

Installation nucléaire de base ECRIN

Dossier de demande d'autorisation de
Mise en service

Pièce 1 Rapport de Sûreté



AREVA NC - Site de Malvési (11)

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE VOLUME I : DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	Date d'application :		
	Nom	Visa	
	Rédacteur : [REDACTED]		
	Expert (vérificateur) : [REDACTED]		
	Emetteur (validateur) : [REDACTED]		
	Approbation SMI : [REDACTED]		

DOCUMENT(S) DE REFERENCE :

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

DOCUMENT(S) D'APPLICATION :

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

NATURE(S) DES MODIFICATIONS :

Prise en compte du courrier ASN CODEP-DRC-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

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	11
1.1	Contexte.....	11
1.2	Historique administratif de l'installation	12
1.3	Consistance et périmètre de l'installation ECRIN.....	14
2	PRESENTATION DU SITE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	15
2.1	Caractéristiques de l'environnement du site.....	17
2.1.1	<i>Environnement humain, industriel et voies de communication</i>	<i>17</i>
2.1.2	<i>Environnement naturel</i>	<i>18</i>
2.1.3	<i>Risques naturels.....</i>	<i>27</i>
2.2	Etablissement AREVA de Malvési.....	30
2.2.1	<i>Activités de l'établissement</i>	<i>30</i>
2.2.2	<i>Voies de communication sur le site.....</i>	<i>32</i>
2.2.3	<i>Risques liés à la présence de l'ICPE</i>	<i>32</i>
2.3	Caractéristiques de l'environnement proche de l'installation	32
2.3.1	<i>Historique</i>	<i>32</i>
2.3.2	<i>Caractéristiques et implantation du massif</i>	<i>33</i>
2.3.3	<i>Caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrodynamiques des terrains.....</i>	<i>35</i>
2.3.4	<i>Caractéristiques hydrogéologiques</i>	<i>40</i>
2.3.5	<i>Caractéristiques sismiques</i>	<i>43</i>
3	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	47
3.1	Fonctions de l'installation.....	47
3.2	Nature et caractéristiques des déchets entreposés	47
3.2.1	<i>Caractéristiques physiques</i>	<i>48</i>
3.2.2	<i>Caractéristiques chimiques et radiologiques.....</i>	<i>50</i>
3.2.3	<i>Spectres enveloppes.....</i>	<i>54</i>
3.2.4	<i>Inventaire.....</i>	<i>56</i>
3.3	Périmètre de l'installation.....	56
3.4	Description de l'installation	57
3.4.1	<i>Capacité</i>	<i>57</i>
3.4.2	<i>Description du massif et des digues.....</i>	<i>58</i>
3.4.3	<i>Description de l'alvéole sur B2.....</i>	<i>59</i>
3.4.4	<i>Description de la couverture bitumineuse, du drainage des gaz et du réseau de collecte des eaux pluviales</i>	<i>61</i>
3.5	Dispositif de maîtrise de la circulation des eaux souterraines du site (confortement environnemental).....	65
3.6	Description des fonctions auxiliaires	69
3.7	Systèmes de communication et d'alarme.....	69
3.8	Description des systèmes de surveillance de l'installation.....	69

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.9 Interfaces de l'installation avec les autres installations du site	69
3.9.1 Réseaux divers	69
3.9.2 Installations de traitement des eaux	70
4 DESCRIPTION DES ACTIVITES MENEES SUR L'INSTALLATION	72
4.1 Organisation	72
4.2 Présentation des opérations mises en œuvre	72
5 GESTION DES EFFLUENTS ET DECHETS	74
5.1 Gestion des eaux	74
5.1.1 Gestion des eaux pluviales de ruissellement	74
5.1.2 Gestion des eaux souterraines collectées en périphérie du massif	76
5.2 Effluents gazeux	77
5.3 Déchets	77
6 SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION	78
6.1 Air	78
6.2 Eaux, sol et sédiments, faune et flore	80
6.2.1 Eaux superficielles	80
6.2.2 Eaux souterraines	80
6.2.3 Sol, sédiments, faune et flore	81
6.3 Surveillance écologique du milieu récepteur	81
7 DESCRIPTION DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE L'INSTALLATION	83
7.1 Organisation des travaux et du chantier	83
7.1.1 Règles générales	83
7.1.2 Utilités et auxiliaires	83
7.1.3 Moyens de surveillance des travaux	83
7.1.4 Gestion des déchets	84
7.2 Travaux de création de l'alvéole au sud de B2	84
7.2.1 Phasage des travaux	84
7.2.2 Situation des infrastructures utilisées et créées	84
7.2.3 Terrassements liés à la création de l'alvéole	86
7.2.4 Drainage sous-étanchéité	88
7.2.5 Complexe d'étanchéité / drainage de l'alvéole	88
7.2.6 Piste périphérique et rampe d'accès à l'alvéole	88
7.2.7 Instrumentation de l'alvéole vis-à-vis des risques géotechniques	88
7.2.8 Remplissage et fermeture de l'alvéole	89
7.3 Travaux de mise en place de la couverture bitumineuse	91
7.3.1 Phasage des travaux	91
7.3.2 Situation des infrastructures utilisées et créées	92
7.3.3 Remodelage des bassins B1/B2	92

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

7.3.4 Réglage des bassins B1/B2	93
7.3.5 Collecte des eaux de ruissellement.....	93
7.3.6 Mise en place de la couverture bitumineuse	96
8 PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE	99
8.1 REX des incidents interne au site.....	99
8.2 REX dans le monde sur des installations similaires.....	100
8.2.1 REX des incidents sur des installations similaires	100
8.2.2 REX sur la création d'alvéoles	103
8.2.3 REX sur la mise en place de couvertures bitumineuses.....	104
8.3 REX relatif aux digues et à leurs renforcements	107
8.3.1 Effacement de la digue est au droit du bassin B2 en 2004 : chronologie des faits	107
8.3.2 Conséquences de l'effacement de la digue et mesures conservatoires.....	107
8.3.3 Analyse des causes.....	108
8.3.4 Modifications effectuées suite à l'incident.....	108
8.3.5 Surveillance des digues.....	109
8.4 REX sur le fonctionnement du confortement environnemental	109
8.5 Radioprotection.....	112
8.5.1 Cartographie radiométrique de la zone des bassins.....	112
8.5.2 Surveillance radiologique de la zone.....	112
9 MESURES PRISES EN VUE DE LA REPRISE DES DECHETS / DEMANTELEMENT	114
10 LISTE DES REFERENCES.....	115
11 ANNEXES.....	117
Annexe 1 : périmètre de l'installation.....	119
Annexe 2 : Données sur la géologie structurale régionale et locale	121
Annexe 3 : Données sur le fonctionnement hydrogéologique après réalisation des travaux de confortement environnemental	126
Annexe 4 : Surveillance des digues - Implantation type des bornes topographiques, des piézomètres et des inclinomètres.....	133
.....	136
Annexe 6 : Inventaire radiologique des bassins B1/B2 du site de Malvés (fiche de l'inventaire National ANDRA)..	139

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Liste des tableaux

Tableau 1 : Hauteurs de précipitation en fonction de la durée des épisodes pluvieux avec intervalle de confiance à 70 %	18
Tableau 2 : Hauteurs d'eau atteintes en cas de crue millénale de l'Aude.....	28
.....	32
Tableau 4 : Caractéristiques géotechniques des résidus et stériles miniers.....	37
Tableau 5 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des stériles miniers.....	37
Tableau 6 : Caractéristiques géotechniques des alluvions.....	38
Tableau 7 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des alluvions	38
Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques des marnes argileuses et sableuses	39
Tableau 9 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des marnes argileuses ou sableuses	39
Tableau 10 : Valeurs des mouvements sismiques associés aux spectres SMS aux amortissements de 2 %, 5 %, 7 %, 10 %, 20 % et 30 %. Composante horizontale, avec prise en compte des coefficients de sol.....	45
Tableau 11 : Volumes des différentes familles de matériaux entreposés	48
Tableau 12 : Caractéristiques des matériaux de couverture de B1/B2	48
Tableau 13 : Caractéristiques du mélange sols + boues de B1/B2	49
Tableau 14 : Caractéristiques du mélange sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2).....	49
Tableau 15 : Caractéristiques physico-chimiques des boues de B1/B2	49
Tableau 16 : Caractéristiques radiologiques des matériaux de reprofilage de B1/B2	50
Tableau 17 : Substances chimiques contenues dans les matériaux de couverture de B1/B2	50
Tableau 18 : Caractéristiques radiologiques des matériaux de couverture de B1/B2	50
Tableau 19 : Substances chimiques contenues dans les mélanges sols + boues de B1/B2	51
Tableau 20 : Caractéristiques radiologiques des mélanges sols + boues de B1/B2.....	51
Tableau 21 : Substances chimiques contenues dans les boues de B1/B2.....	51
Tableau 22 : Caractéristiques radiologiques des boues de B1/B2	52
Tableau 23 : Substances chimiques contenues dans les boues issues des bassins de décantation B5 et B6 avant déshydratation	52
Tableau 24 : Caractéristiques radiologiques des « boues » issues de B5 et B6 avant déshydratation.....	52
Tableau 25 : Caractéristiques radiologiques des « boues déshydratées » issues des bassins de décantation B5 et B6 (après déshydratation)	53
Tableau 26 : Substances chimiques contenues dans les mélanges sol + boues + résidus et stériles miniers (est de B2).....	53
Tableau 27 : Caractéristiques radiologiques des mélanges sol + boues + résidus et stériles miniers (est de B2).....	53
.....	55
.....	55



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

Tableau 30 : Caractéristiques géométriques des digues	59
Tableau 31 : Types de matériaux à excaver, épaisseur moyenne, volumes et tonnages	86
Tableau 32 : Bilan des matériaux pour la création de l'alvéole et de la couverture bitumineuse de B1/B287	
Tableau 33 : Bassins versants et fossés collecteurs des bassins B1/B2	94
Tableau 34 : Accidents et incidents survenus internes au site (période 1959-2009)	99
Tableau 35 : Accidents et incidents survenus sur des bassins en France et à l'étranger	102
.....	110

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du site de Malvési	15
Figure 2 : Environnement proche du site de Malvési.....	16
Figure 3 : Rose des vents à la station de Jonquière - Années 2009 à 2011 (<i>Source : Météo France</i>).....	19
Figure 4 : Carte piézométrique globale de la nappe des alluvions en septembre 2013.....	22
Figure 5 : Localisation des points de captage à proximité du site.....	24
Figure 6 : Réseau hydrographique autour du site	26
Figure 7 : Carte de zonage du PPRI autour du site.....	27
Figure 8 : Carte d'aléa sismique à proximité du site.....	29
Figure 9 : Délimitation des zones à risque de feu de forêt à proximité du site.....	30
Figure 10 : Schéma général de la conversion de l'uranium.....	31
Figure 11 : Situation du massif de stériles et résidus miniers lors de l'implantation de la SRU.....	33
Figure 12 : Plan de situation du massif	34
Figure 13 : Coupe nord-sud du massif et de ses environs	36
Figure 14 : Carte piézométrique de la nappe des alluvions en septembre 2013 (à la suite des travaux de maîtrise de la circulation des eaux souterraines réalisés en 2012).	41
Figure 15 : Schéma de fonctionnement des nappes perchée et alluviale au droit de l'installation ECRIN avant la pose de la couverture bitumineuse.....	43
Figure 16 : Etude de sensibilité sur le paramètre Vs30 (250 m/s) dans le cadre de l'évaluation de l'aléa sismique sur le site de l'INB ECRIN (site de Malvési).	44
Figure 17 : Spectres de réponse élastique du SMS aux amortissements 2 %, 5 %, 7 %, 10 %, 20 % et 30 %.....	45
Figure 18 : Périmètre de l'INB ECRIN.....	57
Figure 19 : Photo réalisée pendant la phase de test industriel de filtration en géotube (à gauche un géotube recouvert du géotextile).....	60
Figure 20 : Vue schématique de l'agencement des geotubes dans l'alvéole d'entreposage	60
Figure 21 : Coupe schématique du dispositif d'étanchéité/drainage de l'alvéole	61
Figure 22 : Schéma type de la structure d'une membrane bitumineuse	62
Figure 23 : Schéma de principe d'une tranchée drainante	63
Figure 24 : Schéma de principe des événements (raccordement et étanchéité de tête)	63
Figure 25 : Schéma de principe du réseau de drainage des gaz (tranchées drainantes et événements).....	64
Figure 26 : Localisation des ouvrages implantés dans le cadre des travaux de confortement environnemental	66
Figure 27 : Gestion des eaux captée par le dispositif de confortement environnemental	67
[REDACTED]	71
[REDACTED]	71
[REDACTED]	75

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Figure 31 : Schéma de principe de collecte des eaux souterraines au droit de l'entreposage (après travaux de couverture bitumineuse de l'installation ECRIN).....	76
.....	78
.....	79
.....	85
Figure 35 : Plan de localisation de l'emprise des terrassements.....	86
Figure 36 : Implantation schématique de l'instrumentation de l'alvéole.....	89
Figure 37 : Illustration du type de drague utilisée.....	90
Figure 38 : Vue réalisée lors des essais industriels de filtration en géotubes pour déshydrater les boues.....	90
Figure 39 : Schéma de principe du fonctionnement des géotubes.....	91
Figure 40 : Fossés collecteurs 1 (pointillés bleus), 2 (pointillés rouges) et 3 (en vert).....	94
Figure 41 : Détail des collecteurs 1, 2 et 3.....	95
Figure 42 : Séparateur de flux.....	96
Figure 43 : Schéma de principe de mise en place de la couverture des bassins B1/B2.....	97
Figure 44 : Pose d'une bande de membrane bitumineuse en parallèle à son soudage.....	97
.....	103
Figure 46 : Remodelage de déchets et mise en œuvre d'une couverture sur un ancien centre d'enfouissement technique.....	103
Figure 47 : Excavations de boues de procédé pour création d'une alvéole de stockage (industrie papetière).....	104
Figure 48 : Schéma descriptif de la membrane – posée sur le Centre Manche, avec le film anti perforation dessus - épaisseur de 5,6 mm pour la NTP4.....	104
Figure 49 : Pose de la membrane bitumineuse sur le centre de stockage de la Manche en 1996.....	105
Figure 50 : Ouverture du teruil de Wattrelos, géomembrane bitumineuse.....	106
.....	111
.....	112
Figure 53 : Localisation du site de Malvési sur la carte géologique à 1/250 000 (feuille n°38 – Montpellier), avec position des principales structures géologiques connues régionalement.....	121
Figure 54 : Coupe géologique depuis les Corbières orientales jusqu'au massif de la Cape (d'après Gorini et al., 1991).....	122
Figure 55 : Localisation des profils sismiques (pointillés rouges) et forages profonds (points bleus).....	123
Figure 56 : Interprétation du profil sismique SHR1 (Nord-Sud).....	124
Figure 57 : Interprétation du profil sismique SHR2 (Ouest-Est).....	124
Figure 58 : Coupe interprétative des données sismiques et de forage.....	125
.....	127
.....	128



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

	130
	131

Liste des abréviations

AEP	Alimentation en Eau Potable
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
APA	Appareil de Prélèvement Atmosphérique
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
BEP	Bassin d'Eaux Pluviales
BR	Bassin de Régulation (ancienne mine de soufre)
CFG	Comité Français des Géosynthétiques
CI	Chef d'Installation
DED	Débit d'Equivalent de Dose
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ECRIN	Entreposage Confiné de Résidus Issus de la conversion
EPI	Equipement de Protection Individuel
GPU	Groupe Permanent d'experts Usine (auprès de l'ASN)
GPS	Global Positioning System
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INB	Installation Nucléaire de Base
NGF	Niveau Général de la France
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PNGMDR	Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs
PPRI	Plan de Prévention des Risques d'Inondation
RD	Route Départementale
REX	Retour d'Expérience
RGE	Règles Générales d'Exploitation
RN	Route Nationale
RS	Rapport de Sûreté
SMHV	Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable
SMS	Séisme Majoré de Sûreté
UNGG	Uranium Naturel Graphite Gaz
URT	URanium de Traitement (Uranium issu du traitement des combustibles usés)
UV	Ultra-Violet
ZNIEFF	Zone Nationale d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI	
Version : 3.0	PAGE 11/139	DIRECTION	
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation			

1 INTRODUCTION

Le présent document « Rapport de Sûreté » correspond au 7° de l'article 8-I du 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 [1]).

Les objectifs de ce présent Rapport de Sûreté (RS) sont :

- de présenter et situer l'installation ECRIN (Entreposage Confiné de Résidus Issus de la conversion) dans son environnement (volume 1),
- de décrire l'installation et son exploitation (volume 1),
- de préciser la gestion des effluents et déchets (volume 1),
- de présenter les travaux d'aménagement de l'installation (volume 1),
- d'apporter des informations sur le retour d'expérience de l'installation et d'autres installations similaires (volume 1),
- concernant les parties exploitation et aménagement de l'installation, de recenser les risques potentiels générés et d'en présenter leur analyse de sûreté (volume 2),
- de présenter l'étude des accidents enveloppes retenus, leurs conséquences ainsi que l'organisation prévue dans le cadre du Plan d'Urgence Interne (PUI) afin de combattre les effets d'un éventuel sinistre (volume 2).
- de répondre (volumes 1 et 2) :
 - aux différents engagements (n°3 à 11 et n°18) pris par l'exploitant en préparatoire à la réunion du Groupe Permanent Usine [REDACTED],
 - à la recommandation émise par le Groupe Permanent Usine (GPU) (cf. référence [3]).

1.1 Contexte

La société AREVA NC exploite, sur le territoire de la commune de Narbonne, au lieu-dit « Malvézy », un établissement industriel situé route de Moussan. Au sein de cet établissement, la société réceptionne de l'uranium naturel sous forme de concentrés provenant des mines et met en œuvre la première étape de conversion de ces concentrés uranifères en procédant à leur purification et à leur transformation en tétrafluorure d'uranium (UF₄). A ce titre, l'établissement de Malvézi constitue l'unique point d'entrée de l'uranium naturel en France et opère la 1^{ère} étape nécessaire au cycle du combustible nucléaire. Le tétrafluorure d'uranium issu de l'exploitation des installations industrielles de Malvézi est ensuite acheminé vers l'usine AREVA Tricastin à Pierrelatte (anciennement COMURHEX Pierrelatte) pour y être transformé en hexafluorure d'uranium (UF₆).

Ouvert en 1959, l'activité principale de l'établissement a porté jusqu'en 1964 sur la transformation de concentrés miniers uranifères en uranium métal nécessaire à la fabrication de combustibles pour les réacteurs de la filière Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG). A partir de cette date, l'établissement produit en parallèle à cette activité du tétrafluorure d'uranium (UF₄) pour les besoins des usines d'enrichissement de l'uranium. La production d'uranium métal s'est arrêtée définitivement en 1991. De 1960 et à 1983, l'établissement a également transformé des matières uranifères issues du traitement (URT) des combustibles usés de type UNGG.

Les effluents générés par le procédé de conversion sont neutralisés à la chaux, décantés dans des bassins dits de décantation pour séparer les matières en suspension. Les effluents liquides, clarifiés par la décantation, sont ensuite concentrés par évaporation naturelle dans des bassins d'évaporation.

En fonction des diverses périodes d'activité, les caractéristiques des effluents ont varié en termes de volumes et de concentrations chimiques ou radiologiques (concentration en uranium, présence de

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI			
Version :	3.0	PAGE 12/139			DIRECTION
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE					
Volume I : Description de l'installation					

produits de filiation des isotopes de l'uranium d'origine naturelle, présence de transuraniens et de produits de fission lors des campagnes de conversion d'URT, ...).

Les cinq bassins de décantation utilisés par les installations industrielles de Malvési : B1, B2, B3, B5 et B6 (B4 n'existant plus depuis son inclusion dans B5) et contenant des résidus solides du procédé, sont situés sur un massif culminant entre les cotes +15 et +21 m NGF qui est constitué essentiellement de stériles et de résidus miniers issus d'une ancienne mine de soufre. Cette mine de soufre, exploitée par la Société Languedocienne de Recherches et d'Exploitation Minières (SLREM), était située à l'emplacement de l'actuel bassin de régulation (BR) à l'ouest du site. Les bassins d'évaporation (B7 à B12) sont implantés dans la zone est du site.

En mars 2004, un glissement de la digue Est des bassins B1 et B2, utilisés jusqu'alors comme bassins de décantation, a conduit à la suspension de leur utilisation par arrêté préfectoral. A partir de cette date, les opérations de décantation ont été réalisées dans les bassins B5 et B6. Les boues de décantation épandues lors de l'accident ont été entreposées dans des alvéoles provisoires, puis remises sur les bassins B1 et B2 après la reconstruction de la digue en 2006-2007.

A la suite de cet effacement de la digue du bassin B2, des études complémentaires sur la stabilité des digues ont été menées et ont conduit en 2007 à la réalisation de travaux complémentaires de confortement géotechnique de l'ensemble du périmètre des digues.

AREVA Malvési a lancé ensuite un programme d'études visant à mieux connaître le fonctionnement hydrogéologique du massif sur lequel sont implantés les bassins de décantation et son interaction avec les eaux souterraines, mais également à rechercher des solutions en vue de limiter l'impact de cet ensemble sur son environnement. Ce programme destiné notamment à la protection des eaux souterraines a conduit à réaliser en 2012-2013 des travaux de confortement environnemental.

Les études menées en 2009 et 2010 avaient également pour objectifs de mieux caractériser les déchets entreposés dans les bassins B1/B2, de façon à fiabiliser leur inventaire.

1.2 Historique administratif de l'installation

L'activité de l'établissement de Malvési, qui relève de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), est régie par le dernier arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter en vigueur.

Les bassins B1/B2 étaient autorisés, par l'arrêté préfectoral n°2008-11-4856 du 30 juillet 2008, au titre de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE « entreposage de résidus solides de minerai d'uranium ou de leurs produits de traitement », sous le régime de l'autorisation.

Suite au passage pour ces bassins d'une fonction de décantation à une fonction d'entreposage de déchets solides, la société COMURHEX a informé les autorités que le changement de destination conduisait à une modification du régime administratif pour passer du régime d'ICPE au régime d'INB.

En effet, sur la base de l'inventaire du contenu des bassins de B1/B2, l'application de l'article 2-2° du décret n° 2007-830 du 11 mai 2007 (cf. référence [5]) conduit à une valeur du coefficient Q calculée supérieure à 10^9 [REDACTED].

La société COMURHEX a confirmé aux autorités le changement définitif de destination de ces bassins, conduisant à une modification du régime administratif, et s'est engagée, par courrier du 9 juillet 2009 [REDACTED], à fournir à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) un dossier de demande d'autorisation de création d'INB pour les bassins B1/B2 avant la fin de l'année 2010.

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI		
Version :	3.0	DIRECTION		
	PAGE 13/139			
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation				

Cet engagement a été acté par l'ASN dans sa décision n°2009-DC-0170 du 22 décembre 2009 (cf. référence [7]) qui précise notamment que :

« Le collège de l'Autorité de Sûreté Nucléaire,

Considérant que les bassins B1 et B2 exploités par la société COMURHEX à Malvésî sous le régime des installations classées pour la protection de l'environnement relèvent du régime des installations nucléaires de base ; décide :

Article 1er

La société COMURHEX dépose, avant le 31 décembre 2010, un dossier de demande d'autorisation de création d'une installation nucléaire de base tel que prévu par les articles 7 à 11 du décret du 2 novembre 2007 susvisé. Ce dossier couvre les bassins B1 et B2. Il justifie notamment, au regard des dispositions de l'article 16 du décret du 2 novembre 2007, le périmètre proposé pour l'installation nucléaire de base.

Article 2

A compter de la date de publication de la présente décision, les bassins B1 et B2 sont soumis au contrôle de l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Ils sont soumis aux prescriptions fixées par l'arrêté préfectoral du 30 juillet 2008 qui leur sont applicables.

Pour l'application de l'alinéa précédent, l'Autorité préfectorale est remplacée par l'Autorité de sûreté nucléaire ».

Par courrier du 1er mars 2010 [REDACTED], conformément à l'article 6 du décret du 2 novembre 2007, la société COMURHEX a transmis à l'ASN un dossier présentant les options de sûreté retenues pour l'installation constituée par les bassins d'entreposage B1/B2 du site de Malvésî.

Conformément à l'article 1er de la décision n° 2009-DC-0170 du 22 décembre 2009 (cf. référence [7]), COMURHEX a transmis le 23 décembre 2010, aux ministres chargés de la sûreté nucléaire à l'attention de la Mission Sûreté Nucléaire et Radioprotection (MSNR) [REDACTED] et à l'ASN [REDACTED] le dossier de demande d'autorisation de création de l'INB ECRIN.

La MSNR a accusé réception du dossier par courrier DGPR/SRT/MSNR/SS/2011-012 du 22 novembre 2011 (cf. référence [11]), en indiquant que la stratégie de réalisation de travaux sur l'installation et de mise en œuvre du dispositif de confortement environnemental nécessitait de procéder à une mise à jour de ce dossier de demande d'autorisation de création de l'INB ECRIN.

La mise à jour du dossier de demande d'autorisation de création a été déposée par COMURHEX le 13 janvier 2012 et la MSNR en a accusé réception par courrier DGPR/SRT/MSNR/FD/2012-017 du 21 février 2012.

Parallèlement, dans le cadre du processus de simplification de l'organisation du groupe AREVA et en vue de procéder à la fusion absorption de la société COMURHEX au sein de sa maison-mère AREVA NC, une demande de changement d'exploitant concernant l'installation ECRIN a été déposée le 20 juillet 2012.

Par courrier DGPR/SRT/MSNR/FD/2012-078 du 8 août 2012 (cf. référence [12]), la MSNR a considéré que le dossier déposé le 13 janvier 2012 était recevable, moyennant une consolidation sur certains points techniques, et que la demande d'autorisation de création et la demande de changement d'exploitant constituaient une seule et même demande d'autorisation au nom d'AREVA NC.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Le transfert vers AREVA NC des prescriptions techniques relatives aux bassins B1 et B2 a fait l'objet de la décision de l'autorité de sûreté nucléaire n°2013-DC-0354 du 18 juin 2013 (cf. référence [13]).

Réuni en séance le 19 juin 2013, le groupe permanent d'experts « Usines » a rendu un avis favorable (cf. référence [3]) à la demande, après avoir examiné le rapport d'évaluation n°2013-00011 de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) (cf. référence [15]) e

La fin de l'instruction technique est marqué par la lettre de suite CODEP-DRC-2013-040476 du 19 septembre 2013 de l'Autorité de sûreté nucléaire (cf. référence [4]).

L'enquête publique relative à la demande a eu lieu du 21 novembre au 30 décembre 2013, et s'est conclu par un avis favorable de la commission d'enquête (cf. référence [14]).

