



## 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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D

Référence : D455617000084

Indice : A

Nb de pages : 32

Applicabilité :

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 démantèlement dans l'atelier du tunnel D des internes de cuves irradiés que sont le faux sommier et l'ensemble sommier / support sommier.

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](http://www.edf.fr)

EDF - SA au capital de 930 004 234  
euros - 552 081 317 R.C.S. Paris  
Le groupe EDF est certifié ISO 14 001

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 2/32

Code OTP : E230/005131/EDECBLR-M

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

Pré-diffusion formalisée (indice en cours) : A	OUI
Auprès de :	
[Redacted content]	

DIPDE P10 Note v1

INDICE	MODIFICATIONS
A	Création du document

	<b>NOTE</b>		
	<b>INB N°91 - DOSSIER DE L'ETAPE 2 DU DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D</b>		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 3/32

**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,...)

Condition 2

oui      non

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**

**Catégorie 3**

**Catégorie 4**

La note est importante en ce qui concerne

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

oui

non

**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 DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVENIENTS POUR LES OPERATIONS DE DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 4/32

### 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 démantèlement dans l'atelier du tunnel D des internes de cuves irradiés que sont le faux sommier et l'ensemble sommier / support sommier.

### REFERENCES

- [1] D455616025971 : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement – Description des installations et opérations
- [2] D455617009145 : INB n°91 – Dossier de l'Etape 2 du démantèlement – Note d'introduction
- [3] D455617025204 : 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 dans l'atelier MDA
- [4] 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 DEMANTELEMENT - NOTE D'ANALYSE DE SURETE, DE RADIOPROTECTION ET DE MAÎTRISE DES INCONVÉNIENTS POUR LES OPÉRATIONS DE DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 5/32

## SOMMAIRE

0.	CLASSEMENT .....	4
1.	OBJET .....	4
2.	DESCRIPTION DES OPERATIONS.....	4
2.1.	TRAITEMENT DU FAUX-SOMMIER DANS LE TUNNEL D.....	4
2.2.	TRAITEMENT DE L'ENSEMBLE SOMMIER / SUPPORT SOMMIER DANS LE TUNNEL D.....	5
3.	DEMONSTRATION DE SURETE.....	5
3.1.	GARANTIE DES FONCTIONS DE SURETE EN FONCTIONNEMENT NORMAL .....	5
3.2.	IDENTIFICATION DES RISQUES .....	7
3.2.1.	DEFAILLANCE DES EQUIPEMENTS ASSURANT LE CONFINEMENT .....	7
3.2.2.	RISQUE DE PERTE DE LA MAITRISE DES MOYENS DE DECOUPE.....	9
3.2.3.	RISQUES D'ORIGINE MECANIQUE .....	11
3.2.4.	RISQUES LIES A LA PRESENCE POTENTIELLE DE SODIUM SUR LES ELEMENTS DU TERME SOURCE A DECOUPER ET CONDITIONNER EN DECHETS .....	13
3.2.5.	RISQUES D'INCENDIE .....	14
3.3.	AGRESSIONS.....	16
3.3.1.	EXPLOSION, EMISSION DE PROJECTILES DANS LE BR.....	17
3.3.2.	CHUTES DE CHARGES ET COLLISIONS .....	17
3.3.3.	INCENDIE D'ORIGINE INTERNE AU BR.....	18
3.3.4.	INONDATION D'ORIGINE INTERNE AU BR .....	18
3.3.5.	SEISME.....	19
3.4.	ANALYSE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES .....	20
3.4.1.	ETUDE DES CONSEQUENCES DE DEFAILLANCES DE SSC MULTIPLES ET SIMULTANÉES.....	20
3.4.2.	ETUDE DES CONSEQUENCES D'UN INCENDIE INTERNE AU TUNNEL D.....	22
3.4.3.	ETUDE DES CONSEQUENCES D'UN SEISME SUR LES ATELIERS DU TUNNEL D.....	24
3.4.4.	IMPACT DOSIMETRIQUE ENVELOPPE : .....	25
4.	DEMONSTRATION DE LA MAITRISE DES INCONVÉNIENTS .....	25
5.	EIP ET EXIGENCES AFFÉRENTES.....	26
6.	RADIOPROTECTION .....	27

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 6/32

6.1. EXPOSITION INTERNE .....	27
6.2. EXPOSITION EXTERNE .....	27

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 7/32

## 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 démantèlement dans l'atelier du tunnel D des internes de cuves irradiés que sont le faux sommier et l'ensemble sommier / support sommier. Sont ainsi traitées les opérations de déplacement (hors manutention), de découpe et de mise en colis de déchets du terme source.

## 2. DESCRIPTION DES OPERATIONS

Les opérations de découpe, de mise en colis de déchets et évacuation du faux sommier et l'ensemble sommier / support sommier (par la suite dénommé Terme Source) nécessitent la création de nouvelles installations au sein du bâtiment réacteur :

- Un atelier de découpe installé dans le Tunnel D avec système de ventilation associé,
- Une voie d'évacuation des colis de déchets composée de la cellule MSC réaménagée et du chariot FIAT modifié (pour le transfert), actuellement présent dans l'APEC.

Ces installations ainsi que l'ensemble des opérations effectuées sont détaillés dans le document de référence [1] joint au dossier Etape 2.

### 2.1. TRAITEMENT DU FAUX-SOMMIER DANS LE TUNNEL D

Le faux-sommier est manutentionné depuis la cuve puis déposé dans le chariot de transfert et de découpe. Une fois installé dans le chariot (l'eau résiduelle aura préalablement été asséchée), il est transféré dans l'atelier du tunnel D où les opérations de découpe débutent. [REDACTED]

[REDACTED] Les procédés de découpe utilisés pour le traitement du faux-sommier sont les suivants :

- [REDACTED]
- [REDACTED]

Les étapes du traitement du faux-sommier sont les suivantes :

- Etape 1 : traitement des deux plaques supérieures et des raidisseurs,
- Etape 2 : traitement des entretoises,
- Etape 3 : traitement des deux plaques inférieures.

Pour chaque étape, on commence par la zone intérieure de sorte que les zones les plus irradiantes soient traitées en premier. Une fois générés, les déchets sont triés, conditionnés, caractérisés puis évacués.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 8/32

## 2.2. TRAITEMENT DE L'ENSEMBLE SOMMIER / SUPPORT SOMMIER DANS LE TUNNEL D

Le traitement du sommier / support sommier repose sur les mêmes fonctionnalités que celles mises en œuvre pour le traitement du faux sommier. [REDACTED]

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Le principe de traitement du sommier / support sommier est le suivant :

- Etape 1 : Traitement de la partie centrale du sommier :
  - Détourage [REDACTED] de la plaque supérieure du sommier, découpe [REDACTED] de la partie supérieure des chandelles et évacuation du bloc,
  - Découpe [REDACTED] de la zone inférieure des chandelles et évacuation des chandelles (pour les chandelles J, cette opération est menée après inspection pour vérification de l'absence de sodium au niveau du trait de coupe),
  - Détourage [REDACTED] de la plaque inférieure du sommier et évacuation du bloc ;
- Etape 2 : Traitement des structures du sommier [REDACTED] :
  - Découpe de la couronne résiduelle de la semelle supérieure (interne à la virole),
  - Découpe des entretoises,
  - Découpe du caisson sommier ;
- Etape 3 : Traitement du Support Sommier [REDACTED] :
  - Découpe des clavettes de liaison Sommier / Support Sommier,
  - Découpe de la partie centrale du caisson,
  - Découpe de la partie inférieure de la virole,
  - Découpe de l'anneau de support.

Une fois générés, les déchets sont triés, conditionnés, caractérisés puis évacués.

## 3. DEMONSTRATION DE SURETE

### 3.1. GARANTIE DES FONCTIONS DE SURETE EN FONCTIONNEMENT NORMAL

Les critères et objectifs de sûreté sont définis dans la note chapeau de référence [2]. Cette note présente également, du fait de son caractère générique, la démonstration de la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants. Ainsi, dans le cadre des opérations objet de ce document, la fonction de sûreté à garantir est le confinement des substances radioactives.

