



L'OPTIMISATION DES DOSES POUR LE REMPLACEMENT MASSIF DES CANNES CHAUFFANTES DU PRESSURISEUR DES CENTRALES NUCLEAIRES

Clément MARCILLET

EDF/ DPN/UTO

1 avenue de l'Europe - CS 30451 MONTEVRAIN

77771 MARNE LA VALLEE CEDEX 04

clement.marcillet@edf.fr

Guillaume PESSIOT

Comex Nucléaire

36, boulevard de l'océan – BP 137

13273 MARSEILLE CEDEX 09

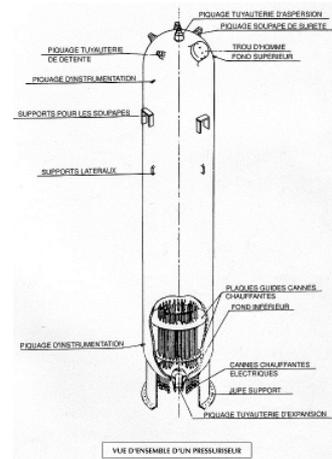
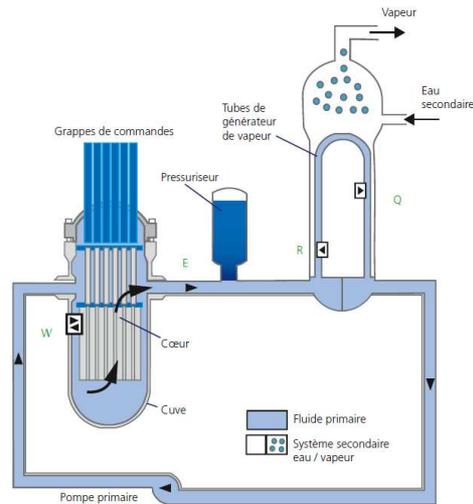
Pessiot@comex-nucleaire.com

1. Introduction

L'opération de maintenance de remplacement des cannes chauffantes du pressuriseur est réalisée par Comex Nucléaire sur une maîtrise d'ouvrage de l'Unité Technique Opérationnelle de la Division Production Nucléaire d'EDF. Cette intervention a pour but de remplacer les cannes chauffantes d'ancienne génération et de rétablir la fonctionnalité complète du pressuriseur. Les risques radioprotection sont élevés, autant en terme d'exposition externe qu'interne. Suite à une révision de la stratégie de l'opération de maintenance en 2010 il a été décidé de procéder à un remplacement préventif et donc d'augmenter le nombre de cannes remplacées par intervention. Afin d'accompagner ce changement une refonte de l'optimisation de la radioprotection de l'opération de maintenance a été menée par Comex Nucléaire et l'UTO. Il a notamment été décidé de modifier la protection biologique utilisée, de renforcer les outillages ainsi que la protection contre l'exposition externe. Cette nouvelle démarche a conduit à une diminution de la dose collective intégrée par nombre de cannes remplacées. En parallèle Comex Nucléaire a mené des expérimentations sur l'exposition au cristallin de son personnel en vue de l'abaissement du seuil d'exposition.

2. Le contexte

Le pressuriseur est un composant du circuit primaire des réacteurs à eau pressurisée. En fonctionnement nominal il est rempli d'un milieu diphasique eau/vapeur qui permet de maintenir la pression du circuit primaire. Celle-ci est diminuée en condensant la vapeur via la ligne d'aspersion située en partie haute et augmentée en chauffant l'eau à l'aide des cannes chauffantes situées en partie basse.



Les cannes contribuent aussi à la chauffe du circuit primaire lors des phases de redémarrage des centrales.

Les cannes chauffantes sont soumises à la corrosion sous contrainte et des fissurations peuvent apparaître sur les cannes de première génération. En fonction de leur utilisation les cannes doivent être mises hors service et remplacées.

