

Fontenay-aux-Roses, le 13 juin 2012

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2012-00258

Objet : CEA/Cadarache

Laboratoire de Purification Chimique (LPC - INB n° 54)
Démantèlement des équipements de traitement des solutions actives et des circuits associés - Cuves annulaires avec bitume

Réf. :

1. **Lettre CODEP-DRD-2010-016646 du 26 mars 2010**
2. **Lettre CODEP-DRD-2010-061553 du 15 novembre 2010**

Par lettres citées en première et seconde références, vous avez demandé l'avis et les observations de l'IRSN sur la demande d'autorisation de démantèlement des équipements de traitement des solutions actives et des circuits associés de l'installation nucléaire de base n° 54 (INB n° 54 - LPC), présentée par le directeur du centre CEA de Cadarache en 2010. Le présent avis répond à votre demande pour ce qui concerne les opérations de démantèlement des cuves annulaires entourées de bitume (dénommées cuves avec bitume dans la suite de l'avis) et des circuits associés.

1. Contexte

En réponse à la demande d'autorisation présentée par le CEA, la décision de l'ASN n° 2011-DC-0246 du 20 octobre 2011 autorise ce dernier à procéder aux opérations de démantèlement des équipements de traitement des solutions actives et des circuits associés de l'INB n° 54, hormis le démantèlement des cuves annulaires avec bitume. En effet, pour ces dernières, la récupération du bitume entourant les cuves nécessitait la mise au point d'un procédé de chauffage pour lequel le CEA ne possédait pas de retour d'expérience. Depuis, l'exploitant a confirmé, par des essais de reprise de bitume en inactif, la faisabilité du procédé retenu. De plus, l'exploitant a transmis en novembre 2011 des éléments relatifs à la justification du caractère enveloppe de l'estimation des masses de matières fissiles présentes dans les cuves annulaires avec bitume réalisée à l'aide de mesures nucléaires.

De l'examen du dossier de sûreté et des informations complémentaires transmises par le CEA au cours de l'instruction, l'IRSN retient les éléments suivants.

2. Caractéristiques des cuves avec bitume

Les cuves annulaires avec bitume du LPC, situées au sous-sol dans la cellule C04 et le local L014, sont constituées par des ensembles de 2 ou 3 cuves coaxiales en acier inoxydable (à l'exception de la cuve CAN 51 qui ne comprend qu'une seule capacité), contenues dans un caisson en acier dont les

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 B 440 546 018

dimensions sont de l'ordre de 2 m x 2 m x 1,6 m. Ces cuves, offrant une épaisseur maximale de lame de liquide de 85 mm, sont revêtues d'une feuille de cadmium et sont noyées dans du bitume. L'annexe 1 au présent avis détaille les caractéristiques de ces cuves et les équipements associés à démanteler.

3. Déroulement des opérations

Les opérations de démantèlement décrites par l'exploitant dans le dossier de sûreté se déroulent selon les étapes principales suivantes :

1. vidange et consignation des équipements (circuits, cuves, boîtes à gants),
2. investigations visuelles et évaluation par des mesures nucléaires de la quantité de matières fissiles en rétention dans les équipements : la masse de matières fissiles par unité de criticité doit être inférieure à 200 g, toutes incertitudes comprises, pour autoriser le passage à l'étape suivante,
3. déconnexion et dépose des tuyauteries et des boîtes à gants situées au-dessus des cuves, puis réduction du volume de ces équipements,
4. reprise du bitume des cuves,
5. nouvelle évaluation par des mesures nucléaires de la quantité de matières fissiles en rétention dans les cuves,
6. opérations de réduction du volume des cuves de façon unitaire.

L'IRSN note que le déroulement de ces opérations est identique à celui des opérations effectuées pour le démantèlement des autres cuves et équipements associés du LPC, objet de la décision de l'ASN n° 2011-DC-0246, à l'exception de l'étape supplémentaire de reprise du bitume.

