


Réfer		AREVA NC MALVESI DIRECTION		
Versi	3.0			PAGE 1/184
Ancien code :		PROCEDURE		
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE VOLUME II : IDENTIFICATION DES RISQUES ET ANALYSES DE SURETE		Date d'application :		
		Nom	Visa	
		Rédacteur :		
		Expert (vérificateur) :		
		Emetteur (validateur) :		
Approbation SMI :				

DOCUMENT(S) DE REFERENCE :

Décret du 20 juillet 2015 autorisant AREVA NC à créer et exploiter une INB dénommée ECRIN

DOCUMENT(S) D'APPLICATION :

Règles Générales d'Exploitation (RGE) de l'INB ECRIN
Plan d'Urgence Interne (PUI) de l'INB ECRIN

NATURE(S) DES MODIFICATIONS :

Prise en compte du courrier ASN CODEP-DRG-2017-036112 du 16 novembre 2017 – Compléments à la demande d'autorisation de mise en service d'ECRIN

DIFFUSION DOCUMENTUM (ASSISTANTES MALVESI) :



DIFFUSION PAPIER :

<input type="checkbox"/>	Poste de travail	
<input checked="" type="checkbox"/>	Externe	ASN

Original papier (signé) chez : Bureau Unité Qualité

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

SOMMAIRE

1 APPROCHE GENERALE DE LA SURETE ET METHODOLOGIE DES ETUDES ET ANALYSES DE SURETE	14
1.1 Définition des Objectifs Généraux de Sûreté	14
1.1.1 Situations / modes de fonctionnement et Objectifs Généraux de Sûreté associés	14
1.1.2 Situations normales et modes de fonctionnement dégradé	14
1.1.3 Situations incidentelles	15
1.1.4 Situations accidentelles de dimensionnement	15
1.1.5 Situations accidentelles hors dimensionnement	15
1.2 Démarche générale de sûreté - EIP – AIP	16
1.2.1 Démarche de sûreté	16
1.2.2 Fonction de Sûreté	16
1.2.3 Analyse de sûreté	16
1.2.4 Organisation de la qualité	16
1.2.5 Eléments Importants pour la Protection (EIP)	17
1.2.6 Exigences applicables	17
1.3 Référentiel réglementaire	17
2 PRESENTATION DES RISQUES POTENTIELS EN EXPLOITATION	19
2.1 Identification des risques potentiels	19
2.2 Présentation des risques lors des travaux d'aménagement	21
3 ANALYSE DES RISQUES D'ORIGINE NUCLEAIRE	23
3.1 Risques de dissémination de substances radioactives et chimiques	23
3.1.1 Présentation	23
3.1.2 Principes	23
3.1.3 Prévention	23
3.1.4 Surveillance	30
3.1.5 Limitation des conséquences	33
3.2 Risques d'exposition du personnel aux rayonnements ionisants	34
3.2.1 Présentation	34
3.2.2 Principes	35
3.2.3 Prévention	35
3.2.4 Surveillance	36
3.2.5 Limitation des conséquences	37
3.2.6 Estimation prévisionnelle des doses en fonctionnement normal	37
3.2.7 Estimation prévisionnelle de dose en situation incidentelle	39
4 ANALYSE DES RISQUES NON NUCLEAIRE D'ORIGINE INTERNE	41



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

4.1 Risques d'incendie.....	41
4.1.1 <i>Présentation</i>	41
4.1.2 <i>Principes</i>	42
4.1.3 <i>Prévention</i>	42
4.1.4 <i>Surveillance</i>	43
4.1.5 <i>Limitation des conséquences</i>	43
4.2 Risques d'explosion d'origine interne	45
4.2.1 <i>Présentation</i>	45
4.2.2 <i>Principes</i>	46
4.2.3 <i>Prévention</i>	46
4.2.4 <i>Surveillance</i>	46
4.2.5 <i>Limitation des conséquences</i>	47
4.3 Risques liés à la circulation et aux opérations de manutention.....	48
4.3.1 <i>Présentation</i>	48
4.3.2 <i>Principes</i>	48
4.3.3 <i>Prévention</i>	48
4.3.4 <i>Surveillance</i>	49
4.3.5 <i>Limitation des conséquences</i>	49
4.4 Risques liés à l'usage de l'électricité	49
4.4.1 <i>Présentation</i>	49
4.4.2 <i>Principes</i>	50
4.4.3 <i>Prévention</i>	50
4.4.4 <i>Surveillance</i>	50
4.4.5 <i>Limitation des conséquences</i>	50
4.5 Risques liés aux facteurs organisationnels et humain	50
4.5.1 <i>Présentation</i>	50
4.5.2 <i>Principes</i>	51
4.5.3 <i>Dispositions mises en œuvre</i>	51
4.6 Risques liés au vieillissement.....	55
4.6.1 <i>Présentation des risques</i>	55
4.6.2 <i>Principes</i>	56
4.6.3 <i>Prévention</i>	56
4.6.4 <i>Surveillance</i>	58
4.6.5 <i>Limitation des conséquences</i>	58
5 ANALYSE DES RISQUES NON NUCLEAIRE D'ORIGINE EXTERNE.....	60
5.1 Risques liés au séisme	60
5.1.1 <i>Présentation</i>	60



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.1.2	<i>Principes</i>	60
5.1.3	<i>Vérification du dimensionnement</i>	60
5.1.4	<i>Estimation des conséquences potentielles</i>	61
5.2	Risques d'inondation d'origine externe	61
5.2.1	<i>Présentation</i>	61
5.2.2	<i>Principes</i>	64
5.2.3	<i>Vérification du dimensionnement</i>	65
5.2.4	<i>Surveillance</i>	66
5.2.5	<i>Limitation des conséquences</i>	66
5.3	Risques de chute d'avion	67
5.3.1	<i>Présentation</i>	67
5.3.2	<i>Principes</i>	68
5.3.3	<i>Méthodologie générale</i>	68
5.3.4	<i>Aviation générale</i>	69
5.3.5	<i>Aviation commerciale</i>	72
5.3.6	<i>Aviation militaire</i>	75
5.3.7	<i>Conséquences de la chute d'un avion</i>	76
5.4	Risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication	76
5.4.1	<i>Présentation</i>	76
5.4.2	<i>Principes</i>	79
5.4.3	<i>Analyse des risques liés aux voies de communication</i>	80
5.4.4	<i>Analyse des risques liés à l'environnement industriel</i>	85
5.4.5	<i>Conséquences potentielles d'une explosion sur la sûreté de l'installation</i>	87
5.5	Risques liés aux conditions climatiques extrêmes	88
5.5.1	<i>Présentation</i>	88
5.5.2	<i>Principes</i>	90
5.5.3	<i>Prévention</i>	90
5.5.4	<i>Surveillance</i>	91
5.5.5	<i>Limitation des conséquences</i>	91
5.6	Risques liés à la foudre	92
5.6.1	<i>Présentation</i>	92
5.6.2	<i>Principes</i>	92
5.6.3	<i>Prévention</i>	92
5.6.4	<i>Surveillance</i>	93
5.6.5	<i>Limitation des conséquences</i>	93
5.7	Risques d'incendie d'origine externe	93
5.7.1	<i>Présentation</i>	93

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.7.2	<i>Principes</i>	94
5.7.3	<i>Prévention</i>	94
5.7.4	<i>Surveillance</i>	95
5.7.5	<i>Limitation des conséquences</i>	95
6	IDENTIFICATION DES ELEMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION	95
7	IMPACT SUR LES TRAVAILLEURS ET SUR L'ENVIRONNEMENT EN SITUATION NORMALE DE FONCTIONNEMENT	96
7.1	Impact radiologique sur les travailleurs en fonctionnement normal.....	96
7.2	Impact sur l'environnement en fonctionnement normal.....	96
8	ETUDE DES ACCIDENTS ET DE LEURS CONSEQUENCES	97
8.1	Accidents étudiés conduisant à des rejets radioactifs atmosphériques.....	97
8.1.1	<i>Code de calcul et données associées</i>	97
8.1.2	<i>Situations incidentelles</i>	99
8.1.3	<i>Situations accidentelle de dimensionnement (incendie de la couverture bitumineuse</i>	102
8.1.4	<i>Situations accidentelle hors dimensionnement</i>	104
8.2	Accident étudié conduisant à des rejets chimiques atmosphériques.....	108
8.2.1	<i>Scénario</i>	108
8.2.2	<i>Calculs</i>	108
8.2.3	<i>Résultats</i>	109
8.3	Accident étudié conduisant à des rejets liquides à la nappe alluviale.....	110
8.3.1	<i>Scénario et contour de l'étude</i>	110
8.3.2	<i>Hypothèses</i>	111
8.3.3	<i>Méthodologies de calculs d'impacts</i>	111
8.3.4	<i>Résultats</i>	112
8.3.5	<i>Conclusion</i>	114
9	DIMENSIONNEMENT DU PLAN D'URGENCE INTERNE	115
9.1	Situations accidentelles de dimensionnement du PUI - Évaluation des conséquences de ces accidents types - Interventions envisageables.....	115
9.1.1	<i>Inventaire et description des situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI</i>	115
9.1.2	<i>Evaluation de la nature et de l'étendue des conséquences dans l'environnement</i>	115
9.1.3	<i>Interventions envisageables</i>	117
9.1.4	<i>Définition des critères de déclenchement des actions prévues dans le cadre du PUI</i>	117
9.2	Moyens et matériels prévus pour la détection, le diagnostic et le suivi des situations accidentelles et justification compte tenu des accidents types retenus.....	118
9.2.1	<i>Moyens et matériels prévus pour la détection</i>	118
9.2.2	<i>Diagnostic et suivi des situations accidentelles</i>	118
9.3	Personnels, moyens et matériels prévus pour l'intervention et justification compte tenu des accidents types retenus.....	121

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

9.3.1	<i>Personnel d'intervention</i>	121
9.3.2	<i>Moyens et matériels propres au site</i>	122
9.3.3	<i>Forces d'intervention nationale AREVA</i>	124
9.4	Contrôles et essais périodiques des matériels utilisés en situation relevant du PUI	125
9.4.1	<i>Entités en charge de vérifier le bon fonctionnement des moyens du PCD-L</i>	125
9.4.2	<i>Contrôles et essais des moyens de communication</i>	125
9.4.3	<i>Contrôles et essais des matériels d'intervention</i>	125
9.4.4	<i>Contrôles et essais des matériels d'intervention du service médical</i>	126
10	EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE SURETE	127
10.1	Dimensionnement de l'installation	127
10.2	Définition du noyau dur	127
10.3	Potentiel de danger	127
10.4	Robustesse de l'installation	128
10.5	Phénomènes aggravants	128
11	RISQUES LIES AUX TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE L'INSTALLATION	129
11.1	Risques de dissémination de substances radioactives et chimiques	129
11.1.1	<i>Présentation</i>	129
11.1.2	<i>Principes</i>	129
11.1.3	<i>Prévention</i>	130
11.1.4	<i>Surveillance</i>	133
11.1.5	<i>Limitation des conséquences</i>	135
11.1.6	<i>Evaluation des impacts chimiques sanitaires dans l'environnement</i>	135
11.1.7	<i>Evaluation des impacts chimiques sur le personnel</i>	136
11.2	Risques d'exposition du personnel aux rayonnements ionisants	137
11.2.1	<i>Présentation</i>	137
11.2.2	<i>Principes</i>	137
11.2.3	<i>Prévention</i>	137
11.2.4	<i>Surveillance</i>	138
11.2.5	<i>Limitation des conséquences</i>	139
11.2.6	<i>Estimation prévisionnelle des doses liées aux opérations en phase chantier</i>	140
11.3	Risques d'incendie	147
11.3.1	<i>Présentation</i>	147
11.3.2	<i>Principes</i>	148
11.3.3	<i>Prévention</i>	148
11.3.4	<i>Surveillance</i>	148
11.3.5	<i>Limitation des conséquences</i>	148
11.4	Risques liés à la circulation et aux opérations de manutention	149

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

11.4.1	Présentation	149
11.4.2	Principes	149
11.4.3	Prévention	149
11.4.4	Surveillance	149
11.4.5	Limitation des conséquences	150
11.5	Risques liés aux matériels électriques (électrisation)	150
11.5.1	Présentation	150
11.5.2	Prévention	150
11.5.3	Surveillance	150
11.5.4	Limitation des conséquences	150
11.6	Risques liés aux facteurs organisationnel et humain	150
11.6.1	Origine	150
11.6.2	Prévention	151
11.7	Co activité	151
11.7.1	Incidence des travaux sur l'exploitation	151
11.7.2	Incidence de l'exploitation sur les travaux	152
11.8	Risques d'inondation d'origine externe	153
11.8.1	Présentation	153
11.8.2	Prévention, limitation des conséquences et surveillance	154
12	LISTE DES REFERENCES	155
13	ANNEXES	158
	159
	ANNEXE 2 : FICHE DE DONNEES SECURITE DE LA COUVERTURE BITUMINEUSE	162
	ANNEXE 3 : FICHE DE DONNEES SECURITE DU DISULFURE D'HYDROGENE (H₂S)	165
	ANNEXE 4 : FICHE TECHNIQUE TYPE D'UN GEOTUBE	173
	175
	ANNEXE 5 : PRESSION REDUITE P' EN FONCTION DE LA DISTANCE REDUITE R' (ABAQUE DE BAKER)	176
	177
	182

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Liste des tableaux

Tableau 1 : Identification des risques présents dans l'installation en exploitation.....	19
Tableau 2 : Identification des risques présents dans l'installation pendant les travaux d'aménagement	21
Tableau 3 : Résultats des calculs de stabilité en conditions normales	23
Tableau 4 : Sensibilité des coefficients de sécurité au glissement aux niveaux de la nappe perchée ..	27
Tableau 5 : Sensibilité des coefficients de sécurité au glissement aux niveaux de la nappe perchée en présence de lentilles d'alluvions vasardes	27
Tableau 6 : Principales règles applicables en fonction du zonage radiologique	34
Tableau 7 : Estimation prévisionnelle des doses pour les opérations d'exploitation de l'installation ECRIN	37
Tableau 8 : Estimation des débits de fuite attendus au droit de la couverture bitumineuse des bassins B1/B2.....	56
Tableau 9 : Hauteurs d'eau atteintes en cas de crue de référence de l'Aude.....	61
Tableau 10 : Liste des aéroports ou aérodromes proches du site	66
Tableau 11 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation générale	69
Tableau 12 : Mouvements aériens à l'aérodrome de Narbonne	69
Tableau 13 : Répartition des accidents aviation générale	70
Tableau 14 : Détermination de la surface virtuelle (aviation générale)	71
Tableau 15 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation commerciale	72
Tableau 16 : Probabilité de chute d'avion commerciale	73
Tableau 17 : Détermination de la surface virtuelle (aviation commerciale).....	73
Tableau 18 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation militaire.....	74
Tableau 19 : Détermination de la surface virtuelle (aviation militaire).....	75
Tableau 20 : Environnement industriel externe au site.....	77
.....	78
.....	79
.....	80
.....	81
.....	82
.....	83
.....	83
.....	83
.....	84
.....	84

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Tableau 31 : Suppressions engendrées au niveau des digues et les fourchettes de probabilités d'occurrence associées à différents scénarios de décomposition de NA	85
Tableau 32 : Hauteurs de précipitation pour la pluie de référence	88
Tableau 33 : EIP de l'installation ECRIN et exigences définies associées	94
Tableau 34 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, un an et 50 ans pour rejets à 0 m et 10 m (1 kg de boues).....	98
.....	99
Tableau 36 : Conséquences radiologiques dose efficace en mSv à un jour à un an et 50 ans pour un rejet à 10 m	99
.....	100
Tableau 38 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, un an et 50 ans pour un rejet à 10 m	101
.....	102
Tableau 40 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, un an et 50 ans pour un rejet à 10 m	102
Tableau 41 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, à un an et 50 ans pour un rejet à 10 m	104
Tableau 42 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, un an et 50 ans pour un rejet à 10 m	105
.....	106
Tableau 44 : Conséquences radiologiques en mSv à un jour, un an et 50 ans pour un rejet à 0 m	107
.....	109
.....	111
.....	111
.....	112
.....	112
Tableau 50 : Situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI.....	116
Tableau 51 : Critères de déclenchement du PUI selon sa nature et le type du scénario	117
Tableau 52 : Station de Jonquière - Paramètres mesurés et résolution	119
.....	121
.....	122
.....	122
.....	123
Tableau 57 : Caractéristiques des géotubes	130

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Tableau 58 : Résultats des calculs de risques pour une exposition aiguë par inhalation des groupes résidentiel et professionnel les plus exposés	135
Tableau 59 : Résultats des calculs du risque d'exposition à l'uranium du personnel (risque chimique)	135
Tableau 60 : Nature et paramétrage des opérations d'aménagement de l'installation ECRIN retenues par l'exploitant pour établir le prévisionnel de dose.....	140
.....	141
.....	143
.....	144
.....	145
Tableau 65 : Synthèse de l'analyse des risques d'inondation externe en phase d'aménagement.....	152
Tableau 66 : Mesures de maîtrise des risques d'inondation externe en phase d'aménagement	153

Liste des figures

Figure 1 : Position des coupes de calcul.....	25
Figure 2 : Carte piézométrique des stériles/digues au niveau de l'entreposage	27
Figure 3 : principes de la méthode t3 d'essais de propagation de feu sur les couvertures de toiture (arrêté ministériel du 14 février 2003)	44
Figure 4 : Grand Terril des Charrées de chrome de Wattrelos - Géomembrane bitumineuse	91
Figure 5 : Positionnement recommandé des géotubes dans l'alvéole	131
Figure 6 : Mise en place en quinconce (gauche) ou en damier (droite).....	132
Figure 7 : Exemples de mise en oeuvre	132
Figure 8 : Profil sélectionné pour les calculs de stabilité en phase d'aménagement.....	133
.....	139

Liste des équations

Équation 1 : Déformation longitudinale ε de la membrane	56
Équation 2 : Probabilité de chute sur une cible pour chaque type d'avion	68
Équation 3 : Probabilité de chute d'avion par an et par unité de surface	69
Équation 4 : Calcul de la surface virtuelle pour un bâtiment rectangulaire	69
Équation 5 : Probabilité de chute en fonction de la zone considérée.....	71
Équation 6 : Probabilité de chute d'avion commerciale	74
Équation 7 : Pression réduite P' et distance réduite R'.....	82
Équation 8 : Probabilité annuelle P de surpression pour une longueur Li d'une voie de communication donnée (voie routière).....	82



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Équation 9 : Probabilité annuelle P de surpression pour une longueur Li d'une voie de communication donnée (voie ferrée)83



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Liste des abréviations

AIP	Activités Importantes pour la Protection
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
APVR	Appareil de Protection des Voies Respiratoires
ARI	Appareil Respiratoire Isolant
BEA	Bureau d'Enquête et Analyse
B.L.EV.E	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
CEP	Contrôles et Essais Périodiques
CERES	Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires
COMODORE	Code Modulable d'évaluation des Doses liées aux Rejets dans l'environnement
DAI	Détection Automatique d'Incendie
DDAC	Dossier de Demande d'Autorisation de Création
DED	Débit d'Équivalent de Dose
DCAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DF	Diffusion Faible
DIMR	Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DN	Diffusion Normale
DPUI	Dose Par Unité d'Incorporation
ED	Exigence Définie
EIP	Éléments Importants pour la Protection
ESI	Équipier de Seconde Intervention
FEM DAM	Fiche d'Évaluation de Modification - Demande d'Autorisation de Modification
FS	Fonction de Sûreté
FOH	Facteurs Organisationnels et Humains
GPS	Global Positioning System
HT	Haute Tension
ICPE	Installation Classée pour Protection de l'Environnement
INB	Installation Nucléaire de Base
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité
NGF	Nivellement Général de la France
PCD-L	Poste de Commandement Direction Local
PE	Point d'Éclair
PMA	Poste Médical Avancé
POI	Plan d'Organisation Interne
PPRI	Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PUI	Plan d'Urgence Interne
RCA	Repère en Concentration Atmosphérique
RD	Route Départementale
REX	Retour d'Expérience
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RIA	Robinet Incendie Armé
RFS	Règle Fondamentale de Sûreté
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SECQ/DSQE	Département Sûreté Environnement Contrôle et Qualité
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SMUR	Service Mobile d'Urgence et de Réanimation
SST	Sauveteurs Secouristes du Travail

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

TBA	Très Basse Altitude
TNT	Trinitrotoluène
TRICE	Toxique, Radioactive, Inflammable, Corrosive et Explosive (matière)
TSN	Transparence en matière de Sécurité Nucléaire
UV	Ultra-Violet
VCE	Vapour Cloud Explosion
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

1 APPROCHE GENERALE DE LA SURETE ET METHODOLOGIE DES ETUDES ET ANALYSES DE SURETE

1.1 DEFINITION DES OBJECTIFS GENERAUX DE SURETE

L'objectif général de la sûreté est de limiter l'exposition des travailleurs, des personnes du public, de l'environnement et de façon générale des intérêts protégés, aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques. Le niveau d'exposition se doit d'être aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des technologies actuellement disponibles, à des conditions économiquement acceptables.

Les Objectifs Généraux de Sûreté (OGS) permettent de concevoir les dispositifs de sûreté (constituant les lignes de défense) à mettre en œuvre.

Ces OGS sont définis, pour les modes de fonctionnement en exploitation et les situations envisageables de l'installation (normales, dégradées, incidentelles et accidentelles). Ils sont exprimés en limites d'exposition acceptables pour les travailleurs, le public et l'environnement.

1.1.1 Situations / modes de fonctionnement et Objectifs Généraux de Sûreté associés

Les situations et modes de fonctionnement en phase des travaux d'aménagement et en exploitation de l'installation retenues sont les suivantes :

- normales et dégradés (modes de fonctionnement),
- incidentelles,
- accidentelles de dimensionnement,
- accidentelles hypothétique ou hors dimensionnement.

1.1.2 Situations normales et modes de fonctionnement dégradé

Les situations normales en exploitation sont :

- les opérations courantes de surveillance (rondes, inspection visuelles, relevés de mesures...),
- les opérations courantes d'entretien et de maintenance préventive et curative,
- les contrôles réglementaires ou essais périodiques (contrôle de la couverture bitumineuse, de la stabilité des digues, etc.),
- les travaux d'aménagement de l'installation (création et remplissage d'une alvéole, pose d'une couverture bitumineuse),
- les opérations de gestion des déchets générés sur l'installation.

Les modes de fonctionnement dégradé correspondent à des conditions perturbées de l'installation :

- sans conséquence pour la sûreté, c'est-à-dire sans dégradation des fonctions de sûreté (panne d'un équipement redondant par exemple), ou
- avec dégradation programmée d'une fonction de sûreté (réparation localisée d'une barrière...), ou
- exceptionnelles, destinées à maintenir les performances environnementales de l'installation ou consécutives à un accident (remplacement de la totalité ou d'une grande partie de la couverture bitumineuse, travaux de confortement des digues de l'installation, ...).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les OGS associés à ces situations normales et modes de fonctionnement dégradés sont les suivants :

- exposition externe individuelle inférieure à 5 mSv/an ; cette valeur est liée à la polyvalence du personnel amené à travailler indifféremment sur l'ICPE et sur l'installation ECRIN,
- exposition interne radiologique et chimique des agents nulle,
- absence de rejet de substance radioactive ou chimique non concerté dans l'environnement.

1.1.3 Situations incidentelles

Les situations incidentelles correspondent à des phases transitoires qui ne relèvent pas des situations normales ou dégradées mais pour lesquelles des dispositions de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences sont mises en place (détérioration localisée de la couverture, départ de feu).

1.1.4 Situations accidentelles de dimensionnement

Les situations accidentelles de dimensionnement sont définies comme les événements indésirables, redoutés ou non souhaités, identifiés lors de l'étude de sûreté et pour lesquels des dispositions de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences sont prises afin de garantir que les conséquences résiduelles radiologiques et chimiques sont acceptable vis-à-vis des personnes du public, de l'environnement et de façon générale pour les intérêts protégés. Elles dimensionnent les dispositions mises en œuvre.

Les objectifs de sûreté associés à ces situations sont les suivantes :

- pas de remise en cause de la sûreté des installations voisines,
- les rejets de substances radioactives et chimiques sont aussi faibles que possible et, en tout état de cause, engendrent des conséquences limitées, pour les personnes du public et pour l'environnement, de l'ordre de grandeur du mSv pour les conséquences radiologiques et inférieures au seuil des effets irréversibles (SEI) pour les conséquences chimiques.

1.1.5 Situations accidentelles hors dimensionnement

Les accidents qui ont une probabilité annuelle d'occurrence inférieure ou égale à l'ordre de grandeur de 10^{-7} sont considérés hors dimensionnement et, à ce titre, ne conduisent pas à des dispositions de dimensionnement particulières.

Les événements externes suivants ne sont pas pris en compte pour le dimensionnement : les événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur.

Dans le cas particulier de la chute d'avion, compte tenu de l'impossibilité de toutes dispositions de protection de l'installation, la situation est considérée comme hors dimensionnement, mais les conséquences en sont évaluées.

L'effacement d'une digue de l'installation, de par les dispositions constructives retenues, est hors dimensionnement, mais les conséquences associées en sont cependant étudiées au titre des situations accidentelles de référence.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****1.2 DEMARCHE GENERALE DE SURETE - EIP – AIP****1.2.1 Démarche de sûreté**

La démarche utilisée est basée sur le principe de défense en profondeur avec les niveaux de prévention, détection, limitation des conséquences et limitation des aggravations.

Le principe de défense en profondeur tel que défini dans l'arrêté Installation Nucléaire de Base (cf. référence [23]) consiste à mettre en œuvre des niveaux de défense successifs et suffisamment indépendants visant à :

- prévenir les incidents,
- détecter les incidents et mettre en œuvre les actions permettant :
 - o d'empêcher que ceux-ci ne conduisent à un accident,
 - o de rétablir une situation de fonctionnement normal,
- maîtriser les accidents n'ayant pu être évités, ou limiter leur aggravation en ramenant l'installation dans un état sûr,
- gérer les situations d'accident n'ayant pas pu être maîtrisées de façon à limiter les conséquences, notamment pour les personnes et l'environnement.

1.2.2 Fonction de Sûreté

Compte tenu des OGS fixés, il est retenu comme Fonction de Sûreté (FS) principale la maîtrise de la dissémination des substances radioactives et chimiques.

Il est vérifié, au travers des analyses de sûreté, que les dispositions prévues (prévention, surveillance et limitation des conséquences) permettent de respecter l'objectif fixé en matière d'exposition externe du personnel aux rayonnements ionisants.

1.2.3 Analyse de sûreté

Pour chacun des risques présents, l'analyse de sûreté identifie les modes de dégradation des fonctions de sûreté retenues et définit et justifie les dispositions techniques et organisationnelles à mettre en place pour les maîtriser. Dans la mesure du possible, ces dispositions visent à :

- prévenir les incidents et accidents,
- surveiller les installations pour détecter les dérives éventuelles,
- limiter les conséquences de ces dérives, notamment celles susceptibles de conduire à des accidents,
- limiter les conséquences sur les populations et l'environnement en cas d'accident grave.

1.2.4 Organisation de la qualité

La démonstration de sûreté du rapport de sûreté permet d'identifier les systèmes, structures et composants qui assurent la prévention, la détection et la limitation des conséquences des incidents et accidents sur l'installation ECRIN.

Conformément à la réglementation (cf. référence [23]), l'exploitant veille à la qualité de ces éléments en vue d'assurer leurs fonctions de façon satisfaisante. Leurs qualités requises (exigences définies), à



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

obtenir et à maintenir sont en rapport avec leur importance pour la sûreté de l'installation et ont été définies en conséquence.

1.2.5 Eléments Importants pour la Protection (EIP)

La démarche de définition des Eléments Importants pour la Protection (EIP) consiste, sur la base des analyses de sûreté et de l'étude d'impact, à identifier l'ensemble des structures, équipements, systèmes programmés ou non, matériels, composants ou logiciels qui assurent une fonction nécessaire à la démonstration mentionnée au deuxième alinéa de l'article L.593-7 du code de l'environnement ou contrôlant que cette fonction est assurée (vis-à-vis des sollicitations et conditions d'ambiance associées aux situations dans lesquelles elle est nécessaire).

Dans le cadre de la démonstration précitée, ces éléments concourent notamment :

- à l'atteinte des OGS,
- aux respects des prescriptions fixées.

1.2.6 Exigences applicables

1.2.6.1 Exigences définies assignées aux EIP

Les exigences définies assignées aux EIP découlent des analyses de sûreté et donc de la démonstration de sûreté associée. Elles concernent les performances fonctionnelles des EIP, ainsi que les conditions de fonctionnement et d'environnement dans lesquelles ces performances doivent être assurées.

1.2.6.2 Exigences définies assignées aux AIP

Ces exigences sont ensuite déclinées en exigences définies (ED) pour les Activités Importantes pour la Protection (AIP).

Les autres dispositions constructives ou organisationnelles prévues, dont la défaillance ne porte pas atteinte aux objectifs de sûreté fixés, sont identifiées au titre de la défense en profondeur.

Les EIP retenus au cours des analyses de sûreté de ce présent rapport de sûreté et de l'étude d'impact sont présentés au chapitre 4 des Règles Générales d'Exploitation (RGE) de l'installation ECRIN (cf. référence [28]).

1.3 REFERENTIEL REGLEMENTAIRE

L'installation ECRIN relève du régime des INB.

Outre la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite loi TSN) (cf. référence [3]), codifiée dans le code de l'environnement et le décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives (cf. référence [4]), les textes et réglementations qui lui sont applicables sont notamment les suivants :

- dans le domaine de la radioprotection :
 - le code de la santé publique,
 - le code du travail,
 - l'arrêté du 13 octobre 2003 relatif aux niveaux d'intervention en situation radiologique d'urgence (cf. référence [5]),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- l'arrêté du 15 mai 2006 (cf. référence [6]) relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement règlementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.
- dans le domaine de la protection de l'environnement : le code de l'environnement.
- concernant le risque d'incendie :
 - le code du travail,
 - l'arrêté du 20 mars 2014 portant homologation de la décision no 2014-DC-0417 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux installations nucléaires de base (INB) pour la maîtrise des risques liés à l'incendie,
- l'arrêté INB du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires de Base (cf. référence [23]).

On notera en outre (hors référentiel réglementaire) les guides suivants :

- concernant le risque sismique : la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) 2001-01 du 16 mai 2001 : détermination du risque sismique pour la sûreté des INB (cf. référence [24]),
- concernant les risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication : la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) I.1.b.
- concernant le risque de chute d'avion : la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) I.1.a.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****2 PRESENTATION DES RISQUES POTENTIELS EN EXPLOITATION****2.1 IDENTIFICATION DES RISQUES POTENTIELS**

Les risques présents dans l'installation en exploitation sont :

- d'origine nucléaire liés à la présence de déchets solides (boueux) renfermant des substances radioactives, notamment des isotopes de l'uranium, des produits de filiation ainsi que d'autres radionucléides d'origine artificielle sous forme de traces,
- de nature classiques internes à l'installation, liés à la nature des déchets contenus, à sa configuration et aux opérations réalisées,
- d'origine externe à l'installation, liés à la géosphère ou aux activités humaines.

Le tableau suivant identifie en exploitation, parmi les risques potentiels, ceux qui sont pris en compte dans les analyses de sûreté du présent Volume.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Nature du risque	Présence	Justification
Risques nucléaires d'origine interne		
Risques de dissémination de substances radioactives et chimiques	O	Présence d'uranium et de produits de filiation, présence d'éléments artificiels
Risques d'exposition du personnel (externe et interne)	O	
Risques de criticité	N	Teneur isotopique en ^{235}U < 1%, Plutonium à l'état de traces.
Risques liés au phénomène de radiolyse	N	Phénomènes non retenus compte tenu des caractéristiques des substances présentes
Risques liés au dégagement thermique	N	
Risques non nucléaire d'origine interne		
Risques d'incendie	O	Présence de sources d'ignition (matériels électriques, engins, ...)
Risques d'explosion	O	Présence possible de gaz explosifs (H_2S ...)
Risques d'inondation interne	N	Pas de liquide mis en œuvre dans l'installation
Risques liés à la circulation et aux opérations de manutention	O	Possibilité de circulation et d'intervention au-dessus de la couverture
Risques liés aux matériels électriques	O	Présence de quelques matériels électriques
Risques chimiques et toxiques	N	Pas d'utilisation de produits chimiques ; Présence possible d' H_2S examinée au niveau des risques d'explosion
Risques liés à la perte en fourniture en utilités et en énergie (électricité)	N	Les dispositifs présents sur l'installation sont de mode passif et ne nécessitent ni utilités, ni énergie pour assurer leur fonction
Risques liés aux facteurs organisationnels et humains	O	Surveillance humaine, coactivité avec l'ICPE
Risques liés au vieillissement	O	Vieillessement de la couverture
Risques d'origine externe		
Risques liés au séisme	O	Situation de dimensionnement
Risques liés à l'inondation d'origine externe	O	Situation de dimensionnement
Risques liés à la chute d'avion	O	/
Risques liés à l'environnement industriel	O	Présence de l'usine ICPE AREVA Malvés Présence d'ARTERRIS
Risques liés aux voies de communication	O	Voie ferrée et routes à proximité de l'installation
Risques liés aux conditions météorologiques extrêmes	O	Situations de dimensionnement (neige, vent, pluie)
Risques liés à la foudre	O	Possibilité de dégradation de la couverture en cas d'impact de foudre
Risque incendie d'origine externe	O	/

Tableau 1 : Identification des risques présents dans l'installation en exploitation

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

En outre, l'installation peut être exposée à des actes de malveillance. Ceux-ci sont principalement couverts par les dispositions de protection physique :



Les conséquences d'un acte de malveillance pourraient être similaires à celles étudiées dans le cadre des études réalisées dans le présent rapport de sûreté. Ces études montrent que les moyens d'intervention et de secours mis en place sont adaptés à une telle situation et que les conséquences résiduelles respectent les OGS. Ce risque ne fait donc pas l'objet d'un chapitre particulier.

Par ailleurs, la maîtrise des risques dus aux actes de malveillance, telle que décrite ci-avant, relève des autorités compétentes. Des exercices permettent de tester les organisations et des moyens mis en place.

2.2 PRESENTATION DES RISQUES LORS DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT

Les risques générés lors des travaux d'aménagement de l'installation (création et remplissage de l'alvéole sur le bassin B2, mise en place de la couverture bitumineuse) sont :

- d'origine nucléaire, liés à la présence de déchets solides (boueux) renfermant des substances radioactives et chimiques,
- de nature classique, interne à l'installation.

Les risques d'origine externe à l'installation ne sont pas spécifiques aux travaux et ne sont pas modifiés. L'analyse de conditions météorologiques défavorables (temps sec et vent) lors des travaux est abordée dans l'analyse de sûreté des risques de dissémination de substances radioactives et chimiques.

Le tableau suivant identifie, parmi les risques potentiels, ceux qui sont pris en compte dans les analyses de sûreté lors des travaux d'aménagement (cf. paragraphes ci-après).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Nature du risque	Présence	Justification
Risques nucléaire d'origine interne		
Risques de dissémination de substances radioactives et chimiques	O	Présence d'uranium et de produits de filiation, présence d'éléments artificiels
Risques d'exposition du personnel	O	
Risque de criticité	N	Teneur isotopique en $^{235}\text{U} < 1\%$, Plutonium à l'état de traces.
Risques liés au phénomène de radiolyse	N	Phénomènes non retenus compte tenu des caractéristiques des substances présentes
Risques liés au dégagement thermique	N	
Risques non nucléaire d'origine interne		
Risques d'incendie	O	Travaux par points chauds lors de la mise en place de la couverture
Risques d'explosion	N	Pas d'accumulation de gaz explosifs
Risques d'inondation interne	N	Pas de liquide mis en œuvre pendant la phase travaux
Risques liés à la circulation et aux opérations de manutention	O	Intervention d'engins pour l'aménagement et le remplissage de l'alvéole et pour la pose de la couverture bitumeuse
Risques liés aux matériels électriques (électrification)	O	Utilisation d'outillages électriques lors de la mise en place de la couverture bitumeuse
Risques chimiques et toxiques	N	Pas d'utilisation de produits chimiques
Risques liés à la perte en fourniture en utilités et en énergie (électricité)	N	Les dispositifs présents sur l'installation sont de mode passif et ne nécessitent ni utilités, ni énergie pour assurer leur fonction
Risques liés aux facteurs organisationnels et humains	O	Surveillance humaine, coactivité avec l'ICPE

Tableau 2 : Identification des risques présents dans l'installation pendant les travaux d'aménagement

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****3 ANALYSE DES RISQUES D'ORIGINE NUCLEAIRE****3.1 RISQUES DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES ET CHIMIQUES****3.1.1 Présentation**

Les risques de dissémination de substances radioactives et chimiques sont liés à la présence de ces substances (isotopes de l'uranium, produits de filiation, nitrates, fluorures, impuretés...) dans les déchets entreposés, essentiellement sous forme de solides plus ou moins humides.

Compte tenu de la configuration de l'entreposage, les voies de dissémination de substances radioactives et chimiques sont potentiellement :

- la voie atmosphérique, via des situations entraînant une remise en suspension de poussières contenant ces substances,
- la voie liquide, via l'entraînement par les eaux pluviales et souterraines.

Pour ce qui concerne plus particulièrement la voie liquide, il convient de rappeler que l'entreposage de boues repose sur plus de 10 m de résidus et stériles miniers de la mine de soufre. Ces matériaux présentent une faible perméabilité (valeur retenue pour les modélisations, sur la base des résultats de tests, de l'ordre de 8×10^{-9} m/s) et des caractéristiques géochimiques réductrices, peu favorables à la mobilité des radioéléments vers les eaux souterraines.

3.1.2 Principes

La maîtrise des risques de dissémination de substances radioactives et chimiques repose sur l'interposition de lignes de défense entre, d'une part ces substances présentes dans l'installation, et d'autre part le personnel, le public ou l'environnement.

3.1.3 Prévention

Compte tenu des voies possibles de dissémination de ces substances radioactives et chimiques, la prévention de ce risque repose sur une ligne de défense consistant à mettre en place autour de l'entreposage des barrières de confinement composées d'une couverture bitumineuse (au niveau supérieur) et des digues (parois latérales).

La maîtrise du risque de transfert par voie souterraine repose sur la couverture de l'installation (interruption des infiltrations d'eau pluviales susceptibles de lessiver les déchets). Il est complété par le dispositif de confortement environnemental (cf. paragraphe 3.5 du Volume 1), qui vise à maîtriser les circulations des eaux dans le sous-sol de l'aval de l'ensemble du site de Malvés. Par conséquent, ce dispositif constitue aussi une ligne de défense en profondeur.

Compte tenu de ces dispositions, en situation de fonctionnement normal, il n'y a aucun rejet gazeux dans l'atmosphère attribué à l'installation et l'impact de la part des rejets liquides du site attribuée à l'installation est négligeable (cf. paragraphe 3.1.5.2 du présent volume).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

3.1.3.1 Dignes

Les parois latérales de l'installation ECRIN sont constituées par les digues est, nord et ouest des bassins B1/B2. Au sud de l'installation, la digue est complétée par le massif des bassins B3, B5 et B6 et ses propres digues.

Les digues sont décrites dans le paragraphe 3.4.2 du Volume 1. En l'absence de liquide dans l'installation, ces ouvrages s'apparentent désormais plus à des talus qu'à des digues.

L'alvéole assurant l'entreposage des boues déshydratées provenant de la vidange des bassins de décantation B5 et B6 est située à distance des crêtes des digues de B2 : 50 m par rapport à la digue ouest et 30 m par rapport à la digue est. Compte tenu de ces distances et de la faible hauteur du chargement par rapport à la cote initiale du bassin B2, l'alvéole remplie a une influence négligeable sur les conditions de stabilité de ces digues.

Les coefficients de sécurité au glissement en conditions courantes ont été vérifiés sur six coupes représentatives des digues de l'installation par une étude d'expert [REDACTED], qui présente, en outre, une étude de sensibilité.

Configuration	Coefficient de stabilité global au glissement
Coupe 2	1,8
Coupe 3	1,5
Coupe 4	1,8
Coupe 5	1,6
Coupe 6	1,5
Coupe 7	> 5,5

Tableau 3 : Résultats des calculs de stabilité en conditions normales

On notera que, par sécurité, les caractéristiques mécaniques prises en compte pour les matériaux des digues dans ces calculs sont ceux des résidus miniers ($c' = 5$ kPa et $\varphi' = 25^\circ$), alors qu'une rétro-analyse permettrait de retenir des valeurs plus élevées ($c' = 13$ kPa et $\varphi' = 28^\circ$) et des coefficients supérieurs.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

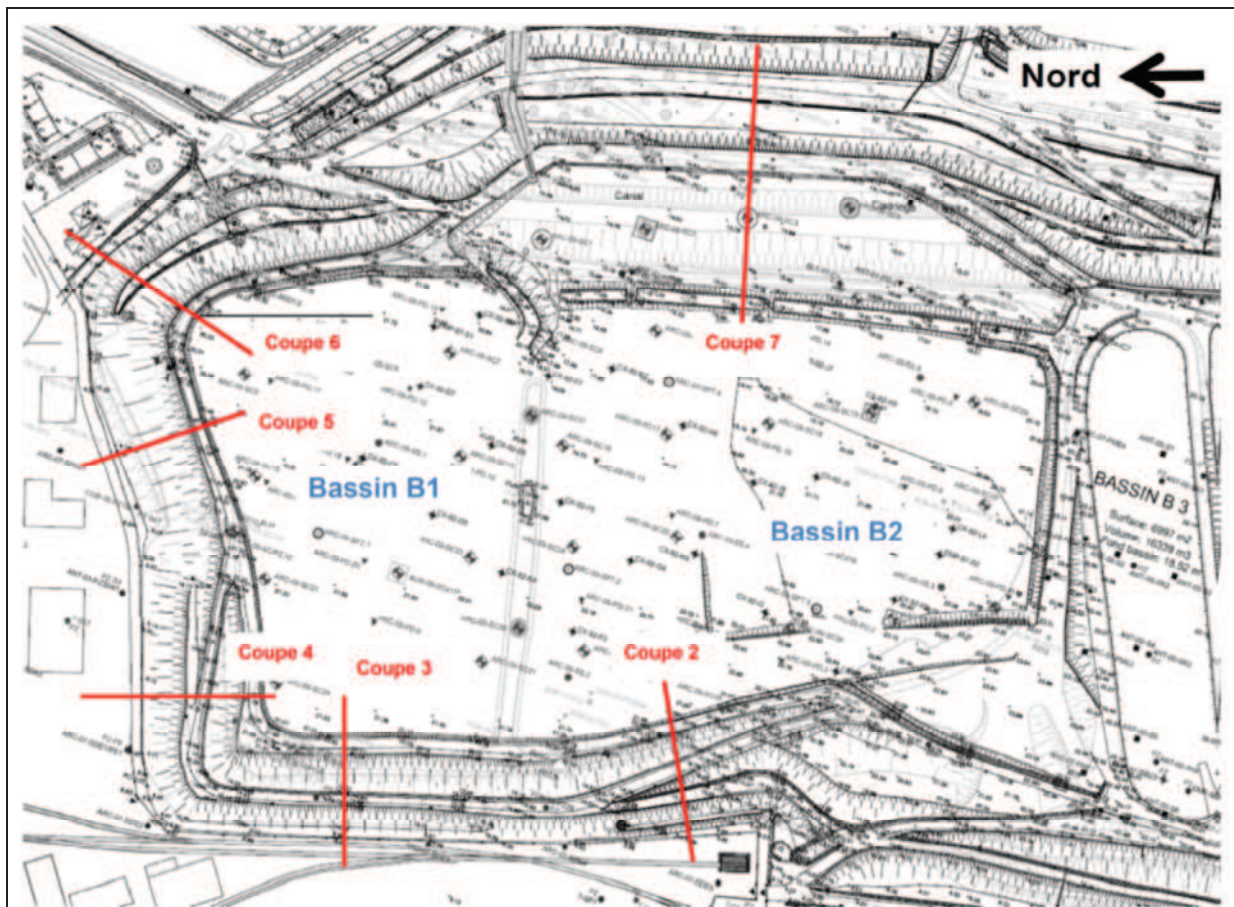


Figure 1 : Position des coupes de calcul

L'étude de sensibilité [REDACTED] a permis d'évaluer les marges de sécurité existantes sur la stabilité des digues de l'installation en testant la sensibilité des coefficients de sécurité au glissement aux paramètres suivants : niveau de la nappe perchée, résistance du matériau des digues, présence hypothétique d'horizons vasards dans les alluvions.