Le décret du 20 juillet 2015 (cf. référence [16]) autorisant AREVA NC à créer et exploiter une installation nucléaire de base dénommée ECRIN sur le site de Malvési, commune de Narbonne (Aude) a été publié au Journal Officiel de la République Française en date du 22 juillet 2015.

1.3 Consistance et périmètre de l'installation ECRIN

L'installation a pour objet l'entreposage des déchets radioactifs que sont les résidus solides du procédé de conversion contenus à l'intérieur des digues des anciens bassins de décantation B1/B2.

Implantée sur le massif de stériles miniers et résidus de traitement issus de l'exploitation d'une ancienne mine de soufre, elle est constituée :

- des anciens bassins de décantation dits B1 et B2,
- de trois digues en bordure nord, est et ouest de l'installation,
- de l'alvéole d'entreposage située sur B2,
- d'une couverture bitumineuse recouvrant l'installation.

Le périmètre de l'INB est dessiné autour des bassins B1/B2 et son tracé est caractérisé par :

- le pied des digues nord de B1,
- le pied des digues est et ouest de B1/B2,
- la bordure sud du bassin B2, sur la piste séparant B2 et B3.

Son périmètre, tel qu'annexé au décret, figure en Annexe 1.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2 PRESENTATION DU SITE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Le site AREVA NC de Malvési (ex-COMURHEX) est situé sur la commune de Narbonne (Aude), à 3 kilomètres de la limite nord de la zone urbanisée, au lieu-dit « Malvési ou Malvézy ».

Il occupe une superficie approximative de 100 ha. La surface construite couvre 2,2 ha en partie nord du site. Les bassins de décantation et d'évaporation d'une surface totale de 25 ha sont implantés au sud et à l'est du site.

Le plan ci-après présente la localisation du site.

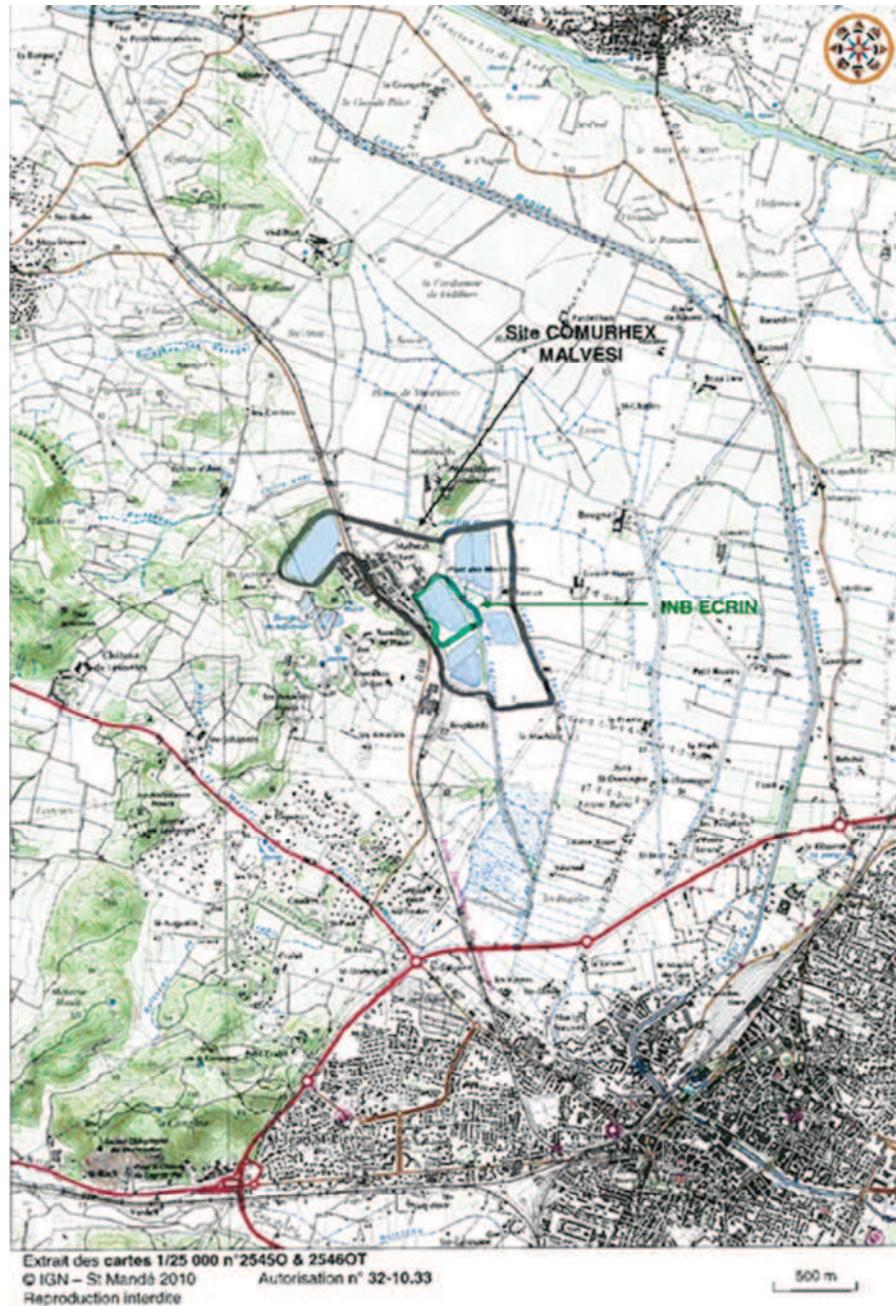


Figure 1 : Localisation du site de Malvési

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Autour du site de Malvési se trouvent principalement une zone à vocation agricole et la plaine de la Livière, qui est un espace marécageux servant de zone d'expansion des crues.

En outre, plusieurs sociétés sont implantées à proximité :

- à l'ouest, la Société Languedocienne Micron-Couleurs (SLMC) qui fabriquait des pigments pour colorants industriels. Cette installation a cessé toute activité industrielle depuis le 1er juillet 2008 et a été transférée à RETIA (filiale du groupe Total) pour assurer le plan de gestion de fin d'activité,
- au sud-ouest :
 - Blanc Transports Véhicules (BTV) (transport routier),
 - G. BERTRAND ex-GSE (conditionnement de vins),
 - ARTERRIS ex-AUDECOOP (coopérative agricole).

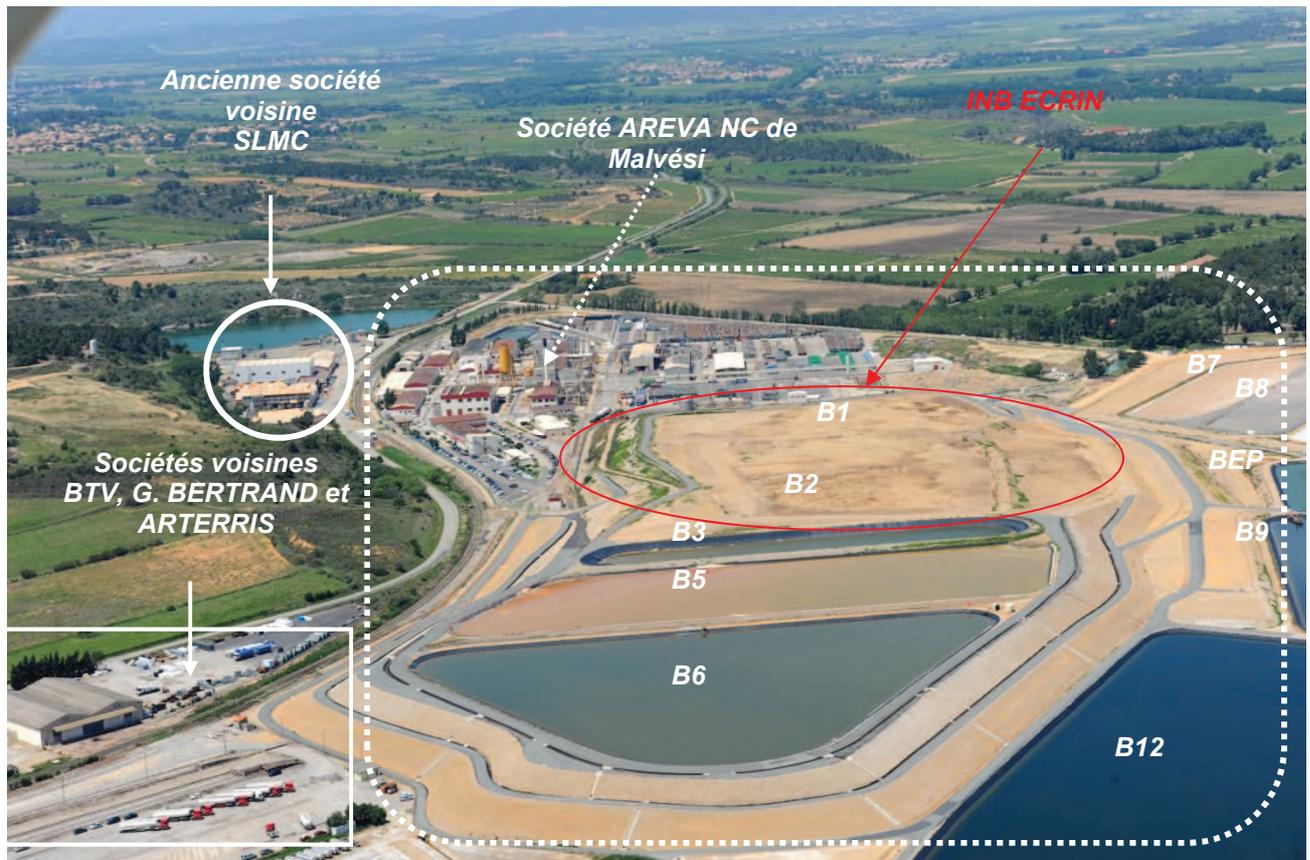


Figure 2 : Environnement proche du site de Malvési

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.1 Caractéristiques de l'environnement du site

Les caractéristiques détaillées de l'environnement du site de Malvési sont présentées dans l'étude d'impact de l'installation nucléaire de base ECRIN (cf. référence [17]).

Seules les données présentant un intérêt en termes d'analyse des risques sont rappelées ici.

2.1.1 Environnement humain, industriel et voies de communication

2.1.1.1 Voie routière externe

Le site de Malvési est en bordure est de la route départementale n°169, reliant Narbonne à Moussan.

Environ 2 000 véhicules circulent par jour sur cette route, à une vitesse limitée à 70 km/h. Au niveau de l'entrée du site, la vitesse est limitée à 50 km/h.

Les seuls transports réguliers de matières dangereuses, externes au site, sont les transports d'ammonitrates en partance de la société ARTERRIS. Ces véhicules n'empruntent pas le tronçon de la RD 169 longeant le site.

Les autres axes routiers principaux, situés à proximité de l'installation sont :

- la route départementale RD607 reliant Narbonne à Marcorignan, à 1,5 km au sud-ouest du site,
- la route départementale RD13 reliant Narbonne à Cuxac-d'Aude, à 2,5 km à l'ouest du site,
- la route départementale RD6009 puis RD6113 (ancienne route nationale RN9 puis RN113), passant par Narbonne et reliant Montpellier à Toulouse à 3,5 km au sud-est et à 4 km au sud-ouest du site.

2.1.1.2 Voie ferrée externe

La voie ferrée reliant Narbonne à la commune de Bize passe en bordure du site et longe les bassins de décantation. Cette voie est à faible rayon de courbure et dépourvue d'aiguillage, à l'exception de l'embranchement desservant le site. La vitesse des trains au niveau de l'embranchement est limitée à 10 km/h.

Hormis les produits destinés à l'activité d'AREVA NC, cette voie ferroviaire n'est pas utilisée pour le transport de matières dangereuses.

La voie ferrée reliant Montpellier à Toulouse et traversant Narbonne est située à environ 3 km au sud-est et à 3,5 km à l'ouest du site.

2.1.1.3 Voie aérienne

Le site est situé à :

- 6 km au nord-ouest de l'aérodrome de la commune de Narbonne,
- 23 km à l'est de l'aérodrome de Lézignan Corbières « Air Occitanie »,
- 50 km au sud-ouest de l'aéroport de Béziers-Vias,
- 67 km à l'est de l'aéroport de Carcassonne Salvaza.

2.1.1.4 Réseau de gaz naturel



2.1.2 Environnement naturel

2.1.2.1 Données climatologiques

La station météorologique Météo France de Narbonne-Jonquière est située à environ 7 km au sud-ouest de l'installation.

Les principales caractéristiques climatiques locales, provenant de cette station, sont les suivantes :

- climat : de type méditerranéen,
- conditions d'ensoleillement : environ 3 200 h de soleil par an,
- pluviométrie : de faibles précipitations (guère plus de 80 jours de pluie par an). Les quantités annuelles de pluie font figurer cette région parmi les plus sèches de France avec une hauteur de précipitations en moyenne de 628,5 mm par an sur la période 2009-2011, contre une pluviométrie nationale moyenne d'environ 900 mm par an,
- orientation des vents dominants : nord-ouest et nord-est. Ce vent, dénommé le Cers, s'apparente à la Tramontane,
- conditions climatiques particulières : le brouillard et la présence de neige sont rares.

2.1.2.1.1 Pluviométrie

Météo France a établi des statistiques sur le nombre de jours de pluie moyen en fonction des hauteurs de précipitations sur la période 1998 à 2011. Les résultats sur la station de Jonquière sont les suivants :

- 60 jours de pluie sur une année, pour des hauteurs de précipitation comprises entre 1 mm et 10 mm,
- 17 jours de pluie avec une hauteur de précipitation supérieure à 10 mm.

Le faible nombre de jours de pluie annuel est caractéristique d'un climat de type méditerranéen.

Sur cette même période d'étude, les hauteurs moyennes de précipitations mensuelles varient de 16,4 mm à 92,6 mm. Ainsi, la hauteur moyenne annuelle des précipitations sur la période 1989 à 2011 se situe à 655,7 mm, avec des maxima en automne et des minima en été.

Le tableau ci-après indique les hauteurs de précipitations estimées pour une période de retour centennale, en fonction de la durée des épisodes pluvieux (Source Météo France, de Narbonne-Jonquière période 1989 à 2008).

Période de retour centennale	Hauteur estimée (mm) en fonction de la durée avec intervalle de confiance à 70 %							
	6 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Moy <i>(min/max)</i>	21,6 (15,1/28,2)	27,4 (23,6/31,2)	42,7 (34,5/50,8)	66,2 (48,6/83,9)	65,7 (61,7/69,7)	101,2 (85,8/116,6)	119,0 (112,7/125,3)	229,1 (163,3/294,9)

Tableau 1 : Hauteurs de précipitation en fonction de la durée des épisodes pluvieux avec intervalle de confiance à 70 %

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.1.2.1.2 Température

Le climat de type méditerranéen est caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers doux. En moyenne annuelle, le nombre de jours de gel est négligeable.

Au cours de la période de 1998 à 2011, il y a eu en moyenne annuelle :

- 96 jours par an durant lesquels la température a dépassé 25°C,
- 30 jours par an durant lesquels la température a dépassé 30°C,
- 11 jours par an durant lesquels la température a été inférieure à 0°C.

Sur cette même période d'étude, la température moyenne annuelle est de 15,1°C.

Les records de températures observés lors des dix dernières années ont été atteints le 12 août 2003 avec 39,8°C (température maximale) et le 16 décembre 2001 avec -6°C (température minimale).

2.1.2.1.3 Régime des vents

Entre 1989 et 2011, Météo France a dénombré en moyenne :

- 5 jours par an durant lequel la vitesse des vents a dépassé 100 km/h (28 m/s) ;
- 113 jours par an durant lesquels la vitesse des vents a dépassé 58 km/h (16 m/s).

Sur cette période, la vitesse moyenne du vent à 10 m du sol, mesurée et moyennée par période de 10 mn, est de 20,3 km/h.

Le record de vitesse a été enregistré le 24 janvier 2009 lors d'une rafale de vent à 158,8 km/h.

Durant l'année 2011, la vitesse moyenne annuelle des vents était de 18,5 km/h, la moyenne annuelle de la vitesse maximale instantanée des vents était de 96,3 km/h. Par ailleurs, la vitesse du vent a dépassé 100 km/h durant trois jours au cours du mois de décembre et une journée aux mois de janvier, février, mars et juin 2011.

La figure ci-après présente la rose des vents établie à partir des données météorologiques de la station de Narbonne-Jonquière relevées pour les années 2009 à 2011.

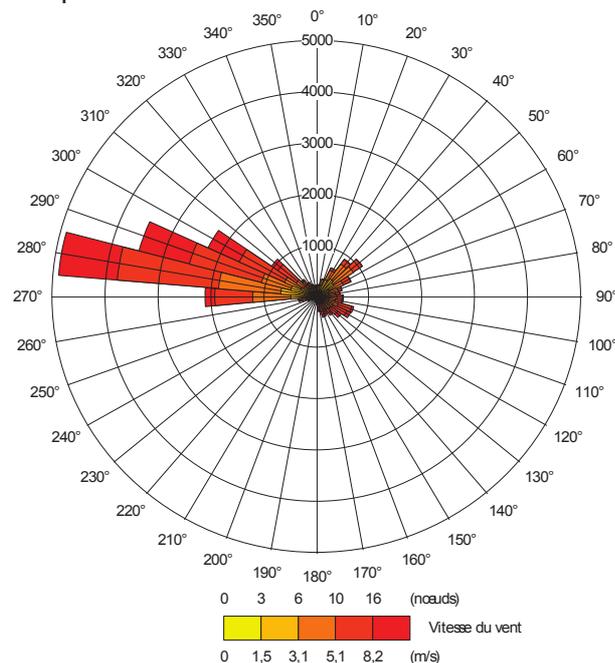


Figure 3 : Rose des vents à la station de Jonquière - Années 2009 à 2011 (Source : Météo France)

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Dans la région de Narbonne, le vent dominant est de secteur ouest/nord-ouest (270° à 315°). Il s'agit du Cers, vent violent et durable qui s'apparente à la Tramontane. Il souffle 45 % du temps et est présent toute l'année mais il est moins fréquent en décembre et en janvier.

Les vents de secteur nord-est/sud-est (30° à 160°) soufflent 20 % du temps. Il s'agit du vent marin appelé le Grec lorsque les vents soufflent de l'est et appelé le Bardanis lorsque les vents soufflent du sud-est. Ces vents humides et plus ou moins chauds sont présents toute l'année mais ils sont moins fréquents en juillet et août.

Par ailleurs, pour la période 2012-2014 :

- pour des conditions stables :
 - o la vitesse moyenne est de 4,17 m/s,
 - o les vents soufflent à une vitesse supérieure ou égale à 2 m/s, plus de 80% du temps,
- la vitesse moyenne du vent (moyenne tri-horaire) mesurée est de 5,3 m/s (valeur équivalente à celle de la période 1989-2011).

2.1.2.1.4 Orages, neige, grêle, brouillard

Dans la région Narbonnaise, les orages sont plus fréquents de mars à novembre, avec un maximum de juin à août.

Le risque foudre sur le site de Malvésí est faible :

- le Niveau Kéraunique (NK) pour la commune de Narbonne est de 11,30, alors que la moyenne en France s'élève à 20, classant la commune au 24 184^{ème} rang sur 37 759,
- la Densité d'Arc (DA) pour la commune de Narbonne est de 1,44 arcs par km² et par an, alors que la moyenne en France est de 2,52 coups/km²/an, classant la commune au 19 187^{ème} rang sur 37 759.

La région de Narbonne est peu sujette aux précipitations neigeuses ni aux épisodes de grêle ou de brouillard. Le dernier événement remarquable est la tempête de neige et de verglas qui a paralysé Narbonne et sa région en 1920.

2.1.2.2 Contexte géologique

Le site est entouré :

- à l'est par l'ensemble géomorphologique de la plaine de la Livière, au sein de laquelle de nombreuses cultures de plantes annuelles et de vignes sont présentes,
- à l'ouest par les collines de Moussan et de la Narbonnaise ;
- au sud par les massifs de la Clape (sud-est) et de Mouthoumet (sud-ouest) ainsi que par l'ensemble des Corbières,
- au nord par le Massif de Montlaurès.

Le site se situe dans la dépression de la basse vallée de l'Aude, comblée par des formations fluvio-lacustres et lagunaires du quaternaire, de nature argileuse surmontant des terrains marneux. Ces formations sont souvent assez peu perméables. Les alluvions s'épaississent d'ouest en est. Leur épaisseur atteint une dizaine de mètres à l'est du site. A la base de cette formation, des niveaux plus grossiers d'argiles sablonneuses, voire de graves sableuses, sont rencontrés de manière assez continue sous la partie est du site. Ces niveaux sont généralement situés à des profondeurs variant de 5 à 8 m et sur une épaisseur d'environ 2 à 3 m dans la partie est, tandis qu'ils sont absents en partie ouest.

Le substratum des alluvions est formé de séries argileuses (oligocène supérieur - âge compris entre 32,8 et 24,6 millions d'années environ), dont les deux termes principaux sont :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- la série argilo-sableuse rouge supérieure (marnes rouges) qui est présente sous les alluvions au droit de l'installation, des bassins B3, B5 et B6 et de la plaine. L'épaisseur maximale de la série est voisine de 75 m,
- la série argilo-dolomitique grise inférieure. Cette formation est présente sous les alluvions, au nord du site de Malvés, et affleure aux environs du bassin de régulation à l'ouest de l'installation. Son épaisseur, de l'ordre de 250 m, est quasi constante. Cette formation est localement fracturée et contient des intercalations de calcaires gypseux riches en soufre (soufre qui fut exploité dans l'ancienne mine aujourd'hui immergée sous le bassin de régulation).
- Une formation calcaire (jurassique supérieur - âge compris entre 163 et 144 millions d'années) de nature parfois argileuse se situe sous la couverture marneuse et affleure au niveau de la colline de Montlaurès. Elle comporte un réseau karstique qui donne naissance à la source de l'Oeillal au sud de la colline de Montlaurès. L'épaisseur de cet horizon atteint 200 m.

D'un point de vue structural, les séries argileuses de l'oligocène constituent un monoclin régulier plongeant vers le nord-ouest avec un angle d'environ 25°. D'après les études existantes, ce monoclin est recoupé par plusieurs failles de direction nord-est/sud-ouest.

Une synthèse de la géologie structurale à l'échelle régionale et locale est présentée en Annexe 2.

2.1.2.3 Contexte hydrogéologique

Les deux aquifères principaux présents sur le secteur [REDACTED] sont :

- la nappe des alluvions quaternaires, peu profonde, qui est présente dans les alluvions de la vallée de l'Aude.
- la nappe contenue dans les calcaires karstiques du Jurassique supérieur. Il s'agit d'une nappe captive sous les terrains Oligocènes et qui se manifeste par la résurgence de l'Oeillal qui alimente le canal de Tauran au Nord du site, au pied du massif de Montlaurès.

La campagne piézométrique réalisée en Septembre 2013 (période de basses eaux), à partir de mesures sur les piézomètres, puits et points d'eaux superficiels, aux alentours du site (cf. figure suivante) permet de caractériser le sens des écoulements de la nappe alluviale, qui se fait globalement vers l'Est et le Sud-Est.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

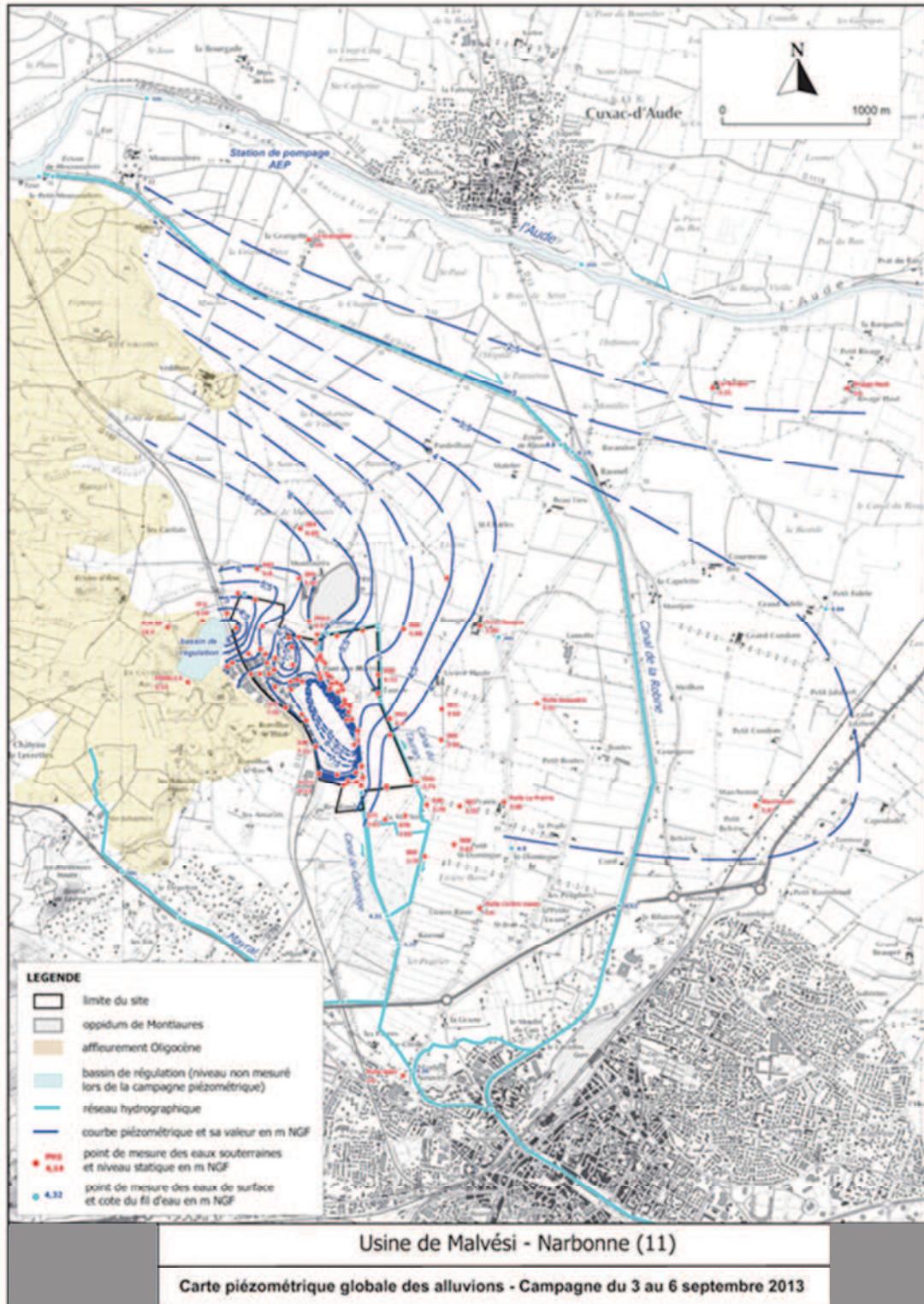


Figure 4 : Carte piézométrique globale de la nappe des alluvions en septembre 2013

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.1.2.3.1 Relation entre la nappe alluviale et la nappe du calcaire Jurassique

Les échanges entre l'aquifère des calcaires jurassique et celui des alluvions quaternaires peuvent être caractérisés ainsi :

- localement, l'imperméabilité des formations oligocènes est confirmée :
 - d'une part, par de nombreux sondages ayant rencontré ces formations sèches sous les alluvions,
 - d'autre part, car l'exploitation du soufre dans la mine à ciel ouvert a été faite dans ces terrains « hors d'eau » jusqu'à la cote de -60 m NGF (et même -110 m NGF en galeries), sans jamais avoir été perturbée par des venues d'eaux souterraines.
- l'aquifère karstique est en charge sous les séries oligocènes et les alluvions, ce qui conduit à l'émergence de la source de l'Œillal à une cote d'environ 6,10 m NGF, alors que la nappe alluviale semble se situer à ce niveau à environ 5,5 m NGF.