L'opération de reprise du bitume consiste à fluidifier le bitume par chauffage au moyen de panneaux radiants fixés sur les parois extérieures du caisson d'un ensemble de cuves, puis à transférer le bitume chaud à l'aide d'une pompe vers un conteneur de 1 m³. Après refroidissement, les conteneurs pleins sont évacués vers le sas camion du LPC et conditionnés dans des casiers TFA de 5 m³ avant envoi à l'ANDRA. **A cet égard, l'IRSN recommande que l'exploitant effectue un prélèvement pour le contrôle radiologique du bitume de chaque conteneur de 1 m³.**

L'annexe 2 du présent avis illustre les étapes de la reprise du bitume pour un ensemble de cuves annulaires.

4. Evaluation de sûreté

Les dispositions relatives à l'assainissement et aux opérations de déconnexion et de réduction du volume des ensembles de cuves avec bitume et des boîtes à gants associées sont identiques à celles retenues pour le démantèlement des cuves sans bitume faisant l'objet de la décision de l'ASN n° 2011-DC-0246. Aussi, la suite du présent avis se limite à l'examen des risques liés à la reprise du bitume.

4.1 *Risque de dissémination de matières radioactives*

Pour ce qui concerne la prévention du risque de dissémination de matières radioactives lors des opérations de reprise du bitume, l'exploitant a indiqué lors de l'instruction du dossier que les

premiers contrôles de la surface du bitume ne montraient pas la présence de contamination. Toutefois, il prévoit de confiner le bitume chaud tout au long des opérations de reprise, par l'intermédiaire d'une cloche étanche soudée en partie haute des caissons des cuves et d'une enceinte de confinement dans la cellule C04 composée de sas pour le remplissage et le refroidissement des conteneurs. Ces équipements sont reliés à un système de ventilation équipé d'un piège à charbon actif et d'une filtration de très haute efficacité (THE). **Ces dispositions testées lors d'essais inactif n'appellent pas de remarque.** En particulier, l'exploitant a vérifié que la température de l'air extrait de la cloche et de l'enceinte de confinement des conteneurs pleins était nettement inférieure à celle maximale autorisée pour garantir la tenue des pièges à charbon actif et des filtres THE. **L'exploitant a transmis en cours d'instruction la procédure d'essais sur site comprenant les essais intéressant la sûreté ; celle-ci n'appelle pas de remarque.** Il conviendra toutefois que les essais des équipements utilisés lors des opérations de reprise du bitume soient réalisés au début du traitement de chaque ensemble de cuves.

4.2 Risque d'incendie

La présence du bitume en quantité importante associée au procédé de chauffage constitue l'origine principale du risque d'incendie.

Au cours de l'instruction, l'exploitant a amélioré notablement les dispositions de protection retenues pour l'opération de chauffage du bitume. En effet, l'IRSN a estimé qu'une température de consigne de chauffage de 350°C en partie basse de la cuve, supérieure au point éclair du bitume qui est de 294°C, n'était pas acceptable. L'exploitant a proposé de limiter cette température de consigne à 290°C. **Ceci est satisfaisant.** De même, pour ce qui concerne la régulation, deux thermocouples dits de sécurité sont prévus pour couper totalement le chauffage si la température du bitume atteint 170°C. Or, ces thermocouples sont câblés au même automate que les thermocouples qui servent à la régulation du chauffage. Dans le but d'éviter un mode de défaillance commun, l'exploitant a proposé de raccorder directement ces 2 thermocouples à un relai indépendant. **Ceci est satisfaisant.**