Niveau de la nappe perchée

En ce qui concerne la nappe perchée des stériles miniers/digues, les niveaux retenus pour l'étude de sensibilité ont été évalués à partir d'une analyse des chroniques piézométriques [REDACTED] résumée ci-dessous.

Le réseau de surveillance piézométrique (Figure 2) a permis d'établir la cartographie de l'aquifère perché des stériles miniers, alimenté par les précipitations sur les bassins et par « l'essorage » des boues, et qui alimente l'aquifère des alluvions au droit des bassins.

Pour l'ensemble des piézomètres étudiés, les chroniques piézométriques couvrent la période 2009-2014, période sur laquelle la pluie de référence est de 161 mm le 11/10/2010 ce qui correspond à une période de retour de 10 ans pour une pluie de durée égale à 24 h.

Le traitement statistique des chroniques piézométriques a consisté à rechercher pour chaque piézomètre une corrélation entre l'intensité des événements pluvieux les plus importants et l'augmentation consécutive du niveau piézométrique [REDACTED].

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Ces relations ont ensuite été utilisées pour extrapoler l'augmentation du niveau piézométrique qui résulterait d'une pluie cinquantennale de 201 mm.

Les variations de niveau de la nappe perchée des stériles, calculées pour une pluie de récurrence $T = 50$ ans à partir des données des piézomètres restent globalement inférieures à 1 m ou proches de cette valeur en fonction du type de la régression, par rapport au niveau de moyennes eaux.

Ainsi, l'étude des chroniques du suivi piézométrique de la nappe perchée du massif d'entreposage B1/B6, montre que :

- le niveau des Moyennes Eaux (ME : niveau susceptible d'être dépassé pendant 50 % de la durée de vie de l'ouvrage) est globalement équivalent à la piézométrie de mars 2010 ;
- le niveau piézométrique extrapolé pour un événement pluviométrique cinquantennal est globalement inférieur au niveau des Moyennes Eaux majoré d'un mètre,

Cette étude confirme la pertinence du niveau de référence de la nappe perchée. Cette même étude indique qu'une surélévation de +1m de celui-ci est une situation transitoire liée aux épisodes pluvieux intenses, et qu'une surélévation de +2m est une situation transitoire que l'on peut définir comme enveloppe.

On notera également que l'abaissement du niveau de la nappe perchée dû à la présence de la couverture bitumineuse aura, à terme, un effet positif sur la stabilité générale des digues.

Configuration des nappes

Les coefficients de stabilité ont été calculés dans les deux configurations suivantes :

- nappe perchée et nappe des alluvions quaternaires déconnectées ;
- nappe perchée et nappe des alluvions quaternaires confondues (cas le plus pénalisant).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

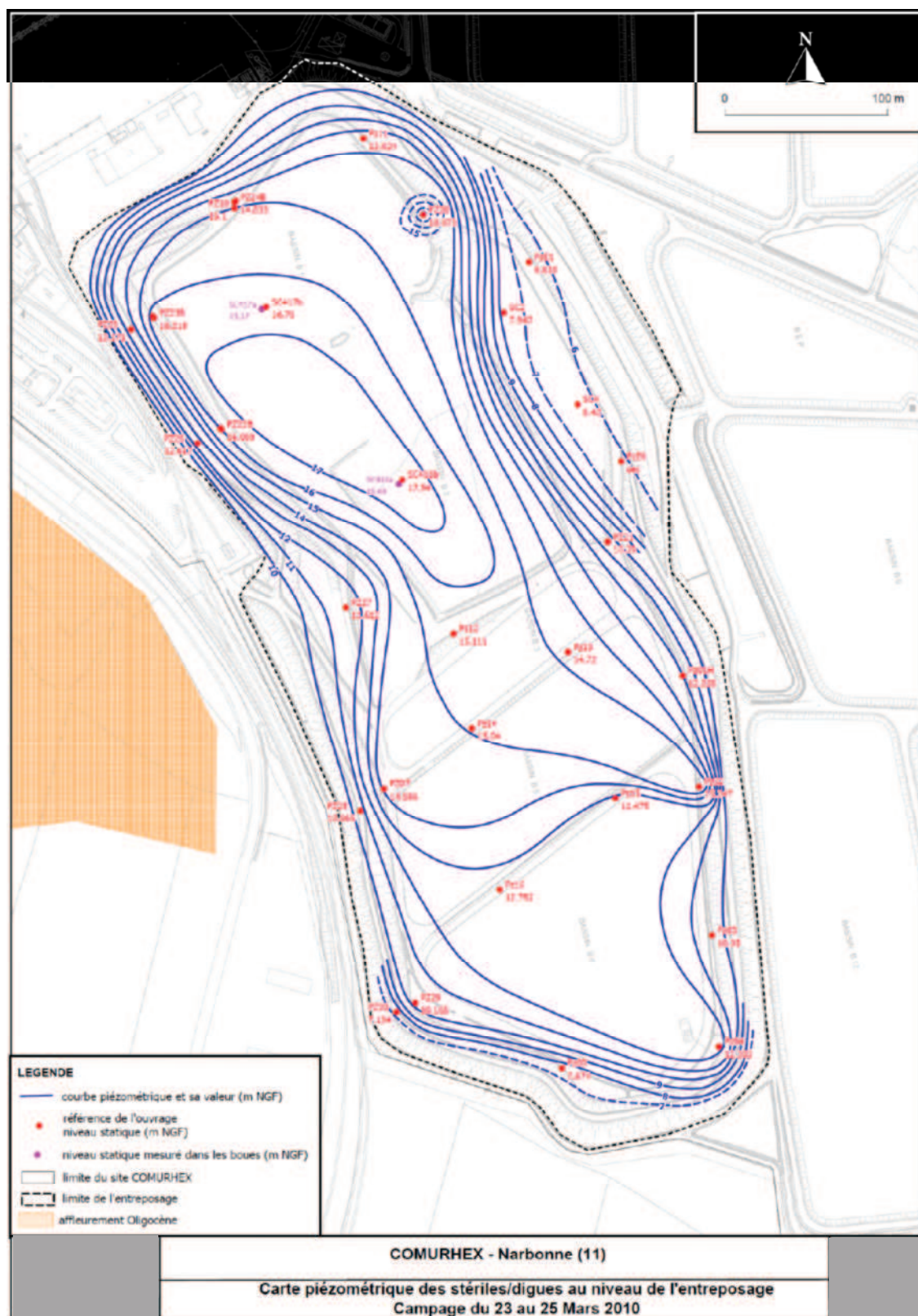


Figure 2 : Carte piézométrique des stériles/digues au niveau de l'entreposage

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Résultats :

La sensibilité des coefficients de sécurité par rapport au niveau de la nappe perchée (mesuré à partir du réseau de surveillance) est présentée dans le tableau suivant.

Le calcul du cas le plus défavorable (nappes confondues et niveau de la nappe perchée = niveau de référence + 2 m) n'a été réalisé que pour les profils n°3 et n°6, pour lesquels le coefficient de sécurité de référence est le plus faible dans les conditions de référence:

N° du profil de calcul		Niveau de référence	Niveau de référence + 1 m	Niveau de référence + 2 m
2	Nappes déconnectées (configuration de référence)	1,75	1,70	
	Nappes confondues (configuration pénalisante)	1,64	1,60	
3	Nappes déconnectées	1,51	1,44	1,38
	Nappes confondues	1,40	1,37	
4	Nappes déconnectées	1,84	1,78	
	Nappes confondues	1,64	1,58	
5	Nappes déconnectées	1,55	1,47	
	Nappes confondues	1,41	1,40	
6	Nappes déconnectées	1,47	1,40	1,33
	Nappes confondues	1,38	1,30	

Tableau 4 : Sensibilité des coefficients de sécurité au glissement aux niveaux de la nappe perchée

Hypothèses de présence d'alluvions vasardes sous les digues

L'étude de sensibilité a également pris en compte la présence hypothétique de lentilles d'alluvions vasardes au sein des alluvions quaternaires. Les coefficients de sécurité au niveau des profils les plus critiques (n°3 et n°6), dans le cas de nappes déconnectées, en considérant les alluvions vasardes au toit des alluvions (configuration la plus défavorable) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

N° du profil de calcul	Niveau de référence (sans alluvions vasardes)	Niveau de référence	Niveau de référence +1m	Niveau de référence +2m
3	1,51	1,36	1,33	1,24
6	1,47	1,40	1,35	1,29

Tableau 5 : Sensibilité des coefficients de sécurité au glissement aux niveaux de la nappe perchée en présence de lentilles d'alluvions vasardes

Pour ces calculs, les caractéristiques mécaniques retenues pour les alluvions vasardes sont les suivantes : $c' = 0$ kPa et $\varphi' = 20^\circ$ (issues des rétro-analyse de la rupture de la digue Est en 2004).

La stabilité reste satisfaisante pour le niveau de référence. Elle est faible avec un niveau de nappe surélevée de 2 m. Cependant, il est important de préciser que la présence d'alluvions vasardes au toit des alluvions est très peu probable car elle n'a jamais été mise en évidence par les nombreux sondages réalisés sur les bassins B1/B2.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****3.1.3.2 Couverture**

Les principales caractéristiques de la couverture bitumineuse sont présentées dans le paragraphe 3.4.4 du Volume 1. Cette couverture bitumineuse est constituée de deux barrières successives :

- une couche de matériaux inertes permettant de limiter la dissémination de substances radioactives et chimiques par voie atmosphérique, y compris en cas de modes de fonctionnement dégradés,
- une couverture bitumineuse de faible perméabilité à l'eau, permettant de renforcer la barrière constituée par la couche de terre à l'égard de la dissémination de substances par voie atmosphérique, et de maîtriser le risque d'entraînement de substances radioactives et chimiques par infiltration d'eaux pluviales.

L'objectif principal de la couverture bitumineuse est de limiter l'infiltration d'eaux météoriques dans l'installation et réduire le lessivage des substances du terme source.

Pour remplir cet objectif, la perméabilité à l'eau de celle-ci est inférieure à $10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$ pendant toute sa durée de vie. Cette valeur permet de garantir un flux infiltré non significatif, de l'ordre de $1\ 300 \text{ m}^3/\text{an}$.

Par ailleurs, afin de limiter les risques de tassement différentiel aux droits de l'alvéole susceptibles d'engendrer une déformation de la couverture, une géogrille de renforcement est disposée sur le fond et les flancs de l'alvéole.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****3.1.3.3 Confortement environnemental**

Le dispositif de confortement environnemental de l'installation est décrit en détail au paragraphe 3.5 du Volume 1.

Il est constitué :

- d'une paroi souterraine d'étanchéité munie d'une géomembrane intégrée,
- d'un système de fossés et de tranchées drainantes équipés de pompes de relevage.

L'objectif de ce dispositif est de réduire le marquage environnemental de la nappe en aval hydraulique du dispositif et de garantir une concentration en uranium inférieure à $10 \mu\text{g/l}^1$ au niveau des puits, valeur retenue dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires de l'étude d'impact [REDACTED].

Pour remplir cet objectif, les performances hydrauliques du dispositif doivent être garanties en confinant la nappe, en amont du dispositif, par le maintien des niveaux fixés lors de l'étude de conception.

Le dispositif a donc été conçu en ce sens :

- géométrie de la paroi: longueur de 1420 m, ancrage de 1 à 2 m dans les marnes de l'oligocène
- perméabilité de la paroi inférieure à 10^{-10} m/s garantie par les caractéristiques du coulis ciment-bentonite et par la géomembrane (de 2 mm d'épaisseur en PEHD) placée au centre
- fossés et tranchées drainantes permettant de contrôler le niveau de la nappe et de confiner la nappe en amont de la paroi.

Au cours des travaux, les contrôles visant à garantir la conformité des ouvrages au regard des objectifs et spécifications prédéfinis ont été menés sur trois niveaux :

- contrôles internes : réalisés par les entreprises en charge des travaux suivant leurs procédures et validés par la Maîtrise d'œuvre (MOE),
- contrôles externes : effectués par une société tierce, afin de valider les contrôles internes,
- contrôles d'exécution par la MOE.

De nouveaux contrôles ont été réalisés postérieurement à la mise en place du dispositif [REDACTED] et ont permis de vérifier la conformité du dispositif par rapport :

- aux spécifications d'entrée de la paroi (rappelées ci-dessus) en termes d'implantation (longueur, profondeur d'ancrage) et d'étanchéité;
- aux performances globales attendues en termes de réduction des flux hydrauliques d'eau et massiques d'uranium vers l'extérieur du site.

3.1.4 Surveillance

La surveillance des risques de dissémination de substances radioactives et chimiques provenant de l'installation ECRIN repose sur :

- La surveillance de l'intégrité des digues,
- La surveillance de l'intégrité de la couverture bitumineuse,
- La surveillance du bon fonctionnement du dispositif de confortement environnemental,

¹ Pour rappel, la valeur guide de l'OMS, considérée comme un critère de potabilité de l'eau est de $30 \mu\text{g/l}$

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- La surveillance de la dissémination par voie atmosphérique autour de l'installation.

La contamination atmosphérique dans la zone des bassins B1/B2 est surveillée par des prélèvements d'air en continu. Les résultats de cette surveillance sur les dernières années sont présentés dans le paragraphe 8 « Prise en compte du retour d'expérience » du Volume 1 du RS.

Les teneurs en substances chimiques sont également mesurées périodiquement en divers points du site.

Les moyens de surveillance associés sont présentés au paragraphe 3.8 du Volume 1.

- la surveillance de la dissémination par voie liquide autour de l'installation et du site.

Des échantillons d'eau souterraine sont régulièrement prélevés dans les piézomètres environnementaux situés en aval de l'installation (cf. paragraphe 6.2 du Volume 1), afin d'en analyser les teneurs en substances radioactives et chimiques.

La périodicité de ces contrôles est précisée dans les RGE (cf. référence [28]).

3.1.4.1 Surveillance des digues

Des moyens et un programme de surveillance des digues ont été mis en place. Ce dispositif comporte les éléments suivants :

- Un réseau de bornes topographiques et des inclinomètres, permettant de détecter un éventuel mouvement des digues,
- Un réseau de piézomètres et de cordes vibrantes permettant de suivre l'évolution du niveau d'eau dans les digues.

Une inspection visuelle des talus des digues de l'installation, est réalisée afin de détecter d'éventuelles tâches d'humidité inhabituelles ou de venues d'eau conséquentes, de fissures, de mouvements de terrain superficiels ou profonds.

Les résultats de cette surveillance sur les dernières années sont présentés dans le paragraphe 8 « Prise en compte du retour d'expérience » du Volume 1 du présent Rapport de Sûreté.

En outre, un rapport d'expertise annuel est réalisé par des organismes compétents (bureau d'ingénierie conseil), il permet de confirmer le respect de l'exigence concernant le facteur de stabilité d'ensemble des digues.

3.1.4.2 Surveillance de la couverture bitumineuse

Afin de s'assurer de l'intégrité de la couverture bitumineuse, le programme de surveillance comporte les opérations périodiques suivantes :

- des inspections visuelles périodiques de la couverture bitumineuse : inspection à pied avec relevé des observations visuelles (absence de trous ou déchirures, bon état des ancrages, absence de rétention d'eau, bon fonctionnement du dispositif de drainage des gaz ...),
- des contrôles directs d'intégrité par méthode électrique (détection de trous et défaut éventuels de soudures),
- une surveillance des tassements par des relevés topographiques (avec comparaison des topographies précédentes),
- une surveillance renforcée des tassements au droit de l'alvéole pendant la première année d'exploitation suivant la phase d'aménagement.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Pour être représentatif des conditions de traction et d'exposition climatique les prélèvements sont réalisés directement sur la membrane en place.

A chaque prélèvement, les portions prélevées et remplacées sont localisées par leurs coordonnées GPS afin de ne pas réaliser les prélèvements suivants sur les surfaces de géomembranes les plus récentes.

Les prélèvements et les réparations associées sont réalisés, en dehors des périodes d'intempéries.

Des contrôles et essais périodiques de paramètres physico-chimiques sont réalisés en laboratoire sur ces échantillons et comparés aux valeurs initiales. L'objectif est d'apprécier les évolutions des caractéristiques techniques du matériau de la couverture. Ils sont précisés ci-après :

- mesure du flux d'eau traversant la géomembrane afin d'évaluer le niveau de perméabilité de la membrane et le respect de l'objectif global de performance de l'EIP ;
- mesures de l'épaisseur et de la masse surfacique (comparaison avec les valeurs initiales) dans le cadre de l'analyse des risques liés au vieillissement ;
- mesure de la résistance à la rupture en traction dans le cadre de l'analyse du vieillissement (à comparer à la valeur initiale et à corrélérer avec le niveau de perméabilité et l'évolution du liant) ;
- mesure de l'allongement à la rupture afin d'évaluer les déformations subies par la géomembrane (à comparer à la valeur initiale et à corrélérer avec l'évolution du liant et la résistance à la rupture) ;
- essais sur le liant bitumineux extrait des échantillons prélevés afin d'évaluer son niveau de vieillissement (pénétrabilité, durcissement, niveau d'oxydation...).

En outre, le suivi périodique de l'évolution de la nappe perchée située dans les stériles miniers en dessous de l'installation permet de détecter une éventuelle augmentation significative de la perméabilité globale de cette couverture.

Enfin, un rapport d'expertise est réalisé périodiquement par des organismes compétents (bureau d'ingénierie conseil), il permet de confirmer le bon état et l'intégrité de la couverture.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****3.1.4.3 Surveillance du confortement environnemental**

Le programme de surveillance, en exploitation, comporte les opérations périodiques suivantes :

- Un contrôle de l'efficacité du dispositif de drainage ;
- Un contrôle de l'efficacité hydraulique de la paroi par des mesures du niveau de la nappe au niveau du réseau de piézomètres installés en amont et en aval de la paroi ;
- Une surveillance environnementale des eaux de la nappe en aval de la paroi.

Les résultats de cette surveillance sur les dernières années sont présentés dans le chapitre 8 «Prise en compte du retour d'expérience » du Volume 1 du présent Rapport de Sûreté.

En outre, un rapport d'expertise annuel est réalisé par des organismes compétents (bureau d'ingénierie conseil). Il permet d'analyser les données issues de la surveillance afin de valider le bon fonctionnement du dispositif.

Enfin, la modélisation des écoulements souterrains [REDACTED] est actualisée périodiquement par des organismes compétents (bureau d'ingénierie conseil).

Ce modèle permet d'évaluer les valeurs prospectives de concentration en uranium en aval de la paroi. Les résultats de la surveillance environnementale sont comparés périodiquement à ces projections.

3.1.5 Limitation des conséquences**3.1.5.1 Dissémination par voie aérienne**

Les scénarios pouvant conduire à un risque de dissémination sont :

- la dégradation de la couverture bitumineuse (cas d'un arrachement par le vent, d'une chute de charge, ...),
- l'effacement d'une digue avec épandage de boues et remise en suspension sous l'effet du vent.

La limitation des conséquences repose sur la capacité technique à réparer la barrière statique endommagée (couverture bitumineuse ou digues).

Dans la configuration initiale (sans la couverture bitumineuse), la dissémination par voie atmosphérique avait des effets limités (cf. paragraphe 8 « Prise en compte du retour d'expérience » du Volume 1 du présent RS). L'activité volumique alpha mesurée en limite de site ne dépassait pas l'ordre de grandeur du mBq/m³.

Aussi, une dégradation de la couverture bitumineuse aurait des conséquences limitées. Les risques liés à la dégradation de la couverture ont néanmoins été étudiés. Il convient de distinguer les dommages localisés, qui peuvent être réparés facilement (perforation réparée par rustine), des dommages plus importants qui nécessitent un approvisionnement particulier (cas d'un arrachement de grande ampleur). Seuls ces derniers sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'environnement.

L'étude de scénarios pénalisants, présentée ci-après au paragraphe 8.1, montre que les conséquences d'un tel événement sont négligeables.

Concernant le risque d'effacement de digue, il est rappelé que le dimensionnement de celles-ci en résistance au glissement a été vérifié (voir § 3.1.3 ci-avant).

La tenue des digues à un certain nombre d'agressions envisageables (séisme, explosion externe, inondation, chute d'avion) est étudiée dans les paragraphes correspondants du présent volume.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

En tout état de cause, la survenance d'un tel évènement entraînerait une vérification de l'absence de dommage ou de déformation susceptible d'affecter la stabilité des digues.

Un scénario d'effacement de digue avec épandage de boues est étudié au paragraphe 8.1.4.3. En cas d'épandage de boues, la limitation des conséquences en termes de dissémination atmosphérique de substances radioactives et chimiques repose sur la mise en place d'un confinement statique (par exemple, sous forme de bâches provisoires).

3.1.5.2 Dissémination par voie liquide

Une dissémination de substances radioactives ou chimiques par voie liquide pourrait provenir :

- d'un défaut majeur de la couverture conduisant à la poursuite du lessivage des déchets entreposés dans l'installation (notamment dans sa partie B2 Est) et du transfert à la nappe alluviale des substances radioactives ou chimiques,
- d'un transfert à la nappe alluviale par entraînement, suite à :
 - un effacement de digue et à un épandage de boues ;
 - un dysfonctionnement important et durable du confortement environnemental.

Les vitesses de transfert des radioéléments dans les eaux souterraines sont faibles. De plus, l'eau de la nappe alluviale n'est pas utilisée, à proximité de l'usine, pour la consommation humaine.

Les conséquences potentielles d'un transfert de substances radiologiques et chimiques dans la nappe alluviale au-delà de la paroi souterraine peuvent être estimées de façon pénalisante à partir de l'évaluation des conséquences d'un épandage de boues consécutif à un effacement de digue, présentée au paragraphe 8.1.4.3.

3.2 RISQUES D'EXPOSITION DU PERSONNEL AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

3.2.1 Présentation

Les risques d'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants sont liés à la présence de substances radioactives dans les boues des bassins. Ces matières sont principalement constituées des résidus de procédé de l'usine de conversion : uranium, produits de filiation des isotopes de l'uranium ainsi que traces de transuraniens et de produits de fission provenant d'activités passées de recyclage d'uranium issu du traitement de combustibles usés. Ces radioéléments sont des émetteurs α et $\beta \gamma$.

Les matières entreposées dans l'installation et les principales opérations prévues sont décrites dans le Volume 1 du présent rapport de sûreté, respectivement aux chapitres 3 et 4.

Les risques d'exposition externe proviennent principalement des produits de filiation de l'uranium naturel émetteurs gamma. Toutefois, ces risques sont faibles, car les substances radioactives sont diluées dans les boues, ce qui favorise l'atténuation des rayonnements ionisants. Ainsi, les débits d'équivalent de dose gamma (DED) ont été mesurés inférieurs à 1 $\mu\text{Sv/h}$ à la surface de l'entreposage, en mars 2009, et inférieurs à 190 nSv/h (106 nSv/h en moyenne) au niveau des digues entourant les bassins en octobre 2011. Ces valeurs correspondent à des doses inférieures à 2 mSv pour les travailleurs (temps de présence inférieur à 2 000 heures). Une cartographie des débits d'équivalent de dose sur les bassins est présentée au paragraphe 8.4.1 du volume 1 du présent rapport de sûreté.

Les risques d'exposition interne sont également faibles en situation normale, compte tenu du retour d'expérience (la contamination atmosphérique mesurée à proximité des bassins est en moyenne annuelle de 2,2 mBq/m³ d'air en alpha ; cf. volume 1, paragraphe 8.4.2). Les dispositions de

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

confinement retenues, notamment la mise en place de la couverture bitumineuse, et la simplicité des opérations à réaliser devraient contribuer à réduire encore ces risques.

Afin d'évaluer les conséquences potentielles en matière d'exposition interne aux rayonnements ionisants de situations incidentelles ou accidentelles, il a été calculé le repère de concentration atmosphérique (RCA) conduisant à une dose efficace susceptible d'être reçue en une heure d'exposition de 25 μSv , à partir du spectre « boues » enveloppe présenté au paragraphe 3.2 du volume 1 et des DPUI par inhalation issus du tableau 3.1 de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 (cf. référence [21]), en prenant en compte la forme chimique et la granulométrie les plus pénalisantes.

3.2.2 Principes

La maîtrise des risques d'exposition externe repose sur l'atténuation du débit d'équivalent de dose généré par les déchets et la limitation du temps de présence du personnel intervenant à proximité de l'entreposage.

La maîtrise des risques d'exposition interne repose essentiellement sur la prévention des risques de dissémination (cf. paragraphe 3.1) et sur la mise en œuvre de moyens de protection, collective ou individuelle, en cas de situations susceptibles de remettre en cause l'efficacité des dispositions de prévention.

3.2.3 Prévention

3.2.3.1 Exposition externe

En fonctionnement normal, la prévention du risque d'exposition externe repose sur les mesures suivantes :

- la présence d'une couche de terre en surface et de la couverture bitumineuse, qui réduisent les débits d'équivalent de dose (de l'ordre de 5 %),
- les temps d'intervention limités à des opérations de surveillance et de maintenance courantes,
- le classement radiologique de l'entreposage et de ses abords conformément à l'arrêté du 15 mai 2006 (cf. référence [6]). Les principales règles de zonage correspondantes sont rappelées dans le tableau ci-après :

Couleur de zone	Type de zone radiologique	Personnel concerné	Equivalent de Dose admissible sur 1 h (organisme entier)
	Zone Non réglementée	Tous	Dose efficace < 80 μSv /mois
Gris bleu	Zone surveillée	Travailleurs exposés	Equivalent de dose < 7,5 μSv
Verte	Zone contrôlée à accès et séjour réglementés	Travailleurs exposés	Equivalent de dose < 25 μSv
Jaune	Zone contrôlée à accès et séjour réglementés	Travailleurs exposés	25 μSv < Equivalent de dose < 2 mSv
Orange	Zone contrôlée à accès et séjour réglementés	Travailleurs exposés	2 mSv < Equivalent de dose < 100 mSv
Rouge	Zone interdite	Travailleurs exposés	Equivalent de dose > 100 mSv

Tableau 6 : Principales règles applicables en fonction du zonage radiologique

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Compte tenu des débits de dose présents dans l'installation ($< 1 \mu\text{Sv/h}$), l'entreposage et ses abords sont classés en zone surveillée.

Les éventuels travaux d'importance significative, susceptibles de conduire à des modifications de la configuration de l'entreposage ou à des interventions de longue durée au plus près du déchet, sont précédés d'une analyse de risques spécifique.

3.2.3.2 Exposition interne

La prévention des risques d'exposition interne repose principalement sur les mesures mises en œuvre pour prévenir la dissémination de substances radioactives et chimiques. Ces dispositions sont présentées au paragraphe 3.1.3 du présent Volume.

En cas de situations susceptibles de remettre en cause l'efficacité des dispositions de prévention, des moyens particuliers de protection sont mis en œuvre. En particulier, les interventions impliquant une ouverture de la barrière de confinement constituée par la couverture (par exemple, réparation de celle-ci) sont précédées d'une analyse de risques spécifique, qui devra étudier notamment la pertinence et l'efficacité des moyens à mettre en œuvre en vue de :

- protéger les opérateurs des risques d'exposition par inhalation, par l'utilisation d'Appareils de Protection des Voies Respiratoires (APVR) ;
- limiter la dissémination dans l'environnement, éventuellement par l'utilisation de moyens de confinement spécifiques et par des procédures strictes de collecte et de gestion des déchets générés.

Par ailleurs, il est interdit de fumer et de manger dans le périmètre de l'installation.

3.2.4 Surveillance**3.2.4.1 Exposition externe**

Les doses reçues par le personnel intervenant sont comptabilisées avec des dosimètres « passifs » (dosimétrie individuelle), qui mesurent les rayonnements X, β et γ . Les résultats sont transmis au médecin du travail.

Les débits d'équivalent de dose dans et à proximité de l'installation sont mesurés par :

- des appareils de mesure radiologique de l'irradiation : une station DED Environnement - FLI, au niveau du bassin B1, et une station DED Zone réglementée - FLI, au niveau du portail,
- des cartographies périodiques de la zone (mesures radiologiques γ d'ambiance).

Compte tenu de la nature de l'installation, il n'est pas attendu d'évolution rapide des débits d'équivalent de dose et ces moyens de surveillance apparaissent suffisants.

3.2.4.2 Exposition interne

L'installation est surveillée par les moyens de mesure de la contamination atmosphérique définis au paragraphe 6.1 du volume 1.

Des appareils portatifs sont présents en sortie de la zone surveillée, permettant le contrôle de la contamination des vêtements et des équipements.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Le personnel exposé bénéficie d'un suivi médical adapté.

En cas de situations susceptibles de remettre en cause l'efficacité des dispositions de prévention, des moyens particuliers de surveillance sont mis en œuvre.

3.2.5 Limitation des conséquences

3.2.5.1 Exposition externe

Au titre du principe d'optimisation, et bien que les débits d'équivalent de dose soient faibles, les différents modes opératoires d'intervention sont réexaminés périodiquement à la lumière du retour d'expérience, afin de réduire autant que raisonnablement possible les doses reçues.

3.2.5.2 Exposition interne

Les risques d'exposition interne du personnel sont nuls en situation normale de fonctionnement. En cas de situations susceptibles de remettre en cause l'efficacité des dispositions de confinement, notamment lors de travaux présentant un risque de dissémination, le port du masque de protection des voies respiratoires à la ceinture est imposé à toute personne pénétrant dans le périmètre des travaux.

En cas de suspicion d'inhalation ou d'ingestion de contamination, le personnel est dirigé vers le Service Médical de l'établissement.

3.2.6 Estimation prévisionnelle des doses en fonctionnement normal

En situation normale de fonctionnement, l'exposition interne du personnel est nulle.

En situation de fonctionnement dégradée, notamment en cas de travaux conduisant à une ouverture de la barrière de confinement assurée par la couverture, des dispositions spécifiques sont mises en œuvre, après analyse, pour prévenir toute exposition interne des agents (exemple : mise en place de sas d'intervention, port de l'APVR...).

Une estimation enveloppe des doses annuelles externes résultant des opérations d'exploitation de l'installation ECRIN (opérations courantes de surveillance et d'entretien de l'installation) est présentée dans le tableau ci-après.

Les périodicités sont indicatives.

Opérations	
Inspection visuelle de la digue	
Contrôle visuel global de la couverture	
Accompagnement visites	
Mesures des tassements par plots topographiques de référence	

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Opérations	
Mesures du niveau d'eau dans les piézomètres des digues	
Relevés de mesure au niveau des inclinomètres	
Contrôle du dégazage Mesure du H2S au droit des événements	
Maintenance préventive	
Contrôle et nettoyage des fossés de collecte des eaux pluviales sur la couverture	
Contrôle et nettoyage des dispositifs de collecte des eaux pluviales des digues	
Contrôle du libre débouché du réseau de drainage des gaz de la couverture	
Contrôle de la piézométrie de la nappe perchée	
Contrôle visuel approfondi (photos...) aux points de fragilité	
Contrôle d'absence de contamination sur la couverture bitumineuse	
Désherbage des digues	
Nettoyage de l'installation	
Contrôle visuel de l'intégrité de la couverture	
Contrôle des soudures de la couverture bitumineuse	
Prélèvement et analyse de portions de couverture témoin	
Relevé topographique d'ensemble	

Tableau 7 : Estimation prévisionnelle des doses pour les opérations d'exploitation de l'installation ECRIN

Le Débit d'équivalent de dose (DED) de 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ correspond à une estimation enveloppe du DED sur la couverture des bassins B1/B2. Il est issu de la cartographie de 2009 présentée en figure 47 du Volume 1 du Rapport de Sûreté.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Le DED de 0,11 $\mu\text{Sv/h}$ correspond au DED moyen mesuré par l'exploitant sur les digues en octobre 2011 (cf. paragraphe 8.4 du Volume 1 du Rapport de Sûreté).

La dosimétrie annuelle collective pour les opérations courantes est estimée à [REDACTED].

Cette estimation dosimétrique prend en compte des marges sur les temps d'intervention. Les durées d'intervention et les doses reçues sont réévaluées en fonction du retour d'expérience.

Par ailleurs, des travaux ponctuels peuvent être réalisés sur ou à proximité de la couverture (entretien, réparation, investigations intrusives, ...).

A titre indicatif, pour des travaux sur la couverture d'une durée de 40 h (1 semaine en horaire normal) avec 3 opérateurs, l'estimation prévisionnelle de dose correspondante est estimée à [REDACTED].

3.2.7 Estimation prévisionnelle de dose en situation incidentelle

3.2.7.1 Cas 1 : chute d'un engin lourd sur la couverture bitumineuse

Conformément au scénario de chute de charge enveloppe présenté au paragraphe 8.1.2.2, la surface mise en jeu est de [REDACTED] conduisant à une masse de boues remises en suspension de [REDACTED].

Il est supposé que les matières remises en suspension se répartissent uniformément dans une demi-sphère d'influence autour de l'incident. En l'absence de barrière physique, il est retenu pour cette demi-sphère un rayon de [REDACTED], l'empoussièrément correspondant serait de [REDACTED].

Une personne présente dans la zone serait exposée à une atmosphère de [REDACTED].

En considérant une exposition d'une minute sans APVR (port de l'APVR dans les plus brefs délais et éloignement de la zone en moins d'une minute), la dose inhalée par l'opérateur serait [REDACTED] de l'ordre de 0,5 mSv.

Ce calcul est très pénalisant, car il considère que les matériaux remis en suspension sont des boues présentant l'activité la plus élevée. De façon plus réaliste, les matériaux remis en suspension sont des terres de couverture, dont l'activité moyenne est 20 fois plus faible que l'activité retenue pour les calculs. Dans ces conditions, la dose intégrée par un opérateur est de l'ordre de 25 μSv .

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****3.2.7.2 Cas 2 : incendie de la couverture bitumineuse**

Un incendie ne pourrait survenir que lors d'une intervention. Il serait détecté immédiatement et sa propagation serait non significative. En effet, les essais réalisés en laboratoire sur des géomembranes isolantes de toitures équivalentes aboutissent à une propagation du feu dans un délai supérieur à 30 minutes.

Par conséquent, le scénario d'incendie de la couverture bitumineuse présenté au paragraphe 8.1.3 et impliquant une surface en feu de [REDACTED] et conduisant à une masse de boues remises en suspension de [REDACTED] est très peu probable. De plus, compte tenu de la quantité de matières retenues pour l'évaluation de dose en situation incidentelle, il est très majorant.

Pour ce scénario, il est supposé que les matières remises en suspension se répartissent uniformément dans une demi-sphère d'influence autour de l'incident. En l'absence de barrière physique, il est retenu pour cette demi-sphère [REDACTED]

[REDACTED], l'empoussièrement correspondant serait de [REDACTED]

Une personne présente dans la zone serait exposée à une atmosphère de [REDACTED].

En considérant une exposition d'une minute sans APVR (port de l'APVR dans les plus brefs délais et éloignement de la zone en moins d'une minute), la dose inhalée par l'opérateur serait de [REDACTED] de l'ordre de 5 mSv.

Ce calcul est très pénalisant, car il considère que les matériaux remis en suspension sont des boues présentant l'activité la plus élevée. De façon plus réaliste, les matériaux remis en suspension sont des terres de couverture, dont l'activité moyenne est 20 fois plus faible que l'activité retenue pour les calculs. Dans ces conditions, la dose intégrée par un opérateur est de l'ordre de 250 μ Sv.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4 ANALYSE DES RISQUES NON NUCLEAIRE D'ORIGINE INTERNE****4.1 RISQUES D'INCENDIE****4.1.1 Présentation****4.1.1.1 Caractérisation des risques d'incendie**

Les risques d'incendie sont liés à la présence simultanée de matières combustibles, de comburant (oxygène de l'air) et de sources d'ignition (équipements électriques, interventions par points chauds...).

Dans l'installation, les matériaux susceptibles de brûler sont principalement :

- la couverture bitumineuse,
- les véhicules contenant du carburant utilisés pour les interventions sur l'installation ou à proximité de celle-ci.

Lors des interventions au niveau des bassins, d'autres matériaux combustibles peuvent être également apportés, tels que :

- des consommables (tenues d'intervention, nappes en vinyle...),
- des équipements électriques et leurs câbles d'alimentation,
- des produits inflammables nécessaires au fonctionnement d'éventuels équipements mécaniques (lubrifiants, carburants).

Les déchets entreposés sous la couverture bitumineuse ne sont pas combustibles.

Les charges calorifiques présentes dans le périmètre de l'installation (couverture et petits matériels électriques) sont estimées à [REDACTED].

Ceci représente une densité de charge calorifique sur l'installation de [REDACTED].

Les sources d'ignition potentielles sont liées :

- à la présence sur les risbermes de câbles électriques véhiculant du courant [REDACTED] ;
- à l'utilisation de véhicules à moteur thermique (véhicules d'intervention ou de surveillance) ou d'appareils électriques (sources d'échauffement) ;
- lors d'intervention, à la présence d'appareils générant des points chauds ou électriques (moteurs, câbles, matériels de soudage des lés de couverture...).

Il apparaît que la sensibilité au départ de feu de l'installation est faible, notamment en l'absence d'intervention.

Les risques liés à la foudre sont étudiés au paragraphe 5.6 du présent volume.

4.1.1.2 Identification des cibles et des besoins d'analyse**4.1.1.2.1 Matières TRICE**

Pour l'installation, les matières TRICE retenues comme cibles sont :

- le revêtement bitumineux (cf. la FDS en annexe 2),
- les déchets radioactifs,
- le gazole contenu dans les véhicules d'intervention ou de surveillance.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les géotubes ne sont pas retenus comme matière TRICE étant donné qu'ils sont remplis de boues encore humides et enterrés sous une couche de 0,3 m de terres.

4.1.1.2.2 Equipements utiles à la sûreté de l'installation

Compte tenu de la fonction importante pour la protection qu'est la maîtrise de la dissémination, la cible retenue est la couverture bitumineuse.

Les matériaux composant les digues, de nature minérale, ne sont pas combustibles. Un incendie n'aurait pas d'influence sur les digues, qui ne peuvent pas être considérées comme des cibles.

Les piézomètres et les systèmes de surveillance radiologique ne sont pas retenus dans la mesure où ils ne contribuent pas directement à la sûreté de l'installation.

4.1.1.2.3 Postes de travail du personnel

Il est considéré qu'aucune opération de mise en sécurité ne nécessite la présence de personnel dans la zone d'effet de l'incendie. En cas de départ de feu en présence d'un opérateur, celui-ci peut intervenir à l'aide des moyens disponibles localement (extincteur à proximité) après avoir donné l'alerte.

Compte tenu de la faible sensibilité au départ de feu et du caractère acceptable des conséquences associées (cf. paragraphe 8.1.3), l'étude des risques d'incendie sur l'installation ne nécessite pas une analyse approfondie.

4.1.2 Principes

La maîtrise des risques d'incendie d'origine interne repose essentiellement sur la prévention des sources d'ignition et sur l'efficacité des moyens d'intervention au regard de la cinétique d'extension d'un incendie.

4.1.3 Prévention

4.1.3.1 A la conception

Les mesures de conception sont les suivantes :

- les équipements électriques mis en place sont limités au strict nécessaire,
- en particulier, aucun équipement électrique n'est présent à poste fixe sur la zone couverte des bassins. [REDACTED]
- de façon générale, les équipements électriques qui installés sont conformes aux normes en vigueur (notamment NFC 15-100, NFC 20-010 et NFC 13-200) et tout nouveau câble électrique installé dans le périmètre de l'installation est classé C1 (« non propagateur d'incendie ») au sens de la norme NFC 32-070,
- les équipements métalliques éventuellement mis en place sont mis à la terre,
- la couverture bitumineuse est difficilement inflammable (classification M1),
- en outre, le caractère potentiellement combustible de la couverture bitumeuse est compensé par la mise en place d'une couche sous-jacente de matériaux incombustibles.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4.1.3.2 En phase de surveillance**

Les dispositions préventives générales retenues sont les suivantes :

- les matériels électriques sont maintenus en bon état et contrôlés périodiquement par un organisme agréé,
- les moteurs des véhicules utilisés pour des interventions sur l'entreposage ou à proximité de celui-ci sont coupés dès que possible,
- l'apport transitoire d'autres sources d'ignition est limité autant que possible ; en particulier, il est interdit de fumer sur l'installation,
- les travaux par points chauds nécessitent l'obtention préalable d'un permis de feu délivré par du personnel compétent sur la base d'une analyse des risques,
- la présence de matières combustibles à proximité de l'entreposage est minimisée de manière à prévenir le risque de propagation d'un feu d'origine externe et à limiter les conséquences d'un incendie éventuel. A ce titre :
 - une attention particulière est portée au choix des matériels mis en œuvre ;
 - les zones végétalisées sont entretenues régulièrement,
 - les déchets technologiques sont évacués régulièrement. L'entreposage de déchets combustibles est interdit à proximité de la couverture,
 - en dehors des périodes d'utilisation de véhicules pour les besoins de l'installation, le stationnement de véhicules à moins de 8 m de la couverture bitumineuse est interdit.