La probabilité d'échanges descendants entre les alluvions et les calcaires paraît donc très faible. La réalimentation de la nappe alluviale par drainance ascendante du Jurassique (remontée d'eau des formations sous-jacentes) est possible et pourrait être facilitée par la présence de failles. Cependant, si des résurgences masquées par les alluvions sont possibles, il n'en existe aucun marquage, ni en termes géochimique ni en termes piézométrique.

2.1.2.3.2 Captages d'eau

Les captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) les plus proches recensés dans la nappe alluviale sont à 3 km au nord du massif. Ils sont situés en amont hydraulique du site en bordure de l'Aude. Il n'existe pas de captage AEP à l'aval du site dans les alluvions de l'Aude.

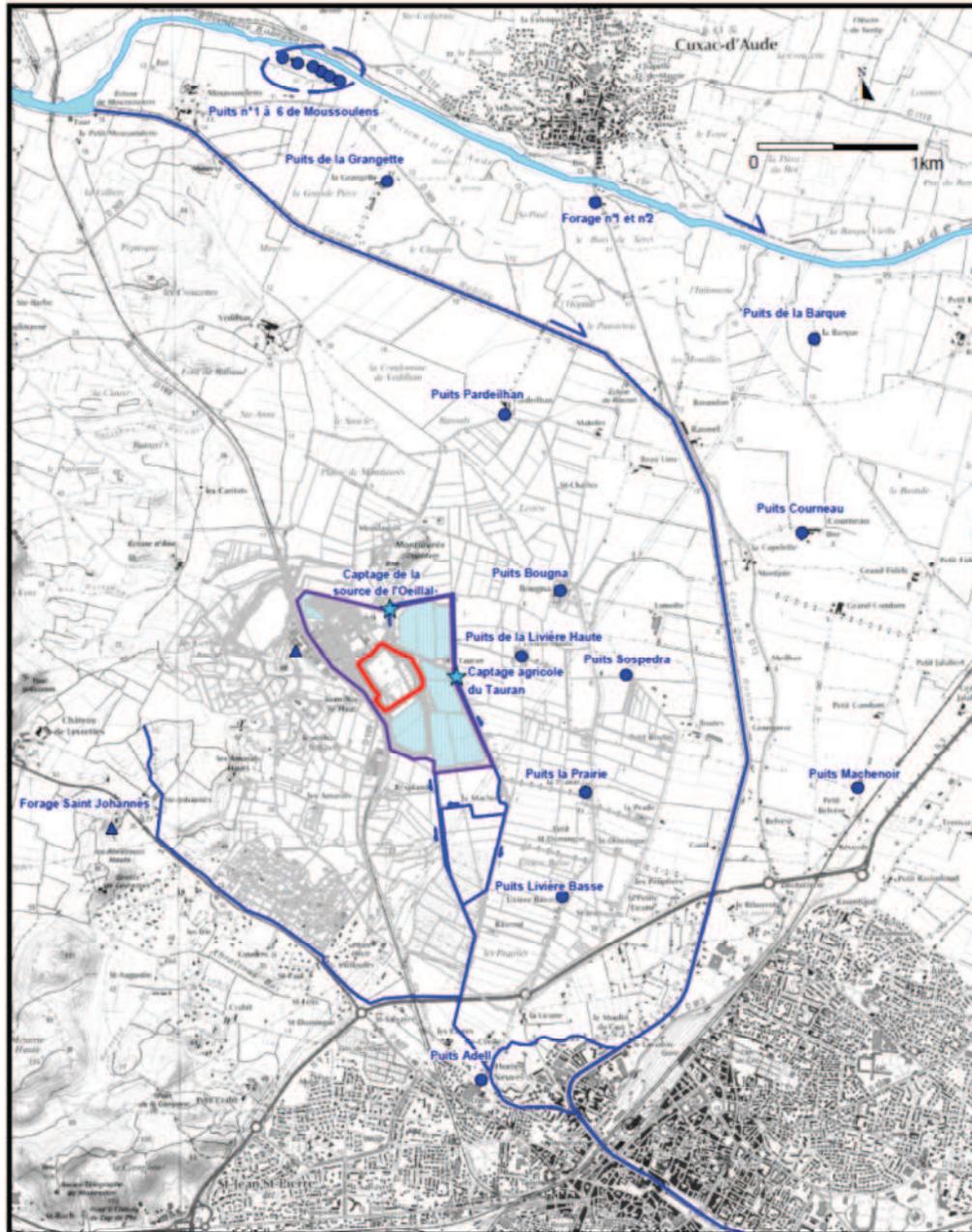
Les seuls ouvrages situés en position hydraulique latérale/aval sont des forages utilisés pour l'irrigation. Plusieurs ouvrages sont situés dans la plaine de la Livière entre 0,5 et 1 km à l'est du massif (puits Livière Haute, puits Bougna, puits Sospedra, puits La Prairie).

D'autres captages d'eau (à des fins industrielles ou pour l'alimentation en eau potable) sont réalisés dans des aquifères plus profonds (nappe des calcaires du Jurassique notamment), bien moins vulnérables que la nappe alluviale. Ils sont également tous situés en amont hydraulique du site.

La carte ci-après situe ces différents ouvrages.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Légende :

 Périmètre de l'établissement de COMURHEX MALVESI

 Périmètre de l'INB

 Canal

 Rivière

 Bassins d'évaporation et de décantation

Captages

 Captage de la nappe alluviale

 Captage des eaux superficielles

 Captage dans l'aquifère profond karstique du Jurassique

 Captages de Moussouliens

Figure 5 : Localisation des points de captage à proximité du site

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.1.2.4 Contexte hydrologique

Narbonne et ses environs appartiennent au bassin hydrographique de l'Aude, principal cours d'eau régional passant à 3,5 km au nord du site.

A proximité du site, le réseau hydrographique est caractérisé par une forte densité de canaux et de fossés destinés, soit à l'irrigation, soit au drainage des zones imperméables. Les principaux canaux sont :

- le canal de Tauran, créé en 1999 en remplacement du canal de Cadariège, passant en bordure est du site. Principalement alimenté par la source de l'Oeillal, il rejoint le canal de la Mayral avant de se jeter dans le canal de la Robine dans le centre-ville de Narbonne. Ce canal semble alimenter la nappe, en amont du seuil qui maintient le niveau d'eau dans le bras alimentant l'usine. En aval du seuil et jusqu'à la ferme du Tauran il joue le rôle de drain. A l'aval de la ferme du Tauran, la cote du fil d'eau du canal est supérieure à celle de la nappe, dans cette zone, le canal peut réalimenter la nappe alluviale,
- le canal de Cadariège au sud du site. A l'origine il était alimenté par la source de l'Oeillal et s'écoulait au pied du massif de l'entreposage. Le tronçon qui traversait le site a été comblé en mai 2000. A partir de la limite sud du site, la portion aval de ce canal est un fossé relié au canal de Tauran. Il draine la nappe en période de hautes eaux,
- le canal de la Robine, plus éloigné à l'Est du site, les données topographiques (position perchée du canal) et la nature des berges et du fond ont permis de confirmer les faibles échanges du canal avec les eaux souterraines. Par ailleurs, les cartes piézométriques des alluvions montrent bien l'absence d'incidences du canal de la Robine sur les écoulements souterrains ; il en est globalement de même pour les petits canaux qui lui sont associés.

Au sud du site, ces canaux passent à travers le marais de la Livière. Cette zone humide était initialement composée de cinq bassins de rétention aménagés afin de contenir les eaux des canaux et des fossés en période de crue. Aujourd'hui, cet ensemble forme un marais de 58 ha dont une grande partie est asséchée en période estivale.

L'Aude, située au Nord et à l'Est du site, joue le rôle d'exutoire général de la plaine de Livière.

Le réseau hydrographique autour du site est présenté sur la figure suivante.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

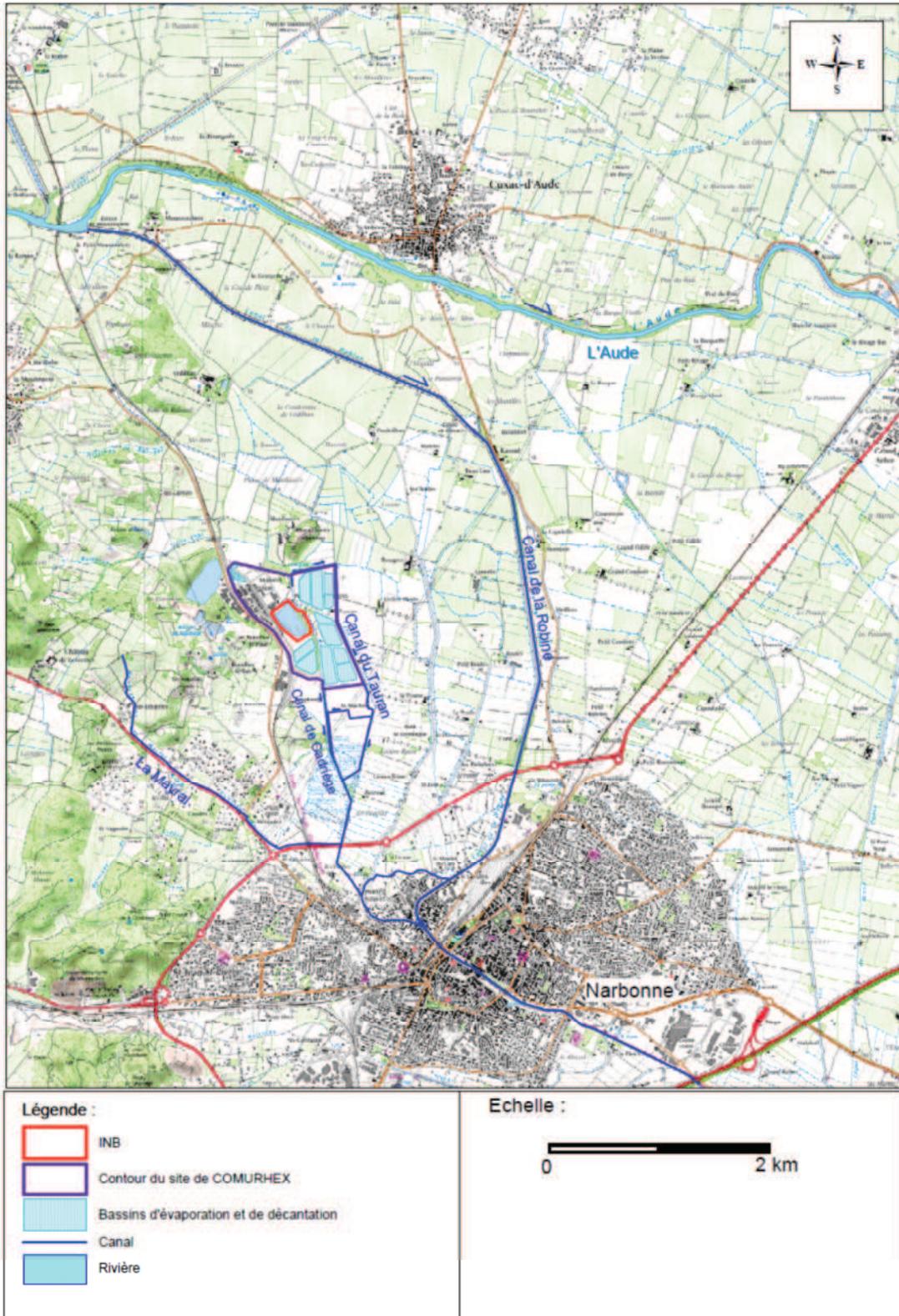


Figure 6 : Réseau hydrographique autour du site

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.1.3 Risques naturels

2.1.3.1 Inondation

Crue de l'Aude

Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) du bassin des basses plaines de l'Aude a été approuvé en septembre 2008. Le PPRI définit cinq zones de risque décroissant : Ri0-CL, Ri1, Ri2, Ri3 et Ri*d. La délimitation des zones inondables se base sur l'extension des plus hautes eaux connues (crues d'octobre 1940 et de novembre 1999 dans notre secteur), l'extension d'une crue de fréquence centennale et l'extension du lit majeur de l'Aude.

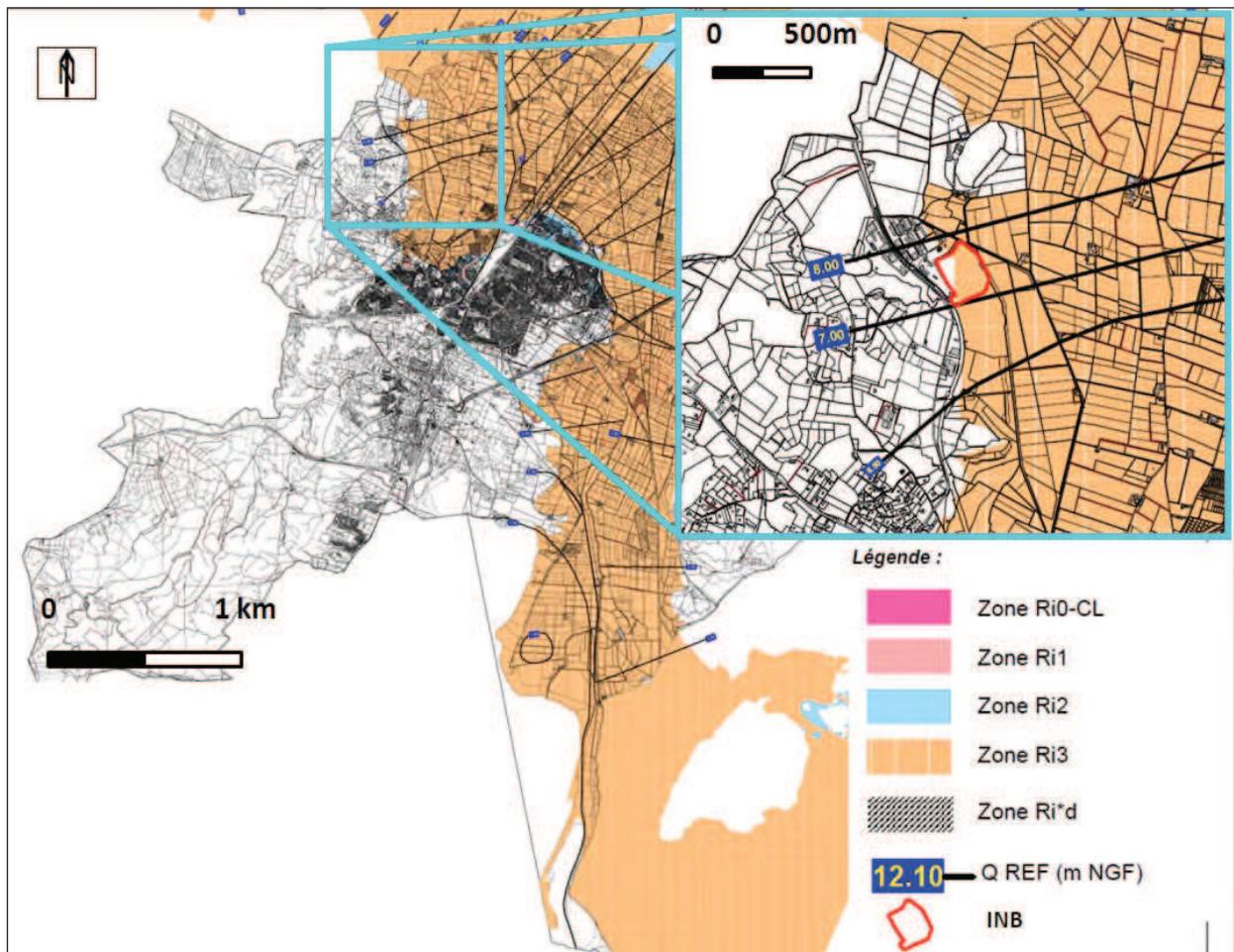


Figure 7 : Carte de zonage du PPRI autour du site

L'installation est implantée à l'intérieur du périmètre de la zone inondable Ri3 du PPRI, en limite ouest. L'altitude des terrains naturels autour du massif varie entre 5 et 10 m NGF, tandis que la crête des bassins B1/B2 se situe à une altitude de 23 m NGF, soit largement au-dessus de la hauteur de la crue de référence du PPRI comprise entre 7 et 8 m NGF.

La crue de référence de l'Aude [REDACTED], présentée au paragraphe 5.2 du volume 2, a été déterminée sur la base des données du PPRI associées à une approche d'expert. Cette crue de référence correspond à un débit maximal de 8 100 m³/s. Le débit du delta de l'Aude se répartit sur les différentes sections du delta de l'Aude : 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 (millénale) de l'Aude sont indiquées dans le tableau suivant.

	Côte calculée en crue millénale	
	m NGF	Hauteur/pied du talus (m)
Nord des bassins	8,5	1,2
Sud des bassins	8,23	2,8

Tableau 2 : Hauteurs d'eau atteintes en cas de crue millénale de l'Aude

Inondations liées aux ruissellements pour les petits bassins versants

Les bassins versants sur le site sont :

- fossés du Val d'Orbieu,
- bassin de la plaine à l'ouest du Montlaurès,
- bassin de régulation.

2.1.3.2 Sismicité

Conformément aux décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010 (cf. références [23] et [24]), il existe cinq zones de sismicité en France.

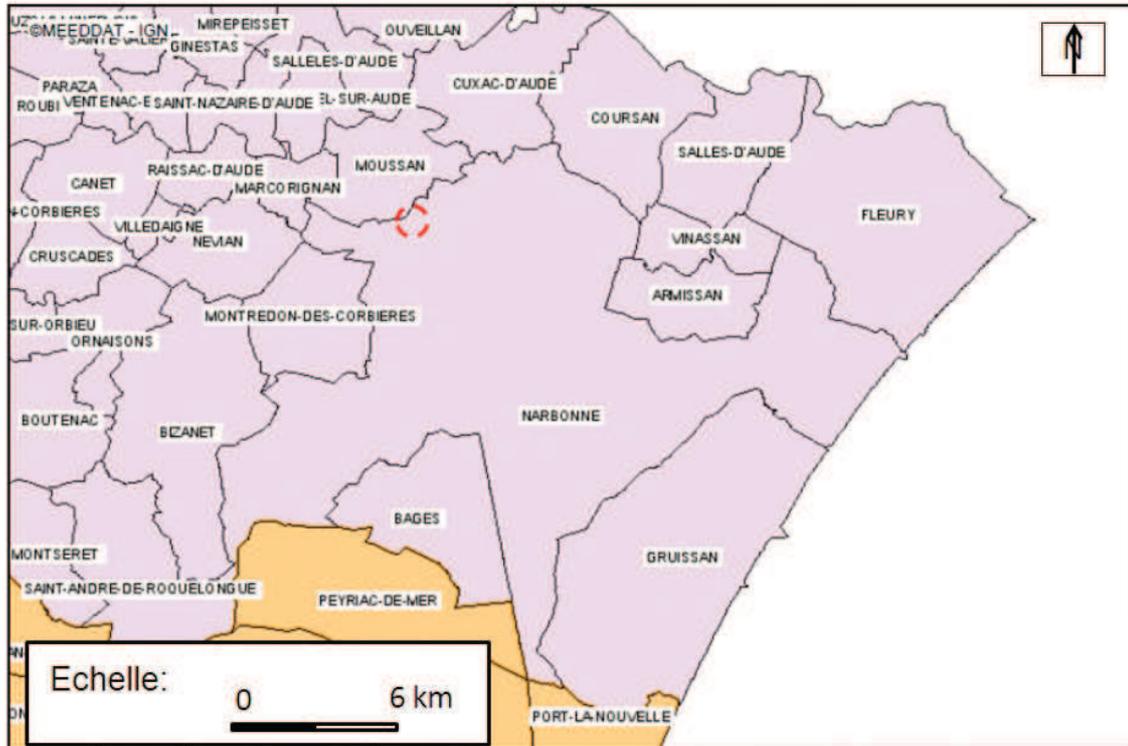
Les zones sismiques sont réparties de la manière suivante :

- zone de sismicité 1 : sismicité très faible,
- zone de sismicité 2 : sismicité faible,
- zone de sismicité 3 : sismicité modérée,
- zone de sismicité 4 : sismicité moyenne,
- zone de sismicité 5 : forte sismicité.

Le site se trouve dans une zone pour laquelle l'aléa sismique est considéré comme faible (cf. figure ci-après). Localisé à proximité de la chaîne des Pyrénées, le sud du département de l'Aude subit périodiquement des séismes de faible intensité.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Zone de sismicité

-  Ia: Très faible mais non négligeable
-  Ib: Faible
-  II : Moyenne

Aléa sismique 2005

-  Faible
-  Modéré
-  Moyen



Limites de communes



Emplacement approximatif de l'INB

Figure 8 : Carte d'aléa sismique à proximité du site

Source : site du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement du Territoire répertoriant l'intégralité des cartes de risques naturels et technologiques majeur (<http://cartorisque.prim.net>)

2.1.3.3 Feux de forêt

La commune de Narbonne comporte plusieurs espaces naturels sensibles aux feux de forêts, composés de garrigues et de résineux. Sous l'influence du climat méditerranéen chaud, sec et venteux, la région de Narbonne est sensible aux risques de feu de forêt.

La cartographie suivante, établie par les services de l'Etat, délimite les zones à risque de « feu de forêt » dans l'environnement du site (zone hachurée en vert sur la figure ci-après).

Une partie du site est comprise dans la zone à risque, mais celle-ci n'atteint pas les bassins B1 à B6 (le périmètre de l'installation est donc situé en dehors de la zone à risque feux de forêt).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

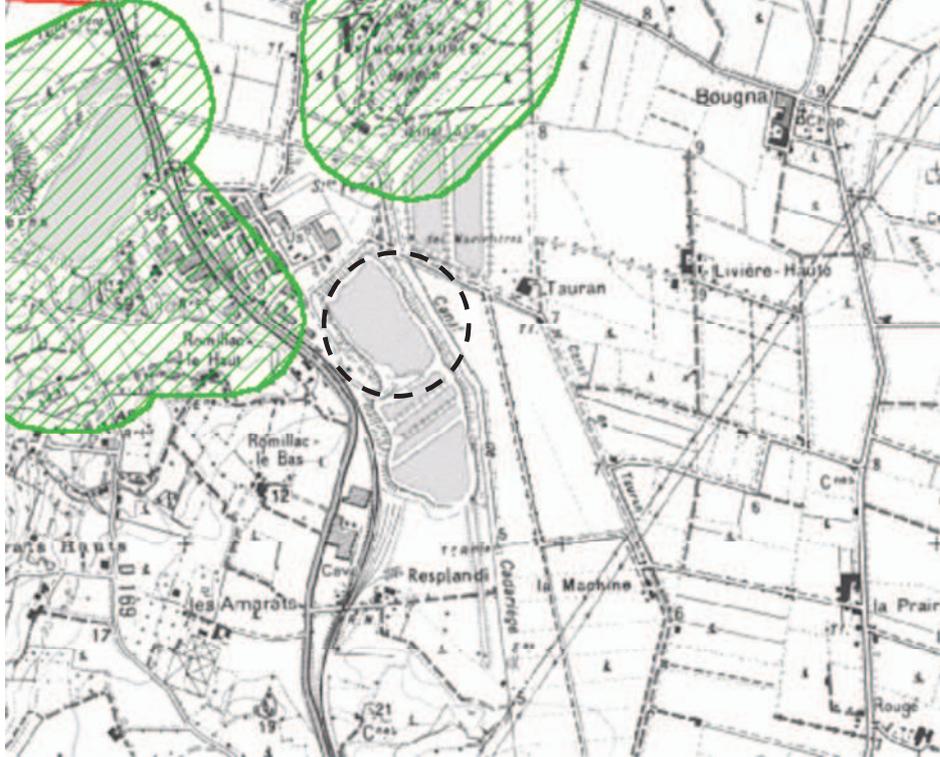


Figure 9 : Délimitation des zones à risque de feu de forêt à proximité du site

Source SIG de la Ville de Narbonne, consultable à l'adresse www.mairie-narbonne.fr/1-7269-SIG--Cadastre.php

2.2 Etablissement AREVA de Malvés

2.2.1 Activités de l'établissement

L'activité principale de l'établissement AREVA NC de Malvés est la production de tétrafluorure d'uranium (UF_4) à partir d'uranium naturel provenant de mines. L' UF_4 est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) sur le site du Tricastin (26) avant d'être enrichi en isotope 235 de l'uranium.

Cette activité relève de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). L'établissement est à ce titre autorisé à exercer cette activité par arrêté préfectoral (cf. référence [25]).

L'uranium d'origine naturelle mis en œuvre est introduit dans l'installation sous la forme de concentrés miniers et de sous-produits recyclables provenant majoritairement du site du Tricastin. La teneur en isotope 235 de l'uranium recyclé est inférieure ou égale à celle de l'uranium naturel.

La capacité de traitement actuellement autorisée est de 21 000 t/an d'uranium.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Figure 10 : Schéma général de la conversion de l'uranium

Les principales étapes du procédé mis en œuvre sont les suivantes :

- dissolution nitrique des concentrés miniers (uranates ou oxydes) en milieu nitrique, qui permet l'obtention de nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) impur,
- purification de l'uranium par extraction du nitrate d'uranyle en phase solvant, par un extractant sélectif,
- concentration puis dénitration, de façon à obtenir du trioxyde d'uranium (UO_3),
- réduction du trioxyde en dioxyde (UO_2) puis hydrofluoration de l'HF anhydre afin de former l' UF_4 .