S'agissant des moyens d'extinction d'un incendie dans la cloche étanche surplombant le bain de bitume, l'exploitant avait prévu d'équiper cette cloche d'un raccord permettant d'y connecter un extincteur en cas d'incendie. Or, au vu du caractère fumigène d'un feu de bitume, la connexion de l'extincteur pourrait être difficile à mettre en œuvre. Aussi, l'exploitant a indiqué en cours d'instruction qu'une liaison entre l'extérieur de la cellule C04 et la cuve serait installée pour faciliter l'injection d'un agent extincteur dans la cloche par la FLS. **Ceci est satisfaisant dans le principe.** **L'IRSN signale toutefois l'importance pour la sûreté des dispositions prévues pour l'extinction d'un éventuel incendie.** L'exploitant devra donc s'assurer de la disponibilité immédiate des moyens d'extinction au cours des opérations de reprise du bitume (essai préalable, FLS disponible...).

S'agissant de la sectorisation des locaux, seule la cellule C04 est un secteur de feu et l'exploitant a indiqué qu'il était difficile d'améliorer la sectorisation du local L014. Toutefois, **l'IRSN recommande que l'exploitant réalise un état des lieux des parois des locaux L014 et C04 avant le début des opérations de reprise du bitume afin de vérifier l'absence de traversées non rebouchées.** En outre, **l'IRSN recommande que, lorsque des modifications affectant les ouvertures ou traversées**

des parois des locaux sont effectuées dans le cadre des opérations de reprise du bitume (mise en place de sas d'accès par exemple), des équipements qualifiés coupe-feu soient utilisés.

Pour ce qui concerne l'opération de soudage de la cloche étanche sur la partie haute des caissons des cuves qui pourrait conduire à un échauffement localisé du bitume, l'exploitant a proposé en cours d'instruction de réaliser un essai en inactif, **dont il devra vous transmettre le résultat avant le début des opérations sur site.** Dans le cas où cet essai ne serait pas concluant, l'IRSN recommande que l'exploitant modifie le système de fixation de la cloche étanche sur la cuve.

Par ailleurs, l'IRSN recommande que l'exploitant mette à jour le chapitre du dossier de sûreté relatif aux risques d'incendie afin de tenir compte de toutes les dispositions définies lors de l'instruction du dossier. L'intégration de ces dispositions dans les documents opérationnels (procédures, consignes...) pourrait faire l'objet d'un suivi par l'ASN lors d'une inspection.

4.3 Risque de criticité

L'exploitant a défini des unités de criticité, correspondant à un ou plusieurs équipements, dans lesquelles la masse de matières fissiles est estimée par des mesures nucléaires. Le mode de contrôle de la criticité retenu pour les opérations d'assainissement et de démantèlement de ces équipements est la limitation de la masse de matières fissiles par unité de criticité à une valeur inférieure ou égale à 200 g, toutes incertitudes de mesure comprises. L'analyse du résultat des mesures fait l'objet d'un point d'arrêt qui doit être levé par l'ingénieur qualifié en criticité (IQC), avec information de l'ingénieur criticien du centre (ICC), avant le démarrage des opérations de reprise du bitume. L'IRSN souligne que l'exploitant prévoit, en préalable, le démontage des boîtes à gants renfermant une masse de matières fissiles inférieure ou égale à 200 g, toutes incertitudes comprises, ainsi que celui de tuyauteries, afin de rendre accessible le sommet de certaines cuves pour réaliser les mesures. **La modification du périmètre et du nombre des unités de criticité proposée par l'exploitant au cours de l'instruction du dossier pour la réalisation de ces opérations préalables n'appelle pas de remarque. Elle devra être intégrée dans le chapitre 8 des RGSE.**

