



NOTE

DIPDE_2ED-SRF

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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES

Référence : D455617028759

Indice : A

Nb de pages : 27


Applicabilité : CRE

Résumé : Cette note est constitutive du dossier concernant l'Etape 2 du démantèlement de l'INB n°91 (installation de CREYS-MALVILLE). Elle présente les éléments de sûreté, de radioprotection et de maîtrise des inconvénients pour les opérations de manutention de charges lourdes réalisées à l'intérieur du bâtiment réacteur.

Affaire : LCR 0805, LCR 0807

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 930 004 234
euros - 552 081 317 R CS Paris
Le groupe EDF est certifié ISO 14 001

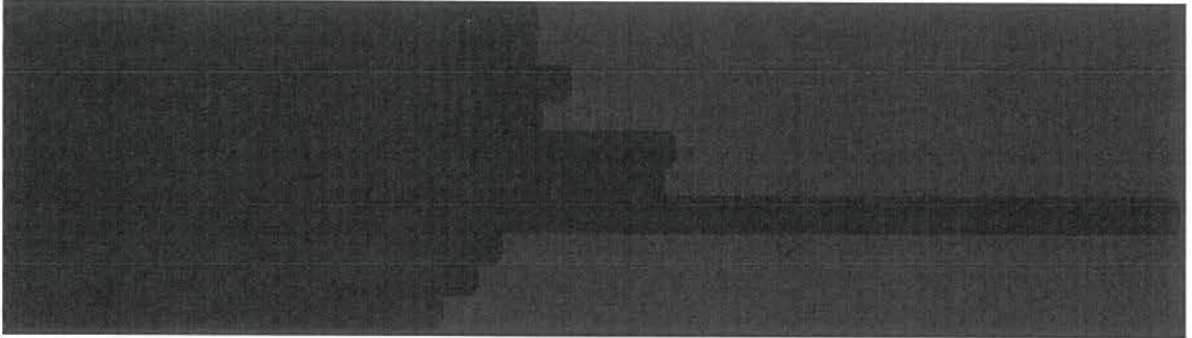
	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 2/27

Code OTP : E230/005131/EDECBLR-M

Vérification indépendante : NON	Auprès de (Nom/Société) :
---------------------------------	---------------------------

Pré-diffusion formalisée (indice en cours) : A	OUI	
--	-----	--

Auprès de :



INDICE	MODIFICATIONS
A	Création du document

DIPDE_P10_Note_v1

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 3/27

ORGANIGRAMME DE CLASSEMENT DE LA NOTE

Première étape : DEFINITION DU CLASSEMENT AIP* OU NON AIP DE L'ELABORATION DE LA NOTE

Condition 1

L'activité concerne directement une fonction ou un élément identifié comme EIP et peut avoir un impact sur la démonstration de protection des intérêts, ou l'activité ne concerne pas directement une fonction ou un EIP, mais peut avoir un impact indirect sur le maintien d'une fonction d'un EIP (ex. séisme événement, incendie,...)

oui non

Condition 2

Une erreur liée à cette activité peut conduire, sans possibilité de rattrapage par une activité aval, au non respect de la démonstration de protection des intérêts.

oui non

L'élaboration du document constitue une **AIP** (Activité Importante pour la Protection des intérêts)

L'activité n'est pas une AIP
 S'il s'agit d'une note d'étude, tracer la justification (nota 4)

Deuxième étape : DEFINITION DE LA CATEGORIE DE LA NOTE

L'étude est une AIP ou contient la justification d'un équipement ou d'une structure (nota 1) non

oui

L'étude utilise une méthode déjà validée (nota 2) oui

non

Les conclusions de l'étude sont validées par des résultats expérimentaux (nota 3) oui

non

L'étude est HPIC (hors pratique industrielle courante)
Catégorie 1

L'étude est PIC (Pratique industrielle courante)
Catégorie 2

La note est importante en ce qui concerne :

- Les interfaces
- La stratégie
- L'organisation
- Autre raison (tracer la justification dans la note)

oui

non

Catégorie 3

Catégorie 4

Nota 1 :

- Justification des performances fonctionnelles ou de la résistance d'une structure,
- Justification du comportement sous sollicitations (par exemple en situation accidentelle),
- Énoncé de règles de conception ou d'installation,
- ... et par extension, énoncé de règles d'exploitation.

Nota 2 :

- Méthode déjà utilisée dans une étude traitant du même domaine technique et faisant l'objet d'une note d'étude approuvée
- Méthodologie faisant l'objet d'une note approuvée.

Si la note fait l'objet de calculs, ceux-ci doivent faire appel à un code validé.

Nota 3 :

- Ces résultats doivent faire l'objet d'une note d'étude ou d'un compte rendu d'essais approuvé
- Le retour d'expérience d'exploitation est un résultat expérimental

Nota 4 :

La décision correspondant à l'application de la condition 2 doit être justifiée et tracée. En particulier, si l'application des exigences AIP* est reportée sur une activité aval, celle-ci doit être précisément identifiée et la justification tracée.

*AIP : Activité Importante pour la Protection des intérêts

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 4/27

SYNTHESE

Cette note est constitutive du dossier concernant l'Etape 2 du démantèlement de l'INB n°91 (installation de CREYS-MALVILLE). Elle présente les éléments de sûreté, de radioprotection et de maîtrise des inconvénients pour les opérations de manutention de charges lourdes réalisées à l'intérieur du bâtiment réacteur.

REFERENCES

- [1] D455616025971 : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement – Description des installations et opérations
- [2] D455617023508 : 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 réalisées dans l'atelier du tunnel C
- [3] D455617027291 : 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 découpe du GBT et de retrait du calorifuge du PBT et du GBT
- [4] D455617000084 : 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 l'atelier du tunnel D
- [5] D455617009145 : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement – Note d'introduction
- [6] D305615012143 : INB n°91 – Réévaluation de sûreté – Analyse de sûreté de l'installation hors agressions
- [7] D455617011836 : 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 traitement de l'eau et de vidange de la cuve
- [8] D455617023816 : INB n°91 - Dossier de l'Etape 2 du démantèlement - Note de synthèse des évaluations dosimétriques prévisionnelles des opérations

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DÉMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 5/27

SOMMAIRE

	Pages
0. CLASSEMENT	4
1. OBJET	4
2. DESCRIPTION DES OPERATIONS.....	4
3. DEMONSTRATION DE SURETE.....	5
3.1. GARANTIE DES FONCTIONS DE SURETE EN FONCTIONNEMENT NORMAL	6
3.2. IDENTIFICATION DES RISQUES	6
3.2.1. RISQUE DE DEVERSEMENT DE SUBSTANCES LIQUIDES	7
3.2.2. COLLISIONS ET CHUTES DE CHARGE.....	7
3.2.2.1. Dispositions générales.....	7
3.2.2.2. Le pont tournant :.....	9
3.2.2.3. Les palonniers:	9
3.2.2.4. Approche probabiliste	9
3.2.3. RISQUE INCENDIE.....	10
3.3. AGRESSIONS EXTERNES A L'OPERATION	10
3.3.1. SEISME.....	11
3.3.1.1. Dimensionnement des moyens de levage.....	11
3.3.1.2. Approche probabiliste	11
3.3.2. INCENDIE D'ORIGINE INTERNE AU BR.....	12
3.3.3. EXPLOSION, EMISSION DE SUBSTANCES DANGEREUSES ET DE PROJECTILES DANS LE BR	12
3.4. ANALYSE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES	13
3.4.1. ETUDE D'UNE COLLISION LORS DE LA MANUTENTION DU BCC	13
3.4.2. IMPACT DOSIMETRIQUE ENVELOPPE :	14
4. MAITRISE DES INCONVÉNIENTS.....	14
4.1. CONFIGURATION CUVE OUVERTE.....	14
4.1.1. HYPOTHESES DE CALCUL.....	15
4.1.2. ESTIMATION DES DEBITS D'ACTIVITES MIS EN SUSPENSION ET REJETES DANS L'ENVIRONNEMENT.....	15

