

Fontenay-aux-Roses, le 5 octobre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00313

- Objet : Transport - Programme d'essais relatif au démontage des bouchons à six pans creux - Cylindres 30B et 48Y chargés d'UF<sub>6</sub>
- Réf.
1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-019975 du 19 mai 2017.
  2. Norme ANSI N14.1 « Uranium Hexafluoride - Packaging for Transport ».
  3. Norme ISO 7195 « Packaging of uranium hexafluoride for transport ».

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le programme d'essais présenté par AREVA NC pour identifier l'origine des difficultés rencontrées lors des opérations de montage et démontage des bouchons dits à six pans creux équipant des cylindres 30B et 48Y, destinés au transport d'hexafluorure d'uranium (UF<sub>6</sub>).

## 1 HISTORIQUE

Les cylindres de type 30B et 48Y, chargé d'UF<sub>6</sub>, sont équipés d'une vanne et d'un bouchon. La conception, la fabrication et le contrôle en service de ces cylindres font notamment l'objet de la norme ISO 7195, citée en troisième référence. Les bouchons des cylindres sont utilisés uniquement lors des opérations de maintenance, notamment lors du rinçage et de l'inspection visuelle interne des cylindres.

Dans sa conception initiale, ce bouchon est équipé d'une tête hexagonale protubérante (« hex head plug »). En situation accidentelle de transport, cette forme induit un risque particulier de perte d'étanchéité du cylindre au niveau du bouchon, en cas de contact entre le bouchon et la coque utilisée pour le transport. Aussi, un concept alternatif de bouchon à six pans creux (« socket head plug »), et donc non protubérant, a été développé en alliage bronze d'aluminium et intégré dans la dernière révision de la norme citée en deuxième référence. Il est prévu que ce concept soit intégré dans la prochaine révision de la norme ISO 7195 citée en troisième référence.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

En 2014, AREVA NC a pris l'engagement d'équiper progressivement les cylindres 30B et 48Y transportant de l'UF<sub>6</sub> avec ce nouveau type de bouchon (avec un diamètre 1" ou 1"1/2).

Toutefois, elle a fait part depuis de difficultés lors des opérations de montage et démontage de ces bouchons (démontage difficile voir fissuration de certains bouchons de diamètre 1"1/2). Par la suite, un groupe de travail, incluant plusieurs membres du World Nuclear Transport Institute (WNTI), a élaboré un guide des bonnes pratiques pour faciliter l'utilisation des bouchons à six pans creux. Ce guide préconise, à titre d'exemple, d'enlever l'étamage présent sur les deux premiers filets, afin de faciliter l'insertion des bouchons, et d'utiliser des outils de serrage spécifiques. Toutefois, AREVA NC estime que les préconisations de ce guide n'assurent pas l'absence de difficultés lors des opérations de montage et démontage des bouchons à l'issue de plusieurs cycles de remplissage et de vidange des cylindres. En effet, lors de ces cycles, les températures et les pressions au niveau des bouchons peuvent engendrer des déformations de ceux-ci.

De manière à acquérir un retour d'expérience sur le démontage des bouchons à six pans creux après plusieurs de ces cycles, AREVA NC réalise un suivi renforcé de la centaine de cylindres 30B équipés de ces bouchons. Dans l'attente des conclusions de ce suivi, elle a suspendu le déploiement des bouchons à six pans creux.

L'utilisation de bouchons à six pans creux améliorant le niveau de sûreté des cylindres 30B placés dans des coques de protection, l'ASN a demandé à l'exploitant de réaliser en complément de ce suivi, des essais visant à identifier l'origine des difficultés observées ; ces essais devant être réalisés :

- en appliquant les bonnes pratiques de montage du guide élaboré par le WNTI ;
- en simulant les cycles de température et de pression vue par le bouchon au cours de l'utilisation du cylindre.

Cette demande concerne uniquement les bouchons de diamètre 1", dans la mesure où des difficultés plus importantes ont été rencontrées lors des opérations de démontage des bouchons de diamètre 1"1/2.

De l'examen du programme d'essais transmis par AREVA NC en réponse, l'IRSN retient les points suivants.

## **2 PROGRAMME D'ESSAIS DE MONTAGE ET DEMONTAGE DES BOUCHONS**

AREVA NC propose de découper des orifices de cylindres 30B, de les équiper de bouchons à six pans creux et de les placer dans une étuve simulant les cycles thermiques des opérations de remplissage.

Ces cycles sont simulés par une mise en température, jusqu'à 100°C, du dispositif testé pendant 12 heures puis un refroidissement de celui-ci à la température ambiante. Pour rappel, l'UF<sub>6</sub> est injecté dans le cylindre en phases liquide ou gazeuse, à des températures respectivement de l'ordre de 90°C et 50°C. En outre, AREVA considère la durée de maintien en température des orifices lors des essais (12 heures) représentative pour les opérations de remplissage des cylindres 30B.