Ces divers procédés sont à l'origine d'effluents liquides :

- effluents provenant des pieds de colonne d'extraction liquide-liquide. Il s'agit d'effluents nitrates qui présentent un caractère acide et qui renferment les impuretés présentes dans les concentrés, notamment les produits de filiation de l'uranium,
- effluents provenant de l'unité d'hydrofluoration. Ces effluents renferment du fluor (sous forme notamment de fluorure d'ammonium) ainsi que de l'uranium,
- effluents provenant de l'unité de récupération.

L'unité de récupération est un atelier annexe à la production chargé de récupérer l'uranium contenu dans les effluents de procédé, afin de le recycler.

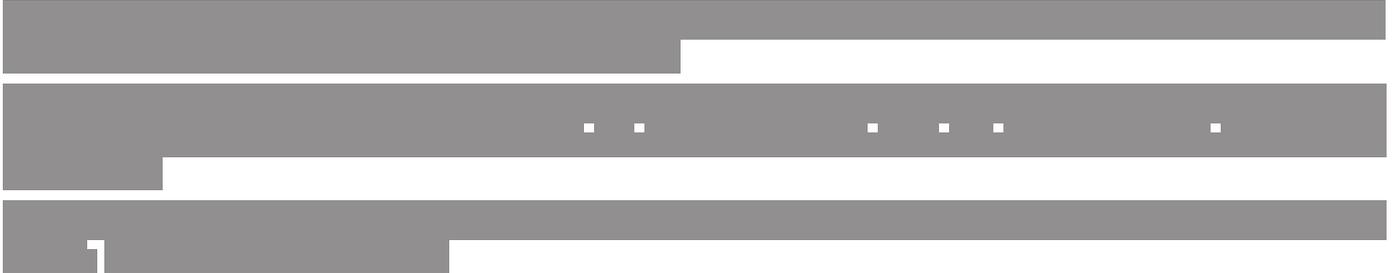
Les effluents résiduels, débarrassés de la majeure partie de l'uranium initialement présent, contiennent des produits de filiation des isotopes de l'uranium, du nitrate d'ammonium, des alcalins (Na) et alcalino-terreux (Mg, Ca), des traces de matières organiques ainsi que des fluorures sous forme de fluorines (CaF_2).

Ces effluents sont dirigés vers les bassins de décantation et d'évaporation après neutralisation à la chaux.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.2.2 Voies de communication sur le site



2.2.3 Risques liés à la présence de l'ICPE

Les phénomènes dangereux identifiés sur le site Malvési [redacted] sont :

- des dispersions de gaz toxiques [redacted],
- des dispersions de matières uranifères,
- des incendies,
- des explosions.

Les scénarios d'explosion issus de l'étude (cf. référence [18]), sont présentés dans le tableau ci-après :



2.3 Caractéristiques de l'environnement proche de l'installation

2.3.1 Historique

En 1959, la société SRU (Société de Raffinage de l'Uranium) s'est implantée sur le site actuel, en remplacement des activités d'extraction et de traitement du minerai de soufre qui s'achevaient avec l'épuisement du gisement existant (soufre natif).

Le bassin de régulation actuel (BR) correspond à l'ancienne mine à ciel ouvert d'extraction de soufre. Les stériles issus de la mine et les résidus de traitement ont été déposés sur le site dans une zone qui a été recouverte par des terres sur lesquelles ont été construits les bassins de décantation. Cet ensemble est appelé le massif des bassins de décantation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Figure 11 : Situation du massif de stériles et résidus miniers lors de l'implantation de la SRU

Initialement, les activités de la SRU étaient dédiées à l'élaboration d'uranium métallique à partir de concentrés miniers pour les besoins en combustibles de la filière des réacteurs à uranium naturel. Les effluents liquides de la purification des concentrés miniers produits (environ $5 \text{ m}^3/\text{tU}$) étaient transférés dans les bassins B1/B2 (dits « bassin nord »); les effluents liquides de la dénitrification (environ $10 \text{ m}^3/\text{tU}$) étaient transférés dans le bassin de régulation.

Par la suite, tous les effluents de procédé ont transité par l'unité de récupération où, après neutralisation, ils étaient dirigés vers les bassins B1/B2. Le volume d'effluents produits a été progressivement réduit pour se stabiliser dans une fourchette de 4 à $5 \text{ m}^3/\text{tU}$.

En 2004, une brèche est apparue dans la paroi du bassin B2, provoquant l'épandage de $15\,000 \text{ m}^3$ d'effluents et de boues dans un champ d'une dizaine d'hectares, dans le périmètre du site et sans atteindre le canal de Tauran. La majeure partie des boues occupait une surface de 4 ha sur une épaisseur de 30 à 40 cm au pied des bassins B3, B5 et B6. Cet événement a été déclaré au Préfet.

A la suite de cet événement, l'exploitation des bassins B1/B2 a été suspendue et les effluents ont décanté dans les bassins B5 et B6.

La digue ne pouvant pas être reconstruite à l'identique, une nouvelle digue a été reconstruite en 2006, plus à l'est. Les boues récupérées dans la plaine, la couche superficielle des terrains marqués lors de l'événement ainsi que les matériaux de carrière utilisés pour limiter son impact environnemental ont été déposés dans les bassins B1/B2 et dans la zone créée entre la nouvelle et l'ancienne digue est de B2.

Une couche de matériaux non marqué, plus ou moins homogène, a été déposée à la surface des bassins B1/B2 pour limiter les risques de dissémination de substances radioactives et chimiques vers l'environnement.

2.3.2 Caractéristiques et implantation du massif

Le massif, sur lequel sont implantés les bassins B1 à B6, occupe une surface au sol d'environ 20 ha au sud-ouest du site. La hauteur des digues est de l'ordre d'une quinzaine de mètres par rapport au terrain naturel de la plaine alluviale de la Livièrre sur lequel le massif repose. Les bassins B1/B2, implantés en partie nord du massif, renferment environ $280\,000 \text{ m}^3$ de boues et matériaux divers accumulés de 1959 à 2004. La surface de cet ensemble en tête de digues est de l'ordre de 7 ha (dont 6 ha environ au niveau de la surface des boues, soit le tiers de la surface totale du massif). Les bassins B1/B2 sont construits à même les stériles et résidus.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Les bassins B1/B2 sont bordés au sud par le bassin B3 (bassin de décantation), lui-même bordé par le bassin B5, puis B6.

Les bassins B3 à B6, tous 3 équipés d'une membrane d'étanchéité, sont situés à l'extérieur de l'installation. Ils présentent les caractéristiques suivantes :

- le bassin B3, construit en 2003, a un volume de 16 300 m³ et couvre une surface de 0,7 ha,
- le bassin B5, construit en 1986, a un volume de 36 500 m³ et couvre une surface d'environ 1,9 ha,
- le bassin B6, construit en 1986, a un volume de 56 000 m³ et couvre une surface d'environ 2,3 ha.

Le massif est bordé à l'est par les bassins d'évaporation B7 à B12 et au nord-ouest par la partie usine (unités de production et installations connexes). Les installations industrielles sont implantées au nord du massif.

L'angle sud-ouest du massif jouxte une coopérative de négoce d'engrais et de produits à destination de l'agriculture, alors que la partie sud borde des terrains occupés par une société de transports.

Une voie ferrée (dont l'embranchement dessert le site) est implantée en pied des digues ouest du massif.

Le plan ci-après présente l'implantation des bassins.

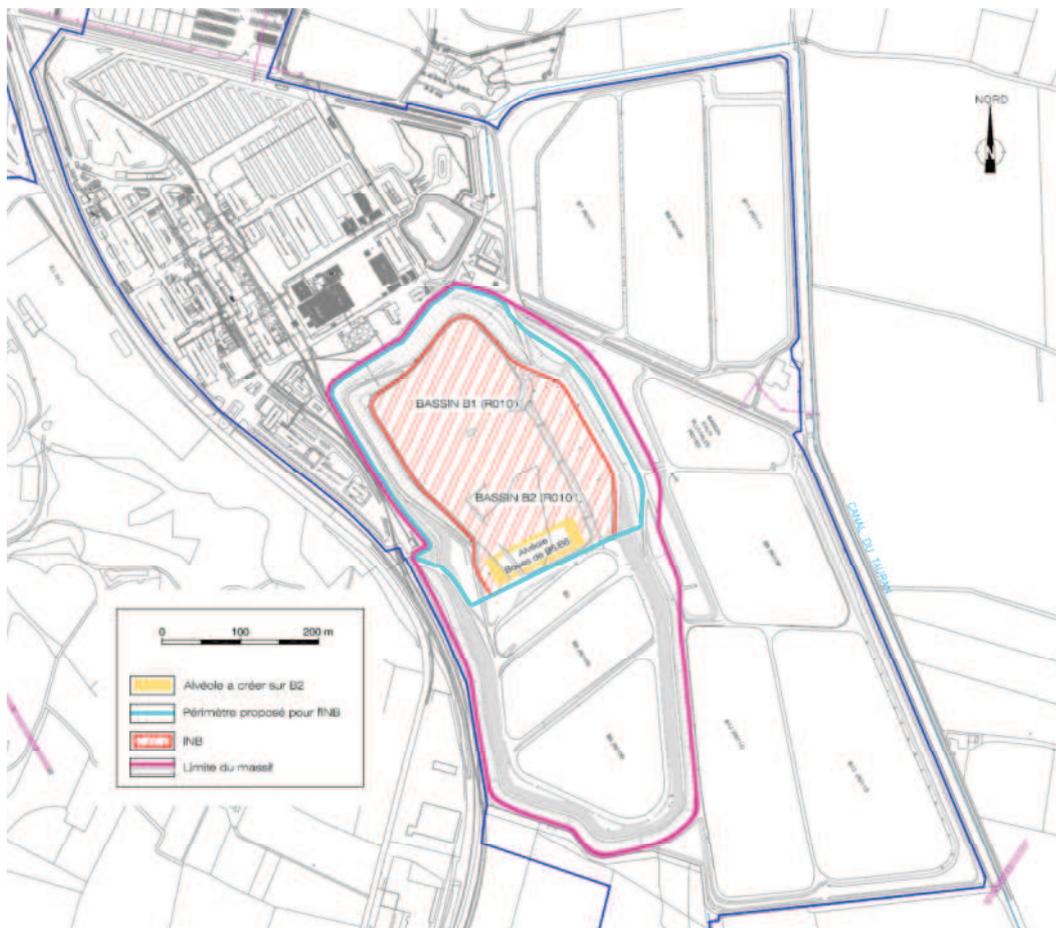


Figure 12 : Plan de situation du massif

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI		
Version :	3.0	PAGE 35/139	DIRECTION	
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation				

2.3.3 Caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrodynamiques des terrains

2.3.3.1 Géologie

La coupe nord-sud du massif (cf. figure ci-après) permet de distinguer les couches suivantes au droit des bassins B1/B2 :

- boues recouvertes de terre : toit compris entre 20 et 25 m NGF,
- stériles et résidus miniers : toit compris entre 15 et 25 m NGF,
- alluvions limono-sableuses : toit compris entre 5 et 10 m NGF,
- marnes de la série rouge oligocène : toit compris entre -5 et 3 m NGF.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE - Volume I : Description de l'installation

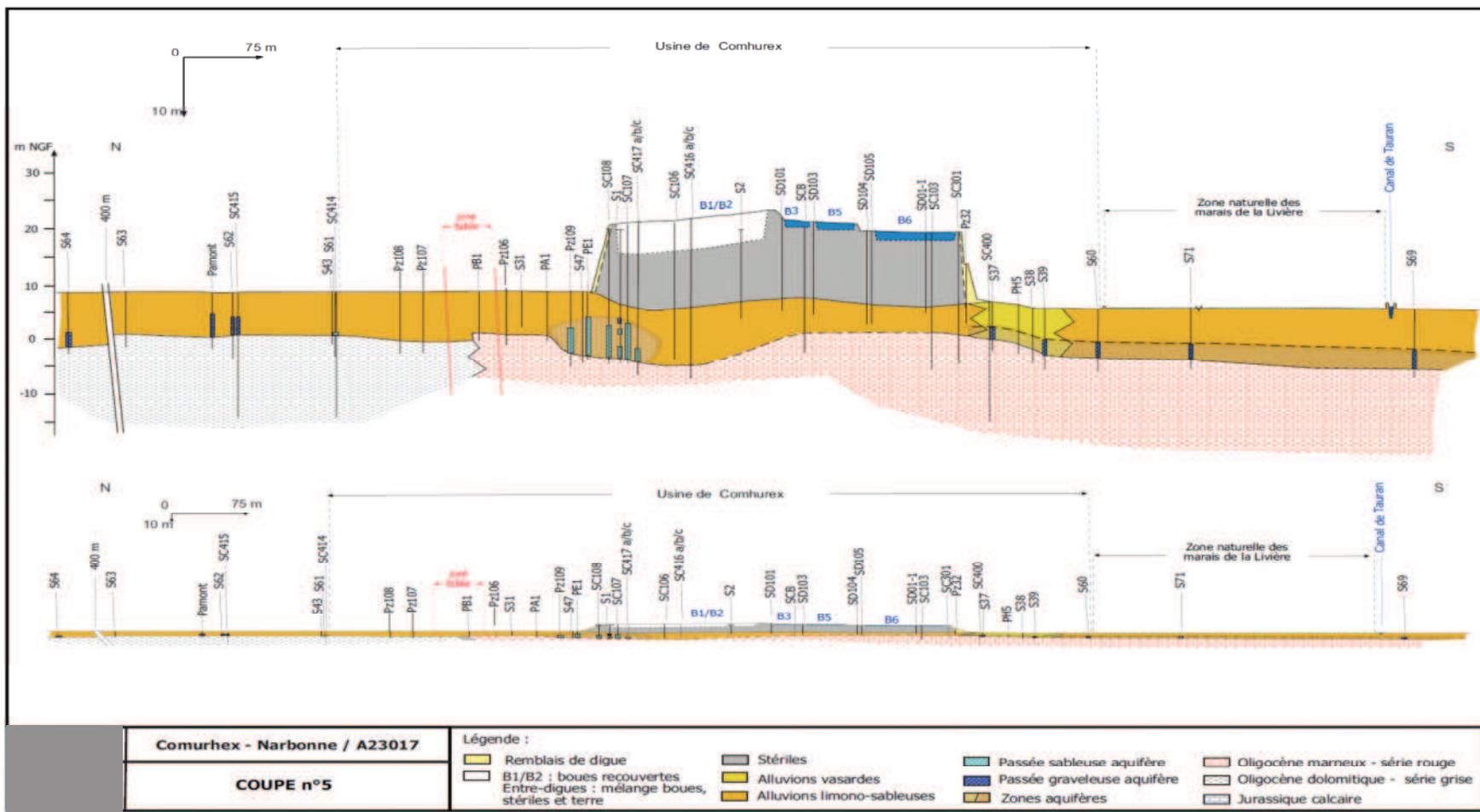


Figure 13 : Coupe nord-sud du massif et de ses environs

2.3.3.2 Caractéristiques géotechniques et hydrodynamiques des terrains au droit des bassins

Les caractéristiques géotechniques des formations proviennent de [REDACTED], les caractéristiques hydrodynamiques des formations proviennent de [REDACTED].

2.3.3.2.1 Résidus et stériles miniers :

Leurs caractéristiques géotechniques et hydrodynamiques (perméabilité = conductivité hydraulique) sont présentées aux tableaux ci-après.

Caractéristiques géotechniques

Formation	Description	Teneur en eau W (%)	Poids volumique γ_h (kN/m ³)	Classe GTR	Valeur au bleu VBs	Indice de plasticité Ip	Coefficient de compression Cc	Coefficient de gonflement Cg (ou Cr)	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement ϕ (°)	Résistance au cisaillement Sr (kPa)
Résidus Miniers	Argiles, limons et sables marron à gris noir lités	32 (11 à 48)	18,5 (17 à 22)	A2 (à A1)	2,6 (1 à 4,2)	22 (7 à 45)	0,25 (assez fortement compressible)	0,06 (assez gonflant)	0	28	87 (23 à 189)
Stériles des digues	Argiles à cailloutis et graviers marron	25 (5 à 53)	18,5 (16 à 20,5)	A2 (à A1)	2,9 (0,7 à 5,1)	25 (10 à 34)					174 (72 à 210)

Tableau 4 : Caractéristiques géotechniques des résidus et stériles miniers

Caractéristiques hydrodynamiques

Formation aquifère	Nature des terrains	Secteur	Perméabilité (m/s)	Remarque
Stériles miniers	Sables	Entreposage	$7 \cdot 10^{-6}$ à $4 \cdot 10^{-10}$	Les perméabilités les plus basses ont été mesurées en laboratoire par Arcadis sur les terrains correspondant au sommet des stériles (limons argileux) Les perméabilités à la base des stériles (terrains argileux) sont de l'ordre de 10^{-8} m/s

Tableau 5 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des stériles miniers

2.3.3.2.2 Alluvions

Caractéristiques géotechniques

Ces alluvions sont essentiellement fines (limons et argiles marron-ocre à gris) et comportent de nombreux niveaux vasards ou tourbeux noirâtres. A la base, elles deviennent sableuses à sablo-limoneuses avec des niveaux blanchâtres et coquilliers ; quelques niveaux plus graveleux sont présents.

La compacité de ces alluvions est faible à moyenne.

Les essais œdométriques réalisés indiquent que le coefficient de compression C_c moyen est de 0,17, caractérisant un sol moyennement compressible avec un coefficient de gonflement C_g (ou C_r) moyen de 0,03, indiquant un sol peu gonflant.

Les résultats des essais géomécaniques triaxiaux réalisés en 2009 ont permis de compléter les données existantes jusque-là afin de déterminer les valeurs de cohésion c' et d'angle de frottement φ' représentatives utilisés pour les calculs de stabilité. Au vu des résultats obtenus, les coefficients retenus pour les analyses de stabilité générale sont :

- alluvions vasardes (zone aval est de B5 et B6) : $c' = 0$ kPa et $\varphi' = 23$,
- autres alluvions et autres zones : $c' = 0$ kPa et $\varphi' = 26$.

Formation	Description	Teneur en eau W (%)	Poids volumique γ_h (kN/m ³)	Classe GTR	Valeur au bleu VBs	Indice de plasticité I_p	Coefficient de compression C_c	Coefficient de gonflement C_g (ou C_r)	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement φ (°)	Résistance au cisaillement S_r (kPa)
Alluvions	Limons et argiles marron-gris / niveaux vasards ou sableux blancs coquilliers	34 (13 à 85)	19 (15 à 23)	A2	3,6 (0,2 à 7)	23 (9 à 53)	0,17 (moyennement compressible)	0,03 (peu gonflant)	0	23 (All. Vasardes) 26 (autres All.)	48 (16 à 93)

Tableau 6 : Caractéristiques géotechniques des alluvions

Caractéristiques hydrodynamiques

Formation aquifère	Nature des terrains	Secteur	Perméabilité (m/s)	Remarque
Alluvions	Limons, argiles, vases	Usine	$2,9 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-9}$	Les perméabilités les plus faibles sont rencontrées en limite Ouest du site et au droit de l'Entreposage et de ses abords
		Entreposage	$5,5 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-8}$	
		Plaine	$6 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-9}$	
	Sables et graves sableuses	Usine	$9,6 \cdot 10^{-6}$ à $1,6 \cdot 10^{-6}$	Les perméabilités des terrains augmentent très sensiblement dans la plaine alluviale à l'extérieur du site
		Entreposage	$1,5 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-7}$	
		Plaine	$2,2 \cdot 10^{-4}$ à $3,6 \cdot 10^{-7}$	

Tableau 7 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des alluvions

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.3.3.2.3 Marnes

Caractéristiques géotechniques

Les marnes formant le substratum du site se présentent sous forme de marnes et de marnes sableuses rougeâtres bariolées de jaune et de gris. Les essais réalisés n'ont pas mis en évidence de bancs sableux conséquents en dehors de quelques lits blanchâtres. La compacité de ce substratum est bonne à forte.

Les essais œnométriques réalisés indiquent que le coefficient de compression C_c moyen est de 0,05, caractérisant un sol peu à très peu compressible avec un coefficient de gonflement C_r moyen de 0,02, indiquant un sol peu gonflant.

L'analyse des résultats des essais géomécaniques triaxiaux conduit à retenir pour les analyses de stabilité générale les coefficients suivants :

- $c' = 30$ kPa et $\varphi' = 30$.

Le tableau concernant les caractéristiques géotechniques des marnes argileuses ou sableuses, est présenté ci-après :

Formation	Description	Teneur en eau W (%)	Poids volumique γ_h (kN/m ³)	Classe GTR	Valeur au bleu VBs	Indice de plasticité I_p	Coefficient de compression C_c	Coefficient de gonflement C_g (ou C_r)	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement φ (°)	Résistance au cisaillement S_r (kPa)
Marnes	Marnes argileuses à sableuses rougeâtres	11,5 (4,5 à 19))	22,5	A2	1,6	18 (9 à 53)	0,05 (peu à très peu compressible)	0,02 (peu gonflant)	30	30	-

Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques des marnes argileuses et sableuses

Caractéristiques hydrodynamiques

Formation aquifère	Nature des terrains	Secteur	Perméabilité (m/s)	Remarque
Oligocène série rouge	Marnes argileuses ou sableuses	Usine	$2,5 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-10}$	Les perméabilités les plus élevées sont mesurées au droit des couches sableuses
		Entreposage	$4 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-8}$	
		Plaine	$6 \cdot 10^{-6}$ à $1 \cdot 10^{-9}$	

Tableau 9 : Caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité) des marnes argileuses ou sableuses

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI			
Version :	3.0	PAGE 40/139			DIRECTION
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation					

2.3.4 Caractéristiques hydrogéologiques

2.3.4.1.1 Aquifères principaux

Au niveau du site de Malvés, deux aquifères principaux sont présents [REDACTED] :

- une nappe libre présente dans les alluvions quaternaires (argiles limoneuses) ; celle-ci prend naissance sur la partie ouest du site (en raison de la présence des formations imperméables de l'oligocène qui affleurent à l'ouest du site). Elle repose sur le substratum oligocène imperméable. Elle s'écoule globalement vers l'est et le sud-est mais, au droit du massif, cet écoulement est influencé par l'essorage des terrains de l'entreposage (boues) qui provoque un dôme piézométrique centré sur l'entreposage. Au droit du site, les eaux souterraines s'écoulent vers le nord et vers le nord-ouest en raison du drainage de la nappe par le bassin de régulation (ancienne mine de soufre dont l'excavation s'est remplie d'eau). La nappe des alluvions est présente sous le site à faible profondeur (1 m à 2 m sous le terrain naturel selon les saisons). La figure ci-après présente une carte piézométrique de la nappe des alluvions en septembre 2013 (à la suite des travaux de maîtrise de la circulation des eaux souterraines réalisés en 2012) ainsi que les principaux sens d'écoulement,
- la nappe contenue dans les calcaires karstifiés du jurassique supérieur. Son exutoire dans le secteur est la source de l'Oeillal, présente immédiatement au nord du site. Cette nappe est en charge sous les formations oligocènes imperméables.

Entre la nappe des alluvions et les calcaires du Jurassique supérieur, les formations de l'oligocène ne sont pas considérées comme aquifères, mais des circulations locales peuvent avoir lieu dans des lentilles plus sableuses.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

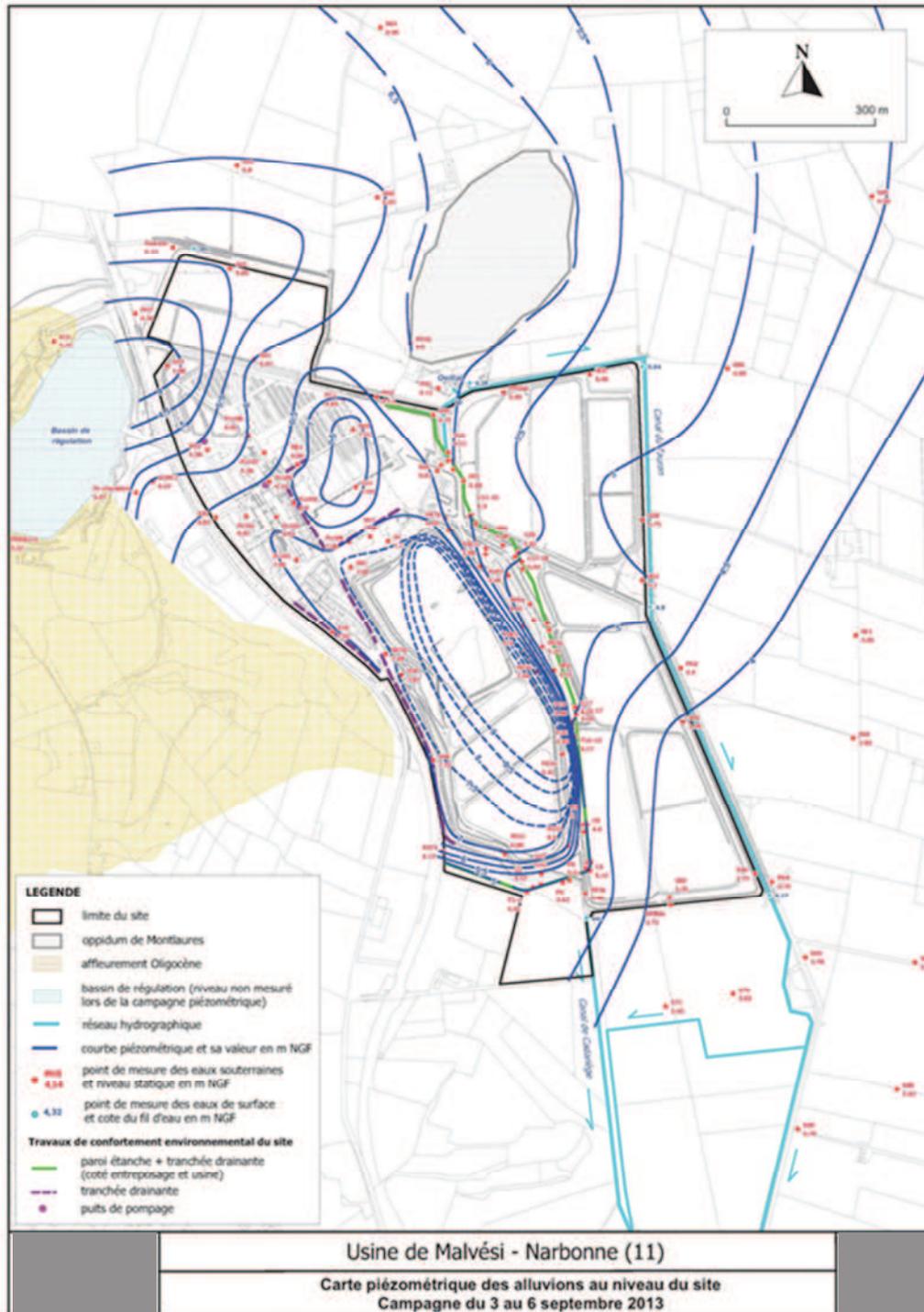


Figure 14 : Carte piézométrique de la nappe des alluvions en septembre 2013 (à la suite des travaux de maîtrise de la circulation des eaux souterraines réalisés en 2012).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

2.3.4.1.2 Relations entre les dispositifs de drainage et la nappe alluviale

Les dispositifs de drainage du site en contact avec la nappe alluviale [REDACTED] sont les suivants :

- Les bassins d'évaporation sont tous équipés d'une géomembrane de fond qui repose sur une couche drainante munie de drains collecteurs (tapis drainant).
 - Au droit des bassins B7, B8 et B11, le tapis drainant écrête la nappe ce qui diminue le gradient piézométrique dans cette zone et dirige les écoulements vers l'Est,
 - Au Sud du site, au droit des bassins B9, B10 et B12, la nappe ne recoupe pas le tapis drainant (cote des drains à environ 4,9 m NGF) ce qui crée un gradient légèrement plus important et une direction d'écoulement orientée vers le Sud-Est.

