

**OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION DANS  
L'OPERATION DE CHANGEMENT DE BROCHES  
DE TUBES GUIDE DE GRAPPES D'UNE  
CENTRALE A EAU PRESSURISEE**

**--:--:--:--:--:--**

**Alain BLAIN (Département Radioprotection)  
Bernard BREGEON (Département Radioprotection)  
Patrice SAUMON (Département Etudes et Développements)**

**FRAMATOME, 10 Rue Juliette Récamier, 69006 - LYON**

**RADIOPROTECTION OPTIMISATION DURING RCCA GUIDE TUBES PINS  
REPLACEMENT IN A PRESSURIZED WATER REACTOR**

Initially due to incidental occurrences (Japan in 1978, France in 1982), pins replacement became a systematic and repetitive operation. Between 1983 and 1991, more than 4000 pins has been replaced in France and abroad. The average dose per replaced pin has been decreased with a ratio of approximately 8 ( from 1,25 mSv/pin in 1982 to 0,14 mSv/pin in 1991). It is due, in a first step, to equipment modification and improvement and, in a second step, to highly skilled personnel, experience feed back and environmental conditions.

**I - INTRODUCTION**

Les problèmes rencontrés fin 1978 au Japon (fissures et ruptures) sur les broches de MIHAMA 3 ont incité FRAMATOME à prendre des mesures préventives de plusieurs types :

- Développement d'un dispositif de contrôle non destructif par ultra-sons.
- Etude d'une machine de changement de broches
- Recherches métallurgiques et mécaniques sur les broches elles-mêmes.

Lorsqu'en 1982 sont survenus des incidents sur Gravelines 1, Fessenheim 1 et Bugey 2, (incidents similaires à ceux rencontrés au Japon) il est apparu qu'ils avaient un caractère générique et qu'ils nécessitaient une action globale.

Dans un premier temps, il y a eu r eplacement pur et simple des tubes guide par des tubes guide neufs et parallèlement à cette action a été menée l'étude d'un dispositif de remplacement des broches.

L'objet du présent exposé est de montrer comment a évolué l'intervention depuis 1982 et quelles ont été les conséquences dosimétriques de cette évolution.

Nous précisons que ceci ne concerne que le changement de broches proprement dit et exclut les opérations amont et aval, à savoir les démontage, transfert et remontage des tubes guide sur site ou en atelier.

## II - EVOLUTION DES MOYENS MIS EN OEUVRE

### 2.1. Remplacement d'une broche : procédure générale

Le remplacement d'une broche est réalisé en respectant la chronologie suivante :

Phase 1 - Désolidarisation de la goupille et de la rondelle d'arrêt par destruction de la soudure.

Phase 2 - Désolidarisation de l'écrou et de la broche.

Phase 3 - Retrait de la broche

Phase 4 - Retrait de l'écrou

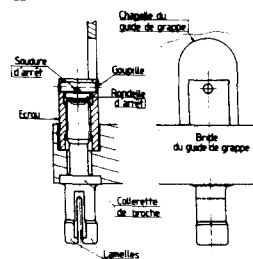
Phase 5 - Nettoyage des lamages

Phase 6 - Mise en place écrou

Phase 7 - Mise en place et vissage de la broche

Phase 8 - Soudage goupille/rondelle d'arrêt.

**NOTA :** Les phases 1 et 2 sont maintenant réalisées en même temps (étincelage de la soudure et du filetage de la broche simultanément).



Présentation d'une broche montée sur un guide de grappe

### 2.2. Nuisances radiologiques

Les nuisances radiologiques sont dues :

- à l'activité massique des éléments constituant la partie basse du tube guide. Elle varie de 40 à 80 MBq/g (1 à 2 mCi/g) et induit un débit de dose à 5 cm de 2 à 4 Gy/h.
- à l'activité surfacique de l'ensemble du tube guide qui est de l'ordre de 1 MBq.cm<sup>-2</sup>.

### 2.3. Evolution des moyens mis en oeuvre

#### FESSENHEIM (02/83)

Le délai très court pour la conception et la réalisation des stands chauds a fait que le stand est arrivé à Fessenheim alors qu'il n'en était qu'au stade d'un prototype en cours de mise au point. Après des essais infructueux de remplacement de broches ; il a été décidé de mettre en oeuvre le stand de secours EDF appelé communément "TOTEM".