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 6/27

4.2. CONFIGURATION CUVE FERMEE16

 4.2.1. HYPOTHESES DE CALCUL.....16

 4.2.2. ESTIMATION DES DEBITS D'ACTIVITE MIS EN SUSPENSION ET REJETES DANS L'ENVIRONNEMENT.....16

5. EIP, EXIGENCES AFFERENTES ET AIP... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.17

6. RADIOPROTECTION 18

6.1. EXPOSITION INTERNE18

 6.1.1. MANUTENTION DU BCC18

 6.1.2. MANUTENTION DU PBT.....18

 6.1.3. MANUTENTION DU GBT ET SCOT19

 6.1.4. MANUTENTION DU TERME SOURCE19

6.2. EXPOSITION EXTERNE19

 6.2.1. MANUTENTION DU BCC, PBT, GBT ET SCOT19

 6.2.2. MANUTENTION DU TERME SOURCE19

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 7/27

0. CLASSEMENT

Cette note est une AIP de catégorie 2. Elle permet l'identification des dispositions strictement requises pour la maîtrise des risques inhérents aux opérations ciblées.

1. OBJET

Cette note est constitutive du dossier concernant l'Etape 2 du démantèlement de l'INB n°91 (installation de CREYS-MALVILLE). Elle présente les éléments de sûreté, de radioprotection et de maîtrise des inconvénients pour les opérations de manutention des charges lourdes réalisées à l'intérieur du bâtiment réacteur.

Le principal enjeu lié aux manutentions de charges lourdes est directement lié au fait que ces dernières sont réalisées à l'aplomb du bloc réacteur, lorsque la cuve est en eau et qu'une partie des éléments constituant la dalle a été préalablement retirée ou est en cours de retrait. Ainsi, les opérations de manutention ciblées par l'analyse sont les suivantes :

- Manutention du Bouchon Couvercle Cœur (BCC),
- Manutention du Petit Bouchon Tournant (PBT),
- Manutention des morceaux du Grand Bouchon Tournant (GBT),
- Manutention du Système de Confinement Tournant (SCOT),
- Manutention du Terme Source (TS).

Cette étude ne traite pas des manutentions d'objets moins massifs qui conduisent au survol du bloc réacteur (couvercle du chariot de découpe du terme source [1], futs de déchets...), étant considéré qu'une chute de ces objets ne peut conduire à la ruine du confinement de l'eau contenue dans la cuve.

2. DESCRIPTION DES OPERATIONS

Les opérations sont décrites de manière succincte. Pour plus de détails, se reporter à la note de référence [1]. Les opérations de manutention des charges lourdes concernent notamment les opérations réalisées à l'aide du pont tournant de l'installation pour le transfert des structures massives vers les ateliers de traitement dédiés. Dans le détail, celles-ci concernent :

- Le BCC :
 - Transfert depuis la traversée du PBT vers la structure de support du BCC localisée sur le toit de l'atelier de démantèlement du BCC (Tunnel C) au niveau 35 m (cf. réf. [2]),
 - Changements de niveaux (descente par palier sur la structure support) du BCC au fur et à mesure du traitement de la partie basse avec le bras robotisé,
 - Descente du BCC au sol du Tunnel C au niveau 22 m, afin de séparer la partie haute de la partie intermédiaire du BCC,

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 8/27

- Reprise puis dépose de la partie supérieure du BCC sur la structure support pour réalisation des opérations de découpe de la partie intermédiaire déposée à 22 m,
 - Descente de la partie supérieure du BCC sur le plancher à 22 m du Tunnel C (une fois le traitement de la partie intermédiaire du BCC finalisé),
- Le PBT :
- Transfert depuis la traversée du GBT vers la structure support localisée dans l'atelier de traitement du calorifuge du PBT localisé sur le toit du Tunnel F (cf. réf. [3]),
 - Reprise du PBT sans la structure support pour transfert vers l'atelier du Tunnel C afin de réaliser les opérations de découpe [2]. Le PBT ne sera pas manutentionné pour la réalisation des opérations de découpe,
- Le GBT :
- Transferts des morceaux de GBT vers l'atelier de traitement dédié localisé sur la table du Tunnel E et vers les postes d'entreposage temporaire pour les morceaux en attente de traitement ou après traitement. Ces opérations de manutentions incluent le basculement des morceaux de GBT (cf. réf. [3]) à l'aide de la structure d'accueil et de basculement prévue à cet effet, de manière à ce que la face intérieure du GBT se retrouve en position verticale pour permettre le retrait du calorifuge par les opérateurs ;
- Le SCOT :
- Mise en place et retrait du SCOT. La structure est mise en place après le retrait du GBT, retirée une fois les structures périphériques découpées dans la cuve afin de pouvoir extraire les éléments du Terme Source puis remise en place pour les opérations de découpe en cuve ;
- Les éléments du Terme Source :
- Transfert des structures les plus activées présentes en cuve (faux-sommier et ensemble sommier / support sommier) vers l'atelier de traitement dédié (Tunnel D) : manutention à l'aide du pont tournant pour dépose de l'objet dans la boîte de découpe installée sur dalle puis transfert de la boîte de découpe vers l'atelier du Tunnel D (cf. réf. [4]).

3. DEMONSTRATION DE SURETE

Les critères et objectifs de sûreté sont définis dans la note chapeau de référence D455617009145 [5]. Cette note présente également, du fait de son caractère générique, la démonstration de la protection des personnes du public et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

La réalisation des opérations objet de ce document nécessite la mise à jour de la démonstration établie dans la note de référence [6], pour ce qui concerne la garantie du confinement des substances radioactives présentes en cuve. Par ailleurs, les opérations de manutention interviennent à différentes phases de l'Etape 2 du démantèlement, phases durant lesquelles l'inventaire radiologique à confiner à l'intérieur de la cuve évolue de manière sensible (cf. [4] TUD et [7]). A l'état initial, les substances radiologiques sont présentes sous formes gazeuses (gaz de radiolyse, évaporation), solides (structures activées) et liquide (cuve en eau).

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 9/27

3.1. GARANTIE DES FONCTIONS DE SÛRETÉ EN FONCTIONNEMENT NORMAL

En fonctionnement normal, le confinement des substances radioactives présentes en cuve est assuré par l'ensemble du bloc réacteur composé :

- De la cuve primaire ainsi que la dalle composée du bouchon couvercle cœur (BCC), des petits et grands bouchons tournants (PBT et GBT),
- De la cuve de sécurité,
- Du génie civil supportant l'ensemble du bloc « réacteur »,

Les opérations d'extraction des objets présents au niveau de la dalle et de la cuve conduisent à l'ouverture transitoire du confinement du bloc pile. Il s'agit des opérations suivantes :

- Opérations de manutention du BCC,
- Opérations de manutention du PBT,
- Opérations de manutention des blocs de GBT après leur découpe sur dalle,
- Opérations de manutention du SCOT,
- Opérations d'extraction et de transfert des éléments du Terme Source (faux sommier puis ensemble sommier / support sommier) depuis la cuve jusqu'au chariot de découpe et de transfert.

Durant ces opérations, aucune disposition particulière de sûreté n'est mise en œuvre pour ce qui concerne le confinement des substances radiologiques relâchées sous formes gazeuses lors de l'ouverture de la cuve. Des dispositions de canalisation, de comptabilisation des rejets générés et de rétablissement de l'intégrité du bloc réacteur sont mises en œuvre au titre de la maîtrise des inconvénients (cf. chap. 4).

Il est vérifié que les niveaux de contamination atmosphérique sont très faibles dans le hall BR. En tenant compte des contributions cumulées des termes sources radiologiques mis en suspension à partir de la cuve ouverte et des objets manipulés, ces niveaux sont très largement inférieurs à 1 LDCA tant en fonctionnement normal qu'en fonctionnement accidentel (cf. Annexe).

