



NOTE

DIPDE_2ED-SRF

INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DÉMANTÈLEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA

Référence : D455617025204 Indice : A Nb de pages : 30

Applicabilité : DECONSTRUCTION FILIERE A NEUTRON RAPIDE

Résumé : Cette note est constitutive du dossier étape 2 du démantèlement de l'INB 91. Elle représente l'analyse de sûreté, de radioprotection et de maîtrise des inconvénients des opérations de l'étape 2 réalisées dans l'atelier MDA

Affaire : LCR 805 et 807

Projet(s) :

Référence technique :

| Rédaction | Contrôle | Approbation | Visa final (*) |
|------------|------------|-------------|---|
| ██████████ | ██████████ | ██████████ |  |

(*) La présence de cette icône atteste que le document a été approuvé par un circuit de signature électronique

Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF/DPI et entités autorisées, que par une personne habilitée.

DIVISION DE L'INGENIERIE DU
PARC DE LA DECONSTRUCTION
ET DE L'ENVIRONNEMENT

140, AVENUE VITON 13401
MARSEILLE CEDEX 20

Téléphone : 04.91.74.88.00
Télécopie : -

www.edf.fr

EDF - SA au capital de 1 370 938 843
euros -552 081 317 R.CS. Paris
Le groupe EDF est certifié ISO 14 001

| | | | |
|---|--|---------------------------|------------|
|  | NOTE INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| | DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A |

Rédacteur(s) : ██████████

Matériel(s) :

Domaine(s) métier(s) :

Bâtiment(s) :

Imputation :

Accessibilité : INTERNE

Système(s) élémentaire(s) :

MdS : 00 - Tous les utilisateurs de l'ECM

Mots clés :

FICHE DE CONTROLE

AIP – Activité Importante pour la Protection des intérêts Oui

Pré-diffusion formalisée (indice en cours) : OUI

Référence de la fiche de pré-diffusion :

Vérification indépendante : NON

Auprès de (Nom / Société) :

Document de base :

Document(s) associé(s) :

Document(s) annulé(s) :

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 3/30 |

SOMMAIRE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EVOLUTION DU DOCUMENT | 5 |
| 2 | REFERENCES | 5 |
| 3 | OBJET | 5 |
| 4 | DESCRIPTION | 5 |
| 4.1 | DESCRIPTION DES OPERATIONS | 5 |
| 4.2 | SYSTEME DE CONFINEMENT DES MATIERES RADIOACTIVES ET DE L'ENVELOPPE SODIUM..... | 6 |
| 4.2.1 | Système de confinement de l'atelier MDA | 6 |
| 4.2.2 | Enveloppe sodium pour l'installation de vidange/lavage | 7 |
| 4.2.3 | Confinement des effluents liquides | 7 |
| 4.3 | ETATS DE REPLI | 7 |
| 5 | DEMONSTRATION DE SURETE | 7 |
| 5.1 | IDENTIFICATION DES RISQUES..... | 8 |
| 5.1.1 | Défaillance du système de confinement | 8 |
| 5.1.1.1 | Défaillance intrinsèque des équipements | 8 |
| 5.1.1.2 | Perte des servitudes | 9 |
| 5.1.2 | Risques liés à la présence de sodium | 10 |
| 5.1.2.1 | Interventions manuelles | 10 |
| 5.1.2.2 | Vidange des tubes LRG | 11 |
| 5.1.2.3 | Destruction du sodium par hydrolyse..... | 13 |
| 5.1.3 | Risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe | 17 |
| 5.1.4 | Risque d'origine mécanique | 18 |
| 5.1.5 | Risque incendie..... | 20 |
| 5.1.6 | Risque d'inondation..... | 21 |
| 5.2 | AGRESSIONS | 21 |
| 5.2.1 | Explosion, émission de substances dangereuses et de projectiles dans le BR..... | 22 |
| 5.2.2 | Chutes de charges et collisions | 22 |
| 5.2.3 | Incendie d'origine interne au BR..... | 22 |
| 5.2.4 | Inondation d'origine interne au BR | 22 |
| 5.2.5 | Séisme | 23 |
| 5.2.6 | Cumuls..... | 23 |
| 5.3 | ETUDE DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DES SSC CONCOURANT AU CONFINEMENT DES MATIERES RADIOACTIVES | 23 |
| 5.3.1 | Etude des conséquences d'un feu de sodium | 24 |
| 5.3.2 | Etude des conséquences d'une explosion hydrogène | 26 |
| 5.3.3 | Etude des conséquences d'un incendie | 26 |
| 6 | MAITRISE DES INCONVÉNIENTS | 28 |

| | | | |
|---|---|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 4/30 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.1 | OPERATIONS DE DECOUPE | 28 |
| 6.2 | OPERATIONS DE TRAITEMENT DES TUBES LRG | 29 |
| 7 | LISTE DES EIP | 29 |
| 8 | RADIOPROTECTION | 30 |
| 8.1 | EXPOSITION INTERNE..... | 30 |
| 8.2 | EXPOSITION EXTERNE | 30 |
| 9 | CONCLUSION | 30 |

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 5/30 |

1 EVOLUTION DU DOCUMENT

| Indice | Modifications |
|--------|----------------------|
| A | Création du document |

2 REFERENCES

- [1] D455617009145 A : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement – Note d'introduction
- [2] D455616025971 A : INB 91 - Dossier étape 2 du démantèlement : Description des installations et des opérations
- [3] D455617023508 A : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement –Note d'analyse de sûreté, de radioprotection et de maîtrise des inconvénients pour les opérations de démantèlement réalisées dans le tunnel C
- [4] D455617028759 A :: INB 91 - Dossier Etape 2 de démantèlement - Note d'analyse de sûreté, de maitrise des inconvénients et de radioprotection pour les opérations de manutention de charges lourdes.
- [5] D455617023816 A INB N°91 – Dossier Etape 2 du démantèlement - Note de synthèse des évaluations prévisionnelles de doses (EDP) et démarche ALARA
- [6] Methods for the calculation of the physical effects - Yellow Book - CPR 14E édition 1997
- [7] Rapport d'étude n°DRA-12-125630-04945B du 17/10/2013 : Ω15 INERIS – Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets
- [8] Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [9] D455617011838 A :: INB 91 - Dossier Etape 2 de démantèlement - Note d'analyse de sûreté, de maitrise des inconvénients et de radioprotection pour les opérations de traitement et de vidange de l'eau de la cuve.

3 OBJET

Cette note fait partie du dossier de sûreté présenté à l'ASN pour l'obtention de l'autorisation de réaliser les opérations de l'étape 2 de démantèlement de l'INB 91 conformément au décret n° 2006-321 paru le 20/03/2006. La note d'introduction du dossier est en référence [1].

Elle représente la note d'analyse de sûreté, de radioprotection et de maitrise des inconvénients des opérations de démantèlement réalisées dans l'atelier MDA. Elle complète pour MDA, la démonstration de sûreté établie dans le cadre de la ré-évaluation de sûreté.

4 DESCRIPTION

4.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS

Les opérations sont décrites succinctement ci-après. Plus de détails sont apportés la note descriptive des opérations et installations en réf. [2].

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 6/30 |

L'atelier MDA est un atelier existant dont la destination initiale est d'assurer le traitement de composants primaires en provenance du bloc pile hors gros composants (pompes primaires, échangeurs intermédiaires...).

Cet atelier permet de réaliser des opérations de conditionnement consistant à préparer les composants afin qu'ils puissent être admis dans la filière déchets adéquate tout en assurant la protection des opérateurs et la non dissémination de la contamination.

Les opérations couvertes par le référentiel de sûreté de l'étape 1 du démantèlement et reprises dans le cadre de la ré-évaluation de sûreté dans cet atelier sont les suivantes :

- Pour le plus grand nombre de structures dont les traces de composés sodés n'auront pas été éliminées, il s'agit de les découper, de les inspecter et éventuellement gratter/nettoyer les traces de composés sodés ;
- Une fois ces opérations préalables effectuées ou pour les structures dépourvues de traces de composés sodés, ces structures sont découpées et conditionnées.

Ces fonctionnalités sont conservées pour les opérations de démantèlement de l'étape 2 dans le cas où les opérations de nettoyage des éventuelles traces de carbonates de sodium, de découpe et de conditionnement final des déchets ne pourraient pas être réalisées in-situ dans les ateliers spécifiquement mis en œuvre pour le démantèlement du bloc pile (Tunnel C, Tunnel D, ateliers de traitement du calorifuge du GBT et du PBT, cuve avec SCOT,...). L'atelier est notamment utilisé pour la découpe et le conditionnement des composants ne pouvant être traités in-situ (cas de la rampe primaire par exemple).