4.1.4 Surveillance

Etant donné la nature de l'installation, une surveillance par un système de détection automatique d'incendie (DAI) n'est pas envisagée.

En cas de travaux, la surveillance est complétée par les intervenants. Suivant les conclusions de l'analyse de risques préalable à l'intervention, des dispositions de surveillance supplémentaires peuvent être prises [REDACTED].

En l'absence de source d'ignition permanente au niveau de la couverture bitumineuse et compte tenu de son caractère difficilement inflammable, un incendie de la couverture de l'INB ne pourrait survenir que lors d'une intervention par points chauds (travaux ou circulation d'un engin). Le ou les intervenants présents dans la zone détecteraient donc l'incendie quasi-immédiatement (de l'ordre de 1 minute) et déclencheraient l'alerte selon les consignes applicables (chapitre 8 des RGE).

4.1.5 Limitation des conséquences

La limitation des conséquences repose sur des moyens humains et techniques adaptés.

Les dispositions générales visant à limiter les conséquences d'un incendie sont les suivantes :

- la présence de matières combustibles à proximité de l'entreposage est minimisée (cf. ci-avant),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- les intervenants du site et des entreprises extérieurs sont formés à la première intervention,
- le personnel de l'établissement comprend des Equipiers de Seconde Intervention (E.S.I.) formés au risque et au comportement à adopter en cas d'incendie,
- les équipes d'intervention disposent de moyens d'intervention adaptés :
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - [REDACTED]
 - des tenues adaptées aux risques (incendie et risques chimiques),
- les équipes du site peuvent être aidés par les pompiers de Narbonne, dont la caserne est située au nord de l'agglomération narbonnaise, à 5 km du site,
- des exercices sont organisés régulièrement, de manière à s'assurer du bon fonctionnement des moyens d'intervention et de l'organisation en place,
- les bassins disposent de chemins de roulage dimensionnés pour le passage des camions de lutte contre l'incendie, permettant l'intervention sur l'ensemble des zones couvertes,
- les véhicules susceptibles d'intervenir sur l'entreposage ou à proximité de celui-ci sont équipés d'un extincteur,
- les eaux d'extinction d'un incendie seraient collectées et dirigées vers le bassin de contrôle, afin de confiner les substances potentiellement polluantes,
- les portions de couverture abîmées par un incendie pourraient être réparées facilement.

Les conséquences d'un incendie de la couverture bitumineuse sont estimées au paragraphe 8.1.3.

Cependant, compte tenu du délai de plus de 30 minutes de propagation d'un incendie sur ce type de matériau (confirmé par le retour d'expérience des fournisseurs et les essais en laboratoire – selon le principe présenté en Figure 3 - réalisés sur des géomembranes similaires en liant élastomère SBS utilisées comme couverture de toiture), l'opérateur présent dans la zone en cas d'inflammation (qui comme indiquée ci-dessus ne pourrait survenir que lors d'une intervention) serait en mesure d'intervenir et d'éteindre le feu à l'aide des moyens de première intervention disponibles dans la zone ou dans son véhicule (extincteur à poudre) avant toute aggravation.

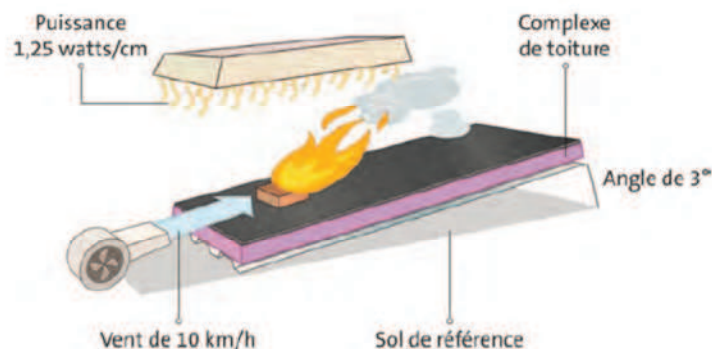


Figure 3 : principes de la méthode t3 d'essais de propagation de feu sur les couvertures de toiture (arrêté ministériel du 14 février 2003)

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

En cohérence avec ce délai de propagation (confirmé par le retour d'expérience présenté au §8.2.3.2 du volume I), une ronde est réalisée [REDACTED] afin de s'assurer de l'absence de feu couvant, de matière combustible ou de source d'ignition aux environs de la couverture.

Ainsi, la surface en feu de [REDACTED] du scénario accidentel est très majorante.

4.2 RISQUES D'EXPLOSION D'ORIGINE INTERNE

4.2.1 Présentation

De manière générale, le phénomène d'explosion peut être défini par une libération soudaine d'énergie, non maîtrisée. Il s'agit donc d'un phénomène dangereux à cinétique rapide.

Les paramètres qui interviennent lors d'une explosion sont :

- le combustible,
- le comburant,
- la source d'allumage,
- la quantité et la composition du pré-mélange,
- le confinement apporté par les parois,
- la turbulence liée à l'encombrement dû aux obstacles.

[REDACTED]

Pour l'installation ECRIN les risques d'explosion d'origine interne sont liés à la présence potentielle de gaz explosibles en dessous de l'entreposage, à l'interface entre les résidus et stériles miniers et le terrain naturel, susceptibles de s'accumuler sous la couverture bitumineuse. La présence d'H₂S a été mise en évidence lors de prélèvements d'échantillons dans le massif au niveau de l'interface entre les résidus et stériles miniers et les alluvions. En outre, des dégazages d'H₂S ont été observés au niveau de certains sondages et de piézomètres.

Le domaine d'explosivité du H₂S en présence d'air et à pression atmosphérique s'étend de 4 à 46 % en volume (cf. annexe 3).

La température d'auto-inflammation du mélange est égale à 260°C (cf. référence [15]).

Bien que les teneurs observées ne présentent pas de danger immédiat (au plus quelques centaines de ppm en volume pour l'H₂S en profondeur et de l'ordre de quelques dizaines de ppm en surface après dilution), la mise en place d'une couverture bitumineuse sur l'installation et alvéole sur B2 crée les conditions d'une accumulation localisée de gaz pouvant induire un risque d'explosion.

Une explosion peut être à l'origine d'une surpression ou d'une dissémination de substances radioactives et chimiques, de façon directe, ou indirecte en cas d'incendie.

Notons cependant, que l'H₂S étant un gaz plus lourd que l'air il aura peu tendance à remonter en surface.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

4.2.2 Principes

La maîtrise des risques d'explosion d'origine interne repose sur la prévention du risque d'accumulation de gaz, par le drainage des gaz susceptibles de s'accumuler sous la couverture bitumineuse, et sur l'absence de source d'ignition sur cette couverture.

4.2.3 Prévention

Outre les dispositions retenues au titre de la prévention d'un incendie d'origine interne (cf. paragraphe 4.1), les principales dispositions de prévention sont :

- A la conception

La mise en place sous la couverture bitumineuse d'un dispositif passif de drainage (description au §3.4.4.1 du volume I), permettant de canaliser les gaz vers des exutoires implantés (événements) en points hauts de la couverture.

Le choix du dispositif (captage horizontal passif) et son dimensionnement [REDACTED] :



sont conformes aux règles de l'art et aux guides techniques de la profession (guide du comité français des géosynthétiques). Ce dispositif est adapté aux taux d' H_2S susceptibles d'être émis en surface (potentiellement de l'ordre de quelques dizaines de ppm en surface). Il permet au gaz de s'échapper librement sans créer de zone d'accumulation grâce à la distribution d'évents sur l'ensemble de la couverture et en périphérie.

- En phase de surveillance

Lors des analyses de risques préalables à toute intervention particulière dessus, dessous ou à proximité de la couverture bitumineuse ou susceptible de générer des points chauds, le risque de présence de poche de gaz sera pris en compte. A ce titre, les zones d'accumulation potentielle de gaz sont identifiées et les ouvertures de la membrane bitumineuse sont réalisées par une méthode qui ne génère pas de point chaud.

Le personnel amené à intervenir sur la couverture bitumineuse est sensibilisé aux risques d'explosion et formé aux bonnes pratiques applicables à l'installation.

4.2.4 Surveillance

Afin de s'assurer du bon fonctionnement du dispositif, l'absence d'anomalies au niveau des événements et des pots de purge de condensats est vérifiée périodiquement. En complément, l'intégrité des drains est contrôlée par une inspection vidéo.

En cas de défaillance du système de drainage des gaz, ceux-ci peuvent s'accumuler sous la membrane et former des poches de gaz. L'absence de poche de gaz visible est vérifiée [REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

[REDACTED]

En cas de travaux, une attention particulière est portée en préalable à l'absence de poche de gaz. Lors des ouvertures de la couverture bitumineuse ou d'intervention sur les puisards de l'alvéole, des moyens mobiles de détection d'atmosphère explosive sont utilisés. La surveillance est renforcée si nécessaire.

[REDACTED]

En cas de détection d'une poche de gaz sous la couverture, celle-ci serait vidée, puis le système de drainage des gaz serait vérifié et, le cas échéant, réparé.

4.2.5 Limitation des conséquences

Outre les dispositions retenues au titre de la limitation des conséquences d'un incendie d'origine interne (cf. paragraphe 4.1.5), la principale disposition complémentaire de limitation des conséquences d'une explosion repose sur la surveillance de la formation éventuelle de poches de gaz, afin de limiter leur extension aussi tôt que possible.

En outre, bien que son bénéfice soit difficile à quantifier, la présence d'une couche de terre, matériau incombustible et peu marqué en radionucléides, directement sous la couverture, limite, dans les faits, les conséquences d'une explosion.

La surpression engendrée par l'explosion a été estimée en appliquant la méthode de l'équivalent TNT utilisée dans le cas de réservoirs mal dégazés. Les hypothèses retenues (cf. RFS 1.1.b) sont :

- Masse molaire de l'H₂S : M = 34 g/mol,
- Equivalent TNT : [REDACTED],
- [REDACTED]

Pour une poche de [REDACTED], la masse d'H₂S présente en mélange stœchiométrique (pour une température de 20°C) est égale à :

$M_{exp} =$ [REDACTED]

Selon l'abaque TNT, la distance au-delà de laquelle la surpression est inférieure à 50 mbar est égale à [REDACTED].

La distance au-delà de laquelle la surpression sera inférieure à 20 mbar est égale à [REDACTED].

La distance au-delà de laquelle la surpression sera inférieure à 200 mbar est [REDACTED].

Compte tenu de la pente de la couverture, il est très improbable qu'une explosion se produise à [REDACTED].

L'étude présentée au paragraphe 5.4.5.1 montre qu'une onde de surpression de [REDACTED] n'est pas de nature à générer des phénomènes d'instabilité des talus des digues. Dans le cas où l'explosion se produirait à proximité d'une digue, celle-ci pourrait conduire à des dégradations sur le sommet de la digue sans remettre en cause sa stabilité globale.

Il n'y a donc pas de conséquence pour les digues et les installations voisines.

Les autres conséquences d'une telle explosion sont présentées au paragraphe 8.1.2.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4.3 RISQUES LIES A LA CIRCULATION ET AUX OPERATIONS DE MANUTENTION****4.3.1 Présentation**

En situation de fonctionnement normal, aucun moyen de manutention lourd n'est utilisé sur la couverture de l'installation. Seule la circulation de véhicules légers d'intervention sur les voies de roulements tracées sur la couverture bitumineuse est prévue.

Exceptionnellement, des moyens de manutention lourds (jusqu'à une dizaine de tonnes : camion, sondeuse, foreuse...) peuvent être utilisés lors d'opérations plus conséquentes programmées tel que des carottages ou de forages.

La circulation de véhicules ou d'engins peut endommager la couverture par poinçonnement ou par usure. De même, la chute d'une charge ou d'un engin lourd pourrait être à l'origine d'une détérioration de la couverture.

4.3.2 Principes

La maîtrise des risques liés à la circulation sur la couverture de l'installation et aux opérations de transport et de manutention sur ou à proximité de celui-ci repose, d'une part sur la création de zones de roulement renforcées pour la circulation des véhicules et sur la mise en place de dispositions spécifiques lors d'opérations exceptionnelles de manutention, d'autre part sur les moyens de surveillance d'une éventuelle détérioration.

4.3.3 Prévention

Pour ce qui concerne la circulation de véhicules sur la couverture de l'installation dans le cadre des opérations normales, la prévention des risques de détérioration de la couverture repose sur la création et le balisage de chemin de roulage, spécialement adaptées pour résister à l'usure et aux poinçonnements envisageables afin de diminuer les efforts de traction-compression pouvant être à l'origine d'une détérioration de la couverture.

Pour ce qui concerne les opérations exceptionnelles, nécessitant l'usage de véhicules ou de moyens de manutention lourds, une analyse de risques spécifique serait réalisée au préalable. A minima, les mesures de prévention classiques suivantes seraient retenues :

- dimensionnement des équipements de manutention aux charges à manipuler,
- limitation de la hauteur de levage des charges au minimum nécessaire,
- choix des matériels, autant que possible, pour minimiser le risque d'agression de la couverture,
- conduite des engins de manutention par du personnel formé et habilité,
- inspection de la couverture en fin de chantier.

Par ailleurs, la couverture bitumineuse présente une bonne résistance aux poinçonnements et aux déchirures, comme l'indiquent les caractéristiques figurant au paragraphe 3.4.4 du volume 1 (armature textile procurant une forte résistance à la traction ; la spécification minimale retenue pour la conception de la couverture est un allongement à la rupture > 40 %) et des propriétés de déformabilité compatibles avec des étirements ou des déformations sans rupture.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

4.3.4 Surveillance

Les dégradations éventuelles de la couverture bitumineuse liées à la circulation, notamment sur les voies de roulement, sont intégrées dans la liste des points à surveiller périodiquement.

De plus, les opérations exceptionnelles de manutention sont réalisées en présence de personnel (absence de moyens de manutention disposés à poste fixe). La chute ou la défaillance éventuelle d'un dispositif sont détectées et entraînent des vérifications spécifiques de l'absence de dégradation de la couverture.

4.3.5 Limitation des conséquences

La couche de terres disposée en dessous de la couverture bitumineuse contribue à réduire les conséquences d'une détérioration de celle-ci.

En cas de dégradation de la couverture, il convient de distinguer les dommages localisés, pour lesquels des mesures de limitation des conséquences peuvent être mises en œuvre facilement (réparation d'une perforation par ajout d'un morceau de couverture sous forme de « rustine »), des dommages plus importants (liés à la chute d'un engin par exemple), qui pourraient nécessiter l'utilisation de moyens d'intervention particuliers, la mise en œuvre de mesures compensatoires, pour rétablir le confinement (mise en œuvre d'un bâchage provisoire), ou un approvisionnement spécifique (cas d'une détérioration de grande ampleur de la couverture).

En cas de perforation localisée l'exploitant dispose d'une réserve de couverture bitumineuse permettant une réparation.

L'étude des conséquences d'un scénario enveloppe d'une chute de charge sur la couverture bitumineuse est présentée au paragraphe 8.1.2. Ce scénario considère que cette couverture est détériorée sur [REDACTED] et que la chute conduit à la remise en suspension de boues, sans tenir compte de la présence de terres de couverture. Malgré les hypothèses pénalisantes retenues, cette étude montre que les conséquences radiologiques d'un tel accident sont négligeables.

4.4 RISQUES LIES A L'USAGE DE L'ELECTRICITE

4.4.1 Présentation

L'existence de réseaux sous tension et l'utilisation de matériels électriques (câbles, capteurs, pompes, ...) génèrent des risques spécifiques.

Les principes d'alimentation de l'installation en électricité sont décrits au paragraphe 3.6 du volume 1 du rapport de sûreté.

Outre les risques d'électrisation pour le personnel, la défaillance de ces matériels électriques peut être à l'origine d'un départ de feu ou de pertes de fonctionnement d'équipements potentiellement importants pour la sûreté.

Vis-à-vis d'un risque d'incendie lié à la défaillance d'un équipement électrique, les dispositions de prévention et de surveillance des départs de feu ainsi que de limitation des conséquences d'un incendie sont présentées dans le paragraphe 4.1 consacré aux « risques d'incendie ».

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4.4.2 Principes**

La maîtrise des risques liés à l'usage de l'électricité (électrification) repose essentiellement sur des mesures de prévention et de contrôle réglementaires et normatives ainsi que sur la formation des opérateurs concernés par ces matériels.

4.4.3 Prévention

La prévention des risques liés à l'usage de l'électricité repose sur les principes suivants :

- la conception et la mise en place des équipements électriques respectent les règles et normes en vigueur (notamment celles relatives au dimensionnement des conducteurs et au choix des protections),
- le personnel intervenant est formé, qualifié et habilité (avec le niveau d'habilitation adapté aux tâches à réaliser) conformément à la réglementation.

4.4.4 Surveillance

Les équipements électriques sont contrôlés régulièrement conformément à la réglementation en vigueur.

4.4.5 Limitation des conséquences

Une perte de l'alimentation électrique n'a pas d'impact direct sur la sûreté de l'installation. Les seuls dispositifs pouvant être perdus en cas de perte de l'alimentation électrique de l'installation sont les systèmes de pompage associés à l'alvéole et la caméra de surveillance.

Le personnel intervenant dispose des équipements de protection individuelle adaptés. En cas d'électrification d'une personne, l'établissement dispose de personnels formés aux premiers secours.

4.5 RISQUES LIES AUX FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAIN**4.5.1 Présentation****4.5.1.1 Origine du risque**

Les risques pour la sûreté de l'installation générés par les Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) sont essentiellement liés :

- aux activités prévues sur l'installation,
- à la détection et à la gestion des écarts et événements précurseurs, qui reposent principalement sur la surveillance effectuée par les opérateurs,
- à la gestion des travaux et interventions sur l'installation et au respect des dispositions associées.

Une défaillance organisationnelle ou humaine pourrait être à l'origine d'une situation incidentelle classique (incendie, accident de circulation, défaut de contrôle de matériels ou de déchets, ...) dont certaines sont susceptibles d'affecter la fonction de sûreté retenue de maîtrise de la dissémination des substances radioactives et chimiques.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4.5.1.2 Activités réalisées dans le périmètre de l'installation**

Les activités réalisées dans le périmètre de l'installation, au titre des situations normales ou modes de fonctionnement dégradés, peuvent être classées en 3 catégories :

- les activités courantes (surveillance ou maintenance) de l'installation : activités fréquemment réalisées en fonctionnement normal, définies au sein du référentiel de sûreté de l'installation et faisant l'objet d'un mode opératoire établi,
- les activités d'intervention : activités ne revêtant pas de caractère systématique ni récurrent, mais néanmoins identifiées et définies dans le référentiel de sûreté de l'installation (réparation de la couverture bitumineuse par exemple),
- les opérations de modification : activités non définies dans le référentiel de sûreté de l'installation, dont les procédures sont à créer, et pouvant potentiellement remettre en cause la démonstration de sûreté de l'installation.

Pour mémoire, la FS définie pour l'installation est le confinement des substances radioactives et chimiques. Les éléments importants pour la protection associés sont définis au chapitre 6 ci-après.

Les ED et AIP relatives à ces EIP (telles que définies dans [23]) sont répertoriées dans les RGE de l'installation ECRIN.

Les activités de surveillance réalisées pour s'assurer de l'intégrité des digues et de la couverture bitumineuse ainsi que du bon fonctionnement des dispositifs de collecte des eaux de pluies, contribuent à la maîtrise de la FS. Elles participent donc à la maîtrise de la sûreté.

De plus, les activités réalisées sur les digues ou sur la couverture bitumineuse lors des travaux d'entretien, de maintenance ou de modification sont considérées du point de vue de leurs conséquences potentielles sur la sûreté.

Chacune de ces activités prévoit : la définition des responsabilités, la formalisation de l'organisation mise en place et des opérations à réaliser, les conditions de suivi des prestataires s'il y a lieu, le contrôle indépendant des mesures effectuées et la traçabilité des informations associées à l'activité.

4.5.2 Principes

La maîtrise des risques liés aux FOH repose essentiellement sur des dispositions organisationnelles de prévention et de détection des événements précurseurs et signaux faibles.

4.5.3 Dispositions mises en œuvre

La prévention des risques FOH repose sur un ensemble de dispositions mises en œuvre dans le cadre des opérations réalisées sur l'installation.

4.5.3.1 Sûreté des activités courantes**4.5.3.1.1 Sûreté des opérations courantes de surveillance**

Les principales activités courantes réalisées dans le périmètre de l'installation sont les suivantes :

- rondes régulières par le personnel et le chef de poste,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- relevé des niveaux piézométriques dans les digues,
- relevé des inclinomètres,
- relevé des bornes topographiques,
- désherbage des digues
- nettoyage de l'installation.

Des activités courantes liées à la couverture bitumineuse et au dispositif de collecte des eaux de pluies sur la couverture sont également réalisées dans l'installation :

- contrôle visuel de l'intégrité de la couverture,
- contrôle des soudures de la couverture bitumineuse,
- prélèvement sur des portions de couverture,
- gestion des déchets solides (déchets technologiques, EPI, gants, surbottes...).

Ces activités sont réalisées par du personnel AREVA ou par du personnel d'entreprises extérieures agissant en sous-traitant.

Les activités courantes sont formalisées au sein de procédures et de modes opératoires applicables. Ces documents explicitent les exigences en termes de traçabilité et d'archivage des données relevées dans le cadre des activités de surveillance. Ils explicitent notamment la traçabilité associée aux opérations effectuées (définition de la nature des informations à conserver et du support correspondant) ainsi que les précautions à prendre en vue de préserver la fonction de maîtrise de la dissémination.

Les modes opératoires et les RGE explicitent également les critères de surveillance des digues et de la couverture bitumineuse, en précisant les valeurs ou « états » de la couverture à partir desquels l'opérateur doit considérer que la situation sort du domaine autorisé, ainsi que les procédures à suivre en cas de constat de cette situation.

4.5.3.1.2 Sûreté des activités courantes de maintenance

Des activités courantes de maintenance, prévues dans le référentiel de sûreté de l'installation, sont également réalisées. Il s'agit notamment des interventions sur les pompes du puisard de l'alvéole ou encore pour le nettoyage ou la réparation de la couverture bitumineuse, nécessitant la mobilisation d'engins sur la couverture :

- réparation de la couverture bitumineuse,
- réparation d'un piézomètre ou création d'un nouveau piézomètre (en remplacement d'un piézomètre défectueux par exemple),
- opérations de maintenance ou de contrôle et essai périodique d'équipements.

Du point de vue des facteurs organisationnels et humain, la sûreté des interventions sur la couverture bitumineuse repose sur :

- la formalisation des procédures d'intervention,
- la formalisation des règles de circulation des engins sur la couverture,
- une signalétique visant à assurer la sûreté des circulations des intervenants et des engins sur la couverture,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- la mise en place d'un contrôle renforcé pour piloter ces opérations (les modalités de contrôle peuvent être définies dans le cadre des analyses de risques spécifiques).

4.5.3.1.3 Sûreté des opérations de maintenance plus conséquentes

Des opérations plus conséquentes, notamment celles impliquant une ouverture de confinement, peuvent être réalisées dans le périmètre de l'installation :

- carottage dans les boues,
- remplacement d'une surface significative de la couverture bitumineuse.
- etc., ...

La préparation de ces opérations repose sur la réalisation d'analyses de sûreté conformément à un processus interne d'autorisation applicable. Ce processus peut éventuellement conduire à l'établissement d'un dossier de déclaration ou de demande d'autorisation de modification auprès de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), selon son importance.

La maîtrise des risques liés aux facteurs organisationnels et humain repose également sur :

- la définition d'une organisation et de responsabilités spécifiques à l'installation,
- la définition d'une organisation pour la gestion des situations de crise,
- la gestion des prestataires,
- la gestion de la maintenance et des contrôles et essais périodiques,
- la gestion des modifications,
- la gestion du retour d'expérience notamment la traçabilité et l'analyse des événements potentiellement intéressants au titre de la sûreté.

4.5.3.2 Définition d'une organisation et de responsabilités spécifiques à l'installation

L'organisation de l'exploitant est présentée dans le chapitre 2 des RGE de l'installation ECRIN.

Le chef d'installation reçoit délégation de pouvoir du directeur d'établissement. A ce titre, il est responsable de l'installation.

L'unité en charge de l'installation est rattachée au service production de l'usine, et dispose de personnel en propre.

L'organisation requise, en cas d'intervention ou de modification de l'installation, pour la rédaction des analyses et dossiers de sûreté, est étudiée au cas par cas.

Les activités réalisées sur l'installation (peu fréquentes, et essentiellement de surveillance) s'intègrent dans l'organisation des activités du personnel intervenant également dans d'autres ateliers du site.

Le champ de responsabilité des différents acteurs dans l'installation est formalisé dans des fiches de poste ou de mission et la chaîne de délégation de responsabilités concernant l'installation est définie dans les RGE.

En outre, le personnel concerné est formé aux exigences réglementaires associées à l'installation, en fonction des missions confiées : exigences liées à l'accès en zone, aux demandes de travaux, à la traçabilité des données, à la gestion des déchets, aux procédures à suivre en cas d'anomalie constatée, etc.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Les opérations sont réalisées sous la responsabilité du chef d'installation. Toute personne intervenant sur l'installation doit être autorisée par le chef d'installation, sur la base d'une description précise des actions à réaliser.

4.5.3.2.1 Définition d'une organisation pour la gestion des situations de crise

Un « Plan d'Urgence Interne » (PUI) permet de gérer les situations de crise éventuelles concernant spécifiquement l'installation.

Il comprend notamment les critères d'intervention et des fiches réflexe spécifiques à l'installation (présentant la marche à suivre, les autorités à prévenir, etc.).

Le caractère compréhensible et applicable de ce document est testé auprès du personnel ayant à en connaître (susceptible de déclencher les procédures de gestion de crise).

En outre, ce personnel est formé aux procédures à suivre en cas de situation d'urgence dans le périmètre de l'installation.

4.5.3.2.2 Gestion des prestataires

Certaines activités réalisées dans le périmètre de l'installation sont confiées à des entreprises prestataires (relevé des inclinomètres, des bornes topographiques, contrôle des soudures de la couverture, etc.).

La gestion de la sous-traitance est couverte par un processus existant prévoyant notamment :

- la formulation dans les cahiers des charges d'exigences de compétences et d'habilitation,
- la réalisation de plan de prévention, à l'occasion desquels sont assurées les passations de consignes à destination des intervenants,
- une session d'accueil « sécurité »,
- la vérification du respect des consignes de sécurité et la bonne maîtrise des chantiers sur le terrain (sécurité, environnement, sûreté, radioprotection),
- l'établissement de procès-verbaux de réception en fin d'intervention,
- la sélection et la maîtrise des fournisseurs par le processus « achats ».

Les prestataires sont informés des contraintes réglementaires associées au statut INB de l'installation (en particulier les contraintes liées aux conditions d'accès aux bassins et les exigences de traçabilité et de formalisation des informations recueillies) à l'occasion de l'établissement des plans de prévention et de la demi-journée d'accueil « sécurité ».

4.5.3.2.3 Gestion de la maintenance et des contrôles et essais périodiques

La gestion de la maintenance et des Contrôles et Essais Périodiques (CEP) est couverte par un processus de maintenance existant sur le site. Ce processus définit les modalités de demande d'intervention de maintenance préventive et corrective ainsi que le personnel responsable aux différentes phases de planification, préparation, conduite et clôture des interventions.

Afin de s'assurer de la disponibilité des équipements contribuant à maîtriser la sûreté de l'installation, les équipements et EIP concernés par les CEP sont recensés dans le Chapitre 9 des RGE. La périodicité des contrôles et les modalités de leur traçabilité y sont également précisées.

En outre, les procédures d'intervention des CEP d'équipements concourant à la maîtrise de la sûreté de l'installation précisent les mesures à adopter en cas de constat d'écart à l'attendu.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

4.5.3.2.4 Gestion des modifications

Les modifications effectuées dans le périmètre de l'installation sont gérées par le processus existant, qui prévoit notamment :

- l'expression du besoin par l'exploitant,
- l'étude de la modification répondant à ce besoin,
- l'évaluation des contraintes et l'analyse des conséquences de la modification : l'analyse des risques liés à la modification est réalisée avec l'appui de l'ingénieur sûreté du site, et si nécessaire d'experts internes (radioprotection, environnement, ...) ou externes (géotechnique, ...),
- l'obtention des autorisations nécessaires pour réaliser cette modification,
- la réalisation des travaux,
- les conditions d'essais et de réception des équipements modifiés,
- l'élaboration du dossier final de modification et, en tant que de besoin, la mise à jour de la documentation technique (plans et schémas conformes à exécution) et opératoire (procédures, modes opératoires...).

Dans le cas où les études de sûreté des projets de modification importants seraient sous-traitées, elles sont supervisées/validées de manière indépendante par l'unité sûreté du site.

4.5.3.2.5 Gestion du retour d'expérience notamment la traçabilité et l'analyse des événements potentiellement intéressants au titre de la sûreté

La gestion du retour d'expérience (REX) de l'installation est couverte par le processus existant qui prévoit l'identification et l'analyse des anomalies ou incidents pouvant avoir un impact sur la sûreté des installations.

Tout anomalie ou incident est déclaré suivant une procédure spécifique. Les mesures correctives retenues à la suite de leur analyse sont suivies.

En outre, le retour d'expérience d'exploitation est réalisé à l'occasion des revues de processus.

Enfin, les éléments de REX externes disponibles sont exploités.

4.6 RISQUES LIES AU VIEILLISSEMENT

4.6.1 Présentation des risques

Les matériaux et matériels sensibles au vieillissement et importants pour la démonstration de sûreté ont été identifiés. Il s'agit :

- de la couverture bitumineuse : le vieillissement des matériaux composant la couverture pourrait augmenter son critère de perméabilité. Cette caractéristique est évaluée à partir d'essais sur des échantillons,
- des dispositifs de drainage des gaz potentiellement présents sous l'installation et de collecte des eaux de pluie ruisselant sur la couverture : leur fonctionnement nécessite le respect de pentes suffisantes pouvant être remis en cause par des tassements des boues et des terrains,
- des digues : le vieillissement des matériaux constitutifs des digues pourrait conduire à la dégradation des caractéristiques des matériaux ou au colmatage par du gypse des systèmes de drainage,
- de la paroi du confortement environnemental.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

4.6.2 Principes

La maîtrise des risques liés au vieillissement repose sur :

- le choix des matériels et des matériaux mis en œuvre,
- la définition de critères de performance à surveiller et la mise en œuvre de moyens de surveillance adaptés permettant de détecter une éventuelle dérive,
- l'existence de moyens permettant de rétablir les performances requises.

4.6.3 Prévention

4.6.3.1 Couverture bitumineuse et systèmes associés (drainage des gaz et système de collecte des eaux pluviales)

Le choix des matériaux et matériels mis en œuvre dans la conception de la couverture bitumineuse tient compte du REX favorable acquis sur des installations présentant des caractéristiques proches, tel que le centre de Stockage de la Manche (cf. volume 1 paragraphe 8), et des meilleures technologies disponibles. La couverture choisie se compose d'un ensemble de couches successives (film anti-perforation, voile de fibre de verre, géotextile, sablage) enrobées dans du bitume.

Sa conception lui permet notamment de :

- résister aux poinçonnements et déchirures (armature textile à forte résistance à la traction),
- résister aux UV, au gel et à la chaleur ainsi qu'aux agressions chimiques éventuelles sur une durée d'au moins 30 ans.

Les risques liés au tassement des boues dans le temps ont été examinés à l'égard :

- du risque d'inversion des pentes (permettant le bon fonctionnement de la collecte des eaux pluviales et du drainage des gaz),
- du risque de déformation de la géomembrane bitumineuse.

Au droit du bassin B2, l'épaisseur de matériaux d'apports destinés au remodelage en dôme du bassin B2 varie de 0 aux bords à 2,5 m (soit une contrainte variant de 0 à 35 kPa environ). Cette faible surcharge limite le risque de tassement lié aux opérations de remodelage. A plus long terme, des déformations peuvent être liées à l'assèchement du massif suite à la mise en place de la couverture ainsi qu'au tassement des boues et des matériaux de remblaiement sous leur propre poids. Un ordre de grandeur du tassement à long terme a été estimé, en supposant que la densité des boues évolue lentement vers celle d'un dépôt naturel d'argile molle. Le tassement de la zone des bassins la plus chargée (2 m de remblai) où l'épaisseur des boues est de l'ordre de 3 m serait de l'ordre du mètre. Un tel tassement ne conduit pas à une inversion de pente.

Concernant la tenue mécanique (efforts en traction) de la géomembrane dans le temps en cas de tassements, en supposant des déplacements essentiellement verticaux, la déformation longitudinale ε de la membrane peut être estimée à partir de la formule suivante :

$$\varepsilon = \Delta p \left(p + \frac{\Delta p}{2} \right) \quad (\varepsilon < 0 : \text{Raccourcissement}).$$

Équation 1 : Déformation longitudinale ε de la membrane

Avec : p = pente initiale du dôme,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Δp = variation de la pente.

La pente maximale prévue de la couverture est de l'ordre de 6 % et la déformation maximale de la géomembrane est négligeable ($< 2/1\ 000$), sans conséquence pour la pérennité du dispositif.

La membrane bitumineuse suit les déformations du dôme érigé sur les boues.

Par ailleurs, afin de limiter les risques d'inversion des pentes ou de déformation de la géomembrane bitumineuse liées au tassement des boues de l'alvéole, sa couverture sera réalisée après une période de surveillance (humidité résiduelle des boues, topographie).

Concernant l'effet du vieillissement sur le critère de perméabilité, l'étude [REDACTED] a permis de définir les flux infiltrés en partie courante de la géomembrane et au droit des défauts potentiels de la couverture bitumineuse durant les 30 années d'exploitation de l'installation. Le tableau ci-dessous récapitule ces flux.

	Géomembrane bitumineuse neuve	Géomembrane bitumineuse vieillie après 30 ans d'exposition
Flux infiltré en partie courante de la géomembrane	$< 0,1\ m^3/an$	17 à $129\ m^3/an$
Flux infiltré au droit des défauts potentiels	$1,5\ m^3/an$	$25\ m^3/an$
Total débit de fuite estimatif	$1,5\ m^3/an$	42 à $154\ m^3/an$

Tableau 8 : Estimation des débits de fuite attendus au droit de la couverture bitumineuse des bassins B1/B2

Pour rappel, le flux annuel infiltré sans couverture est estimé à environ $7\ 000\ m^3$. A terme, en prenant en compte la surveillance et l'entretien de la couverture et en prenant en considération des hypothèses de vieillissement pessimistes, basées sur les flux mesurés sur des géomembranes en bitume oxydés vieillies, le débit de fuite sera non significatif par rapport au flux infiltré sans couverture puisqu'il représentera entre 0,6 et 2,2 % de celui-ci.

L'objectif de performance est donc largement respecté, puisque ce flux prévisionnel représente de l'ordre de 10 % de l'objectif (un flux de de l'ordre de $1\ 300\ m^3/an$ pour un critère de perméabilité à l'eau inférieur à $10^{-3}\ m^3/m^2/j$).

Dispositif de drainage des gaz :

Par ailleurs, la surveillance du dispositif de drainage des gaz permet d'anticiper un vieillissement des matériaux (drains en PEHD, événements, pots de purge...) et d'intervenir sur les équipements avant un dysfonctionnement éventuel.

4.6.3.2 Dignes

La présence de gypse dans les matériaux constitutifs des digues présente un risque de dissolution. La vitesse de dissolution du gypse est cependant très inférieure à la durée de vie de l'installation et, de ce fait, ne présente pas de risque de dégradation des caractéristiques géotechniques des digues.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****4.6.3.3 Confortement environnemental**

Le choix des matériaux et matériels mis en œuvre dans la conception du dispositif de confortement environnemental tient compte du REX favorable acquis sur des installations mettant en œuvre des matériaux similaires.

En outre, la mise en place d'une géo-membrane en PEHD de 2 mm au centre de la paroi permet d'améliorer la longévité de l'ouvrage (le retour d'expérience actuelle pour ce type de matériaux est de l'ordre de 30 ans ce qui est cohérent avec la garantie du fournisseur).

Finalement, la surveillance des ouvrages de drainage permet d'anticiper un vieillissement des matériaux (pompes, drains...) et d'intervenir sur les équipements avant un dysfonctionnement éventuel.

4.6.4 Surveillance**4.6.4.1 Couverture bitumineuse et systèmes associés (drainage des gaz et système de collecte des eaux pluviales)**

Concernant la couverture bitumineuse, la surveillance vise, d'une part à s'assurer de la permanence de son intégrité, d'autre part à suivre l'évolution des propriétés des matériaux afin d'anticiper une éventuelle évolution défavorable de ces propriétés.

Le détail du dispositif de surveillance associé à la couverture est précisé au paragraphe 3.1.4.

Il participe à détecter tout phénomène anormal, comme par exemple la remontée du niveau de la nappe perchée dans les stériles miniers qui, corrélée avec la pluviométrie, pourrait traduire une augmentation significative de la perméabilité de la couverture.

4.6.4.2 Stabilité des digues

Le détail du dispositif de surveillance associé aux digues est précisé au paragraphe 3.1.4. Il participe à garantir la stabilité des digues dans le temps et à détecter tout phénomène anormal.

Concernant la stabilité des digues, la mise en place de la couverture bitumineuse contribue à la baisse du niveau de la nappe perchée, ce qui a un effet positif sur la stabilité des digues.

4.6.4.3 Confortement environnemental

Le détail du dispositif de surveillance associé au confortement environnemental est précisé au paragraphe 3.1.4. Il participe à détecter tout phénomène anormal, comme par exemple une remontée du niveau de la nappe en aval de la paroi, qui corrélée avec la pluviométrie, pourrait traduire une perte d'intégrité significative de la paroi.

4.6.5 Limitation des conséquences

En cas de détérioration des performances de la couverture bitumineuse, la limitation des conséquences repose en premier lieu sur la possibilité de rétablir un confinement provisoire (par exemple de type bâches) et sur la possibilité de réparer ou de remplacer les matériels défectueux. La facilité de réparation est l'un des critères de choix des matériels retenus.

Pour ce qui concerne la couverture bitumineuse, trois critères déclenchent des investigations poussées pouvant conduire à la mise en œuvre d'actions correctives :

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- la détection de défauts significatifs de la couverture, tels que perforation, déchirement, décollements de soudure...,
- la perte mesurée sur un échantillon des performances attendues de la membrane,
- une remontée du niveau de la nappe perchée dans les stériles miniers, toutes choses égales par ailleurs (l'intensité des précipitations avant les mesures doit être prise en compte).

Bien que très improbable, une inversion des pentes sur la couverture de l'installation (détectée lors d'un contrôle visuel ou par la surveillance topographique), nécessiterait la réalisation d'un remodelage de la zone concernée. Cette opération nécessitant l'intervention sous la couverture est précédée d'une étude et d'une analyse de sûreté spécifiques.

Le comportement des digues, de la couverture et du confortement environnemental sont évalués périodiquement par des experts sur la base des résultats des CEP et des rapports de surveillance. Le cas échéant, des mesures complémentaires (surveillance renforcée, travaux de confortement) peuvent être prises en fonction des recommandations émises.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****5 ANALYSE DES RISQUES NON NUCLEAIRE D'ORIGINE EXTERNE****5.1 RISQUES LIES AU SEISME****5.1.1 Présentation**

Les caractéristiques du séisme majoré de sécurité (SMS) du site de Malvesi, sont présentées au paragraphe 2.3.5 du volume 1 du présent rapport de sûreté. Ce SMS est caractérisé par une intensité de VII-VIII, une magnitude est de 5,5 et une distance focale de 13 km.

Le spectre SMS du site présente une accélération maximale au sol de 0,18 g.

Un séisme pourrait avoir comme conséquence potentielle une détérioration des digues de l'installation. En revanche, il est peu probable que la couverture bitumineuse soit fortement dégradée par un événement sismique, compte de ses propriétés plastiques.

Enfin, les campagnes de reconnaissance ont mis en évidence la présence sur le site de sols présentant des risques de liquéfaction (cf. paragraphe 2.3.5 du volume 1) sous sollicitations sismiques. Les conséquences d'un tel phénomène sont également étudiées.

5.1.2 Principes

La maîtrise des risques liés au séisme repose essentiellement sur le dimensionnement de l'installation à l'aléa sismique afin d'éviter des conséquences préjudiciables au public et à l'environnement. Pour l'installation, ce dimensionnement se traduit par un mouvement limité des digues soumises aux accélérations engendrées par le séisme.

En outre, la maîtrise de ce risque repose également sur la possibilité d'intervenir, après un séisme, pour vérifier l'absence de dégradation d'éléments importants pour la protection ou de dispositifs contribuant à la sûreté et réaliser des travaux permettant d'en limiter les conséquences potentielles.

5.1.3 Vérification du dimensionnement

La stabilité des digues de l'installation sous les effets inertiels du séisme a été étudiée [REDACTED] en s'appuyant sur la reconnaissance des terrains et des couches géologiques acquise lors des essais géotechniques et des campagnes de prélèvement de sols par carottage. Ces études montrent que les déplacements induits par les sollicitations sismiques d'un SMS, en l'absence de phénomène de liquéfaction des sols, sont faibles à négligeables.

[REDACTED] Le risque d'effacement de digue suite à une liquéfaction des sols peut donc être exclu.

De plus, les calculs de déplacement consécutif à un séisme SMS sont de faible ampleur (de l'ordre du décimètre au maximum).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Enfin, le risque de déplacement lié à un éventuel phénomène d'étalement latéral (« Lateral Spread ») a été évalué. Compte tenu de la pente négligeable de la plateforme en pied des digues, ce phénomène peut être exclu.

5.1.4 Estimation des conséquences potentielles

Les études de stabilité des digues en cas de séisme montrent que le risque d'effacement de digue peut être exclu.

Toutefois, des éventuelles détériorations localisées de la couverture causées par un séisme pourraient être détectées et réparées. Les dommages éventuels sur les digues seraient évalués par des experts. Le cas échéant, des mesures complémentaires (surveillance renforcée, travaux de confortement) pourraient être prises en fonction des recommandations émises.