S'agissant des incertitudes associées à la méthode d'estimation des masses de matières fissiles à l'aide de mesures de rayonnements gamma en présence de bitume dans le caisson des cuves, l'exploitant a transmis des études de sensibilité du résultat aux paramètres d'entrée de la modélisation 3D de la configuration mesurée, tenant compte des caractéristiques et de l'état radiologique actuel des cuves annulaires avec bitume. L'IRSN note toutefois que ces études n'analysent pas l'influence d'une répartition hétérogène de la matière fissile au fond des cuves. Aussi, l'IRSN estime important que l'exploitant tienne compte du retour d'expérience acquis lors du démantèlement de cuves équivalentes dans l'usine UP1 à Marcoule. **En particulier, au moins deux mesures doivent être réalisées à l'aplomb de chaque cuve, et la présence d'éventuels points « chauds » doit être recherchée. En cas de présence de points « chauds » sur une cuve, une mesure devra être réalisée à l'aplomb de chaque point « chaud ».** Par ailleurs, pour ce qui concerne l'interprétation des mesures tenant compte des caractéristiques des cuves, il conviendra que la saisie des valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans la simulation numérique faisant partie de la méthode d'estimation fasse l'objet d'un double contrôle.

Compte tenu de ces éléments, l'IRSN a également estimé important de déterminer la marge apportée par la géométrie initiale des cuves après retrait du bitume, tant que cette géométrie était conservée. Selon les calculs effectués par l'IRSN, la masse totale admissible de matières fissiles dans l'ensemble des cuves d'un caisson (pour un $k_{eff} + 3 \sigma \leq 0,95$), obtenue en considérant une répartition quelconque de ces dernières, est de 14 kg en l'absence de bitume, ce qui procure une marge appréciable qui permet de couvrir les incertitudes sur la méthode d'estimation de la masse de matières fissiles en présence de bitume. Dans ces conditions, l'IRSN estime que la prévention du risque de criticité lors des opérations de retrait du bitume des cuves annulaires est assurée correctement.

La poursuite des opérations consistant à réduire le volume des cuves conduira à la perte définitive de la géométrie et de l'empoisonnement des cuves. Toutefois, une fois le bitume retiré, de nouvelles mesures nucléaires seront réalisées afin de confirmer, avant la reprise des opérations de démantèlement des cuves, que la masse de matières fissiles par unité de criticité est bien inférieure à 200 g, toutes incertitudes comprises. Cette disposition est intégrée de façon satisfaisante dans le projet de mise à jour du chapitre 8 des RGSE transmis par l'exploitant.

5. Conclusion

En conclusion, sur la base des documents transmis par le CEA, l'IRSN considère que les dispositions prévues pour les opérations de démantèlement des cuves annulaires avec bitume du LPC et de leurs équipements associés sont convenables sous réserve de la prise en compte des recommandations figurant dans le présent avis et rappelées en annexe 3 avec d'autres points de moindre importance concernant notamment la mise à jour du référentiel de sûreté. L'IRSN souligne en particulier l'importance de la démarche progressive de démantèlement des cuves adoptée par l'exploitant au regard des incertitudes associées aux mesures nucléaires.

Enfin, au titre du retour d'expérience, un bilan des opérations de reprise du bitume du premier ensemble de cuves annulaires traité, présentant notamment les résultats des contrôles radiologiques et les estimations, aux différentes étapes, des quantités de matières fissiles présentes, devra être transmis à l'ASN avant le traitement du deuxième ensemble de cuves.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,
l'adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Jean-Michel FRISON

Copies :