Le TOTEM est constitué d'une cellule rotative en plomb sur laquelle vient s'appuyer la hotte de manutention des tubes guide.

Toutes les opérations de démontage et remontage des broches s'effectuent en manuel au travers de portes situées en regard des broches.

Tous ces travaux s'effectuent à l'intérieur d'une enceinte de confinement où les opérateurs travaillent en tenue confinée type MURUROA. L'opération de soudage de la barette d'arrêt est néanmoins réalisée sur le stand chaud.

#### STAND CHAUD

Le stand chaud est un confinement dans lequel sont installés six postes de travail. Le tube guide y est introduit et tourne pour être présenté successivement sur chacun des postes. Les opérateurs situés à l'extérieur du stand, sont protégés de l'irradiation et de la contamination dues au tube guide et peuvent visualiser chacune des opérations.

#### BUGEY (04/83)

Afin de remplacer les broches de Bugey, un stand chaud est installé dans un local sur le site. Le stand de secours (TOTEM) de Fessenheim est installé dans le Bâtiment combustible de BG 2. 21 tubes guide sont traités sur le TOTEM et stand chaud pour la soudure.

En parallèle à ces opérations, le stand chaud est rendu opérationnel et l'ensemble du reste des tubes guide sont traités sur le stand et l'utilisation du TOTEM est abandonné.

#### TRICASTIN (04 à 11/83)

Compte tenu des conditions difficiles d'environnement pour l'exploitation du stand à Bugey, EDF installe dans un local "chaud" de la Centrale de Tricastin, un atelier broche équipé de deux stands chauds simplifiés pour le remplacement total des broches et d'un stand de secours équipé d'un dispositif de meulage et de clef à sangle, de principe identique au TOTEM.

#### PIERRELATTE (12/83 à 12/87)

Afin de satisfaire les besoins industriels de remplacement des broches du parc électronucléaire français que ne peut satisfaire l'atelier de Tricastin, EDF confie à FRAMATOME l'ingénierie de définition et de conception de l'usine à broches de Pierrelatte sur le site de la COGEMA.

Cet atelier bénéficie du retour d'expérience de Bugey et Tricastin, tant sur le plan technique que sur le plan radioprotection.

Il est équipé de 4 stands chauds disposés en deux lignes de production pour le remplacement des broches, d'un stand de mesure d'entraxe des broches et d'un stand de remplacement des coupelles d'arrêt de la liaison des parties inférieure et supérieure des tubes guide.

### BASE CHAUDE OPERATIONNELLE DE TRICASTIN

Afin d'effectuer la maintenance des outillages servant en centrale nucléaire, EDF met en exploitation en 1988 la BCOT. L'atelier de remplacement des broches de Pierrelatte est transféré à la BCOT.

### STAND CHAUD EXPORT

Afin de satisfaire aux besoins spécifiques d'exploitant étrangers, FRAMATOME a mis au point une unité mobile (stand chaud et son environnement) permettant de remplacer les broches in situ sur n'importe quel site PWR.

### III - BILAN

Plus de 4000 broches ont été remplacées à ce jour dont 10 % environ sur des sites étrangers (USA, Afrique du Sud, Suède) à l'aide du stand chaud mobile.

Les résultats dosimétriques sont résumés dans le tableau suivant :

SITES	FH	BG	TN	Pierre -latte	BCOT	EXPORT
Equivalent dose moyen par broche (mSv)	1,27	0,60	0,69	0,20	0,14	0,20

L'équivalent de dose moyen intégré pour la totalité des opérations de changement de broches est de 0,33 mSv par broche.

L'évolution constatée s'explique par :

- le retour d'expérience
- le changement de procédé après Fessenheim
- l'amélioration des stands après Tricastin
- les conditions d'environnement optimisées à la BCOT.
- l'expérience du personnel intervenant.

En ce qui concerne les opérations à l'export, l'unité mobile a bénéficié des dernières améliorations dues au retour d'expérience mais est tributaire des conditions radiologiques particulières de chaque site.

### IV - CONCLUSION

Le produit "remplacement de broche" a démontré ses performances techniques, et paraît, à ce jour, difficilement améliorable sur le plan de la radioprotection dans le cadre du concept coût-efficacité.