A noter par ailleurs que le niveau de contamination atmosphérique atteint dans le hall BR, dans la configuration analysée, est majoritairement dû au tritium. Les hypothèses retenues sur l'inventaire mobilisé sont très enveloppes, en particulier pour ce radioélément. Des analyses radiochimiques de l'eau de la cuve seront réalisées avant les opérations. Elles permettront d'affiner les valeurs de rejets en fonctionnement normal. Une mesure de la contamination atmosphérique dans le ciel de cuve est également réalisée avant ouverture de la dalle.

3.2. IDENTIFICATION DES RISQUES

Dans le cadre des opérations de manutention de charges lourdes, la fonction de sûreté à garantir est le confinement des substances radioactives. Le risque de dissémination de substances radioactives peut avoir :

- Une origine directe, par le déversement de substances radioactives liquides lors de la manutention (eau, soude),
- Une origine indirecte :

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 10/27

- Par la chute d'une charge qui pourrait agresser la cuve et compromettre son intégrité (principal événement redouté). Une chute de charge lourde ou collision pourrait également agresser les ateliers de découpe assurant le confinement de substances radioactives et remettre en suspension de la contamination surfacique et massique présente sur les charges manutentionnées,
- Par le risque d'incendie de l'objet manutentionné.

Dans la mesure où la présente note ne traite que d'une partie des manutentions réalisées à l'aplomb de la cuve (charges lourdes, de l'ordre de quelques dizaines/certaines de tonnes), il est retenu en tant qu'exigence d'exploitation de limiter au strict nécessaire le survol de la cuve pour toutes les autres manutentions lorsque cette dernière est en eau et ce, indépendamment de la charge manutentionnée.

3.2.1. Risque de déversement de substances liquides

Le risque de déversement d'eau depuis les objets manutentionnés issus de la cuve (structures du Terme Source, GBT, BCC, PBT) est pris en compte par une phase d'égouttage de ces objets, réalisée en cuve, au-dessus du niveau libre d'eau. Des dispositions sont mises en œuvre afin de vidanger les rétentions en eau présentes sur le sommier. Ces dispositions sont complétées par la mise en œuvre à l'aplomb du cheminement prévu des objets dans le hall BR, de protections permettant d'assurer la collecte des éventuelles égouttures et la propreté radiologique des zones survolées.

3.2.2. Collisions et chutes de charge

Le principe de sûreté retenu pour ce qui concerne les opérations de manutention des objets les plus lourds susceptibles de conduire au survol de la dalle du réacteur et de la cuve est de prendre les dispositions nécessaires pour que le risque de chute appartienne au domaine résiduel. Une chute pourrait induire des dommages significatifs sur les structures du bloc pile contribuant au confinement des matières radioactives présentes en cuve (cuve elle-même et dalle). Les opérations de manutention concernées sont celles définies au chap. 2.

3.2.2.1. Dispositions générales

La maîtrise du risque de chute de charge repose sur la conception des appareils de levage, les essais et contrôles périodiques effectués et les consignes d'utilisation appliquées.

Il est vérifié, *a minima* pour les systèmes non diversifiés présents sur la chaîne de manutention (crochet du pont, palonnier,...), que ces éléments présentent une marge de dimensionnement par rapport à la masse des objets manutentionnés. Le principe mis en œuvre au niveau de la chaîne de manutention est reconduit au niveau des objets manutentionnés. Pour ces éléments, la prévention repose sur :

- L'absence de dégradation des composants, compte tenu des opérations antérieures (traitement du sodium résiduel de la cuve, opérations de découpe,...),
- La conception / dimensionnement initial de l'élément qui, compte tenu des aménagements mis en œuvre (localisation des points d'accroche et chargements induits par rapports aux chargements subits dans le cadre de l'exploitation) est compatible avec sa préhension et sa stabilité intrinsèque (absence de ruptures / désolidarisations internes à l'objet),

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 11/27

- Les déformations induites par ces nouveaux chargements et les mouvements de l'objet au cours de sa manutention qui sont compatibles avec le mode d'accrochage retenu.

Conformément à la réglementation applicable, le bon état des appareils de levage est vérifié avant leur utilisation (contrôle visuel). Les accessoires de levage font l'objet de contrôles et d'une épreuve sur site. Ainsi, un essai en charge réglementaire est effectué sur site au minimum à 1,25 fois la charge pendant ¼ d'heure (ce coefficient est réduit à 1 pour les systèmes remontés sur site ayant subi cette épreuve statique préalable en usine). Pour les essais en charge, les pièces doivent être levées à une hauteur supérieure à 15 cm du sol, ceci afin de permettre aux freins d'urgence du pont de retenir la charge en cas d'anomalie occasionnant le lâcher de cette dernière.

Les composants de la chaîne de manutention des gros objets sont neufs et leur historique est donc connu avec précision. Les dispositions d'accrochage existantes dans le cadre des opérations de manutention (cas des trous taraudés du BCC et du PBT utilisés lors de la construction de la centrale notamment) font l'objet d'un essai à 1,25 fois la CMU par point d'accrochage.

Vis-à-vis du risque de collision ou de coincement des charges lors de leur transfert (collision avec d'autres équipements présents sur la dalle, avec la dalle au niveau de l'ouverture du GBT lors de l'extraction du Terme Source,...) l'opération est réalisée en cohérence avec la gamme générale de manutention dans le bâtiment réacteur (tenant compte de l'encombrement des objets manutentionnés). L'itinéraire de transit est préalablement défini et les zones survolées par la charge sont balisées.

Les opérations de mise de place des dispositifs d'accrochage des charges au pont tournant effectuées dans le cadre des essais (palonnier pour le faux sommier et couvercle de la boîte de transfert et de découpe pour l'ensemble support sommier / sommier) permettent d'étayer la gamme de manutention appliquée lors de la phase d'extraction.

Les mouvements (giration, translation, descente du composant,...) sont réalisés à vitesse réduite. Le cheminement de manutention est défini de sorte que la durée de survol de la dalle et la hauteur de survol soient aussi réduites que possible. Pour toute la manœuvre, un chef de manœuvre habilité est requis. Il transmet ses ordres au pontier (personnel également habilité) à l'aide des moyens de communication mis à sa disposition (talkies-walkies si les intervenants sont éloignés les uns des autres).

Une surveillance de la charge du pont tournant est assurée (surveillance de l'effort de levage) par le pontier et le chargé de manœuvre lors des manutentions réalisées au pont tournant. Cette surveillance permet de détecter tout blocage ou accrochage de la charge lors de son extraction.

Le chef de manœuvre est en charge de vérifier que les mouvements des charges sont compatibles avec les marges disponibles au niveau des ouvertures de la dalle.

Ainsi, préalablement à chaque manutention visée par cette note, une action de contrôle est réalisé sur :

- l'adéquation de la gamme opératoire utilisée,
- le bon respect des contrôles réglementaires pour les moyens de manutention utilisés ainsi que sur le respect des éventuelles dispositions complémentaires appelées par la gamme opératoire utilisée (balisage des zones survolées, vérification de l'élanguage...),
- l'adéquation des connaissances et de la formation des opérateurs au regard des attendus pour la manutention ciblée.

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 12/27

3.2.2.2. Le pont tournant :

Les transferts de gros composants sont réalisés au moyen du pont tournant du hall BR considéré comme un moyen de manutention à sécurité renforcée. La capacité de levage de 360 tonnes est validée par la réalisation d'un programme de maintenance spécifique des organes de sécurité du pont et d'un essai de qualification permettant le reclassement du pont à sa charge nominale. L'ensemble de la chaîne cinématique du pont tournant est donc compatible avec la masse de l'objet le plus lourd manutentionné dans le cadre des opérations de démantèlement des internes de cuve.