En outre, même en cas de formation d'une brèche dans une digue, un écoulement éventuel de boues serait limité, compte tenu de la consistance de ces boues, au proche voisinage du pied des digues. Les conséquences seraient largement inférieures à celles évaluées pour une situation d'effacement de digue. Le scénario qui en résulterait se rapproche plus de celui d'un arrachement de la couverture, pour lequel les conséquences radiologiques seraient inférieures à [REDACTED] (paragraphe 8.1.2).

Les interventions possibles pour retrouver la configuration initiale de l'installation ne présenteraient pas de caractère d'urgence, compte tenu notamment des vitesses relativement faibles de transfert des substances radioactives dans les eaux souterraines.

5.2 RISQUES D'INONDATION D'ORIGINE EXTERNE

5.2.1 Présentation

L'aléa « inondation d'origine externe » a été caractérisé conformément au projet de guide en référence [18].

Les risques d'inondation d'origine externe à l'installation sont liés essentiellement à des sources naturelles (crues de l'Aude, précipitations, nappe phréatique...) mais également industrielles (canalisations circulant sur les digues, bassins).

5.2.1.1 Origines des risques

Compte tenu des caractéristiques géographiques, hydrographiques et hydrogéologiques locales, l'étude des risques d'inondation d'origine externe conduit à retenir comme sources naturelles possibles les phénomènes suivants :

- crue sur un grand bassin versant entraînant l'inondation de la plaine de la Livière dans le delta de l'Aude ;
- crue sur petits bassins versants directement liés au site, susceptibles d'entraîner des ruissellements torrentiels :
 - bassin du Val d'Orbieu,
 - bassin de la plaine à l'ouest du Montlaurès,
 - bassin de régulation ;
- pluies entraînant le ruissellement d'eaux pluviales sur la couverture de l'installation ;
- remontée de nappe à proximité de l'installation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Sur le site, les canalisations circulant sur les digues et véhiculant des solutions issues des procédés de l'ICPE pourraient également présenter une source d'inondation externe à l'installation.

5.2.1.2 Caractérisation de l'inondation de la plaine de la Livière dans le delta de l'Aude

Le risque de crue sur le grand bassin versant constitué par le delta de l'Aude se caractérise par une crue de référence correspondant à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70 % (BS70) de la crue millénale, majorée de 15 %. Cette crue a été estimée sur la base des données du PPRI associées à une approche d'expert [REDACTED].

Cette crue de référence de l'Aude se caractérise par un débit maximal de 8 100 m³/s. Le débit du delta de l'Aude se répartit sur les différentes sections de ce delta : rive droite du canal de la robine, rive gauche du canal de la Robine, plaine du nord de l'Aude, lit mineur de l'Aude.

Le débit qui transite dans la plaine de la Livière (rive droite du canal de la Robine) est estimé à 1 426 m³/s soit environ 18 % du débit total du delta de l'Aude.

Les hauteurs d'eau atteintes en cas de crue de référence de l'Aude sont présentées dans le tableau suivant. Ces hauteurs d'eau sont très pénalisantes dans la mesure où elles résultent d'un embâcle total au niveau de la rocade nord de Narbonne.

Situation	Cote calculée en cas de crue de référence	
	(m NGF)	Hauteur/pied du talus (m)
Nord-est des bassins	8,5	1,2
Sud-est des bassins	8,23	2,8

Tableau 9 : Hauteurs d'eau atteintes en cas de crue de référence de l'Aude

L'effet de vague dû au vent, ou « clapot », a été étudié. Compte tenu de la configuration du site, les potentiels effets de vagues sont amortis par les digues des bassins d'évaporation B9, B10 et B11 avant d'atteindre les digues est du massif. [REDACTED]

La crue de référence de l'Aude engendre, au pied de l'installation, des vitesses de courants de [REDACTED] et des forces tractrices de [REDACTED].

En cas de vent, les vagues créées sont susceptibles d'engendrer une érosion au niveau des pieds des digues est.

Par ailleurs, l'eau pouvant atteindre le pied des digues de l'entrepasage en cas de crue est susceptible d'infiltrer le sous-sol de l'installation, d'entrer en contact avec les terrains et eaux souterraines marqués puis d'entraîner une dissémination dans l'environnement par ressuyage lors de la phase de retrait de la crue.

5.2.1.3 Caractérisation de l'inondation liée aux ruissellements pour les petits bassins versants

Le risque de crue sur les petits bassins versants directement liés au site est étudié pour les bassins versants :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- du Val d'Orbieu (0,5 km²),
- de la plaine à l'Ouest du Montlaurès (0,7 km²),
- du bassin de régulation (0,3 km²).

Le débit de référence est déterminé sur la base du débit centennal (lui-même déterminé sur la base de la pluie centennale, borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 %, ainsi que des méthodes rationnelle et du Gradex). Puis, les valeurs obtenues ont été majorées d'un facteur multiplicatif de 1,8, au titre de l'étude de sensibilité, pour tenir compte de ruissellements plus importants.

Sur ces bases, la crue liée aux ruissellements des fossés du Val d'Orbieu se caractérise par un débit de référence de 14,5 m³/s. Les capacités hydrauliques des ouvrages et du fossé au droit du site de Malvési (au nord) ne sont pas suffisantes pour évacuer le débit de pointe. Une inondation de la plaine est alors possible. La hauteur maximale atteinte par l'eau en pied de digues du massif est de [REDACTED], avec une force tractrice en pied de digue de [REDACTED].

La crue liée aux ruissellements dans la plaine à l'ouest du Montlaurès se caractérise par un débit de référence de 18 m³/s. Les capacités hydrauliques des ouvrages et du fossé au droit du site de Malvési (Nord) ne sont pas suffisantes pour évacuer le débit de pointe. Une inondation au niveau de la dépression au pied de la banquette aval à l'est du massif B1 / B2 est alors possible. Compte tenu du remplissage des dépressions, les vitesses d'écoulement et forces tractrices sont faibles.

Le ruissellement vers le bassin de régulation se caractérise par un débit de référence de 10,8 m³/s et un volume de crue de [REDACTED]. Le volume de stockage du bassin est largement suffisant pour contenir une telle crue, puisque le volume de crue représente [REDACTED]. Un scénario de débordement du bassin de régulation est donc exclu.

5.2.1.4 Caractérisation de l'inondation liée aux ruissellements d'eaux pluviales

Le risque d'inondation lié aux pluies est associé aux précipitations atmosphériques tombant au droit de l'installation et au dimensionnement des moyens de gestion des eaux de ruissellement résultantes.

Ce risque se caractérise par une pluie de référence définie par la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % des pluies centennales (cf. paragraphe 5.5). Le débit de ruissellement associé au bassin versant de l'installation, compte tenu de la couverture bitumineuse mise en place sur une surface de 6,2 ha, est de 3,4 m³/s. Cette valeur est celle prise en compte pour le dimensionnement des réseaux de collecte et d'évacuation des eaux de pluies ruisselant sur la couverture.

L'occurrence d'une pluie exceptionnelle avec des intensités supérieures aux caractéristiques de la pluie de référence a été envisagée au titre de la défense en profondeur. Un débit de ruissellement de pluie exceptionnelle a été défini en appliquant un facteur multiplicatif de 1,8, soit 6,1 m³/s.

En cas de fortes pluies, le bassin de contrôle des eaux pluviales recueille les eaux pluviales ayant ruisselé sur la couverture dites de 1^{er} flot. Une fois plein, ce bassin est bipassé et, selon l'intensité des précipitations, une saturation du réseau d'évacuation des eaux pluviales pourrait conduire à un débordement sur le site estimé à un volume de [REDACTED].

5.2.1.5 Caractérisation de l'inondation liée à la remontée de nappes phréatiques

La nappe perchée présente dans les stériles se situe à des niveaux piézométriques compris entre 13 et 14 m NGF aux extrémités ouest et est du massif. Les déchets entreposés dans l'installation se situent au-dessus de la nappe perchée.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Compte tenu des aménagements réalisés, le niveau de la nappe perchée devrait baisser progressivement au cours des années. En effet, le massif est protégé des infiltrations d'eau par les membranes des bassins B3, B5 et B6 ainsi que par la couverture bitumineuse présente sur l'installation. L'alimentation de la nappe perchée pourrait résulter des infiltrations d'eau au travers des digues. L'évaluation des infiltrations induites par la pluie de référence, en considérant de façon pénalisante que les terrains superficiels ne seraient pas saturés, conduit à une rehausse piézométrique moyenne de 0,40 m environ.

Concernant la nappe alluviale, les dispositifs de maîtrise de la circulation des eaux souterraines mis en œuvre visent notamment à rabattre le niveau piézométrique entre 6,00 et 6,50 m NGF en amont hydraulique de la paroi souterraine. En cas de crue de référence inondant la zone concernée par les dispositifs de maîtrise de la circulation des eaux souterraines, des eaux peuvent s'infiltrer dans les sols de cette zone, via ces dispositifs, et conduire à une rehausse piézométrique de la nappe alluviale. La nappe alluviale oscille entre -1 à -1,5 m sous le terrain naturel. Ainsi, les sols non saturés d'eau avant la crue sont vraisemblablement saturés rapidement. Ces eaux infiltrées sont susceptibles d'entrer en contact avec les terrains et eaux souterraines marqués. A l'issue de la phase de retrait total de la crue, un phénomène de ressuyage interviendra. Le volume d'eau infiltré au cours de la crue dans la zone concernée est évalué avec des hypothèses pénalisantes à [REDACTED].

5.2.1.6 Caractérisation du risque lié aux ouvrages du site

La canalisation circulant sur les digues du massif est la conduite amenant les effluents neutralisés de l'usine vers les bassins de décantation B5 ou B6. Le débit pouvant circuler dans cette tuyauterie est de l'ordre de 25 m³/h. Cette canalisation bénéficie d'une double enveloppe. Elle circule dans une galerie, en pente régulière vers le point de départ. En point bas de la galerie, un puisard récupère toute eau provenant de la galerie ou ramenée vers la gaine. Une alarme de niveau informe l'exploitant d'une fuite éventuelle.

Les bassins de décantation B3 (24 000 m³), B5 et B6 (95 000 m³), implantés sur le massif, au sud des bassins B1/B2, pourraient générer une circulation d'eau vers l'installation, en cas de débordement ou de fuite de leur membrane de fond.

Parmi les bassins d'évaporation présents sur le site, les bassins B7, B8 et B9 seraient susceptibles d'inonder la dépression à l'est de l'installation en cas de débordement ou de fuite. La capacité du bassin le plus grand est de l'ordre de 76 000 m³.

5.2.1.7 Conséquences potentielles sur l'installation

Certains de ces aléas pourraient avoir une influence sur la stabilité des ouvrages constitutifs de l'installation, liée à la pression et à l'érosion qui peuvent être générées par l'inondation. En outre, une circulation non maîtrisée d'eau dans l'installation est susceptible de perturber les dispositions prévues pour maîtriser la circulation de l'eau souterraine et pourrait conduire à une dissémination de substances vers l'environnement, par voie liquide.

5.2.2 Principes

Une situation à risque d'inondation telle que définie au paragraphe 5.2.15.2.1 est considérée comme une situation accidentelle de dimensionnement.

La maîtrise des risques repose sur le dimensionnement des dispositions techniques, existantes ou mises en place, en vue de limiter l'introduction d'eau dans l'entreposage (intégrité de la couverture) ainsi que les effets d'une inondation sur la tenue des digues (risques liés à la pression ou à l'érosion).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

En outre, des dispositions de surveillance, notamment des hauteurs des nappes souterraines, sont mises en œuvre.

5.2.3 Vérification du dimensionnement

Pour ce qui concerne la crue de l'Aude, les crêtes des digues du massif sont situées très au-dessus de la cote atteinte par la crue de référence de l'Aude.

La hauteur d'eau atteinte en pied de digues est suffisamment faible ([REDACTED] cf. paragraphe 5.2.1.2) pour que cela n'affecte pas la stabilité des digues.

[REDACTED] Les risques d'érosion sont faibles compte tenu des faibles vitesses des courants [REDACTED] et de la constitution des talus (graviers/ cailloux, avec présence de risbermes au pied des talus). En outre, les talus sont en bon état et ne sont pas marqués par des traces d'érosion liées au ruissellement, ce qui, d'un point de vue qualitatif, atteste de leur résistance et de leur stabilité.

En cas d'aggravation par les effets liés au vent (clapot), les vagues créées conduiraient à une érosion superficielle du talus de la banquette en aval de la digue est. Les études réalisées montrent que l'endommagement de la banquette reste très limité et n'est pas susceptible d'affecter la stabilité de la digue.

Pour ce qui concerne les crues sur un petit bassin versant :

- dans le cas du Val d'Orbieu, l'eau atteindrait à peine le pied de talus sud de B6 et ne serait donc pas en mesure de menacer l'installation,
- dans le cas de la plaine à l'ouest du Montlaurès, une inondation de la dépression à l'est du massif est possible mais les vitesses d'écoulement et les forces tractrices seraient faibles et présentent un risque d'érosion négligeable pour la banquette aval protégeant la digue est de l'installation,
- dans le cas du bassin de régulation, le ruissellement des eaux ne provoque pas son débordement.

Pour ce qui concerne les risques d'entrée d'eau dans l'installation :

- la couverture bitumineuse et le dimensionnement à la pluie de référence du réseau de collecte des eaux pluviales associé permettent de limiter les entrées d'eaux météoriques dans l'entreposage et de les diriger vers un bassin d'eaux pluviales,
- hormis pour le mélange de boues et de terres de B2 est, le point bas de l'entreposage des boues est situé au-dessus du niveau maximal d'eau attendu en cas de crue de référence,
- les canalisations cheminant sur les digues sont équipées d'une double enveloppe.

Les risques de dissémination de substances par voie liquide en cas d'infiltration d'eau dans les digues sont étudiés au paragraphe 5.2.5.4.

Pour ce qui concerne les risques liés à une remontée de nappe phréatique :

- la mise en place d'une couverture bitumineuse sur l'installation et la présence de membranes sous les bassins de décantation B3, B5 et B6 limitent les infiltrations potentielles d'eau dans la nappe perchée aux infiltrations par les digues,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- les dispositifs de maîtrise de la circulation des eaux souterraines permettent de contrôler le niveau de la nappe phréatique alluviale.

Pour ce qui concerne les risques liés à la fuite d'un bassin d'évaporation, les effluents déversés iraient remplir la dépression située entre le massif et les bassins. Compte tenu de la configuration de la dépression, les eaux pourraient s'étaler avec des vitesses d'écoulement faibles. Le volume d'effluents potentiellement déversés étant supérieur à la capacité de la dépression, les volumes en excès s'évacueraient préférentiellement vers l'est (en effet, la cote basse du terrain calée à 7 m NGF après création de la paroi souterraine empêche l'évacuation des volumes vers le sud). La cote maximale atteinte au pied du massif serait alors de [REDACTED]. Cet événement ne serait pas de nature à générer un impact sur la sûreté de l'installation.

5.2.4 Surveillance

Le site est connecté aux bulletins météo et au système d'alerte de Météo France. Les niveaux piézométriques des nappes sont suivis périodiquement. Les réseaux de collecte et d'évacuation des eaux pluviales sont régulièrement contrôlés et entretenus.

En outre, l'absence d'inversion des pentes de la couverture est surveillée durant les rondes d'exploitation et les rondes spécifiques.

5.2.5 Limitation des conséquences

5.2.5.1 Conséquences sur les digues

Les études réalisées montrent que les crues de l'Aude ou des petits bassins versants ne sont pas de nature à menacer significativement les digues de l'installation.

De même, pour ce qui concerne les eaux souterraines, les effets cumulés d'une remontée de la nappe perchée, en cas de fortes précipitations, et de la nappe alluviale, en cas de crue, ne remettent pas en cause la stabilité des digues (cf. paragraphe 5.2.5.1 [REDACTED]).

5.2.5.2 Débordements en cas de fortes pluies

En cas de fortes pluies, des débordements sur le site pourraient être causés par l'occurrence d'un phénomène d'intensité supérieure aux caractéristiques de la pluie de référence ou par une saturation de la canalisation de rejet unique au canal de Tauran.

Le débordement potentiel a été estimé à [REDACTED], conduisant à une inondation de la dépression à l'est du massif. Les vitesses d'écoulement et les forces tractrices qui en résulteraient seraient faibles et ne présentent pas de risque d'érosion pour la banquette aval de protection de la digue est de l'installation.

De même, le ruissellement causé par une pluie exceptionnelle, d'intensité supérieure aux caractéristiques de la pluie de référence, pourrait entraîner des débordements dans les portions aval des fossés de collecte situés autour de la couverture bitumineuse de l'installation. L'eau ruissellerait alors sur les talus de digues avec des débits faibles [REDACTED], sans conséquence pour les digues.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.2.5.3 Rupture de canalisation

En cas de rupture d'une canalisation circulant sur la digue, les effluents ruisselleraient sur les talus des digues et pourraient provoquer une faible érosion locale sans conséquence sur la tenue des digues.

5.2.5.4 Dissémination de substances liée aux infiltrations et ressuyages

Concernant les risques liés au ressuyage des sols de la zone concernée par les dispositifs de maîtrise de la circulation des eaux souterraines, le volume d'eau correspondant susceptible d'être traité est évalué avec des hypothèses pénalisantes à [REDACTED]. Ce volume est compatible avec le dimensionnement des moyens de collecte et de traitement de ces eaux et ne remettrait pas en cause leur fonctionnement.

Concernant les risques liés au ressuyage des eaux infiltrées dans les pieds de digues lors de crues, susceptibles d'entrer en contact avec les déchets et les eaux de la nappe perchée, le phénomène de ressuyage interviendra essentiellement à l'issue de la phase de retrait total de la crue. Le débit maximal susceptible de ressuyer au niveau des pieds de digues lors de la phase de retrait de la crue de référence est évalué avec des hypothèses pénalisantes à [REDACTED]. Compte tenu de ce débit de ressuyage, négligeable en regard du débit de crue, ce ressuyage n'aurait aucun impact mesurable en aval du site.

5.3 RISQUES DE CHUTE D'AVION

5.3.1 Présentation

La chute d'un avion sur l'installation pourrait entraîner des dégradations directes de la couverture bitumineuse ou des digues ainsi qu'une aggravation de ces dégradations liées à l'incendie du carburant. Ceci peut conduire à des conséquences pour l'environnement.

Le risque de chute d'avion est lié à l'activité aérienne dans la région. La probabilité d'occurrence d'une chute d'avion tient compte de différentes familles d'avions : l'aviation commerciale, l'aviation générale, l'aviation militaire et l'aviation de la sécurité civile.

Les aéroports ou aérodromes proches du site sont présentés dans le tableau suivant :

Aéroports	Distance au site (km)	Type
Narbonne	6 km au sud-est	Aérodrome civil
Lézignan Corbières « Air Occitanie »	23 km à l'ouest	Aérodrome civil
Béziers-Vias	50 km au nord-ouest	Aéroport civil
Carcassonne Salvaza	67 km à l'ouest	Aéroport civil

Tableau 10 : Liste des aéroports ou aérodromes proches du site

Au regard de l'environnement aérien, le site se situe :

- en bordure d'une zone réglementée aérienne militaire, appelée R46E dont le plancher se situe entre 800 pieds ASFC et 1500 pieds ASFC (250 m et 450 m au-dessus de la surface). Ces espaces sont gérés par les militaires (armée de l'air),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- sous un espace aérien contrôlé de classe D appelé TMA Montpellier 8 dont le plancher est à 2500 pieds au-dessus du sol (750 m environ) et traversé par le couloir aérien appelé « Airway A27 » de Mende à Perpignan. Cet espace est géré par le service du contrôle d'approche de Montpellier,
- en dehors des axes d'atterrissage ou de décollage.

Dans le cadre de la lutte contre les incendies de forêt, des appareils de type Canadair sont utilisés par la Protection Civile. Le risque de chute d'avion est lié aux activités d'écopage et de largage en cas d'incendie.

Etant donné :

- l'absence d'opération d'écopage,
- la faiblesse du risque d'occurrence d'un incendie nécessitant le recours à ce type de moyen d'action,

à proximité du site, ce risque n'est pas pris en compte.

5.3.2 Principes

La démonstration de la maîtrise des risques liés aux chutes d'avion, détaillée ci-après, s'appuie sur les principes définis dans la règle fondamentale de sûreté n I.1.a (RFS I.1.a), relative à la prise en compte de ces risques pour les INB autres que les réacteurs.

Conformément à la RFS I.1.a, l'approche du risque est probabiliste. L'objectif retenu est que la probabilité globale qu'un atelier puisse être à l'origine de rejet inacceptable soit inférieure ou égale à l'ordre de grandeur de 10^{-6} par an, en considérant les familles d'avions pour lesquels cette probabilité est strictement supérieure à l'ordre de grandeur de 10^{-7} par an. Si l'objectif n'est pas atteint, des dispositions appropriées doivent être proposées pour diminuer le risque.

Les évaluations de conséquences prennent en compte :

- l'impact direct de la chute de l'avion sur l'installation,
- l'inflammation du kérosène contenu dans les réservoirs de l'avion.

Le présent paragraphe évalue la probabilité de chute pour chacune des familles d'avions précitées. Toutefois, le risque de chute d'avion n'est pas retenu comme un accident de dimensionnement de l'installation, dans la mesure où aucune disposition de dimensionnement particulière de l'ouvrage considéré n'est envisageable contre une agression de ce type.

Le scénario de chute d'avion est identifié comme un accident de référence à retenir au titre de la mise en œuvre du plan d'urgence interne.

5.3.3 Méthodologie générale

La probabilité annuelle de chute sur une cible, pour chaque type d'avion retenu (P_{cible}), résulte du produit de la probabilité de chute par an et par unité de surface (P) par la surface virtuelle (S_v) de la cible pour l'incidence de chute considérée soit la formule :

$$P_{cible} = P \times S_v$$

Équation 2 : Probabilité de chute sur une cible pour chaque type d'avion

Pour chaque classe d'appareil, le type d'avion retenu pour l'évaluation des probabilités annuelles de chutes d'avions est :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- le Lear Jet 23 pour l'aviation générale et les activités assimilées,
- le Boeing 747 pour l'aviation commerciale et les activités assimilées,
- le Mirage 2000 pour les avions de combat et assimilés.

D'une manière générale, pour tous les avions, la probabilité de chute par an et par unité de surface peut être calculée par la formule suivante :

$$P = T \times M \times X(d, \theta, R) \times \frac{1}{S}$$

Équation 3 : Probabilité de chute d'avion par an et par unité de surface

Avec :

- P : Probabilité de chute d'un type d'avion par an et par m²,
- T : Taux moyen d'accident par unité de vol,
- M : Nombre annuel de vols à considérer,
- S : Surface à considérer par rapport à la zone d'étude,
- X(d, θ, R) : Coefficient de compensation. Ce coefficient va dépendre de la proximité d'un aéroport (distance d), de l'angle de la piste par rapport au site considéré, de facteurs régionaux par rapport au taux moyen d'accident (nombre d'accidents plus important par le fait de mauvaises conditions météorologiques).

Les valeurs numériques caractérisant ces différents paramètres sont issues des analyses statistiques de l'accidentologie spécifique aux types d'appareils considérés.

La quantification du trafic dépend de sa nature (aviation générale, commerciale ou militaire). Les données statistiques ont été collectées auprès des différents gestionnaires de ces activités.

Les surfaces virtuelles sont calculées à l'aide de la formule suivante pour un bâtiment rectangulaire accessible sur toutes ses faces :

$$S_v(d, \alpha) = (L_c \times l_c) + 2 \times \frac{d \times h_c}{\tan \alpha} + \frac{2}{\pi} \times (L_c + l_c) \times \left(\frac{h_c}{\tan \alpha} + 2d \right)$$

Équation 4 : Calcul de la surface virtuelle pour un bâtiment rectangulaire

Avec :

- d : distance entre l'axe de l'avion et la partie perforante la plus désaxée,
- L_c : longueur de la cible considérée,
- l_c : largeur de la cible considérée,
- h_c : hauteur de la cible considérée,
- α : angle d'incidence de l'avion considéré.

5.3.4 Aviation générale

5.3.4.1 Probabilité de chute pour l'aviation générale

5.3.4.1.1 Types d'avion

L'aviation générale regroupe l'ensemble des appareils civils de masse inférieure à 5,7 tonnes.

Classiquement, l'activité aérienne liée à l'aviation générale est différenciée en fonction du caractère local ou non de cette activité. Deux types de vols sont considérés : les vols locaux et les vols de

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

voyage. Les vols considérés comme locaux sont ceux qui ont le même aéroport pour le décollage et l'atterrissage. Les vols dits de voyage ne comportent qu'un départ ou qu'une arrivée sur l'un des aéroports de la zone considérée.

Pour les vols locaux, les appareils utilisés sont globalement représentés par les caractéristiques générales d'un appareil Cessna 210. Pour les vols de voyage les appareils utilisés sont globalement représentés par les caractéristiques générales d'un appareil Learjet 23. Les caractéristiques techniques utiles de ces appareils sont rappelées dans le tableau suivant.

Catégorie	Avion type	Demi envergure (d) ² (m)	Poids (T)	Volume carburant (L)	Poids carburant (kg)
Bi-réacteur 1,5 < P < 5,7 T	Learjet 23	5,5	5,7	1500	1223
Monomoteur < 1,5 T	Cessna 210	0,5	1,5	350	248

Tableau 11 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation générale

Ces appareils sont les plus gros de la catégorie biréacteurs (Learjet 23) et Monomoteur (Cessna 210).

La distance d représente :

- pour le Learjet, la distance entre l'axe du fuselage et les réservoirs en bout d'ailes (l'axe des moteurs est à 1,2 m),
- pour le Cessna, la distance entre l'axe du fuselage et la partie perforante la plus éloignée de l'axe.

Le seul aéroport situé à moins de 20 km du site est l'aéroport de Narbonne. Le nombre de mouvements aériens de l'aéroport est présenté dans le tableau suivant (données issues d'une estimation réalisée par l'association Rubresus en 2008, association de protection et sauvegarde de l'environnement des Basses Plaines de l'Aude) :

Activités	Vol à voile	Avion/Pilotage	Parachutisme	Autres	Total
Mouvements d'avions/an	1368	2600	2000	1000	6468

Tableau 12 : Mouvements aériens à l'aéroport de Narbonne

Le nombre de mouvements aériens à considérer pour l'aviation générale est donc de 6 500.

5.3.4.1.2 Données issues de l'accidentologie

D'après le BEA, il est généralement admis que le chiffre de 10^{-4} événement/ mouvement correspond à l'ordre de grandeur du taux d'accident par mouvement des activités de l'aviation générale.

5.3.4.1.3 Probabilité de chute pour l'aviation générale

La probabilité P_g de chute d'un appareil de l'aviation générale par unité de surface et par an peut s'exprimer comme la somme de 2 termes :

² Distance entre l'axe de l'avion et la partie perforante

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- la probabilité de chute liée à la proximité d'un aérodrome soit P_{ga} , ou aux vols locaux soit P_{gl} ,
- la probabilité liée aux vols de voyage, soit P_{gv} .

P_{ga} , P_{gl} et P_{gv} peuvent être estimées en se fondant sur une connaissance des trafics décrits précédemment.

P_{gi} peut être évaluée de la façon suivante :

$$P_{gi} = T_g \times M_{gi} \times X_{gi} \times \frac{1}{S_i}$$

Équation 5 : Probabilité de chute en fonction de la zone considérée

Avec :

- P_{gi} : Probabilité de chute fonction de la zone considérée (Proximité aérodrome / Voyages),
- T_g : Taux d'accident par vol,
- X_{gi} : Coefficient moyen d'accident (X_{ga} : à proximité d'un aérodrome ; X_{gl} : en vol local ; X_{gv} : en vol de voyage),
- M_{gi} : Trafic sur la zone considérée (M_{ga} : Trafic annuel de l'aérodrome concerné en nombre de mouvement pour le calcul lié à la proximité d'un aérodrome, M_{gf} : trafic annuel sur la France pour le calcul lié aux vols de voyage),
- S_i : Aire de la zone d'aérodrome concernée (S_{za} : surface du cercle de 5 km ; S_{zr} : Surface de la couronne de 5 à 20 km ; S_f : surface de la France).

La répartition des accidents en fonction de la distance à l'aérodrome est donnée dans le tableau ci-après.

Zone			
Cercle de rayon de 5 km			
Disque de rayons 5 à 20 km			
Au-delà de 20 km			

Tableau 13 : Répartition des accidents aviation générale

L'installation est située dans la zone 5 km-20 km par rapport aux aérodromes.

Pour les vols locaux :

- le coefficient moyen d'accident qui tient compte de la zone et du trafic est :

$$X = \text{[redacted]}.$$

- La surface considérée est :

$$S = \text{[redacted]}.$$

- Le trafic est de :

$$M = \text{[redacted]}.$$

- La probabilité d'accident est donc de :

$$\text{[redacted]}.$$

Pour les vols de voyage :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- le coefficient moyen d'accident qui tient compte de la zone et du trafic est :

$$X = \text{[redacted]}$$

- La surface considérée est :

$$S = \text{[redacted]}$$

- Le trafic global est estimé à :

$$M = \text{[redacted]}$$

- La probabilité d'accident est donc de :

$$\text{[redacted]}$$

5.3.4.1.4 Synthèse

Les probabilités de chute retenues pour l'aviation générale sur le site sont :

- vols de voyages : [redacted],
- vols locaux : [redacted].

Les calculs de surfaces virtuelles sont effectués en considérant comme équiprobables des trajectoires à [redacted].

5.3.4.2 Détermination de la surface virtuelle

La surface virtuelle déterminée est présentée dans le tableau suivant :

Type aviation	L (m)	l (m)	H (m)	[redacted]	d (m)	[redacted]	[redacted]
Générale	400	350	14	[redacted]	5,5	[redacted]	[redacted]
	400	350	14	[redacted]	5,5	[redacted]	[redacted]

Tableau 14 : Détermination de la surface virtuelle (aviation générale)

5.3.4.3 Probabilité de chute sur l'installation

La probabilité annuelle de chute sur l'installation d'un appareil de l'aviation générale est de [redacted]. Compte tenu de cette valeur, ce risque ne peut pas être exclu.

5.3.5 Aviation commerciale

5.3.5.1 Probabilité de chute pour l'aviation commerciale

5.3.5.1.1 Types d'avion

L'aviation commerciale rassemble tous les appareils civils de masse supérieure à 5,7 tonnes.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

La DGAC identifie et quantifie les activités relevant de l'aviation commerciale selon 4 catégories d'appareils présentées ci-après.

Catégorie	Description catégorie	Aviation type	Demi envergure (d)	Poids
A	> 150 t	Boeing 747 Airbus A 340-600	21 m	400 t
B	> 60 t et < 150 t	Boeing 707 A310 – 300	15,7 m	150 t
C	> 30 t et < 60 t	Boeing 727 A318	5,8 m	60 t
D	< 30 t	Falcon 7X Challenger 800	2,7 m 2,5 m	29 t 24 t

Tableau 15 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation commerciale

Les aéroports commerciaux les plus proches sont les aéroports de :

- Béziers - Vias, situé à 50 km,
- Carcassone - Salvaza, situé à 67 km.

L'installation n'est située dans aucune des zones d'approche et d'envol de ces deux aéroports commerciaux. Les risques de chute liés aux mouvements de décollage et d'atterrissage sur ces deux aérodromes ne sont donc pas pris en compte du fait de leur éloignement.

5.3.5.1.2 Trafic

Selon les informations fournies par la DGAC, le nombre de mouvements dans les couloirs aériens proches du site est [REDACTED].

5.3.5.1.3 Données issues de l'accidentologie

D'après le BEA, il est généralement admis un ordre de grandeur de 10^{-6} pour le taux d'accident lié aux activités de l'aviation commerciale.

5.3.5.1.4 Probabilité de chute pour l'aviation commerciale

Les différents mouvements sont considérés à l'intérieur d'un couloir aérien.

La relation sous couloir aérien est la suivante :

$$P_{sc} = T_c \times M_{sc} \times X_{sc} \times \frac{1}{S_c}$$

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Équation 6 : Probabilité de chute d'avion commerciale

Avec :

- T_c : Taux d'accident par vol,
- M_{sc} : Nombre de vols dans le couloir considéré,
- X_{sc} : Coefficient d'accident sous couloir aérien,
- S_c : Surface du couloir considéré.

	Données
T_c	10^{-6} accident par vol
M_{sc}	
X_{sc}	
S_c	
Probabilité	

Tableau 16 : Probabilité de chute d'avion commerciale

5.3.5.1.5 Synthèse

La probabilité de chute sur l'installation retenue pour l'aviation commerciale et les appareils assimilés est égale à [REDACTED].

Les calculs de surfaces virtuelles sont effectués en considérant comme équiprobables des trajectoires à [REDACTED].

5.3.5.2 Détermination de la surface virtuelle

La surface virtuelle est présentée dans le tableau ci-après :

Type d'aviation	L (m)	I (m)	H (m)	[REDACTED]	d (m)	[REDACTED]	[REDACTED]
Commerciale	400	350	14	[REDACTED]	21	[REDACTED]	[REDACTED]
	400	350	14	[REDACTED]	21	[REDACTED]	[REDACTED]
	400	350	14	[REDACTED]	21	[REDACTED]	[REDACTED]

Tableau 17 : Détermination de la surface virtuelle (aviation commerciale)

5.3.5.3 Probabilité de chute sur l'installation

La probabilité annuelle de chute sur l'installation d'un appareil de l'aviation commerciale est donc de [REDACTED]. Un tel événement relève du risque résiduel.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.3.6 Aviation militaire

5.3.6.1 Probabilité de chute pour l'aviation militaire

Le site est implanté en bordure d'une zone identifiée comme réseau d'itinéraires pour les vols militaires en très basse altitude (RTBA). Plus précisément, l'installation est distante de 8 km environ de l'axe de ce couloir.

Toutefois, les probabilités de chute présentées ci-dessous sont calculées à partir de données applicables directement sous le réseau RTBA.

5.3.6.1.1 Types d'avion

Les appareils sont classés en plusieurs catégories de gabarit et de masse, les avions de combat présentant des caractéristiques spécifiques par rapport aux appareils relevant de l'aviation générale ou de l'aviation commerciale.

Les avions de « transport » sont assimilés à l'aviation commerciale. Les avions de combat et les avions « école » assimilés - Alphajet, Fouga Magister CM170 - forment une classe spécifique à l'aviation militaire. Les autres appareils sont assimilés à l'aviation générale.

Les appareils représentatifs de l'aviation militaire sont présentés ci-après :

Catégorie	Avion type	Demi envergure (d)	Poids
Chasseur réacteur	Mirage 2000, F1	1,4 m	15 t
Chasseur d'entraînement	Alpha-Jet	1,4 m	7 t
Avion de transport tactique	C 160 - C 130	5 m	50 t
Avion léger	Xingu - Epsilon TBM 700	2,3 m	5,7 t

Tableau 18 : Identification des appareils représentatifs de l'aviation militaire

Les bases militaires les plus proches du site sont :

- Toulouse - Franczal,
- Salon de Provence.

L'installation n'est située dans aucune des zones d'approche et d'envol de ces deux bases aériennes. Les risques de chute liés aux mouvements de décollage et d'atterrissage sur ces deux bases ne sont donc pas pris en compte du fait de leur éloignement.

5.3.6.1.2 Probabilité de chute pour l'aviation militaire

Bien que l'installation soit en dehors de la superficie couverte par le réseau TBA, il est retenu une valeur de probabilité globale de chute de [REDACTED], déterminée à partir de la superficie couverte par ce réseau.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.3.6.2 Détermination de la surface virtuelle

La surface virtuelle est de :

Type d'aviation	L (m)	l (m)	H (m)	[REDACTED]	d (m)	[REDACTED]
Militaire	400	350	14	■	1,4	■

Tableau 19 : Détermination de la surface virtuelle (aviation militaire)

5.3.6.3 Probabilité de chute sur l'installation

La probabilité annuelle de chute sur l'installation d'un avion de combat est donc de [REDACTED]. Compte tenu de cette valeur de probabilité, obtenue à partir d'hypothèses pénalisantes, ce type d'événement est pris en compte dans le cadre du plan d'urgence interne.

5.3.7 Conséquences de la chute d'un avion

Les conséquences de la chute sur l'installation d'un appareil de l'aviation générale ont été estimées.

La chute d'un avion sur la couverture de l'entreposage entraînerait la formation d'un cratère de l'ordre de [REDACTED] et l'inflammation du carburant de l'avion conduirait à un incendie. Les conséquences de ce scénario sont estimées au paragraphe 8.1.4.1.

5.4 RISQUES LIES A L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET AUX VOIES DE COMMUNICATION

5.4.1 Présentation

Les sources d'agression potentielles sont :

- les voies de communication routières et ferroviaires (transport de matières dangereuses),
- l'environnement industriel interne et externe au site (présence de l'ICPE notamment),
- les canalisations de transport de gaz internes et externes au site.

Il n'y a pas de transport fluvial à proximité du site.

5.4.1.1 Voies de communication externes au site

5.4.1.1.1 Voie routière

Le site est longé à l'ouest par la route départementale n° 169 (D169), reliant Narbonne à Moussan.

Environ 2 000 véhicules par jour circulent sur cette route, dans les deux sens confondus. La vitesse des véhicules y est limitée à 70 km/h. Au niveau de l'entrée du site la vitesse est limitée à 50 km/h.

Les transports de matières dangereuses sur cette route sont essentiellement :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- les transports d'ammonitrates en partance de la société AUDECOOP,
- les transports liés à l'activité du site.

5.4.1.1.2 Voie ferrée

La voie ferrée reliant Narbonne à la commune de Bize passe également en bordure ouest du site. Cette voie présente un faible rayon de courbure. Un seul aiguillage est situé à l'entrée du site, destiné à la desserte de celui-ci ; la vitesse des trains à cet embranchement est de 10 km/h.

Les transports de matières dangereuses sur cette voie sont liés à l'activité du site.

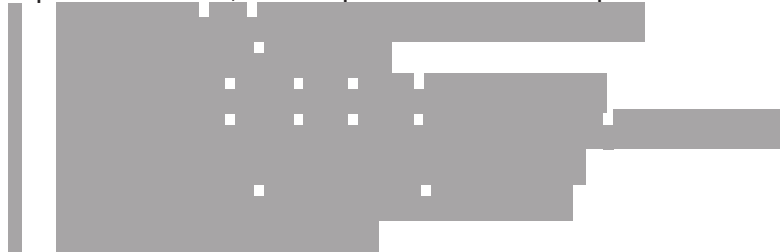
5.4.1.2 Voies de communication internes au site

Les voies de communication internes au site ne relèvent pas usuellement de ce type d'analyse, compte tenu notamment des précautions particulières prises à l'égard de la circulation des produits dangereux sur le site. Le plan du site montrant la localisation des voies énumérées ci-après est présenté [REDACTED].

5.4.1.2.1 Voies routières

[REDACTED]

Le site est quadrillé par plusieurs voies, sur lesquelles circulent les produits suivants :



La voie [REDACTED] n'est pas utilisée pour le transport de produits dangereux.

Le risque principal lié au transport de ces substances est l'agression chimique d'éléments importants pour la protection par une dispersion gazeuse.

5.4.1.2.2 Voies ferrées

Il existe [REDACTED] voies ferrées sur le site [REDACTED] sur lesquelles peuvent circuler [REDACTED]. Ces voies sont également utilisées pour le transport de [REDACTED].

Le risque principal lié au transport de ces substances est l'agression chimique d'éléments importants pour la protection par une dispersion gazeuse.

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.4.1.2.3 Environnement industriel externe au site

Le site est implanté dans une zone essentiellement agricole, dans la plaine de la Livière, qui constitue un espace marécageux servant de zone d'expansion des crues. L'occupation du sol autour de la commune de Narbonne est à plus de 70 % viticole, le reste des terrains correspond à des cultures céréalières et diverses (arboriculture, oléo protéagineux, jachère et friche).

Les entreprises implantées dans la zone industrielle proche du site sont présentées dans le tableau suivant.

Sociétés	BLANC Transport véhicules	G. Bertrand Conditionnement	ARTERRIS (ex AUDECOOP) Coopérative agricole
Activités	Stockage sur 6 ha de camions et véhicules légers en transit	Stockage de vin en vrac et en bouteilles	Distribution de produits agricoles et phytosanitaires
Risques identifiés	Incendie de camion	Feu de carton Explosion de cuve de propane	Feu d'ammonitrates Explosion nitratée
Distances aux bassins (m)	400	450	350

Tableau 20 : Environnement industriel externe au site

5.4.1.2.4 Environnement industriel interne au site

Les activités principales du site de MalvésI sont la purification et la première étape de la conversion de l'uranium naturel, autrement dit la transformation des concentrés miniers en tétrafluorure d'uranium (UF₄). Cette activité relève de la réglementation des ICPE.

Les activités et les sources de dangers associées présentes dans les ateliers relevant de la réglementation des ICPE sont rappelées dans le volume 1 du présent rapport de sûreté.

Les équipements ou activité susceptibles d'affecter la sûreté de l'installation sont présentés dans le tableau suivant.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Au regard des informations récapitulées ci-dessus, certaines installations ou voies de communication peuvent présenter des risques d'agression de l'installation.

Les mécanismes d'agression identifiés sont :

- les effets mécaniques d'une explosion (onde de surpression et projectiles),
- la formation d'une nappe ou d'un nuage de gaz explosible ou inflammable résultant d'un accident,
- l'agression chimique d'éléments importants pour la protection de l'installation en cas de dispersion de substance chimique,
- l'agression mécanique ou la détérioration des digues liée aux travaux sur les bassins voisins (B3 à B6).

5.4.2 Principes

La démonstration de la maîtrise des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication, détaillée ci-dessous, s'appuie sur les principes définis dans la règle fondamentale de sûreté n° I.1.b (RFS I.1.b), relative à la prise en compte des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication pour les INB autres que les réacteurs.

Conformément à la RFS I.1.b, il est défini pour l'installation une surpression de référence qui ne conduit pas à des rejets inacceptables. Puis, la probabilité de dépassement de cette surpression de référence sur l'installation est évaluée pour chaque famille de source d'agression due à l'environnement industriel et aux voies de communication. Lorsque le risque de dépasser la surpression de référence au niveau de l'installation est de l'ordre de grandeur de 10^{-7} par an ou inférieur à celui-ci, il est considéré qu'il relève du risque résiduel.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

La suppression de référence est fixée à [REDACTED] pour l'installation, valeur pour laquelle les conséquences seraient négligeables, en tout état de cause, inférieures à l'ordre de grandeur de quelques μSv à l'extérieur du site.