- Au droit de la nouvelle digue du bassin B2, un tapis drainant a été mis en place à la base de la nouvelle digue et a pour principale fonction d'assurer le drainage des matériaux déposés derrière cet ouvrage, ainsi que l'eau contenue dans la nappe perchée des stériles. Le replat piézométrique visible sur les cartes piézométriques de 2009 et 2013, au droit de la nouvelle digue, montre le rôle écrêteur de la nappe par ce tapis drainant. La mise en place du dispositif de confortement environnemental permet d'empêcher la propagation des écoulements à l'extérieur du site. En revanche, en cas d'inondation, ce tapis drainant pourrait favoriser la pénétration de l'eau dans les résidus stockés derrière la digue.

- L'ancien canal de Cadariège traversait le site de Malvési en suivant le pied de la digue Est des bassins B1 à B6. Il a été dévié en 2000 pour rejoindre plus directement le canal du Tauran (bifurcation vers l'Est), qui constitue la limite Est du site de Malvési. Il a alors été transformé en tranchée drainante longitudinale au pied de la digue Est du massif B1 à B6 et son écoulement est actuellement capté par les tranchées drainantes du dispositif de confortement environnemental qui écrête la nappe en pied de digue et récupère les eaux transitant à travers la digue depuis l'Entreposage.

2.3.4.1.3 Nappe perchée

Les études hydrogéologiques ont mis en évidence l'existence d'une nappe perchée au niveau de l'entreposage, contenue dans les résidus et stériles de l'ancienne mine de soufre, entre 5 et 15 m NGF.

Cette nappe perchée est alimentée, d'une part par l'infiltration des eaux pluviales reçues sur l'emprise des bassins B1/B2 et sur les digues, et d'autre part par l'essorage des boues de fluorine. Au sein de l'entreposage, les écoulements sont verticaux jusqu'à la nappe des alluvions ou proviennent des percolations à travers les digues, probablement dans les deux sens (infiltration et ressuyage latéral vers l'extérieur), selon les régimes hydriques transitoires et les hétérogénéités éventuelles du massif d'entreposage.

La figure ci-après présente une coupe est-ouest schématique au droit de l'installation ECRIN, avant la pose de la couverture, sur laquelle apparaissent les différentes nappes souterraines (perchée et alluviale).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

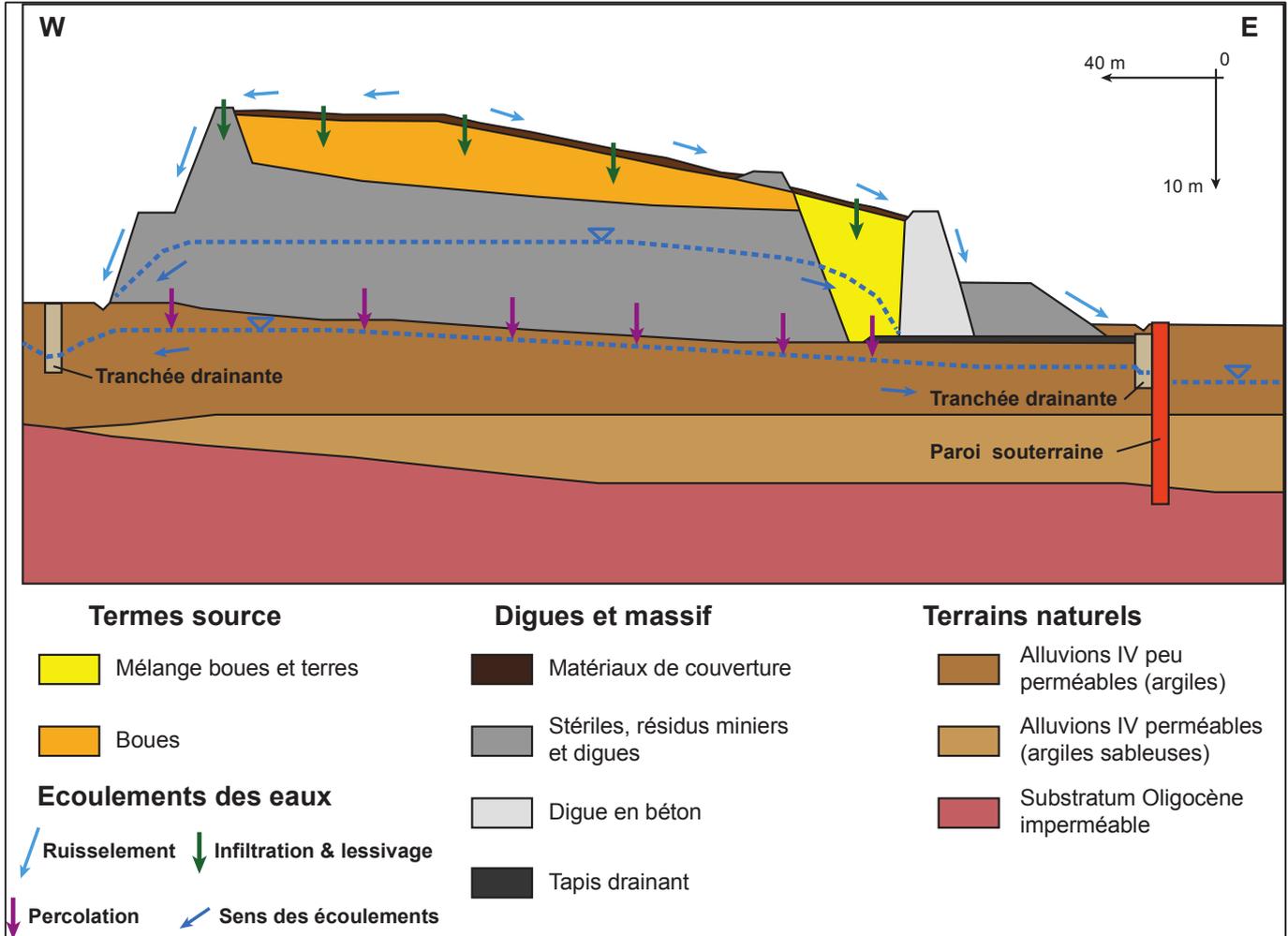


Figure 15 : Schéma de fonctionnement des nappes perchée et alluviale au droit de l'installation ECRIN avant la pose de la couverture bitumineuse

2.3.5 Caractéristiques sismiques

Le séisme de référence du site est associé au séisme du 28 juin 1950. L'intensité du Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable (SMHV) a été estimée à VI-VII. L'intensité du séisme majoré de sécurité (SMS) est caractérisée par une intensité de VII-VIII, une magnitude de 5,5 et une distance focale de 13 km [REDACTED].

La probabilité annuelle d'occurrence au niveau du site d'un séisme de magnitude au moins égale à celle du SMHV est évaluée de l'ordre de $1,5 \times 10^{-5}$ à $1,9 \times 10^{-5}$. Celle du SMS est de l'ordre de $1,1 \times 10^{-6}$ à $4,5 \times 10^{-6}$.

Détermination des effets de sols

Les données géotechniques relatives au site (implantation sur des formations limoneuses surmontant des marnes oligo-miocènes) conduisent à prendre en compte un effet de site géologique dans le calcul des mouvements sismiques.

La campagne de mesures géophysiques menée en 2012 au droit des digues de l'installation [REDACTED] - mesures H/V bruit de fond et mesures MASW) a été complétée en décembre 2014 par des mesures cross-hole / down-hole afin de caractériser, de façon directe, la vitesse des ondes de

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

cisaillement jusqu'à 30 mètres de profondeur (Vs30), au pied des digues dans l'angle Nord-Est de l'installation.

Le profil de vitesse mesuré se caractérise par une Vs30 comprise entre 270 m/s et 300 m/s (+/- 10 m/s) selon la méthode de mesure mise en œuvre (cross-hole et/ou down-hole).

La réinterprétation des mesures MASW au vu de ces profils de vitesse mesurés directement au-delà des 15 m, fournit une estimation de la Vs30 moyenne de 310 m/s pour le profil Est et de 290 m/s pour le profil Nord.

Etude de sensibilité

L'équation Berge-Thierry et al. (2003) préconisée par la RFS 2001-01 (cf. référence [20]) étant seulement applicable pour des conditions de Vs30 supérieures à 300 m/s, une étude de sensibilité a été menée en 2012 afin d'évaluer l'impact sur les spectres de réponse de la prise en compte de valeurs de Vs30 comprises entre 250 m/s et 300 m/s pour tenir compte des larges incertitudes qui pesaient alors sur l'évaluation de ce paramètre [REDACTED].

Cette étude se fonde sur un jeu d'équations de prédictions du mouvement sismique valides dans ces gammes de valeurs. Une fonction d'ajustement du spectre SMS défini pour le site de Malvési a ainsi été développée pour tenir compte d'une valeur Vs30 de 250 m/s. Pour l'essentiel, le spectre SMS obtenu est majoré de 10 à 20 % dans une gamme de fréquences comprises entre 0,3 Hz et 7 Hz. Il est à noter que les choix effectués pour mener l'étude de sensibilité de 2012 ne sont pas remis en cause par les résultats des investigations 2014.

Le spectre dit « COMURHEX 2007 » reste donc enveloppe du spectre SMS ajusté pour une valeur de Vs30 égale à 250 m/s et donc a fortiori pour l'ensemble des valeurs de Vs30 estimées sur les différents points de mesure effectués au pied des digues au Nord et à l'Est de l'installation.

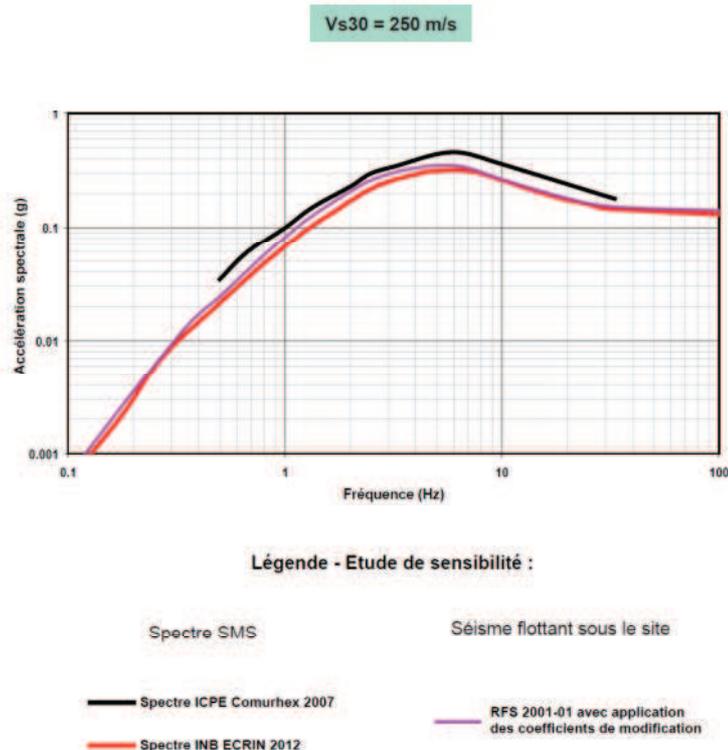


Figure 16 : Etude de sensibilité sur le paramètre Vs30 (250 m/s) dans le cadre de l'évaluation de l'aléa sismique sur le site de l'INB ECRIN (site de Malvési).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Spectre sismique de référence

Le spectre SMS du site présente une accélération maximale du sol de 0,18 g. Il est défini à 6 amortissements (cf. tableau ci-après) :

SMS Fréquence	Accélération (g)						Vitesse (cm/s)						Déplacement (cm)					
	2 %	5 %	7 %	10 %	20 %	30 %	2 %	5 %	7 %	10 %	20 %	30 %	2 %	5 %	7 %	10 %	20 %	30 %
0,5	0,041	0,034	0,032	0,029	0,023	0,017	13,15	10,95	10,21	9,11	7,23	5,35	4,18	3,49	3,25	2,90	2,30	1,70
0,67	0,069	0,057	0,052	0,046	0,036	0,026	16,46	13,45	12,47	11,00	8,56	6,12	3,91	3,19	2,96	2,61	2,03	1,45
1	0,12	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	19,54	15,74	14,50	12,65	9,60	6,55	3,11	2,51	2,31	2,01	1,53	1,04
1,33	0,19	0,15	0,14	0,12	0,09	0,06	22,64	17,93	16,44	14,22	10,71	7,20	2,71	2,15	1,97	1,70	1,28	0,86
2	0,30	0,23	0,21	0,18	0,14	0,09	23,88	18,65	17,02	14,57	10,81	7,05	1,90	1,48	1,35	1,16	0,86	0,56
2,5	0,38	0,30	0,27	0,23	0,17	0,11	24,14	18,88	17,25	14,80	10,95	7,10	1,54	1,20	1,10	0,94	0,70	0,45
3,3	0,46	0,35	0,32	0,28	0,21	0,14	22,21	17,10	15,64	13,45	10,18	6,91	1,07	0,82	0,75	0,65	0,49	0,33
5	0,57	0,44	0,40	0,35	0,27	0,18	18,19	13,94	12,78	11,04	8,45	5,86	0,58	0,44	0,41	0,35	0,27	0,19
6,67	0,58	0,45	0,41	0,36	0,28	0,20	13,81	10,66	9,79	8,49	6,61	4,73	0,33	0,25	0,23	0,20	0,16	0,11
10	0,45	0,36	0,34	0,31	0,27	0,22	7,09	5,77	5,44	4,95	4,22	3,50	0,113	0,092	0,087	0,079	0,067	0,056
33	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Tableau 10 : Valeurs des mouvements sismiques associés aux spectres SMS aux amortissements de 2 %, 5 %, 7 %, 10 %, 20 % et 30 %. Composante horizontale, avec prise en compte des coefficients de sol

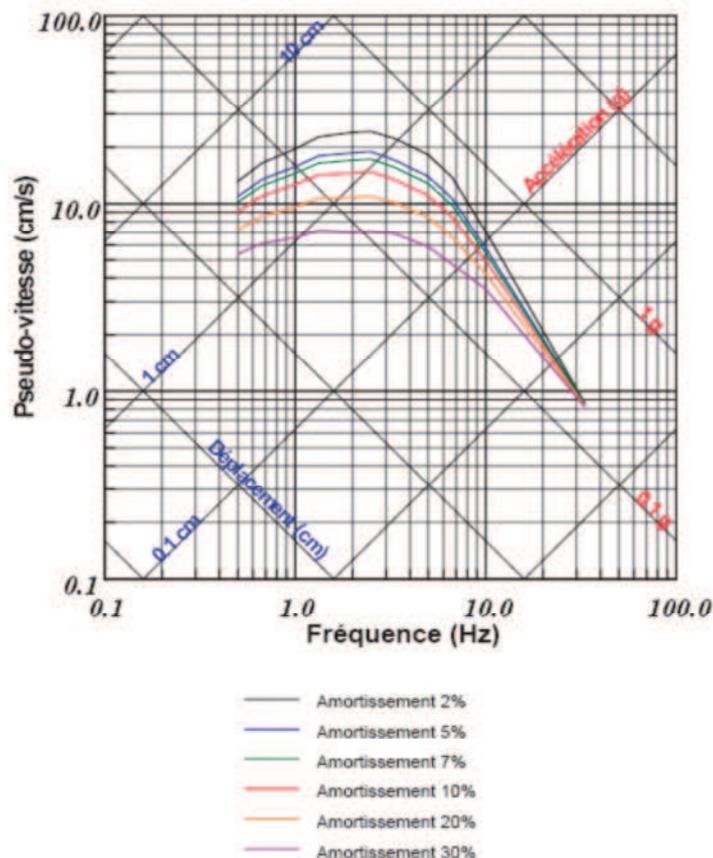


Figure 17 : Spectres de réponse élastique du SMS aux amortissements 2 %, 5 %, 7 %, 10 %, 20 % et 30 %

Risque de liquéfaction des sols

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

En considérant l'abaque recommandé par Seed et al (2003), les résidus et stériles miniers sont à considérer comme étant globalement non liquéfiables (les éventuels matériaux liquéfiables se présentant en poches isolées). Ce n'est pas le cas des alluvions qui présentent de nombreux points avec des sols potentiellement liquéfiables.

D'une façon générale, le risque de liquéfaction des sols est étudié sur la base des caractéristiques géologiques et de la nature des terrains au droit du site, en utilisant les résultats d'essais in situ de type CPT ou SPT. Ces essais ont été réalisés au cours de diverses campagnes dont une campagne complémentaire datant d'octobre 2010.

L'analyse des données issues des campagnes a montré la présence dans les alluvions d'un horizon sablo-silteux liquéfiable continu d'environ 2 m d'épaisseur en partie basse de la formation, côté est des bassins. Cet horizon se prolonge au Nord des bassins en s'amincissant (épaisseur environ 1,5 m). Il est également présent côté Ouest mais devient quasi non-liquéfiable au sud-ouest.

En raison de l'accroissement de la contrainte verticale et de l'amélioration des caractéristiques de résistance des terrains, la pénétration de cet horizon liquéfiable sous les digues est modérée, s'arrêtant sous les remblais de recharge pour les profils situés au niveau de la digue nord.

Un deuxième horizon liquéfiable est détecté essentiellement coté Est du bassin en partie haute des alluvions, mais il est discontinu.

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI			
Version :	3.0	PAGE 47/139			DIRECTION
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation					

3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

L'Installation Nucléaire de Base (INB) dénommée ECRIN « Entreposage Confiné de Résidus Issus de la conversion » est une installation d'entreposage de déchets radioactifs.

Les déchets entreposés sont les résidus solides du procédé de conversion contenus à l'intérieur des digues des anciens bassins de décantation B1/B2.

Elle comporte une zone d'entreposage historique (bassins B1 et B2) avec, en partie sud sur l'ancien bassin B2, une alvéole d'entreposage des boues déshydratées issues de la vidange des bassins B5 et B6.

Une couverture bitumineuse recouvre la zone d'entreposage des déchets.

Compte tenu de l'évolution des substances entreposées dans l'installation, qui ne présentent plus de caractère liquide, le terme de « talus » serait plus approprié que celui de « digues ». Néanmoins, le terme « digues » est conservé dans la suite du document, notamment afin d'éviter toute confusion ultérieure de la part des opérateurs.

3.1 Fonctions de l'installation

Compte-tenu de l'absence actuelle de filière de gestion à long terme pour les déchets entreposés dans B1/B2, dont la recherche s'inscrit dans le cadre des travaux du Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR), il s'agit d'une installation d'entreposage de déchets radioactifs autorisée par décret pour une durée de trente ans.

Les déchets entreposés sont constitués de résidus de traitement générés par les activités de production de l'usine depuis son démarrage en 1959, pour la plus grande partie, ainsi que de terres marquées.

Les opérations réalisées sur l'installation sont essentiellement des opérations de surveillance et de maintenance des digues et de la couverture (cf. paragraphe 4.2). Des opérations plus conséquentes peuvent être réalisées dans le cadre de la maintenance ou de la surveillance (réparations de la couverture bitumineuse, carottages dans les déchets, ...).

Ces différentes opérations génèrent quelques activités de gestion des effluents et des déchets (cf. chapitre 5).

3.2 Nature et caractéristiques des déchets entreposés

Les déchets présents dans l'installation sont essentiellement des boues de fluorines partiellement mélangées, dans certains cas, à des terres issues du terrain naturel ou à des matériaux de carrière.

Après l'effacement de la digue et du bassin B2 en 2004 et après sa reconstruction, les boues de décantation épandues ont été récupérées et remises sur les bassins B1/B2. Ces boues ont été recouvertes de matériaux de couverture.

En partie sud, sur le bassin B2, une alvéole entrepose des boues issues de la vidange et du traitement de déshydratation des boues des bassins de décantation B5 et B6.

3.2.1 Caractéristiques physiques

Le tableau ci-après présente une estimation du volume des différentes familles de matériaux contenues dans l'installation. Ces données sont issues des résultats des mesures et essais in situ et en laboratoire, réalisés en 2009 [REDACTED].

Contenu de l'installation (depuis la surface vers le fond)	Volume (m3)
Matériaux utilisés en phase d'aménagement de B1 / B2 (pour les digues de l'alvéole B2 et le reprofilage de B1 / B2 avant pose de la membrane bitumineuse)	22 000
Matériaux de couverture	43 000
Mélange sols + boues	101 000
Boues	77 000
Mélange sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2)	61 000
Boues issues de la vidange des bassins de décantation B5 / B6 (remplissage de l'alvéole en phase d'aménagement de B1/B2)	27 000

Tableau 11 : Volumes des différentes familles de matériaux entreposés

3.2.1.1 Matériaux de reprofilage

Ces matériaux 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 nouveaux ateliers de production. Il n'est pas exclu de devoir apporter des matériaux complémentaires.

Ces matériaux ont une masse volumique estimée à 1,8 g/cm³ et un taux d'humidité de l'ordre de 10 %.

3.2.1.2 Matériaux de couverture

Après l'effacement en 2004 de la digue est du bassin B2, une couche de matériaux inertes a été mise en place afin de couvrir les bassins et limiter les envols de poussières.

Ces matériaux sont constituées d'argiles sableuses à cailloutis dont l'épaisseur varie de 0,1 à 2,3 m (moyenne : 1 m).

La compacité de la couche est globalement faible à moyenne ; elle est clairement identifiable dans les sondages pénétrométriques et scissométriques réalisés en 2009 [REDACTED].

Le tableau suivant présente les caractéristiques physico-chimiques des matériaux de couverture :

Paramètres physicochimiques de base	Conductivité : 4,61 mS Potentiel redox : - 37,7 mV pH : 7,7 Masse volumique estimative : environ 1,78 g/cm ³ Matière sèche : 83 %
--	--

Tableau 12 : Caractéristiques des matériaux de couverture de B1/B2

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.2.1.3 Mélanges sols + boues ainsi que les mélanges sols + boues + résidus et stériles miniers

De par leur nature, ces matériaux sont hétérogènes et facilement identifiables.

Leur compacité dépend principalement de la proportion des différents éléments qui constituent les mélanges. Elle peut s'apparenter à celle de la couverture comme à celle des boues.

Globalement, il s'agit de sols fins limoneux de couleur marron à ocre.

Deux essais œdométriques ont été réalisés dans ces formations hétérogènes et indiquent un sol assez fortement compressible.

Le tableau suivant présente les caractéristiques physicochimiques du mélange sols+ boues :

Paramètres physicochimiques de base	Conductivité : 5,78 mS Potentiel redox : -37,2 mV pH : 7,69 Masse volumique estimative : environ 1,87 g/cm ³ Matière sèche : 76,1 %
--	--

Tableau 13 : Caractéristiques du mélange sols + boues de B1/B2

Le tableau suivant présente les caractéristiques physicochimiques des mélanges sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2) de B1/B2 :

Paramètres physicochimiques de base	Conductivité : 5,53 mS Potentiel redox : - 34,4 mV pH : 7,64 Masse volumique estimative : environ 1,78 g/cm ³ Matière sèche : 77,8 %
--	---

Tableau 14 : Caractéristiques du mélange sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2)

3.2.1.4 Boues de B1/B2

Les boues sont des résidus du procédé de traitement de l'uranium. Ces matériaux sont fins (assimilables à des limons), de couleur vive ocre, blanc à rougeâtre et présentent des teneurs en eau très élevées.

Leur compacité est très faible à nulle ; ils constituent un matériau extrêmement compressible.

Le tableau suivant présente les caractéristiques physico-chimiques des boues contenues dans B1/B2.

Paramètres physicochimiques de base	Conductivité : 12,9 mS Potentiel redox : - 47,7 mV pH : 7,78 Masse volumique estimative : 1,48 g/cm ³ Matière sèche : 54,3 %
--	---

Tableau 15 : Caractéristiques physico-chimiques des boues de B1/B2

3.2.1.5 Boues entreposées en alvéole

Les boues issues des bassins B5 et B6 sont déshydratées et contiennent de l'ordre de 50 % de matière sèche. Leur masse volumique est voisine de 1,35 g/cm³.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.2.2 Caractéristiques chimiques et radiologiques

3.2.2.1 Matériaux de reprofilage

Les matériaux de reprofilage peuvent présenter des traces d'hydrocarbures (48 mg/kg) et des concentrations en métaux (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn et U) dépassant le bruit de fond géochimique local.