En fonctionnement normal, pendant les opérations de découpe du Terme Source, le confinement des matières radioactives est assuré par [1] :

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 9/32

- Un 1<sup>er</sup> ensemble qui assure le confinement de sûreté. Il est obtenu par la combinaison :
  - D'un confinement statique composé des parois du Tunnel D (parois en béton existantes et aménagements spécifiques composés de structures métalliques : planchers, tapes, portes, etc.),
  - D'un confinement dynamique assuré dans le tunnel D par un circuit de ventilation de famille IIB et de classe de confinement C3. La cascade de dépression entre le tunnel D et le chariot de découpe est assurée par un système de ventilation unique, situé dans le tunnel F.
- Un 2<sup>nd</sup> ensemble, englobé par le premier, qui assure la récupération des fines et poussières de découpe radioactives au plus près des opérations de découpe. Il est obtenu par la combinaison :
  - D'un chariot de découpe muni d'une trappe supérieure ouverte permettant le passage de l'outil de découpe. La trappe est refermée lorsqu'il n'y a pas d'opérations de découpe,
  - D'un confinement dynamique : circuit de ventilation de famille IIIB et de classe de confinement C4. Il assure un sens de circulation de l'air de l'extérieur (partie supérieure du Tunnel D) vers l'intérieur du chariot à travers la trappe supérieure ouverte, avec une vitesse d'air minimale de 0,5 m/s et un taux de renouvellement de 25 à 50 vol/h environ. Ces dispositions permettent de réduire significativement la rétrodiffusion des radionucléides mis en suspension dans le chariot de découpe.

Le circuit de ventilation du chariot de découpe, placé à l'extérieur de ce dernier, comporte un filtre THE au niveau de la prise d'air. Une pré-filtration décolmable est placée au niveau de l'extraction, complétée d'un second niveau de filtration THE. La gaine d'extraction, de classe de confinement C4, est reliée à l'amont du registre d'isolement et du filtre THE du ventilateur d'extraction situé dans le Tunnel F. Un aspirateur à copeaux muni de son propre filtre THE est mis en œuvre lors des opérations de découpe dans le chariot.

Le choix des classes de confinement et de la famille de ventilation est basé sur la valeur de LDCA mis en jeu lors des séquences enveloppes de découpe :

- Du platelage supérieur du sommier (partie centrale) : [REDACTED]
- Des entretoises du faux sommier : [REDACTED]
- Des chandelles du sommier en partie haute : [REDACTED]
- Du platelage supérieur du sommier (partie périphérique) : [REDACTED]

En dehors des opérations de découpe, le chariot est fermé (bras de découpe sorti) et reste ventilé. L'admission d'air dans le chariot est assurée par transfert après réduction à 5 vol/h du débit d'extraction.

Le conditionnement en colis R73 des déchets fortement radioactifs (déchets  $A_{diff}$ ) est réalisé via la cellule MSC, qui est une extension directe et continue du confinement assuré par le tunnel D. Les colis assurent également la continuité du confinement lorsqu'ils sont arrimés à la cellule MSC et garantissent *in fine* le confinement des déchets. Avant leur évacuation vers l'INB 141 par le chariot fiat, la trappe d'évacuation de la cellule MSC et le colis sont refermés. Les autres déchets radioactifs sont évacués en caisson 5m<sup>3</sup> à partir du sas R507. Lorsque ce dernier est ouvert pour l'évacuation des colis, il est isolé du tunnel D.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 10/32

### 3.2. IDENTIFICATION DES RISQUES

La fonction de sûreté à assurer est le confinement des substances radioactives. La remise en cause du confinement peut avoir pour origine :

- La défaillance des équipements assurant le confinement ;
- L'agression d'un SSC concourant au maintien du confinement, au regard des risques inhérents aux opérations :
  - Le risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe,
  - Les risques d'origines mécaniques (collision lors de manutention, coincement, explosion),
  - Les risques liés à la présence potentielle de sodium sur les éléments du terme source à découper et conditionner en déchets (feu, explosion),
  - Le risque d'incendie lié à la nature des travaux effectués dans la zone de travail de la cellule du Tunnel D (découpe) et à la présence de matériel électrique.

En fonctionnement normal, lorsqu'une opération est en cours dans l'atelier, les substances radioactives sont confinées par les parois de l'atelier du tunnel D (statique) et par le système de ventilation (dynamique). En situation dégradée ou accidentelle, le repli en configuration sûre consiste en l'arrêt d'urgence des opérations en cours et à l'arrêt de la ventilation de l'atelier ceci afin :

- De limiter voir stopper la mobilisation de substances radioactives induite par les opérations en cours,
- De confiner les substances à l'intérieur de l'atelier.

Cette configuration sécurisée est atteinte par action sur le système d'arrêt d'urgence qui coupe l'alimentation électrique de l'atelier ainsi que l'alimentation du système de ventilation.

#### 3.2.1. Défaillance des équipements assurant le confinement

##### 3.2.1.1. Défaillance intrinsèque des équipements

La défaillance intrinsèque des équipements assurant le confinement n'est postulée que sur les équipements actifs et certains équipements spécifiques (filtres THE). Elle concerne donc exclusivement le système de confinement dynamique. Elle peut avoir comme origine une défaillance d'un organe du système de ventilation ou la fermeture intempestive d'un dispositif d'isolement (registre, clapet coupe-feu).

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

- Prévention :
  - Des interverrouillages câblés associés à la mesure de la pression dans le Tunnel D et au débit d'air extrait du chariot de découpe sont mis en œuvre. Ainsi, la réalisation d'une séquence de découpe est conditionnée à la conformité des paramètres de la ventilation, au regard des valeurs considérées pour son dimensionnement.
- Surveillance :

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 11/32

- Le Contrôle du fonctionnement de la ventilation générale (tunnel D + chariot de découpe dans ce contexte) installée dans le tunnel F est réalisé par des mesures des débits d'extraction et de soufflage, avec alarme sur valeur basse pour chacune de ces mesures. Cette surveillance est complétée localement au niveau de l'espace supérieur de la zone de travail du Tunnel D par la mesure permanente des niveaux de pression pour détecter la fermeture intempestive d'un organe d'isolement. Elle fait l'objet d'un report en salle de commande du Tunnel D ainsi qu'en salle de surveillance avec alarme sur valeurs basse et haute,

En cas d'atteinte d'un seuil de pression haute, la ventilation est stoppée (arrêt automatique du ventilateur défaillant ainsi que du ventilateur opérationnel) afin d'écartier tout risque de mise en surpression du Tunnel D. Cette disposition permet en outre de limiter les effets de diffusion vers l'extérieur de matière radioactive. L'arrêt de la ventilation est complété par l'arrêt des opérations de démantèlement en cours,

- La perte de charge au niveau des filtres est surveillée localement,
- Des balises de surveillance de la contamination atmosphérique permettant le contrôle de l'activité volumique à l'intérieur du système de confinement. Ceci permet de détecter toute augmentation significative de l'activité volumique pouvant résulter d'une défaillance du système de confinement.

- Limitation des conséquences :

La zone supérieure du Tunnel D est équipée d'un dispositif de protection contre la sur-dépression (casse-vide), prévenant ainsi le risque de détérioration du confinement statique en cas de dérive du niveau de pression.

En cas d'anomalie sur la ventilation (perte de la dépression ou du débit d'extraction nominal), cette dernière est arrêtée automatiquement. Dans le cas du déclenchement d'une alarme sur une balise de surveillance, les opérations en cours sont arrêtées par action manuelle. 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 et arrêt de la ventilation (si déclenchement d'une balise) ;
- Mise en position de sécurité des outils de découpe. Au niveau de la cellule du Tunnel D, le bras robotisé est extrait de l'ouverture du chariot de découpe afin d'assurer sa fermeture ;
- Fermeture des trappes utilisées pour le transfert des colis de déchets après dépose des charges.

L'arrêt des opérations de découpe et de la ventilation du Tunnel D (arrêt des ventilateurs d'extraction et de soufflage) est assuré par la coupure de l'alimentation électrique. Ces actions sont initiées automatiquement sur atteinte d'un seuil de pression haute dans la zone supérieure du Tunnel D.

### 3.2.1.2. Pertes 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.

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 12/32

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 la boîte de découpe en fonctionnement normal. Le confinement des matières radioactives est alors assuré par les parois du Tunnel D assurant le confinement statique.

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 est donc écarté.

En cas de perte d'alimentation électrique, la mise en repli sûr est *de facto* atteinte. 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, la salle de surveillance informe la salle de commande locale de la défaillance (où une vue de l'état de EBA est disponible sur l'écran de synthèse ventilation). Le système de ventilation de démantèlement est arrêté et le chantier est replié à l'état sûr.

- Air comprimé :

Une perte du système d'alimentation en air comprimé conduit à rendre inutilisables certains outillages (actionneurs, décolmatage de filtres, gaz de chasse des outils de découpe,...) et oblige à l'arrêt des opérations en cours (découpe, transfert de déchet, mise en configuration des postes de travail). Sachant que l'alimentation en air est sans impact sur le fonctionnement de la ventilation de chantier, cette défaillance ne modifie pas le confinement des ateliers.

**Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées et au regard de la multiplicité des barrières prévues en fonctionnement normal (cf. 3.1), la défaillance des équipements assurant le confinement des substances radioactives n'est pas de nature à remettre en cause la fonction de sûreté associée.**

**3.2.2. Risque de perte de la maîtrise des moyens de découpe**

La perte de la maîtrise des moyens de découpe peut conduire à la détérioration des systèmes de confinement (statique et/ou dynamique) de sûreté mis en œuvre au niveau de l'atelier du Tunnel D ou entraîner une sur-sollicitation des équipements de découpe et causer un départ de feu. A noter que ce risque induit est traité de manière spécifique au § 3.2.5. La perte de la maîtrise des moyens de découpe peut également conduire à la mobilisation des zones recouvertes d'acier stellité (fortement radioactif) ou de rétentions potentielles de sodium (risque d'explosion).

- Prévention :

- Les procédés de découpe mis en œuvre au niveau de la cellule de traitement du Terme Source font l'objet d'une validation fonctionnelle initiée à partir des recettes réalisées en usine jusqu'aux essais menés in-situ.

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 13/32

Elle permet notamment de valider la cohérence des performances réelles des outils de découpe par rapport aux paramètres de fonctionnement attendus (puissance, vitesse de rotation, débit,...).

- De conception, les déplacements de la tête de découpe sont limités dans le plan horizontal (mouvement orbital) ce qui garantit la maîtrise du positionnement de ce plan de découpe par rapport aux zones stellitées.
- Une base de données numérique est utilisée pour le repérage des coordonnées de découpe afin de garantir la trajectoire (la position des zones stellitées est parfaitement connue) ;
- Il est vérifié que les paramètres des outils de découpe combinés à leur trajectoire préviennent l'agression des zones adjacentes sensibles (zone stellitée ou de présence potentielle de sodium) notamment dans le cas où la découpe est débouchante.
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED] :

Par ailleurs, le dimensionnement du confinement mis en œuvre au niveau de la cellule de traitement du Terme Source (chariot de découpe) tient compte de situations dégradées enveloppes, à savoir le non-respect des séquences de découpe conduisant à la mobilisation des zones recouvertes d'acier stellité. Le cas retenu étant le plus défavorable soit la découpe d'une zone stellitée au plasma.

- Surveillance :

- Les automates de contrôle commande des robots de découpe assurent l'arrêt automatique du procédé de découpe via la chaîne de sécurité, notamment en cas d'une dérive de la trajectoire des outils de découpe,
- Des inspections visuelles régulières de l'état physique des parois et traversées des systèmes de confinement sont menées afin d'anticiper toute dégradation,
- Les moyens de surveillance télévisuelle ainsi que le report en salle de commande des paramètres du procédé de découpe permettent aux opérateurs le contrôle du bon déroulement des opérations.

- Limitation des conséquences :

- En cas d'anomalie détectée, une mise en repli est systématiquement initiée par le déclenchement d'un arrêt d'urgence (manuel ou automatique) qui stoppe les toutes les opérations en cours ainsi que la ventilation de l'atelier du tunnel D.

On notera que les dispositions de maîtrise des risques détaillées ci-dessus sont complétées par les SSC valorisés au titre de la surveillance et de la limitation des conséquences pour se prémunir de la défaillance des systèmes de confinement actifs (mesure de dépressions, de la contamination atmosphérique...).

Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées et au regard de la multiplicité des barrières prévues en fonctionnement normal pour le confinement des substances radioactives (cf. 3.1), la perte de la maîtrise des moyens de découpe n'est pas de nature à remettre en cause la fonction de sûreté associée.

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 14/32

### 3.2.3. Risques 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 l'atelier du Tunnel D 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 opérés à distance : Bras robotisés mis en œuvre au niveau de la cellule de traitement du Terme Source et dans le chariot de découpe (mouvement de rotation et de rehausse de la structure),
- Le coincement des outillages nécessaires aux opérations lors de leur introduction dans les zones de chantier ou des éléments découpés en vue de leur extraction,
- La rupture d'une pièce ou d'un flexible sous pression, conduisant potentiellement à une explosion et/ou à l'émission d'un projectile,
- La chute de charges manutentionnées et/ou déplacées dans l'atelier du tunnel D.

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

- Les outils télé-opérés sont validés par les essais technologiques et les essais usines,
- Les procédures de découpes sont 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 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.

L'émission d'un projectile au niveau de la cellule de traitement du Terme Source est très improbable compte tenu des procédés de découpe retenus. De plus, la présence des parois du chariot de découpe, l'éloignement et la robustesse des parois assurant le confinement statique (parois du Tunnel D) vis-à-vis de la zone où sont réalisées les opérations de découpe et font que le risque de remise en cause du confinement est écarté.

Les tuyauteries de gaz sous pression [REDACTED] et les flexibles d'alimentation hydraulique d'appareils de levage (vérins de levage du terme source dans le Tunnel D) 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.

Les cadres de bouteilles de gaz sous pression sont entreposés en dehors des ateliers et sont contrôlés conformément à la réglementation applicable.

Les bouteilles sont tenues à l'écart des éventuelles projections de particules incandescentes, des sources d'ignitions, de charges combustibles et en dehors des zones de survol pour les manutentions régulières qui sont prévues.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 15/32

Une zone d'exclusion d'entreposage de charges calorifiques et de survol pourra être matérialisée au sol autour de la zone d'entreposage le cas échéant. Les robinets d'alimentation en gaz sont fermés en fin de poste par consigne.

#### Cas particulier de la chute de charges

Les manutentions et transferts de charges réalisés au sein de l'atelier du tunnel D, en particulier via le pont roulant de la cellule du Tunnel D, le pont roulant dans la cellule MSC et le chariot FIAT (pour l'évacuation des colis de déchets R73), peuvent occasionner des chutes de charges.

#### - Prévention :

- 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 les différentes zones de la cellule de traitement du Terme Source sont effectuées à une hauteur limitée au strict nécessaire.
- Les opérations de manutention sont effectuées par du personnel habilité et qualifié pour ce type d'opération ;
- Il a été vérifié que l'architecture et la classe de confinement du Tunnel D sont suffisamment dimensionnées au regard des niveaux de contamination atmosphériques potentiellement atteints en cas de chute d'un composant radioactif ou d'un panier de déchets.

#### - Surveillance :

- 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, les opérateurs réalisent 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 ;
- Avant toute opération de transfert de colis de déchets, un opérateur vérifie que la voie de roulement du chariot est libérée et que l'arrimage du coli de déchets R73 est correctement réalisé.

Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées et au regard de la multiplicité des barrières prévues pour assurer le confinement des substances radioactives (cf. 3.1), les risques d'origine mécanique ne sont pas de nature à remettre en cause la fonction de sûreté associée.

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 16/32

### 3.2.4. Risques liés à la présence potentielle de sodium sur les éléments du terme source à découper et conditionner en déchets

Dans le contexte étudié et en sus du fait qu'il soit radioactif, la présence de sodium sous sa forme solide engendre les phénomènes dangereux suivants :

- Réaction sodium solide/eau (hydrolyse) à température ambiante. 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 (type atelier de confinement), 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.
- 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.

Ces phénomènes sont ainsi susceptibles de détériorer, de manière simultanée, les dispositions de confinement statiques ou dynamiques prévues en fonctionnement normal et de mobiliser une partie de l'inventaire radiologique présent. Toutefois, les éléments du Terme Source sont extraits de la cuve qui a été préalablement mise en atmosphère réactive (carbo, mise en eau, mise en air). Les rétentions potentielles de sodium sont donc isolées et cet isolement ne peut être rompu que lors des opérations de découpe.

- Prévention :
  - La prévention du risque de réaction sodium-eau repose sur l'élimination de l'eau au voisinage des zones identifiées à risque. Ainsi, lors des opérations d'extraction des structures du Terme Source de la cuve, la faible vitesse des manutentions réalisées au moyen du pont tournant permet d'assurer l'égouttage des objets et l'élimination de la plus grande partie de l'eau ;

L'élimination complète de toute trace d'eau libre au contact des structures évacuées de la cuve est assurée par la mise en œuvre des dispositions complémentaires suivantes :

- Mise en place de siphons permettant de vidanger les rétentions d'eau présentes au niveau du sommier lors de son extraction (rétentions susceptibles de se présenter au niveau de la partie inférieure du caisson sommier et du pied des chandelles J) ;
- Par le séchage des structures accueillies dans le Tunnel D, préalablement à l'enclenchement des opérations de découpe. Ce séchage est obtenu par la ventilation du chariot de découpe (balayage à l'air sec) ;
- Inspection préalable aux opérations de découpe pour vérification de l'absence d'eau sur les structures à découper.