L'atelier MDA fait l'objet d'aménagements pour accueillir l'installation nécessaire au traitement du sodium métallique résiduel susceptible d'être présent dans les tuyauteries LRG issues du démantèlement du BCC (démantèlement réalisé dans l'atelier du Tunnel C, cf.[3]). Cette installation est composée d'une enceinte de traitement permettant de réaliser consécutivement :

- Le chauffage permettant la vidange gravitaire du sodium contenu dans les tubes LRG ;
- La destruction du sodium résiduel contenu dans les tubes après vidange par hydrolyse.

L'atelier MDA est implanté dans le local R805 au niveau +35,5 m. Les transferts entre les différents ateliers présents dans le bâtiment réacteur d'où proviennent les structures à traiter dans l'atelier MDA et l'atelier MDA lui-même sont assurés par les moyens de manutention existants (pont polaire et semi portique).

4.2 SYSTEME DE CONFINEMENT DES MATIERES RADIOACTIVES ET DE L'ENVELOPPE SODIUM

4.2.1 Système de confinement de l'atelier MDA

Lors des opérations de démantèlement réalisée dans l'atelier MDA, le confinement des matières radioactives consiste en :

- Un confinement statique constitué par les parois de l'atelier. Ce confinement statique est réalisé par des parois rigides types Makrolon sur ossature. Ses dimensions sont adaptées à la nature des opérations envisagées. Les traversées (trappes, portes d'accès depuis le sas personnel,...) sont munies de joints permettant de limiter les fuites ;

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 7/30 |

- Un confinement dynamique réalisé par une ventilation nucléaire de classe C2 et de famille IIA suivant la norme ISO 17873. Cette ventilation assure le maintien en dépression de la zone de travail de l'atelier MDA et une filtration THE des effluents extraits. Cette configuration est adaptée aux opérations de découpe menées dans l'atelier.

Vis-à-vis des déchets, et, avant la fermeture des colis, le confinement des radionucléides qu'ils contiennent est assuré par les parois des zones de gestion des déchets de l'atelier. Une fois conditionné, les conteneurs assurent le confinement statique des déchets.

4.2.2 Enveloppe sodium pour l'installation de vidange/lavage

Pour les déchets comportant des amas de sodium métallique nécessitant un traitement spécifique, une enveloppe sodium sera constituée. Celle-ci repose sur :

- Les fûts inox inertés où sont conditionnés les tubes LRG en provenance de l'atelier du Tunnel C ;
- Le fût de collecte du sodium liquide provenant de la cuve de vidange et de lavage dans laquelle l'opération de fusion du sodium est réalisée ;
- La cuve de vidange et de lavage, de la fermeture supérieure (couvercle) en assurant l'étanchéité et du circuit de rejets gazeux jusqu'au piquage dans EBA qui assure la collecte de ces effluents, leur filtration et leur comptabilisation avant rejet dans l'atmosphère ;

4.2.3 Confinement des effluents liquides

En cas de fuite sodium de l'installation de vidange, le sodium fuyard est récupéré dans une gatte de rétention.

Les effluents de lavage sont récupérés dans un réservoir de collecte.

4.3 ETATS DE REPLI

Lors d'opération de découpe dans l'atelier MDA, l'état de repli consiste en l'arrêt des opérations en cas de détection d'une anomalie.

Lors des opérations de vidange sodium, l'état de repli est l'arrêt manuel du préchauffage de la cuve.

Lors des opérations de lavage des composants sodés, l'état de repli consiste en l'arrêt de l'injection d'eau et le maintien du balayage azote. Cet arrêt est rejoint automatiquement sur teneur haute en hydrogène, surpression dans la cuve ou coup de poing d'arrêt d'urgence opérateur.

5 DEMONSTRATION DE SURETE

Les opérations de démantèlement réalisées dans MDA conduisent, compte-tenu des procédés mis en œuvre en fonctionnement normal, à la remise en suspension des particules contaminées.

La dissémination de matières radioactives est prise en compte par la mise en œuvre du système de confinement présenté au § 4.2 précédent. Celui-ci est adapté aux niveaux de contamination atmosphérique attendus en fonctionnement normal, tenant compte des dispositions visant à limiter la remise en suspension et/ou la dissémination non maîtrisée de particules radioactives :

- Aspiration locale des effluents gazeux de découpe ;

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DÉMANTÈLEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 8/30 |

- Adéquation de la technologie de découpe retenue et maîtrise des paramètres de fonctionnement associés : avance, épaisseur,...
- Maîtrise de la localisation des traits de découpe.

Le contrôle de la contamination des locaux (mesure de la contamination atmosphérique) avec alarme sur valeur haute, permet le cas échéant (mise en suspension de particules radioactives au-delà du niveau attendu en fonctionnement normal) de stopper les activités à l'origine de la mobilisation du terme source radiologique.

Ce contrôle ainsi que le contrôle de la contamination surfacique labile des colis de déchets une fois ceux-ci constitués permettent l'autorisation d'ouverture du toit de l'atelier vers le hall BR pour évacuation des colis.

Le système de confinement présenté au § 4.2 est adapté aux situations de fonctionnement dégradé conduisant à une élévation des niveaux de contamination atmosphérique sans impact sur le système de confinement lui-même : défaillance des dispositions présentées précédemment et mobilisation d'un inventaire radiologique et/ou sodium plus important que prévu.

5.1 IDENTIFICATION DES RISQUES

Les critères et objectifs de sûreté sont définis dans la note d'introduction en réf [1]. Dans le cadre des opérations de démantèlement réalisées dans MDA, la fonction de sûreté à garantir est le confinement des substances radioactives et chimiques (voie gaz et liquide). Il est également nécessaire de démontrer la maîtrise du risque sodium notamment lors des opérations de vidange et rinçage des tubes LRG réalisées dans l'atelier.

Au niveau de l'atelier MDA, le risque de dissémination des substances radiologiques et chimiques peut avoir pour origine :

- La défaillance du système assurant le confinement ;
- L'agression d'un SSC (système structure et composant) concourant au maintien du confinement, au regard des risques inhérents aux opérations :
 - Les risques liés à la présence potentielle de sodium ;
 - Le risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe ;
 - Les risques d'origine mécanique ;
 - Le risque d'incendie lié à la nature des travaux effectués dans les zones de chantier ;
 - Le risque d'inondation.

5.1.1 Défaillance du système de confinement de l'atelier MDA

Dans ce chapitre, on s'intéresse au confinement assuré par les parois de l'atelier MDA ventilé par le réseau EBA. Le cas spécifique du confinement (enveloppe sodium) assuré par la cuve de vidange et de lavage et par le réservoir de collecte du sodium vidangé des tubes LRG est traité dans le § 5.1.2 au regard de leur contribution à la maîtrise des risques associés à la présence de sodium.

5.1.1.1 Défaillance intrinsèque des équipements

La défaillance intrinsèque des équipements assurant le confinement dynamique peut avoir comme origine une défaillance d'un organe du système de ventilation ou la fermeture intempestive d'un dispositif d'isolement.

| | | | |
|---|--|------------|-----------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 9/30 |

Afin de se prémunir d'une défaillance intrinsèque, les dispositions suivantes sont mises en œuvre.

Prévention

La prévention du risque de défaillance du confinement dynamique repose sur la robustesse du fonctionnement des ventilateurs.

Surveillance

En cas de perte du ventilateur une alarme sonore et lumineuse en local est déclenchée.

Limitation des conséquences

En cas de perte ou de défaillance de la ventilation, les opérations en cours sont arrêtées. Les dispositions de mise en repli du chantier sont appliquées :

- Arrêt des opérations de découpe et finalisation des opérations de manutention en cours jusqu'à dépose des charges ;
- Fermeture des clapets coupe feu et maintien des portes et des trappes en position fermée ;
- Evacuation des locaux.

La présence du confinement statique contribue à la limitation des conséquences de la défaillance du confinement dynamique.

Il n'est pas considéré de défaillance intrinsèque des équipements passifs contribuant au confinement statique (paroi makrolon). Toutefois les dispositions suivantes de défenses en profondeur sont prises au titre de la garantie de l'intégrité du confinement face à l'obsolescence et le vieillissement.

Prévention

La prévention du risque de défaillance intrinsèque des équipements contribuant au confinement statique (parois des locaux, portes,...) repose sur leur robustesse tenant compte des conditions d'ambiance rencontrée et de la durée d'exploitation de l'atelier : conception, dimensionnement, qualité de réalisation et qualification avant mise en service.

Surveillance

La surveillance du confinement statique repose sur l'inspection visuelle régulière de l'état physique des parois et traversées des systèmes de confinement, permettant de détecter et/ou d'anticiper toute dégradation ;

5.1.1.2 Perte des servitudes

Perte d'alimentation électrique

Une perte d'alimentation électrique va conduire à l'arrêt des opérations en cours ainsi qu'à l'arrêt de la ventilation nucléaire des ateliers.