Il est ensuite étudié les autres conséquences pour la sûreté de l'installation des scénarios qui ne relèvent pas du risque résiduel.

5.4.3 Analyse des risques liés aux voies de communication

5.4.3.1 Transports ne concernant pas le site

Les seuls transports réguliers de matières dangereuses au voisinage du site qui ne concernent pas celui-ci sont les transports d'ammonitrates en partance de la société ARTERRIS [REDACTED]. De plus, il ne s'agit pas d'ammonitrates transportés en vrac, mais conditionnés de manière adaptée.

Le risque est donc négligeable.

5.4.3.2 Transports utiles au site

Les autres transports réguliers de matières dangereuses au voisinage du site concernent directement celui-ci. Les véhicules transitent par les voies voisines et sur le site. De façon pénalisante, les calculs de probabilité présentés ci-dessous retiennent toutes les longueurs de circulation concernées et leur attribuent la même valeur de probabilité annuelle d'accident, bien que cette valeur soit bien plus faible sur le site compte tenu des précautions particulières adoptées.

5.4.3.2.1 Présentation des distances d'effet

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted text block]

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

- || [Redacted]
- || [Redacted]
- || [Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Les distances d'effet sont ensuite déduites en utilisant l'abaque de Baker (cf. annexe 6) ainsi que les expressions suivantes de la pression réduite (P') et de la distance réduite (R').

$$P' = \frac{P}{P_{amb}} - 1 \quad \text{et} \quad R' = r \left(\frac{P_{amb}}{E_i} \right)^{1/3}$$

Équation 7 : Pression réduite P' et distance réduite R'

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

5.4.3.2.2 Méthode d'évaluation de la probabilité annuelle d'une surpression

Voie routière

La formulation du calcul de la probabilité se rapportant à chaque voie de transport est détaillée ci-dessous.

La formule exprimant la probabilité annuelle P d'avoir une surpression pour une longueur Li de la voie de communication donnée s'écrit :

$$P = P_a \cdot P_e \cdot P_k \cdot T_i \cdot L_i$$

Équation 8 : Probabilité annuelle P de surpression pour une longueur Li d'une voie de communication donnée (voie routière)

Avec :

- Pa : probabilité annuelle d'accident de transport de marchandise sur l'ensemble du territoire par tonnes kilomètres ou par mouvement par km et par an. [REDACTED]
- Pe : probabilité conditionnelle d'avoir une explosion suite à l'accident. [REDACTED]
- Pk : facteur de pondération, lié à la zone géographique étudiée, à la nature du produit transporté et au type de voie de communication, inférieur ou [REDACTED]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

- [Redacted]

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Au vu de ces résultats, il apparaît que la probabilité de dépassement de la surpression de référence de [Redacted] au niveau de l'installation relève du risque résiduel.

Le paragraphe ci-après présente l'étude des conséquences potentielles d'une explosion sur la sûreté de l'installation.

5.4.3.2.3 Détermination des longueurs dangereuses et des probabilités associées

La longueur dangereuse est la longueur de voie empruntée se situant en deçà de la distance d'effet considéré. Ces longueurs sont estimées sur plan. Elles prennent en compte les portions de voies internes empruntées ainsi que les portions de [Redacted] qui sont à une distance de l'installation inférieure à la distance d'effet considéré.

[Redacted]

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.4.4 Analyse des risques liés à l'environnement industriel

5.4.4.1 Blanc transport véhicules

Compte tenu de son éloignement, un incendie au sein de l'entreprise Blanc transport véhicule n'aurait aucun impact sur l'installation (cf. Tableau 20 du paragraphe 5.4.1).

5.4.4.2 G. BERTRAND conditionnement

Compte tenu de son éloignement, un incendie au sein de l'entreprise G. BERTRAND conditionnement n'aurait aucun impact sur l'installation (cf. Tableau 20 du paragraphe 5.4.1).

L'explosion de l'entreprise G. BERTRAND engendrerait une surpression inférieure à , sans conséquence significative pour l'installation.

5.4.4.3 ARTERRIS

Compte tenu de son éloignement, un incendie au sein de l'entreprise ARTERRIS ex. AUDECOOP n'aurait aucun impact sur l'installation (cf. Tableau 20 du paragraphe 5.4.1).

Concernant le risque de détonation d'ammonitrates, la surpression atteinte au niveau des digues des bassins B1/B2 a été estimée inférieure à compte tenu du conditionnement de ces produits en big-bags (pas de stockage en vrac).

Ce niveau de surpression n'est pas susceptible de remettre en cause la stabilité des digues (cf. paragraphe 5.4.5.1).

5.4.4.4



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.4.4.5 [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.4.4.6 [REDACTED]

[REDACTED]

5.4.4.7 [REDACTED]

[REDACTED]

5.4.4.8 [REDACTED]

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****5.4.4.9****5.4.4.10****5.4.4.11 Travaux réalisés sur les bassins B3 à B6**

La réalisation de travaux de génie civil d'importance significative à proximité de l'installation, par exemple sur les bassins B3 à B6, serait précédée d'une analyse de risques préalable, incluant la définition et la mise en œuvre de mesures de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences.

5.4.5 Conséquences potentielles d'une explosion sur la sûreté de l'installation

Les événements liés à l'environnement industriel susceptibles d'avoir un impact sur l'installation sont donc le passage d'un nuage potentiellement corrosif, un incendie, une onde de surpression et l'impact d'un projectile.

5.4.5.1 Conséquences sur les digues

Compte tenu de la configuration des digues et des matériaux qui les constituent, un incendie ou le passage n'aurait pas d'impact sur les digues.

L'étude des effets d'une onde de surpression de sur les digues montrent que les conséquences associées seraient totalement négligeables. Au titre de la défense en profondeur, il a également été vérifié qu'une onde de surpression de probabilité d'occurrence inférieure n'est pas de nature à générer des phénomènes d'instabilité des talus des digues. Les effets se manifesteraient essentiellement par le soulèvement de poussières et de cailloutis en surface des talus des digues et des bassins, sans conséquence sur la sûreté de l'installation.

Concernant les impacts potentiels, le projectile le plus important identifié est . Compte tenu, d'une part de la distance et l'installation , d'autre part de sa vitesse d'éjection, ce projectile pourrait impacter la digue B1 nord.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Cependant, compte tenu du poids relativement faible de ce projectile, la stabilité de la digue ne serait pas remise en cause.

5.4.5.2 Conséquences sur la couverture bitumineuse

Le passage [REDACTED] au-dessus de l'installation ne serait pas susceptible d'endommager à court terme la couverture.

Les conséquences d'un incendie sur la couverture bitumineuse sont étudiées au paragraphe 4.1. Les conséquences seraient négligeables.

Compte tenu de la forme relativement plane de la couverture, une explosion ne devrait pas engendrer de dégradation significative.

L'impact d'un projectile sur la couverture serait susceptible d'entraîner une dégradation partielle de celle-ci avec un risque de perte partielle du confinement.

Les risques de dégradation de la couverture bitumineuse sont étudiés dans le paragraphe 3.1.

En tout état de cause, dans le cas d'une explosion, d'un incendie ou d'une fuite [REDACTED] à proximité de l'installation, la couverture est inspectée afin de vérifier notamment l'état des ancrages et l'absence de dégradation significative (perforation détectable visuellement). Dans le cas d'une fuite [REDACTED], un échantillon est prélevé et analysé afin de vérifier que les performances de la couverture ne sont pas dégradées. En cas de dégradations constatées, des moyens sont mis en œuvre afin de rétablir les performances de la couverture (réparation de la couverture, des ancrages ou mise en place de moyens de confinement provisoires, tels que des bâches, avant réparation complète).

5.4.5.3 Conséquences sur le confortement environnemental

Compte tenu du positionnement souterrain des ouvrages constituant le dispositif de confortement environnemental, une explosion, un incendie ou le passage d'un nuage corrosif ne sont pas susceptibles d'endommager à court terme le dispositif.

5.5 RISQUES LIES AUX CONDITIONS CLIMATIQUES EXTREMES**5.5.1 Présentation**

Les principaux événements climatiques susceptibles d'impacter l'installation sont :

- les fortes précipitations,
- les vents violents,
- les températures/ensoleillement extrêmes.

5.5.1.1 Définition de l'aléa**5.5.1.1.1 Fortes précipitations**

Il est retenu comme pluie de référence la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % d'une pluie centennale.

Cette pluie a été estimée à partir des valeurs de la pluie centennale avec un intervalle de confiance de 70 %, évaluées par Météo France sur la base des mesures de sa station de Narbonne-Jonquière.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Les hauteurs de précipitation correspondant à la pluie de référence, obtenues par extrapolation suivant la loi normale, sont présentées dans le tableau suivant.

Hauteurs de précipitation (mm) en fonction de la durée Valeurs correspondant à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 %							
6 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
34	34,6	58	99,6	73,3	130,2	131	353,5

Tableau 32 : Hauteurs de précipitation pour la pluie de référence

5.5.1.1.2 Vents

Les mesures effectuées par Météo France sur la période 1998 à 2007 montrent que, statistiquement :

- le nombre de jours par an où les vitesses des rafales de vent sont supérieures à 58 km/h (16 m/s) est en moyenne de 144,
- le nombre de jours par an où les vitesses des rafales de vent sont supérieures à 100 km/h (28 m/s) est en moyenne de 8.

La vitesse moyenne du vent sur cette période est 20,2 km/h. La vitesse maximale enregistrée sur site en janvier 2009 est de 158,8 km/h.

Les règles NV65 (DTU P 06-002 de fév. 2009) classent le canton de Narbonne en zone 3. La valeur de vent normal correspond à une vitesse de 35 m/s (126 km/h). La valeur de vent extrême est de 46,3 m/s (166,6 km/h).

La rose des vents de l'année 2009 à la station de Narbonne-Jonquière à une hauteur de 10 m est présentée paragraphe 2.1 du volume 1 du présent rapport de sûreté.

5.5.1.1.3 Températures et ensoleillement

La région de Narbonne jouit d'un ensoleillement exceptionnel : environ 3 200 h/an.

Sur la période 1998-2007, il est comptabilisé en moyenne des températures supérieures à 25 °C environ 98 jours par an et des températures supérieures à 30 °C environ 30 jours par an.

Le nombre de jours de gel est en moyenne de 11,5 jours par an.

Les températures extrêmes observées sont de - 6 et de + 39,8°C.

5.5.1.2 Effets potentiels induits

5.5.1.2.1 Fortes précipitations

De fortes précipitations pourraient être à l'origine :

- d'une inondation entraînant des ravinements sur les flancs des digues ou l'engorgement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales,
- d'une inondation d'origine externe (ce risque est traité au paragraphe 5.2).

5.5.1.2.2 Vents

Les effets potentiels de vents violents sont des dégradations (arrachement) d'une partie de la couverture bitumineuse, directement ou consécutives à l'entraînement de projectiles sur celle-ci.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****5.5.1.2.3 Températures extrêmes et ensoleillement**

Les effets liés aux températures extrêmes et à l'ensoleillement sont une dégradation progressive des caractéristiques des matériaux composant la couverture bitumineuse.

5.5.2 Principes

La maîtrise des risques liés aux conditions météorologiques extrêmes repose principalement sur le dimensionnement des équipements et le choix des matériaux mis en œuvre, sur des actions de surveillance associées aux événements extrêmes ainsi que sur la facilité de mise en œuvre de mesures de limitation des conséquences d'une dégradation éventuelle (limitation des conséquences et réparation).

5.5.3 Prévention

Vis-à-vis des risques liés aux fortes précipitations, les dispositions suivantes sont mises en place :

- des descentes d'eaux pluviales maçonnées sont aménagées sur les digues pour faciliter l'évacuation des eaux de ruissellement,
- les réseaux de collecte des eaux pluviales ruisselant sur la couverture bitumineuse sont dimensionnés pour la pluie de référence (cf. paragraphe 3.4.4 du volume 1 du présent rapport de sûreté),
- le réseau d'évacuation des eaux de pluie est régulièrement entretenu afin de prévenir les risques d'engorgement,
- le dispositif de confortement environnemental est régulièrement entretenu afin de prévenir les risques de dysfonctionnement en cas de fortes pluies.

Vis-à-vis des risques liés aux vents violents, les dispositions suivantes sont mises en place :

- la couverture bitumineuse présente des caractéristiques (flexibilité et masse surfacique) qui permettent de diminuer le risque de soulèvement par le vent et favorisent un contact permanent avec le sol support,
- la présence d'un géotextile au sein de la membrane (armature textile procurant une forte résistance à la traction) permet de limiter le risque de déchirure,
- le système d'ancrage de la couverture est dimensionné pour résister à l'arrachement en tenant compte des conditions de vent extrêmes définies au paragraphe 5.5.1.

Vis-à-vis des risques liés aux températures extrêmes et à l'ensoleillement, la membrane bitumineuse présente une bonne résistance aux UV, au gel et à la chaleur (cf. paragraphe 3.4.4 du volume 1 du présent rapport de sûreté).

Un exemple de vieillissement de géomembrane bitumineuse à bitume oxydé (moins résistant aux agressions climatiques qu'une géomembrane bitumineuse élastomère) est présenté sur la photo ci-dessous. Mise en œuvre en 1987 et exposée aux intempéries depuis cette date (soit plus de 183 960 heures d'exposition), cette géomembrane reste toujours apte à remplir son rôle de confinement.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Figure 4 : Grand Terril des Charrées de chrome de Wattrelos - Géomembrane bitumineuse

« Utilisation des produits géosynthétiques dans la gestion et la dépollution des sites et sols pollués (SSP) - Thierry GISBERT (ARCADIS) - Ingénierie n° spéciale 2009 p. 119 à 140 »

5.5.4 Surveillance

En cas d'épisodes de vents violents (tramontane), de fortes chaleurs ou de gel, des rondes spécifiques sont organisées afin de vérifier l'absence de dégradation visible. Cette surveillance conditionnelle portera notamment sur les points d'attention suivants :

- dans le cas de vent violent, la qualité des ancrages de la couverture,
- à la suite d'un épisode de fortes précipitations, la disponibilité (absence d'obstruction) du réseau d'évacuation des eaux pluviales et le bon fonctionnement du dispositif de confortement environnemental.

Concernant le risque de dégradation progressive des performances de la couverture, liée à son exposition à des conditions extrêmes, un échantillon de couverture bitumineuse est prélevé périodiquement afin de surveiller l'évolution de ces performances.

A cet effet, un programme de prélèvement d'échantillons de la couverture est établi (voir au §3.1.4.2).

Les échantillons prélevés sont testés (tests destructifs et non destructif) afin de vérifier le maintien des caractéristiques de la couverture contribuant à ses performances attendues.

5.5.5 Limitation des conséquences

En cas de dégradation de la couverture bitumineuse consécutive à des conditions climatiques extrêmes, deux types de conséquences peuvent être rencontrées, d'une part les dommages localisés qui peuvent être réparés facilement (réparation d'une détérioration localisée de la couverture par exemple), d'autre part les dommages plus importants qui nécessitent un approvisionnement particulier (cas d'un arrachement de grande ampleur de la couverture) et la mise en œuvre de mesures conservatoires (bâchage provisoire) pour rétablir le confinement.

Un scénario enveloppe correspondant à l'arrachement d'une portion de couverture, qui pourrait être consécutif à un épisode de vent violent, est étudié au paragraphe 8.1.2. Cette étude montre que les conséquences associées à un scénario de ce type sont négligeables.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****5.6 RISQUES LIES A LA Foudre****5.6.1 Présentation****5.6.1.1 Définition de l'aléa**

Le risque de foudroiement se caractérise par deux critères principaux : le niveau kéraunique et la densité d'arc.

Le niveau kéraunique est le nombre moyen de jours par an où le tonnerre est entendu. Il est de 10 pour la commune de Narbonne, alors que la moyenne en France est de 20.

La densité d'arc D_a est le nombre d'arcs de foudre au sol par km^2 et par an. Il est de 1,50 coup par km^2 et par an pour la commune de Narbonne, alors que la moyenne en France est de 2,52 coups par km^2 et par an.

Le risque de foudroiement sur le site de Malvésí est plus faible que la moyenne nationale.

5.6.1.2 Effets potentiels induits

Un impact de foudre sur la couverture de la zone d'entreposage peut entraîner les conséquences suivantes :

- des dommages sur la couverture bitumineuse (perçement, fusion localisée) ou une détérioration d'un équipement de l'installation,
- un départ de feu de cette couverture.

5.6.2 Principes

La maîtrise des risques liés à la foudre repose sur la conception de la couverture de l'entreposage et sur une organisation permettant de limiter les effets d'un impact de foudre.

5.6.3 Prévention**5.6.3.1 Dommages consécutifs à un impact de foudre**

Il n'est pas prévu de mettre en place un dispositif de protection contre les effets directs de la foudre, compte tenu notamment de la configuration et de la superficie de l'installation.

5.6.3.2 Départ de feu sur la couverture suite à un impact de foudre

Bien que la couverture bitumineuse soit un matériau potentiellement combustible, celle-ci est difficilement inflammable (comportement au feu de type M1 (caractère peu inflammable)) : le matériau (bitume élastomère) utilisé pour la couverture des bassins a une température de fusion de 120°C et un point éclair (PE) supérieur à 230°C . A cette température de 120°C , le bitume ne s'enflamme pas mais devient fluide.

De plus, la présence de la couche de terre sous la couverture bitumineuse contribue à limiter le risque de dissémination de substances radioactives et chimiques, lors de l'impact, ainsi que de propagation d'un feu.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.6.4 Surveillance

En cas d'épisode orageux avec impact de foudre, des rondes spécifiques sont organisées après l'événement afin de vérifier l'absence de dégradation visible de la couverture ou de détérioration d'un équipement actif (dispositifs de pompage notamment).

5.6.5 Limitation des conséquences

5.6.5.1 Dommages consécutifs à un impact de foudre

En cas de découverte d'une détérioration, les matériaux ou matériels dégradés sont réparés.

5.6.5.2 Départ de feu sur la couverture suite à un impact de foudre

En cas de départ de feu dû à la foudre, les moyens de lutte contre l'incendie seraient mis en œuvre. Ces moyens sont décrits au paragraphe 4.1.5.

5.7 RISQUES D'INCENDIE D'ORIGINE EXTERNE

5.7.1 Présentation

Les risques d'incendie d'origine externe à l'installation peuvent être d'origine naturelle (feux de forêt) ou liés à l'environnement industriel.

5.7.1.1 Feu de forêt

Comme précisé au paragraphe 2.1.3 du Volume 1 du présent RS, la totalité du périmètre de l'installation est situé en dehors de la zone à risque feux de forêt.

5.7.1.2 Installations environnantes

5.7.1.2.1 ICPE

Les autres installations (notamment celles classées ICPE) du site de MalvésI utilisent [REDACTED]. Par ailleurs, certaines installations présentent un risque particulier d'incendie lié à la présence de matières combustibles. Sur les différentes installations comportant un risque d'incendie, les dispositions suivantes sont mises en place :

- détection automatique d'incendie,
- moyens de lutte contre l'incendie adaptés (colonne sèche, poteaux incendie, extincteurs).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****5.7.1.2.2 Entreposage de déchets**

Les déchets générés sur l'installation ne sont pas entreposés en grande quantité dans le périmètre de celle-ci. Ils sont collectés et conditionnés puis transférés vers les ateliers de conditionnement adaptés du site.

5.7.1.2.3 Installations voisines du site

Les risques liés aux installations environnantes sont étudiés au paragraphe 5.4 du présent volume du rapport de sûreté. L'établissement de la société ARTERRIS, le plus proche au sud du site, est soumis à déclaration au titre des rubriques 1155 (dépôts de produits agro-pharmaceutiques) et 1172 (stockage et emploi de substances ou préparations dangereuses pour l'environnement, très toxiques - A -) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Bien qu'il ne soit pas soumis à la réalisation d'une étude de dangers ni à la formalisation d'un Plan d'Organisation Interne (POI), il est estimé, au regard des quantités stockées et de l'éloignement notamment, qu'un éventuel incendie sur ce site ne pourrait pas se propager jusqu'à l'installation.

Les autres établissements industriels ou commerciaux de la zone industrielle ne présentent pas de risque d'incendie susceptible de se propager à l'installation.

5.7.2 Principes

La maîtrise des risques d'incendie d'origine externe repose essentiellement sur des mesures de prévention de la propagation d'un incendie à l'installation et sur l'efficacité des moyens d'intervention.

5.7.3 Prévention

Les mesures de prévention retenues à l'égard des risques d'incendie d'origine externe à l'installation sont les suivantes :

- les alentours du site, ainsi que de l'installation elle-même, sont régulièrement entretenus et débroussaillés ;
- les déchets technologiques résultant de l'exploitation sont regroupés en faible quantité [redacted] et transférés périodiquement vers l'ICPE ;
- la couverture de l'installation est distante d'environ 100 m des bâtiments et des entreposages de produits inflammables,
- la couverture bitumineuse est difficilement inflammable ; le matériau utilisé pour la couverture des bassins a une température de fusion de 120°C et un point éclair (PE) supérieur à 230°C ; les flammèches, les brindilles ou les matériels légers enflammés susceptibles d'atteindre les bassins, en cas d'incendie à proximité, ne disposeraient pas d'une énergie suffisante pour enflammer la couverture bitumineuse (tout au plus, pourraient-ils entraîner une dégradation ponctuelle de la couverture bitumineuse) ;
- la présence de la couche de terre sous la couverture bitumineuse contribue à limiter le risque de propagation d'un feu ainsi que, le cas échéant, de dissémination de substances.

Nota : la température de fusion du bitume élastomère est de 120°C ; à cette température, le bitume ne s'enflamme pas mais se fluidifie. Pour mémoire, les lés de la couverture bitumineuse sont soudés en température, à la flamme ou à l'air chaud (fusion de la matière).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

5.7.4 Surveillance

Plusieurs mesures de surveillance sont mises en œuvre :

- la surveillance régulière du risque de feu de forêt, renforcée en période estivale, est assurée par les effectifs du centre de secours de Narbonne, par la tour de guet de la Vigie de la Clape et par le comité communal des feux de forêt,
- l'occurrence d'un départ de feu à proximité de l'installation déclencherait des mesures particulières de surveillance des zones sensibles du site,
- [REDACTED]

5.7.5 Limitation des conséquences

Concernant les moyens externes au site, notamment en cas de départ de feu de forêt, la lutte contre l'incendie est assurée en premier lieu par les sapeurs-pompiers de Narbonne, avec le renfort éventuel du personnel des 48 casernes du département pouvant être appuyés par les moyens aériens nationaux.

Le site dispose également d'un camion de première intervention mixte (risque incendie et risque chimique) et d'une motopompe remorquable. Ce camion contient notamment une réserve d'eau, une motopompe, des tuyaux et lances à incendie, une lance sur tripode et des appareils respiratoires isolants (ARI). Les moyens de lutte contre l'incendie du site sont décrits au paragraphe 4.1.5.

Enfin, des rondes visant à vérifier l'absence de dégradation de la couverture sont organisées à la suite de feu de forêt à proximité du site ou d'incendie sur les installations environnantes.

6 IDENTIFICATION DES ELEMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION

Compte tenu des objectifs généraux de sûreté de l'installation ECRIN et des conclusions des analyses de sûreté présentées aux précédents § du présent volume et de l'étude d'impact, la FS à assurer lors des opérations d'exploitation est la maîtrise du confinement des substances radioactives et / ou chimiques (comme précisé au paragraphe 1.2).

Les conclusions des analyses de sûreté permettent aussi de mettre en évidence des EIP participant à la réalisation de cette FS.

Ces EIP retenus vis-à-vis de cette FS sont présentés dans le tableau suivant :

EIP	Exigences associées aux EIP
Digues de l'installation	Maintien de coefficients de stabilité géotechnique au glissement satisfaisants
Couverture bitumineuse de l'installation	Maintien des caractéristiques de faible perméabilité
Confortement environnemental	Maintien des performances hydrauliques du dispositif

Tableau 33 : EIP de l'installation ECRIN et exigences définies associées

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****7 IMPACT SUR LES TRAVAILLEURS ET SUR L'ENVIRONNEMENT EN SITUATION NORMALE DE FONCTIONNEMENT****7.1 IMPACT RADIOLOGIQUE SUR LES TRAVAILLEURS EN FONCTIONNEMENT NORMAL**

Un bilan des évaluations de doses collectives prévisionnelles pour les principales opérations en exploitation prévues est présenté au paragraphe 3.2.6 ci-avant.

Cette estimation dosimétrique prend en compte des marges sur les temps d'intervention. Les durées d'intervention et les doses reçues seront réévaluées en fonction du retour d'expérience.

Par ailleurs, des travaux ponctuels peuvent être réalisés sur ou à proximité de la couverture (entretien, réparation, investigations intrusives...).

A titre indicatif, pour des travaux sur la couverture bitumineuse d'une durée de 40 h (1 semaine en horaire normal) avec 3 opérateurs, l'estimation prévisionnelle de dose correspondante est de [REDACTED].

7.2 IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT EN FONCTIONNEMENT NORMAL

L'impact sur l'environnement en fonctionnement normal est présenté dans l'étude d'impact [REDACTED].

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

8 ETUDE DES ACCIDENTS ET DE LEURS CONSEQUENCES

8.1 ACCIDENTS ETUDIES CONDUISANT A DES REJETS RADIOACTIFS ATMOSPHERIQUES

Pour évaluer les conséquences radiologiques des rejets atmosphériques résultant de situations incidentelles ou accidentelles de l'installation ECRIN, 6 situations ont été retenues.

Ce sont :

- des situations incidentelles :
 - dégradation de la couverture bitumineuse en cas d'un arrachement par le vent,
 - chute d'un engin d'intervention sur la couverture conduisant à une ouverture dans la couverture bitumineuse,
- une situation accidentelle de dimensionnement : la dégradation de la couverture bitumineuse en cas d'un incendie,
- des situations accidentelles hors dimensionnement :
 - la chute d'avion sur la couverture bitumineuse,
 - une explosion de gaz sous la couverture bitumineuse,
 - l'effacement d'une digue.

8.1.1 Code de calcul et données associées

8.1.1.1 Code de calcul



8.1.1.2 Distances de calcul

Les distances de calcul présentées se situent vis-à-vis du point de rejet à :

- 500 m : distance minimale de qualification du code,
- 3 000 m : premier village de Moussan,
- 4 000 m : ville de Narbonne.

8.1.1.3 Conditions météorologiques

Les conséquences d'un rejet de matière radioactive dans l'atmosphère sont étudiées pour les trois types de conditions météorologiques suivants :

- diffusion faible : DF2 / DF3 (vent de 2 ou 3 m.s⁻¹),
- diffusion normale : DN5 (vent de 5 m.s⁻¹),
- conditions de pluie : DF2p2 / DN5p2 (p2 : précipitations de 2 mm.h⁻¹).

Pour la diffusion faible et les conditions de pluie, seule la condition la plus pénalisante est présentée.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les conditions météorologiques DF3 et DN5 ont été retenues en cohérence avec les conditions météorologiques demandées pour les études de dangers des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

La condition DF2 (diffusion faible et vent de 2 m/s) a été retenue afin d'être représentative des conditions les plus pénalisantes probables sur le site (voir le chapitre 2.1.2.1.3 du volume I), tout en tenant compte des limites de validité du modèle de dispersion utilisé (vitesse minimale 2 m/s).

Les conditions DF2P2 et DN5P2 ont été ajoutées pour mieux prendre en compte l'impact potentiel des voies d'atteinte par exposition externe du aux dépôts et par ingestion d'aliments contaminés, notamment pour les calculs effectués à un an en l'absence de contre mesure.

Pour des conditions de diffusion normale, les vents supérieurs à 5 m/s tendent globalement à diminuer les concentrations maximales de substances dans l'air compte tenu des conditions de rejet.

Par conséquent, les conditions météorologiques retenues sont représentatives des situations les plus pénalisantes probables sur le site (voir le chapitre 2.1.2.1 du volume I).

8.1.1.4 Groupes de population et régime alimentaire

Trois groupes de population, considérés pour les calculs des conséquences radiologiques sont les suivants :

- enfant âgé de 1 à 2 ans,
- enfant âgé de 7 à 12 ans,
- adultes.

Les régimes alimentaires correspondant aux classes d'âge 1-2 ans, 7-12 ans et adultes sont extraits de la note [REDACTED]. Ceux-ci ont été déterminés à partir de la base de données CIBLEX (cf. référence [20]) en considérant la population rurale de la ZEAT méditerranée (avec une autoconsommation prise à 100 %).

8.1.1.5 Temps d'exposition

Les calculs de conséquences radiologiques sont réalisés pour trois temps d'exposition suivants :

- 1 jour,
- 1 an,
- 50 ans (long terme).

8.1.1.6 Hauteur de rejet

Selon la situation incidentelle ou accidentelle considérée, le scénario de rejet est calculé avec un rejet instantané à 0 m (au sol) ou à 10 m de hauteur.

8.1.1.7 Voies d'atteintes

Les voies d'atteinte prises en compte pour les calculs de conséquences radiologiques sont :

- l'exposition externe due au panache sur un jour, 1 an et 50 ans,
- l'exposition interne engagée par l'inhalation du panache sur 1 jour, 1 an et 50 ans,
- l'exposition externe due au dépôt sur 1 jour, 1 an et 50 ans,
- l'exposition interne engagée par l'ingestion d'aliments contaminés sur 1 an et 50 ans.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****8.1.2 Situations incidentelles**

Les calculs de conséquences radiologiques pour un rejet accidentel unitaire de 1 kg de boues issu des bassins B1/B2 de l'INB ECRIN du site de Malvési Narbonne aux populations alentour ont été réalisés

8.1.2.1 Dégradation de la couverture bitumineuse (cas d'un arrachement par le vent)**8.1.2.1.1 Scénario de rejet**

Le scénario de rejet envisagé est le suivant :

- sous l'effet d'un vent violent, l'un des ancrages de la couverture rompt, conduisant à l'arrachement d'une partie de la couverture bitumineuse,
- une partie des terrains sous-jacents à la couverture se trouve alors exposée au vent,
- sous l'effet du vent, un phénomène de remise en suspension par léchage se produit,
- le confinement statique est rétabli dans les 72 h par mise en place d'un confinement provisoire de type bâches.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****8.1.2.1.2 Hypothèses**

La matière concernée par l'incident est assimilée à celle présente sur une surface de [REDACTED]. Cette matière est exposée à un phénomène de léchage. De manière enveloppe, le terme source est assimilé à des boues.

La densité de la boue est considérée à 1,48 [REDACTED].

Le calcul de rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- d'une fraction de matière rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées est de [REDACTED]

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassins/terrain naturel).

8.1.2.1.3 Résultats

Les conséquences radiologiques (dose efficace maximale en mSv/j, mSv/an et mSv/50ans) concernant le scénario considéré sont les suivantes :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] est inférieure à 1 μ Sv.

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] est inférieure à 1 μ Sv.

8.1.2.2 Chute d'engin d'intervention sur la couverture bitumineuse conduisant à une ouverture dans la couverture bitumineuse,

8.1.2.2.1 Scénario de rejet

Le scénario envisagé est le suivant :

- lors d'une opération sur la couverture bitumineuse (par exemple réalisation de carottages), un engin lourd chute sur la couverture bitumineuse,
- la couverture se rompt et sous l'effet de la chute un phénomène de remise en suspension des terrains sous-jacents à la couverture se produit.

8.1.2.2.2 Hypothèses

La matière concernée par la chute est assimilée à celle présente sur une surface d'impact de [REDACTED]. De manière enveloppe, le terme source est assimilé à des boues.

La densité de la boue est considérée à 1,48 [REDACTED].

Le rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (F_{mes}) de [REDACTED],
- d'une fraction de matière rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées est de [REDACTED].

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassins/terrain naturel).

8.1.2.2.3 Résultats

Les conséquences radiologiques (dose efficace maximale en mSv/j et mSv/an) sont les suivantes :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste faible (de l'ordre de 1 μ Sv).

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste faible (de l'ordre de quelques μ Sv).

8.1.3 Situations accidentelle de dimensionnement (incendie de la couverture bitumineuse)

8.1.3.1 Scénario de rejet

Le scénario de rejet suite à un incendie de la couverture bitumineuse envisagé est le suivant :

- un défaut sur un équipement électrique lors d'une intervention, un défaut de surveillance lors de l'utilisation d'un matériel générateur de points chauds ou l'incendie d'un véhicule conduit à un départ de feu,
- l'incendie se propage lentement par le biais du revêtement bitumineux,
- sous l'effet de l'incendie, un phénomène de remise en suspension des terrains sous-jacents à l'ouverture se produit.

Le scénario d'incendie de la couverture bitumineuse est identifié comme un accident de référence à retenir au titre de la mise en œuvre du PUI (cf. paragraphe 9.1.1 ci-après).

8.1.3.2 Hypothèses

La matière concernée par l'incendie est assimilée à celle présente sur une surface de [REDACTED]. De manière enveloppe, le terme source est assimilé à des boues.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

[REDACTED]

La densité de la boue est considérée à 1,48 [REDACTED].

Le rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- d'une fraction de matière rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées est de [REDACTED].

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassins/terrain naturel).

8.1.3.3 Résultats

Les conséquences radiologiques (dose efficace maximale en mSv/j, mSv/an et mSv sur 50 ans) sont les suivantes :

[REDACTED]

La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

8.1.4 Situations accidentelle hors dimensionnement

8.1.4.1 Chute d'avion sur la couverture bitumineuse

8.1.4.1.1 Scénario

Le scénario envisagé correspond à la chute d'un avion de l'aviation générale (type Lear jet 23) sur la couverture de l'installation.

Lors de cette chute, il se forme un cratère de [REDACTED]. Sous l'effet de la chute, une partie des boues est remise en suspension et dispersée dans l'atmosphère.

Le volume de ce cratère (V) a été déterminé à partir d'une énergie cinétique (E) de [REDACTED] correspondant à un Lear jet 23 de 5,7 tonnes [REDACTED].

De manière enveloppe, le volume du cratère est de [REDACTED].

Suite à la chute de l'avion, le kérosène contenu peut se répandre et s'enflammer, conduisant ainsi à la remise en suspension d'une fraction supplémentaire de boues.

Le scénario de chute d'avion militaire sur la couverture est identifié comme un accident de référence à retenir au titre de la mise en œuvre du PUI (cf. paragraphe 9.1.1).

8.1.4.1.2 Hypothèses

La matière concernée par la chute est celle présente dans le cratère de [REDACTED]. La densité de la boue est considérée à 1,48.

Le rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- d'une fraction de boues rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées lors de la chute est de [REDACTED].

Concernant le feu kérosène propagé à une partie de la couverture, le rejet à l'environnement est calculé en considérant :

- [REDACTED] de kérosène qui se répandent sur [REDACTED] et prennent feu,
- que les boues contenues [REDACTED] sous la couverture sont mises en jeu lors de l'incendie,
- un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- une fraction de boues rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

La quantité complémentaire de boues rejetées lors de l'incendie est de [REDACTED]

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassins/terrain naturel).

8.1.4.1.3 Résultats

Les conséquences radiologiques (mSv/j, mSv/an et mSv sur 50 ans) sont les suivantes :

La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

8.1.4.2 Explosion de gaz sous la couverture bitumineuse

8.1.4.2.1 Scénario

Malgré les dispositions retenues qui rendent cet événement très improbable, il est postulé l'explosion d'une poche de gaz piégée sous la couverture bitumineuse.

Le scénario d'explosion de gaz sous la couverture bitumineuse est identifié comme un accident de référence à retenir au titre de la mise en œuvre du PUI (cf. paragraphe 9.1.1).

8.1.4.2.2 Hypothèses

Les conséquences sont évaluées à partir des hypothèses pénalisantes suivantes :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- l'explosion affecte une surface de [REDACTED]
- les terres en surface sont assimilées aux boues.

Le volume de boues concerné est donc égal à [REDACTED].

La densité de la boue de 1,48 est indiquée au volume 1 du rapport de sûreté.

La masse de boues est égale à [REDACTED].

Le rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- d'une fraction de boues rejetées à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées est de [REDACTED].

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassins/terrain naturel).

Remarque : les conséquences d'un feu consécutif à l'explosion sont évaluées dans le paragraphe 8.1.4.2.

8.1.4.2.3 Résultats

Les conséquences radiologiques (dose efficace maximale en mSv/j, mSv/an et mSv sur 50 ans) sont les suivantes :

La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

8.1.4.3 Effacement de digue

8.1.4.3.1 Scénario

Malgré les dispositions constructives retenues, un scénario d'effacement d'une digue de l'entreposage est étudié au titre des situations accidentelles de référence. Sous l'effet du vent, un phénomène de remise en suspension par léchage des boues répandues se produit. On considère que le confinement atmosphérique est rétabli en moins de 15 jours par mise en place d'un confinement provisoire de type bâches.

Le scénario d'effacement de digue est identifié comme un accident de référence à retenir au titre de la mise en œuvre du PUI (cf. paragraphe 9.1.1 du présent volume).

8.1.4.3.2 Hypothèses

Les conséquences sont évaluées à partir des hypothèses pénalisantes suivantes :

- l'effacement conduit à l'épandage de [REDACTED] (volume enveloppe répandu lors de l'accident de 2004 ; les caractéristiques des boues actuellement présentes dans l'installation sont très différentes de celles impliquées dans l'accident de 2004 ; elles sont plus pâteuses et donc moins mobiles),
- compte tenu de la configuration du site, l'épandage serait stoppé, à l'est par les digues des nouveaux bassins, au nord par les bâtiments industriels et à l'ouest par le fossé en contrebas de la route) ; les boues se répandent sur [REDACTED],
- la matière remise en suspension par le phénomène de léchage concerne [REDACTED].

La densité de la boue de 1,48 est indiquée au volume 1 du rapport de sûreté.

Le rejet à l'environnement est calculé à partir :

- d'un taux de remise en suspension (Fmes) de [REDACTED],
- d'une fraction de boues rejetée à l'extérieur de l'installation [REDACTED],
- d'une activité spécifique enveloppe des boues présentée au volume 1 du rapport de sûreté.

La quantité de boues rejetées est de [REDACTED].

Le rejet s'effectue à une hauteur de 0 m.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****8.1.4.3.3 Résultats des calculs**

Les conséquences radiologiques (mSv/j, mSv/an et mSv/50 ans) sont les suivantes :



La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 3 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 3 m/s. Cette valeur [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].

8.2 ACCIDENT ETUDIE CONDUISANT A DES REJETS CHIMIQUES ATMOSPHERIQUES**8.2.1 Scénario**

Le scénario d'accident retenu pour cette étude est celui de la chute d'un avion sur l'installation.

La matière remise en suspension lors de la chute de l'avion a été évaluée de manière enveloppe en considérant un cratère de [REDACTED] et un feu de [REDACTED] de kérosène.

La quantité de boues rejetée lors de l'incident est de [REDACTED] pour une durée de [REDACTED].

Le rejet s'effectue à une hauteur de 10 m (hauteur bassin / TN).

Les éléments chimiques pris en compte sont les éléments chimiques toxiques définis dans le spectre enveloppe du paragraphe 3.2.3 du volume 1 du Rapport de Sûreté.

8.2.2 Calculs

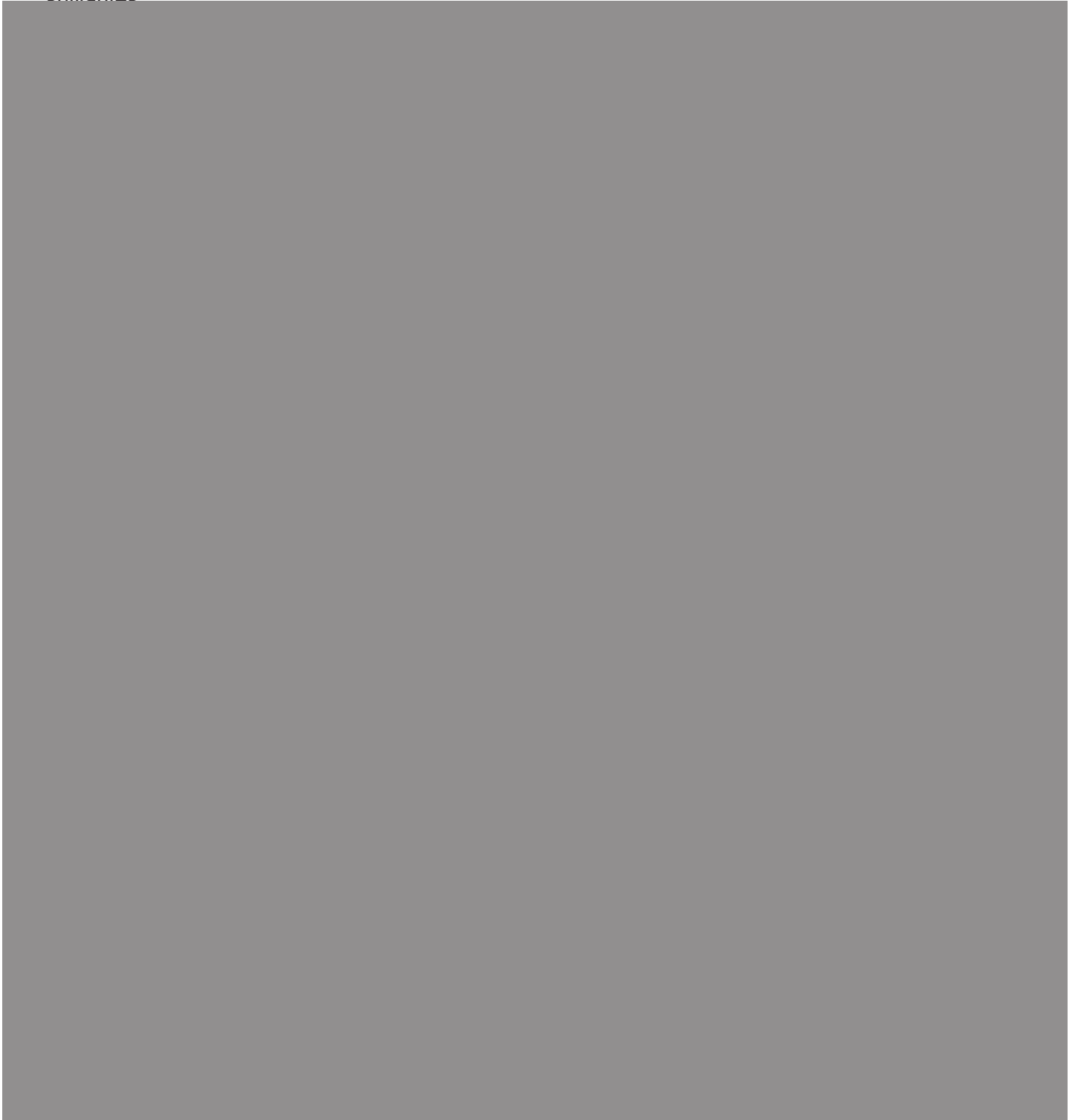
Les concentrations atmosphériques sont déterminées à l'aide du code de calcul MISTRAL.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Ces concentrations sont comparées aux Seuils des Effets Irréversibles (SEI) pour chaque élément. Les SEI ont été déterminés en se basant sur le guide INERIS « Guide pratique du choix des valeurs seuils de toxicité aiguë en cas d'absence de valeurs françaises ».

