce qu'il appauvrirait la teneur isotopique du modérateur.

15.11.1 Système de récupération d'eau lourde du circuit caloporteur

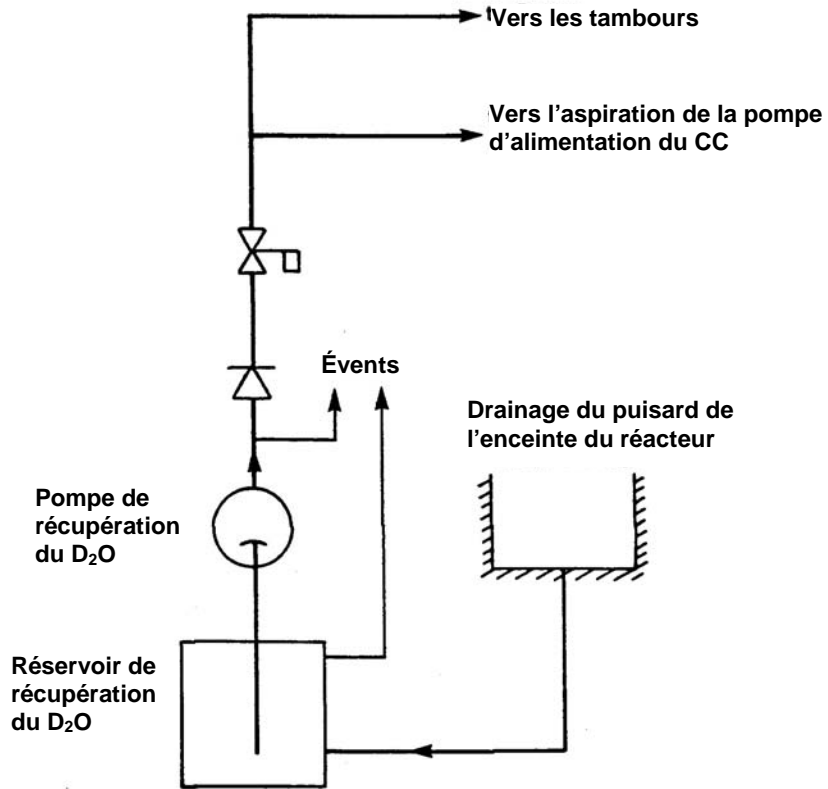


Figure 15.4
Système de récupération de D₂O du circuit caloporteur

Le système de récupération de D₂O recueille et retourne le caloporteur provenant des fuites peu importantes et modérées non prévues. Si le caloporteur n'est pas retourné, l'approvisionnement de D₂O pourrait s'épuiser. L'injection d'eau ordinaire serait alors requise pour maintenir le combustible humide, et cela risquerait de faire baisser la teneur isotopique du caloporteur.

La figure 15.4 est un graphique linéaire simple du système de récupération. Le caloporteur qui fuit est drainé vers un puisard. Le

puisard draine le liquide vers un réservoir de récupération. Une pompe de récupération transfère le caloporteur vers les pompes d'alimentation qui le retourneront vers le circuit caloporteur.

15.12 Notions principales

Le système de récupération du D₂O du CC récupère le caloporteur provenant de fuites modérées et le retourne vers le circuit caloporteur. Cela permet au D₂O de refroidir le combustible. S'il n'y a pas suffisamment de D₂O, le refroidissement par le H₂O est requis. Cela cause un appauvrissement coûteux du caloporteur.

15.13 Approvisionnement en D₂O de la machine de chargement du combustible

La machine de chargement du combustible, lorsqu'elle est attachée à un canal de combustible, devient partie intégrante de la limite de pression du circuit caloporteur. La machine de chargement du combustible possède son propre approvisionnement de D₂O ayant pour but de refroidir le combustible épuisé dans la machine de chargement du combustible.

Certaines machines de chargement du combustible injectent leur D₂O froid dans le canal pendant le chargement. Cela réduit le transfert d'impuretés radioactives provenant du circuit caloporteur vers la machine de chargement du combustible.

15.14 Notions principales

- Les machines de chargement du combustible, lorsqu'elles sont verrouillées aux canaux pendant le chargement, deviennent partie intégrante de la limite haute pression du CC.
- Le combustible épuisé dans la machine de chargement doit être refroidi. Ce caloporteur peut se mélanger avec le caloporteur du CC durant le chargement de combustible.

15.15 Exercices

1. Énumérer les fonctions des composantes suivantes pour un système de contrôle de la pression d'alimentation/de purge et pour un système doté d'un pressuriseur.
 - a) vannes d'alimentation et de purge
 - b) pompes d'alimentation
 - c) réservoir de stockage
 - d) condenseur de purge et refroidisseur de purge.
2. Préciser comment le pressuriseur contrôle la pression du système.
3. Comparer les fonctions des vannes de purge de vapeur du pressuriseur et celles des vannes de détente de pression du CC.
4. Les circuits d'épuration du modérateur et du caloporteur nettoient tous deux le D₂O et contrôlent son pH. Chacun d'eux accomplit une tâche particulière qui n'est pas requise pour l'autre système. Quelles sont ces deux tâches?
5. Comparer les fonctions du circuit de collecte de D₂O et du système de récupération de D₂O.
6. Décrire comment le joint de garniture de pompe fonctionne. Pourquoi est-il si important de filtrer les matières particulaires provenant de l'approvisionnement de D₂O du labyrinthe d'étanchéité?
7. Expliquer les différences entre le circuit de collecte de D₂O du circuit caloporteur et le circuit de collecte de D₂O du modérateur dans les domaines suivants :
 - a) quantité d'eau lourde recueillie
 - b) teneur isotopique de l'eau lourde
 - c) radioactivité de l'eau lourde.
8. Pourquoi le modérateur n'est-il pas utilisé pour approvisionner la machine de chargement du combustible?