L'arrêt des opérations de découpe suite à une perte des alimentations électriques entraîne de fait l'arrêt de la production des rejets gazeux à l'origine de la contamination atmosphérique dans le sas de confinement. Le confinement des matières radioactives est alors assuré par les parois du sas assurant le confinement statique.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DÉMANTÈLEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 10/30 |

En cas de perte des alimentations électriques alors qu'une opération de manutention est en cours, la conception des systèmes de manutention utilisés permet en l'absence d'alimentation électrique de garantir le maintien de la charge. Le risque de chute et donc écarté.

Dans tous les cas, des actions de mise en repli sécurité sont réalisées (mise à l'arrêt localement des outillages, isolement des circuits,...) et les opérateurs évacuent les chantiers. Cette évacuation est rendue possible par la permanence de l'éclairage de secours (alimentation assurée par batterie).

Ventilation EBA

En cas d'indisponibilité du réseau EBA, le ventilateur d'extraction de l'atelier MDA est arrêté (il n'y a pas de ventilateur de soufflage au niveau de l'atelier MDA). Cette situation est donc couverte par la situation de perte d'alimentation électrique présentée ci-avant.

5.1.2 Risques liés à la présence de sodium

Le risque chimique est étudié vis-à-vis de la présence de sodium dans les composants à découper et notamment au niveau des tuyaux LRG issus du démantèlement du BCC dans l'atelier du Tunnel C.

La présence de sodium sous sa forme solide engendre les phénomènes dangereux suivants :

- Combustion du sodium (ou feu sodium) résultant de l'élévation de la température du matériau. Le risque associé est la mise en suspension d'aérosols de sodium et soude radioactive ;
- Réaction sodium solide/eau (hydrolyse). La réaction conduit à une production rapide et importante d'hydrogène et de soude sous forme d'aérosols et/ou sous forme aqueuse en fonction de la proportion des réactifs. En milieu confiné (cuve de vidange et de lavage), la réaction peut créer des effets de surpression. Dans un second temps, l'hydrogène produit est susceptible de réagir avec l'oxygène présent dans l'air et de provoquer une atmosphère explosive (ATEX) si la LIE est atteinte.

Ces phénomènes sont ainsi susceptibles de détériorer, de manière simultanée, les dispositions de confinement statiques ou dynamiques (cf. § 4.2.1) prévues pour le fonctionnement normal des installations.

5.1.2.1 Interventions manuelles

Les interventions manuelles sont réalisées :

- Pour la découpe des structures susceptibles de comporter des traces de sodium ;
- Pour la phase de traitement spécifique des tubes LRG :
 - Préalablement à l'opération de vidange des tubes : les tuyauteries transférées depuis l'atelier du Tunnel C vers l'atelier MDA en fûts inertés sont chargées dans les paniers avant transfert dans la cuve de vidange et de lavage. Cette phase de remplissage des paniers peut nécessiter le cas échéant des opérations de décintrage et de redécoupe des tubes ;
 - A l'issue de la phase de vidange : les tuyauteries LRG sont toutes tringlées une à une afin de vérifier l'absence de bouchon de sodium après vidange avant entreposage en fûts inertés en attente de traitement ultérieur ;
 - Préalablement à l'opération de d'hydrolyse du sodium : les tuyauteries sont chargées dans le panier avant transfert dans la cuve de vidange et de lavage.

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 11/30 |

5.1.2.1.1 *Risque de feu de sodium*

Lors des opérations manuelles, l'événement redouté est l'inflammation liée à l'énergie dégagée par les réactions chimiques potentielles induites par la mise à l'air temporaire du sodium (pour les tubes LRG, en dehors de ces opérations, les tuyauteries sont maintenues confinées dans les fûts inertés). Les réactions liées à la mise à l'air ne peuvent enflammer le sodium que si celui-ci se trouve sous forme d'aérosol. Le sodium solide en masse ne peut pas s'auto enflammer. Les objets manipulés dans MDA ont subi un traitement préalable (carbonatation, ou oxydation sous air sec), ce qui limite le risque. Par ailleurs, les réactions sont limitées également par l'hygrométrie faible de l'air dans l'atelier MDA (en effet l'hygrométrie du hall BR est contrôlée et peu élevée. Si le système de contrôle de l'hygrométrie du BR est arrêté, des dispositions compensatoires seront prises pour garantir une hygrométrie faible dans l'atelier pour ces opérations).

Lors des découpes, un échauffement du sodium peut créer une inflammation. Les inspections préalables permettent d'éviter les découpes d'amas de sodium. Les opérations de découpe ne concernent qu'une très faible quantité de sodium, elles sont par ailleurs peu calorifiques (les découpes sont effectuées à vitesse lente au moyens de procédés mécaniques à froid).

La quantité de sodium mise en jeu pendant ces opérations est faible. Les tuyauteries LRG sont notamment manipulées unes à unes.

Lors de ces phases, la présence d'eau liquide est strictement interdite (on peut admettre ponctuellement l'utilisation d'un chiffon humide pour enlever les éventuels films de sodium).

En cas de départ de feu, les parades classiques sont mises en œuvre pour limiter les conséquences (marcalina, et/ou inertage du composant, arrêt des activités, rétablissement d'un confinement sodium).

5.1.2.1.2 *Réaction sodium / eau incontrôlée*

Le risque de réaction sodium / eau liquide est exclu du fait de l'absence d'eau liquide dans la zone lors de la réalisation des opérations manuelles réalisées dans MDA.

De plus, compte tenu des opérations réalisées, il n'existe pas de risque d'écoulement de soude aqueuse sur du sodium (cf. § 5.1.2.1.1 précédent).

5.1.2.1.3 *Risque hydrogène*

La mise en communication de sodium avec l'humidité de l'air (air du BR) produit de l'hydrogène.

Le débit de production d'hydrogène produit est négligeable au regard du débit d'extraction de l'atelier MDA.

Les composants à découper sont placés si possible sous chaussette vinyle ou dans un entreposage confiné afin de limiter le phénomène de production d'hydrogène. Au vu du volume important de l'atelier MDA, le risque de créer une ATEX est écarté.

5.1.2.2 *Vidange des tubes LRG*

5.1.2.2.1 *Risque de feu de sodium*

Le risque de réaction du sodium liquide avec l'air de l'atelier MDA (conduisant à un feu de sodium) peut être la conséquence d'une perte d'étanchéité de la cuve de vidange et de lavage. Ce risque engendre également un risque de dissémination de matières radioactives.

Deux types de fuite sont considérés :

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 12/30 |

- Une fuite en partie gaz avec un risque d'entrée d'air : lors de l'opération de fonte, l'enceinte de la cuve de vidange et de lavage est inertée et est en surpression par rapport à l'atmosphère du local excluant ainsi toute entrée d'air dans la cuve ;
- Une fuite en partie basse avec un risque de fuite de sodium : le défaut d'étanchéité, suivant sa localisation, peut conduire à une fuite de sodium liquide dans l'atelier MDA.

Vis-à-vis de ces risques, les dispositions de défense en profondeur sont les suivantes :

Prévention

La prévention du risque de feu sodium repose sur :

- Vérification préalable de l'étanchéité de l'ensemble constitué de la cuve de vidange et de lavage et du réservoir de collecte du sodium liquide (la vidange s'effectuant gravitairement entre les deux contenants) ;
- Le maintien du volume de la cuve de vidange et du réservoir de collecte du sodium en surpression de gaz neutre ;
- Le tirage au vide et le balayage à l'azote préalablement au lancement de la phase de chauffe de la cuve et du réservoir de collecte qui permettent :
 - d'écartier la présence d'oxygène dans les volumes avant l'atteinte de la température de fusion du sodium ;
 - d'assécher les éventuelles traces de soude aqueuse afin d'éviter la fissuration caustique des aciers de l'enveloppe sodium.

Surveillance

La surveillance du risque de feu sodium est assurée par :

- Les opérateurs présents dans l'atelier MDA en charge de la conduite des opérations ;
- La mesure de la pression d'azote dans l'enveloppe sodium ;
- La mesure du débit d'azote lors de la phase d'inertage préalable à l'enclenchement de la chauffe ;
- La détection incendie présente dans l'atelier MDA.

Limitation des conséquences

La limitation des conséquences d'un feu de sodium dans MDA repose sur :

- La présence des moyens de lutte adaptés : extincteurs ou sas de poudre Marcalina ;
- La présence sous la cuve de vidange et de lavage et le réservoir de collecte d'une gatte de rétention afin de recueillir le sodium fuyard ;
- La filtration THE des aérosols avant rejet dans l'environnement du fait du confinement dynamique de l'atelier MDA dont l'air extrait est collecté vers le réseau de ventilation EBA ;
- La limitation de la quantité de sodium : la quantité maximale de sodium associée à la totalité des tuyauteries LRG réceptionnées dans MDA pour traitement est estimée à environ 20 kg.

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 13/30 |

5.1.2.2 Réaction sodium / eau incontrôlée

Le risque de réaction sodium / eau liquide est exclu du fait de l'absence d'eau liquide dans la zone lors de la réalisation des opérations de vidange du sodium.