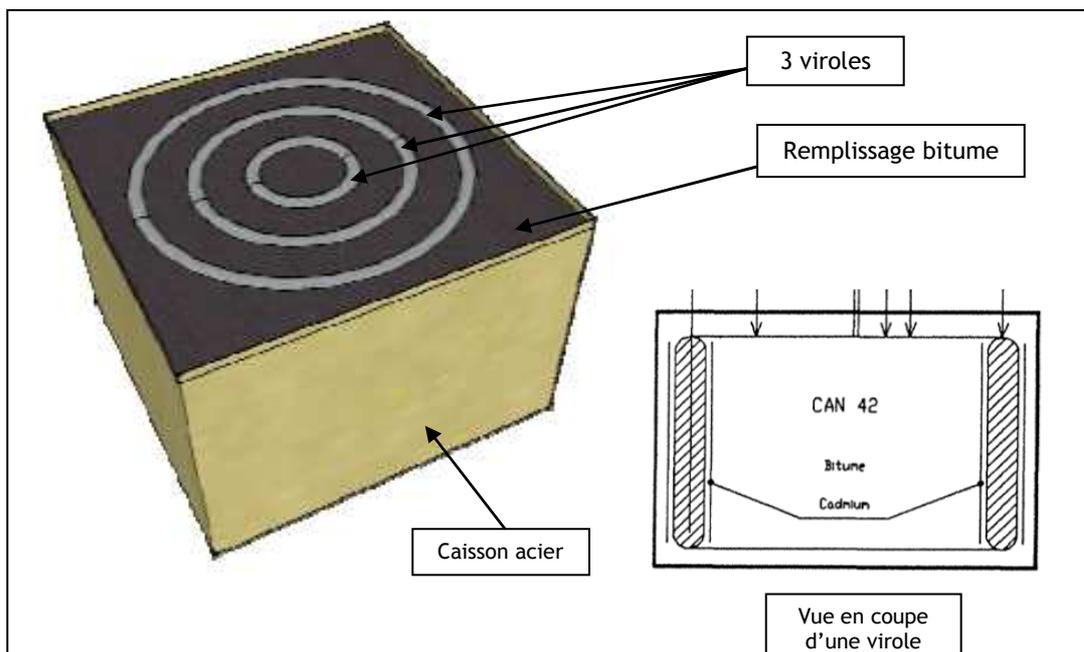
- M. Le Directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire
- Mme La Directrice de DRC (2 exemplaires)
- M. Le Chef de la Division ASN/Marseille