La prévention du lâcher de la charge manutentionnée est par ailleurs assuré par de multiples systèmes d'alarmes et une conception redondante des chaînes de sécurité du pont (ensemble de quatre freins de sécurité). La rupture de la chaîne cinématique de levage est détectée par deux systèmes indépendants et diversifiés ; une mesure de synchronisme d'une part, et une mesure de la vitesse d'autre part.

Chaque système actionne l'ensemble des freins de sécurité agissant sur les tambours par l'intermédiaire de réducteurs de couple dont le rôle essentiel est d'introduire une inertie limitant la distance de freinage à une valeur compatible avec la conception des matériels manutentionnés. L'ensemble des freins de sécurité est dimensionné en prenant compte la défaillance de l'un d'eux. La robustesse de la chaîne de reprise d'effort repose en premier lieu sur son dimensionnement établi en conformité à la réglementation en vigueur.

Il est vérifié qu'au regard de la conception et de l'exploitation des dispositifs d'accrochage, les éléments associés à la sécurisation du pont tournant ne sont pas impactés (structure principale, chariot, chemin de roulement, levage principal, mécanismes de rotation du pont, mécanismes de direction du chariot, chaînes de sécurité redondantes, dispositifs parasismiques, appareillage électrique et moyens de contrôle-commande,...).

3.2.2.3. Les palonniers:

Le dispositif d'accrochage des gros objets est conçu sur le principe de robustesse vis-à-vis d'une défaillance élémentaire d'un élément de la chaîne de manutention. Le nombre de points d'accrochage et le nombre de bras sont définis en fonction de la masse et de la géométrie des différents composants de manière à ce qu'une défaillance élémentaire, un bras ou un point d'accrochage, n'entraîne pas la chute du composant. Les éléments de la chaîne de manutention restant opérationnels offrent donc une résistance à l'augmentation de contrainte correspondante garantissant le maintien de la charge.

Il est vérifié dans ce contexte que l'ensemble présente une stabilité compatible avec la stabilité de la charge (basculement de la charge compatible avec son maintien, notamment au niveau des points d'accroche).

3.2.2.4. Approche probabiliste

Au regard de l'ensemble des dispositions susmentionnées, tenant compte des mesures d'exploitation et d'une durée avoisinant 30 heures (cumulée sur une année glissante), durant laquelle certaines des manutentions de charges lourdes objet de cette étude sont effectuées à l'aide du pont tournant, le taux de défaillance intrinsèque du pont tournant conduisant au lâcher de la charge est actuellement évalué à $2,84 \cdot 10^{-6} \text{ an}^{-1}$. Cette valeur, estimée sur la base d'hypothèses conservatives, sera affinée.

Les dispositifs d'accrochage des gros objets (constituant la liaison directe avec le crochet du système de levage principal du pont tournant) permettent de conserver un haut niveau de sécurité de la chaîne de manutention et d'écartier le risque de chute de charge susceptible d'agresser le confinement du bloc pile :

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 13/27

ces dispositifs sont conçus pour avoir un taux de défaillance de l'ordre de quelques 10^{-7} an⁻¹. L'objectif étant d'atteindre une probabilité annuelle de chute de charge inférieure à 10^{-6} an⁻¹ [5].

Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées, le risque de chute d'un composant lourd susceptible d'agresser significativement le confinement du bloc-pile (dalle et cuve principale) est du domaine résiduel. Le risque de collision d'un atelier de démantèlement, pouvant remettre en cause le confinement de substances radioactives, n'est pas susceptible de conduire à un impact significatif sur les intérêts à protéger (cf. § 3.4).

3.2.3. Risque incendie

Lors des opérations de manutention des charges lourdes, le risque d'un incendie initié au niveau de la charge elle-même (dont risque de feu des rétentions potentielles de sodium) et notamment au niveau des dispositifs d'accrochage est écarté. En effet, les dispositions de levages hors pont sont des éléments passifs et les éventuelles dispositions nécessitant une alimentation électrique sont physiquement déconnectées de façon à rendre possible la réalisation de l'opération.

3.3. AGRESSIONS EXTERNES A L'OPERATION

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 [5]. Cela relève du fait que soit :

- Les conclusions issues des études de la réévaluation de sûreté concernant ces agressions sont suffisantes pour démontrer qu'elles n'ont pas d'impact sur les opérations objet de la présente note,
- Les dispositions retenues pour se prémunir de l'agression considérée sont communes à l'ensemble des opérations de l'Étape 2 du démantèlement.

Par ailleurs, l'analyse des agressions sur l'ensemble des cibles de sûreté présentes sur l'installation (EIP identifiés lors de la réévaluation de sûreté) et dont l'origine est imputable aux opérations objet de cette étude n'est pas détaillée dans le présent chapitre. En effet, il est considéré que :

- Ces agressions sont directement liées à certains des risques inhérents aux opérations, risques déjà traités au § 3.2.2 (risque de collision et chute de charge),
- Les dispositions de maîtrise des risques mises en œuvre dans le cadre des opérations objet de l'étude sont suffisantes pour que les fonctionnalités attendues des EIP issus de la réévaluation de sûreté ne soient pas remises en cause.

En définitive, 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 [5]. 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 N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTÈLEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 14/27

3.3.1. Séisme

3.3.1.1. Dimensionnement des moyens de levage

Les composants dimensionnés au séisme sont ceux dont la défaillance en cas de séisme peut conduire à une agression de l'intégrité de la Cuve Principale, ou dont l'endommagement pourrait conduire à un rejet significatif dans l'environnement. Le risque de chute de charge en cas de séisme est du domaine résiduel pendant les manutentions du BCC, du PBT, des morceaux de GBT, du SCOT et du terme source du fait du dimensionnement au séisme de quasi-totalité de la chaîne de manutention (le maintien de l'intégrité mécanique des éléments de la chaîne est visé).

Le pont tournant est dimensionné au SMS. Les autres éléments de la chaîne de manutention sont dimensionnés au SMHV. La prise en compte du SMHV pour le dimensionnement de ces éléments est justifiée tenant compte du fait que les éléments sont sollicités pour une durée des phases à risque (phase pouvant conduire à une chute de charge et donc à l'agression du bloc-pile) limitée à quelques heures. Sauf cas spécifique du palonnier du BCC, qui assure outre la manutention le supportage permanent du BCC lorsque ce dernier est en phase de traitement dans l'atelier du tunnel C pour lequel un dimensionnement au SMS est requis.

Ainsi, sont dimensionnés au séisme SMHV les dispositifs d'accrochage des gros composants :

- Pour la manutention du BCC : les anneaux de levage et les élingues,
- Pour la manutention des morceaux du GBT : le palonnier, les anneaux de levage, les élingues et les dispositifs d'équilibrage (vérins hydraulique). Il est en outre vérifié que la perte de puissance hydraulique au niveau de ces vérins est sans conséquence sur la maîtrise de l'équilibre de l'objet,
- Pour la manutention du faux sommier : les grappins de préhension, le palonnier et les élingues. La conception des grappins permet de garantir le verrouillage de l'accrochage en cas de séisme SMHV,
- Pour la manutention du support sommier / sommier : le couvercle de la boîte de transfert, les blocs de levage (doigts mobiles et parties statiques) et les élingues. Comme pour le dispositif de préhension du faux sommier, le verrouillage de l'accrochage est garanti en cas de séisme SMHV compte tenu de la conception du mécanisme,
- Pour la manutention du SCOT : les élingues et anneaux de levage.

La tenue structurelle des objets manutentionnés en cas de séisme SMHV est vérifiée.

Il est enfin vérifié que les déplacements verticaux et horizontaux en cas de séisme SMHV sont tels que l'entrechoquement des éléments de la chaîne de manutention avec les structures environnantes est écarté. Ceci permet ainsi d'écarter l'endommagement des éléments de la chaîne de manutention ainsi que l'agression d'objets pour lesquels la maîtrise de la localisation en cas de séisme est requise.