5.1.2.3 Risque hydrogène

La fonte du sodium dans la cuve de vidange et de lavage est réalisée sous gaz neutre, ce qui exclut tout risque hydrogène.

Le risque d'explosion hydrogène pouvant remettre en cause les SSC assurant le confinement des substances radioactives et chimiques est écarté lors de la phase de vidange des tubes LRG.

5.1.2.3 Destruction du sodium par hydrolyse

5.1.2.3.1 Réaction sodium / eau incontrôlée

Une réaction sodium / eau incontrôlée lors des opérations de lavage peut résulter de la mise en contact incontrôlée d'une quantité importante d'eau avec le sodium contenu dans la cuve de vidange et de lavage.

Les conséquences d'une telle réaction sont une mise en pression de la cuve de lavage et la production instantanée d'une quantité significative d'hydrogène entraînant un risque d'explosion.

Vis-à-vis de ce risque, les dispositions de défense en profondeur sont les suivantes :

Prévention

La prévention du risque de réaction sodium / eau incontrôlée repose sur :

- Le tringlage et l'inspection de l'ensemble des tuyauteries LRG à l'issue de phase de vidange. Cette opération réalisée au furet adapté au diamètre des tuyauteries, permet en plus de supprimer les films et les amas de sodium résiduel, de s'assurer de l'absence de bouchage qui pourrait conduire à l'accumulation d'eau conduisant à un déversement d'eau sur un amas de sodium ;
- La maîtrise de l'inventaire d'eau injecté en cuve :
 - L'eau est approvisionnée dans MDA au moyen de réservoirs dont la capacité totale correspond au strict nécessaire pour la réalisation de l'opération de lavage,
 - Le débit d'eau aspergée dans la cuve de lavage est limité par la capacité intrinsèque des buses d'injection et de la pompe doseuse,
 - La maîtrise du lignage des circuits d'eau

Surveillance

La surveillance du risque de réaction sodium / eau incontrôlée est assurée par :

- La mesure de la pression dans la cuve de lavage ;
- La mesure de la teneur en hydrogène à l'évent de la cuve ;
- L'indicateur d'ouverture de la membrane d'éclatement.

Limitation des conséquences

La limitation des conséquences d'une réaction sodium / eau incontrôlée repose sur :

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 14/30 |

- La présence d'une membrane d'éclatement tarée à une pression inférieure à 500 mbar qui assure l'intégrité de la cuve de lavage en cas de réaction sodium / eau incontrôlée ;
- La mise en repli à l'état sûr en cas de détection d'une anomalie (pression haute dans la cuve, teneur en hydrogène élevée, action opérateur par coup de poing d'arrêt d'urgence) :
 - Arrêt de l'injection d'eau,
 - Maintien du balayage en gaz neutre ;
- La limitation de la quantité de sodium : la quantité maximale de sodium mobilisable lors de la phase de lavage est estimée à 390 g (cette masse correspond à la masse de sodium résiduelle présente en fond de réservoir à l'issue de la phase de vidange des tubes LRG, masse de sodium traitée par lavage préalablement au lavage des tubes. Elle est enveloppe par rapport à la masse de sodium présente potentiellement en film dans les tubes LRG). Cette limitation est assurée par le tringlage et l'inspection de l'ensemble des tuyauteries LRG à l'issue de phase de vidange ainsi que par le grattage des amas éventuels en fond de cuve. La limitation de la masse limite la pression atteignable en cuve suite à la réaction sodium/eau et la quantité d'hydrogène produite.

5.1.2.3.2 Risque hydrogène

Le risque est un risque d'explosion si une ATEX est créée en dehors de la cuve de traitement et donc un risque d'agression du confinement.

Les événements initiateurs pouvant conduire à une concentration d'hydrogène importante dans l'air sont :

- Une surproduction d'hydrogène dans la cuve de lavage liée à une défaillance de l'injection d'eau. La teneur en hydrogène dans le puits peut être alors supérieure ou égale à la Limite Inférieure d'Inflammabilité (L.I.I.) ;
- Un manque de dilution de l'hydrogène produit dans la phase de lavage lié à une défaillance ou à une perte de l'injection de gaz du procédé (azote), ou lié à une perte de la dilution dans EBA ;
- Un défaut d'étanchéité de la cuve de lavage ou de la ligne de rejet entraînant une fuite de gaz issu du traitement ou une entrée d'air.

Surproduction d'hydrogène

Vis-à-vis de cet événement, les mesures mises en œuvre au titre de la défense en profondeur sont les suivantes :

- Prévention :
 - Limitation de la quantité de sodium : la quantité maximale de sodium mobilisable lors de la phase de lavage est estimée à 390 g. Cette limitation est assurée par le tringlage et l'inspection de l'ensemble des tuyauteries LRG à l'issue de phase de vidange ainsi que par le grattage des amas éventuels en fond de cuve.
 - Limitation du débit maximal d'eau injectée (capacité des buses d'injection et de la pompe doseuse) pour la phase de traitement des tubes LRG ;
 - Maîtrise du lignage des circuits d'eau en fonction des phases du traitement
 - Positionnement des réservoirs d'eau en point bas pour prévenir tout risque d'immersion intempestive de la cuve de lavage ;

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 15/30 |

- Surveillance :
 - Mesure des teneurs en hydrogène et en oxygène dans la cuve de lavage ;
 - Mesure de la pression dans la cuve de lavage ;
 - Mesure de l'altitude du plan d'eau dans la cuve de lavage (par mesure du débit d'eau injectée).
- Limitation des conséquences :
 - Mise en repli à l'état sûr en cas de détection d'une anomalie (pression haute dans la cuve, teneur en hydrogène élevée, action opérateur par coup de poing d'arrêt d'urgence) :
 - Arrêt de l'injection d'eau,
 - Maintien du balayage en gaz neutre ;
 - Dimensionnement des exutoires pour prendre en compte une concentration en cuve de lavage de 100 % en hydrogène ; classement ATEX de la ligne de rejet jusqu'au point de dilution dans EBA et débit d'air dans la gaine EBA permettant de limiter la teneur en hydrogène après dilution à une valeur inférieure à la L.I.I (4%) ;

Manque de dilution

Vis-à-vis de cet événement, les mesures mises en œuvre au titre de la défense en profondeur sont les suivantes :

- Prévention :
 - Maintien du balayage en gaz de dilution (azote) pendant toute l'opération de lavage ;
 - Condamnation en position ouverte des vannes situées sur la ligne de rejets gazeux ;
 - Fiabilité des ventilateurs d'extraction du système EBA ;
 - Condamnation en position ouverte des registres en aval du point de rejet ;
- Surveillance :
 - Mesure des débits de gaz de dilution injecté (azote) et alarme en cas de perte du balayage ;
 - Mesure des teneurs en hydrogène au rejet ;
 - Mesure du débit dans la gaine EBA en amont du point de rejet ;
 - Alarme sur détection "perte de débit EBA" ;
- Limitation des conséquences :
 - Mise en repli à l'état sûr en cas de détection d'une anomalie (perte des débits N2 et EBA, teneur en hydrogène élevée, perte de la surpression en cuve, action opérateur par coup de poing d'arrêt d'urgence) :
 - Arrêt de l'injection d'eau,
 - Maintien du balayage en gaz neutre.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 16/30 |

- La limitation de la quantité de sodium : la quantité maximale de sodium mobilisable lors de la phase de lavage est estimée à 390 g.

Défaut d'étanchéité de la cuve ou de la ligne de rejet

Vis-à-vis de cet événement, les mesures mises en œuvre au titre de la défense en profondeur sont les suivantes :

- Prévention :
 - Qualité de réalisation de la cuve et de la ligne de rejet ;
 - Test d'étanchéité de la cuve et de la ligne de rejet jusqu'à la dernière vanne d'isolement avant chaque opération de lavage ;
 - Vérification du lignage de l'installation avant chaque opération de lavage ;
 - Inertage de la cuve avant chaque opération de lavage ;
 - Interdiction de toute autre opération dans l'atelier MDA : opérations de découpe, manutention (survol du puits par des charges en cours de lavage), etc ;
 - Maintien d'une légère surpression de la cuve pendant les opérations de lavage ;
- Surveillance :
 - Mesure de la teneur en oxygène dans la cuve de lavage ;
 - Mesure de la pression dans la cuve de lavage.
- Limitation des conséquences :
 - Mise en repli à l'état sûr en cas de détection d'une anomalie (pression haute dans la cuve, teneur en hydrogène élevée, action opérateur par coup de poing d'arrêt d'urgence) :
 - Arrêt de l'injection d'eau,
 - Maintien du balayage en gaz neutre ;
 - Ventilation de l'atelier MDA.

5.1.2.3.3 Risque de corrosion

Le risque est lié à la formation de soude aqueuse dans la cuve de lavage lors du traitement du sodium par hydrolyse. Une corrosion peut conduire à une perte de confinement de la cuve de lavage et du réservoir de collecte des effluents de lavage.