La prévention du risque de feu sodium lors des opérations de découpe dans le Tunnel D repose sur les dispositions suivantes :

- Un plan de découpe des structures privilégiant le contournement des zones de rétentions potentielles. Cette disposition est assurée pour les découpes réalisées de manière robotisée, par la programmation des outils.
- Une inspection visuelle préalable à la découpe lorsque cela est possible. Ainsi, les chandelles J font l'objet d'une inspection préalable à la découpe orbitale inférieure.

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 17/32

- Surveillance :

- La surveillance est assurée par les opérateurs de manière visuelle par l'intermédiaire des dispositions de télésurveillance installées dans le Tunnel D.

- Limitation des conséquences :

En cas de détection d'une anomalie par un opérateur (fumée de feu sodium, ...), les opérations de découpe sont immédiatement stoppées par action sur le dispositif d'arrêt d'urgence ;

Le sodium susceptible d'être présent dans les structures du Terme Source est réparti sur de nombreuses zones contenant chacune de très faibles quantités (cf. note D455616025971). Ces zones sont éloignées les unes des autres. Ainsi, la mobilisation simultanée de l'ensemble du sodium contenu dans ces rétentions, consécutivement aux opérations de découpe, est fortement improbable.

En tout état de cause, un départ de feu de sodium n'aurait qu'un périmètre et une durée très limités et ne conduirait pas à l'initiation d'un incendie classique généralisé. La combustion du sodium potentiel n'est pas susceptible de conduire à une température dans la gaine d'extraction supérieure au seuil de détection de la sonde, ce qui aurait pour effet de stopper la ventilation. Le confinement dynamique dans l'atelier serait encore assuré.

A noter que la formation d'un volume ATEX dans la boîte de découpe, notamment dans une situation où la ventilation est arrêtée, nécessiterait la mobilisation instantanée d'un inventaire de sodium de l'ordre de 13 kg. Compte tenu de la nature de l'inventaire sodium associé aux structures découpées dans le Tunnel D et des dispositions mises en œuvre (plan de coupe évitant les zones de rétentions potentielles, dispositions visant à écarter la présence d'eau dans le Tunnel D, ...), cette situation apparaît très fortement improbable.

**Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées et des modalités de découpe prévues, la présence potentielle de sodium sur les structures du Terme Source n'est pas de nature à remettre en cause le confinement des matières radioactives.**

### 3.2.5. Risques d'incendie

L'incendie peut avoir plusieurs initiateurs dont certains résultent de situations à risques précédemment définies. Ils sont en particuliers associés à la nature des travaux effectués dans la zone de travail de la cellule du Tunnel D (découpe) et à la présence de matériel électrique.

- Prévention

La prévention du risque d'incendie dans le Tunnel D repose sur le choix des matériaux de construction des aménagements, des sas et des équipements et matériels :

- Les parois des cellules de confinement sont en matériaux classés M1 pour leur réaction au feu,
- Les câblages de liaison sont classés C1 vis-à-vis de leur comportement au feu. A titre exceptionnel, les câbles moulés et/ou faisant partie intégrante des équipements de procédé pourront être non C1. Ils représentent une très faible charge calorifique et donc un très faible risque de développement de feu.

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 18/32

Dans la mesure du possible, les cheminements des câblages de liaison sont à l'écart des initiateurs potentiels du procédé, et pas au-dessus des initiateurs potentiels et des foyers potentiels (des armoires électriques notamment),

- Dans le Tunnel D, les fumées et poussières sont aspirées à l'intérieur du chariot de découpe. L'extraction du Tunnel D est munie d'un système pare-particule incandescente (en amont des filtres THE),
- Dans les différentes zones de la cellule du Tunnel D, l'accumulation de matières combustibles est limitée au strict minimum nécessaire à l'intervention. Un suivi des charges calorifiques introduites est effectué. La densité de charge calorifique ainsi maîtrisée fait que l'occurrence d'un feu entretenu dans l'atelier est très peu probable. En tout état de cause, la durée d'un feu serait très inférieure à 1h30,
- Les armoires et coffrets d'alimentation électriques des équipements sont déportés en-dehors des zones confinées du Tunnel D. Les armoires électriques sont alimentées par le bas,
- Les vérins du dispositif de rehausse et de rotation de la boîte de découpe sont à l'écart des sources potentielles d'ignition. Les liquides hydrauliques nécessaires à ces systèmes sont limités autant que possible,
- Les équipements concernés sont dans un environnement à très faible présence de charge combustible et représentent eux-mêmes une faible charge combustible,
- Les alimentations électriques de puissance des équipements de procédé sont hors tension en dehors des heures de présence des opérateurs et les alimentations en fluides sont isolées,

- Surveillance :

- En heures ouvrables, la surveillance est assurée en premier lieu par le personnel. La surveillance visuelle dans les zones inaccessibles aux opérateurs est réalisée à l'aide de caméras,
- La détection incendie dans chacune des zones de la cellule de traitement du Terme Source est assurée par ailleurs par un système de détection disposant d'un report en salle de surveillance avec indication de localisation. Les opérations de découpe prévues dans la boîte de découpe peuvent générer des fumées et des poussières. Il n'est donc pas retenu de mettre en place une détection optique de fumée. Les détecteurs incendie peuvent être inhibés pour le besoin des opérations. Cette inhibition est couverte par un permis de feu. La surveillance est alors assurée localement par les opérateurs présents à leur poste de travail. Le système de DAI est remis en service dans la zone de travail à la fin des travaux (a minima tous les soirs),
- Un tableau de signalisation incendie regroupant l'ensemble des informations en provenance des ateliers mis en œuvre pour le démantèlement des internes de cuve est installé au niveau du poste de surveillance du Tunnel D (local R512). Un tableau de signalisation incendie est par ailleurs installé au niveau de l'accès à chaque locaux et zones de chantier. Une alarme sonore d'évacuation est installée en local avec signalisation du chemin d'évacuation,
- Un système de détection automatique d'incendie est mis en place au niveau de l'extraction de la ventilation de la boîte de découpe et de la zone supérieure de travail du Tunnel D, en amont

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 19/32

des filtres THE. Ce système est constitué d'une détection thermique à seuil de détection bas avec report d'alarme en salle de surveillance,

- Dans les autres zones dans lesquelles la production de fumées ou de poussières n'est pas attendue en fonctionnement normal (sas entrée / sortie du personnel, zones arrière du Tunnel D, sas des voies d'évacuation des déchets), un système de détection optique ponctuel de fumée est installé. L'alarme de détection incendie couvrant ces zones est reportée en salle de surveillance (avec indication de localisation),
- En dehors de ces opérations et des horaires de travail, les détecteurs incendie sont opérationnels et les alarmes sont reportées en salle de surveillance (Bâtiment Contrôle Commande) de l'INB 91, où une permanence est assurée,
- Une surveillance de la part des opérateurs est effectuée 1 heure après l'arrêt des opérations, afin de s'assurer de l'absence de feu couvant,

- Limitation des conséquences :

- Le déclenchement de la DAI (surveillance de la température en gaine d'extraction) conduit à l'arrêt automatique de la ventilation par arrêt des ventilateurs de soufflage et d'extraction implantés dans le Tunnel F. Cette action est complétée par la fermeture automatique des clapets coupe-feu 1h30 présents sur les gaines d'extraction et de soufflage au niveau du sas de ventilation du Tunnel D. Les locaux et zones de chantier sont équipés d'un déclencheur manuel d'alarme qui a pour effet de stopper les opérations en cours ainsi que la ventilation,
- Une zone d'exclusion de charge combustible de 3 m autour des parois en polycarbonate du sas opérateur situé en zone arrière à l'extérieur du tunnel D est définie, ce qui permet de fortement limiter tout risque de propagation de feu vers la zone arrière et depuis la zone arrière,
- Les traversées de câbles dans la paroi béton sont rebouchées coupe-feu 1h30.

Compte tenu des dispositions de maîtrises des risques susmentionnées, un départ de feu ne peut conduire à un incendie et n'est pas de nature à remettre en cause le confinement des matières radioactives.

### 3.3. 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 D455617009145. Elles ne sont donc pas abordées dans l'analyse qui suit.

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 § 3.2.4 (risque explosion) ainsi qu'au § 3.2.5 (risque incendie),
- 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,

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 20/32

En définitive, ce chapitre vise à analyser l'impact d'agressions sur l'ensemble des dispositions valorisées pour garantir le confinement des matières radioactives en fonctionnement normal lors 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 D455617009145. Il s'agit également de l'ensemble des agressions « internes », prenant leur origine à l'intérieur de l'INB et notamment du BR.