Annexe 1 à l'avis IRSN/2012-00258 du 13 juin 2012

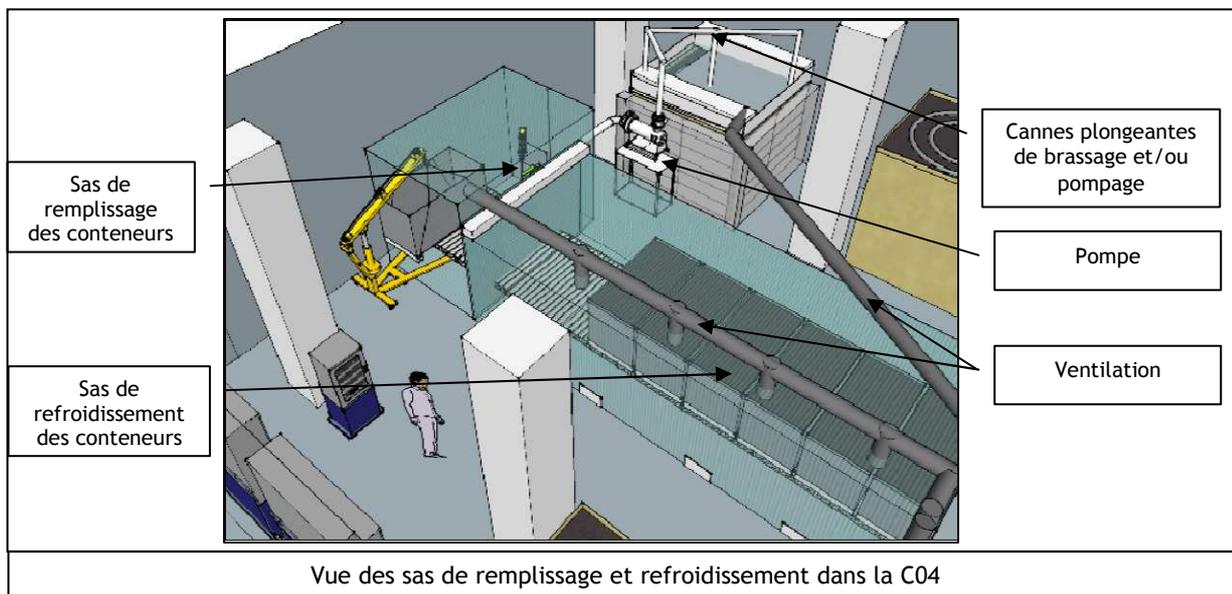
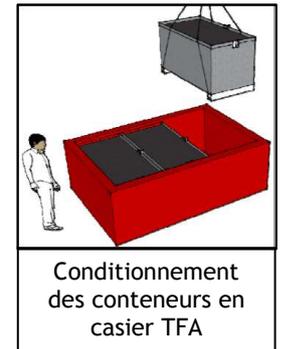
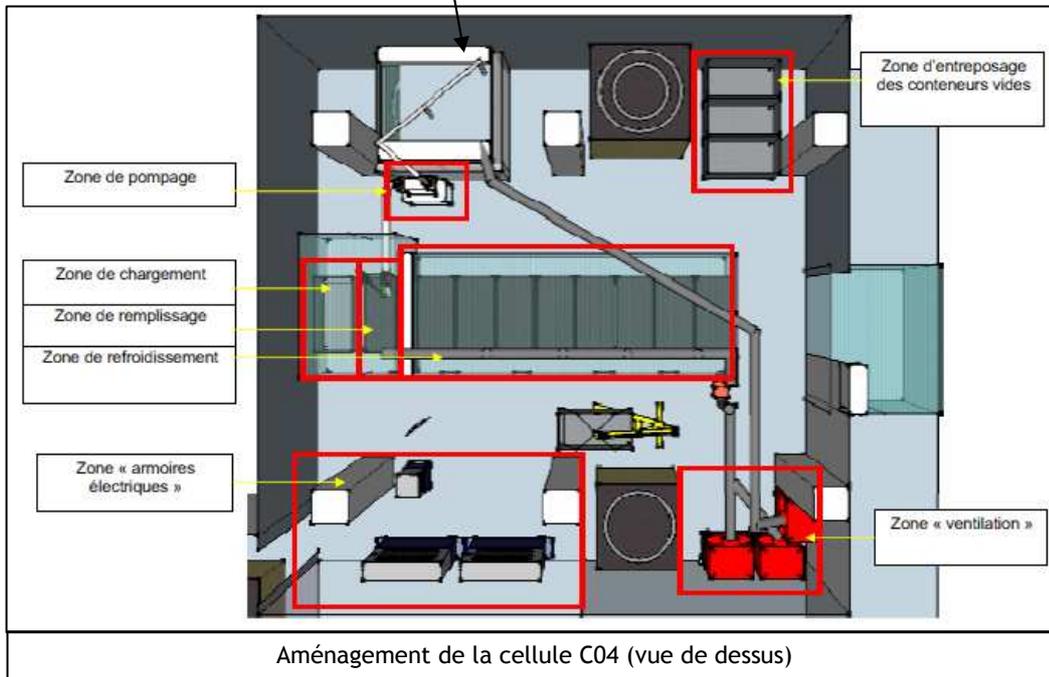
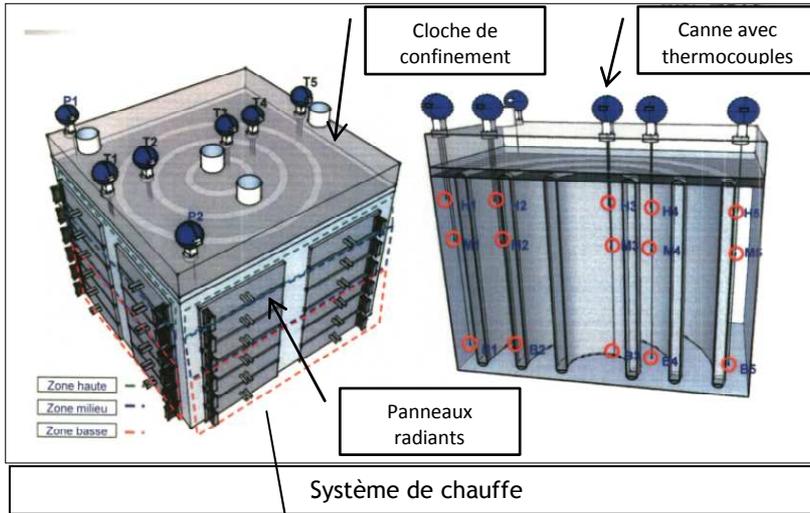
Equipements à démanteler et caractéristiques des cuves annulaires avec bitume