Dans la gamme de température comprise entre 60°C et 80°C, la vitesse de corrosion généralisée peut atteindre une valeur voisine du mm/an pour une concentration en soude supérieure à 65%.

Le lavage étant effectué à température ambiante, le risque de corrosion est négligeable (tenant compte par ailleurs de la durée limitée des opérations et de la faible concentration en soude finale attendue des effluents de lavage).

Le risque de corrosion pouvant remettre en cause les SSC assurant le confinement des substances radioactives et chimiques est écarté.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 17/30 |

5.1.2.3.4 *Risque de surpression*

Le risque de surpression peut être initié lors des phases de vidange ou de lavage du sodium par :

- Une réaction sodium / eau incontrôlée ;
- La fermeture intempestive d'une vanne d'isolement sur la ligne de rejet des effluents gazeux avec maintien du débit d'injection d'azote.

Le risque de surpression consécutif à une réaction sodium / eau incontrôlée est traité dans le § 5.1.2.3.1 précédent.

Par rapport au risque de fermeture intempestive d'une vanne, les mesures mises en œuvre au titre de la défense en profondeur sont :

- Prévention :
 - Fiabilité des organes en amont et en aval de la cuve de lavage ;
 - Condamnation en position ouverte des registres en aval du point de rejet ;
- Surveillance :
 - Mesure de la pression dans la cuve de lavage ;
 - Mesure du débit d'azote injecté dans la cuve ;
- Limitation des conséquences :
 - Présence d'une membrane d'éclatement tarée à une pression inférieure à 500 mbar qui assure l'intégrité de la cuve de vidange et de lavage ;
 - Mise en repli à l'état sûr en cas de détection d'une anomalie (pression haute dans la cuve, perte du débit d'injection azote, action opérateur par coup de poing d'arrêt d'urgence) :
 - Arrêt des opérations (chauffe de la cuve ou d'injection d'eau),
 - Maintien du balayage en gaz neutre.

5.1.3 *Risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe*

L'aléa sur la découpe couvre les deux situations suivantes :

- La mauvaise découpe d'une zone non prévue (zone de rétention sodium) qui pourrait conduire à produire plus de radionucléides en suspension que prévu (dimensionnement du confinement).
- La découpe d'un élément contribuant au confinement (statique et/ou dynamique) de l'atelier MDA. Cela constituerait une agression des dispositions de confinement.

Les mesures mises en œuvre au titre de la défense en profondeur sont :

- Prévention :

La prévention du risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe mis en œuvre au niveau de l'atelier MDA repose sur la validation fonctionnelle de ces moyens. Elle permet de valider :

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 18/30 |

- L'adéquation des paramètres de fonctionnement (puissance, vitesse de rotation, débit,...) et la performance des outils de découpe. En outre, l'utilisation de moyens de découpe thermique est proscrite ;
- La formation des opérateurs à l'utilisation des outils de découpe mis en œuvre, la définition et la mise en œuvre de procédures permettant la maîtrise de la trajectoire et du positionnement des outils ;
- Surveillance :
 - Surveillance radiologique de l'atelier par balise ;
 - La présence des opérateurs dans le sas de travail ;
- Limitation des conséquences :
 - Mise en repli du chantier appliquée par les opérateurs :
 - Arrêt des opérations de découpe;
 - Mise en position de sécurité des outils de découpe ;
 - Fermeture des trappes utilisées pour le transfert des colis de déchets après dépose des charges ;
 - L'éloignement des zones de découpe vis-à-vis des parois des sas ;
 - L'interdiction de procéder à des opérations de découpe en présence de composant devant faire l'objet des opérations de vidange et d'hydrolyse du sodium dans l'atelier MDA (tubes LRG).

5.1.4 Risque d'origine mécanique

Les risques d'origine mécanique peuvent conduire à la détérioration des systèmes de confinement (statique ou dynamique) mis en œuvre au niveau de MDA ou à la mise en suspension de matière radioactive dans des zones non prévues à cet effet en fonctionnement normal.

Les principaux dysfonctionnements d'ordre mécanique pouvant affecter les opérations sont :

- Le blocage d'un des mouvements des équipements ou des outillages ;
- La rupture d'une pièce sous pression ou d'un câble d'alimentation, conduisant potentiellement à une explosion et/ou à l'émission d'un projectile ;
- La chute de charges manutentionnées et/ou déplacées dans l'atelier.

L'essentiel des dispositions de maîtrise du risque d'origine mécanique repose sur leur prévention, avec en particulier des dispositions de sûreté intégrées dès la conception des outils.

Ainsi, la prévention du risque de blocage des outils repose sur la conception des équipements, validée par les essais technologiques et les essais usines. Elle repose également sur la mise au point des procédures établies sur la base du retour d'expérience de ces essais.

En cas de coincement des outils de découpe mécanique (coincement éventuellement consécutif à la rupture d'un élément), la conception de ces derniers permet l'abandon des pièces de découpe avant tentative éventuelle

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 19/30 |

d'extraction. L'éventuel coincement d'un élément devant être extrait est détecté par les moyens de préhension : en cas de dépassement des capacités du moyen, le levage de la charge est bloqué.

Le risque d'émission de projectile fait l'objet des dispositions suivantes :

- Conformité des moyens de découpe à la réglementation ;
- Les moyens de découpe mécaniques sont utilisés par du personnel qualifié et font l'objet d'un programme de maintenance périodique (en fonction de leur durée prévisionnelle d'utilisation).

Les opérations de découpe sont interdites en présence de composant devant faire l'objet des opérations de vidange et d'hydrolyse du sodium dans l'atelier MDA (tubes LRG).

Les tuyauteries et les bouteilles de gaz sous pression (azote pour le traitement du sodium des tubes LRG) peuvent conduire à l'agression d'un élément participant au confinement des ateliers en cas de rupture. Ce risque est pris en compte par la qualité des matériels mis en œuvre, par leur éloignement vis-à-vis des dispositions de confinement. Le cas échéant, les dispositions particulières de protection (dispositif anti-fouettement,...) sont mises en œuvre. Les bouteilles sous pression sont ainsi entreposées en dehors des ateliers et des zones présentant un risque de départ de feu.

Cas particulier de la chute de charge

Prévention

La prévention du risque de chute de charge repose sur les éléments suivants :

- Les moyens de manutention sont conçus et exploités conformément à la réglementation et aux normes en vigueur dans le domaine ;
- De conception, des coefficients de sécurité ont été pris pour le dimensionnement des outils au regard des charges maximales à manutentionner ou transporter ;
- Les manutentions dans l'atelier MDA sont effectuées à une hauteur limitée au strict nécessaire ;
- Les opérations de manutention sont effectuées par du personnel habilité et qualifié à ce type d'opération ;
- L'architecture et la classe de confinement de l'atelier MDA sont suffisamment dimensionnés au regard des niveaux de contamination atmosphériques potentiellement atteints en cas de chute d'un composant radioactif ou d'un panier de déchets.
- Le survol de l'atelier MDA par une charge est interdit sauf pour sa desserte.

Surveillance

La surveillance repose sur les éléments suivants :

- La détection d'une chute de charge est assurée par les opérateurs en charge de la conduite des opérations. Pour ce qui concerne les manutentions, ceux-ci assurent également la surveillance de l'effort de levage par rapport aux capacités du moyen de levage et de préhension utilisé, ainsi que la détection de tout blocage ou accrochage ;
- En cas de dépassement de la valeur cible de l'effort de levage ou de détection d'une oscillation excessive, les opérations de manutention sont stoppées et la charge déposée dans un endroit sûr.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 20/30 |

Limitation des conséquences

La limitation des conséquences repose sur l'interdiction de survol des installations de traitement des tuyauteries LRG (cuve de vidange, réservoirs de collecte des effluents, réservoir de collecte du sodium, réservoirs d'eau, lignes et cadre gaz associés, fûts d'entreposage des tuyauteries,...).

5.1.5 Risque incendie

Les risques d'incendie peuvent avoir plusieurs initiateurs dont certains sont directement liés aux risques précédemment définis. Ils sont en particuliers associés à la nature des travaux effectués dans l'atelier MDA et à la présence de matériel électrique.

L'incendie peut entraîner la dégradation d'une barrière de confinement et donc un risque de dispersion de matières radioactives ou chimiques

Prévention

La prévention du risque repose en premier lieu sur la limitation du potentiel calorifique mobilisable dans l'atelier MDA :

- Les déchets technologiques générés sont évacués directement au fur et à mesure de leur production ou entreposés temporairement dans une zone dédiée éloignée de toute source d'ignition puis évacués lorsqu'un colis est plein ;
- Les charges calorifiques font l'objet d'un suivi régulier.

Si des quantités importantes de consommables sont nécessaires, ils seront conditionnés dans des conteneurs à l'extérieur de l'atelier MDA puis introduit au fur et à mesure des besoins.