8.2.3 Résultats

Les concentrations en éléments chimiques aux distances étudiées concernant cet accident sont les suivantes :



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Pour chacun des éléments chimiques, les concentrations maximales attendues sont inférieures aux SEI.

8.3 ACCIDENT ETUDIE CONDUISANT A DES REJETS LIQUIDES A LA NAPPE ALLUVIALE

Pour évaluer les conséquences de rejets liquides accidentels dans la nappe alluviale, le scénario enveloppe retenu est celui d'un effacement de digue. Une défaillance du dispositif de confortement environnemental générerait des impacts chimiques et dosimétriques plus faibles.

8.3.1 Scénario et contour de l'étude

Le scénario défini consiste en une rupture accidentelle de digue qui conduit à répandre au pied des digues, [REDACTED] de boues des bassins B1 / B2, sur une surface de [REDACTED].

Le transfert des polluants chimiques et radiologiques dans la nappe phréatique a été étudié.

Des teneurs maximales en polluants chimiques et radiologiques atteintes sur les points de suivi dans les formations alluvionnaires de la nappe et au niveau des puits ont été calculés (modélisation).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Par la suite, des calculs d'impacts dosimétriques et chimiques suite à des rejets liquides sur l'homme via les divers usages constatés de la nappe souterraine (abreuvement et irrigation) dans l'hypothèse où elle serait contaminée, ont été réalisés [REDACTED].

8.3.2 Hypothèses

Les hypothèses de calculs d'impacts (termes sources radiologiques et chimiques, durée d'exposition (1 an et 50 ans), classes d'âge, voies, d'exposition retenue...) sont précisées dans la note [REDACTED].

Il a été pris de manière enveloppe, les activités des radionucléides (Bq/l) maximales et concentrations en éléments chimiques (mg/l) maximales présentes dans le puits « La Prairie » [REDACTED].

8.3.3 Méthodologies de calculs d'impacts

8.3.3.1 Impacts dosimétriques

Les calculs d'impacts dosimétriques liés aux rejets accidentels liquides sont réalisés en prenant en compte un spectre enveloppe radiologique.

Les résultats finaux obtenus sont exprimés en milliSievert/an (mSv/an) et représentent les doses efficaces par ingestion (indicateur d'impact) reçues par le groupe de population « fictif » étudiée suite à l'ingestion d'eau de nappe marquée par l'épandage accidentel des boues. Ces valeurs sont comparées à la limite réglementaire de la dose acceptable pour le public des 1 mSv/an.

Un outil de calculs [REDACTED]

[REDACTED] a été utilisé.

8.3.3.2 Impacts chimiques

La méthodologie de calculs d'impacts chimiques s'organise autour de quatre grandes étapes suivantes :

1/ Caractérisation des émissions

Il s'agit de réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif des éléments chimiques émis par le site et de sélectionner parmi ces éléments ceux qui seront retenus comme traceurs des risques sanitaires.

2/ Identification des dangers et de la relation dose-réponse

Cette étape consiste à identifier les effets néfastes de chacune des substances retenues comme traceurs des risques sanitaires. La relation dose-réponse est spécifique d'une voie d'exposition et est le lien entre la dose de la substance mise en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique jugé critique. Cette relation est numérisée sous la forme d'une Valeur Toxicologique de Référence (VTR).

Lorsqu'aucune VTR n'existe, les étapes de l'ERS ne peuvent être poursuivies.

3/ Evaluation des expositions

L'exposition est le contact entre un organisme vivant et une situation ou un agent dangereux. Cette troisième étape consiste donc à évaluer les concentrations et les doses auxquelles la population

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

humaine est exposée ou susceptible de l'être en déterminant les émissions, les voies de transfert, les vitesses de déplacement des agents et leur transformation ou leur dégradation.

4/ Caractérisation des risques

Cette dernière étape est la synthèse des informations des trois étapes précédentes. Il s'agit d'une estimation des effets indésirables susceptibles de se produire dans une population humaine à cause de l'exposition, réelle ou prévisible à l'ensemble des éléments émis par le site. Cette estimation peut être quantitative sous la forme d'une probabilité d'apparition des effets indésirables. Cette étape finale reprend aussi l'ensemble des incertitudes évaluées à chacune des étapes et une prévision de leur incidence sur l'estimation des risques.

Les risques sanitaires à seuil et sans seuil sont considérés comme non préoccupants (quotient de danger cumulé pour tous les éléments est inférieur à la valeur de référence de 1 (effets à seuils...)).

8.3.4 Résultats

8.3.4.1 Impacts dosimétriques

Les tableaux suivants ci-après, présentent les doses efficaces annuelles (mSv/an) pour une durée de rejet de 1 an et 50 ans pour les voies d'ingestion considérées, suite au scénario accidentel d'effacement de la digue.

8.3.4.2 Impacts chimiques

8.3.4.2.1 Effets à seuils

Concernant les effets à seuils, les quotients de danger associés aux différents éléments chimiques, pour les trois classes d'âges retenues ([2-7 ans], [7-12 ans] et [adulte]), sont présentés dans le tableau ci-après.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****8.3.4.2.2 Effets sans seuil**

Concernant les effets sans seuil, parmi les éléments chimiques étudiés, seul [REDACTED] possède une VTR sans seuil par ingestion.

L'excès de risque individuel associé à [REDACTED], pour les trois classes d'âges retenues ([2-7 ans], [7 -12 ans] et [adulte]), est présenté dans le tableau ci-après.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****8.3.5 Conclusion****8.3.5.1 Impacts dosimétriques**

Les valeurs de dose efficaces calculées à l'homme dues au marquage accidentel de la nappe et du puits (la Prairie) suite à un effacement de la digue sont inférieures à la limite réglementaire des 1 mSv/an.

8.3.5.2 Impacts chimiques**8.3.5.2.1 Effets à seuils**

Le cumul des quotients de danger pour tous les éléments est inférieur à la valeur de référence de 1 pour les différentes classes d'âge.

En conclusion, les risques sanitaires à seuil sont donc considérés comme non préoccupants dans le cadre de cette étude.

8.3.5.2.2 Effets sans seuil

L'excès de risque individuel « vie entière » obtenu est très nettement inférieur à la valeur de référence de 1.

En conclusion, les risques sanitaires sans seuil sont donc considérés comme non préoccupants dans le cadre de cette étude.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9 DIMENSIONNEMENT DU PLAN D'URGENCE INTERNE****9.1 SITUATIONS ACCIDENTELLES DE DIMENSIONNEMENT DU PUI - ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DE CES ACCIDENTS TYPES - INTERVENTIONS ENVISAGEABLES****9.1.1 Inventaire et description des situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI**

Quelles que soient leur origine, les situations accidentelles envisageables sont inventoriées et décrites au chapitre 8 du présent volume.

Au regard des résultats des études de conséquences, les situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI sont :

- une situation accidentelle de dimensionnement : dégradation de la couverture bitumineuse en cas d'incendie,
- trois situations accidentelles hors dimensionnement : explosion de gaz sous la couverture bitumineuse, effacement d'une digue et chute d'avion sur la couverture bitumineuse.

Ces quatre situations accidentelles conduisent à des rejets atmosphériques radiologiques et toxiques. L'effacement d'une digue entraîne également, potentiellement, un rejet liquide à la nappe alluviale par transfert dans le sol de substances radiologiques et chimiques.

Ces accidents types sont représentatifs des différentes catégories de situations accidentelles susceptibles de se produire sur l'installation, y compris pour ceux qui pourraient relever d'actes de malveillance, et sont enveloppes en termes de conséquences potentielles. Ils sont en outre considérés comme enveloppes pour le dimensionnement des moyens du PUI.

9.1.2 Evaluation de la nature et de l'étendue des conséquences dans l'environnement

Les codes de calcul et les données associées (distances d'effets, conditions météorologiques, groupes de population et régime alimentaire, temps d'observation et voies d'atteintes) sont présentés au paragraphe 8.1.1 ci-avant.

Les caractéristiques radiologiques et chimiques enveloppes des boues entreposées sont présentées dans le paragraphe 3.2.3 du Volume 1 du présent rapport de sûreté.

La nature et l'étendue des conséquences des situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI sont présentées au chapitre 8 ci-avant, à l'exception de celles de chute d'un appareil de l'aviation militaire sur la couverture bitumineuse [REDACTED] résumées dans le tableau suivant.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Scénarios	Conséquences
<p>Dégradation de la couverture bitumineuse en cas d'incendie</p>	<p>La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>Aucun SEI n'est atteint à l'extérieur du site.</p>
<p>Explosion de gaz sous la couverture bitumineuse</p>	<p>La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>Aucun SEI n'est atteint à l'extérieur du site.</p> <p>Par ailleurs, l'onde de surpression est sans conséquences sur la stabilité des digues ni sur les installations voisines.</p>
<p>Effacement d'une digue</p>	<p>La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 3 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 3 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>Aucun SEI n'est atteint à l'extérieur du site.</p> <p>Concernant les impacts dosimétriques et chimiques sur la chaîne de santé de l'homme et de l'environnement, suite à l'effacement de la digue (nappe contaminée), les résultats d'impacts dosimétriques, chez la classe d'âge [7-12 ans] sur 50 ans, montrent que ces valeurs sont inférieures [REDACTED] par rapport à la limite réglementaire de la dose acceptable pour le public (1 mSv/an) et les résultats concernant les risques sanitaires à seuil et sans seuil sont considérés comme non préoccupants (quotient de danger cumulé pour tous les éléments est inférieur à la valeur de référence de 1 (effets à seuils...)).</p> <p>Rappel : à proximité du site, l'eau de la nappe phréatique n'est pas utilisée pour la consommation humaine.</p>

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

<p>Chute d'un appareil de l'aviation militaire sur la couverture bitumineuse</p>	<p>La dose efficace maximale intégrée après une journée d'exposition est, obtenue pour un adulte présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv [REDACTED].</p> <p>La dose efficace maximale intégrée après 50 ans d'exposition est, obtenue pour un enfant 7 à 12 ans présent à 500 m, pour des conditions météorologiques correspondant à une diffusion faible, avec un vent de 2 m/s. Cette valeur de [REDACTED] reste inférieure à 1 mSv.</p> <p>Aucun SEI n'est atteint à l'extérieur du site.</p>
--	--

Tableau 50 : Situations accidentelles retenues pour le dimensionnement du PUI

9.1.3 Interventions envisageables

9.1.3.1 Interventions envisageables par accident type

Les interventions envisageables selon le type d'accident survenu sont détaillées [REDACTED].

9.1.3.2 Plan de surveillance d'urgence

Dans le cadre du PUI, un plan de surveillance d'urgence est mis en place dans but d'évaluer le terme source et les conséquences. Ce plan se base sur des analyses relatives à la qualité de l'air, des eaux de surface et des eaux souterraines. Vis-à-vis de la pollution des eaux, une consigne décrit un plan de surveillance des eaux de surface et des eaux souterraines en cas de déversement accidentel dans le canal de Tauran.

De même, vis-à-vis de la pollution de l'air, une consigne décrit un plan de surveillance de l'air en cas d'accident susceptible de conduire au déclenchement du PUI.

9.1.3.3 Documents spécifiques en cas de déclenchement du PUI

En cas de déclenchement du PUI, des documents spécifiques à destination du personnel intervenant doivent être rédigés. Ces documents peuvent être notamment :

- des fiches réflexes et messages types qui sont intégrés dans la partie A2 du PUI,
- des procédures et consignes spécifiques à l'organisation de crise et aux actions à mettre en œuvre en fonction du type d'événement survenu,
- les consignes précitées relatives à la surveillance de l'environnement en cas de situation d'urgence.

Ces différents documents intègrent en tant que de besoin les interfaces techniques et organisationnelles entre l'installation ECRIN et les installations voisines relevant de la réglementation des ICPE.

9.1.4 Définition des critères de déclenchement des actions prévues dans le cadre du PUI

Comme indiqué dans le paragraphe 9.1.1, quatre accidents type « radiologique et / ou toxique / chimique » sont retenus pour le déclenchement du PUI :

- incendie de la couverture bitumineuse,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- explosion de gaz sous la couverture bitumineuse,
- effacement d'une digue,
- chute d'avion sur la couverture bitumineuse.

Le tableau suivant précise les critères de déclenchement du PUI.

Scénario	Type de PUI	Critères de déclenchement
Dégradation de la couverture bitumineuse en cas d'incendie	PUI radiologique et / ou toxique / chimique (suite à la combustion de la couverture bitumineuse)	Incendie non maîtrisé
Explosion de gaz sous la couverture bitumineuse	PUI radiologique et/ou toxique / chimique	Constat visuel par un témoin d'une explosion sous la couverture bitumineuse Confirmation par l'équipe d'intervention
Effacement d'une digue	PUI radiologique et/ou toxique / chimique (suite à l'épandage de boues)	Constat visuel par un témoin d'un effacement de digue Confirmation par l'équipe d'intervention
Chute d'avion sur la couverture bitumineuse	PUI radiologique et / ou toxique / chimique suite à la création d'un cratère dans les bassins B1 / B2 et au feu de kérosène	Constat visuel par un témoin de la chute d'avion Confirmation par l'équipe d'intervention

Tableau 51 : Critères de déclenchement du PUI selon sa nature et le type du scénario

9.2 MOYENS ET MATERIELS PREVUS POUR LA DETECTION, LE DIAGNOSTIC ET LE SUIVI DES SITUATIONS ACCIDENTELLES ET JUSTIFICATION COMPTE TENU DES ACCIDENTS TYPES RETENUS

9.2.1 Moyens et matériels prévus pour la détection

De plus, une ronde a lieu pour inspecter l'installation, ce qui permettrait de donner l'alerte en cas de détection d'accident.

Enfin, toute personne présente sur la zone des bassins peut détecter une situation accidentelle et donner l'alerte.

Compte tenu de la nature de l'installation et des accidents type envisageables, ces moyens de détection apparaissent adaptés.

9.2.2 Diagnostic et suivi des situations accidentelles

Les moyens de diagnostic et de suivi d'une situation accidentelle reposent sur les estimations de conséquences réalisées, sur l'estimation de l'ampleur du sinistre réalisée sur zone, sur les moyens de mesures chimiques et radiologiques fixes et mobiles présents sur le site et dans son environnement ainsi que sur les données météorologiques.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.2.2.1.1 Matériels fixes de surveillance de la qualité de l'air**

Il existe des moyens fixes de surveillance, disposés à proximité immédiate de l'installation, notamment sur le site de Malvési. Ces moyens de surveillance peuvent être utilisés en cas de déclenchement du PUI.

Notamment, des jauges d'Owen et des pièges à fluor gazeux permettent le suivi de la qualité de l'air.

Les emplacements de ces différents dispositifs sur le site sont présentés au volume 1 du présent rapport de sûreté.

9.2.2.1.2 Matériels fixes de surveillance de la qualité de l'eau**Eaux superficielles**

La qualité des eaux superficielles est suivie périodiquement sur dix points de prélèvements :

- la source de l'Oeillal au nord de l'installation, le point de prélèvement est située à 800 m en amont du point de rejet de l'usine AREVA NC de Malvési,
- le Tauran 600, le point de prélèvement est situé sur le canal du Tauran à 600 m en aval du point de rejet de l'usine AREVA NC de Malvési,
- le point PV0, ce point de prélèvement est situé dans le canal de la Robine avant la jonction avec le canal de la Mayral,
- le point PV1, ce point de prélèvement est localisé sur le canal de la Mayral avant sa jonction avec le canal de la Robine,
- le point PV2, ce point de prélèvement est situé sur le canal de la Robine à environ 200 m en aval de la confluence entre le canal de la Mayral et le canal de la Robine,
- le point PV3, situé sur le canal de la Robine dans Narbonne,
- les points Bages n°9, Bages n°10 et Bages n°11 situés dans l'étang de Bages-Sigean.

Pour ces points, la surveillance comporte notamment des mesures en uranium, en fluorures, en nitrates.

Des points de prélèvement périodique de sols et de végétaux sont également identifiés à l'extérieur du site. Le suivi périodique comporte notamment des mesures en fluorures et uranium.

Eaux souterraines

Des échantillons d'eau souterraine sont périodiquement prélevés dans les piézomètres situés autour de l'installation, afin d'en analyser les teneurs en substances radioactives et chimiques.

La qualité de l'eau de la nappe est suivie en plusieurs points autour de l'installation, sur le site et à l'extérieur du site.

Les emplacements de ces différents piézomètres de surveillance sont présentés en figure VI.3.3 du chapitre 6 de l'étude d'impact [REDACTED].

La surveillance comporte notamment des mesures en uranium, en fluorures, en nitrates, en chlore, en soufre ainsi que les mesures de radioactivité. En certains points, le ^{99m}Tc et le ^{230}Th sont mesurés.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

9.2.2.1.3 Matériels mobiles de contrôle radiologique

En plus des matériels implantés à poste fixe, le site dispose des matériels mobiles suivants :

- mesure de contamination atmosphérique [REDACTED] ;
- mesure de contamination surfacique [REDACTED] ;
- mesure de débit de dose [REDACTED].

9.2.2.1.4 Autres matériels

L'unité [REDACTED] dispose également d'une camionnette d'intervention Radioprotection munie de moyens de prélèvement (flacons, frottis...), d'équipements de confinement sommaires et d'équipements d'intervention.

9.2.2.1.5 Mesures météorologiques

La station météorologique Météo France de Narbonne-Jonquière, est la station la plus proche du site ; elle est située à environ 8 km au sud-ouest de celui-ci. Les données sont accessibles à l'aide du site internet de Météo France.

Cette station est équipée d'un mât météorologique de 10 m permettant de mesurer les paramètres décrits dans le tableau suivant.

Niveau au sol	Capteur	Paramètre mesuré	Résolution
100 m	Girouette	Direction du vent	10°
	Alouette/Anémomètre	Vitesse du vent	0,1 m/s
	Thermosonde	Température	0,3°C
1 m	Pluviomètre automatique	Hauteur de précipitations	10 %

Tableau 52 : Station de Jonquière - Paramètres mesurés et résolution

Cette station automatique de Météo France permet de caractériser à tout moment la situation météorologique de la région de Narbonne. Les données enregistrées au niveau de cette station sont transmises quotidiennement à AREVA NC.

Des mesures sont effectuées toutes les heures. En cas d'alerte, la pluviométrie peut être mesurée toutes les 6 mn.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.3 PERSONNELS, MOYENS ET MATERIELS PREVUS POUR L'INTERVENTION ET JUSTIFICATION COMPTE TENU DES ACCIDENTS TYPES RETENUS****9.3.1 Personnel d'intervention****9.3.1.1 Les Sauveteurs Secouristes du Travail**

Des Sauveteurs Secouristes du Travail (SST) formés parmi le personnel peuvent prodiguer des premiers soins à des victimes éventuelles.

9.3.1.2 Poste Médical Avancé

En cas de situation accidentelle impliquant ou susceptible d'impliquer des victimes, un Poste Médical Avancé (PMA) est mis en place à l'initiative du Chef du PMA, après validation du responsable du PCD-L.

Le Chef du PMA, équipé de son masque de protection des voies respiratoires et de son brassard d'identification :

- organise les équipes de secouristes (équipe de ramassage des blessés, équipe de soins) et informe le Poste de Commandement Direction Local (PCD-L),
- à l'arrivée des pompiers de Narbonne ou du SMUR, coordonne l'évacuation des blessés,
- décide du transfert des blessés en accord avec le PCD-L.

Le personnel médical s'équipe de masques de protection des voies respiratoires.

9.3.1.3 Equipe incendie**9.3.1.4 Moyens de protection du personnel en cas d'intervention**

Le site dispose de tenues d'intervention adaptées aux risques (radiologique et chimique, incendie).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.3.1.5 Personnels d'origine extérieure**

Des moyens humains d'origine extérieure peuvent intervenir en cas de déclenchement du PUI, sur demande du Chef de poste, du Directeur, ou de l'astreinte Direction (qui grée alors le PCD-L).

Notamment, le SDIS de Narbonne et le SMUR peuvent intervenir sous la coordination du PMA avec l'accord du PCD-L.

9.3.2 Moyens et matériels propres au site

Les moyens et matériels sont ceux disponibles sans délai sur le site pour intervenir en vue de limiter les conséquences d'un accident ou protéger le personnel d'intervention.

Ces moyens et matériels de lutte et de protection sont adaptés aux risques présents.

9.3.2.1 Moyens internes de lutte contre le risque d'incendie**9.3.2.1.1**



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

9.3.2.1.2 [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.3.2.2 Matériels divers****9.3.3 Forces d'intervention nationale AREVA**

En cas d'accident majeur, la FINA mobilise l'ensemble des entités du groupe AREVA pour apporter au site sinistré une assistance préparée et structurée dans les meilleurs délais.

Les objectifs de la FINA sont :

- apporter un appui à un site AREVA en crise par du personnel et des moyens complémentaires d'intervention venant des autres unités du groupe dans un délai inférieur à 48 h,
- prendre en charge des actions bien définies en rapport avec la situation de crise :
 - assurer les relèves de certaines des équipes engagées,
 - mettre et maintenir des installations à l'état sûr,
 - conduire des investigations et analyses nécessaires,
 - assurer la protection physique, la sécurité et le secours des personnes et la lutte contre l'incendie,
 - réaliser des contrôles environnementaux,
 - mettre en place des installations spécifiques provisoires (sas d'accès, unités de ventilation...),
 - conduire des évaluations en disposant des moyens d'ingénieries adéquates,
 - s'interfacer et se coordonner avec les pouvoirs publics et les autres renforts nationaux (EDF, CEA),
- anticiper la gestion post accidentelle dans le cadre du CODIRPA :
 - caractériser la situation environnementale,
 - identifier les dispositions à prendre et les moyens nécessaires et organiser leur mise en œuvre.

Cette démarche permet de libérer des ressources locales pour les consacrer aux gestes spécifiques d'exploitation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.4 CONTROLES ET ESSAIS PERIODIQUES DES MATERIELS UTILISES EN SITUATION RELEVANT DU PUI**

Les EIP, éventuellement impliqués dans les accidents types retenus, sont contrôlés conformément au Rapport de Sûreté et aux RGE de l'INB ECRIN, qui en présentent les modalités de contrôles et essais périodiques.

La vérification des moyens de communication spécifiques au PUI est exposée dans la partie A5.

9.4.1 Entités en charge de vérifier le bon fonctionnement des moyens du PCD-L

La vérification du bon fonctionnement des moyens à disposition au sein du PCD-L relève de la responsabilité du Département DSQE [REDACTED].

9.4.2 Contrôles et essais des moyens de communication**9.4.2.1 PCD-L**

[REDACTED] sont testés :

- en réception et en émission les fax du PCD-L,
- les lignes téléphoniques,

Les lignes RIMBAUD font l'objet d'un contrôle [REDACTED].

La procédure de contrôle des moyens de communication est détaillée dans le document [REDACTED] qui intègre des grilles de contrôles servant de compte-rendu archivés au PCD-L.

9.4.2.2 Poste de garde

[REDACTED]

9.4.2.3 Autres PC

[REDACTED]

9.4.3 Contrôles et essais des matériels d'intervention**9.4.3.1 Matériels de sécurité du personnel**

Des contrôles périodiques sont réalisés soit par l'exploitant soit par des entreprises sous-traitantes spécialisées (extincteurs, ...) notamment sur :

Les matériels tels que :

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****9.4.3.2 Instrumentation de mesures radiologiques**

Les équipements de prélèvement d'air et balises permettant de mesurer la contamination atmosphérique dans les installations, ainsi que les appareils de prélèvement dans les exutoires gazeux des installations sont utilisés en continu, donc toute défaillance est rapidement identifiée et la maintenance est réalisée au cas par cas.

Les appareils de prélèvement atmosphériques font l'objet de contrôles périodiques.

Les appareils mobiles de radioprotection sont utilisés régulièrement et contrôlés selon des périodicités prédéfinies [REDACTED].

9.4.3.3 Instrumentation de mesures toxiques

Les appareils mobiles de mesures chimiques sont utilisés régulièrement et contrôlés selon des périodicités prédéfinies [REDACTED].

9.4.4 Contrôles et essais des matériels d'intervention du service médical

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****10 EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE SURETE**

Dans le cadre des enseignements tirés de l'accident survenu le 11 mars 2011 à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi au Japon, la sûreté de l'installation doit être évaluée au regard du risque d'occurrence de phénomènes naturels extrêmes.

10.1 DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les données de dimensionnement de l'installation à l'égard du séisme, de l'inondation d'origine externe, ou des conditions climatiques extrêmes sont présentées respectivement aux paragraphes 5.1, 5.2, 5.5 et 5.6.

10.2 DEFINITION DU NOYAU DUR

Le noyau dur est, conformément à l'avis de l'ASN n°2012-AV-0139 du 03/01/12, constitué de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations exceptionnelles.

Ces dispositions doivent permettre d'assurer une protection ultime des installations, avec les 3 objectifs suivants :

- prévenir un accident grave ou en limiter la progression,
- limiter les rejets massifs dans un scénario d'accident qui n'aurait pas pu être maîtrisé,
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

10.3 POTENTIEL DE DANGER

L'installation n'est pas susceptible de conduire à des rejets massifs ou à un accident grave. En effet, l'installation est un entreposage de boues de procédé nitratées contenant de l'uranium et du thorium. La dilution de ces radioéléments dans une grande quantité de matière sous forme humide et boueuse rend le terme source global de l'installation faiblement dispersable dans l'atmosphère en situation accidentelle.

Ainsi, l'étude des accidents envisageables montre que même les conséquences de la chute d'un appareil de l'aviation générale, évaluées avec des hypothèses pénalisantes, conduirait à une dose efficace maximale intégrée, après un an d'exposition et sans contre-mesure, inférieure au mSv.

De même, pour ce qui concerne la dispersion par voie liquide, l'étude d'un scénario extrême d'épandage de boues dans la plaine à la suite de l'effacement d'une digue montre que les conséquences de l'épandage de [REDACTED], évaluées avec des hypothèses pénalisantes (fortes précipitations, non prise en compte de la paroi souterraine...), conduirait à des activités ajoutées à la nappe phréatique faibles [REDACTED].

En outre, les scénarios envisageables de dégradation de la fonction de confinement sont associés à des cinétiques compatibles avec une intervention de remédiation.

Compte tenu de l'absence de conséquences inacceptables inhérente à la nature de l'installation, même en cas d'aléa extrême, il n'a pas été identifié de noyau dur pour l'installation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****10.4 ROBUSTESSE DE L'INSTALLATION**

L'installation est robuste vis-à-vis des aléas d'origine naturelle.

- séisme (cf. paragraphe 5.1) : les calculs réalisés montrent que, même en cas de liquéfaction du sol, le coefficient permettant de qualifier la stabilité des digues est supérieur à 1,15.
- inondation (cf. paragraphe 5.2) : l'étude des différentes situations à risque d'inondation envisageables montre que celles-ci ne sont pas susceptibles d'affecter la stabilité de l'installation. En effet, la hauteur d'eau maximale atteinte en pied de digues serait de [REDACTED] et les forces de traction liées aux courants sont négligeables au regard du mode de conception. En outre, les études ont montré qu'en cas de cumul d'une remontée de la nappe perchée (liée aux pluies) et de la nappe alluviale (en cas de crue), les digues bénéficieraient encore d'un coefficient de stabilité supérieur à 1,3. Enfin, les conséquences d'une pluie supérieure à la pluie de référence ont été étudiées.
- événement climatique extrême (cf. paragraphes 5.5 et 5.6) : de par sa nature, l'installation est peu sensible aux événements climatiques.

10.5 PHENOMENES AGGRAVANTS

Les modes de défaillance de l'installation envisageables ne nécessitent pas d'intervention urgente pour faire face à un risque significatif ou immédiat qui serait destinée à limiter les conséquences en cas d'agression naturelle extrême.

Les interventions éventuelles de remédiation à moyen et long terme ne sont pas tributaires de scénarios aggravants liés à l'installation elle-même (absence totale de risque de criticité, faible potentiel de dissémination). En outre, l'installation ECRIN ne perturberait pas les dispositions de sécurité qui pourraient être prises au niveau de l'usine de conversion voisine.

Dans ces conditions, aucune disposition renforcée relative à la gestion de crise n'est nécessaire pour l'installation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****11 RISQUES LIES AUX TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE L'INSTALLATION**

Les travaux d'aménagement de l'installation (et les risques présents associés) sont décrits au paragraphe 7 du volume 1 et l'identification des risques associés au paragraphe 2.2 ci-avant du présent volume.

Ces travaux d'aménagement, rappelés ci-après, sont organisés selon les étapes principales suivantes :

- création d'une alvéole sur B2, et utilisation des déblais pour remodelage de B2,
- reprofilage et réglage de la surface des bassins B1/B2, mise en place du dispositif de drainage des gaz, puis pose de la couverture bitumineuse sur les bassins B1/B2 (hors alvéole),
- remplissage de l'alvéole avec les boues déshydratées provenant des bassins de décantation B5 et B6,
- fermeture de l'alvéole par la couverture bitumineuse.

11.1 RISQUES DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES ET CHIMIQUES**11.1.1 Présentation**

Les risques de dissémination de substances radioactives et chimiques sont liés à la présence de ces substances (isotopes de l'uranium, produits de filiation et impuretés) dans les déchets entreposés et matériaux manipulés, essentiellement sous forme de solides plus ou moins humides.

Les travaux d'aménagement de l'installation réalisés peuvent conduire à la dissémination de substances radioactives et chimiques liée à :

- la remise en suspension de poussières provenant des matériaux manipulés [REDACTED],
- la remise en suspension de boues non déshydratées durant le remplissage des géotubes (à cause d'une fuite au niveau d'un raccord des canalisations et d'un géotube),
- la contamination des engins utilisés pour les travaux,
- la remise en cause de la stabilité de l'alvéole ou des digues.

11.1.2 Principes

La maîtrise des risques de dissémination de substances radioactives et chimiques repose essentiellement sur des dispositions limitant la remise en suspension de ces substances (poussières) lors de la manipulation des matériaux présents dans l'installation et sur le nettoyage régulier des engins. En outre, elle repose aussi sur le confinement des boues dans les géotubes et sur la surveillance du bon déroulement des opérations de remplissage de l'alvéole.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****11.1.3 Prévention**

Afin de limiter la remise en suspension de poussières marquées, les dispositions génériques de prévention de ce risque sont les suivantes :

- lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables (temps sec et vent fort) ou lorsque les travaux sont générateurs de poussières, les zones concernées du chantier sont arrosées,
- de même, par temps sec, les pistes de roulage sont régulièrement arrosées,
- en cas de vents violents, les travaux sont adaptés pour limiter les risques. Ainsi, lors des travaux de création de l'alvéole sur B2 : les dispositions préventives consistent en :
 - un arrêt du roulage sur le chantier en cas de vitesse moyenne du vent dépassant 15 m/s (54 km/h),
 - un arrêt total du chantier en cas de vitesse moyenne du vent dépassant 20 m/s (72 km/h).

Lors des travaux de remodelage de l'installation, les boues sont couvertes au plus tôt afin de limiter les contacts aériens

Lors des phases de reprofilage et de réglage de la surface de l'installation, la plupart des matériaux manipulés sont les matériaux de couverture ou les terres [REDACTED].

Par ailleurs, afin de prévenir les risques de dissémination de substances via les engins de travaux, ceux-ci sont fréquemment inspectés et nettoyés, afin d'éviter le séchage de substances sur ces engins et de limiter les risques de transfert de matériaux marqués depuis l'installation vers les sols situés à l'extérieur.

Lors du remplissage de l'alvéole sur B2, des dispositions de prévention spécifiques sont les suivantes :

- utilisation de géotubes afin de réaliser la déshydratation des boues. Cela permet de garder la matière confinée tout au long du processus. Une fois la phase de filtration terminée, les boues déshydratées sont alors emprisonnées dans les géotubes,
- utilisation de tuyaux double enveloppe pour assurer le confinement lors du transfert des bassins B5 et B6 vers les géotubes,

Afin de remplir cette fonction de confinement, les précautions suivantes sont mises en œuvre lors de l'opération de déshydratation des boues [REDACTED] :

- les boues sont préalablement mélangées à un flocculant (de type polymère anionique, stable dans les conditions d'utilisation et d'entreposage futur) de sorte à ne laisser filtrer que la phase liquide,
- les géotubes sont en matériaux présentant une stabilité chimique dans le temps (en adéquation avec les caractéristiques chimiques des boues),
- la résistance mécanique des géotubes permet de prévenir tout risque de déformation (voir le Tableau 57),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Paramètre	Norme	Unité	Seuil
Résistance à la traction SP/ST	NF EN ISO 10319	kN/m	≥ 70
Allongement à la rupture	NF EN ISO 10319	%	≤ 10
Résistance au poinçonnement statique	NF EN ISO 12236	kN	≥ 12
Résistance des coutures	NF EN ISO 10321	kN/m	≥ 60

Tableau 57 : Caractéristiques des géotubes

- les contraintes imposées aux géotubes sont limitées par :
 - un contrôle des pressions internes (pression au refoulement des pompes et hauteur de remplissage...) et externes (nombre de couches de géotubes...),
 - l'adéquation de leur géométrie avec celle de l'alvéole,
 - leur positionnement à plusieurs centimètres des talus de l'alvéole afin d'éviter tout pli lors du ressuyage des boues (voir la Figure 5),

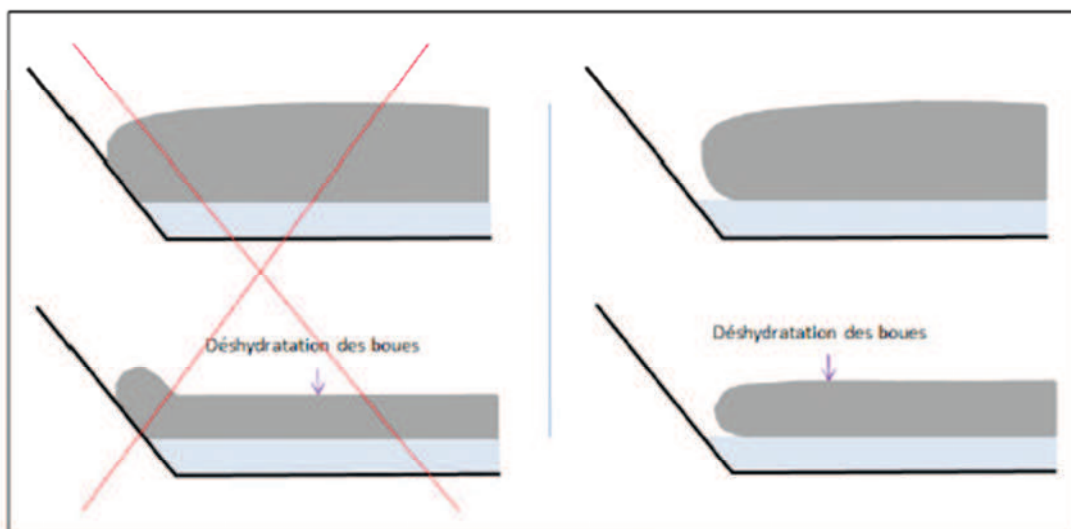


Figure 5 : Positionnement recommandé des géotubes dans l'alvéole

- la stabilité de l'empilement est assurée par :
 - la nature intrinsèque des géotubes conçus pour être autoportants (pour une mise en œuvre habituelle sur plate-forme, sans support latéral comme visible sur la Figure 7),
 - la configuration de leur mise en place (support latéral par les talus de l'alvéole, disposition en quinconce ou en damier selon la Figure 6),
 - un comblement des espaces interstitiels avec des matériaux drainants roulés (absence d'arrêtes),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- une pente limitée du support de chaque couche de géotubes,
- un écoulement des eaux drainées garanti par une pente adaptée de l'arase de terrassement de l'alvéole,
- le respect d'une séquence de remplissage [REDACTED] avec mise en place d'une nouvelle couche sur une surface consolidée et donc non fluable (dictée par le niveau de siccité des boues).

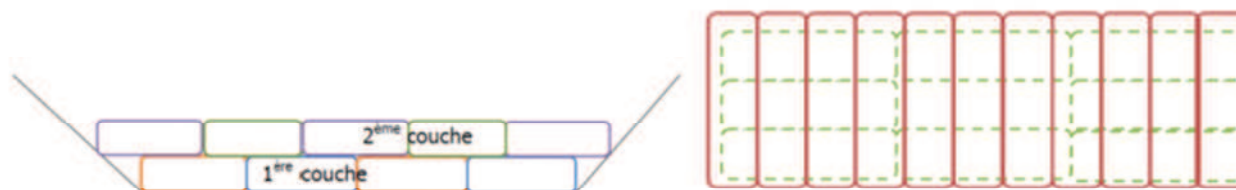


Figure 6 : Mise en place en quinconce (gauche) ou en damier (droite)



Figure 7 : Exemples de mise en oeuvre

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

Par ailleurs, pour l'ensemble de la phase d'aménagement de l'installation, des calculs complémentaires de stabilité des digues ont été réalisés au niveau de la coupe 8 (représentée sur la Figure 8) en prenant en compte les hypothèses pénalisantes suivantes :

- prise en compte d'une surcharge majorante liée aux infrastructures et engins nécessaires pour les travaux ;
- connexion des deux nappes (perchée et des alluvions).

Les coefficients de sécurité évalués restent supérieurs à 1,50 dans toutes les configurations considérées.

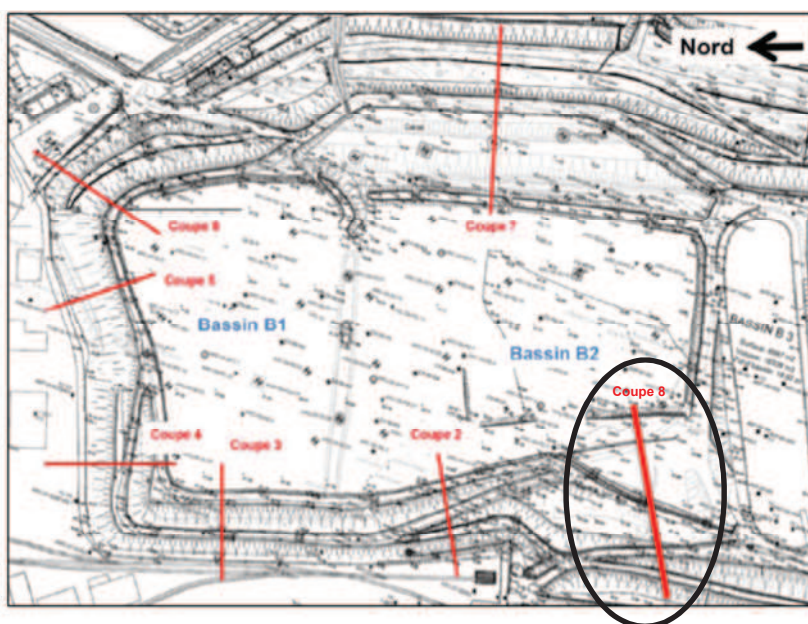


Figure 8 : Profil sélectionné pour les calculs de stabilité en phase d'aménagement

11.1.4 Surveillance

L'installation est surveillée par les moyens de mesure de la contamination atmosphérique définis au paragraphe 6.1 du volume 1.

La qualité de l'air sous le vent du chantier est surveillée à l'aide d'un Appareil de Prélèvement d'Air (APA), avec une récupération des particules sur filtre et analyse.

La surveillance est complétée par des mesures du taux d'empoussièrement assurées par :

- des analyseurs de poussière portatifs individuels,
- des analyseurs de poussière implantés au plus près du chantier, en amont et en aval du chantier,
- des analyseurs de poussière « environnement » (pour la surveillance du reste du personnel du site hors zone d'entreposage qui ne sera pas porteur d'APVR).

Les postes de travail et la base vie (bungalows) sont surveillés par des appareils de type APA.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

De plus, des mesures ponctuelles sont effectuées périodiquement sur la durée d'un poste de travail par un APA. L'exploitation de ces données, en considérant comme terme source les spectres présentés ci-dessous [REDACTED], permet d'évaluer un taux d'empoussièremment des différents postes de travail sur le chantier.

Par ailleurs, du matériel de contrôle de non contamination (contrôle du personnel et du matériel) est disposé en sortie d'installation (classée en zone surveillée).

Surveillance du remplissage des alvéoles

Lors des opérations de remplissage des alvéoles, une surveillance est effectuée au niveau des tuyauteries, des cuves procédé et des géotubes afin d'arrêter le processus en cas de fuite d'un équipement. [REDACTED]

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

Surveillance des digues

Les opérations de suivi des digues de l'installation sont maintenues pendant toute la phase d'aménagement sans renforcement compte tenu des résultats des calculs de stabilité réalisés [REDACTED].

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****11.1.5 Limitation des conséquences**

Les principaux scénarios incidentels pouvant conduire à une dissémination de substances chimiques et radioactives sont liés à la chute ou à l'enfouissement d'un engin.

Les dispositions retenues à l'égard de telles situations sont celles prévues au titre des risques liés à la circulation et aux opérations de manutention, présentées au paragraphe 11.4 du présent volume.

Les conséquences d'un scénario de chute d'un engin sont présentées au paragraphe 4.3 du présent Rapport de Sûreté.

Les autres scénarios incidentels pouvant conduire à une dissémination sont liés notamment à une fuite au niveau d'un géotube ou d'un raccord d'une canalisation. En cas de fuite, cette dernière est repérée rapidement grâce à la surveillance des intervenants. Le processus est alors arrêté afin de stopper l'écoulement de la boue. En outre, les géotubes et les raccords ne sont présents que dans l'alvéole : la dissémination est donc limitée à l'alvéole qui est étanche. La zone de travail est alors nettoyée et les boues répandues sont récupérées et traitées.

En conclusion, la dissémination due à ces scénarios est maîtrisée et n'est pas retenue comme scénario de dimensionnement.

11.1.6 Evaluation des impacts chimiques sanitaires dans l'environnement

Une Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) des rejets gazeux de l'installation ECRIN en phase chantier et en phase d'exploitation a été réalisée [REDACTED], et présentée dans l'étude d'impact de l'installation.