Nota : les dispositions permettant de maintenir la localisation du chariot de transfert du terme source sur la dalle [1] sont dimensionnées au SMHV. Cela permet d'écarter le risque d'une chute en cuve.

3.3.1.2. Approche probabiliste

Tenant compte :

- des éléments de prévention présentés ci-avant,

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 15/27

- de la durée annuelle enveloppe durant laquelle des manutentions de charges lourdes sont effectuées à l'aide du pont tournant dans le cadre des opérations démantèlement du bloc pile (de l'ordre de 30 h sur une année glissante),
- du dimensionnement *a minima* au SMHV des principaux composants de la chaîne de manutention (la fréquence annuelle d'occurrence du séisme SMHV est de 10^{-3} an^{-1}),

la situation de chute de charge consécutivement à un séisme d'intensité supérieure au SMHV est non-retenue, l'occurrence de cette situation relevant du domaine résiduel (de l'ordre de quelques 10^{-6} an^{-1}).

3.3.2. Incendie d'origine interne au BR

L'évènement redouté est un incendie lors de la manutention d'une charge lourde. Ceci aurait pour conséquence l'agression potentielle de la chaîne de manutention et/ou la mobilisation de substances radioactives présentes en cuve ou sur les éléments en cours de manutention.

Lors des opérations de manutention des charges lourdes réalisées dans le hall BR, il est retenu que l'ensemble des autres ateliers du hall BR sont en état de repli. D'une manière générale, aucune opération pouvant conduire à un départ de feu n'a lieu en parallèle des opérations de manutention.

Par ailleurs, des dispositions de surveillance sont mise en œuvre. Il s'agit :

- Des moyens de détection incendie présents dans les ateliers (détections optiques de fumée),
- Des moyens de détection automatique dans le BR,
- De la surveillance visuelle des opérateurs.

Au regard des dispositions existantes pour ce qui concerne la maîtrise du risque d'incendie dans le BR et de l'exigence retenue concernant l'arrêt des opérations en cours dans le BR lorsqu'une manutention de charge lourde est réalisée, la probabilité d'agression par l'incendie de la chaîne de manutention et de mobilisation de substances radioactives présentes en cuve est négligeable.

3.3.3. Explosion, émission de substances dangereuses et de projectiles dans le BR

L'évènement redouté est une agression de la chaîne de manutention des objets lourds. Les opérations étant stoppées à l'intérieur du BR (tunnel C et D compris) lorsqu'une opération de manutention de charge lourde est en cours, le risque d'explosion a pour origine la présence de sodium sous forme solide entreposé dans le local R416. Le risque d'explosion est lié à la défaillance de l'enveloppe sodium conduisant à une entrée d'air et à la formation d'une ATEX.

Le local R416 se situe au niveau +17,50 m (sous le Tunnel E). Ce local est éloigné du hall BR. De ce fait, le risque d'agression de la chaîne de manutention des objets lourds par une explosion d'hydrogène depuis le local R416 est non-retenu (dispositions d'entreposage sûres, distance, présence de plusieurs voiles en béton).

Par ailleurs, durant toutes les phases de manutention des charges lourdes à l'aide du pont roulant, aucune bouteille sous pression n'est entreposée et/ou stockée dans le hall BR.

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 16/27

Au regard des dispositions retenues, les risques d'explosion et d'émission de projectiles en provenance du BR ne sont pas de nature à remettre en cause l'intégrité de la chaîne de manutention des objets lourds.

3.4. ANALYSE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES

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

3.4.1. Etude d'une collision lors de la manutention du BCC

Dans la mesure où la situation d'une chute de charge relève du domaine résiduel, la situation accidentelle enveloppe en termes de conséquences radiologiques et toxiques est la situation de collision du BCC lors de son transfert de la dalle vers l'atelier du Tunnel C.

La probabilité d'occurrence d'une situation de collision du BCC lors de son transfert est négligeable compte tenu des dispositions de défense en profondeur définies vis-à-vis de ce risque. Ce scénario est toutefois postulé comme situation accidentelle.

De manière pénalisante, les hypothèses retenues pour l'évaluation des conséquences de ce scénario sont les suivantes :

- La collision du BCC conduit à la mobilisation de l'inventaire radiologique recouvrant la surface externe du BCC,
- la porte du sas camion est ouverte (erreur humaine). On considère à l'extérieur de la porte une activité égale à celle du hall BR (100 % de l'activité remise en suspension dans le hall BR est rejetée dans l'environnement).

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 (Bq)
H3 (HTO)	bêta	9,86E+07
Ac227	bêta/gamma	8,05E+02
Ag108m	bêta/gamma	6,23E+03
Am241	alpha	1,63E+02
Am242m	bêta/gamma	4,16E+00
Am243	alpha	3,04E-01
Ar39	gaz rare	1,73E+04
Ba133	bêta/gamma	5,62E+03
C14 (aérosol)	bêta	4,84E+03
Cl36	bêta/gamma	5,84E+02
Cm243	alpha	9,16E-01
Cm244	alpha	4,28E+00

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 17/27

Co60	bêta/gamma	2,87E+03
Cs137	bêta/gamma	5,15E+05
Eu152	bêta/gamma	6,75E+03
Eu154	bêta/gamma	6,60E+03
Fe55	bêta/gamma	8,42E+05
I129 (vapeur)	bêta/gamma	3,03E-02
Kr85	gaz rare	1,13E+03
Mo93	bêta/gamma	1,02E+05
Na22	bêta/gamma	2,71E+03
Nb93m	bêta/gamma	1,08E+05
Nb94	bêta/gamma	1,88E+03
Ni63 (aérosol)	bêta/gamma	3,39E+06
Pu238	alpha	1,48E+02
Pu239	alpha	7,59E+01
Pu240	alpha	9,08E+01
Pu241	bêta/gamma	2,01E+03
Sr90	bêta/gamma	1,61E+04

Tableau 1: Inventaire radiologique rejeté en cas de collision du BCC

3.4.2. Impact dosimétrique enveloppe :

L'impact dosimétrique du scénario d'accident a été évalué pour des rejets au niveau du sol. La dose associée au rejet est de l'ordre de $1,4 \cdot 10^{-8}$ Sv pour la dose court terme à 500 m et de $8,5 \cdot 10^{-9}$ Sv pour la dose moyen terme à 2000 m.

Compte-tenu des impacts dosimétriques évalués, il apparaît que les critères et objectifs de sûreté définis dans la note [5] sont respectés.

4. MAITRISE DES INCONVÉNIENTS

4.1. CONFIGURATION CUVE OUVERTE

La maîtrise du risque de dissémination dans l'environnement de matières radioactives repose sur la maîtrise de la configuration suivante lors des opérations de manutention :

- Fermeture de la porte du sas camion,
- Ventilation (EBA) du hall BR en fonctionnement avec filtration THE avant rejet à l'extérieur,
- Annulation de la ventilation du ciel de cuve pour les manutentions conduisant à l'ouverture de la dalle.

Une mesure de la contamination atmosphérique dans le ciel de cuve est réalisée avant ouverture de la dalle.

En cas de non-respect de la configuration susmentionnée (perte de la ventilation EBA ou ouverture inappropriée du sas camion), l'opération de manutention en cours est finalisée et l'intégrité de la cuve est rétablie.

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 18/27

A l'issue de chacune des manutentions des objets massifs de la dalle, l'intégrité de la cuve est rétablie par :

- Des tapes spécifiques pour les traversées du BCC et du PBT,
- Le SCOT pour la traversée du GBT.

La durée estimée d'ouverture de la dalle lors de ces opérations de manutention est de l'ordre d'une semaine.

Il est vérifié ci-dessous que les niveaux de contamination atmosphériques dans le BR ne sont pas de nature à conduire à un dépassement des autorisations de rejets gazeux tenant compte du caractère transitoire de la configuration.