Les câbles, installés pour les besoins du chantier, pour alimenter certains matériels (moyens de levage, équipements de découpe, installation de vidange et d'hydrolyse du sodium contenu dans les tubes LRG) sont non propagateurs d'incendie (Type C1).

La maîtrise des sources potentielles d'ignition contribue à la prévention du risque. Celle-ci repose sur les dispositions suivantes :

- L'interdiction de procéder à des opérations de découpe pendant que des opérations de traitement de sodium sont en cours dans MDA (vidange, lavage et opérations préparatoires associées) ;
- Les équipements électriques sont conformes à la réglementation et ont fait l'objet d'un contrôle régulier;
- La mise hors tension de tous les équipements de chantier en dehors des horaires de travail (hors matériel participant directement à la surveillance) ;
- L'utilisation de moyens de découpe à froid exclusivement ;
- Le contrôle périodique des systèmes de découpe (afin de vérifier leur bon état).

Surveillance

Pendant les heures de travail, la présence permanente des intervenants permet d'assurer la détection précoce d'un début d'incendie.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 21/30 |

Cette surveillance est complétée par la mise en œuvre d'une détection incendie (DAI) associée à une alarme locale dans l'atelier MDA.

Limitation des conséquences

La limitation des conséquences d'un incendie dans l'atelier MDA repose sur la présence des moyens de lutte adaptés.

Les moyens de lutte incendie adaptés aux types de feu potentiellement rencontrés sont mis en place à l'intérieur et à l'extérieur de l'atelier MDA.

Les moyens d'extinction mis en œuvre sont les suivants :

- Pour les opérations de découpe au contact sur les composants présentant potentiellement des amas de sodium, à proximité immédiate dans l'atelier de découpe : fûts de poudre Marcalina ou un extincteur Marcalina ;
- Pour toutes les opérations pour lesquelles un moyen d'extinction incendie est nécessaire : extincteur poudre B/CD ;
- Pour le risques de feu électriques, des extincteurs à CO₂ (à l'extérieur de l'atelier).

L'extinction à l'eau est proscrite compte tenu de la présence potentielle de sodium sous forme d'amas sur les composants à démanteler.

5.1.6 Risque d'inondation

Le risque d'inondation à l'intérieur de l'atelier MDA est lié à la présence d'eau lors des opérations d'hydrolyse du sodium (lavage des tubes LRG et de la cuve).

Le risque de fuite des matériels contenant l'eau (réservoirs d'approvisionnement, cuve de lavage, réservoir de collecte des effluents de lavage et tuyauteries associées) est pris en compte par l'étanchéité de ces matériels.

En cas de fuite, la présence d'une gatte de rétention permet de limiter les conséquences de la fuite. La fuite détectée par les opérateurs conduit à la mise en repli de l'installation : arrêt des opérations en cours et isolement des capacités d'eau (les réservoirs d'approvisionnement d'eau sont évacués de MDA le cas échéant).

La quantité en jeu est limitée à la taille des réservoirs mobile et de la cuve.

5.2 AGRESSIONS

Les agressions « Environnement humain et industriel », « Foudre et IEM », « Incendies externes », « conditions climatiques extrêmes » et « Inondations externes » sont abordées de manière générique dans la note d'introduction [1].

Ce chapitre vise à analyser l'impact d'agressions sur l'ensemble des dispositions valorisées afin de garantir la sûreté des opérations objet de l'étude et dont l'origine est extérieure à ces opérations. Il s'agit des agressions « externes » au sens de l'arrêté du 7 février 2012 modifié dont sont exclues les agressions traitées dans la note [1]. Il s'agit également de l'ensemble des agressions « internes », prenant leur origine à l'intérieur de l'INB et notamment du BR.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 22/30 |

5.2.1 Explosion, émission de substances dangereuses et de projectiles dans le BR

L'événement redouté est une agression de MDA conduisant à la perte du confinement statique et/ou dynamique de l'atelier ou une agression de la cuve de traitement de sodium et des dispositions de dilution de l'hydrogène.

A l'intérieur du BR, le principal risque d'explosion est lié à la présence de sodium sous forme solide entreposé dans les locaux R416. L'entreposage et la conservation du sodium résiduel (et dérivés) sont limités à une quantité maximale de 2800 kg, sous atmosphère en gaz inerte ou en air sec. Le risque d'explosion est lié à la défaillance de l'enveloppe sodium conduisant à une entrée d'air et à la formation d'hydrogène.

Le R416 se situe au niveau + 17,50 m (sous le tunnel E - R523). Ce local est éloigné de MDA (niveau + 33,50 m).

De ce fait, le risque d'agression de MDA par une explosion hydrogène depuis le R416 non retenu (distance, présence de plusieurs voiles en béton).

Les opérations de traitement du sodium dans MDA sont interdites dans le cas où des opérations utilisant des bouteilles de gaz explosibles seraient réalisées dans le BR.

5.2.2 Chutes de charges et collisions

Le risque de chute de charge d'origine externe aux opérations menées dans l'atelier MDA est pris en compte par l'interdiction de survol de l'atelier.

Le cas spécifique de la manutention des charges lourdes réalisées au moyen du pont tournant est traité dans le document [4]. Les dispositions de conception et d'exploitation du pont tournant et des éléments de la chaîne de levage des gros objets permettent d'écarter la situation de chute de charge sur MDA.

En cas de dégradation des parois de l'atelier MDA résultant d'une collision, les opérations (découpe, traitement du sodium) sont immédiatement stoppées. La ventilation de l'atelier est maintenue afin de garantir un sens d'air vers l'intérieur de l'atelier et éviter ainsi la diffusion de substances radioactives dans le BR.

5.2.3 Incendie d'origine interne au BR

L'événement redouté est une agression de MDA conduisant à la perte du confinement statique et/ou dynamique de l'atelier ou une agression de la cuve de traitement de sodium et des dispositions de dilution de l'hydrogène.

Dans le hall BR, aucune opération susceptible de se dérouler en parallèle des opérations de démantèlement opérées dans l'atelier MDA ne présente de risque tel qu'un départ de feu puisse se propager aux zones adjacentes. Une zone d'exclusion d'entreposage de charges calorifiques de 3m sera définie autour de l'atelier MDA.

Les opérations réalisées dans les différents tunnels font l'objet de dispositions de prévention des risques présentées dans le dossier étape 2 du démantèlement. Ces dispositions permettent d'écarter le risque de propagation d'un incendie vers l'atelier MDA.

En cas de détection d'un incendie interne au BR, une mise en repli sécurisée est réalisée. Les opérations de découpe ou de traitement du sodium dans MDA sont immédiatement stoppées.

5.2.4 Inondation d'origine interne au BR

Les événements redoutés en cas d'inondation interne sont :

| | | | |
|---|--|---------------------------|------------|
|  | NOTE INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| | DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A |

- L'agression des équipements participant au confinement statique et dynamique, à l'enveloppe sodium et à la dilution de l'hydrogène lors des opérations d'hydrolyse
- La mobilisation du sodium pouvant conduire à un risque de réaction sodium-eau (risque hydrogène).

Au niveau de l'atelier MDA, il n'y a pas de circuits d'eau susceptibles de conduire à une inondation. Le circuit d'eau utilisé pour l'hydrolyse n'est raccordé que lors de cette opération. La note réf [9] écarte le risque d'inondation dans le BR lors des opérations de traitement et vidange de l'eau de la cuve du réacteur.

Vis-à-vis des eaux d'extinction, MDA n'est pas un local faisant l'objet d'une extinction à eau (locaux sodium). De même, les eaux d'extinction provenant des autres locaux ne transitent pas ce local.

5.2.5 Séisme

Pour la phase vidange sodium, conformément aux analyses petits mouvements de sodium de l'étape 1 du démantèlement, le dimensionnement au séisme n'est pas retenu du fait de la faible quantité de sodium. Ce point a été repris dans le cadre de la ré-évaluation de sûreté.

Pour la phase lavage, le risque hydrogène étant présent qu'une durée très limitée (très inférieure à 8h), l'occurrence de survenue d'un séisme durant cette phase est reportée dans le risque résiduel. Le dimensionnement au séisme de l'enceinte de lavage et des équipements associés n'est donc pas requis.

Pour le démantèlement d'objets, l'arrêt des opérations suite à un séisme limite la contamination dispersable qui par ailleurs est faible dans le cadre des objets traités dans cet atelier.

En cas de séisme, aucun objet où équipement ne peut conduire à aggraver des EIP situés en dehors de l'atelier.

Le dimensionnement au séisme de l'atelier MDA et des équipements qu'il renferme n'est pas requis du fait de l'absence de conséquence sur les intérêts protégés (cf § 5.3)

5.2.6 Cumuls

Les situations envisageables de cumul sont les suivantes :

- Situation de fuite et de feu de sodium ;
- Situation d'explosion d'hydrogène ;
- Situation d'incendie

induites par les situations :

- De séisme ;
- D'un incendie en provenance de MDA ou d'origine interne au BR.