### 3.3.1. Explosion, émission de projectiles dans le BR

L'événement redouté est une agression du tunnel D (atelier de découpe du TS) conduisant à la perte du confinement statique.

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. 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. Afin de maîtriser ce risque, 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.

Par ailleurs, le local R416 se situe au niveau + 17,50 m (sous le tunnel E - R523). Ce local est éloigné de l'emplacement du chariot de découpe lorsqu'il est sur dalle et est à l'opposé du tunnel D (R525, niveau + 22,50 m).

De ce fait, le risque d'agression du tunnel D par une explosion hydrogène depuis le R416 est peu probable (distance, présence de plusieurs voiles en béton).

Les sources d'agressions suivantes ne sont pas considérées dans la suite de cette analyse :

- Pour les besoins de la découpe du GBT sur dalle, [REDACTED] Toutefois, les opérations de découpe du GBT seront achevées bien avant le début des opérations de découpe dans le tunnel D (extraction du GBT pour autoriser la mise en place de SCOT et l'extraction du terme Source) [REDACTED]
- L'installation MDA présente également un risque hydrogène (risque de mobilisation sodium-eau). Toutefois, les dispositions de maîtrise du risque explosion mises en œuvre au sein de cette installation permettent d'exclure l'agression du tunnel D (cf. [3]).

En cas de dégradation des systèmes de confinement statiques et/ou dynamique résultant d'une émission de projectiles ou explosion, les opérations de découpe sont immédiatement stoppées.

Au regard des dispositions retenues et de la diversité des systèmes de confinement des substances radioactives (cf. 3.1), les risques d'explosion et d'émission de projectiles en provenance du BR ne sont pas de nature à remettre en cause l'ensemble des SSC assurant la fonction de sûreté associée.

### 3.3.2. Chutes de charges et collisions

Le risque de chute de charge d'origine externe au Tunnel D est pris en compte par l'interdiction de survol des ateliers et des zones dans lesquelles des opérations sont en cours. Par ailleurs, les voiles en béton du tunnel D assurent une protection suffisante contre les collisions.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 21/32

En cas de dégradation des systèmes de confinement statiques (équipements hors murs béton constitutifs de l'atelier) résultant d'une collision, les opérations de découpe sont immédiatement stoppées.

**Au regard des dispositions retenues et de la diversité des systèmes de confinement des substances radioactives (3.1), les risques d'une collision ou chute de charge ne sont pas de nature à remettre en cause l'ensemble des SSC assurant la fonction de sûreté associée.**

### 3.3.3. Incendie d'origine interne au BR

Compte tenu de la stabilité au feu des parois du tunnel D du BR (stabilité au feu postulée de 2h de par la nature et l'épaisseur des murs en béton) seuls les équipements hors murs constitutifs de l'atelier sont à protéger des effets directs d'un incendie d'origine interne au BR, l'objectif étant l'absence de mobilisation des matières radioactives présentes dans l'atelier. Pour cela, la mise en place d'une zone d'exclusion d'entreposage de charge calorifique dans un rayon de 3m autour de ces équipements est définie. A noter qu'une d'exclusion d'entreposage de charge calorifique est également définie dans un rayon de 3m autour du chariot de découpe lorsque celui-ci est sur dalle, chargé d'un élément du terme source.

En cas de détection d'un incendie interne au BR, une mise en repli sécurisée est réalisée. Les opérations de découpe sont immédiatement stoppées par action sur le dispositif d'arrêt d'urgence ;

**Au regard des dispositions retenues en sus des dispositions existantes de maîtrise du risque d'incendie dans le BR, la probabilité de mobilisation par l'incendie de substances radioactives mises en jeu dans l'atelier du tunnel D et dans le chariot de découpe est négligeable. En tout état de cause, les rejets occasionnés ne seraient pas de nature à impacter de manière significative les intérêts à protéger (cf. § 3.4).**

### 3.3.4. Inondation d'origine interne au BR

Les événements redoutés en cas d'inondation interne au BR sont :

- Le lessivage de matières radioactives présentes dans l'atelier du tunnel D et dans le chariot de découpe lorsqu'il est sur dalle et chargé d'un élément de terme source C (perte de confinement par voie liquide).
- La mobilisation du sodium (majoritairement potentiel et sous forme de traces) pouvant conduire à un risque de réaction sodium-eau (risque d'explosion).

Dans le cadre des opérations de l'Etape 2, il n'est pas envisagé la mise en place de circuits d'eau pouvant induire un risque d'inondation dans le BR et dans les tunnels secondaires.

Des circuits d'eau en boucle fermée nécessaires au refroidissement de certains équipements (outils de découpe, moteurs...) seront présents au niveau de la dalle, mais les quantités de fluides sont très limitées et n'induisent pas de risque d'inondation.

Vis-à-vis des eaux d'extinction d'incendie, la dalle et le tunnel D ne sont pas des locaux faisant l'objet d'une extinction à eau (locaux sodium réacteur en fonctionnement). De même, les eaux d'extinction pouvant provenir des autres locaux ne peuvent transiter par conception par le tunnel D et la dalle.

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 22/32

Au regard de ces éléments, il convient de noter que même en cas de déversement d'eau les risques de réaction sodium-eau et de lessivage au niveau du tunnel D et sur dalle sont exclus. En effet, la boîte de découpe - contenant le sodium résiduel et potentiel – est surélevée par rapport au niveau du sol.

Le risque d'inondation - pouvant remettre en cause le confinement des substances radioactives – est écarté dans le cadre des opérations objet de cette étude.

### 3.3.5. Séisme

L'agression sisme peut conduire par agression directe à la perte des SSC qui assurent le confinement des substances radioactives dans l'atelier du tunnel D. Elle peut également avoir un impact sur ces SSC par action indirecte (sisme événement).

En cas de séisme, l'alimentation électrique des différents ateliers et aménagements mis en œuvre dans le cadre du démantèlement des internes de cuve est coupée à partir d'un point accessible sur le chemin d'évacuation du personnel. Le système permettant cette action est à sécurité positive, en cas de défaillance l'arrêt d'urgence est déclenché. Cette disposition vise à atteindre un état de repli sûr de l'ensemble des zones de chantier, tenant compte de l'incertitude associée à l'état fonctionnel des équipements non dimensionnés au séisme pendant et après l'événement.

Cette disposition permet également d'écarter tout risque de mise en surpression des ateliers par la mise à l'arrêt de la ventilation de chantier.

#### 3.3.5.1. Agression directe :

L'intégrité des éléments structuraux du Tunnel D pendant un séisme est garantie par le dimensionnement historique du génie-civil au SMS. Ce dimensionnement sera vérifié en tenant compte des aménagements réalisés sur le GC du tunnel D et de la configuration finale de l'atelier. L'étanchéité du confinement statique n'est pas assurée en cas de séisme.

#### 3.3.5.2. Séisme événement :

La quasi-totalité des dispositions constructives mises en œuvre pour l'aménagement du Tunnel D et de la cellule MSC ne font pas l'objet d'un dimensionnement au séisme. Ainsi, les équipements présents à l'intérieur des ateliers pourraient constituer des missiles (pont roulant, portique cartésien, robots,...) et venir dégrader les SSC assurant le confinement statique des substances radioactives. Toutefois, le confinement statique du tunnel D est assuré essentiellement par les voiles en béton du génie civil. Seuls de gros équipements seraient susceptibles de dégrader cette barrière. A ce titre sont retenues les dispositions suivantes :

- La position de garage du pont roulant du Tunnel D est positionnée à l'écart des parois assurant le confinement et de la zone du chariot de découpe,
- Le poste d'enfûtage des fines et copeaux de découpe est localisé dans une zone abritée et non directement accessible par des objets missiles éventuels,
- Des butées dimensionnées au SMHV sont mises en œuvre afin de garantir la localisation de la boîte de découpe à l'intérieure du Tunnel D et sur la dalle (afin d'écarter le risque de chute en cuve),

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 23/32

- L'interdiction d'entreposer en partie supérieure de la cellule interne du Tunnel D des éléments massifs dont la chute pourrait conduire à des dommages importants.
- L'interdiction d'entreposer dans le BR, à l'aplomb du Tunnel D, des éléments massifs dont la chute pourrait conduire à des dommages importants ;

Nota 1 :

La chute d'un conteneur R73 du chariot FIAT n'est pas de nature à remettre en cause le confinement statique assuré par les parois du tunnel D.