4.1.1. Hypothèses de calcul

Les opérations étant réalisées dans la cuve en eau, on identifie deux contributeurs aux rejets gazeux en fonctionnement normal :

- L'évaporation de l'eau contaminée présente en cuve et présente sur l'objet en cours de manutention (éléments du Terme Source) ;
- Le dégazage du tritium présent sous forme massique au niveau des structures émergées présentes en cuve.

Les hypothèses utilisées pour estimer les débits d'activité rejetés durant la phase de manutention des charges lourdes durant laquelle la dalle est ouverte sont les suivantes :

- Evaporation de l'eau :
 - Inventaire radiologique mobilisé : Activité volumique de l'eau correspondant à l'activité initiale de l'eau de la cuve avant épuration / filtration,
 - Taux de renouvellement du ciel de cuve égal à celui du hall BR,
 - Surface d'échange de 346 m²,
- Dégazage tritium :
 - Activité massique en tritium des aciers : 77 Bq/g,
 - Surface des structures émergées : 6000 m².

4.1.2. Estimation des débits d'activités mis en suspension et rejetés dans l'environnement

Après évaluation, il apparaît que :

- Les débits d'activité en tritium rejetés à la cheminée ($7,1 \cdot 10^2$ Bq/s) sont inférieurs à la limite de rejet de 10^6 Bq/s spécifiée dans l'ARPE,
- Les débits d'activité en émetteurs bêta/gamma rejetés à la cheminée ($1,10 \cdot 10^{-3}$ Bq/s) sont inférieurs à la limite au rejet de 1 Bq/s spécifiée dans l'ARPE.

Les niveaux de contamination atmosphériques atteints dans le hall BR lors des opérations de manutention des charges lourdes (cf. Annexe) ne sont pas de nature à conduire à un dépassement des autorisations de rejets gazeux tenant compte du caractère transitoire de la configuration. A noter par ailleurs que :

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 19/27

- Le niveau de contamination atmosphérique atteint dans le hall BR dans la configuration analysée est majoritairement dû au tritium, radionucléide pour lequel la réalisation d'une analyse radiochimique de l'eau de la cuve, une fois les opérations de mise en eau finalisées, permettront d'étayer l'inventaire radiologique ;
- Le débit d'activité transféré dans le hall BR lors des opérations d'ouverture de la dalle est moindre que celui qui était accepté de manière continue par les fuites de la dalle avant le traitement du sodium résiduel de la cuve.

A noter également que le tritium qui représente le radionucléide prépondérant dans les rejets occasionnés à travers la traversée du GBT, est volatile (contrairement aux carbonates de sodium). Les rejets gazeux occasionnés dans le hall BR ne sont donc pas de nature à conduire à une modification du zonage déchets de la dalle du réacteur (des dispositions de protection de la dalle étant prises par ailleurs vis-à-vis de la propreté radiologique en cas de chute de matière contaminée depuis les objets manutentionnés).

4.2. CONFIGURATION CUVE FERMEE

4.2.1. Hypothèses de calcul

En dehors des opérations de manutention, la cuve est fermée au niveau de la dalle par des moyens temporaires (tapes, SCOT). Dans cette configuration, on identifie trois contributeurs aux rejets gazeux en fonctionnement normal :

- L'évaporation de l'eau contaminée présente en cuve ;
- L'entraînement aéraulique de la contamination présente sur les surfaces émergées des structures présentes en cuve,
- Le dégazage du tritium présent sous forme massique au niveau des structures émergées présentes en cuve.

Les hypothèses utilisées pour estimer les débits d'activité rejetés sont les suivantes :

- Evaporation de l'eau :
 - Inventaire radiologique mobilisé : Activité volumique de l'eau correspondant à l'activité initiale de l'eau de la cuve avant épuration / filtration ;
 - Débit de ventilation du ciel de cuve del (██████████)
 - Surface d'échange de 346 m² ;
- Dégazage tritium :
 - Activité massique en tritium des aciers : 77 Bq/g ;
 - Surface des structures émergées : 6000 m².

4.2.2. Estimation des débits d'activité mis en suspension et rejetés dans l'environnement

Après évaluation, il apparaît que :

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 20/27

- Les débits d'activité en tritium rejetés à la cheminée ($6,8 \cdot 10^3$ Bq/s) sont inférieurs à la limite de rejet de 10^6 Bq/s spécifiée dans l'ARPE ;
- Les débits d'activité en émetteurs bêta/gamma rejetés à la cheminée ($1,2 \cdot 10^2$ Bq/s) sont inférieurs à la limite au rejet de 1 Bq/s spécifiée dans l'ARPE.

Les rejets annuels en tritium et en émetteurs bêta/gamma induit par la ventilation du ciel de cuve sont respectivement égaux à $2,14 \cdot 10^{11}$ Bq et $4,00 \cdot 10^5$ Bq.

Les critères de l'ARPE portant sur l'activité gazeuse annuelle rejetée sont donc respectés (2 TBq/an pour le tritium et de 0,1 GBq/an pour les émetteurs bêta/gamma), moyennant une filtration THE réalisée à l'extraction de la cuve et à l'extraction du système EBA par le DNF.

Nota : Les rejets sont supérieurs à ceux estimés en configuration cuve ouverte. Ceci est imputable au système de ventilation lorsque la cuve est fermée, qui mobilise et entraîne une quantité supérieure de radioactivité.

5. EIP, EXIGENCES AFFERENTES ET AIP

L'étude a permis de mettre en évidence un ensemble de systèmes, structures et composants (SSC) nécessaires à la maîtrise des risques présentés par les opérations de manutention des gros composants. Parmi les SSC concourant à la maîtrise des risques, le pont tournant et les pièces appartenant à la chaîne de manutention portent le statut d'EIP-S :

- Pour la manutention du BCC : le palonnier, les anneaux de levage et les élingues,
- Pour la manutention du PBT : le palonnier, les anneaux de levage, les élingues et le dispositif d'équilibrage,
- Pour la manutention des morceaux du GBT : le palonnier, les anneaux de levage, les élingues et les dispositifs d'équilibrage (vérins hydraulique),
- Pour la manutention du faux sommier : les grappins de préhension, le palonnier et les élingues,
- Pour la manutention du support sommier / sommier : le couvercle de la boîte de transfert, les blocs de levage (doigts mobiles et parties statiques) et les élingues.
- Pour la manutention du SCOT : les élingues et anneaux d'accrochage

A ces EIP-S est associée une exigence de tenue au SMHV (SMS pour le palonnier du BCC) ainsi que, pour chaque élément de la chaîne de levage (hors pont), une fiabilité de l'ordre de quelques 10^{-7} an⁻¹.

Le pont tournant et l'ensemble des systèmes de sécurité (freins, alarmes, dispositifs parasismiques...) le composant portent le statut d'EIP-S. Une exigence de tenue au SMHV (pont dimensionné au SMS) et de disponibilité permanente est associée à l'ensemble des systèmes de sécurité dès lors qu'une opération de manutention est réalisée.

Les butées du chariot présent sur dalle, qui assurent sa localisation en cas de séisme et permettent d'éviter en chute en cuve, sont EIP-S. Ces butées ont une exigence de tenue au SMHV.

Parmi les SSC concourant à la maîtrise des inconconvénients, les dispositions assurant la filtration des effluents gazeux avant rejet à l'environnement portent le statut d'EIP-I, au regard de leur contribution à la maîtrise des

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 21/27

rejets dans l'environnement en fonctionnement normal. Il s'agit du dispositif de filtration THE en sortie du SCOT (physiquement installé sur l'extraction du système de ventilation dans le tunnel F) et du Dernier niveau de filtration (DNF) THE du système EBA.