Ces situations sont prises en compte par hypothèses pénalisantes prises en compte dans le cadre de l'analyse des situations de séisme et d'incendie exposées respectivement aux § 5.3.1, 5.3.2 et 5.3.3.

5.3 ETUDE DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DES SSC CONCOURANT AU CONFINEMENT DES MATIERES RADIOACTIVES

Ce chapitre a pour objectif d'évaluer les conséquences radiologiques et dosimétriques ou chimiques des situations accidentelles postulées. Ces données permettent ainsi d'avoir un positionnement sur la stricte nécessité des dispositions de confinement et de maîtrise des risques valorisées par la démonstration de sûreté.

| | | | |
|---|--|---------------------------|------------|
|  | NOTE INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| | DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A |

Au regard de la diversité et du nombre de dispositions valorisées, les hypothèses retenues pour les situations postulées sont volontairement très pénalisantes afin que le caractère enveloppe des conséquences soit définitivement acté.

Ainsi, 3 scénarios sont postulés afin de couvrir les situations accidentelles :

- Scénario de fuite et de feu de sodium mobilisant la masse maximale de sodium mobilisé lors de l'opération de vidange des tubes LRG (20,6 kg) ;
- Scénario d'explosion d'hydrogène consécutivement à une réaction sodium / eau mobilisant l'inventaire maximal traité par hydrolyse dans la cuve de lavage ;
- Scénario d'incendie dans MDA lors des opérations de découpe de la rampe primaire.

5.3.1 Etude des conséquences d'un feu de sodium

Hypothèses retenues :

Il est postulé que la situation enveloppe correspond à un feu de sodium mobilisant l'inventaire sodium liquide maximal présent dans MDA lors des opérations de vidange des tubes LRG.

La masse de sodium mobilisé est de 20,6 kg.

Conséquences radiologiques

Le taux de remise en suspension des radionucléides contenus dans le sodium primaire est de 1.

Il est par ailleurs considéré que l'intégralité de l'inventaire radiologique mis en suspension dans MDA est transférée dans l'environnement à travers la porte du hall camion ouverte (absence de rétention de l'atelier ainsi que du hall BR). Cette hypothèse pénalisante permet de couvrir la perte des dispositions de mise en repli mise en œuvre en cas de dégradation par l'incendie du confinement de MDA.

L'inventaire radiologique (radionucléides prépondérants) mis en suspension et rejeté dans l'environnement à 0 m est présenté dans le tableau suivant.

| Radionucléides | Catégories | Activités A |
|--------------------|------------|-------------|
| H3 eau tritiée HTO | tritium | 1,91E+08 |
| Co60 | bêta/gamma | 2,42E+03 |
| Cs137+ | bêta/gamma | 1,05E+05 |
| Fe55 | bêta/gamma | 4,37E+04 |
| Na22 | bêta/gamma | 3,90E+05 |
| Ni63 aéro | bêta/gamma | 4,51E+05 |

La dose associée au rejet de cet inventaire est de l'ordre de 0.7 nSv pour la dose à court terme à 500 m et de 6 nSv pour la dose à moyen terme à 2000 m.

Conséquences chimiques

Vis-à-vis de l'évaluation des conséquences chimiques de la combustion du sodium, le scénario retenu est le suivant :

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 25/30 |

- Séquence de brûlage de 20,6 kg de sodium initiée avec un débit de combustion de 40 kg/(m².h) (valeurs issues des essais CEA pour du sodium liquide portée à haute température dans un récipient de faible surface) ;
- Mise en suspension de 40 % du terme source initial (40 % de fumées et 60 % sous forme de résidus solide de combustion) ;
- Facteur multiplicateur égal à 0,25 appliqué aux rejets pour modéliser les phénomènes de dépositions des aérosols par gravité et sur le bâti ;
- Transformation des oxydes (fumées) en soude (hypothèse pénalisante) ;
- Rejet direct dans l'atmosphère des produits de combustion (soude) ;
- Combustion de la totalité du sodium présent ;
- Rejet au niveau du sol et en conditions météorologiques F3 (Classe F de Pasquill avec un vent de 3 m/s) ;
- Carbonatation de la soude au cours du transfert dans l'environnement ;
- Le seuil de toxicité (SEI) de la soude est de 5 mg/m³ pour une durée d'exposition d'une heure ;
- Le seuil de toxicité (SEI) du carbonate de sodium est de 130 mg/m³ pour une durée d'exposition d'une heure.

Les données de modélisations indiquent :

- Une combustion égale à 0,006 kg/s de sodium (débit de combustion de 40 kg/(m²/h) dans le récipient de 0,5 m² (diamètre 800 mm) ;
- Une durée de combustion de 1 heure environ ;
- Un rejet dans l'environnement de 0,00055 kg/s de soude.

Les résultats de l'évaluation des conséquences sont :

| Quantité de sodium mobilisé | Débit de soude rejetée (kg/s) | Distance jusqu'à laquelle le SEI est dépassé (m) | Commentaires |
|-----------------------------|-------------------------------|--|---|
| 20,6 | 0,00055 | <100 m | La distance minimale à la clôture est d'environ 300 m |

Il n'y a donc pas d'impact supérieur au SEI sur les intérêts protégés (personnes) pour la situation accidentelle enveloppe étudiée.

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 26/30 |

5.3.2 Etude des conséquences d'une explosion hydrogène

Il est postulé que la situation enveloppe correspond à une réaction sodium / eau mobilisant l'inventaire sodium maximal présent dans MDA des opérations de destruction sodium par hydrolyse (lavage de la cuve préalable au traitement des tubes LRG).

La masse de sodium mobilisé est de 0,39 kg.

Il est considéré que l'intégralité du sodium réagit avec de l'eau selon l'équation suivante :



La protection offerte par l'atelier MDA n'est pas valorisée et le phénomène d'explosion est considéré dès qu'il y a création d'une ATEX.

L'hydrogène issu de la réaction d'hydrolyse du sodium est relâché dans un local de l'atelier. Il n'y a pas d'homogénéisation suffisante des gaz pour créer un ATEX sur le volume total du local, même en confinement statique. Aussi, une ATEX correspondant à une demi-sphère de 3 m de rayon est postulée de manière déterministe autour du terme source. Cette hypothèse, issue du REX de l'instruction de récents dossiers, est très enveloppe car elle implique que la réaction d'hydrolyse est suffisamment rapide et conséquente pour que le dihydrogène relâché forme une ATEX avant sa ventilation dans le local (phénoménologie lié à un apport massif en eau).

On retient un indice de sévérité de 7 selon la méthode de calcul multi-énergie (cf. [6]et [7]).

La distance à partir de laquelle le SEI (correspondant au seuil des dégâts légers sur les structures pour les installations classées, cf.[8]) est de l'ordre de 14 m.

Ainsi, des effets de surpression au seuil d'irréversibilité sur l'être humain pour le scénario modélisé n'impactent aucune zone au-delà des limites du site.

De même, les effets de surpression ne sont pas de nature à conduire à une dégradation significative des autres ateliers localisés dans le BR et aux EIP-S.

Les impacts radiologiques et chimiques de la situation sont couverts par l'évaluation des conséquences du scénario de feu de sodium présentée au § 5.3.1 précédent.

5.3.3 Etude des conséquences d'un incendie

Il est postulé que la situation enveloppe correspond à un incendie mobilisant l'inventaire radiologique présent dans MDA lors de la découpe de la rampe primaire.

On considère ainsi de façon enveloppe que l'incendie affecte dans MDA de façon simultanée :

- L'inventaire radiologique présent sous forme de contamination surfacique labile et fixée associée à la surface totale de la rampe primaire.

Le taux de remise en suspension considéré en cas d'incendie est de 1 pour le tritium, le ^{137}Cs et le ^{14}C , $5 \cdot 10^{-2}$ pour les émetteurs β/γ et de $5 \cdot 10^{-3}$ pour les émetteurs α (support non combustible).

- L'inventaire radiologique associé aux copeaux de découpe.

Cet inventaire est déterminé à partir de l'activité massique la plus pénalisante parmi les structures découpées en cuve (activité massique du corps mort).

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 27/30 |

Le taux de remise en suspension considéré en cas d'incendie est de 1 pour le tritium et de 10^{-2} pour les autres radionucléides.

- L'inventaire radiologique total en tritium présent sous forme d'activité massique associé à la masse totale de la rampe primaire.

L'activité massique des structures de la rampe primaire n'est pas mise en suspension par un incendie, à l'exception du tritium dont la migration et le dégazage est favorisé par l'échauffement des structures. Le taux de remise en suspension considéré en cas d'incendie est de 1 pour le tritium.

Il est considéré que l'intégralité de l'inventaire radiologique mis en suspension dans MDA est transférée dans l'environnement à travers la porte du hall camion ouverte (absence de rétention de l'atelier ainsi que du hall BR, absence de filtration).