Les mesures réalisées lors des essais sont, d'une part le couple de serrage du bouchon au montage (avant la phase de montée en température), d'autre part le couple de desserrage à l'issue du refroidissement du bouchon. Une clé dynamométrique sera utilisée pour ces mesures.

Un cylindre 30B étant rempli et vidangé au plus une fois par an et sa maintenance étant quinquennale, le programme d'essais inclus de simuler pour un dispositif jusqu'à cinq cycles. Ainsi, le couple de desserrage des bouchons seront évalués à l'issue d'un cycle, trois cycles et cinq cycles. Chacune des trois séries d'essais sera réalisée à l'aide de trois orifices équipés d'un bouchon.

Les installations utilisées ne permettant pas de simuler la pression hydrostatique de l'UF<sub>6</sub> sur le bouchon, AREVA NC ne réalise pas de cycles de montée en pression lors de ces essais. À cet égard, il estime l'effet de la pression interne sur le comportement des bouchons du second ordre par rapport à celui de la température, compte tenu des différences de coefficients de dilatation thermique du bouchon et de l'orifice, respectivement en bronze d'aluminium et en acier.

L'IRSN estime le programme présenté par AREVA NC globalement satisfaisant concernant les effets liés à la température. Le nombre de dispositifs testés assure notamment une reproductibilité des mesures. Par ailleurs, les paramètres retenus pour le chauffage des dispositifs d'essais sont représentatifs en termes de durée et de température, sous réserve que la température de 100°C soit maintenue au moins de l'ordre de 11 heures. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 de l'annexe 2 de l'avis.**

La pression interne des cylindres, susceptible d'atteindre plusieurs bars, peut engendrer des contraintes significatives dans les filets du bouchon. **Aussi, comme demandé par l'ASN, l'IRSN estime que l'exploitant devra justifier, en se fondant sur des essais, l'absence d'influence des cycles de pression sur les conditions de desserrage des bouchons.** Pour l'IRSN, compte tenu des difficultés rencontrées pour simuler de manière simultanée les influences des montées en pression et en température du dispositif, des essais séparés de montée en pression peuvent être réalisées. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 de l'annexe 1 de l'avis.**

AREVA NC ne précise pas la valeur retenue pour les couples de serrage des bouchons testés. Or, la norme ISO 7195, citée en troisième référence, préconise une plage assez large pour ce couple (entre 203 N.m et 881 N.m pour un bouchon de 1", avec entre 5 et 8 filets engagés). **Aussi, l'IRSN recommande qu'AREVA NC évalue expérimentalement l'influence du couple de serrage des bouchons sur leurs conditions de démontage. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 de l'annexe 1 de l'avis.**

AREVA NC ne précise pas dans le programme d'essais les modalités de déclinaison des recommandations du WNTI concernant les conditions de montage des bouchons. **L'IRSN considère que le compte rendu des essais devra les préciser. Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 de l'annexe 2 de l'avis.**

Enfin, dans le cas où l'exploitant souhaiterait utiliser des bouchons de diamètre 1"1/2, au regard notamment de leurs conditions de serrage spécifiées dans la norme citée en troisième référence (couple compris entre 271 et 1 803 N.m), des essais complémentaires devraient être réalisés.

### 3 CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN considère que le programme d'essais présenté par AREVA NC pour caractériser les difficultés rencontrées lors des opérations de montage et démontage des bouchons à six pans creux des cylindres 30B et 48Y est satisfaisant sous réserve de prendre en compte les recommandations figurant en annexe 1 de l'avis. L'exploitant devrait également tenir compte des observations présentées en annexe 2 de l'avis.

Indépendamment de ce programme, l'IRSN relève que les spécifications de serrage des bouchons de la norme citée en troisième référence sont susceptibles d'engendrer des contraintes supérieures à la limite d'élasticité minimale de l'alliage bronze d'aluminium des bouchons. Cela peut conduire à un marquage des bouchons à six pans creux par l'outil utilisé lors de leur montage, engendrant par la suite des difficultés lors des opérations de démontage. Aussi, l'IRSN estime qu'une réflexion devrait être initiée afin d'évaluer l'adéquation du matériau des bouchons à six pans creux et des conditions de serrage de la norme précitée.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

**Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2017-00313 du 5 octobre 2017**  
**Recommandations**

L'IRSN recommande qu'AREVA NC étudie :

1. en se fondant sur des essais dédiés le cas échéant, l'influence des montées en pression des cylindres lors de leur utilisation sur les conditions de desserrage des bouchons.
2. dans le cadre des essais en température prévus, l'influence des couples de serrage des bouchons sur les conditions de démontage des bouchons, en considérant les couples minimaux et maximaux spécifiés dans la norme ISO 7195.

**Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2017-00313 du 5 octobre 2017**

**Observation**

L'IRSN estime qu'AREVA NC devrait :

1. retenir une durée minimale de l'ordre de 11 heures pour la phase de maintien en température.
2. préciser dans le compte rendu d'essai, la déclinaison des recommandations du WNTI relatives aux conditions de montage des bouchons lors des essais.