Le tableau suivant présente les caractéristiques radiologiques des matériaux de reprofilage :

Caractéristiques radiologiques (données moyennes en Bq/g)	
Activité totale	3,19
Activité indice alpha	1,52
Activité indice bêta	1,67

Tableau 16 : Caractéristiques radiologiques des matériaux de reprofilage de B1/B2

3.2.2.2 Matériaux de couverture

Le tableau suivant présente les substances chimiques contenues dans les matériaux de couverture de B1/B2, mis en place en 2007 :

Principaux traceurs non radioactif	Nitrates : 16,2 g/kg
	Ammonium : 669 mg/kg
	Fluorures : 31,4 mg/kg
	Sulfates : 9,6 g/kg
	Aluminium : 146 g/kg

Tableau 17 : Substances chimiques contenues dans les matériaux de couverture de B1/B2

Le tableau suivant présente les matières radioactives contenues dans les matériaux de couverture de B1/B2, mis en place en 2007 :

Caractéristiques radiologiques (données moyennes en Bq/g sur matière brute)	
Activité totale	76,73
Activité indice alpha	56,41
Activité indice bêta	20,32

Tableau 18 : Caractéristiques radiologiques des matériaux de couverture de B1/B2

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

L'ordre de grandeur des activités massiques en matières radioactives des boues issues des bassins de décantation B5 et B6, estimées après déshydratation, sont présentées dans le tableau suivant :

Caractéristiques radiologiques (données moyennes en Bq/g)	
Activité totale	359
Activité indice alpha	251
Activité indice bêta	108

Tableau 25 : Caractéristiques radiologiques des « boues déshydratées » issues des bassins de décantation B5 et B6 (après déshydratation)

3.2.2.6 Mélange sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2)

Le tableau suivant présente les substances chimiques contenues dans les mélanges sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2) :

Principaux traceurs non radioactif	Nitrates : 21,9 g/kg Ammonium : 1,20 g/kg Fluorures (extraction à l'eau) : 28,9 mg/kg Sulfates (extraction à l'eau) : 11,8 g/kg Aluminium : 27,0 g/kg
---	---

Tableau 26 : Substances chimiques contenues dans les mélanges sol + boues + résidus et stériles miniers (est de B2)

Le tableau suivant présente les caractéristiques radiologiques des mélanges sols + boues + résidus et stériles miniers (est de B2) :

Caractéristiques radiologiques (données moyennes en Bq/g)	
Activité totale	61,52
Activité indice alpha	45,01
Activité indice bêta	16,51

Tableau 27 : Caractéristiques radiologiques des mélanges sol + boues + résidus et stériles miniers (est de B2)

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.2.3 Spectres enveloppes

Les tableaux suivants indiquent, sur la base des différentes mesures réalisées en 2009, les spectres enveloppes radiologiques et chimiques retenus pour les calculs de conséquences lors d'accidents conduisant à de la dissémination de substances radioactives et chimiques. Les spectres enveloppes (radiologiques et chimiques) ont été établis sur la base des caractéristiques des boues B1/B2, en raison de leurs activités enveloppes par rapport aux caractéristiques du reste du contenu des bassins B1/B2 (mélanges et matériaux divers, ...).

Les spectres enveloppes sont définis sur la base des différentes mesures réalisées en 2009 [REDACTED], en considérant la valeur moyenne + deux écarts type. A titre indicatif, les tableaux ci-après donnent également le spectre moyen.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.2.4 Inventaire

L'inventaire de déchets a été défini sur la base des résultats des investigations menées en 2009.

Les quantités de déchets présents actuellement dans l'entreposage sont estimées à :

- boues de fluorine dans les bassins B1/B2 : 76 604 m³,
- mélange de matériaux et de boues : environ 161 981 m³ dont 61 055 m³ dans la partie est de B2,
- matériaux de couverture en place : 42 421 m³.

En outre, les déchets et matériaux mis en place pendant les travaux d'aménagement de l'installation ECRIN sont les suivants :

- boues de fluorine déshydratées issues de la vidange des bassins de décantation B5 et B6 : 27 000 m³,
- matériaux de reprofilage avant pose de la membrane bitumineuse : 22 000 m³.

Sur la base de l'ensemble des lithologies du contenant présentées ci-avant et des spectres type établis, le calcul du coefficient Q conduit à une valeur [REDACTED] supérieure à 10⁹.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

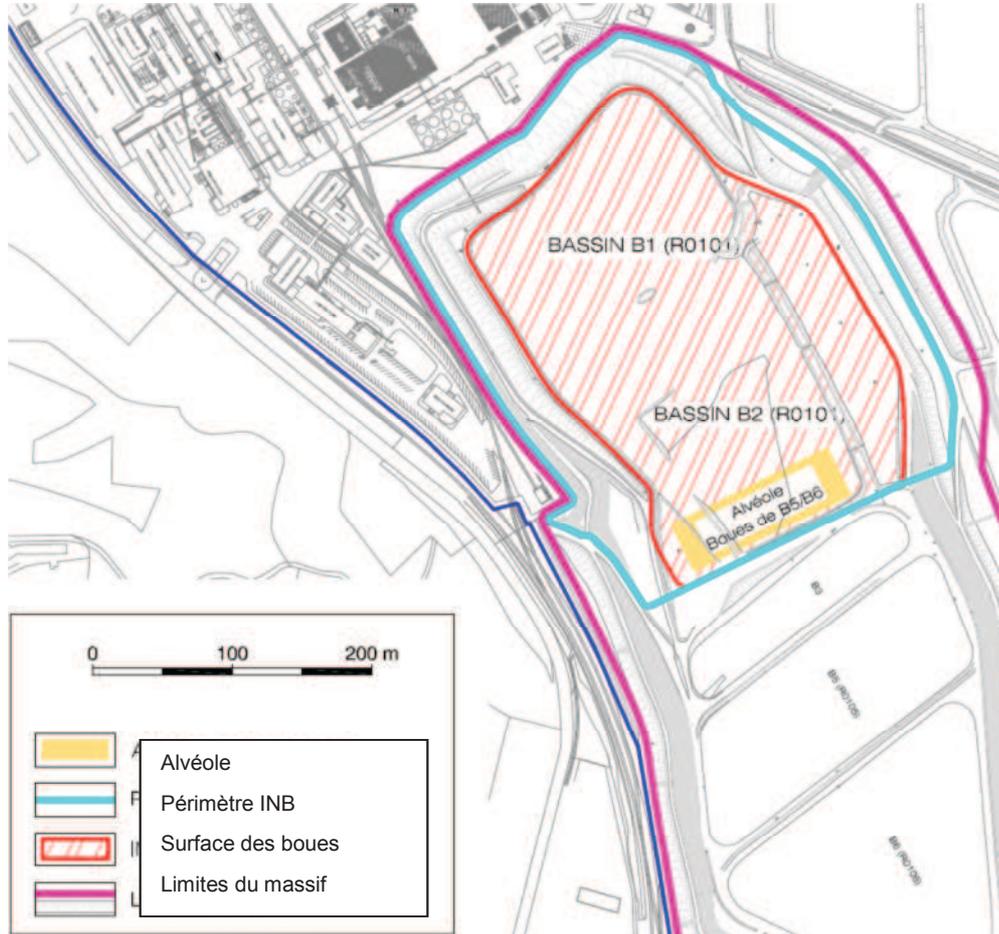


Figure 18 : Périmètre de l'INB ECRIN

Accès à l'installation

L'installation est implantée sur le site de Malvesi [REDACTED]. L'accès à l'installation est réglementé.

Circulation sur B1/B2

Des voies de circulation sont aménagées sur la couverture bitumineuse des bassins B1/B2 pour les activités de surveillance de la membrane et l'accès éventuel des moyens de secours.

3.4 Description de l'installation

3.4.1 Capacité

La capacité de l'installation ECRIN comprend le volume des déchets radioactifs historiquement présents dans l'entreposage, légèrement majoré pour rester enveloppe par rapport aux incertitudes subsistant sur la volumétrie interne de B1/B2, la densité et l'activité des boues déshydratées provenant de la vidange de B5 et B6 et dans une moindre mesure pour tenir compte des légères variations de volumes de matériaux d'apport susceptibles d'être générées dans le cadre des différents chantiers d'aménagement..

La capacité totale de l'installation ECRIN est fixée par décret à 400 000 m³ et 120 TBq.

Référence Documentum: [REDACTED]		AREVA NC MALVESI		
Version :	3.0	DIRECTION		
	PAGE 58/139			
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation				

3.4.2 Description du massif et des digues

Le massif sur lequel est implanté l'installation est constitué des stériles miniers et résidus de traitement du minerai de l'ancienne mine de soufre (volume d'environ 1 300 000 m³). Ce massif d'une vingtaine d'hectares domine d'environ de 15 à 20 m la plaine alluviale.

Les stériles et résidus ont été mis en forme pour constituer des bassins de décantation capables d'accueillir les effluents de l'usine de conversion. Sous les boues, ces stériles et résidus ont une épaisseur de l'ordre d'une dizaine de mètres.

Les digues sont constituées essentiellement par les stériles issus de l'ancienne mine, renforcées en partie externe par l'apport de matériaux de carrière placés en risberme.

Le dimensionnement des digues a été vérifié par calcul (voir § 3.1 du volume 2) : les coefficients de stabilité géotechnique en conditions normales sont compris entre 1,5 et 1,8 selon les secteurs. Des dispositifs de surveillance (cf. paragraphe 3.8) sont implantés en tête de digues ainsi que sur les risbermes, pour surveiller la hauteur de la nappe perchée et détecter d'éventuels mouvements des digues.

3.4.2.1 Caractéristiques des stériles et résidus miniers du massif

Les stériles et résidus miniers présents sous les bassins B1/B2 sont également présents sous les bassins B3 à B6.

Les résidus miniers sont principalement des sols fins (argiles, limons et sables), de couleur marron en partie supérieure, puis gris à noir et lités.

Les carottages réalisés ont montré des couches de matières organiques, indiquant un remplissage par phases successives avec des interruptions permettant le développement de végétation.

De nombreuses particules de soufre et de gypse ont également été observées dans les prélèvements.

La compacité de ces sols est faible à bonne.

Les résultats des essais géomécaniques triaxiaux réalisés en 2009 ont permis de compléter les données existantes et de déterminer les valeurs de cohésion c' et d'angle de frottement φ' utilisées pour les calculs de stabilité : $c' = 5$ kPa et $\varphi' = 25$.

3.4.2.2 Caractéristiques des matériaux constituant les digues

Les digues construites a priori par la technique dite en « sapin » sont constituées par les stériles issus de l'ancienne mine. Ceux-ci sont différents des résidus miniers issus de l'exploitation de cette mine et sont de granulométrie plus importante (argiles à cailloutis et graviers), avec une couleur dominante marron. Des éléments marneux (matériaux non exploitables) ont également été rencontrés dans ces matériaux des digues.

Ces matériaux argilo-graveleux ont une compacité meilleure que celle des résidus miniers des bassins.

Par sécurité, les caractéristiques mécaniques retenues pour les analyses de stabilité générale des digues sont identiques à ceux des résidus miniers : $c' = 5$ kPa et $\varphi' = 25$.

3.4.2.3 Caractéristiques géométriques des digues

Le tableau ci-après présente la synthèse des données recueillies concernant les côtes altimétriques des digues actuelles ainsi que leurs pentes associées.

Localisation	Pente externe	Côte NGF crête de digue	Hauteur de la digue / TN
Digue nord B1	3H/1V	22 (ouest) à 21,5 (est)	13 à 14 m
Digue ouest B2	3H/1V	22,2 à 23,6	13,2 à 17,3 m
Digue B2/B3	/	23,7 (ouest) à 21,5 (est)	17,4 à 16 m
Digue intermédiaire B1/B2	/	21 à 22,6 (parties visibles)	15 à 17 m
Digue est ancienne B2	/	(effondrée) 17,3 à 20,2 (chemin actuel)	/
Nouvelle digue est B2	1,5H/1V	14,9 (centre) à 19 / 20 m (extrémités)	9,5 à 14,5 m
Digue est B1	1H/2V	21,5 à 20,3	~ 14 m

Tableau 30 : Caractéristiques géométriques des digues

3.4.3 Description de l'alvéole sur B2

Une alvéole située en partie sud au-dessus de B2, est destinée à l'entreposage des boues déshydratées provenant de la vidange des bassins de décantation B5 et B6.

L'alvéole est implantée dans la zone où l'épaisseur de boues de fluorine est la plus faible, afin de limiter le volume de boues à excaver et à déplacer. Cet emplacement est également le plus proche des bassins de décantation à vidanger (B5 et B6).

L'alvéole présente une capacité d'entreposage de 27 000 m³ de boues déshydratées. Ses caractéristiques géométriques sont les suivantes :

- Longueur : 125 m,
- Largeur : 38 m,
- Surface de la zone de stockage : 4 750 m²,
- Profondeur par rapport à la piste périphérique : 5 m,
- Hauteur maximale de stockage : 8 m,
- Pente du fond d'alvéole : 2 à 5 %,

Les boues déshydratées sont contenues dans des géotubes qui ont permis de réaliser la déshydratation (cf. paragraphe 7.2.8).

Les caractéristiques des géotubes sont les suivantes :

- Matière : Polypropylène,
- Maille filtrante : 400 µm.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Figure 19 : Photo réalisée pendant la phase de test industriel de filtration en géotube (à gauche un géotube recouvert du géotextile)

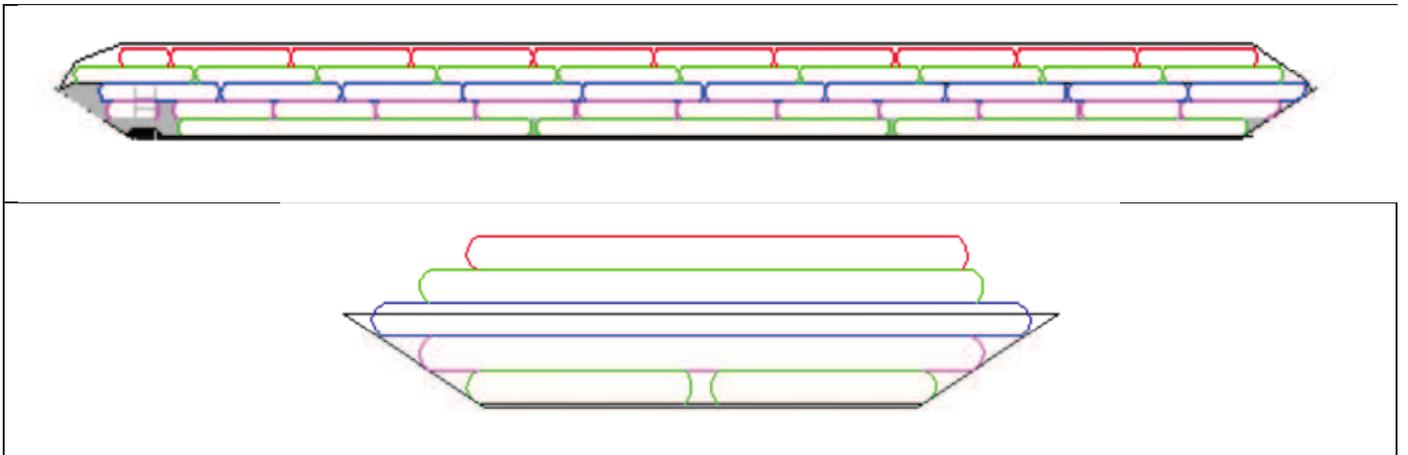


Figure 20 : Vue schématique de l'agencement des geotubes dans l'alvéole d'entreposage

3.4.3.1 Complexe d'étanchéité/drainage de l'alvéole

Les dispositifs d'étanchéité en flanc et fond d'alvéole sont composés de haut en bas par :

- un géocomposite de drainage comprenant un géotextile anti-poinçonnement et une âme drainante, reliée à un puisard situé dans l'alvéole permettant le pompage des égouttures ou lixiviats provenant des déchets,
- une membrane d'étanchéité,
- un géocomposite de drainage pour les venues extérieures d'eaux latérales et des gaz.

Ces dispositifs sont représentés dans le schéma suivant :

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

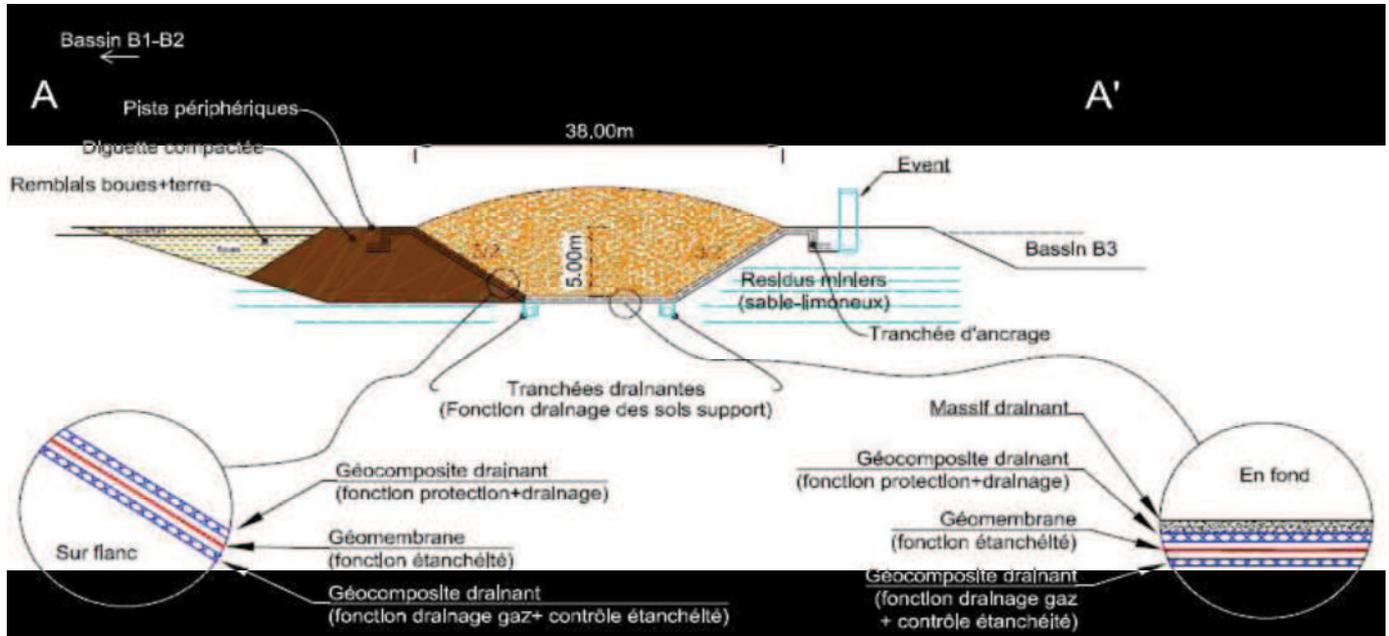


Figure 21 : Coupe schématique du dispositif d'étanchéité/drainage de l'alvéole

3.4.3.2 Drainage sous-étanchéité de l'alvéole

Une nappe perchée est présente dans les stériles et résidus miniers.

Des tranchées drainantes sont créées en fond de terrassement d'alvéole. Elles sont reliées à un puits de contrôle et de pompage, situé en point bas à l'extérieur de l'alvéole. Ce drainage permet de répondre aux 2 objectifs suivants :

- éviter l'apparition d'une pression hydrostatique en fond de l'alvéole,
- drainer des fuites issues de l'alvéole en cas de défaut d'étanchéité.

Ce système de drainage permet également de collecter d'éventuels gaz qui pourraient remonter depuis le terrain naturel alluvionnaire à travers les stériles et résidus miniers. De même, des événements sont installés en périphérie de l'alvéole pour éviter toute accumulation de ces gaz sous le complexe d'étanchéité.

3.4.4 Description de la couverture bitumineuse, du drainage des gaz et du réseau de collecte des eaux pluviales

Une couverture est disposée sur les bassins B1/B2 afin de prévenir les envols et de limiter le transfert des substances par voie liquide dans les eaux souterraines (dû au lessivage des déchets entreposés par l'infiltration des eaux pluviales). Cette couverture bitumineuse est mise en place après reprofilage de la surface de l'entreposage. Les matériaux utilisés pour ce reprofilage sont les déblais de creusement de l'alvéole ainsi que des terres légèrement marquées en uranium, actuellement entreposées dans une alvéole sur le site.

Cette couverture est composée d'un ensemble de couches successives (film anti-perforation, voile de verre, géotextile) enrobées dans du bitume. Son épaisseur est de l'ordre de 4 à 6 mm.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

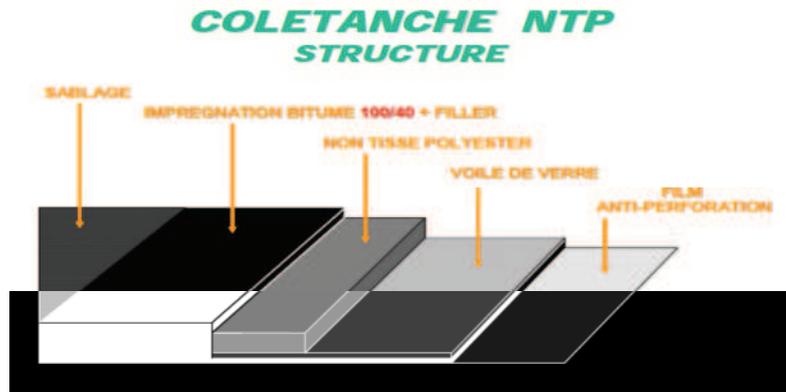


Figure 22 : Schéma type de la structure d'une membrane bitumineuse

Les critères du choix de la geomembrane bitumineuse élastomère sont notamment :

- sa masse surfacique (aux alentours de 5 kg/m²) qui empêche le soulèvement par le vent lors de sa mise en œuvre, et qui garantit une fois mise en œuvre un contact permanent avec le sol support (stabilité dimensionnelle et flexibilité),
- sa résistance aux poinçonnements et aux déchirures (armature textile procurant une forte résistance à la traction),
- ses propriétés de déformabilité et sa résistance aux étirements et/ou déformations sans rupture,
- ses caractéristiques de perméabilité (imprégnation à cœur par un liant assurant une très faible perméabilité),
- sa résistance aux ultra-violets (UV) (conforme à la norme NF EN 12224 par exemple), au gel et à la chaleur,
- sa facilité de mise en œuvre et de réparation (limitation des points singuliers).

La couverture bitumineuse présente un comportement au feu de type M1 (caractère peu inflammable). En effet, la température de fusion du bitume élastomère est de 120°C et, à cette température, le bitume ne s'enflamme pas mais devient fluide.

3.4.4.1 Drainage de gaz

Le drainage des gaz sous la couverture bitumineuse est assuré par un réseau de tranchées drainantes qui constituent un chemin préférentiel emprunté par les remontées potentielles de gaz jusqu'à des événements situés, en particulier, au niveau des points hauts du réseau ■.

Ces événements sont destinés à faciliter l'échappement d'éventuelles poches de gaz tel que le sulfure d'hydrogène (H₂S) qui pourraient remonter des strates sous-jacentes (des terrains naturels sous les stériles et résidus miniers en particulier). Ainsi, toute accumulation de gaz sous la couverture est évitée.

Au droit des traversées de la couverture, le raccordement des événements, permet de limiter le risque d'augmentation de la perméabilité globale de la couverture.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

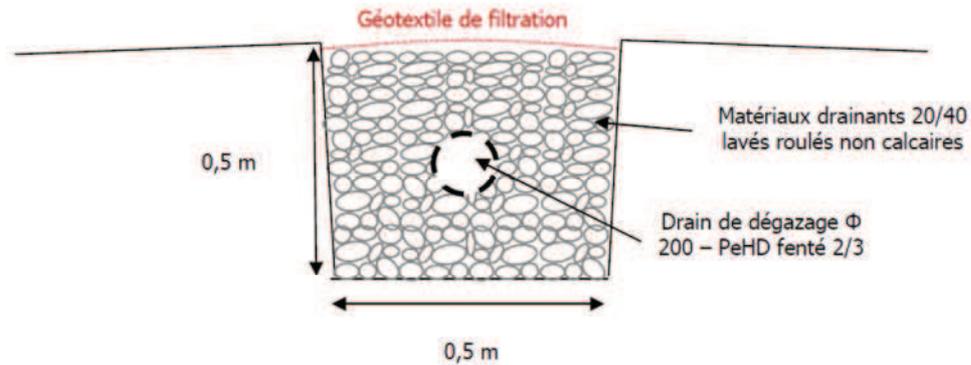


Figure 23 : Schéma de principe d'une tranchée drainante

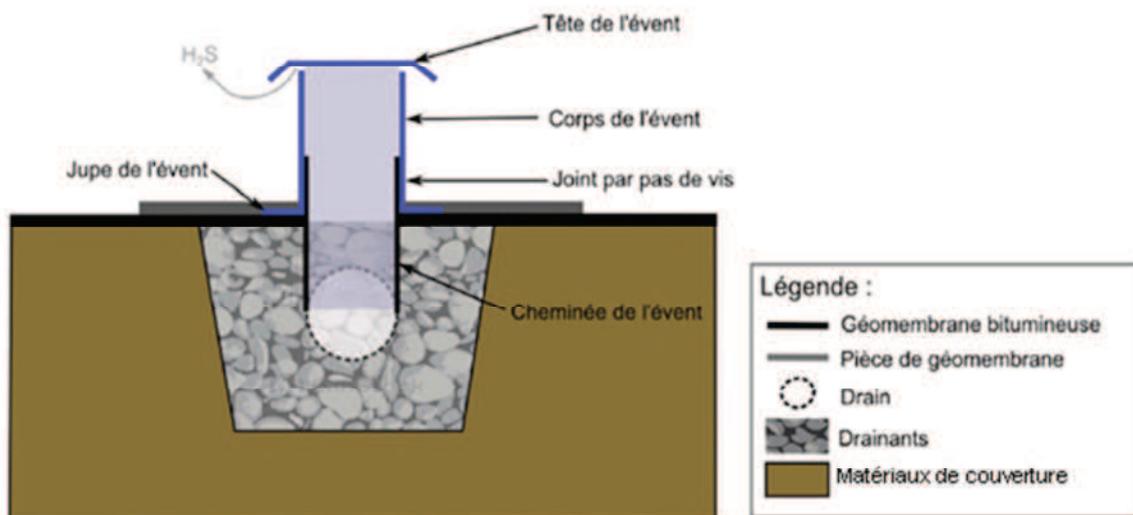


Figure 24 : Schéma de principe des événements (raccordement et étanchéité de tête)

Le maillage est constitué de tranchées drainantes parallèles espacées d'environ 50 mètres et aménagées dans la largeur du dôme. Elles sont complétées par une tranchée transversale (dans le sens de la longueur) aménagée sur la crête du dôme. La Figure 25 illustre cette configuration.