Nota 2 :

Vis-à-vis du risque d'incendie consécutif à un séisme, la mise en repli mise en œuvre en cas de séisme consiste à procéder rapidement à la coupure centralisée de l'alimentation électrique des ateliers (la perte des alimentations électriques pendant le séisme n'étant pas garantie). Cette disposition mise en œuvre à court terme permet de limiter le risque de départ de feu après séisme. En outre, un feu généralisé dans le Tunnel D apparaît peu vraisemblable, compte tenu des dispositions prises.

**Au regard des dispositions retenues, les risques que le séisme conduise à un rejet non-maitrise de substances radioactives à l'extérieur de l'INB sont négligeable. En tout état de cause, les rejets occasionnés seraient limités (cf. § 3.4).**

### 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 la stricte nécessité des dispositions de confinement et de maîtrise des risques valorisées par la démonstration de sûreté.

Les hypothèses retenues pour les situations postulées sont volontairement conservatrices afin de garantir le caractère enveloppe des conséquences.

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

- Résultant de défaillances multiples et simultanées de SSC valorisés au titre de la maîtrise des risques,
- Initiées par les risques inhérents aux opérations réalisées (risque incendie),
- Dont l'origine est une agression (2 scénarios).

#### 3.4.1. Etude des conséquences de défaillances de SSC multiples et simultanées

Il est postulé en tant que scénario une perte du réseau d'extraction de la cellule du Tunnel D au niveau de la boîte de découpe et de l'espace supérieur de la zone de travail. La perte de l'extraction dans le Tunnel D conduit à la suppression de l'atelier étant retenu que le soufflage reste opérationnel (défaillance simultanée du dispositif de coupure du soufflage en cas de surpression). Cette situation est aggravée par la poursuite d'une séquence de découpe.

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page : 24/32

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

- Pour le cas 1, à la découpe [REDACTED] d'une chandelle du sommier dans le chariot de découpe pour ce qui concerne l'inventaire en <sup>60</sup>Co mobilisé (découpe en dehors des zones stellitées),
- Pour le cas 2, à la découpe [REDACTED] de la zone périphérique de la plaque supérieure du sommier pour ce qui concerne l'inventaire tritium mobilisé (découpe nominale en dehors des zones stellitées),
- Rejet dans le hall BR de l'intégralité de l'inventaire radiologique mis en suspension dans le chariot de découpe pendant une séquence de découpe orbitale.
- La porte du hall camion est ouverte. On considère que la totalité de l'inventaire radiologique mobilisé est transféré à l'extérieur du BR.

Les inventaires radiologiques simplifiés par catégories de radionucléides, constituant en définitive 99 % de la dose reçue, sont présentés dans le tableau suivant :

Radionucléides	Catégories	Activités (Bq)
H3 (HTO)	bêta	9,24E+04
Am241	alpha	9,65E-02
Am243	alpha	1,31E-04
Ar39	gaz rare	7,56E+00
C14 (aérosol)	bêta	2,14E+00
Cl36	bêta/gamma	2,56E-01
Cm243	alpha	4,02E-04
Cm244	alpha	1,92E-03
Co60	bêta/gamma	2,27E+06
I129 (vapeur)	bêta/gamma	3,11E-07
Kr85	gaz rare	7,81E-02
Ni63 (aérosol)	bêta/gamma	1,51E+04
Pu238	alpha	6,53E-02
Pu239	alpha	3,39E-02
Pu240	alpha	4,01E-02
U235+	alpha	3,39E-02

Tableau 1 : Cas 1 - Scénario de défaillance des SCC concourant au confinement des matières radioactives

Radionucléides	Catégories	Activités (Bq)
H3 (HTO)	bêta	3,53E+06
Ag108m	bêta/gamma	7,91E+02
Am241	alpha	2,79E+01
Am243	alpha	3,80E-02
Ar39	gaz rare	2,19E+03
C14 (aérosol)	carbone 14	6,20E+02
Cl36	bêta/gamma	7,40E+01

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 25/32

Cm243	alpha	1,16E-01
Cm244	alpha	5,56E-01
Co60	bêta/gamma	2,82E+06
Fe55	bêta/gamma	9,19E+05
I129 (vapeur)	bêta/gamma	9,00E-05
Kr85	gaz rare	2,26E+01
Mo93	bêta/gamma	1,30E+04
Ni63 (aérosol)	bêta/gamma	4,69E+06
Pu238	alpha	1,89E+01
Pu239	alpha	9,80E+00
Pu240	alpha	1,16E+01
Pu241	bêta/gamma	2,54E+02
U235	alpha	9,80E+00

Tableau 1 : Cas 2 - Scénario de défaillance des SCC concourant au confinement des matières radioactives

### 3.4.2. Etude des conséquences d'un incendie interne au tunnel D

Il est postulé que la situation enveloppe correspond à un incendie mobilisant l'inventaire radiologique présent dans le Tunnel D. On considère de façon pénalisante que l'incendie affecte le Tunnel D et la cellule MSC (ces deux volumes étant reliés lors des transferts de paniers) de façon simultanée :

- L'inventaire radiologique présent sous forme de contamination surfacique associé :
  - A six paniers de déchets Adiff en attente d'évacuation dans la cellule MSC. Il est considéré que ces paniers de déchets contiennent 1300 kg de déchets pour une surface contaminée de 16 m<sup>2</sup> environ (surface correspondant à une plaque d'acier de 1300 kg et de 20 mm d'épaisseur),
  - De deux autres paniers de déchets Adiff dans le Tunnel D (panier en attente d'évacuation). Les caractéristiques de ces paniers de déchets sont identiques à celles des paniers localisés dans la cellule MSC,
  - Du Terme Source (ensemble support sommier + sommier) localisé dans la boîte de découpe. On considère que le Terme Source est dans sa configuration initiale, avant découpe. Ainsi, la surface contaminée associée est de 1860 m<sup>2</sup> ;

Le taux de remise en suspension considéré en cas d'incendie est de 5.10<sup>-2</sup> (support non combustible).

- L'inventaire radiologique présent dans le fût de collecte :
  - Des résidus de décolmatage du premier niveau de filtration implanté sur l'extraction de la boîte de découpe,
  - [REDACTED]

Cet inventaire est déterminé à partir de l'activité massique la plus pénalisante parmi les structures découpées [REDACTED]

[REDACTED] On considère que le fût contient 165 kg de matière présente sous forme de poudre. Cette

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 26/32

caractéristique est justifiée par le fait que par nature, les résidus collectés dans le premier niveau de filtration sont entraînés par le flux d'air dans la ventilation et donc pulvérulents.

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 en tritium associé à l'élément du Terme Source en cours de traitement dans la boîte de découpe.

L'activité massique du Terme Source 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 de façon conservatrice que l'intégralité de l'inventaire radiologique mis en suspension dans le Tunnel D est transférée dans l'environnement. Cette hypothèse pénalisante permet de couvrir la perte de la quasi-totalité des dispositions du risque incendie dans le tunnel D.

L'inventaire radiologique simplifié par catégories de radionucléides, constituant en définitive 99 % de la dose reçue, est présenté dans le tableau suivant :

Radionucléides	Catégories	Activités (Bq)
H3 (HTO)	bêta	1,04E+10
Ag108m	bêta/gamma	3,93E+06
Am241	alpha	1,39E+04
Am243	alpha	1,89E+01
Ar39	gaz rare	1,09E+07
C14 (aérosol)	bêta	6,16E+07
Cl36	bêta/gamma	3,68E+05
Cm243	alpha	5,78E+01
Cm244	alpha	2,76E+02
Co60	bêta/gamma	3,81E+09
Cs137	bêta/gamma	6,74E+05
Eu152	bêta/gamma	4,30E+06
Eu154	bêta/gamma	3,91E+06
Fe55	bêta/gamma	5,40E+08
I129 (vapeur)	iode	4,47E-01
Kr85	gaz rare	1,12E+05
Mo93	bêta/gamma	6,46E+07
Nb93m	bêta/gamma	8,35E+07
Ni63 (aérosol)	bêta/gamma	2,18E+09
Pu238	alpha	9,39E+03
Pu239	alpha	4,87E+03
Pu240	alpha	5,76E+03
U235	alpha	4,87E+03

Tableau 3 : Scénario d'incendie dans l'atelier du tunnel D

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 27/32

### 3.4.3. Etude des conséquences d'un séisme sur les ateliers du tunnel D

L'inventaire radiologique mobilisé est identique à celui défini au § 3.4.3 pour le risque incendie. On considère ainsi de façon pénalisante que le séisme impacte le Tunnel D et la cellule MSC (ces deux volumes étant reliés) de façon simultanée. Toutefois, les coefficients de remise en suspension diffèrent :

- L'inventaire radiologique présent sous forme de contamination surfacique est considéré comme fixé. Ainsi, le taux de remise en suspension considéré en cas de séisme est de  $10^{-5}$ ,
- Pour ce qui concerne l'inventaire radiologique présent dans le fût de collecte, le taux de remise en suspension considéré en cas de séisme est de  $10^{-3}$  (chute d'une poudre). Le cas présenté ici couvre le cas d'un fût rempli [REDACTED]. En effet, même si l'activité massique de cette matière est plus importante que celle de la zone supérieure des chandelles du sommier, celle-ci n'étant pas présente sous forme finement divisée [REDACTED] il n'est pas réaliste de considérer une mobilisation égale à celle prise en compte pour de la matière finement divisée.