En complément de cette étude, une note technique [REDACTED] visant à analyser l'impact chimique sanitaire d'une exposition aiguë à de l'uranium en phase chantier, ajoutée à une concentration atmosphérique résultant des activités industrielles de l'usine de conversion, a été étudiée.

Le scénario pris en compte, volontairement majorant tant sur le terme source que sur les conditions météorologiques utilisées pour la modélisation, est une émission importante [REDACTED] de poussières sur une journée de travail, avec des conditions météorologiques défavorables combinant une mauvaise dispersion atmosphérique avec des vents importants (la vitesse maximale observée sur la période 2009-2011). Pour mémoire, de telles conditions météorologiques interdisent de fait tout chantier.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée sur la base d'un calcul de dispersion atmosphérique permettant d'évaluer les risques potentiels encourus par les populations du fait d'une exposition à des substances chimiques, par comparaison avec des valeurs de référence.

L'indicateur de risque associé est le quotient de danger (QD) dont la valeur de référence est de 1. Une valeur inférieure à 1 permet d'écarter tout risque, alors qu'une valeur supérieure à 1 montre la nécessité d'une analyse plus approfondie afin de quantifier un risque éventuel.

La concentration environnementale cumulée en uranium ainsi calculée est de [REDACTED] au niveau du groupe de référence résidentiel le plus exposé (Romilhac le Bas) et [REDACTED] pour le groupe professionnel le plus exposé (SMLC).

Le tableau suivant présente ces résultats de ces calculs de risque pour les groupes résidentiel et professionnel les plus exposés.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

	QD pour le groupe résidentiel le plus exposé (Romilhac le Bas)	QD pour le groupe professionnel le plus exposé (SMLC)
Uranium	0,90	0,65
Valeur de référence	1	

Tableau 58 : Résultats des calculs de risques pour une exposition aiguë par inhalation des groupes résidentiel et professionnel les plus exposés

Pour le scénario d'exposition aiguë considéré, et malgré des hypothèses très pénalisantes, il apparaît que les QD calculés pour les groupes de référence les plus exposés dans un cadre résidentiel et professionnel sont inférieurs à la valeur de référence. Les niveaux de risques calculés pour le scénario d'exposition aiguë en phase chantier, cumulés au bruit de fond local sous influence des rejets des installations existantes de l'établissement de Malvesi peuvent être considérés comme non préoccupants d'un point de vue sanitaire.

11.1.7 Evaluation des impacts chimiques sur le personnel

En se basant sur les hypothèses présentées au chapitre 11.2.6 [REDACTED] et en considérant un ratio de [REDACTED] par kg de poussières (l'exposition sur les postes de travail à risque lors de la phase d'aménagement a été évaluée :



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Ces valeurs sont à comparer aux normes (annexe IV du décret 88-662 du 06/05/1988) vis-à-vis de la toxicité chimique des composés solubles de l'uranium : valeur limite de 2,5 mg d'U/jour par inhalation, 150 mg d'U/jour par ingestion.

11.2 RISQUES D'EXPOSITION DU PERSONNEL AUX RAYONNEMENTS IONISANTS**11.2.1 Présentation**

Les risques d'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants pendant les travaux d'aménagement sont liés à la présence de substances radioactives dans les boues des bassins ainsi que, dans une moindre mesure, dans les matériaux de couverture [REDACTED] [REDACTED].

Les boues sont principalement constituées des résidus de procédé de l'usine de conversion : uranium, produits de fission des isotopes de l'uranium ainsi que traces de transuraniens et de produits de fission provenant d'activités passées de recyclage d'uranium issu du traitement des combustibles usés.

Les terres de couvertures sont constituées d'argiles sableuses à cailloutis dont l'épaisseur moyenne est de 1 m. Les matériaux [REDACTED] [REDACTED] correspondent essentiellement aux déblais provenant de différents travaux effectués sur les réseaux enterrés et sur les voiries de la zone industrielle du site ainsi qu'aux terres de décapage de la zone d'implantation des futurs ateliers de production.

Les matières entreposées dans l'installation et les travaux sont décrits dans le Volume 1 du présent Rapport de Sûreté.

Lors des différentes tâches, les travailleurs peuvent être en contact direct avec les matériaux et soumis aux voies d'exposition suivantes : inhalation de poussières mises en suspension, ingestion de poussières ou d'éclaboussures, exposition externe due aux matériaux.

11.2.2 Principes

La maîtrise des risques d'exposition externe repose sur l'atténuation du débit d'équivalent de dose généré par les déchets.

La maîtrise des risques d'exposition interne repose essentiellement sur les mêmes principes que ceux présentés concernant les risques de dissémination de substances radioactives et chimiques (cf. paragraphe 11.1) et sur la mise en œuvre de moyens de protection, collective ou individuelle, à l'égard de l'empoussièrement.

11.2.3 Prévention

Compte tenu des débits de dose présents dans l'installation (inférieurs à 1 μ Sv/h) et des niveaux d'empoussièrement attendus, l'entreposage et ses abords sont classés en zone surveillée.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

La prévention des risques d'exposition interne du personnel repose principalement sur les mesures mises en œuvre pour :

- prévenir et limiter la dissémination de substances radioactives et chimiques (cf. paragraphe 11.1) ;
- protéger le personnel :
 - manipulation à distance des équipements : utilisation d'engins équipés d'une cabine fermée munie d'une filtration d'air, commande à distance de la drague dans les bassins de décantation à vidanger, transport des boues sous forme de suspension liquides et confinement dans les geotubes,
 - port de tenues d'intervention adaptées aux risques (combinaison, masques à poussières et lunettes ou APVR).

Par ailleurs, il est interdit de fumer et de manger dans le périmètre de l'installation.

11.2.4 Surveillance

11.2.4.1 Exposition externe

Les moyens de surveillance associés au risque d'exposition externe aux rayonnements ionisants sont les suivants :

Les doses reçues par le personnel intervenant sont mesurées avec des dosimètres « passifs » (dosimétrie individuelle), qui mesurent les rayonnements X, β et γ . Les résultats sont transmis au médecin du travail.

Les débits d'équivalent de dose dans et à proximité de l'installation sont mesurés par :

- des appareils de mesure de l'irradiation : une station DED Environnement - FLI, au niveau du bassin B1, et une station DED Zone réglementée - FLI, au niveau du portail,
- des cartographies périodiques de la zone (mesures radiologiques γ d'ambiance).

11.2.4.2 Exposition interne

Les moyens de surveillance associés au risque d'exposition interne aux rayonnements ionisants sont les suivants :

- la qualité de l'air sous le vent du chantier est surveillée à l'aide d'un APA, avec une récupération des particules sur filtre et analyse,
- la mesure du taux d'empoussièrement par des analyseurs de poussière portatifs,
- la mesure du taux d'empoussièrement assurée par des analyseurs de poussière implantés au plus près du chantier, en amont et en aval du chantier,
- la mesure du taux d'empoussièrement assurée par des analyseurs de poussière « environnement » (pour la surveillance du reste du personnel du site hors zone d'entreposage qui ne sera pas porteur d'APVR),
- les postes de travail et la base vie (bungalows) sont surveillés par des appareils de type APA [REDACTED],
- des APA portatifs sont mis en œuvre selon les opérations à réaliser,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- par ailleurs, du matériel de contrôle de non contamination (contrôle du personnel et du matériel) est disposé en sortie d'installation (classée en zone surveillée),
- le personnel exposé bénéficie d'un suivi médical adapté,
- enfin, le chantier est supervisé par un technicien en radioprotection.



11.2.5 Limitation des conséquences

Les mesures de radioprotection mises en œuvre sur le chantier (tenue des opérateurs, consignes radioprotection, contrôles) tiennent compte du retour d'expérience des opérations de remontées des boues réalisées en 2006 et des opérations d'investigation réalisées en 2009.

En cas de détection de contamination sur le personnel, les agents de radioprotection du site sont alertés.

Des valeurs limites de taux d'empoussièrement visant à maîtriser le risque de contamination interne ou corporelle du personnel sont établies (cf. § 11.2.6.4).

La réalisation des tâches les plus génératrices de poussières est précédée d'un arrosage des zones. L'atteinte d'un seuil d'alerte entraîne la mise en œuvre d'actions de prévention et de limitation des conséquences (arrosage renforcé des zones, nettoyage des engins et véhicules présents sur le chantier, stabilisation des terres...).

L'atteinte d'un seuil d'arrêt entraîne l'arrêt du chantier et l'évacuation du personnel.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

En cas de suspicion d'inhalation ou d'ingestion de contamination, le personnel est dirigé vers le Service Médical de l'établissement.

11.2.6 Estimation prévisionnelle des doses liées aux opérations en phase chantier

11.2.6.1 Hypothèses de calculs

La plupart des opérations, sont réalisées sur 2 postes de travail au plus. La méthodologie suivie pour réaliser l'étude dosimétrique au poste de travail des différentes tâches de ce chantier est celle décrite par les guides méthodologiques de l'IRSN (« Guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants » Rapport DRPH/DIR n°2010-1 (cf. référence [39]) et du guide méthodologique « Gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives » (cf. référence [34]).

Le tableau suivant présente pour chaque tâche, le nombre, le temps d'exposition des intervenants, la durée prévisionnelle de la tâche et le terme source (type de matériaux manipulés),

N° tâche	Localisation	Tâche	Nombre estimatif de personnes	Temps d'exposition	Durée d'intervention estimée	Matériaux retenus pour calcul de dose
Création et remplissage de l'alvéole						
1	Bassin B2	Creusement alvéole et remodelage de B2	4 conducteurs engins 2 ouvriers 1 géomètre 1 chef de chantier	6 h/j	145 jours ouvrés	Mélange sol + boues B1/B2
2	Alvéole	Etanchéité de fond d'alvéole	3 soudeurs/manœuvres 1 chef de chantier	6 h/j	30 jours ouvrés	Stériles et résidus miniers sous B2
3	Alvéole	Remplissage alvéole (geotubes)	2 opérateurs	2 h/j	275 jours ouvrés	Boues B5/B6
4	Alvéole	Couverture alvéole	Opération intégrée dans les tâches n°3 et 4 de « Mise en place de la couverture bitumineuse »			
Vidange des bassins de décantation et suivi des opérations						
5	Bassins B5 / B6	Vidange (dragage)	2 opérateurs	6 h/j	B5 : 137,5 jours ouvrés B6 : 137,5 jours ouvrés	Boues B5/B6
6	Bassins B5 / B6	Nettoyage géomembrane d'étanchéité	4 opérateurs dans le bassin 1 responsable sur berge	6 h/j	B5 : 10 jours ouvrés B6 : 10 jours ouvrés	
7	Bassins B5 / B6	Mise à l'eau et sortie de la drague des bassins	1 grutier 1 opérateur	6 h/j	4 déplacements 10 jours ouvrés	

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

N° tâche	Localisation	Tâche	Nombre estimatif de personnes	Temps d'exposition	Durée d'intervention estimée	Matériaux retenus pour calcul de dose
8	Bassin B5	Découpe géomembrane	Opération non réalisée, géomembrane conservée			
9	Bassin B5	Réaménagement B5				
10	Plate-forme de traitement*	Création de la plate-forme de traitement (terrassement, enrobé, canalisation, talus...)	2 conducteurs d'engins 2 opérateurs 1 géomètre 1 chef de chantier	6 h/j	45 jours ouvrés	-
11	Plate-forme de traitement	Installation des unités de traitement et de la base vie	4 opérateurs 1 chef de chantier	6 h/j	40 jours ouvrés	-
12	Plate-forme de traitement	Suivi et maintenance des unités de traitement	2 opérateurs 1 chef de chantier	6 h/j	435 jours ouvrés	Boues B5/B6
13	Bassins B5 / B6 et plate-forme de traitement	Suivi des opérations, échantillonnage et contrôle procédé				
Mise en place de la couverture bitumineuse						
1	Bassins B1 / B2	Réseaux de drainage de gaz, creusement des fossés, couche support	2 conducteurs d'engins 2 opérateurs 1 géomètre 1 chef de chantier	6 h/j	80 jours ouvrés	Matériaux de couverture
2						
3	Bassins B1 / B2	Mise en place de la couverture	5 opérateurs 1 chef de chantier	6 h/j 4 h/j	140 jours ouvrés	
4						
5	Bassins B1 / B2	Creusement des fossés périphériques internes	Opération intégrée dans les tâches n°1 et 2 de « Mise en place de la couverture bitumineuse »			

Tableau 60 : Nature et paramétrage des opérations d'aménagement de l'installation ECRIN retenues par l'exploitant pour établir le prévisionnel de dose

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les principaux radionucléides présents dans les matériaux manipulés (et spectres associés) lors des travaux d'aménagement de l'installation ECRIN sont indiqués dans le tableau ci-après.

Pour l'évaluation des conséquences d'impacts dosimétriques, les coefficients de dose par inhalation et ingestion (F_{Dinh} et F_{Ding} respectivement) retenues pour les travailleurs sont issus de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 et prennent en compte la forme chimique la plus probable sous laquelle se trouve chaque élément [REDACTED] dans les boues en considérant les caractéristiques chimiques de ces boues (pH, potentiel redox, concentrations en sulfate, nitrate, chlorure, fluorure et carbonate). C'est pourquoi ces coefficients peuvent différer de ceux sélectionnés en Annexe VII du guide méthodologique de l'IRSN (2008).

Les coefficients de dose par inhalation considèrent une taille de particule de 1 μm , hypothèse conservatrice, étant donné la distribution de taille de particules probable sur le chantier (entre 1 et 5 μm).

Le coefficient de dose pour l'exposition externe est issu du rapport Federal Guidance n°12 de l'U.S. Environmental Protection Agency (Eckerman et al., 1993) (cf. référence [22]).

11.2.6.2 Scénario de rejet

Lors des différentes tâches, les travailleurs peuvent être en contact direct avec les matériaux et soumis aux voies d'exposition suivantes : inhalation de poussières mises en suspension, ingestion de poussières ou d'éclaboussures et exposition externe due aux matériaux.

Un scénario de type « chantier de terrassement » qui s'appuie sur celui décrit dans le guide méthodologie de l'IRSN (2008) (chantier de création d'un parking) est établi pour chaque poste de travail, en tenant compte de la durée d'exposition qui lui est propre et des trois voies d'exposition citées précédemment. Le calcul détaille la contribution de chaque tâche aux doses prévisionnelles.

La durée d'exposition des travailleurs retenue est de 6 h/j, considérant que les travailleurs ne sont pas exposés aux termes sources lors des pauses et du temps d'habillage/déshabillage en vestiaire. Le temps de travail hors exposition est estimé à 1 h/j.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les valeurs retenues pour le taux d'empoussièremment sur le chantier et la quantité de matériaux contaminés ingérés sont les valeurs utilisées dans le cadre du scénario chantier parking du guide méthodologique IRSN (2008)

Le taux d'empoussièremment (pouss) et la quantité de terre ingérée (Qsol) sont précisés pour chaque tâche dans le tableau suivant.

11.2.6.3 Calculs d'impacts dosimétriques*11.2.6.3.1 Calcul enveloppe*

Pour chaque tâche, la dose efficace calculée est présentée dans le tableau ci-après, suivant la méthodologie présentée dans le guide de l'IRSN (2008), Annexe VII.

A titre de comparaison aux valeurs limites annuelles réglementaires établies pour les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, le tableau présente également la dose efficace pour une durée équivalente d'un an de chaque tâche (valeurs extrapolées par rapport à la durée de la tâche ramenée à un an (sur la base de 240 j travaillés par an)).

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

La principale voie d'exposition est l'inhalation due au taux d'empoussièrement, ainsi que la quantité de poussières ou d'éclaboussures ingérée.

Pour la phase de création et remplissage de l'alvéole, le poste le plus exposé est le creusement de l'alvéole et le remodelage de B2. Ces tâches représentent une dose efficace de [REDACTED], pour lesquels le taux d'empoussièrement est de [REDACTED], compte tenu de la durée importante (prise à 6h/jour pendant 145 j ouvrés, avec le spectre « Mélange sol + boues B1/B2 »).

Le remplissage de l'alvéole, pour lequel le taux d'empoussièrement est plus faible, représente une dose efficace de [REDACTED], compte tenu de la durée d'intervention importante de la tâche (prise de manière très enveloppe à 2 h/jour pendant 275 jours ouvrés, avec le spectre enveloppe des boues de B5/B6).

Pour la phase de vidanges des bassins et de suivi des opérations, les postes les plus exposés sont la vidange des bassins avec une dose de [REDACTED], compte tenu de la durée importante de la tâche (275 jours ouvrés) et le suivi et maintenance des unités de traitement et le suivi des opérations, échantillonnage et contrôle procédé avec une dose de [REDACTED], compte tenu de la durée importante de la tâche (435 jours ouvrés).

Pour la phase de mise en place de la couverture, le poste le plus exposé est la réalisation des réseaux de drainage des gaz, le creusement des fossés périphériques internes de l'installation et le réglage de

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

la couche support avec une dose de [REDACTED], compte tenu de la durée importante de la tâche (80 jours ouvrés) et d'un taux d'empoussièrément plus élevé.

La mise en place de la couverture bitumineuse sur les bassins B1/B2 qui nécessite un temps d'exposition relativement long (140 jours ouvrés), mais avec un terme source peu disséminant, représente une faible dose de [REDACTED].

A noter que les valeurs des doses efficaces pour des durées de tâches équivalentes à un an sont inférieures aux valeurs limites annuelles réglementaires pour les travailleurs de catégorie B (limite établie à 6 mSv/an).

11.2.6.3.2 Calcul avec protections

Compte tenu de la prédominance du risque d'exposition interne, les mesures de confinement de la matière lors de la phase de transfert des boues humides de B5/B6 vers l'alvéole B2 (lié à la technologie de déshydratation retenue) et les mesures de protection mises en œuvre lors des phases de terrassement (port d'un APVR pour le personnel hors engin et cabines des engins de chantier pressurisées avec un filtre à air pour les autres) permettent de réduire les doses évaluées ci-dessus.

Un calcul de dose résiduelle est présenté dans le Tableau 63 en considérant une efficacité de 99% pour les filtres des APVR et les filtres des cabines des engins.

Par ailleurs, le personnel intervenant sur les opérations de terrassement et sur l'opération de transferts des boues (tâches présentant l'exposition prévisionnelle la plus importante) est différent (corps de métiers et donc fournisseurs différents avec des lots travaux indépendants).

Au final, lors de la phase de chantier, le suivi individuel des durées d'intervention par tâche, les analyses de la qualité de l'air et le suivi dosimétrique individuel permettent de confirmer le caractère majorant de cette dosimétrie prévisionnelle.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

La vérification du maintien d'une concentration atmosphérique inférieure aux seuils de référence [REDACTED] [REDACTED] retenus pour cette évaluation est réalisée par l'exploitation des mesures des taux d'empoussièrement (immédiat) (cf. paragraphe suivant) et des mesures des APA (en différé).

11.2.6.4 Définition des seuils de mesure pour les dispositifs de contrôle de radioprotection

Des taux d'empoussièrement inférieurs aux seuils présentés dans le tableau ci-dessous permettent la maîtrise du risque de contamination interne ou corporelle du personnel.

Pour les tâches les plus génératrices de [REDACTED] [REDACTED] seuils d'alerte sont fixés à [REDACTED] de manière à se donner une marge avant l'atteinte des seuils d'arrêt et de mettre en place des actions correctives.

Les autres tâches peu génératrices de poussières ne disposent pas de seuils d'alerte.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Les seuils d'alerte et d'arrêt sont présentés pour des tâches individuelles à considérer en début de chantier. Ils pourront évoluer de manière à prendre en compte :

- le retour d'expérience des opérations,
- les mesures des analyseurs de poussière portatifs,
- les mesures des analyseurs de poussière « environnement »,
- les résultats des balises APA « chantier » et « environnement ».

11.3 RISQUES D'INCENDIE

11.3.1 Présentation

Les risques d'incendie sont liés à la présence simultanée de matières combustibles (essentiellement la couverture bitumineuse), de comburant et de sources d'ignition (équipements électriques, soudage, moteur d'engins).

11.3.1.1 Combustibles

Dans l'installation, les matériaux combustibles sont essentiellement :

- les matériaux constituant l'alvéole,
- la couverture bitumineuse,
- les géotubes,
- les véhicules à propulsion thermique pouvant être présents sur ou à proximité du chantier.

Lors des travaux, les matériaux combustibles peuvent être apportés, tels que :

- des consommables (tenues d'intervention, nappes en vinyle...),
- des équipements électriques et leurs câbles d'alimentation,
- des produits inflammables nécessaires au fonctionnement d'éventuels équipements mécaniques (lubrifiants, carburants).

Les déchets entreposés sous la couverture bitumineuse ne sont pas combustibles.

Les charges calorifiques, pour l'ensemble des bassins, sont au maximum de l'ordre de [REDACTED] quand la couverture bitumineuse est en place, soit un Potentiel Calorifique Surfaccique (PCS) de [REDACTED].

11.3.1.2 Comburant

Le comburant est l'oxygène de l'air.

11.3.1.3 Sources d'ignition

Les sources d'ignition potentielles sont liées :

- à l'utilisation de véhicules à moteur thermique (véhicules d'intervention ou de surveillance) ou de moteurs électriques (sources d'échauffement) ;
- à la présence d'appareils électriques pouvant subir des courts-circuits (appareils de soudage générant des points chauds, matériels de radioprotection...).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Compte tenu de ces éléments, la sensibilité au départ de feu est faible lors des travaux de création de l'alvéole au sud du bassin B2. Lors des travaux de couverture, elle est faible en début de travaux à modérée lorsque la couverture est en place.

11.3.2 Principes

La maîtrise des risques d'incendie repose essentiellement sur la prévention des sources d'ignition et sur l'efficacité des moyens d'intervention au regard de la cinétique d'extension d'un incendie.

11.3.3 Prévention

Les mesures de prévention sont les suivantes :

- les équipements électriques mis en place sont limités au strict nécessaire et sont conformes aux normes en vigueur,
- les matériaux constituant l'alvéole, les géotubes et la couverture bitumineuse sont difficilement inflammables,
- en outre, le caractère potentiellement combustible de la couverture bitumeuse est compensé par la mise en place d'une couche sous-jacente de matériaux incombustibles, celui des géotubes par la présence de boues encore humides,
- les moteurs des véhicules utilisés pour des interventions sur l'entreposage ou à proximité de celui-ci sont coupés dès que possible ;
- l'apport transitoire d'autres sources d'ignition est limité autant que possible ; il est en particulier interdit de fumer dans le périmètre de l'installation ;
- les travaux par points chauds (soudage) nécessitent l'obtention préalable d'un permis de feu ;
- la présence de matières combustibles à proximité de l'entreposage est minimisée de manière à prévenir le risque de propagation d'un feu d'origine externe et à limiter les conséquences d'un incendie éventuel ; à ce titre :
 - une attention particulière est portée au choix des matériels mis en œuvre,
 - les zones végétalisées sont entretenues régulièrement,
 - les déchets technologiques sont évacués régulièrement ; l'entreposage de déchets, en particulier de déchets combustibles, dans le périmètre des bassins est interdit,
 - en dehors des périodes d'utilisation de véhicules pour les besoins de l'installation, le stationnement de véhicules à moins de 8 m de la couverture bitumineuse est interdit.

11.3.4 Surveillance

Lors des travaux, la surveillance est assurée par les opérateurs présents. [REDACTED]

11.3.5 Limitation des conséquences

La limitation des conséquences repose sur l'utilisation de moyens humains et techniques d'intervention adaptés.

En particulier :

- les véhicules susceptibles d'intervenir sur l'entreposage ou à proximité de celui-ci, sont équipés d'un extincteur,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- lors des opérations de soudage, des extincteurs sont placés à proximité des opérations afin de pouvoir réaliser une intervention rapide en cas de départ de feu,
- la conception de la couverture permet de remettre facilement en état des portions qui auraient été détériorées par un incendie.

Ces dispositions ainsi que le fait que la cinétique d'un feu de bitume soit lente rendent peu probable un feu de large ampleur sur la couverture. Les moyens d'intervention disponibles en cas d'incendie sont présentés au paragraphe 4.1.

Bien que l'incendie de la couverture soit hautement improbable, compte tenu des précautions prises, l'évaluation des conséquences d'un tel événement est présentée au paragraphe 8.1.3.

11.4 RISQUES LIES A LA CIRCULATION ET AUX OPERATIONS DE MANUTENTION

11.4.1 Présentation

La réalisation des travaux de création de l'alvéole au sud du bassin B2 et de mise en place de la couverture nécessite l'intervention d'engins lourds de type pelle mécanique pour l'excavation de l'alvéole, tombereau, bulldozer ou minipelle pour réaliser le reprofilage et réglage de l'arase des matériaux ainsi que la mise en place des lés de couverture.

L'intervention de ces engins peut conduire à un enlèvement ou à la chute d'un engin sur les boues, la couverture bitumineuse ou la couverture de matériaux inertes. Par ailleurs, des boues pourraient être manipulées par inadvertance lors de ces opérations.

Ces événements sont susceptibles de conduire à une dissémination de substances radioactives ou chimiques.

11.4.2 Principes

La maîtrise des risques liés à la circulation sur l'entreposage et aux opérations de transport et de manutention repose essentiellement sur le choix d'engins adaptés aux travaux et à l'installation, en particulier sur l'adéquation entre le poids des engins et la charge au sol admissible.

11.4.3 Prévention

La prévention des risques liés à la circulation des engins sur l'entreposage repose essentiellement sur l'utilisation d'engins les plus légers possibles, en combinaison si nécessaire avec des tapis de répartition de poids dans les zones de forte épaisseur de boues. Ces engins sont en adéquation avec la charge admissible par l'entreposage.

Par ailleurs, les engins de manutention sont conduits par du personnel formé, qualifié et habilité.

En fin de chantier, la couverture bitumineuse est inspectée.

11.4.4 Surveillance

Les opérations sont sous la surveillance du personnel présent pendant les opérations.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****11.4.5 Limitation des conséquences**

En cas d'incident conduisant à une remise en suspension de substances, les opérateurs disposent d'appareils de protection des voies respiratoires à portée de main pour se protéger le temps de se mettre à l'abri.

L'étude des conséquences d'un scénario enveloppe d'une chute d'engin sur la couverture bitumineuse est présentée au paragraphe 4.3. Ce scénario considère que la chute de l'engin impacte l'entreposage sur une surface enveloppe de [REDACTED] et que la chute conduit à la remise en suspension de boues, sans tenir compte de la présence de terres de couverture.

11.5 RISQUES LIES AUX MATERIELS ELECTRIQUES (ELECTRISATION)**11.5.1 Présentation**

Les risques dus à l'usage d'électricité (électrification) pendant les travaux d'aménagement peuvent provenir de l'utilisation d'outillages électriques lors de la mise en place, par exemple, de la couverture bitumeuse.

11.5.2 Prévention

Les principales dispositions préventives retenues vis-à-vis de ce risque sont que :

- l'ensemble du personnel intervenant est informé des risques électriques,
- les appareillages électriques sont conformes aux règles et aux normes en vigueur.

11.5.3 Surveillance

Le bon état et la conformité des appareillages électriques utilisés sont vérifiés dans le cadre des visites de chantier.

11.5.4 Limitation des conséquences

En cas d'électrification d'un agent de chantier, le(s) SST de l'entreprise interviennent et préviennent immédiatement le poste de garde qui avertit aussitôt le SAMU.

11.6 RISQUES LIES AUX FACTEURS ORGANISATIONNEL ET HUMAIN**11.6.1 Origine**

Les opérations concernant les travaux d'aménagement de l'installation ECRIN sont intégralement réalisées par intervention humaine au contact des équipements. Elles consistent à réaliser des opérations :

- de création d'une alvéole et de remodelage du bassin B2,
- de remplissage de l'alvéole (transfert de boues provenant des bassins de décantation B5 / B6 et filtration dans des géotubes),
- de pose de la couverture bitumineuse sur la surface de B1 / B2 et enfin sur l'alvéole.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

Ces différentes opérations sont manuelles et impliquent la mise en œuvre d'outillages portatifs (de découpe, de soudage, ...) et de manutention (engins,...).

Compte tenu de la nature de ces activités, les risques de dégradation de la sûreté (FS concernant la maîtrise de la dissémination des substances radioactives et chimiques) par l'action directe des opérateurs résident essentiellement dans tout ce qui peut induire à :

- une perte de confinement entraînant une contamination atmosphérique et/ou surfacique anormale au poste de travail (à proximité notamment des géotubes),
- une prise en compte mal maîtrisée de la dosimétrie externe individuelle, que ce soit au niveau de l'organisme entier ou que ce soit au niveau des extrémités.

11.6.2 Prévention

Des dispositions préventives présentées permettant de réduire l'impact d'une intervention humaine sur les risques existants lors des travaux d'aménagement de l'installation ECRIN sont les suivantes :

- vis-à-vis du risque de dissémination de substances radioactives et chimiques :
 - les interventions sont effectuées par du personnel habilité et formé à l'utilisation des engins de manutention,
 - une surveillance en permanence des opérations de remplissage des géotubes par des opérateurs permet d'arrêter au plus vite toute apparition de fuite, et donc limiter le volume de boue en dehors d'un confinement,
- vis-à-vis du risque d'exposition externe aux rayonnements ionisants : le personnel intervenant suit une formation spécifique à la radioprotection,
- vis-à-vis du risque incendie : le personnel est sensibilisé au risque incendie. De plus, la surveillance en permanence des opérations de soudage par des opérateurs permet d'intervenir au plus vite sur tout départ de feu, en anticipation de l'arrivée des équipes d'intervention,
- vis à vis des risques de manutention : la prévention est fondée sur la qualification, la formation et les habilitations des opérateurs et sur l'élaboration des plans de prévention,
- vis-à-vis du risque lié à l'usage de l'électricité : toute intervention sur du matériel électrique est réalisée par du personnel habilité et formé au risque électrique.

11.7 CO ACTIVITE

Les travaux d'aménagement entraînent dans le périmètre de l'installation ECRIN (et notamment ses zones de chantier) une augmentation des flux d'entrée et de sortie du personnel et d'entrée et de sortie de divers matériels et équipements.

11.7.1 Incidence des travaux sur l'exploitation

Les travaux sont programmés en étroite collaboration avec l'exploitant de façon à perturber le moins possible le fonctionnement des installations existantes du site situées autour des zones de chantier de l'installation ECRIN.

**INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE****Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****11.7.2 Incidence de l'exploitation sur les travaux**

Aucune opération d'exploitation de l'ICPE n'étant réalisée dans le périmètre du chantier d'aménagement, une clôture et un balisage permettent de délimiter ces zones de chantiers par rapport au reste du site.

11.8 RISQUES D'INONDATION D'ORIGINE EXTERNE

11.8.1 Présentation

L'aléa inondation est étudié au § 5.2 pour la phase d'exploitation. Seuls les éléments d'analyse spécifiques à la phase d'aménagement sont présentés ci-après.

Les situations susceptibles d'impacter l'installation en phase d'aménagement sont les suivantes (voir le Tableau 66) :

- de fortes précipitations (pluies décennale retenues compte-tenu de la durée des travaux),
- l'impact de la nappe perchée en phase de terrassement,
- une fuite de la membrane de fond d'un bassin voisin (B3, B5 ou B6),
- le débordement de l'alvéole en cours de remplissage.

Caractérisation du terme source		Conséquences sur le chantier
1	Inondation de la plaine de la Livièrre dans le delta de l'Aude Crue de référence de l'Aude	Hauteur / pied du talus [REDACTED] La zone de travaux ne serait pas impactée.
2	Inondation liée aux ruissellements pour les petits bassins versants Val d'Orbieu Plaine à l'Ouest du Montlaurès Bassin de régulation	Hauteur / pied du talus [REDACTED] La zone de travaux ne serait pas impactée.
3	Inondation liée aux ruissellements d'eaux pluviales en phase chantier Pluies décennales (140 mm en 24h, entraînant un débit à gérer de 25 m ³ /h pour une surface de 4750 m ²)	Le risque identifié est un lessivage de la zone de chantier avec un entraînement potentiel de boues ou de terres marquées dans le réseau d'eaux pluviales.
4	Inondation liée à la remontée de nappes phréatiques	La nappe perchée se trouve sous la côte de fond de l'alvéole (15 m NGF). Elle sera impactée lors des travaux de terrassement.
5		La nappe alluviale est rabattue à un niveau piézométrique de 6,00 et 6,50 m NGF en amont hydraulique de la paroi souterraine La zone de travaux ne serait pas impactée.
6	Fuite de la membrane de fond d'un bassin de décantation B3 (24 000 m ³), B5 et B6 (95 000 m ³)	Pression sous la membrane.
7	Débordement de l'alvéole en cours d'opération de remplissage par les boues de B5/B6	Le risque identifié est un écoulement des filtrats dans le réseau d'eaux pluviales.

Tableau 65 : Synthèse de l'analyse des risques d'inondation externe en phase d'aménagement

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

11.8.2 Prévention, limitation des conséquences et surveillance

Pour les risques identifiés en phase travaux, les mesures de prévention, de limitation des conséquences et de surveillance sont indiquées dans le Tableau 66 :

N°	Mesures de maîtrise		
	Prévention	Limitation des conséquences	Surveillance
3	<p>Arrêt des travaux en cas de prévision d'un épisode de pluie intense (selon le chapitre 4 des RGE).</p> <p>Limitation des durées d'entreposage temporaire et confinement des terres excavées sur B1/B2 (mise en place de merlons).</p>	<p>Maintien du réseau d'évacuation des eaux pluviales existant (récupération des eaux et traitement avant rejet)</p> <p>Drainage en fond d'alvéole (drains et reprise par la pompe de relevage du puisard) associé à une gestion de la disponibilité du bassin de réception (B5/B6)</p> <p>Confinement des terres excavées sur B1/B2 (mise en place de merlons).</p>	<p>Le dispositif de surveillance en phase chantier sera identique à celui de la phase d'exploitation (voir § 5.2.4).</p>
4 6	<p>Etanchéité des membranes des bassins B3, B5 et B6</p> <p>Système de drainage sous B6</p>	<p>Drainage des eaux sous l'alvéole avec récupération dans un puisard et renvoi par gravité dans le circuit de récupération des eaux souterraines de l'entreposage.</p>	
7	<p>Dimensionnement du système de drainage et de récupération des effluents de l'alvéole</p>	<p>Maintien du réseau d'évacuation des eaux pluviales existant (récupération des eaux et traitement avant rejet).</p> <p>Dispositif d'arrêt d'urgence des pompes de transfert des boues.</p>	<p>Surveillance permanente pendant les opérations de remplissage de l'alvéole.</p>

Tableau 66 : Mesures de maîtrise des risques d'inondation externe en phase d'aménagement



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

12 LISTE DES REFERENCES

- [1] DOE HANDBOOK - Airborne release fractions/rates and respirable fractions for non reactor nuclear facilities
- [2] Fiche « Uranium » de la Base de données des coefficients de mise en suspension BADIMIS - IRSN
- [3] Loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire NOR : DEVX0100081L Version consolidée au 12 juillet 2014
- [4] Décret n°2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives. NOR : DEVQ0762539D
- [5] Arrêté du 13 octobre 2003 relatif aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique NOR : SANY0324119A
- [6] Arrêté du 15 mai 2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées NOR : SOCT0611077A
- [7] Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau D9A - Défense extérieur contre l'incendie et rétentions - septembre 2001
- [8] NF C17 100 « Protection des structures contre la foudre »
- [9] NF C17 102 « Protection des structures et des zones couvertes contre la foudre »
- [10] Décret du 14 novembre 1988 modifié relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques
- [11] Norme NFC 32-070 - Conducteurs et câbles isolés pour installations - Essais de classification des conducteurs et câbles du point de vue de leur comportement au feu
- [12] NFC 13-100 - Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV)
- [13] NFC 13-200 - Installations électriques à haute tension - Règles complémentaires pour les sites de production et les installations industrielles, tertiaires et agricoles
- [14] NFC 15-100 - Installations électriques à basse tension
- [15] FT32 - Fiche toxicologique INRS - Sulfure d'hydrogène
 [REDACTED]
 [REDACTED]
- [18] Projet de guide n°13 de l'ASN - Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes
 [REDACTED]
- [20] Base de données CIBLEX, « Banque de données des paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué » - Juin 2003
- [21] Arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté**

- [22] Federal guidance report n° 12 External exposure to radionuclides in air, water and soil EPA 402-R-93-081 – September 1993
- [23] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires de Base
- [24] Règle fondamentale de sûreté n°2001-01 relatives aux installations nucléaires de base Détermination du risque sismique pour la sûreté des installations nucléaires de base de surface

- [28] Règles Générales d'Exploitation de l'installation nucléaire de base ECRIN - Chapitres 0 à 9

- [33] Réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants (version 2) DRPH/DIR°2010-1 Avril 2010

- [34] Guide méthodologique IRSN « Gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives (version décembre 2011)

- [36] Recommandation émise par le GPU - Courrier ASN CODEP MEA- 2013-038413 du 08 juillet 2013

- [39] Guide méthodologique IRSN : « Guide pratique pour la réalisation des études dosimétriques de poste de travail présentant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants » - Rapport DRPH/DIR n°2010-1



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted content]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****13 ANNEXES**Liste des annexes :

[REDACTED]

Annexe 2 : Fiche de données de sécurité de la couverture bitumineuse

Annexe 3 : Fiche de données de sécurité du disulfure d'hydrogène (H₂S)

Annexe 4 : Fiche technique type d'un géotube

[REDACTED]

Annexe 6 : Pression réduite P' en fonction de la distance réduite R' (Abaque de BAKER)

[REDACTED]

[REDACTED]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

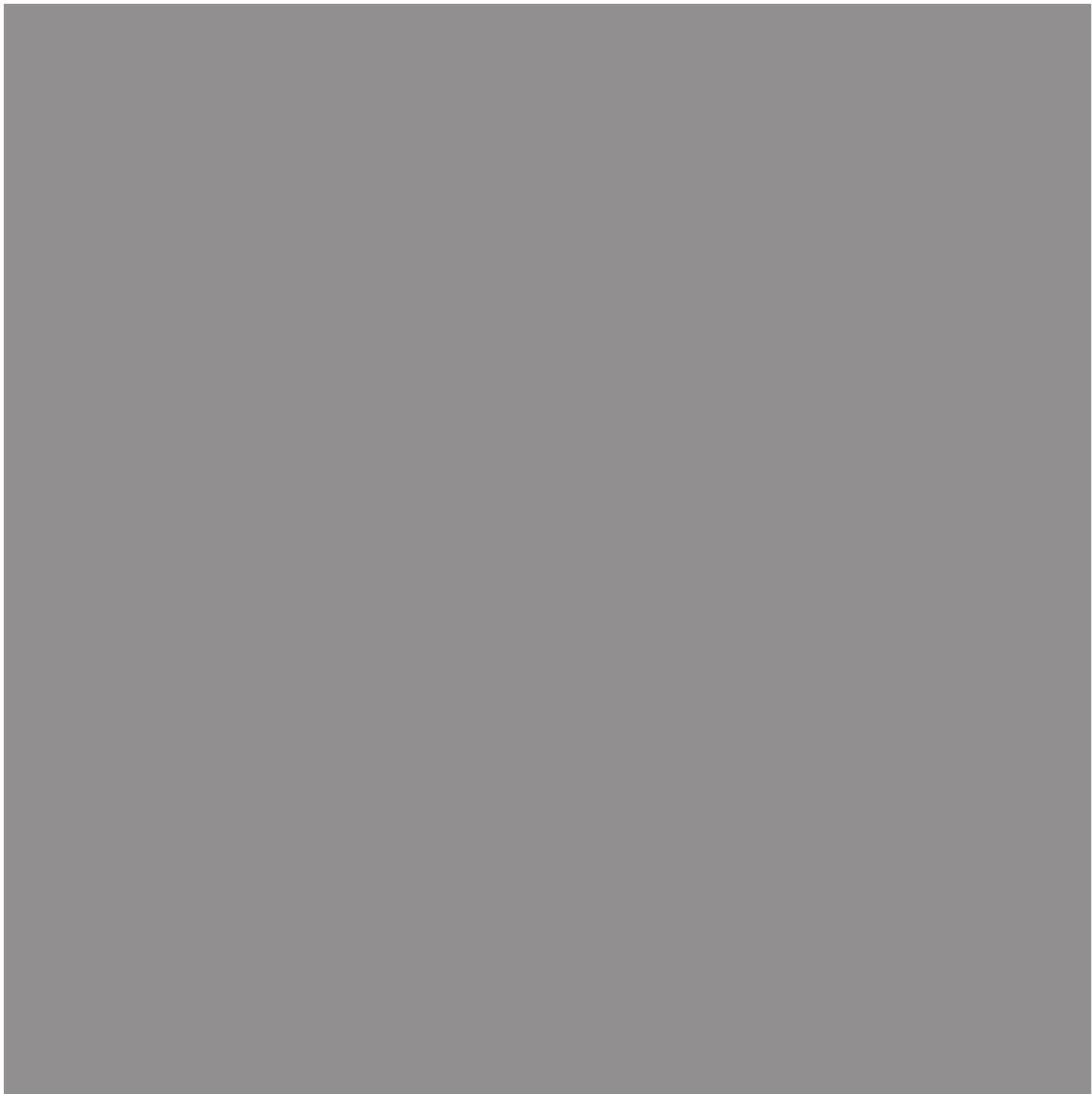
Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

ANNEXE 2 : FICHE DE DONNEES SECURITE DE LA COUVERTURE BITUMINEUSE

FICHE DE DONNEES DE SECURITE	
Produits Bitumineux en rouleaux ou en plaques	
Version: 5	Date de révision: 30/03/2006
91/155/CE (2001/58/CE) - ISO 11014-1	
1. IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/PRÉPARATION ET DE LA SOCIÉTÉ/ENTREPRISE	
Nom du produit:	Produits Bitumineux en rouleaux ou en plaques
Application(s) et / ou usage(s) normal(s):	Feuille d'ébranchage de bâtiment Sous forme de plaques, fait bitumineux à réchauffer en fondoir.
Fournisseur:	Icopal SAS 12 Rue de la Renaissance FR-92164 Antony Cedex France Tél: +33 1 40 90 35 00 Télécopie: +33 1 46 80 24 85 E-mail: contact_fr@icopal.com
Téléphone en cas d'urgence (à utiliser par le médecin traitant):	FR - INRS Tél: +33 (0)1 40 44 30 00 B - Centre Antipoisons Tél: +32 (0) 70 245 245
2. COMPOSITION / INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS	
Nom de la préparation:	Produits Bitumineux en rouleaux ou en plaques
Description de la préparation:	Mélange soigné de composants organiques de haut poids moléculaire.
3. IDENTIFICATION DES DANGERS	
Dangers principaux:	aucun
Risque(s) spécifique(s):	aucun
4. PREMIERS SECOURS	
Inhalation:	L'inhalation n'est pas une voie d'exposition pertinente. Amener à l'air libre en cas d'inhalation accidentelle des vapeurs ou produits de décomposition.
Contact avec la peau:	NE PAS utiliser des solvants ou des diluants. Il y a risque de brûlure lorsque le produit est amené à fusion par réchauffage.
Contact avec les yeux:	Il y a risque de brûlure lorsque le produit est amené à fusion par réchauffage. En cas de contact avec les yeux, lever immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
Ingestion:	Non applicable.
Traitement:	Considérer comme une brûlure au contact d'un solide chaud à très chaud.
5. MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE	
Moyen(s) d'extinction approprié(s):	mousse résistant aux alcools, dioxyde de carbone (CO ₂), poudre, eau pulvérisée.
Moyen(s) d'extinction à ne PAS utiliser pour raison de sécurité:	Ne pas utiliser un jet d'eau.
Méthode(s) spéciale(s):	Refroidir à l'eau les emballages fermés exposés au feu. Empêcher les effluents de la lutte contre le feu de pénétrer dans les égouts ou les cours d'eau.
Risques spéciaux:	Un incendie produit une épaisse fumée noire. L'exposition aux produits de décomposition peut comporter des risques pour la santé. Des appareils respiratoires appropriés peuvent être requis.
Équipements spéciaux pour la protection des intervenants:	Porter un appareil respiratoire autonome.
6. MESURES À PRENDRE EN CAS DE DISPERSION ACCIDENTELLE	
Précaution(s) individuelle(s):	Non applicable.
Précaution(s) pour la protection de l'environnement:	Non applicable.
Méthode(s) de nettoyage:	Placer les résidus dans des fûts en vue de l'élimination selon les réglementations en vigueur (voir rubrique 13).
7. MANIPULATION ET STOCKAGE	
Manipulation	
- Précaution(s):	Observer les réglementations de la protection du travail.
- Mesure(s) d'ordre technique:	aucun
Stockage	
- Précaution(s):	aucun
- Condition(s) de stockage:	Conservé dans l'emballage d'origine.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

Produite Bitumineux en rouleaux ou en plaques

Version: 5

Date de révision: 30/03/2008

91/155/CE (2001/58/CE) - ISO 11014-1

- Type de matériel à utiliser pour l'emballage / conteneur: de même nature que celui d'origine

8. CONTRÔLE DE L'EXPOSITION / PROTECTION INDIVIDUELLE

Mesure(s) d'ordre technique: Veiller à une ventilation adéquate. Normalement, celle-ci devrait être réalisée par aspiration aux postes de travail et une bonne extraction générale.