Les quantités estimées pour mettre en place ce réseau de dégazage passif sont :

- 1400 mètres linéaires de tranchées drainantes,
- 15 événements sur le dôme, dont 5 en crêtes, visitables par inspection vidéo,
- 12 événements en périphérie de la couverture, visitables par inspection vidéo.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

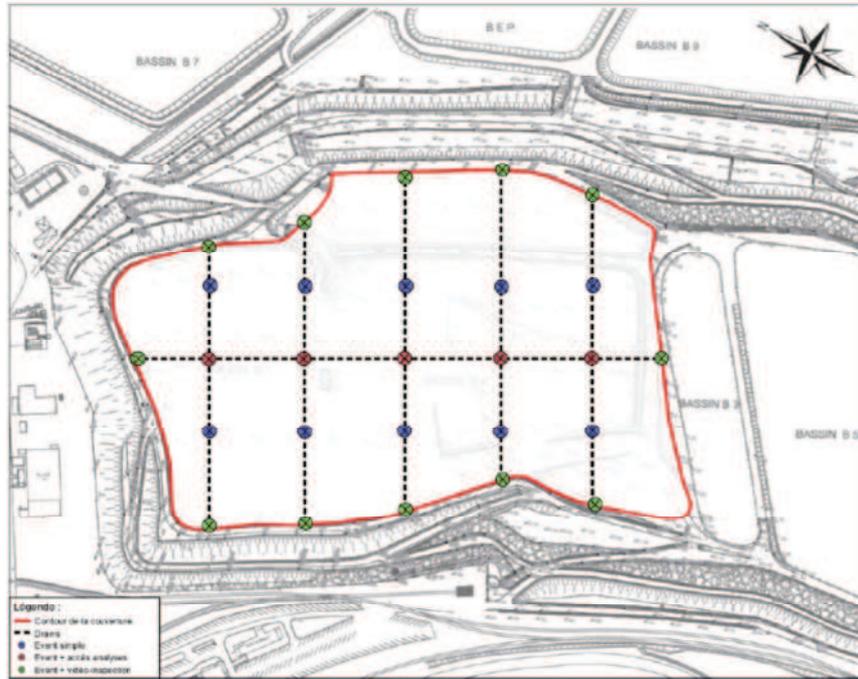


Figure 25 : Schéma de principe du réseau de drainage des gaz (tranchées drainantes et événements)

3.4.4.2 Collecte des eaux de ruissellement

La couverture bitumineuse (cf. paragraphe 7.3.5 relatif à la collecte des eaux pluviales) est partagée en 3 bassins versants :

- bassin versant B1/B2 ouest d'une surface de 3,15 ha,
- bassin versant B1/B2 est d'une surface de 3,04 ha,
- alvéole B2 sud d'une surface de 0,35 ha.

Les eaux pluviales ruisselant sur la couverture bitumineuse sont collectées par un réseau spécifique d'évacuation. Ces eaux transitent vers l'exutoire existant en périphérie nord du bassin B2 est, via 3 fossés installés en périphérie interne des digues de B1/B2. Cet exutoire est dimensionné pour évacuer une précipitation de fréquence centennale.

Le débit à pleine section (débit capable) de l'exutoire correspond à la somme des débits de pointe de fréquence centennale sur 24 h provenant des 3 bassins versants drainés, soit un débit maximal acceptable de 3 370 L/s.

Cet exutoire permet le transfert des eaux collectées sur B1/B2 jusqu'à l'ouvrage séparateur de flux implanté en amont du bassin de contrôle. Le mode de gestion des eaux de ruissellement est précisé au paragraphe 5.1 du présent volume.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.5 Dispositif de maîtrise de la circulation des eaux souterraines du site (confortement environnemental)

De 2011 à 2013, les travaux de confortement environnemental réalisés sur le site ont consisté en l'implantation des ouvrages suivants :

- en aval hydraulique du site (à l'est), un dispositif constitué :
 - d'une paroi souterraine d'imperméabilité munie d'une géomembrane PEHD,
 - d'un système de tranchées drainantes et de fossés équipés de pompes de relevage et permettant d'écrêter la nappe en amont de la paroi,
- de tranchées drainantes en amont hydraulique du site (ouest),
- de tranchées drainantes et puits ponctuels de pompage au cœur du secteur Usine.

Les tranchées drainantes permettent notamment de maîtriser les niveaux d'eau de la nappe des alluvions et de diriger celles-ci (cf. Figure 27) vers les bassins tampons [REDACTED] avant leur traitement, par osmose inverse ou par évaporateur.

Ce dispositif vise à supprimer les risques de transferts par voie souterraine de substances issues notamment du massif d'entreposage et de l'usine, vers l'aval hydraulique du site.

Ce dispositif (cf. Figure 26) n'est pas implanté dans le périmètre de l'installation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE - Volume I : Description de l'installation

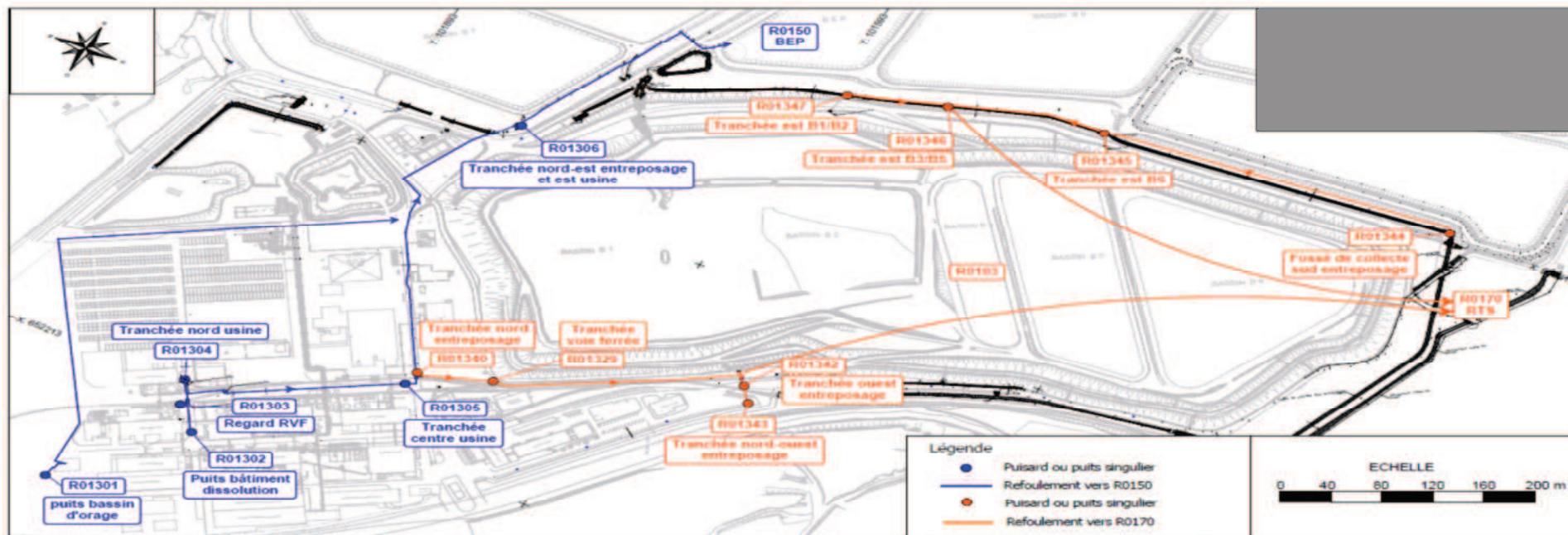


Figure 27 : Gestion des eaux captée par le dispositif de confortement environnemental



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Ces travaux ont été menés après plusieurs simulations prospectives, sur la base de différents choix techniques, de manière à déterminer la ou les meilleures solutions de maîtrise des risques de migration de l'uranium en aval hydraulique du site.

Cette modélisation réalisée en 2010 a été mise à jour en 2015 (cf. Annexe 3) afin de prendre en compte les données complémentaires issues de reconnaissances géologiques et hydrogéologiques et d'essais réalisés après la mise en place du dispositif.

Elle permet d'évaluer le bénéfice environnemental du dispositif en termes de concentrations en uranium dans les eaux souterraines à diverses échéances (jusqu'à 100 ans) :

- à l'est et au sud-est du site, l'effet environnemental de la mise en œuvre du dispositif est attendu à une échéance comprise entre 5 et 15 ans au droit des ouvrages de la ceinture rapprochée,
- plus à l'aval encore, au droit de la ceinture dite éloignée (puits de particuliers), le dispositif permet de garantir un marquage environnemental faible, à un niveau très inférieur à la valeur cible, à l'est comme au sud du site.

Le suivi environnemental des eaux souterraines (cf. paragraphe 6.2.2) a pour objectif de s'assurer de l'atteinte de ces évolutions attendues.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

3.6 Description des fonctions auxiliaires

Les fonctions auxiliaires de l'installation ECRIN sont limitées au réseau d'alimentation électrique.

Le réseau électrique est utilisé pour l'alimentation des capteurs équipant les puisards de l'alvéole (présence de liquide) et pour l'alimentation des pompes de relevage.

3.7 Systèmes de communication et d'alarme

Compte tenu de la cinétique lente des phénomènes de migration de substances radioactives et chimiques au sein des déchets, en cas d'augmentation du critère de perméabilité de la couverture bitumineuse notamment, et de l'absence de risque de dissémination de substances radiologiques et chimiques, immédiat pour les personnes ou l'environnement, il n'est pas prévu de report d'information ou d'alarme.

Une surveillance par caméra [REDACTED] est mise en place.

3.8 Description des systèmes de surveillance de l'installation

Les dispositifs suivants permettent de surveiller l'intégrité de l'entreposage :

- réseau de piézomètres et cordes vibrantes permettant de surveiller l'évolution du niveau d'eau dans les digues,
- réseau d'instrumentation (bornes topographiques, inclinomètres...) permettant de détecter d'éventuels déplacements des digues,
- dispositifs de contrôle des tassements de la couverture (bornes topographiques),
- réseau de piézomètres permettant de suivre l'essorage de la nappe perchée dans les résidus miniers sous l'installation,
- détecteurs de liquide dans les puisards de l'alvéole d'entreposage des boues déshydratées.

Les indications fournies par ces capteurs sont accessibles localement. Les paramètres suivis sont relevés lors de rondes périodiques.

3.9 Interfaces de l'installation avec les autres installations du site

Les interfaces entre l'installation et les autres installations du site concernent :

- Le traitement des eaux recueillies sur le site,
- Le dispositif de maîtrise de la circulation des eaux souterraines,
- Divers réseaux traversant le périmètre de l'installation.

Par ailleurs, l'installation nécessite l'utilisation de certains moyens communs à l'ensemble du site : accès et vestiaires communs, gardiennage, intervention du personnel de secours en cas d'accident.

3.9.1 Réseaux divers

Plusieurs tuyauteries, nécessaires à la gestion des effluents de procédé de l'ICPE et au traitement des eaux pluviales du site et cheminent dans le périmètre de l'installation :

- la tuyauterie de transfert des effluents de procédé depuis l'atelier de « récupération » vers les bassins de décantation B5 ou B6,
- les tuyauteries de transfert des concentrats d'osmose vers le réservoir tampon et d'alimentation de l'évaporateur depuis celui-ci,



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- les tuyauteries de transfert vers les bassins de décantation B5 ou B6 des boues de décarbonatation de l'installation d'osmose inverse et des concentrats de l'évaporateur.

Ces tuyauteries sont placées en double enveloppe, avec détection de fuites et cheminent en surface sur la risberme nord, puis sur la risberme ouest de B1/B2, avant de remonter jusqu'en crête de digue à l'angle sud-ouest de B2.

Les autres câbles sont liés aux alimentations électriques d'équipements divers en moyenne tension et aux boucles de contrôles en basse tension (sondes de présence de liquides dans les puisards de l'alvéole, pompes des installations de relevage).

3.9.2 Installations de traitement des eaux

- les réseaux d'écoulement des eaux pluviales collectées sur l'installation distinguent :
 - les eaux pluviales de ruissellement sur les voiries ou les digues, potentiellement suspectes, qui sont dirigées vers le secteur ICPE et entreposées dans le bassin des eaux pluviales de la zone lagunaire pour traitement par osmose inverse,
 - les eaux de ruissellement sur la couverture bitumineuse, qui sont canalisées vers un exutoire unique, existant en périphérie nord du bassin B2 Est, puis vers un dispositif séparateur de flux (cf. paragraphe 5.1.1.2 relatif à la gestion des eaux de pluie),
- les eaux souterraines sont collectées dans les fossés et tranchées drainants disposés au pied du massif B1 à B6 (cf. paragraphe 3.5 relatif au confortement environnemental) et transférées dans un bassin tampon de l'ICPE, puis vers un système de traitement par évaporation.

3.9.2.1 Osmose inverse

Le procédé de la station de traitement des eaux pluviales de la zone lagunaire mise en place consiste à :

- traiter préalablement les ions Ca^{2+} , les matières en suspension (MES) et autres colloïdes,
- filtrer les eaux pluviales sur filtre à sable puis les traiter par osmose inverse afin de diminuer les concentrations de toutes les substances contenues,
- rejeter les perméats vers le milieu naturel et diriger les rétentats vers le bassin tampon pour traitement ultérieur par évaporation.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



3.9.2.2 Evaporateur

Le procédé d'évaporation des concentrats d'osmose et des eaux souterraines collectées au sein du massif est fondé sur les principes suivants.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

4 DESCRIPTION DES ACTIVITES MENEES SUR L'INSTALLATION

4.1 Organisation

Le Directeur de l'établissement de Malvési est nommé par le Directeur Général de la Société AREVA NC, auquel il rend compte. Il est responsable de l'établissement, notamment en matière de sûreté, de sécurité et de protection de l'environnement.

L'installation ECRIN est placée sous la responsabilité d'un Chef d'Installation (CI) nommément désigné par le Directeur.

Les opérateurs intervenant sur l'installation travaillent également dans les ateliers classés au titre de la réglementation des ICPE.

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

4.2 Présentation des opérations mises en œuvre

Les opérations à réaliser sur l'installation sont essentiellement des opérations de surveillance. De plus, des opérations ponctuelles peuvent être réalisées dans le cadre de cette surveillance ou au titre de la maintenance courante (réparations de la couverture, changement d'un matériel de pompage, nouveaux carottages si nécessaire...). Ces opérations peuvent nécessiter la présence et la circulation d'engins sur les voies de circulation de la couverture.

Ces différentes opérations génèrent également des activités de gestion de déchets (cf. paragraphe 5.3).

Les principales opérations prévues au titre des situations de fonctionnement normales ou dégradées sont les suivantes :

- des activités courantes de surveillance et de contrôle :
 - surveillance de l'installation (rondes périodiques, vérification de l'intégrité de la couverture, de l'évolution de la nappe perchée et de la stabilité des digues...),
 - contrôle d'absence de contamination sur la couverture bitumineuse,
 - contrôle et nettoyage des caniveaux périphériques de collecte des eaux,
 - gestion des eaux souterraines et des eaux de ruissellement en cas de pluie,
 - gestion des déchets solides (déchets technologiques, EPI, gants, surbottes...),
- des interventions courantes de maintenance :



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- entretien et 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,
- des interventions de maintenance plus conséquentes, comme par exemple :
 - carottage dans les boues,
 - remplacement d'une surface significative de la couverture bitumineuse,
 - ...

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

5 GESTION DES EFFLUENTS ET DECHETS

5.1 Gestion des eaux

En fonctionnement normal, les eaux en provenance de l'installation ECRIN sont :

- les eaux pluviales de ruissellement sur les voiries ou les digues,
- les eaux souterraines collectées en périphérie du massif,

5.1.1 Gestion des eaux pluviales de ruissellement

5.1.1.1 Objectifs

La couverture bitumineuse des bassins B1/B2, sur une surface de 6,2 ha environ, nécessite des moyens spécifiques de récupération et de gestion des eaux pluviales de ruissellement.

En outre, ces eaux pluviales de ruissellement sur les voiries ou les digues, potentiellement suspectes, sont dirigées vers le bassin des eaux pluviales de la zone lagunaire pour traitement par osmose inverse dans l'ICPE.

L'objectif général est de prévenir le transfert à l'environnement d'eaux potentiellement marquées en substances radioactives ou chimiques.

5.1.1.2 Description

La mise en place de la couverture bitumineuse sur l'installation permet de séparer les eaux pluviales ruisselant sur cette couverture des eaux ruisselant sur le massif B1 à B6 (sur les flancs des digues notamment).

Le schéma de principe de la gestion des eaux pluviales ayant ruisselé sur le massif B1 à B6 ainsi que des eaux souterraines (cf. paragraphe 5.1.2), est présenté sur la figure suivante. Cette gestion est détaillée ci-après.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



5.1.1.2.1 Eaux pluviales ruisselant sur la couverture bitumineuse

Des dispositifs de collecte des eaux de ruissellement sur la couverture bitumineuse permettent de les canaliser vers un exutoire existant en périphérie nord du bassin B2 est, puis vers un ouvrage séparateur de flux.

Les eaux de ruissellement dites de « premier flot », potentiellement marquées par le lessivage de poussières, sont dirigées vers un bassin de contrôle de 4 000 m³ environ. Après analyse, les eaux conformes aux spécifications de rejet des eaux pluviales sont envoyées vers la canalisation enterrée du rejet unique du site vers le milieu naturel. En cas de non-conformité aux spécifications de rejet, ces eaux de « premier flot » sont transférées vers le bassin d'eaux pluviales pour traitement (cf. paragraphe 0).

Les eaux de ruissellement dites de « second flot » ne sont pas suspectes de marquage. Elles sont dirigées directement vers la canalisation enterrée du rejet unique du site à l'aide de l'ouvrage hydraulique séparateur de flux.

Les fossés de collecte, l'ouvrage séparateur de flux et le bassin de contrôle sont créés en parallèle des travaux de couverture bitumineuse de l'installation (cf. paragraphe 7.3.5 ci-après).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

5.1.1.2.2 Eaux pluviales ruisselant sur les digues du massif

Les eaux de ruissellement sur les digues du massif sont collectées dans des fossés puis transférées vers le bassin des eaux pluviales. Elles sont envoyées vers la station d'osmose pour traitement (diminution de la teneur en nitrates). Les perméats sont rejetés au milieu naturel et les rétentats sont envoyés vers le bassin tampon pour traitement (cf. paragraphe 5.1.2).

5.1.2 Gestion des eaux souterraines collectées en périphérie du massif

Les eaux souterraines sont issues de l'essorage de la nappe perchée située sous l'installation ECRIN. Cette nappe est alimentée notamment par la percolation des eaux pluviales au sein des déchets entreposés. Ces eaux sont potentiellement marquées par le ressuyage et l'essorage des boues. Elles sont collectées par le dispositif de confortement environnemental (maîtrise de la circulation des eaux souterraines du massif B1 à B6) avant d'être transférées dans les installations de traitement des eaux du site de Malvés.

La figure suivante représente, en coupe, les principes de collecte des eaux souterraines tels qu'ils sont mis en œuvre après les travaux de couverture bitumineuse de l'installation ECRIN.

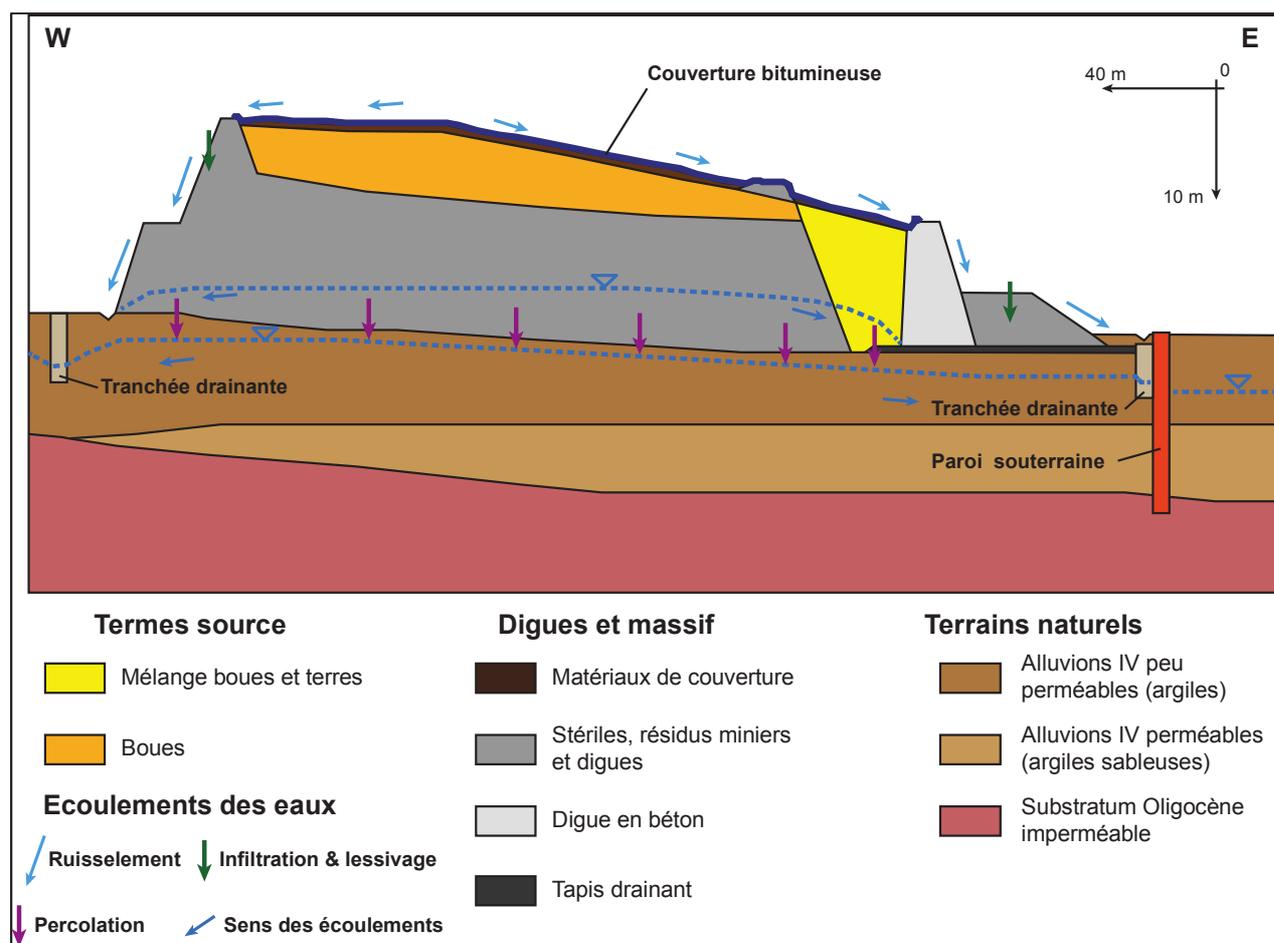


Figure 31 : Schéma de principe de collecte des eaux souterraines au droit de l'entreposage (après travaux de couverture bitumineuse de l'installation ECRIN)



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Ces eaux souterraines sont transférées dans le bassin tampon puis vers un système de traitement par évaporation (évaporateur et/ou bassin de décantation, puis bassin d'évaporation).

Par conception, le dispositif de confortement environnemental ne permet pas de différencier les eaux en provenance de la seule installation ECRIN des eaux en provenance de l'ensemble du massif. En effet, la totalité du massif est inclus dans le dispositif constitué de la paroi souterraine, de drains et fossés de collecte des eaux souterraines.

De façon majorante, les eaux souterraines issues du massif sont attribuées à l'installation ECRIN. Avant transfert vers les installations ICPE, ces eaux sont quantifiées par les dispositifs de mesure associés au dispositif de confortement ouvrages de confinement hydraulique. Leur volume est estimé à quelques milliers de m³ par an (voir le §8.4).

5.2 Effluents gazeux

L'entreposage ne génère pas d'effluent gazeux.

En effet, la couverture bitumineuse empêche tout envol de particules dans l'environnement.

Les émissions de radon ne sont pas significatives : en effet, le phénomène de décroissance radioactive de certains radionucléides contenus dans les déchets de l'installation ECRIN conduit à la production de radon en faibles quantités. Il s'agit essentiellement de ²²²Rn de durée de vie très courte (< 4 jours), dont les descendants solides restent dans l'entreposage.

Par ailleurs, les événements placés au niveau de la couverture bitumineuse de l'installation permettent d'évacuer d'éventuelles émanations de sulfure d'hydrogène. En effet, le massif de stériles et résidus miniers sur lequel est implantée l'installation repose sur des alluvions parfois riches en matières organiques, qui peuvent conduire à la production de sulfure d'hydrogène. Ces émanations éventuelles de sulfure d'hydrogène ne sont pas imputables à l'installation.

Il n'est pas prévu de canaliser, ni de contrôler ces émissions gazeuses.

5.3 Déchets

L'installation génère peu de déchets. Il est néanmoins établi un zonage déchets dans son périmètre, afin de séparer les zones à production possible de déchets nucléaires des zones à déchets conventionnels.

Pour les activités courantes de surveillance et de contrôle, l'installation est classée en zone à déchets conventionnels. Pour les interventions courantes ou exceptionnelles, des modalités pratiques de zonage opérationnel sont mises en place.

Les principaux déchets attendus sont :

- les déchets technologiques générés par les activités courantes (EPI usagés, petit outillage, morceaux de membrane remplacés...), collectés en sortie de la zone surveillée, contrôlés et dirigés vers les filières adaptées de traitement des déchets existantes sur le site,
- les déchets pour lesquels il n'existe pas de filière d'élimination (carottes issues de forages par exemple), qui sont conditionnés et peuvent être conservés dans une zone spécifique de l'installation.

La gestion des déchets est précisée dans l'étude déchets de l'installation (cf. référence [33]).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

6 SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

L'environnement de l'installation ECRIN est surveillé (air, eaux de surface et souterraines, sols et sédiments, faune et flore, surveillance écologique).

6.1 Air

La surveillance environnementale de l'installation ECRIN s'appuie sur des moyens existants utilisés pour la surveillance associée à l'activité des autres unités du site.

Le niveau d'irradiation ambiante et l'activité atmosphérique sont mesurés en périphérie des bassins B1/B2 et en limite du site de Malvés.

Les stations permettant de surveiller le niveau d'irradiation sur et à proximité de l'installation ECRIN sont :

- une station DeD - FLi au niveau du « Bassin B1 »,
- une station DeD - FLi au niveau du portail « Locotracteur ».



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Les stations permettant de surveiller l'activité atmosphérique sur et à proximité de l'installation ECRIN sont les stations de mesure poussières « Bassin B1 » et « Tauran 600 » :

- chacune de ces stations est équipée d'un appareil de prélèvement de poussières qui enregistre l'activité alpha volumique totale de ces poussières,
 - la station « B1 » dispose, en plus, d'une station de mesure Radon + alpha par prélèvement qui enregistre l'activité volumique des émetteurs alpha à vie courte des ^{220}Rn et ^{222}Rn .

Le suivi de la qualité de l'air est réalisé à l'aide de jauges d'Owen et par pièges à fluorures gazeux. ■

L'ammoniac est également surveillé dans l'environnement du site. Cette surveillance est en lien avec les activités ICPE et non celles de l'installation.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

6.2 Eaux, sol et sédiments, faune et flore

Par ailleurs, des analyses physico-chimiques et radiologiques sont réalisées :

- dans les eaux de surface,
- dans les eaux souterraines à partir des piézomètres implantés au voisinage de la paroi souterraine, complétées par des mesures sur les eaux souterraines en limite de site et dans l'environnement extérieur,
- sur les sols, les sédiments, la faune et la flore.

6.2.1 Eaux superficielles

Les points de surveillance dans les eaux de surface permettent de suivre les concentrations dans le milieu naturel, tout au long du cheminement des eaux.