Il est considéré de manière conservatrice que l'intégralité de l'inventaire radiologique mis en suspension dans le Tunnel D est transférée dans l'environnement.

L'inventaire radiologique simplifié par catégories de radionucléides, constituant en définitive 99 % de la dose reçue, est présenté dans le tableau suivant :

Radionucléides	Catégories	Activités (Bq)
H3 (HTO)	bêta	2,27E+04
Am241	alpha	2,77E+01
Am243	alpha	3,78E-02
Ar39	gaz rare	2,18E+03
C14 (aérosol)	bêta	6,16E+02
Cl36	bêta/gamma	7,36E+01
Cm243	alpha	1,16E-01
Cm244	alpha	5,52E-01
Co60	bêta/gamma	3,80E+08
I129 (vapeur)	iode	8,95E-05
Kr85	gaz rare	2,25E+01
Ni63 (aérosol)	bêta/gamma	2,71E+06
Pu238	alpha	1,88E+01
Pu239	alpha	9,74E+00
Pu240	alpha	1,15E+01
U235	alpha	9,74E+00

Tableau 4 : Tunnel D – Conséquences radiologiques d'un séisme

#### Nota :

L'inventaire radiologique mis en suspension évalué ci-avant est largement supérieur à l'en-cours d'activité en suspension dans la boîte de découpe ( $4 \cdot 10^4$  Bq tout radionucléides confondus dans la boîte de découpe).

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 28/32

#### 3.4.4. Impact dosimétrique enveloppe :

L'impact dosimétrique des 4 scénarios d'accident a été évalué via l'outil de calcul qualifié GAZAXI (version 2002). Le scénario enveloppe en terme d'impact dosimétrique est celui où un incendie est postulé à l'intérieur des ateliers du tunnel D.

Pour ce scénario, la dose associée au rejet est de l'ordre de  $1,6 \cdot 10^{-5}$  Sv pour la dose court terme à 500 m et de  $3 \cdot 10^{-5}$  Sv pour la dose moyen terme à 2000 m.

#### 4. DEMONSTRATION DE LA MAITRISE DES INCONVENIENTS

Parmi l'ensemble des opérations de découpe réalisées dans l'atelier du Tunnel D, la découpe [REDACTED] du support sommier est la plus pénalisante vis-à-vis du débit d'activité mis en suspension et rejeté dans l'environnement. Les hypothèses utilisées pour estimer les débits d'activité rejetés sont les suivantes :

- Inventaire radiologique mobilisé :
  - Contamination surfacique correspondant à celle des structures mouillées en sodium lavées.
  - Activité massique égale à celle du support sommier ;
- Découpe [REDACTED] avec les caractéristiques suivantes pour le fonctionnement normal :
  - Largueur de coupe : [REDACTED] (épaisseur d'acier de 40 mm)
  - Vitesse de coupe : [REDACTED]

Après évaluation, il apparaît que :

- Le débit d'activité en tritium rejeté à la cheminée est de  $4,06 \cdot 10^3$  Bq/s ;
- Le débit d'activité en émetteur bêta/gamma rejeté à la cheminée est de 1,52 Bq/s.

Etant considéré deux filtrations THE successives (en sortie d'atelier et au DNF du système EBA), le débit de rejet en émetteurs bêta/gamma est composé de gaz rares, à hauteur de 70%. Compte tenu de la durée effective de découpe par jour [REDACTED]

[REDACTED] les débits de rejet moyennés sur 7 jours consécutifs sont inférieurs à 1 Bq/s pour les émetteurs bêta/gamma et  $10^6$  Bq/s pour le tritium.

Les opérations de découpe [REDACTED] feront l'objet :

- D'une caractérisation préalable de l'inventaire radiologique présent sous forme de contamination surfacique sur les éléments du Terme Source ;
- D'une adaptation des paramètres de coupe [REDACTED] le cas échéant.

Les débits d'activités rejetés à la cheminée lors des opérations de découpe dans le Tunnel D sont inférieurs aux limites spécifiées dans l'ARPE. Les activités annuelles maximales rejetées sont évaluées en tenant compte des spécificités associées à la découpe de chacune des structures traitées dans le Tunnel D (épaisseur, vitesse de coupe, activité et contamination mobilisée, séquençement...).

Les activités rejetées annuellement dans l'environnement en tritium et en émetteurs bêta/gamma associée aux opérations de démantèlement menées dans le Tunnel D sont respectivement égales dans le cas le plus pénalisant à  $3,96 \cdot 10^6$  Bq et  $2,05 \cdot 10^5$  Bq. Les critères de l'ARPE portant sur l'activité gazeuse annuelle rejetée (2 TBq/an pour le tritium et de 0,1 GBq/an pour les émetteurs bêta/gamma) sont donc respectés.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 29/32

## 5. EIP ET EXIGENCES AFFÉRENTES

L'étude a permis de mettre en évidence un ensemble de systèmes, structures et composants (SSC) concourant à la maîtrise des risques présentés par les opérations de déplacement (hors manutention), de découpe et de mise en colis de déchets du terme source.

Au regard de l'analyse effectuée, seuls les SSC présentant un caractère strictement nécessaire pour la démonstration de sûreté portent le statut d'EIP-S. Pour rappel, la stricte nécessité d'une disposition de maîtrise du risque est directement liée aux enjeux qu'ils représentent pour les intérêts mentionnés à l'article L 593-1 du code de l'environnement.

Ainsi, sont classés EIP-S l'ensemble des SSC constituant le confinement statique des matières radioactives dans l'atelier du tunnel D lors du fonctionnement normal de l'installation. Il s'agit ainsi :

- Des parois de l'atelier du tunnel D et par extension, celles de la cellule MSC,
- Du colis R73, lorsqu'il est arrimé à la cellule MSC mais également lorsqu'il assure à lui seul le confinement des déchets (colis non-arrimé et fermé),
- Des dispositifs de bouchage des traversées réalisées sur les parois du tunnel D,
- Des gaines d'extraction du système de ventilation du tunnel D jusqu'au premier niveau de filtration, filtre THE inclus.

Ces EIP-S ont pour exigence de permettre l'atteinte du domaine de fonctionnement nominal pour l'exploitation de l'atelier lorsqu'une opération est en cours. En phase de repli à l'état sûr, ils conservent une intégrité suffisante pour garantir l'absence de diffusion de matière radioactive dans l'enceinte du BR.

Le système d'arrêt d'urgence permettant de stopper toutes les opérations en cours et la ventilation de l'atelier est EIP-S. Il fait l'objet d'exigences particulières à savoir :

- Une disponibilité permanente jusqu'au démantèlement de l'atelier du tunnel D,
- Être à sécurité positive (déclenchement de l'arrêt si défaillance ou agression du système),
- La présence, dans l'atelier du tunnel D, d'actionneurs manuels dans chaque partie accessible aux opérateurs,
- La présence, à l'extérieur du tunnel D, d'au moins 2 actionneurs manuels, directement accessibles au personnel en cas d'évacuation. En cas d'impossibilité de déclencher l'arrêt d'urgence en local, les alimentations électriques de l'atelier et de sa ventilation sont coupées au plus tôt, à partir des armoires EDF situées au bâtiment contrôle commande.

Parmi les SSC concourant à la maîtrise des inconvénients, 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 rejets dans l'environnement en fonctionnement normal. Il s'agit du dispositif de filtration THE en sortie d'atelier du tunnel D et du Dernier niveau de filtration (DNF) THE du système EBA.

	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 DÉMANTELEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 30/32

## 6. RADIOPROTECTION

### 6.1. EXPOSITION INTERNE

En état permanent, la présence du personnel dans la zone de travail de la cellule du Tunnel D n'est pas requise, les opérations étant réalisées de manière robotisée. Les dispositions prises vis-à-vis du confinement des matières radioactives (Cf. § 3.1) combinées aux dispositions d'exploitation (outils de découpe limitant la dissémination et la production de copeaux pour les zones les plus activées, confinement de la boîte de découpe, récupération des copeaux,...) contribuent à limiter le niveau de contamination atmosphérique atteint dans la zone de travail de la cellule du Tunnel D (niveau inférieur à 1 LDCA).