Cellule ou Local	Unité de criticité	Equipements à démanteler : cuves et BAG associées	Caractéristiques des cuves
L014	141	Boîte à gants : B0141	
		Cuves (ensemble CAN 10) : CAN 11 - CAN 12- CAN 13	Hauteur : 1,5 m Caisson acier: 2,3 m x 2,3 m x 1,62 m CAN 11 : 220 litres CAN 12 : 410 litres CAN 13 : 600 litres Volume bitume : 7110 litres
	142	Boîte à gants : B0142	
Cuves (ensemble CAN 20) : CAN 21 - CAN 22- CAN 23		Hauteur : 1,5 m Caisson acier: 2,3 m x 2,1 m x 1,62 m CAN 21 : 260 litres CAN 22 : 470 litres CAN 23 : 680 litres Volume bitume : 6180 litres	
	143	Boîte à gants : B0143	
C04	43	Boîte à gants : B0431	
		Cuves (ensemble CAN 30) : CAN 31 - CAN 32	Hauteur : 2 m Caisson acier: 2 m x 2,05 m x 2,25 m CAN 31 : 545 litres CAN 32 : 770 litres Volume bitume : 7757 litres
		Boîte à gants : B0432 A et B	
	44	Boîte à gants : B044	
		(*) Cuves (ensemble CAN 40) : CAN 41 - CAN 42 - CAN 43	Hauteur : 1,5 m Caisson acier: 2,3 m x 2,34 m x 1,64 m CAN 41 : 220 litres CAN 42 : 410 litres CAN 43 : 600 litres Volume bitume : 7370 litres
45	Boîte à gants : B045		
	Cuve : CAN 51	Hauteur : 1,65 m Caisson acier: 1,71 m x 1,8 m x 2 m CAN 51 : 680 litres Volume bitume : 5390 litres	

(*) : Représentation de l'ensemble CAN 40 :



Description de l'installation de reprise du bitume



Recommandations

1 Bitume :

- 1.1 Effectuer un prélèvement pour le contrôle radiologique du bitume de chaque conteneur de 1 m³.
- 1.2 S'assurer que les fûts de déchets contenant le bitume issu de l'opération de découtage sont compatibles avec le référentiel de sûreté du local d'entreposage retenu pour ces fûts.

2 Essais intéressant la sûreté :

- 2.1 Réaliser les essais intéressant la sûreté des équipements utilisés lors des opérations de reprise du bitume au début du traitement de chaque ensemble de cuves.

3 Risque de dissémination de matières radioactives :

- 3.1 Mettre en place une consigne pour interdire le remplissage d'un conteneur dès que 8 conteneurs pleins sont présents dans le sas de refroidissement.
- 3.2 Mettre en place des dispositifs de rétention sous la pompe et sous les flexibles du circuit de reprise du bitume et prendre des dispositions visant à empêcher, en cas de fuites sur la partie en pression de ce circuit, des projections de bitume chaud sur des matériaux inflammables.