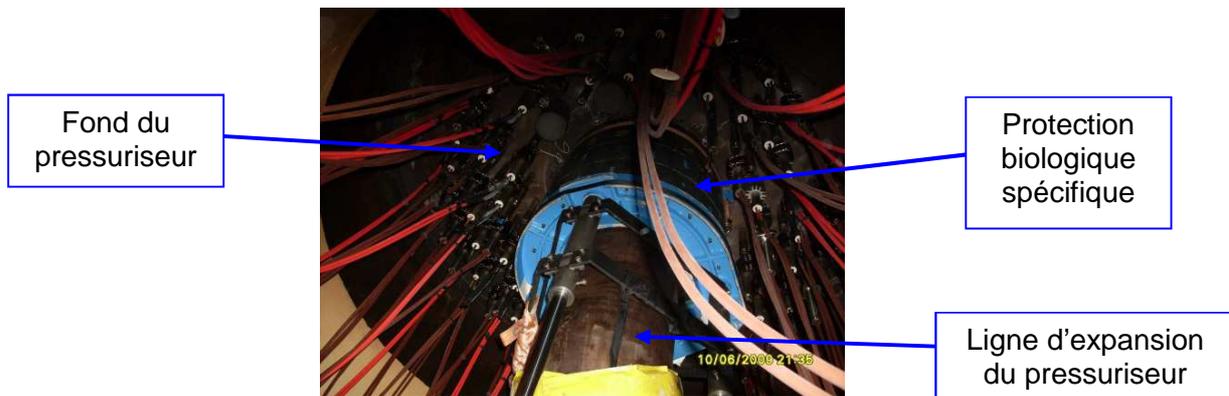
Comex Nucléaire réalise depuis 1990 le remplacement de ces cannes avec une maîtrise d'ouvrage de l'UTO. A l'origine, il s'agissait d'un remplacement curatif consistant à remplacer les cannes présentant une forte utilisation ou des fissurations avérées. En 2010, il a été constaté que le nombre de cannes remplacées sur ce mode a augmenté considérablement, il a donc été décidé de modifier la stratégie d'intervention et de procéder à un remplacement préventif.

Le pressuriseur est un composant du circuit primaire et à ce titre présente un terme source très pénalisant, de plus le remplacement des cannes chauffantes nécessite la rupture de l'étanchéité du circuit primaire et engendre une importante contamination volumique. L'augmentation du nombre de cannes remplacées a donc un fort impact sur l'exposition aux rayonnements ionisants du personnel intervenant. Il a donc été nécessaire de renforcer l'optimisation de la radioprotection de l'intervention.

3. Déroulement de l'opération de maintenance

L'intervention se déroule durant cinq semaines sur les centrales nucléaires EDF en zone contrôlée dans le bâtiment réacteur. Les principaux locaux occupés sont la casemate située sous le pressuriseur, un local situé sous cette casemate dédié à la découpe des cannes extraites, ainsi que la zone de commande située dans un local à faible DED.

La première étape de l'opération de maintenance consiste en la mise en place de la protection biologique spécifique sous le pressuriseur autour de la ligne d'expansion qui relie celui-ci au circuit primaire.



Ensuite les câbles électriques alimentant les cannes devant être remplacés sont déconnectés puis un sas de confinement de la contamination volumique est installé. Les cannes sont ensuite découpées puis extraites et évacués dans le local de découpe. Dans ce local les cannes sont découpées en morceau (riblonnage) par une machine et conditionnées pour être évacuées en tant que déchet.

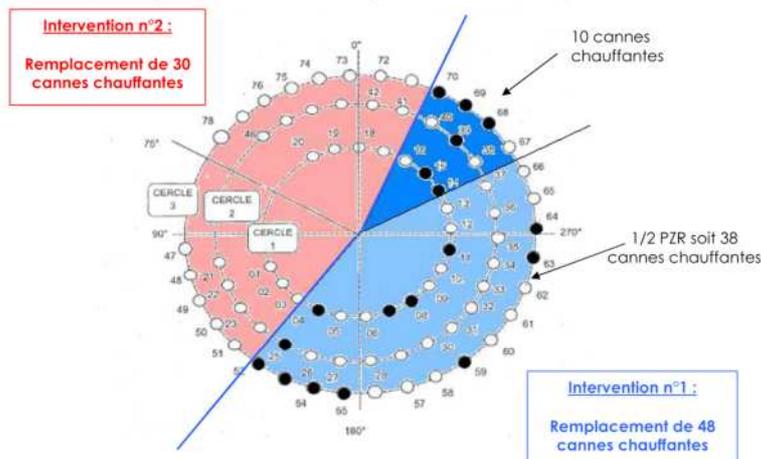
Dans le local du pressuriseur, des contrôles non destructifs sont réalisées puis les nouvelles cannes sont insérées et soudées de manière automatique. Enfin des radiographies industrielles sont réalisées pour contrôler ces soudures puis le matériel est replié afin de pouvoir procéder à la reconnexion des câbles. En dernier lieu la protection biologique est déposée.

Suite à l'intervention sur centrale nucléaire, quatre semaines de maintenances sont nécessaires sur les outillages utilisés. Cette maintenance est réalisée en base chaude.