Afin de garantir l'absence de dispersion de contaminants en dehors de la zone de chantier, ces dispositions sont associées à la surveillance de l'activité au moyen de balises de surveillance de la contamination atmosphérique.

Afin de maîtriser la propreté radiologique des locaux lors de la gestion des déchets, des mesures complémentaires sont mises en place :

- Contrôle de la contamination des locaux (mesure de la contamination atmosphérique et de la contamination surfacique labile des colis de déchets), permettant notamment l'autorisation d'ouverture des zones de travail des différents ateliers vers le hall BR ;
- Contrôle visuel de l'état des conteneurs de déchets ;
- Contrôle de contamination surfacique externe des colis de déchets avant sortie de zone contrôlée au titre de la Directive Interne EDF DI 82.

L'accès des opérateurs pour intervention dans la zone de travail de la cellule du Tunnel D pour les opérations de maintenance pourra être réalisé après déclassement de la zone rouge du Tunnel D. Ce déclassement est notamment acquis pour ce qui concerne le risque d'exposition interne par la réalisation de mesures des niveaux de contamination surfacique et atmosphérique et assainissement des zones accessibles le cas échéant (zone supérieure du Tunnel D notamment). Sur la base de l'analyse de risques qui prend en compte ces mesures radiologiques, des protections individuelles seront définies en complément des protections collectives déjà existantes.

### 6.2. EXPOSITION EXTERNE

Comme indiqué précédemment, les opérations de découpe des éléments du Terme Source sont réalisées à distance de manière robotisée.

La conception du tunnel D et de ses aménagements permettent de limiter au maximum l'impact des activités réalisées dans ce dernier sur le public et sur les autres chantiers en cours dans le BR.

Le dimensionnement des protections biologiques au niveau de la boîte de découpe (dont les volets de fermeture) et des interfaces du Tunnel D (puits d'évacuation des déchets  $A_{diff}$ , le local de maintenance des outils de découpe, la porte du tunnel assurant la séparation avec la dalle du réacteur, etc.) contribuent à la limitation des DED en-dehors de la cellule de traitement du Terme Source.

A noter par ailleurs que la planification et la préparation des opérations contribue à la maîtrise globale des opérations et donc de l'exposition des travailleurs (traitement du faux sommier avant le sommier qui est

	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 DÉMANTÈLEMENT RÉALISÉES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 31/32

l'élément le plus irradiant, traitement et retrait des zones les plus activées en premier, établissement d'une cartographie sur les éléments du Terme Source permettant d'identifier les points chauds potentiels et mettre en œuvre le cas échéant des protection additionnelles adaptées,...).

Au regard de ces éléments, les opérations de pilotage des découpes télé-opérées ne représentent pas un impact dosimétrique significatif vis-à-vis du risque d'exposition externe (cf. document [4]).

A contrario, les opérations de maintenance réalisées dans le Tunnel et/ou dans le sas de maintenance ainsi que les opérations associées à la gestion des colis de déchets présentent un impact dosimétrique significatif vis-à-vis de la radioprotection.

### Opérations de maintenance

Les actions de maintenance préventives sont programmées à l'année sur la base du plan de maintenance établi pour tous les équipements du tunnel. La programmation tient compte des contraintes d'accès à l'intérieur du tunnel. Aussi les opérations sont prévues d'être exécutées :

- Principalement pendant les campagnes de reconfiguration du Tunnel D (entre le traitement du faux sommier et celui du sommier / support sommier, [REDACTED])
- Si nécessaire, lors des phases de déclassement du Tunnel D pour changement de palonnier ou de rehausse du Terme Source par exemple ;
- En cas d'aléas.

La problématique de maintenance est prise en compte à la conception de tous les équipements. Autant que possible, les actionneurs et capteurs sont accessibles depuis la zone inférieure de la zone de travail, là où les contraintes d'accès sont moindres.

La maintenance et la reconfiguration des outils sont réalisées au moyen d'une casemate spécifique installée entre la zone de travail du Tunnel D et le sas de maintenance, cette casemate assurant la continuité de la protection biologique de la zone de travail lors des opérations de découpe. Après reconfiguration du Tunnel D (fermeture des volets de la boîte de découpe, mise en place d'une protection biologique sur les déchets nus éventuels dans le Tunnel D, fermeture des fosses et voies d'évacuation des déchets,...), la porte de confinement de la casemate côté Tunnel D est ouverte et le système de découpe à maintenir ou remplacer est déposé par le robot. Après fermeture de la porte de confinement, la porte de protection biologique côté sas de maintenance est ouverte et laisse l'accès aux opérateurs pour intervention.

La gestion des consommables associés aux outils de découpe est basée sur le même principe que celui retenu pour les changements d'outils : boîte à gant accueillant un rack de consommables :

- Positionnable dans l'espace de travail du Tunnel D et donc accessible en fonctionnement normal par le robot ;
- Transféré dans le sas de maintenance après reconfiguration du Tunnel D et ouverture d'une porte de protection biologique installée entre la zone supérieure du Tunnel D et le sas de maintenance.

La configuration de ces aménagements et le principe de leur exploitation permettent de garantir la continuité de la protection biologique des zones accessibles aux opérateurs vis-à-vis des points chauds radiologiques présents dans le Tunnel D et ainsi limiter sensiblement le risque d'exposition externe.

	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 DEMANTELEMENT REALISEES DANS L'ATELIER DU TUNNEL D		
DIPDE_2ED-SRF	Référence : D455617000084	Indice : A	Page 32/32

L'intervention dans le Tunnel D pourra être requise de manière exceptionnelle pour maintenance en cas de situation dégradée (blocage d'un bras de manutention,...). Une procédure de déclassement de zone rouge à zone jaune est définie afin d'autoriser l'ouverture des portes d'accès au Tunnel (verrouillées par un double cadenas). Celle-ci est basée sur la reconfiguration du Tunnel D conformément à celle mise en œuvre lors des opérations de maintenance effectuées dans le sas dédié :

- La boîte de découpe du Terme Source est refermée entièrement (il est rappelé que cette structure intègre une épaisseur de protection biologique permettant de limiter l'ambiance radiologique à proximité immédiate de l'enveloppe à une zone spécialement réglementée jaune). Une fois la boîte fermée, la commande de l'ouverture automatique des volets est consignée ;

L'identification des points chauds existants doit être réalisée ainsi que la mise en place de protections adaptées afin de respecter la limite de débit de dose imposée par le zonage radiologique en vigueur. Le bilan dosimétrique lié à ces opérations est présenté dans le document [4].

#### Gestion des déchets

La conception du Tunnel D et des interfaces avec les voies d'évacuation des déchets (voie A et A<sub>diff</sub>) et l'exploitation des moyens mis en œuvre contribuent à limiter le risque d'exposition externe des opérateurs en charge de la gestion des déchets produits dans le Tunnel D.

La maîtrise de l'impact dosimétrique associé à la mise en colis des déchets produits dans le Tunnel D repose sur les principes suivants :

- Les opérations de colisage des déchets depuis leur production jusqu'à fermeture des colis (6BO, 7BP et R73) est effectuée de manière télé-opérée et robotisée dans le Tunnel D et dans la cellule MSC (la limitation des DED aux postes de travail est assurée par les protections biologiques installées au niveau du Tunnel D et de la cellule MSC et de ses interfaces) ;
- Le colisage des déchets est réalisé après mesure des caractéristiques radiologiques et tri des paniers (aux postes de mesure du Tunnel D et de la cellule MSC). Cette opération permet d'orienter les déchets vers la voie d'évacuation adaptée (et donc vers le colisage approprié garantissant la limitation du DED au contact à 2 mSv/h) ;
- L'optimisation du plan de découpe des éléments du Terme Source permettant l'atteinte du meilleur compromis entre minimisation du nombre de colis et respect de leur conformité. L'utilisation de paniers B pour les déchets A<sub>diff</sub> permet ainsi de réduire sensiblement le nombre de colis à produire ;
- L'optimisation des opérations à réaliser au contact des colis (fixation des couvercles, contrôles radiologiques,...).

La dosimétrie collective associée à la gestion des déchets est principalement due aux opérations une fois le colis fermé (fixation du couvercle, contrôle radiologique avant évacuation...)

Pour l'ensemble des opérations présentées ci-dessus, une surveillance du niveau de débit de dose ambiant est réalisée par la présence aux différents postes de travail de balises gamma.

Le bilan dosimétrique lié à ces opérations est présenté dans le document [4].