Paramètre(s) de contrôle:

- Limite(s) d'exposition: Non applicable.

Protection individuelle:

- Protection des voies respiratoires: Non applicable.
- Protection des mains: gants
- Protection de la peau et du corps: Le personnel devrait porter des vêtements protecteurs.
- Protection des yeux: Aucune.

9. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Informations générales

- Etat physique / Forme: solide de formes variables à température ambiante. Pâteux à liquide lorsque proche du point de fusion.
- Couleur: noir
- Odeur: Aucune.

Informations importantes relatives à la santé, à la sécurité et à l'environnement

- pH: Non applicable.
- Point / intervalle d'ébullition: Non applicable.
- Point d'éclair: Non applicable.
- Limites d'explosivité: Non applicable.
- Densité relative (eau = 1): 950 - 1500 kg/m³ (20°C)
- Viscosité: Non applicable.
- Hydrosolubilité: Non miscible
- Liposolubilité: Se gonfle, éventuellement se solubilise
- Solubilité aux solvants: soluble dans la plupart des solvants organiques.

10. STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ

Stabilité: La préparation est stable aux conditions de manipulation et de stockage recommandées sous la rubrique 7.

Produits de décomposition dangereux: Exposée à des températures élevées, la préparation peut dégager des produits de décomposition dangereux, tels que monoxyde et dioxyde de carbone, fumées, oxydes d'azote.

11. INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES

Information(s) générale(s): Aucune donnée sur la préparation elle-même n'est disponible.

Toxicité aiguë

- Inhalation: Aucune sous utilisation normale.
- Contact avec la peau: Aucune sous utilisation normale.
- Contact avec les yeux: Aucune sous utilisation normale.
- Ingestion: Aucune.

12. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

Effets sur l'environnement: Aucun effet toxicologique sur l'environnement n'est connu ou prévisible dans les conditions normales d'utilisation.

Effets toxiques divers

13. CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

Déchets / produits non utilisés: Contacter les services d'élimination de déchets.

Emballages contaminés: Les déchets et emballages usagés sont à traiter conformément aux réglementations locales.

Information(s) supplémentaire(s):

14. INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

Information(s) générale(s): non réglementé

FICHE DE DONNEES DE SECURITE
Produits Bitumineux en rouleaux ou en plaques

Version: 5 Date de révision: 30/03/2006 91/155/CE (2001/58/CE) - ISO 11014-1

N° UN: Non applicable.

15. INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

Etiquetage: Le produit est dispensé de l'étiquetage conformément aux directives de la CE traitant de la classification, l'emballage, et l'étiquetage des substances dangereuses

N° CE: Non applicable.

Symbol(s): Aucun selon les directives CE.

Phrase(s) R: Aucune selon les directives CE.

Phrase(s) S: Aucune selon les directives CE.

16. AUTRES INFORMATIONS

Avis ou remarques importantes: Les informations données dans la présente fiche doivent être considérées comme une description des exigences de sécurité relative à notre produit et non pas comme une garantie des propriétés de celui-ci.

Application(s) et / ou usage(s) normaux: Feuille d'étalement de bâtiment
Sous forme de plaques, fait bitumineux à réchauffer en fondoir.

Restrictions: Le produit ne doit pas être utilisé à d'autres usages que ceux spécifiés ci-dessus sans avoir obtenu au préalable des instructions de manipulation écrites.

- Date de la première édition: 25/03/1997

- Date de la révision précédente: 07/03/2006


- Date de révision: 30/03/2006

- Version: 5

Révisé par: TDD/FDS 11

G.E. Constat 6 PAGE 3 / 3

Quick-FDS [15503-33712-18561-014895] - 2010-07-01 - 10:45:12

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI		
Version :	3.0	PAGE 165/184	DIRECTION	
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté				

**ANNEXE 3 : FICHE DE DONNEES SECURITE DU DISULFURE
D'HYDROGENE (H₂S)**

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté



édition 2009 (*)

FICHE TOXICOLOGIQUE

FT 32

Sulfure d'hydrogène

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS
(N. Bonnard, T. Clavel, M. Falcy, A. Hesbert, D. Jargot, M. Reynier, O. Schneider)

CARACTÉRISTIQUES

UTILISATIONS

Le sulfure d'hydrogène est utilisé dans l'industrie chimique pour la fabrication d'acide sulfurique, de sulfures inorganiques (en particulier le sulfure et l'hydrogénosulfure de sodium), de composés organiques sulfurés tels que des thiols et des additifs pour lubrifiants. Il sert également pour la production d'eau lourde dans l'industrie nucléaire et en métallurgie pour l'élimination, sous forme de sulfures, des impuretés présentes dans certains minerais.

SOURCES D'EXPOSITION

Les sources naturelles de sulfure d'hydrogène sont variées ; il est notamment présent dans le charbon, le pétrole et le gaz naturel et se forme par fermentation anaérobie des substances organiques les plus diverses. Par ailleurs, de nombreuses activités industrielles peuvent dégager du sulfure d'hydrogène résultant de réactions chimiques sur des composés sulfurés.

En dehors des utilisations de ce gaz, il existe donc de nombreuses circonstances au cours desquelles les travailleurs peuvent être exposés, en particulier les suivantes :

- captage et épuration du gaz naturel ;
- raffinage et cracking de pétroles riches en soufre ;
- vulcanisation du caoutchouc ;
- fabrication de la viscosse ;
- tanneries ;
- travaux dans les fosses d'aisance, les égouts et les stations d'épuration, en particulier lors de traitements en milieu acide.



T+ - Très toxique

F+ - Extrêmement inflammable

N - Dangereux pour l'environnement

SULFURE D'HYDROGÈNE

- R 12 - Extrêmement inflammable.
 R 26 - Très toxique par inhalation.
 R 50 - Très toxique pour les organismes aquatiques.
 S 9 - Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
 S 16 - Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.
 S 36 - Porter un vêtement de protection approprié.
 S 38 - En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
 S 45 - En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
 S 61 - Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.

231-977-3 - Étiquetage CE.

Selon la directive 67/548/CEE
et l'arrêté du 20 avril 1994 modifié.

H₂S

Numéro CAS
7783-06-4

Numéro CE (EINECS)
231-977-3

Numéro Index
016-001-00-4

Synonyme
Hydrogène sulfuré



SULFURE D'HYDROGÈNE

DANGER

H 220 - Gaz extrêmement inflammable.
 H 330 - Mortel par inhalation.
 H 400 - Très toxique pour les organismes aquatiques.

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
 231-977-3.

Selon le règlement CE n° 1272/2008
intégrant les critères du SGH.

(*) Mise à jour partielle de l'édition 1997.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES [1 à 5]

À température ambiante et pression atmosphérique, le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, plus lourd que l'air, d'odeur fétide caractéristique (« œuf pourri »). La sensation olfactive n'augmente pas avec la concentration du gaz dans l'air ; il peut même arriver que l'odeur décelable à de très faibles concentrations (0,02 à 0,1 ppm) s'atténue ou même disparaisse à forte concentration (anesthésie de l'odorat au-dessus de 100 ppm).

Le sulfure d'hydrogène est soluble dans certains solvants organiques (notamment éthanol, acétone, oxyde de diéthyle, hydrocarbures, glycols) et dans l'eau (0,398 g/100 g de solution à 20 °C et 101 kPa). Les solutions obtenues sont faiblement acides et connues sous le nom d'acide sulfhydrique ; elles s'oxydent lentement en soufre et en eau sous l'action de l'oxygène dissous.

Les principales caractéristiques physiques du sulfure d'hydrogène sont les suivantes.

Masse molaire	34,08
Point d'ébullition	- 60 °C
Point triple	- 85,5 °C
Point critique	109,4 °C à 9 010 kPa
Densité du gaz (air = 1)	1,19
Poids spécifique du liquide	0,960 g/l à 60 °C et 1 737 kPa (pression saturante)
Pression de vapeur	1 780 kPa à 20 °C
Température d'auto-inflammation	260 °C
Limites d'explosivité dans l'air (% en volume)	
limite inférieure	4%
limite supérieure	46%

À 25 °C et 101 kPa, 1 ppm = 1,4 mg/m³.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES [1 à 5]

À température ordinaire, le sulfure d'hydrogène est un composé stable. En l'absence de catalyseur, sa dissociation en hydrogène et soufre intervient à des températures très élevées.

Le sulfure d'hydrogène brûle dans l'air ou l'oxygène en donnant des fumées hautement toxiques d'oxydes de soufre. C'est un composé réducteur qui peut réagir dangereusement (risque d'inflammation spontanée et d'explosion) avec les agents oxydants.

Un grand nombre de métaux et d'alliages (aluminium, titane, Inconel®, aciers inoxydables 304 et 316) peuvent être utilisés au contact du sulfure d'hydrogène anhydre. En présence d'humidité, seuls les aciers inoxydables type 316 et 18-8 chrome-nickel et l'aluminium ne sont pas attaqués, la résistance des caoutchoucs et des matières plastiques au sulfure d'hydrogène est variable.

Récipients de stockage

Le sulfure d'hydrogène est stocké dans des bouteilles en acier, soit pur et liquéfié sous pression, soit à l'état gazeux dilué dans d'autres gaz.

VALEURS LIMITES

D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Des VLEP indicatives ont été établies pour le sulfure d'hydrogène.

PAYS	VLEP		Court terme	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
France (VLEP indicatives - circulaire)	5	7	10	14
États-Unis (ACGIH) (*)	10*		15*	
Allemagne (Valeurs MAK)	5	7,1		

(*) L'ACGIH propose d'abaisser les VLEP respectivement à 1 ppm (TLV-TWA) et 5 ppm (TLV-STEL) (proposition 2008).

MÉTHODES DE DÉTECTION

ET DE DÉTERMINATION DANS L'AIR

- Prélèvement au travers d'un échantillonneur (protégé de la lumière), constitué d'un tampon en cellulose humidifiée juste avant le prélèvement (pour stabiliser l'hygrométrie) et de deux filtres en fibre de quartz imprégnés d'acétate de cadmium : conversion du sulfure d'hydrogène en sulfure de cadmium. Celui-ci est désorbé à l'aide de dichlorhydrate de N,N-diméthyl-1,4-phénylène diamine en milieu acide, en présence de chlorure ferrique. Dosage du bleu de méthylène formé par spectrophotométrie [6].
- Prélèvement au travers d'un échantillonneur spécial comprenant un filtre (de diamètre 13 mm) en fibre de verre imprégné de carbonate de sodium (pour supprimer une possible interférence par le dioxyde de soufre) suivi d'un tube rempli de gel de silice traité au nitrate d'argent. Extraction du sulfure d'argent formé sur le gel de silice par un mélange de cyanure de sodium et de soude puis action du peroxyde d'hydrogène pour convertir le sulfure en sulfate. Analyse du sulfate par chromatographie ionique avec une détection conductimétrique [7].
- Prélèvement sur un filtre en cellulose imprégné de nitrate d'argent : conversion du sulfure d'hydrogène en sulfure d'argent qui précipite. Dissolution du sulfure d'argent dans une solution alcaline de cyanure. Analyse du sulfure par polarographie impulsionnelle différentielle avec une électrode à goutte de mercure [19].
- Prélèvement au travers d'un échantillonneur constitué d'un préfiltre en polymère fluoré (PTFE) suivi d'un tube rempli de deux plages (400 mg/200 mg) de charbon actif. Extraction du sulfure et conversion en sulfate par un mélange d'ammoniaque et de peroxyde d'hydrogène. Analyse du sulfate par chromatographie ionique avec détection conductimétrique [20].
- Utilisation d'appareils à réponse instantanée équipés des tubes réactifs colorimétriques Draeger (Sulfure d'hydrogène 0.2/a, 0.2/b, 0.5/a, 1/d, 2a, 2b), RAE, MSA (H25-0,1 et H25-1) et Gastec (Sulfure d'hydrogène 4L, 4LL, 4LK) ou de tubes colorimétriques de longue durée : Draeger 10/a-Q avec prélèvement par diffusion passive. Certains tubes

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

colorimétriques peuvent donner une réponse de même nature pour d'autres substances interférentes (mercaptans, par exemple).

■ L'utilisation de détecteurs de gaz portatifs est également envisageable sous réserve de la validation de leur procédure d'étalonnage.

INCENDIE – EXPLOSION

Le sulfure d'hydrogène est un gaz extrêmement inflammable, qui peut former des mélanges explosifs avec l'air. D'autre part, le contact avec les produits oxydants peut être une source d'incendie et d'explosion.

En cas d'incendie, le dioxyde de carbone et les poudres chimiques pourront être utilisés comme agent extincteur, mais seulement si on est certain de pouvoir stopper l'émission de gaz. Dans le cas contraire, il est préférable d'éloigner de la flamme tout élément combustible et de laisser brûler.

En raison de la toxicité du sulfure d'hydrogène et des fumées émises, les intervenants seront équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection spéciales.

PATHOLOGIE – TOXICOLOGIE

MÉTABOLISME – TOXICOCINÉTIQUE (8, 12, 13)

Le sulfure d'hydrogène est absorbé par inhalation. L'absorption cutanée est minime. Il est distribué chez le rat et le cobaye dans le cerveau, le foie, les reins, le pancréas et l'intestin grêle après fixation aux protéines plasmatiques, essentiellement à l'albumine.

Chez l'animal, le sulfure d'hydrogène serait métabolisé par trois voies principales :

- oxydation du sulfure en sulfate essentiellement dans le foie mais aussi dans les reins ;
- méthylation en méthane-thiol et sulfure de diméthyle dans la muqueuse intestinale et le foie ; cette voie métabolique est utilisée lors de la dégradation du sulfure d'hydrogène produit par les bactéries intestinales ; son importance n'est pas connue dans le métabolisme du sulfure d'hydrogène exogène ;
- réaction avec les métalloprotéines (cytochrome oxydase, méthémoglobine, ferritine, catalase, peroxydase) et les protéines contenant un groupement disulfure (succinate-déshydrogénase).

L'élimination du sulfure d'hydrogène administré par voie intraveineuse est minimale dans l'air expiré (< 5 %) chez le chien, le lapin et le rat et s'arrête après 1 minute.

L'excrétion urinaire du sulfure d'hydrogène n'a pas été étudiée quantitativement. Toutefois, des études menées avec d'autres sulfures ont montré que l'excrétion des sulfates est essentiellement urinaire (50 % d'une dose orale de sulfure de baryum).

L'intoxication humaine a lieu essentiellement par voie respiratoire. Le sulfure d'hydrogène ne s'accumule pas dans l'organisme. Il n'est ni exhalé ni éliminé sous forme

inchangée dans les urines, mais rapidement oxydé et éliminé par voies intestinale et urinaire sous forme de thio-sulfates, sulfites et sulfates. Pour la surveillance biologique, les thio-sulfates ont été proposés comme indicateurs d'exposition. Ils apparaissent dans l'urine après un temps de latence d'environ 17 heures. Malgré son manque de sensibilité, le dosage des ions sulfures dans le sang, effectué dans les 45 min après l'exposition, peut refléter la gravité d'une intoxication.

Mode d'action (8, 13)

Le sulfure d'hydrogène est un puissant inhibiteur de la cytochrome-oxydase mitochondriale en se fixant au fer trivalent contenu dans l'hème. La cytochrome-oxydase est la dernière enzyme de la chaîne des cytochromes qui transfère ses électrons à l'oxygène, les combinant à l'hydrogène pour former de l'eau. En présence de sulfure d'hydrogène, le transfert d'électrons à l'oxygène ne peut pas avoir lieu. Toute la chaîne de transport d'électrons est bloquée et la respiration tissulaire, source primaire d'énergie, est arrêtée engendrant une hypoxie qui endommage les organes fortement oxygène-dépendants comme le cerveau, les reins et le cœur.

L'hypoxie tissulaire est aussi associée à la peroxydation des lipides, qui est la cause directe des modifications dans les neurotransmetteurs membranaires de la cellule nerveuse et de l'inhibition de la synthèse protéique.

La réaction avec d'autres métalloprotéines (peroxydase, catalase...) ou avec des protéines contenant un groupement disulfure (succinate-déshydrogénase) conduit soit à des inhibitions enzymatiques, qui contribuent à l'action toxique, soit à une détoxification (par capture des sulfures sur le fer de la méthémoglobine ou sur le pont disulfure du glutathion oxydé).

Enfin, le sulfure d'hydrogène aqueux est un acide faible dont le produit de dissociation HS⁻ forme, en milieu alcalin au niveau des muqueuses, du sulfure de sodium caustique, responsable de l'effet irritant.

TOXICITÉ EXPÉRIMENTALE

Toxicité aiguë (8 à 10)

Le sulfure d'hydrogène est toxique par inhalation. Chez le rat, la CL50 est de 444 ppm pour une exposition de 4 heures ; chez la souris, elle est de 1 000 ppm pour une exposition de 30 minutes ou 100 ppm pour une exposition de 7 h 30.

Dans la majorité des espèces, l'inhalation est responsable :

- d'un effet local irritation des yeux, du nez et de la gorge à partir de 200 ppm pendant 1 heure. Des hémorragies nasales et buccales surviennent chez le chien après une exposition à 1 200 ppm ;
- d'effets systémiques : neurologiques centraux (excitation, convulsions, tremblements puis, après une exposition de plusieurs heures à 700 ppm ou immédiatement à 1 800 ppm, paralysie, collapsus et mort), respiratoires et cardiaques (augmentation des fréquences respiratoire et cardiaque dans les premières minutes de l'exposition puis ralentissement ; arrêt cardiaque suit l'arrêt respiratoire), stimulation des chimiorécepteurs carotidiens chez le chat (900 ppm, 5 min) ou le chien (1 700 ppm, 5 min) entraînant une contraction splénique (d'où une augmentation du nombre d'érythrocytes circulants et une stimulation des surrénales ayant pour conséquence une hyperglycémie).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

L'examen histopathologique révèle :

- des lésions de la cornée : œdème des cellules de la couche superficielle du stroma cornéen (chez le rat après 10 min à 1 300 ppm ou 3 h à 54 ppm) ;
- une nécrose du cortex cérébral et une réduction du nombre de cellules de Purkinje dans le cortex cérébelleux chez le singe après 22 minutes à 500 ppm ; une réduction de la synthèse protéique cérébrale est observée chez la souris 24 et 48 heures après une exposition de 2 heures à 100 ppm ;
- une hyperémie hépatique modérée chez le singe exposé 22 minutes à 500 ppm ;
- un œdème pulmonaire dans la majorité des espèces.

Chez le lapin (exposé 5 min à 600 ppm ou 10 min à 400 ppm), le sulfure d'hydrogène provoque l'arrêt définitif des mouvements ciliaires des cellules de la trachée.

Toxicité subchronique, chronique [8, 9]

L'inhalation répétée de sulfure d'hydrogène induit :

- chez le rat et la souris, une inflammation de la muqueuse nasale, une baisse de poids corporel et du cerveau (80 ppm/j, 90 j) ;
- chez le rat, une hyperplasie des cellules sécrétrices thyroïdiennes, dépendante de la dose (14-28 ppm, 4 h/j, 5 j/sem, 4 mois) ;
- chez le lapin, des extrasystoles ventriculaires et des troubles de la repolarisation ventriculaire (71,4 ppm, 30 min/j, 5 j) ;
- chez le cobaye, une baisse des lipides et des phospholipides intracérébraux sans modification du taux de cholestérol (20 ppm/j, 11 j) ;
- dans de nombreuses espèces, des modifications d'activités enzymatiques cérébrales, pulmonaires, cardiaques, rénales et sériques.

Effets génotoxiques [8]

L'effet génotoxique du sulfure d'hydrogène gazeux n'a pas été étudié. Quelques études ont été menées avec du sulfure de sodium qui s'hydrolyse en milieu physiologique. Deux de ces études se sont révélées négatives (induction de mutation chez *Micrococcus aureus* et de micronoyaux dans la moelle osseuse de souris) et une troisième a montré un pouvoir mutagène faible pour *Salmonella thyphimurium* (dans des conditions expérimentales très particulières) et pour la drosophile.

Effets cancérogènes [8]

Aucune étude de cancérogenèse n'a été menée avec le sulfure d'hydrogène. L'administration de sulfure de sodium, par gavage chez le rat (9-18 mg/kg, 2 fois/sem, 56 sem puis 2 à 3 fois/sem, 22 sem) ne montre pas d'effet cancérigène ; cependant, le faible taux de survie des animaux ne permet pas de conclure.

Effets sur la reproduction [11]

Chez le rat, une exposition prénatale à une dose ne provoquant pas de toxicité maternelle (100 ppm, 6 h/j, du 6^e au 20^e jour de gestation) entraîne une baisse légère mais significative du poids corporel fœtal, sans anomalie externe.

TOXICITÉ SUR L'HOMME

Toxicité suraiguë, aiguë [8 à 10, 14 à 16]

Les effets observés sont essentiellement liés aux propriétés irritantes et anoxiantes de ce gaz. Aux concentrations

supérieures à 1000 ppm, le décès survient de façon très rapide en quelques minutes. À partir de 500 ppm, une rapide perte de connaissance est suivie d'un coma parfois convulsif, accompagné de troubles respiratoires (dyspnée et cyanose), d'un œdème pulmonaire, de troubles du rythme cardiaque (brady- ou tachycardie, fibrillation) et de modifications tensionnelles (hypotension le plus souvent). Si l'exposition n'est pas interrompue, la mort survient rapidement.

Par contre, si le sujet peut être retiré de la zone polluée et correctement traité, la récupération est le plus souvent rapide mais peut être marquée par une encéphalopathie réversible et des séquelles neuropsychiques (trouble du comportement, amnésie, hallucinations...) ou respiratoires (fibrose).

Au cours de ces intoxications, on note une acidose métabolique intense.

Des formes plus discrètes se caractérisent, dès 100 ppm, par une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires se traduisant par une conjonctivite, une rhinite, une dyspnée, voire un œdème pulmonaire retardé. Ces manifestations peuvent s'accompagner de céphalée, nausée, salivorrhée et perte de connaissance brève.

Dans un cas, des effets oculaires ont été rapportés ; il s'agissait d'une kératite et d'un œdème papillaire avec hémorragie rétinienne, qui furent réversibles.

Toxicité subaiguë, chronique [8 à 10, 16 à 18]

Les signes observés ne sont pas spécifiques et intéressent divers organes, en particulier :

- le système nerveux : céphalée, fatigue, insomnie, perte de la libido, troubles de la mémoire, ataxie et mouvements choréo-athétosiques ;
- l'œil : quelques heures après le début d'une exposition à de faibles doses apparaissent une irritation oculaire, avec sensation de brûlure, un inconfort et une photophobie ; dans quelques cas, un œdème cornéen peut survenir se traduisant par un halo autour des objets ; ces signes régressent 24 à 72 heures après l'arrêt de l'exposition ;
- le système digestif, dont l'atteinte est caractérisée par nausée, anorexie, douleurs abdominales et éventuellement diarrhée.

Enfin l'exposition répétée au sulfure d'hydrogène peut être à l'origine de bronchites irritatives et d'une irritation cutanée qui entraîne souvent un érythème douloureux et prurigineux.

Chez les femmes exposées de façon chronique, le taux d'avortements spontanés serait un peu plus élevé que dans la population générale.

RÉGLEMENTATION

Rappel : les textes cités se rapportent essentiellement à la prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale. Les rubriques « Protection de la population » et « Protection de l'environnement » ne sont que très partiellement renseignées.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

1. Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-58 du Code du travail.
- Circulaire DRT n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

2. Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3. Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-54 du Code du travail.
- Décret 96-1010 modifié du 19 novembre 1996 (JO du 24 novembre 1996) relatif aux appareils destinés à être utilisés en atmosphère explosible.

4. Valeurs limites d'exposition professionnelle

- Circulaire du 12 janvier 1995 modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parues au JO).

5. Maladies de caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6. Classification et étiquetage

- a) du sulfure d'hydrogène *pur* :
- Le règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOUE L 353 du 31 décembre 2008), dit « Règlement CLP », introduit dans l'Union européenne le nouveau système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage du sulfure d'hydrogène harmonisés selon les deux systèmes (Directive 67/548/CEE et règlement) figurent dans l'annexe VI du règlement. La classification est :
- selon la directive 67/548/CEE ou l'arrêté du 4 août 2005 (JO du 11 août 2005) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 (JO du 8 mai 1994)

Extrêmement inflammable ; R 12
Très toxique ; R 26
Dangereux pour l'environnement ; N, R 50.

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008
Gaz inflammables catégorie 1 ; H 220
Gaz sous pression (note U)
Toxicité aiguë catégorie 2 ; H 330
Danger pour le milieu aquatique, danger aigu catégorie 1 ; H 400.

Se reporter aux étiquettes en début de la fiche toxicologique.

b) des *mélanges (préparations)* contenant du sulfure d'hydrogène :

- Arrêté du 9 novembre 2004 modifié (JO du 18 novembre 2004) transposant la directive 1999/45/CE
ou
– Règlement (CE) n° 1272/2008.

7. Entreprises extérieures

- Arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

PROTECTION DE LA POPULATION

- Article L. 5132-2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R1342-1 à 1342-12 du Code de la santé publique :
 - détention dans des conditions déterminées (art. R. 5132-66) ;
 - étiquetage (cf. 6) ;
 - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59).

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, imprimerie des Journaux officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1110 : substances et préparations très toxiques, fabrication industrielle.
- n° 1111 : substances et préparations très toxiques, emploi ou stockage.
- n° 1410 : fabrication de gaz inflammables
- n° 1411 : gazomètres et réservoirs renfermant des gaz inflammables.
- n° 1412 : gaz inflammables liquéfiés, stockage en réservoirs manufacturés.

TRANSPORT

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

1. Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation Intérieure) :

- ADR, RID, ADN, R : Sulfure d'hydrogène
N° ONU : 1053
Classe : 2

2. Transport par air

- IATA

3. Transport par mer

- IMDG

RECOMMANDATIONS

Le sulfure d'hydrogène est un gaz très toxique et très inflammable. Des mesures de prévention et de protection particulièrement strictes s'imposent lors de son utilisation et de toute opération au cours de laquelle il peut apparaître.

I. AU POINT DE VUE TECHNIQUE

Stockage

- Stocker les bouteilles de sulfure d'hydrogène à l'air libre ou dans des locaux frais, munis d'une ventilation efficace, à l'abri de l'humidité et de toute source d'ignition ou de chaleur (rayons solaires, flamme, étincelles...) et à l'écart

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

des produits incompatibles (oxygène, tout produit oxydant).

- Fermer et étiqueter soigneusement les récipients.
- Interdire de fumer.
- Mettre le matériel électrique, y compris l'éclairage, en conformité avec la réglementation en vigueur.
- Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisé le sulfure d'hydrogène. En outre :

- Instruire le personnel des risques graves d'intoxication, d'incendie et d'explosion présentés par le sulfure d'hydrogène, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident. Les procédures spéciales en cas d'accident feront l'objet d'exercices d'entraînement.
- Interdire l'accès des zones où existe un risque d'exposition aux personnes non autorisées.
- Effectuer en appareil clos ou sous hotte toute opération susceptible de dégager du sulfure d'hydrogène. Prévoir une aspiration du gaz à sa source d'émission, ainsi qu'une ventilation générale des locaux, tenant compte du fait que le gaz, plus lourd que l'air, se rassemble dans les parties basses.
- Prévoir également des appareils de protection respiratoire autonomes isolants pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel, et pour les interventions d'urgence.
- Contrôler en continu la teneur de l'atmosphère en sulfure d'hydrogène et donner l'alarme dès que la concentration dépasse le seuil compatible avec la sécurité du personnel (10 ppm dans un atelier). **Ne pas se fier à l'odeur, car le gaz provoque rapidement une anesthésie olfactive.** Si possible, maintenir la concentration à des valeurs notablement plus faibles que la valeur limite d'exposition pour assurer simultanément la salubrité du local et le confort des salariés.
- Éviter l'exposition de la peau et des yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants et des lunettes de sécurité.
- Pour la manipulation et l'utilisation des bouteilles contenant le sulfure d'hydrogène, se conformer aux instructions du fabricant.
- Soumettre les installations à un entretien préventif programmé, axé sur l'étanchéité. Ne jamais utiliser une flamme pour détecter les fuites.
- Ne jamais procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs ou tout autre endroit susceptible de contenir ou ayant contenu du sulfure d'hydrogène sans appliquer strictement les précautions d'usage [21].

■ Dès que l'alarme est donnée :

- évacuer la zone contaminée, où seuls pourront dès lors pénétrer des opérateurs entraînés, munis d'un équipement de protection ;
- supprimer toute source d'ignition potentielle ;
- colmater la fuite et ventiler ;
- réduire les vapeurs par pulvérisation d'un brouillard d'eau ;
- empêcher l'évacuation du produit vers un caniveau, un égout ou tout endroit où son accumulation pourrait être dangereuse ;
- si la fuite provient d'une bouteille et ne peut pas être stoppée, déplacer celle-ci à l'air libre et laisser disperser le produit dans l'atmosphère.

■ Éviter les rejets de sulfure d'hydrogène dans l'environnement.

■ Dans tous les cas, traiter les déchets, résidus ou bouteilles endommagées dans les conditions autorisées par la réglementation (incinération sous contrôle rigoureux ou évacuation vers un site spécialisé).

Autres activités

La plupart des mesures préconisées ci-dessus sont applicables aux opérations où le sulfure d'hydrogène peut apparaître de manière inattendue, en particulier lors des interventions en espace confiné. Ces opérations devraient être réalisées uniquement par du personnel bien informé, respectant scrupuleusement les mesures de prévention, notamment :

- la présence de deux travailleurs au moins sur le lieu de travail ;
- le maintien, à proximité immédiate, d'un appareil de protection respiratoire pour chaque opérateur ;
- l'utilisation d'un système de détection du gaz.

II. AU POINT DE VUE MÉDICAL

■ À l'embauchage, éviter d'exposer les personnes présentant des affections respiratoires, neurologiques ou oculaires chroniques.


■ Lors des examens ultérieurs, étudier ces diverses fonctions ; rechercher en particulier tout signe traduisant un effet irritant sur les muqueuses (oculaire et respiratoire) ou des troubles digestifs. En fonction des effets constatés, une radiographie pulmonaire ou des épreuves fonctionnelles respiratoires pourront être demandées.

■ En cas d'inhalation, faire évacuer immédiatement la victime de la zone polluée : les secouristes devront se mettre eux-mêmes à l'abri de tout risque d'intoxication (possibilité d'intoxications collectives mortelles) et d'explosion. Maintenir la victime au repos et en position latérale de sécurité si elle est inconsciente. Transférer en milieu hospitalier, par ambulance médicalisée, pour surveillance et traitement symptomatique.

■ En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau et consulter un ophtalmologiste.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hydrogen sulfide - Fiche n° 313. In : base de données de sécurité CHEMINFO. Hamilton, Centre Canadien d'hygiène et de sécurité (CCHS), 1994.
2. Fiche de données de sécurité n° 037 - Sulfure d'hydrogène. Paris : AIR liquide, 1990.
3. Kirk-Othmer - Encyclopedia of Chemical Technology 3^e ed. Vol. 22. New York : Wiley Interscience, 1983 : 114-122.
4. Encyclopédie des gaz - (AIR liquide. New York : Elsevier, 1976 : 933-940.
5. Matheson gas data book, 6^e ed. Secaucus : Matheson Gas Products, 1980 : 408-415.
6. Hydrogène sulfuré. Fiche 014. In : MétroPol, Métrologie des polluants. INRS, 2004 (<http://www.inrs.fr/metropol/>).
7. Hydrogen Sulfide. Method 1008. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 2006 (<http://www.osha.gov/dts/slc/methods/index.html>).
8. Beauchamp RO et al. - A critical review of the literature on hydrogen sulfide toxicity. *CRC Critical Reviews in Toxicology*. 1984, 13 (3) : 25-97.
9. NIOSH Criteria for a recommended standard. Occupational exposure to hydrogen sulfide. Cincinnati : DEHW (NIOSH) : 1977 : 349 p.
10. Environmental Health Criteria n° 19 - Hydrogen sulfide. Genève : OMS, 1983 : 49 p.
11. Sallenfelt AM, Bonnet P, De Caumont J - Effects of inhalation exposure to carbon disulfide and its combination with hydrogen sulfide on embryonal and fetal development. In rats. *Toxicology Letters*. 1989; 48 : 57-66.
12. Jappinen R, Terhunen R - Sulphide poisoning : blood sulphide concentration and changes in haem metabolism. *British Journal of Industrial Medicine*. 1990 ; 47 : 283-285.
13. Savolainen H - Mécanismes de la toxicité de l'hydrogène sulfuré. Communication présentée au VII^e Symposium International sur la santé au travail dans la production de fibres artificielles organiques. Cahiers de Notes Documentaires 1990 ; 139 : 453-455.
14. Schwander D - Œdème pulmonaire toxique après inhalation d'hydrogène sulfuré. *Cahiers d'Anesthésiologie*. 1972 ; 20 (7) : 785-792.
15. Lanson A et al. - Intoxication collective grave par l'hydrogène sulfuré dans une tannette. *Archives des Maladies Professionnelles*. 1963 ; 24 (6) : 550-553.
16. Ellenhorst MI, Barceloux DC - Medical Toxicology. Diagnosis and treatments of human poisoning. New York : Elsevier, 1998 : 836-840.
17. Glass DC - A review of the health effects of hydrogen sulphide exposure. *Annals of Occupational Hygiene*. 1990 ; 34 (3) : 323-327.
18. Jappinen R et al. - Exposure to hydrogen sulphide and respiratory function. *British Journal of Industrial Medicine*. 1990 ; 47 (2) : 824-828.
19. Hydrogen Sulfide. Method ID-143. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 2006 (<http://www.osha.gov/dts/slc/methods/index.html>).
20. Hydrogen sulfide. Method 6013. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4^e édition. NIOSH 1994 (<http://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
21. Cuves et réservoirs. Recommandation CNAM R.435. Paris : INRS, 2008.

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI		
Version :	3.0	PAGE 173/184	DIRECTION	
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté				

ANNEXE 4 : FICHE TECHNIQUE TYPE D'UN GEOTUBE



TenCate Geotube®
Fichier Technique

Données Techniques	Unit / Einheit / Unité	GT500D
Tissé haute résistance Polypropylène Noir		
Propriétés mécaniques		
[EN ISO 10319]		
Résistance à la traction, sens production	kN/m	70
Résistance à la traction CD, sens travers	kN/m	95
EN-ISO 10321		
Résistance aux coutures circ. minimale	kN/m	65
Propriétés Hydrauliques		
[EN ISO 11058] $\Delta h=50\text{mm}$		
Perméabilité normale au plan	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ m/s ltr/m ² /min	108 0,030 1800
[EN ISO 12956]		
Ouverture de filtration caractéristique O_{90}	μm	250
Durabilité		
[EN ISO 12224 et EN ISO 12226]		
Résistance aux UV après exposition à 150 MJ	%	>80

**) Les valeurs ci-dessous sont celles en vigueur à la date d'édition de la présente fiche et sont susceptibles d'être modifiés à tout moment. Vérifiez que vous disposez bien de la dernière version.

Les valeurs des propriétés mécaniques sont données avec un niveau de confiance de 95%

Geotube® est une marque déposée de TenCate Geosynthetics.
© Copyright TenCate Geosynthetics BV, April 2014.

Protective Fabrics
Space Composites
Aerospace Composites
Advanced Armour

Geosynthetics
Industrial Fabrics
Grass

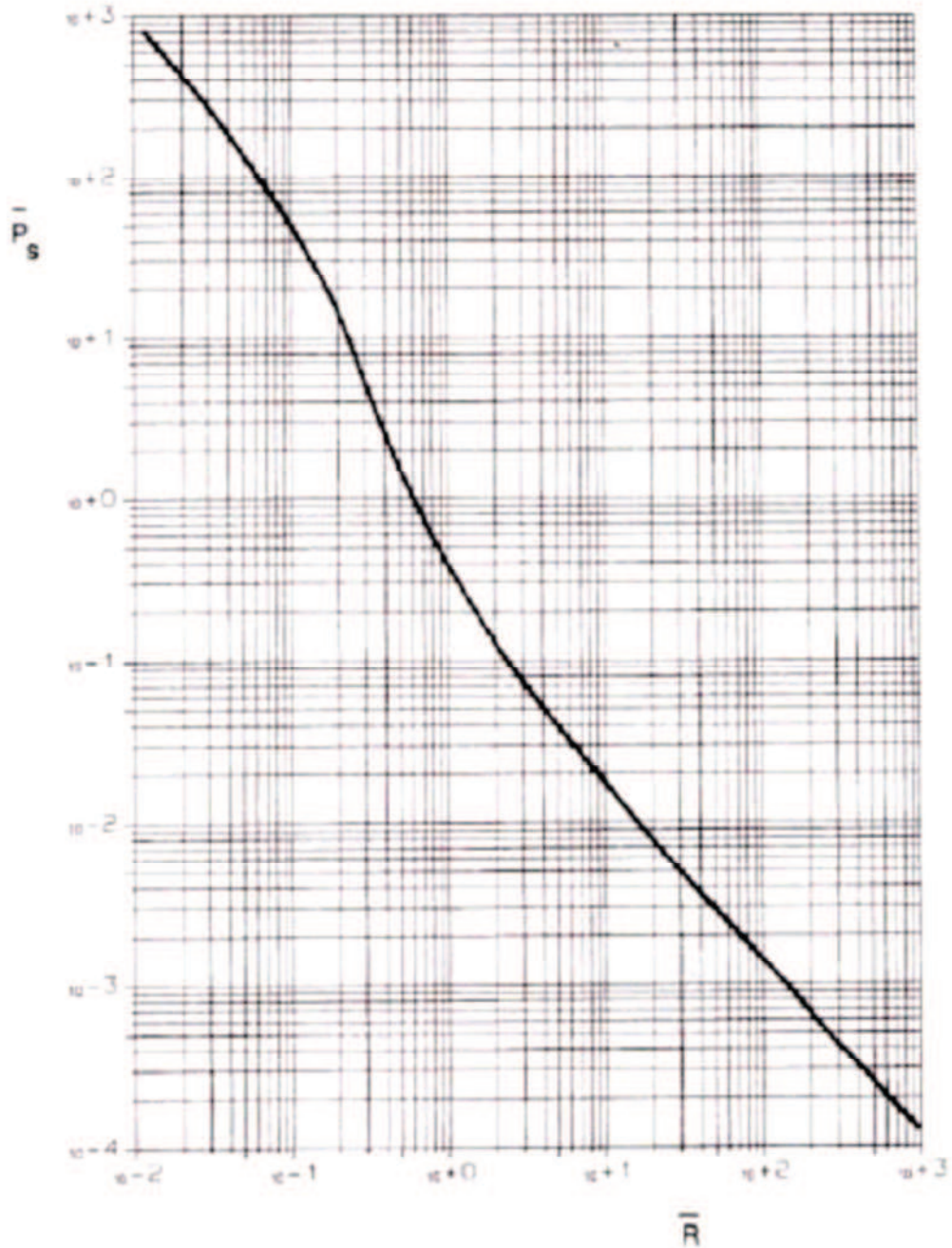


TenCate Geosynthetics Netherlands B.V.
Hoge Dijkje 2, 7442 AE NUVERDAL, The Netherlands
Tel. +31 (0)546 544 811 FAX +31 (0)546 544 490
geotube@tencate.com



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE - Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE**Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté****ANNEXE 5 : PRESSION REDUITE P' EN FONCTION DE LA DISTANCE REDUITE R' (ABAQUE DE BAKER)**



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted text block]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



[Redacted]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted]

[Redacted]

[Large redacted area]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

[Redacted text block]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text block with vertical list markers]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text block with vertical list markers]



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume II : Identification des risques et analyses de sûreté

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