4 Risque incendie :

- 4.1 S'assurer de la disponibilité immédiate des moyens d'extinction avant le début des opérations de reprise du bitume de chaque ensemble de cuves (essai préalable, FLS disponible...).
- 4.2 Réaliser un état des lieux des parois des locaux L014 et C04 avant le début des opérations de reprise du bitume des cuves annulaires afin de vérifier l'absence de traversées non rebouchées et utiliser des équipements qualifiés coupe-feu lorsque des modifications affectant les ouvertures ou traversées des parois de ces locaux sont effectuées dans le cadre des opérations de reprise du bitume (mise en place de sas d'accès par exemple).
- 4.3 Transmettre le résultat de l'essai en inactif du soudage de la cloche étanche sur la partie haute du caisson des cuves avant les opérations de soudage sur site.

5 Risque de criticité :

- 5.1 Intégrer dans les RGSE, au chapitre 8, la nouvelle répartition des unités de criticité tenant compte du démontage préalable des boîtes à gants.
- 5.2 Préciser dans la mise à jour du rapport de sûreté et des RGSE (chapitre 8 - § 8.8.1.c « Installations de procédé contrôlées par la géométrie ») :
 - a. qu'en préalable aux opérations d'assainissement et de démantèlement, une vérification de la fermeture et de la consignation de l'ensemble des circuits reliés à une unité de criticité est effectuée afin de prévenir toute introduction intempestive de matières fissiles dans cette unité de criticité,
 - b. que la masse de matières fissiles résiduelle par unité de criticité doit être garantie à minima sur la base de mesures nucléaires.

- 5.3 Préciser dans les notes opérationnelles dédiées à la méthodologie des mesures gamma appliquées aux cuves annulaires avec bitume, qu'au moins deux mesures doivent être réalisées à l'aplomb de chaque cuve et qu'en cas de présence de points chauds sur une cuve, une mesure devra être réalisée à l'aplomb de chaque point chaud. Si les mesures déjà réalisées ne répondent pas à ces critères en raison de l'encombrement de l'espace au-dessus des cuves, elles devront être reprises après le démontage des tuyauteries et boîtes à gants présentes au-dessus des cuves.
 - 5.4 Mettre en place un double contrôle des paramètres d'entrée (épaisseur des dépôts, densité...) utilisés dans la simulation numérique associée à la méthode PASCALYS (méthode d'estimation de la masse de matières fissiles basée sur des mesures de type gamma).
 - 5.5 Dans la prochaine mise à jour du rapport de sûreté, mettre en cohérence avec les RGSE les exigences de sûreté (caractéristiques géométriques et limite de masse de matières fissiles) associées à l'utilisation de pots de récupération de matière.
 - 5.6 Préciser dans la prochaine mise à jour du rapport de sûreté qu'aucune solution contenant de l'uranium de teneur en ^{235}U supérieure à 1 % n'a transité dans les équipements de traitement des effluents du LPC.
- 6 Risque d'explosion :
- 6.1 Intégrer les équipements de surveillance de l'atmosphère des locaux (cellule C04 et local L014) dans le chapitre 11 des RGSE relatif aux contrôles et essais périodiques.
- 7 Retour d'expérience :
- 7.1 Transmettre, avant le traitement du deuxième ensemble de cuves, un bilan des opérations de reprise du bitume du premier ensemble traité, présentant notamment les résultats des contrôles radiologiques et les estimations, aux différentes étapes, des quantités de matières fissiles présentes.
- 8 Dossier de sûreté :
- 8.1 Mettre à jour l'analyse des risques référencée 660 SSN NT 2009-049 indice 1 pour prendre en compte :
 - a. les dispositions relatives au risque d'incendie définies lors de l'instruction,
 - b. le compte rendu des essais en usine du système de reprise du bitume référencé DDPC NTG DEL 14355 indice A,
 - c. les études de sensibilité appliquées à la mesure par spectrométrie gamma référencées DDPC NTJC 07 14443 indice 0 et DDPC NTJC 07 14444 indice 0.