Enfin, les activités concernant :

- Les essais des dispositifs d'accrochage préexistants (trous taraudés sur le BCC et PBT) à 1,25 CMU,
- La mise en place des systèmes de manutention/levage (crochets, élingues, palonniers...) pour les manutentions objet de la note, en référence aux modes opératoires établis,
- Les activités de contrôle, préalables aux manutentions, définies en fin de § 3.2.2,

sont des AIP.

6. RADIOPROTECTION

6.1. EXPOSITION INTERNE

6.1.1. Manutention du BCC

Pour le transfert du BCC, des dispositions particulières sont prévus afin de garantir la non dispersion de la contamination et la récupération des éventuelles égouttures.

Ces aménagements pris vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives garantissent que le niveau de contamination atmosphérique soit inférieur à 1/40ème de la LDCA équivalente au voisinage immédiat du BCC.

Les balises de surveillance globale de l'installation permettent d'identifier toute évolution rapide de l'ambiance atmosphérique au sein du BR. Des balises mobiles aux postes de travail complètent la surveillance.

Enfin en cas d'opérations nécessitant d'intervenir au contact du BCC, des EPI spécifiques seront définis

6.1.2. Manutention du PBT

Lors du transfert du PBT sur le tunnel F pour le décalorifugeage, des dispositions sont mises en place afin d'éviter toute dispersion de contamination par égouttures.

Le niveau de contamination atmosphérique est estimé inférieur à 1/40ème de la LDCA équivalente au voisinage immédiat du PBT.

Les balises de surveillance globale de l'installation permettent d'identifier toute évolution rapide de l'ambiance atmosphérique au sein du BR ; des balises mobiles aux postes de travail complètent la surveillance

Enfin en cas d'opérations nécessitant d'intervenir au contact du PBT, des EPI spécifiques seront définis suite à l'analyse de risques en complément des dispositions présentées ci-dessus.

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTÈLEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 22/27

6.1.3. Manutention du GBT et SCOT

Lors de ces opérations, il n'y a pas de disposition particulière de confinement local et de propreté radiologique, mis à part la fixation d'une gatte de rétention lors du transfert du GBT afin de récupérer d'éventuelles égouttures.

Les éléments présentés au § 4.1 et les moyens de surveillance associés (cf. §6.1.1) à ce dispositif sont présents.

Dans ces conditions le niveau de contamination atmosphérique est estimé inférieur à 1/40ème de la LDCA équivalente au voisinage immédiat du GBT et de la SCOT.

6.1.4. Manutention du terme source

Le transfert du terme source vers l'atelier du tunnel D s'effectue en deux étapes, dans un premier temps l'extraction du terme source de la cuve puis le transfert du terme source vers l'atelier du tunnel D.

Au cours de l'extraction du terme source de la cuve, des dispositions spécifiques sont mises en place afin d'éviter le risque d'égouttures sur la dalle.

Pour le transfert au tunnel D, le terme source est déposé dans un chariot qui se déplace ensuite jusqu'au tunnel D.

Le chariot muni de son couvercle sert de confinement statique au terme source.

Enfin les éléments présentés au § 4.1 et les moyens de surveillance associés (cf. §6.1.1) viennent compléter ces dispositifs.

Dans ces conditions le niveau de contamination atmosphérique est estimé inférieur à 1/40ème de la LDCA équivalente

6.2. EXPOSITION EXTERNE

6.2.1. Manutention du BCC, PBT, GBT et SCOT

Lors des opérations de transfert du PBT, GBT et SCOT aucun dispositif particulier n'est mise en place, le niveau débit de dose ambiant est compatible avec les limites de la zone contrôlée verte.

Pour les opérations de transfert du BCC, une virole de protection biologique est présente sur sa partie inférieure pour garantir un débit de dose respectant les limites de débit de dose de la zone contrôlée jaune.

6.2.2. Manutention du terme source

Manutention du faux sommier

Lors de l'extraction du faux sommier de la cuve une protection installée pour délimiter et interdire l'accès à la zone radiologique rouge située au-dessus du faux sommier. Au-delà de cette protection le niveau débit dose respecte les limites de la zone radiologique orange.

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 23/27

La conception du dispositif de manutention est prévue de telle sorte qu'aucun opérateur n'ait à intervenir à proximité de la charge jusqu'à ce que le colis soit déposé dans le chariot de transfert. Le suivi et le guidage lors de l'extraction de la cuve s'effectue par caméras.

Durant toute la phase de manutention, le pontier se trouve en R521 (zone contrôlée verte). L'accès au R936 et autour du dôme (niv. +22 m et +28,5 m) sont strictement limités aux intervenants spécialement autorisés.

Une fois le colis déposé dans la boîte de transfert, le décrochage des grappins du palonnier est réalisé en R936 par le biais de la commande de la motorisation des grappins qui se trouve à plus de 15 mètres de la boîte de transfert. (Le DED en périphérie de la boîte de découpe au niveau du poste d'intervention respecte les limites de la zone contrôlée jaune).

Une fois le faux sommier décroché, la mise en place du couvercle sur la boîte de transfert et de découpe est réalisée selon le même principe que pour la dépose du faux sommier dans la boîte.

Le décrochage des élingues reliant le couvercle au crochet du pont est réalisé à l'aide d'un dispositif à crochets automatiques ou à linguets permettant de minimiser la durée de l'opération.

Le bilan dosimétrique de ces opérations est présenté dans le document [8].

Manutention du sommier / support sommier

Compte tenu des niveaux d'activation élevés des structures du sommier (basés sur des mesures en cuve), il est retenu de mettre en œuvre le couvercle du chariot de transport sur la partie supérieure du sommier qui sert de protection biologique. Le DED est ainsi atténué au-dessus du sommier mais les niveaux de DED atteints autour de l'ensemble sommier / support sommier équipé du palonnier/couvercle restent élevés, notamment en partie radiale en face des ouvertures des LIPOSO.

Comme pour la manutention du faux sommier, la conception de la manutention est prévue de telle sorte qu'aucun opérateur n'ait à intervenir à proximité de la charge jusqu'à ce que le colis soit déposé dans le chariot de transfert.

Le guidage lors de l'extraction de la cuve se fait à distance par l'utilisation de caméras.

Durant toute la phase de manutention, le pontier se trouve en R521 (zone contrôlée verte). L'accès au R936 et autour du dôme (niv. +22 m et +28,5 m) sont strictement limités aux intervenants spécialement autorisés.

Le niveau de DED sur dalle à partir du moment où la face supérieure du couvercle sort de l'eau respecte les limites de débit de dose de la zone contrôlée jaune.

Le sous ensemble sommier et support sommier est posé dans le chariot de transfert. Le DED au contact du chariot de transfert est alors compatible avec les limites de la zone contrôlée réglementée jaune.

Une fois le colis déposé dans la boîte de transfert, le déverrouillage des blocs de levage est réalisé en R936 comme avec le faux-sommier par l'intermédiaire du boîtier de commande des actionneurs des doigts. Une fois cette opération réalisée, après vérification du DED (zone jaune), un intervenant équipé d'un harnais, accède sur le couvercle pour décrocher les élingues reliant le palonnier/couvercle au crochet du pont tournant. Les élingues sont équipées d'un dispositif à crochet automatique ou à linguets permettant de minimiser la durée d'intervention.

Le bilan dosimétrique de ces opérations est présenté dans le document [8].

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAITRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 24/27

ANNEXE : EVALUATION DES ACTIVITES VOLUMIQUES DANS LE BR EN FONCTIONNEMENT NORMAL ET INCIDENTEL

L'objectif de cette annexe est d'évaluer les niveaux de contamination atmosphérique atteints au voisinage des objets extraits de la cuve ou de la dalle : morceaux de GBT après découpe sur dalle lors de leur transfert vers l'entreposage ou le sas de traitement des blocs de GBT, extraction du Terme Source depuis la cuve en eau jusqu'à dépose dans le chariot de découpe. La contamination atmosphérique a pour origine en fonctionnement normal :

- La mise en suspension de l'inventaire radiologique associé à l'objet lui-même :
 - Contamination présente sur les plaques de couverture de la semelle inférieure du GBT mobilisée par la mise en mouvement de l'objet lors de sa manutention ;
 - Eau de la cuve primaire transportée avec l'objet issue de la cuve, mise en suspension par évaporation ;
- L'évaporation de l'eau contenue dans la cuve et transférée vers le hall BR via l'ouverture du GBT ;
- Le dégazage tritium des structures émergées dans la cuve.