L'inventaire radiologique (radionucléides prépondérants) mis en suspension et rejeté dans l'environnement à altitude 0m est présenté dans le tableau suivant.

| Radionucléides | Catégories | Activités A |
|--------------------|------------|-------------|
| H3 eau tritiée HTO | tritium | 6,19E+08 |
| Ag108m+ | bêta/gamma | 1,59E+05 |
| Am241 | alpha | 5,60E+02 |
| Am242m+ | bêta/gamma | 1,07E+01 |
| Am243+ | alpha | 7,63E-01 |
| Ar39 | gaz rare | 4,39E+05 |
| Ba133 | bêta/gamma | 1,45E+05 |
| Be10 | bêta/gamma | 6,02E+03 |
| C14 aéro | carbone 14 | 2,49E+06 |
| Cl36 | bêta/gamma | 1,49E+04 |
| Cm243 | alpha | 2,33E+00 |
| Cm244 | alpha | 1,12E+01 |
| Co60 | bêta/gamma | 1,36E+05 |
| Cs137+ | bêta/gamma | 5,44E+05 |
| Eu152 | bêta/gamma | 1,74E+05 |
| Eu154 | bêta/gamma | 1,58E+05 |
| Fe55 | bêta/gamma | 2,16E+07 |
| I129 élé vap | iode | 1,81E-02 |
| Kr85 | gaz rare | 4,54E+03 |
| Mo93 | bêta/gamma | 2,61E+06 |
| Nb93m | bêta/gamma | 3,37E+06 |
| Nb94 | bêta/gamma | 4,82E+04 |
| Ni59 aéro | bêta/gamma | 1,85E+06 |
| Ni63 aéro | bêta/gamma | 8,71E+07 |
| Pu238 | alpha | 3,79E+02 |
| Pu239+ | alpha | 1,97E+02 |
| Pu240 | alpha | 2,33E+02 |
| Pu241+ | bêta/gamma | 5,10E+03 |

| | | | |
|---|--|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DÉMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 28/30 |

| | | |
|---------|------------|----------|
| Sb125+ | bêta/gamma | 1,34E+04 |
| Sn121m+ | bêta/gamma | 3,91E+04 |
| Sr90+ | bêta/gamma | 9,95E+03 |
| Tc99 | bêta/gamma | 1,69E+05 |
| U235+ | alpha | 1,97E+02 |

La dose associée au rejet de cet inventaire est de l'ordre de 30 nSv pour la dose à court terme à 500 m et de 60 nSv pour la dose à moyen terme à 2000 m.

6 MAITRISE DES INCONVÉNIENTS

6.1 OPERATIONS DE DECOUPE

6.1.1 Hypothèses de calcul

Les hypothèses utilisées pour estimer les débits d'activité rejetés durant la phase de découpe réalisée dans MDA sont les suivantes :

- Inventaire radiologique mobilisé : Prise en compte des niveaux de contamination surfacique labile et fixée ainsi que du niveau d'activation de la rampe primaire (données issues des valeurs disponibles pour le corps mort) ;
- Découpe mécanique, avec les caractéristiques suivantes :
 - Débit volumique de matière affecté : 0,1 cm³/s
 - Volume d'acier découpé : 700 cm³.

Les opérations de démantèlement de la rampe primaire menées dans l'atelier MDA contribuent à l'activité radiologique gazeuse mise en suspension, filtrée puis collectée par EBA, avant d'être rejetée dans l'environnement via la cheminée de l'installation.

6.1.2 Estimation de l'activité rejetée dans l'environnement

Pour la découpe de la rampe primaire dans MDA, les débits d'activité rejetés sont les suivants :

- 2,2E-4 Bq/s en beta/gamma,
- 5,4E-3 Bq/s en 3H.

Ceci pour une opération (1 découpe) qui dure 2 heures.

Après évaluation tenant compte d'hypothèses pénalisantes, il apparaît que les débits d'activité en tritium et en émetteurs bêta/gamma rejetés à la cheminée sont très largement inférieurs aux limites spécifiées dans l'ARPE.

Le respect des critères de débit d'activité rejetée à la cheminée permet d'assurer le respect des critères relatifs à l'activité volumique dans l'environnement spécifiés dans l'ARPE (tenant compte des coefficients de transfert atmosphérique pour des rejets occasionnés à la cheminée dans différentes conditions météorologiques).

De même, compte tenu de la durée limitée des opérations de découpe menées dans MDA, les activités rejetées sous forme gazeuse dans l'environnement sont très nettement inférieures aux limites de 2 TBq/an pour le tritium et de 0,1 GBq/an pour les émetteurs bêta/gamma spécifiées dans l'ARPE.

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 29/30 |

Les opérations de découpe menées dans l'atelier MDA ne génèrent aucun effluent liquide.

6.2 OPERATIONS DE TRAITEMENT DES TUBES LRG

6.2.1 Hypothèses de calcul

Les hypothèses utilisées pour estimer les débits d'activité gazeux rejetés durant la phase de vidange des tubes LRG réalisée dans MDA sont présentées ci-après.

La quantité de sodium traitée est de 20,6 kg.

Lors de la phase de vidange des tubes, on considère que 100 % de l'inventaire tritium associé au sodium primaire est remis en suspension. A contrario, on considère que l'intégralité de l'inventaire des émetteurs bêta/gamma reste contenue dans le sodium lors de cette phase.

6.2.2 Estimation de l'activité rejetée dans l'environnement

Avec les hypothèses présentées au paragraphe précédent, l'estimation des rejets pendant l'opération de traitement de 20,6 kilos de sodium est de 2 E+08 Bq en 3H. Il n'y a pas de rejet bêta/gamme

Ces estimations sont très largement inférieures aux limites spécifiées dans l'ARPE.

Le respect des critères de débit d'activité rejetée à la cheminée permet d'assurer le respect des critères relatifs à l'activité volumique dans l'environnement spécifiés dans l'ARPE (tenant compte des coefficients de transfert atmosphérique pour des rejets occasionnés à la cheminée dans différentes conditions météorologiques).

Les opérations traitement des tubes LRG menées dans l'atelier MDA génèrent des effluents liquides en très faible quantité (750 litres) et de caractéristiques compatibles avec les critères de l'ARPE.

7 LISTE DES EIP

Les EIP sont définis à partir de l'analyse de sûreté présentée ci-avant.

Les EIP R:

Les EIP suivants sont définis vis-à-vis du risque hydrogène :

- L'enveloppe :
 - o de la cuve de vidange et de lavage,
 - o du fût de collecte du sodium transféré ;
- La mesure de pression dans l'enveloppe sodium ;
- La mesure de débit d'azote à l'injection ;
- La protection à la surpression de la cuve vidange et de lavage ;
- La mesure de la teneur en hydrogène au rejet de la cuve de lavage ;
- La mesure du débit de dilution dans la gaine EBA ;
- La chaîne d'arrêt d'urgence.

La rétention placée sous l'enveloppe sodium lors de l'opération de vidange des tubes LRG (cuve de vidange et fût de collecte du sodium) porte le statut d'EIP au titre de la maîtrise des risques de pollution dans l'environnement.

| | | | |
|---|---|------------|------------|
|  | NOTE | | |
| | INB 91 - DOSSIER ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DANS L'ATELIER MDA | | |
| DIPDE_2ED-SRF | Référence : D455617025204 | Indice : A | Page 30/30 |

Les EIP I :

Parmi les SSC concourant à la maîtrise des inconvénients, le dernier niveau de filtration THE des effluents gazeux avant qu'ils ne soient rejetés à la cheminée porte le statut d'EIP-I, au regard de sa contribution à la maîtrise des rejets dans l'environnement en fonctionnement normal.

8 RADIOPROTECTION

8.1 EXPOSITION INTERNE

Compte tenu des dispositions prises vis-à-vis du risque de dispersion de matières radioactives (cf. § 4.2) il est estimé que le niveau de contamination atmosphérique est inférieur à 1/40^{ème} de la LDCA équivalente.

En plus de ces dispositions, des moyens de surveillance de l'état confinement statique et dynamique (cf. § 5.1.1) sont mis en place.

Enfin pour les opérations qui nécessitent d'intervenir au contact, des EPI spécifiques définis suite à l'analyse de risques compléteront l'ensemble des mesures présentées ci-dessus.

8.2 EXPOSITION EXTERNE

Lors des opérations effectuées dans MDA, le niveau de débit de dose est compatible avec les limites de la zone contrôle jaune. Le poste de travail a été organisé (ergonomie, protection biologique, équipements adaptés) afin de limiter le risque d'exposition externe.

Le bilan dosimétrique lié à ces opérations est présenté dans le document [5].

9 CONCLUSION

La présente note a permis de démontrer le respect des objectifs de protection des intérêts et de maîtrise des inconvénients pour ce qui concerne les opérations de dans l'atelier MDA. Elle permet de justifier le caractère suffisant des moyens mis en œuvre.