4. La nouvelle stratégie de l'intervention

Le passage à un remplacement préventif a nécessité de revoir la démarche d'optimisation de l'opération de maintenance. Pour ce faire les grands principes de la démarche ALARA ont été réétudiés : optimiser et limiter le temps d'intervention, mieux protéger les intervenants contre l'exposition externe, augmenter la distance en automatisant les phases qui ne l'étaient pas encore et diminuer l'impact du terme source. Le but étant d'obtenir un gain dosimétrique d'environ 35% sur l'intervention.

La principale innovation a porté sur le temps d'intervention. Avant le passage en mode préventif, les cannes à remplacer étaient dispersées sous le fond du pressuriseur et les opérateurs devaient déplacer les outillages à des positions parfois très éloignées. Il a donc été décidé de remplacer les cannes par « demi pressuriseur » afin de regrouper géographiquement toutes les cannes à remplacer, ce qui simplifie grandement le travail des opérateurs.



Un autre axe de travail a été l'amélioration de la protection biologique spécifique de Comex Nucléaire. La protection biologique historique était constituée de blocs de plombs qui étaient soulevés et placés sous le fond du pressuriseur avec des vérins. Cette protection était très épaisse mais ne couvrait que la soudure entre la ligne d'expansion et le fond du pressuriseur. De plus, du fait de la présence des vérins la mise en place d'un échafaudage pour accéder aux cannes était complexe.

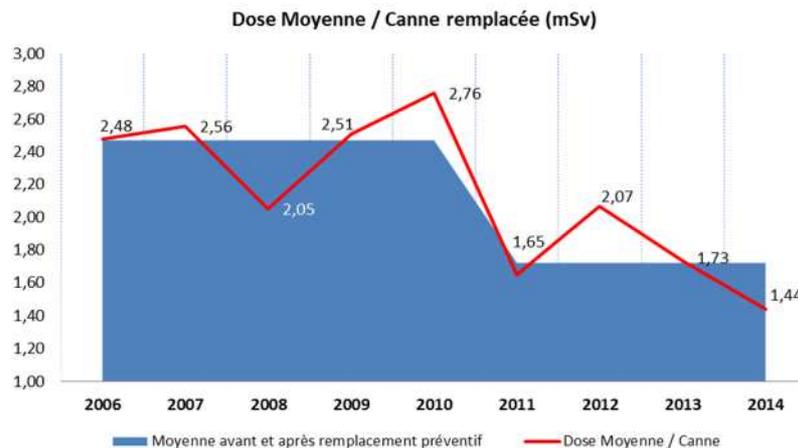
La protection biologique a complètement été remaniée avec pour objectif de coupler plateforme d'intervention et protection contre l'exposition externe. Comex Nucléaire a donc développé un châssis adaptable aux différents paliers de centrales nucléaire qui vient se positionner sous le pressuriseur le long de la ligne d'expansion. Ce châssis sert de support pour poser des matelas de plomb ainsi que de plateforme d'accès aux intervenants.

L'automatisation du poste de découpe des cannes déposées (riblonnage) a permis d'éloigner les intervenants par rapport aux sources de DED. Sur les postes de travail situés sous le pressuriseur, les opérations étaient déjà automatisées, les actions humaines se limitant à l'installation et la désinstallation des outillages.

Enfin l'exposition interne des intervenants est l'un des principaux risques de l'opération de maintenance. Avec l'augmentation du volume de cannes remplacées la gestion de ce risque est devenue primordiale. Il a été décidé de renforcer les protections contre la contamination autant individuelles (utilisation de tenues étanches ventilées renforcées que collectives (conception de sas de confinement adaptés).

5. Résultats

Jusqu'en 2010, la dose collective par nombre de cannes remplacées était de 2,5 H.mSv/canne avec une stratégie de maintenance curative. La mise en œuvre des nouvelles voies d'optimisation a été mise en œuvre progressivement entre 2011 et 2013, tout étant opérationnel vers la fin 2013. Les doses moyennes par canne sur les années 2013-2014 est de 1,6 H.mSv, aussi le gain dosimétrique suite au passage en mode préventif est de 30%.



De plus il faut noter que la nouvelle protection biologique, moins épaisses que l'ancienne mais mieux répartie, procure une meilleure atténuation aux postes de travail que l'ancienne.

6. Investigations sur l'exposition du cristallin

Lors des interventions sous le pressuriseur les intervenants sont principalement exposés au niveau de la tête. Dans le cadre de la diminution de la limite d'exposition du cristallin de 150 mSv à 20 mSv un groupe de travail a été créé par la DPN. Comex a participé à ce groupe de travail notamment pour le remplacement des cannes chauffantes du pressuriseur.

Comex Nucléaire a procédé à des expérimentations en 2012 et 2013 à l'aide de dosimètres passifs cristallins qui ont montré un ratio de 1,3 entre la dose cristallin et la dose corps entiers.