En fonctionnement accidentel, la contamination atmosphérique a pour origine :

- La chute d'une masse enveloppe de 100 kg de soude à partir d'un bloc de GBT en cours de manutention ;
- La chute d'un volume de 100 L d'eau à partir d'un élément en provenance de la cuve en eau.

1. Evaluation de l'activité maximale mise en suspension en fonctionnement normal

Hypothèses

L'inventaire radiologique mobilisable lors des opérations de manutention est issu :

- De la contamination présente sur les plaques de couverture du GBT ;
- De l'eau de la cuve mobilisée par évaporation à partir de la cuve elle-même et de l'objet extrait de cette dernière.

Dans la présente justification, les termes sources radiologiques sont réévalués à la date du 1^{er} janvier 2018.

L'ensemble support sommier / sommier est considéré comme le plus pénalisant des objets extraits de la cuve au regard de la surface mouillée associée (surface de 1860 m² environ). On considère que la masse d'eau transportée avec l'objet lors de son extraction de la cuve est de 1000 L (correspondant à une épaisseur d'un film d'eau uniformément réparti sur toute la surface de l'objet de 0,5 mm environ). Cette hypothèse apparaît réaliste compte tenu de l'égouttage probable de l'objet lors de son extraction (les manutentions sont effectuées à vitesse réduite). La surface contaminée des blocs de GBT est prise égale à :

- 78,6 m² pour la partie horizontale du calorifuge (tenant compte du fait que la contamination se trouve en face inférieure et supérieure des plaques de couvertures du calorifuge),
- 66,1 m² pour la partie verticale (viroles interne et externe du GBT).

	NOTE		
	INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DÉMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SÛRETÉ, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 25/27

Le volume dans lequel le niveau de contamination atmosphérique est évalué correspond au volume du ciel de cuve (2350 m³ environ) et de la zone située à 3 m de l'objet :

- Volume de 1325 m³ pour l'ensemble support sommier / sommier,
- Volume de 800 m³ pour le bloc de GBT le plus volumineux.

Lors des opérations d'ouverture de la dalle (lors de l'extraction des blocs de GBT ou des éléments du Terme Source de la cuve), le débit de ventilation de la cuve est annulé. On considère ainsi que le taux de renouvellement dans le volume du ciel de cuve ainsi que dans le volume entourant les objets manutentionnés est égal à celui du hall BR (taux de renouvellement de 0,25 Vol/h).

Les caractéristiques des structures émergées de la cuve (dans lesquelles le tritium a diffusé) sont les suivantes :

- Surface totale de 6000 m²,
- Epaisseur moyenne des tôles : 1 cm.

L'entraînement aéraulique de la contamination surfacique présente sur les structures émergées de la cuve et sur le calorifuge du GBT et de la dalle est négligé, la ventilation de la cuve étant stoppée lors des opérations d'ouverture de la dalle.

Pour ce qui concerne l'évaporation de l'eau (en provenance de la cuve et de l'objet transportée avec l'élément du Terme Source), il est considéré que le coefficient d'évaporation σ est de 10 kg/m²/h (correspondant à une eau très peu agitée). Les données prises en compte pour l'évaluation du débit d'eau évaporé sont les suivantes :

- Surface d'évaporation: 1860 m² pour le Terme Source et 350 m² environ pour la cuve,
- X'' (teneur massique en eau de l'air saturé à la température de la surface de l'eau) égale à 0,015 kg/kg (pour une température de l'eau de 20°C compte tenu du diagramme de l'air humide),
- X (teneur massique en eau de l'air soufflé sur la nappe d'eau) égale à 0,002 kg/kg.

Sur la base de ces données, le débit d'évaporation de l'eau est évalué :

- à 7,6 kg/h environ pour la cuve,
- à 5 kg/h environ pour l'objet.

Dans une démarche conservative, les taux de remise en suspension suivants sont considérés :

- Mouvement de l'objet et impact sur la contamination surfacique : $F = 10^{-4}$,
- Chute d'un volumique de liquide : $F = 3 \cdot 10^{-5}$,
- Mise en suspension associée à l'évaporation de l'eau : $F = 10^{-5}$; sauf pour le tritium pour lequel on considère un facteur d'entraînement de 1.

Evaluation des activités volumiques

Pour le cas du Terme Source, le niveau d'activité volumique atteint est de 4,7.10³ Bq/m³ correspondant à 0,01 LDCA. A noter la forte contribution de l'eau évaporée à partir de l'objet face à celle issue de la cuve, ainsi que la contribution quasi exclusive du tritium au niveau de LDCA atteint.

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 26/27

De même pour le cas du GBT pour lequel le niveau d'activité volumique atteint est de $3,3 \cdot 10^3$ Bq/m³ correspondant à 0,009 LDCA. A noter la forte contribution de l'eau évaporée depuis la cuve face à celle issue de l'objet, ainsi que la contribution quasi exclusive du tritium au niveau de LDCA atteint.

2. Evaluation de l'activité maximale mise en suspension en fonctionnement incidentel

Pour le Terme Source, il est considéré la chute instantanée d'un volume d'eau de 100 L. Le terme source radiologique associé cet inventaire est identique à celui considéré en fonctionnement normal.

Le taux de remise en suspension associé à la chute d'un volume de liquide pris en compte dans la présente évaluation est $F = 3 \cdot 10^{-5}$.

L'activité est remise en suspension dans le volume entourant l'ensemble support sommier / sommier (1325 m³) de manière instantanée.

L'évaluation du niveau de contamination atmosphérique atteint dans cette situation est présentée sur le tableau suivant.

Radioélément	Activité volumique (Bq/m ³)	Nb LDCA
Co60	6,36E-05	1,30E-07
Cs137	2,07E-03	1,67E-06
Fe55	2,10E-02	2,32E-06
HTO	7,23E-01	1,56E-06
Ni63	8,80E-02	5,49E-06
Total	8,34E-01	0,00001

Ce calcul montre que, la contribution de la chute d'un volume d'eau de 100 L depuis le Terme Source lors de son extraction de la cuve au niveau de contamination atmosphérique dans le volume entourant l'objet est faible.

Pour le bloc de GBT, il est considéré la chute d'une masse de soude de l'ordre de 100 kg. Le terme source radiologique associé à cet inventaire de soude est déterminé sur la base de l'activité massique du sodium primaire à la date du 1^{er} janvier 2018.

L'activité est remise en suspension dans le volume entourant le bloc de GBT lors de sa manutention (800 m³).

L'évaluation du niveau de contamination atmosphérique atteint dans cette situation est présentée sur le tableau suivant :

Radioélément	Activité volumique (Bq/m ³)	Nb LDCA
Co60	2,52E-04	5,13E-07
Cs137	1,10E-02	8,82E-06
Fe55	4,55E-03	5,02E-07

	NOTE		
	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 MANUTENTION DE CHARGES LOURDES		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617028759	Indice : A	Page 27/27

HTO	1,99E+00	4,31E-06
Na22	4,03E-02	9,67E-06
Ni63	4,69E-02	2,93E-06
Total	2,10E+00	0,00003

La contribution de la chute d'une masse de soude liquide de l'ordre de 100 kg à partir du bloc de GBT lors de sa manutention dans le hall BR au niveau de contamination atmosphérique dans le volume entourant l'objet est très faible.