Le réseau de surveillance des eaux superficielles spécifique à l'installation s'appuie sur les points de prélèvement utilisés pour la surveillance de l'environnement associée aux installations ICPE du site. Les points de prélèvement sélectionnés pour l'installation sont les suivants (voir localisation au chapitre 6 de l'étude d'impact [17]) :

- 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 unique du site de Malvési. Il s'agit donc d'un point de référence,
- le Tauran 600, le point de prélèvement est situé sur le canal du Tauran à 600 m en aval du point de rejet unique du site de Malvési,
- le point « Rocade » est situé sur le canal de la Mayral, après la jonction avec le canal de Tauran, en aval de la plaine de la Livière,
- 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 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.

La surveillance périodique prescrite par l'arrêté préfectoral comporte notamment des mesures en uranium, en fluorures, en nitrates, ainsi que les mesures de radioactivité, qui seront complétées par les traceurs spécifiques à l'installation (voir détails dans le chapitre 7 des RGE).

6.2.2 Eaux souterraines

La surveillance des eaux souterraines porte sur la nappe alluviale et est réalisée par prélèvements sur des ouvrages (puits et piézomètres) situés à l'aval hydraulique de l'installation et du site.

Les points de prélèvement sélectionnés (voir localisation au chapitre 6 de l'étude d'impact [17]) pour le suivi spécifique à l'installation sont les suivants :

- en plaine lagunaire (interne site) : PF1, PF3bis, PE3,
- Plateforme industrielle (interne site) : PZ102,
- en ceinture immédiate : S10, S40, S52, S56, S58, S60bis, PH5bis,
- en ceinture rapprochée : S49, S50, S51, S66 et S71,
- en ceinture éloignée : Puits Adell, Puits La Prairie, Puits Sospreda et Puits Livière basse.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Pour la sélection des ouvrages de surveillance de l'installation ECRIN, il a été tenu compte :

- d'une part, de la représentativité de l'ensemble des flux sortant du site, définis dans le cadre des études de diagnostic environnemental et notamment dans le cadre de la modélisation hydrodynamique prenant en compte les travaux de confortement environnemental réalisés,
- d'autre part, de la nécessité d'avoir des points de surveillance spécifiques pour vérifier l'efficacité du dispositif de confortement environnemental [REDACTED].

Pour la fréquence des suivis, le rythme de prélèvement trimestriel est celui prescrit par l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter n°2012107-0006 (cf. référence [32]) pour les ouvrages les plus proches du site.

Les substances analysées ont été retenues en fonction du marquage mis en évidence au droit de l'installation. La fréquence d'analyse a été choisie de façon à observer les éventuelles variations de la qualité de la nappe alluviale en fonction du régime d'écoulement (périodes de basses et hautes eaux et périodes intermédiaires) et également en fonction de la modélisation de transport de masse ayant mise en évidence une évolution relativement lente de la qualité des eaux souterraines à l'issue des travaux de confortement environnemental.

La surveillance périodique prescrite par l'arrêté préfectoral comporte notamment des mesures trimestrielles en uranium, en fluorures, en nitrates, en chlorures, en sulfates (soufre), ainsi que les mesures de radioactivité, qui seront complétées par des traceurs spécifiques à l'installation (voir détails dans le chapitre 7 des RGE).

6.2.3 Sol, sédiments, faune et flore

Le réseau de surveillance des sols, des végétaux terrestres, de la faune et la flore aquatique et des sédiments spécifique à l'installation s'appuie sur les points de prélèvement utilisés pour la surveillance de l'environnement associée aux installations du site.

Les points de prélèvement sélectionnés sont les suivants (voir localisation au chapitre 6 de l'étude d'impact [17]) :

- milieu terrestre : point 12,
- milieu eau douce : Tauran 600 et PV3,
- milieu eau salée : point Bages n°10.

La surveillance périodique (annuelle et triennale) prescrite par l'arrêté préfectoral comporte notamment des mesures en uranium, fluorures, mercure, cadmium, dioxines/furane, ainsi que les mesures de radioactivité, qui seront complétées par les traceurs spécifiques à l'installation (voir détails dans le chapitre 7 des RGE).

6.3 Surveillance écologique du milieu récepteur

La surveillance écologique du milieu récepteur des rejets aqueux du site de MalvésI est réalisée en évaluant la diversité et l'abondance relative de la faune benthique et la flore diatomées dans les cours d'eau en aval des rejets aux points « Tauran 600 » et « Rocade ».

Ces mesures sont effectuées selon les protocoles de mesure normalisés :

- Indice Biologique Global Normalisé (IBGN-NF T90-350) pour la faune benthique,
- Indice Biologique Diatomées (IBD-NF T90-354) pour la flore diatomée.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

Ces protocoles de suivi sont destinés à évaluer la qualité écologique du milieu considéré. Ils ne sont pas directement dépendants de la nature des substances présentes dans le milieu. La surveillance périodique prescrite par l'arrêté préfectoral apparaît ainsi suffisante pour suivre les éventuels impacts de l'installation ECRIN.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

7 DESCRIPTION DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE L'INSTALLATION

7.1 Organisation des travaux et du chantier

7.1.1 Règles générales

L'ensemble des travaux est réalisé sous le régime du décret référencé [34], fixant les « prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par des entreprises extérieures ».

L'Exploitant s'assure que toutes les dispositions réglementaires (plans de prévention) et les modalités d'intervention dans la zone concernée, définies en conformité avec les procédures de l'INB ECRIN et les prescriptions techniques, sont respectées.

Ces travaux sont étudiés au cas par cas et font l'objet de modes opératoires rédigés par le titulaire du marché définissant les modalités à suivre et les actions à mener pour assurer la sécurité des personnels.

L'Exploitant et les personnes habilités (radioprotection, ingénieur sécurité,...) donnent leur accord au niveau :

- de la présentation des plans de prévention et procédures de sécurité,
- des autorisations de travail.

Dans tous les cas, des réunions d'information et de concertation entre l'Exploitant, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre sont organisées périodiquement, afin de prendre en compte l'incidence des chantiers entre eux.

7.1.2 Utilités et auxiliaires

Les utilités nécessaires aux travaux d'aménagement sont prises, en fonction des besoins demandés sur les réseaux existants du site. En cas d'incompatibilité entre les besoins et les disponibilités, des installations de chantier sont mises en place.

7.1.3 Moyens de surveillance des travaux

La surveillance radiologique pour le risque d'exposition externe du personnel intervenant est effectuée par la dosimétrie passive à l'aide de dosimètres du personnel intervenant lus périodiquement.

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 implantés au plus près du chantier, en amont et en aval du chantier et par des mesures du taux d'empoussièrement par des analyseurs de poussière portatifs individuels.

Les postes de travail et la base vie (bungalows) sont surveillés par des appareils de type APA.

Le risque incendie en phase travaux a pour origine les opérations réalisées par le soudage de la couverture bitumineuse (cf. volume 2). La surveillance est assurée par le personnel intervenant.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

7.1.4 Gestion des déchets

Une gestion des déchets du chantier est organisée avec l'Exploitant suivant les procédures en vigueur, les déchets sont essentiellement :

- métalliques (matériels,...),
- inertes (gravats,...),
- divers (plastiques,...).

Les règles appliquées pour la gestion des déchets solides (nature, conditionnement, quantitatif, exutoire des filières de déchets produits) sont décrites dans les procédures.

Les chantiers disposent d'aires de collecte de déchets.

7.2 Travaux de création de l'alvéole au sud de B2

Dans le cadre de la mise en service de l'installation, il est créé en partie sud de B2 une alvéole de boues déshydratées issues de la vidange des bassins de décantation B5 et B6.

Cette alvéole est décrite au paragraphe 3.4.3. Le présent paragraphe présente les travaux de création (aménagement, remplissage et fermeture) de cette alvéole.

7.2.1 Phasage des travaux

Le phasage général des travaux est le suivant :

- excavation des matériaux de B2 à l'emplacement de l'alvéole, jusqu'au soubassement de résidus miniers de l'ancienne mine de soufre,
- réutilisation des matériaux excavés pour le remodelage de la surface du bassin B2 (en vue de la gestion des eaux pluviales de la couverture, cf. paragraphe 5.1),
- construction et aménagement de l'alvéole,
- vidange de B5 et B6 / traitement de déshydratation / entreposage dans l'alvéole,

7.2.2 Situation des infrastructures utilisées et créées

La figure ci-après positionne les différentes infrastructures existantes ou à créer sur le site pour les opérations de création de l'alvéole sur B2 et de vidange des bassins B5 et B6.

L'ensemble de ces infrastructures est disposé de manière à :

- limiter les déplacements de matériaux entre les différents bassins,
- assurer la sécurité du personnel.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Cette figure présente notamment l'implantation des principales infrastructures suivantes :

- les bassins B1/B2 et l'alvéole pour l'entreposage des boues déshydratées,
- les bassins B5 et B6 avec les boues à déshydrater.



Le personnel rejoint le chantier à pied ou à l'aide des véhicules de chantier habilités à s'y rendre.

A l'entrée de la zone de chantier, un vestiaire secondaire (sas entrée/sortie) permet au personnel de s'équiper des EPI spécifiques à leur poste de travail et de se contrôler en sortie de zone surveillée.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

7.2.3 Terrassements liés à la création de l'alvéole

Sur la zone d'implantation de la future alvéole, plusieurs types de matériaux sont à déplacer. La coupe des différentes couches de matériaux sur la zone d'implantation de l'alvéole est la suivante :

- matériaux de couverture (argiles marron-ocres à cailloutis calcaires) – jusqu'à 0,4 à 1,5 m de profondeur,
- mélange argiles à cailloutis + boues jusqu'à 2,5 à 3,5 m de profondeur,
- boues de fluorine pâteuses jusqu'à 3,8 m de profondeur,
- résidus miniers et stériles de la mine de soufre à partir de 0 à 5,5 m de profondeur.

Afin de permettre la constitution de l'alvéole dans la zone des matériaux meubles présents sur B2, l'emprise de la zone à terrasser comprend une vingtaine de mètres au-delà de l'emprise de l'alvéole proprement dite, comme le montre le schéma de principe suivant.

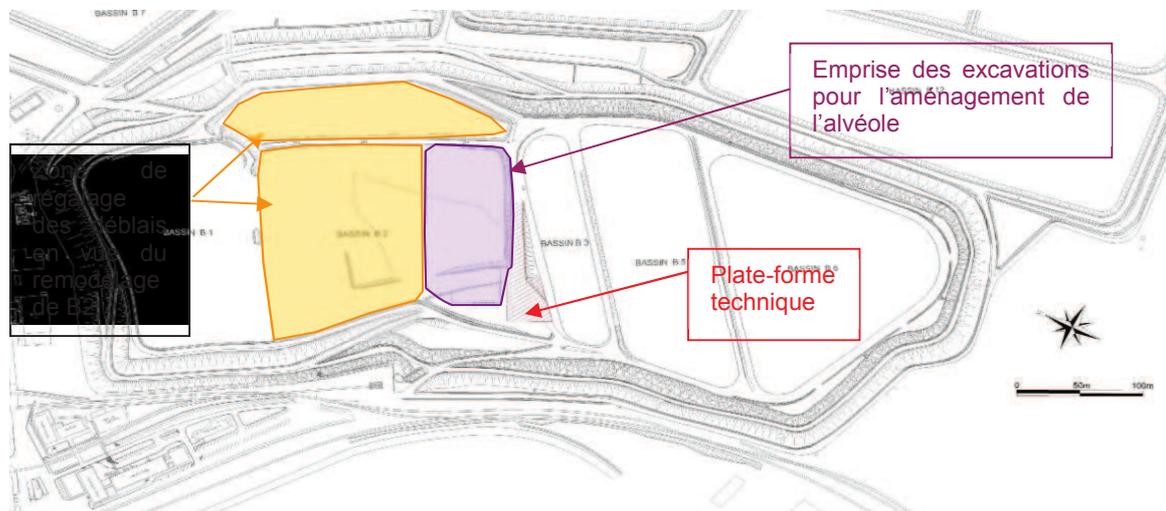


Figure 35 : Plan de localisation de l'emprise des terrassements

L'épaisseur et le volume de ces matériaux ont pu être définis grâce aux sondages réalisés à l'été 2009 sur cette zone [REDACTED].

Ainsi les types de matériaux, épaisseurs moyennes, volumes et tonnage de matériaux à excaver et à déplacer sont présentés dans le tableau suivant.

Types de matériaux	Epaisseur moyenne	Volume	Tonnage
Couverture seule (argilo-caillouteux)	1 m	7 200 m ³	Environ 14 000 tonnes avec une densité de l'ordre de 2
Mélange sol + boues	1 m	6 800 m ³	Environ 12 000 tonnes avec une densité de l'ordre de 1,8
Boues fluorines pâteuses	0,3 m	1 500 m ³	Environ 2000 tonnes avec une densité de l'ordre de 1,4 à 1,6
Résidus miniers et stériles de la mine de soufre	1 m	7 000 m ³	Environ 14 000 tonnes avec une densité de l'ordre de 1,8 à 2

Tableau 31 : Types de matériaux à excaver, épaisseur moyenne, volumes et tonnages

Le volume global de matériaux excavés pour l'aménagement de l'alvéole sur B2 est donc de l'ordre de 22 500 m³.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

D'après les sondages et analyses réalisées, la texture des boues est pâteuse et peltable (siccité de 20 %).

Le mode d'excavation prévisionnel est la pelle mécanique avec une pente moyenne de talus de fouille de 3H/1V et des pentes plus faibles de l'ordre de 4H/1V à 6H/1V dans les parties de boues pâteuses.

Les matériaux excavés pour la création de l'alvéole sont intégralement réutilisés au droit de B2, soit pour l'aménagement de l'alvéole, soit en remodelage du bassin B2 avant mise en œuvre de la couverture étanche.

Le choix est opéré de la façon suivante : les matériaux présentant des caractéristiques géotechniques acceptables pour la fonction qui leur est destinée sont réutilisés de façon privilégiée pour l'aménagement de l'alvéole (remblais de digue, piste périphérique, rampe d'accès, couverture finale), tandis que les boues et matériaux en contenant sont utilisés préférentiellement en remodelage de B2 avant d'être recouverts par des matériaux sains puis par la couverture bitumineuse.

Les besoins en matériaux pour l'aménagement de l'alvéole sont les suivants :

- digue et flancs périphériques : 10 000 m³,
- couche de forme de la piste : 600 m³,
- matériaux drainant en fond d'alvéole et tranchées drainantes : 800 m³,
- rampe d'accès au fond de l'alvéole : 500 m³,
- couche support de la couverture de l'alvéole : 1 500 m³.

Le tableau suivant présente le bilan estimatif des mouvements de matériaux et leur destination dans le cadre de l'aménagement de l'alvéole.

Type matériaux	Volume	Réutilisation sur site	
		Remblais pour la confection des digues et l'aménagement de l'alvéole	Remblais pour le remodelage du bassin B2
Matériaux issus du creusement de l'alvéole			
Couverture actuelle de B2 seule	7 200 m ³	Non	7 200 m ³
Mélange sol + boues	6 800 m ³	Non	6 800 m ³
Boues fluorines pâteuses	1 500 m ³	Non	1 500 m ³
Résidus miniers	5 700 m ³	Potentiellement réutilisable, mais non envisagé	5 700 m ³
Remblais ou stériles miniers (zone Ouest de l'alvéole)	1 300 m ³	Potentiellement réutilisable, mais non envisagé	1 300 m ³
Autres matériaux			
Déblais	22 000 m ³	10 500 m ³ (matériaux pour les digues et la rampe d'accès) 1 500 m ³ (couverture, couche support de la géomembrane)	10 000 m ³ (couche de finition et de protection et support de la géomembrane)
Total =	44 500 m³	12 000 m³	32 500 m³
Matériaux d'apport extérieur			
Remblais d'apport type GNT 0/31.5	1 600 m ³	600 m ³ (pour la piste périphérique à l'alvéole)	1 000 m ³ (pour la rehausse de la digue Est de B2)
Remblais d'apport type graviers calibrés 20/40	800 m ³	800 m ³ (pour les ouvrages de drainage)	-
Total =	2 400 m³	1 400 m³	1 000 m³

Tableau 32 : Bilan des matériaux pour la création de l'alvéole et de la couverture bitumineuse de B1/B2

Il est utilisé des terres et matériaux de façon à limiter le volume de matériaux d'apport extérieur.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Les déblais provenant du terrassement de l'alvéole sont donc réutilisés sur le reste du bassin B2 dans le cadre du remodelage de B2 en vue de la couverture étanche sur une épaisseur moyenne de 1 à 1,5 m.

7.2.4 Drainage sous-étanchéité

Des tranchées drainantes sont créées en fond de terrassement d'alvéole. Elles sont reliées à un puits de contrôle et de pompage, situé en point bas à l'extérieur de l'alvéole.

7.2.5 Complexe d'étanchéité / drainage de l'alvéole

Le dispositif d'étanchéité est composé par (cf. Figure 21) :

- un géocomposite de drainage comprenant un géotextile anti-poinçonnement et une âme drainante, reliée à un puisard situé dans l'alvéole permettant le pompage des égouttures ou lixiviats provenant des déchets,
- une membrane d'étanchéité,
- un géocomposite de drainage pour les venues extérieures d'eaux latérales et des gaz.

7.2.6 Piste périphérique et rampe d'accès à l'alvéole

L'alvéole est munie d'une rampe d'accès (matériaux semblables à ceux des digues périphériques) pour son aménagement initial et pour l'accès des engins.

La piste périphérique, composée d'une couche de forme, est réalisée sur les digues ceinturant l'alvéole. Un géotextile vient séparer les matériaux de digue et la couche de forme.

7.2.7 Instrumentation de l'alvéole vis-à-vis des risques géotechniques

Les tassements des sols supports par la surcharge générée par l'alvéole ont été identifiés comme un risque géotechnique. Une géogrille de renforcement est mise en place pour limiter ces tassements aux droits de l'alvéole.

Afin de contrôler sa bonne tenue, mais également en vue d'acquérir des informations sur le comportement mécanique de l'encaissant, constitué par les résidus miniers, des mesures des tassements et des pressions interstitielles sont mises en œuvre. Elles permettent de suivre la consolidation des sols sous-jacents pendant la phase de remplissage de l'alvéole, puis en phase d'exploitation de l'installation.

L'instrumentation permettant ce suivi comprend [REDACTED] :

- des repères permettant les mesures de tassements de surface par nivellement optique de précision,
- des références profondes constituant des points fixes,
- des tassomètres hydrauliques permettant de mesurer les tassements sous les remblais et la géomembrane,
- des capteurs de mesure de la pression interstitielle.

[REDACTED]

L'implantation de cette instrumentation peut être ajustée afin de cibler les zones les moins portantes.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Figure 36 :

7.2.8 Remplissage et fermeture de l'alvéole

Une fois l'alvéole B2 réceptionnée et prête à recevoir les boues provenant des bassins B5 et B6, la phase de remplissage de l'alvéole B2 s'enclenche.

Pour cette phase, on applique la technique de déshydratation des boues par géotube. Elle consiste à envoyer dans des géotubes placés dans l'alvéole les boues floculées des bassins B5 et B6. Les mailles filtrantes des géotubes permettent alors de retenir les agglomérations de colloïdes (flocs) en laissant passer l'eau (filtrats). Ces filtrats sont renvoyés dans les bassins d'origine et la matière sèche reste ainsi piégée dans les géotubes. Cette technique permet de maintenir les boues confinées durant l'ensemble du process.

Les différentes étapes de cette phase sont les suivantes :

- Mise en place dans l'alvéole des géotubes (cf. Figure 38),
- Mise en place des canalisations de remplissage des géotubes (cf. Figure 38),
- Dragage et floculation des boues de B5 ou B6 (réalisés hors périmètre INB ECRIN). Ces opérations permettent de réaliser le transfert des boues de B5 ou de B6 par une tuyauterie vers les géotubes présents dans l'alvéole B2,
- déshydratation des boues grâce aux géotubes.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



Figure 37 : Illustration du type de drague utilisée



Figure 38 : Vue réalisée lors des essais industriels de filtration en géotubes pour déshydrater les boues

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

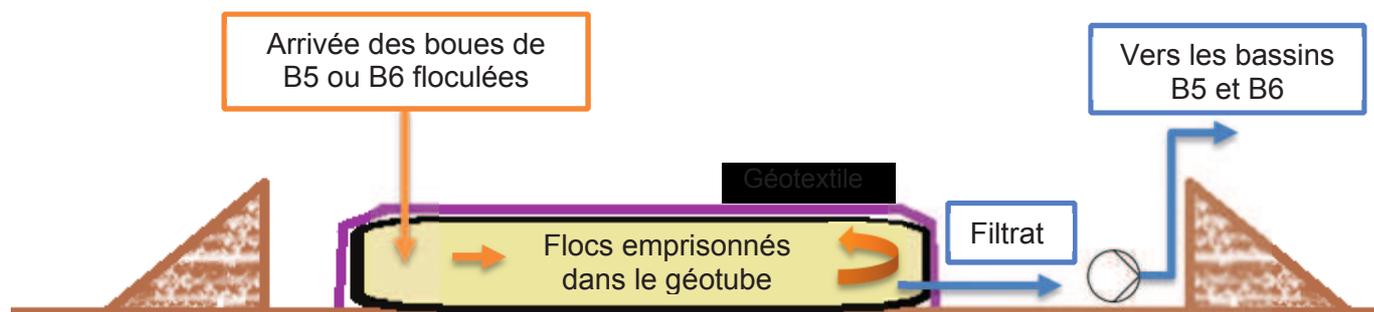


Figure 39 : Schéma de principe du fonctionnement des géotubes

Ces étapes seront répétées jusqu'à ce que l'alvéole B2 soit remplie par un empilement de géotubes.

Une fois l'alvéole remplie, elle constitue un dôme d'environ 3 m de hauteur.

Une couverture constituée de 0,3 m de matériaux [REDACTED] [REDACTED] est mise en place afin d'assurer la fonction de support pour les travaux de couverture.

Cette couverture est du même type que celle qui est disposée sur la surface des bassins B1/B2.

7.3 Travaux de mise en place de la couverture bitumineuse

Dans le cadre de la création de l'installation, il est prévu de couvrir les bassins B1/B2 et l'alvéole sur B2. Cette couverture bitumineuse a pour objectifs :

- la limitation des infiltrations d'eaux météoriques dans les bassins B1/B2 et la réduction du lessivage du terme source,
- la prévention de l'envol de particules constituant les boues contenues dans les bassins B1/B2,
- le maintien de conditions physico-chimiques réductrices dans l'entreposage, ce qui est favorable à la stabilité chimique des boues présentes.

Cette couverture est décrite au paragraphe 3.4.4. Le présent paragraphe présente les travaux de mise en place de cette couverture.

La mise en place d'une couverture sur les bassins B1/B2 s'accompagne de la mise en place d'un dispositif de gestion des eaux pluviales tombant au droit des bassins B1/B2.

7.3.1 Phasage des travaux

Le phasage général des travaux est le suivant :

- remodelage et réglage de l'arase des matériaux de couverture des bassins B1/B2 : cette phase préparatoire doit être réalisée en priorité ; elle constitue un préalable aux travaux suivants,
- mise en place des dispositifs de collecte des eaux de pluie. Idéalement, cette opération doit avoir lieu peu avant la mise en place de la couverture,
- pose de lés du matériau géosynthétique drainant, en étoile et dirigés vers les points hauts de la couverture, où sont disposés des événements ;
- mise en place de la couverture.

Techniquement, le début de ces travaux peut être réalisé en parallèle du remplissage de l'alvéole et la couverture bitumineuse peut être posée à l'avancement, dès lors que les zones concernées de



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

l'installation sont remodelées et réglées et que les dispositifs de collecte des eaux de pluie et de drainage des événements y sont installés.

7.3.2 Situation des infrastructures utilisées et créées

La Figure 34 positionne les différentes infrastructures existantes ou à créer sur le site pour les opérations de remodelage, de couverture des bassins B1/B2 et de gestion des eaux de ruissellement.

L'ensemble de ces infrastructures est disposé de manière à :

- limiter les déplacements de matériaux issus des bassins,
- assurer la sécurité du personnel.

La figure ci-avant montre notamment l'implantation des principales infrastructures suivantes :

- les bassins B1/B2 sur lesquels ont lieu les travaux de pose de la couverture ainsi que les travaux d'aménagement des fossés périphériques,
- l'exutoire unique existant actuellement en périphérie nord du bassin B2 est,
- le dispositif séparateur de flux (créé en aérien),
- le bassin de contrôle des eaux de ruissellement (à aménager au sein du bassin actuel des eaux pluviales).

7.3.3 Remodelage des bassins B1/B2

Le remodelage permet une connexion topographique des bassins B1, B2 et B2 Est ainsi que de l'alvéole sur B2, en vue de la mise en place de la couverture.

Les objectifs principaux du remodelage sont :

- la répartition des écoulements des eaux vers la périphérie des bassins et vers la zone est de B2, cohérente avec la capacité des ouvrages de collecte ;
- l'optimisation du chargement en matériaux des bassins.

Les ordres de grandeur des volumes de matériaux qui sont utilisés pour le remodelage sont de 32 500 m³ au total, dont 24 000 m³ sur B2 et 8 500 m³ sur B2 est.

7.3.3.1 Remodelage du bassin B1

Les boues présentes dans le bassin B1 sont plus humides que celles de B2 et entreposées sur une épaisseur plus importante. Leur résistance au cisaillement étant de quelques kPa seulement, aucun dépôt de matériau externe au bassin B1 n'est prévu. Seul un remodelage léger est réalisé afin de régler les pentes et combler les cuvettes avec les matériaux décapés.

7.3.3.2 Remodelage du bassin B2

L'objectif principal du remodelage de B2 est la création d'un dôme, permettant une collecte gravitaire des eaux pluviales.

Les matériaux de remodelage du bassin B2 sont notamment ceux excavés pour la création de l'alvéole des boues issues des bassins B5 et B6, qui n'ont pas été utilisés pour l'aménagement de l'alvéole.

L'épaisseur de matériaux apportés pour le remodelage du bassin B2 varie de 0,5 à 2,5 m (plus fortes épaisseurs à l'est de B2, sur une zone au sud de B2 est et le long de la bordure nord de l'alvéole).

7.3.3.3 Remodelage de la zone est du bassin B2



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Sur cette zone, le remodelage permet de créer une inversion de pente de manière à diriger les eaux de ruissellement vers l'ouvrage hydraulique existant.

Comme pour le reste du bassin B2, le remodelage s'effectue en priorité à partir des matériaux excavés lors de la création de l'alvéole.

7.3.4 Réglage des bassins B1/B2

Les opérations de remodelage permettent d'approcher les pentes et cotes finales aux différents points des bassins. Les opérations de réglage consistent ensuite à :

- identifier les zones dont la topographie excède celle visée et les reprofiler ;
- identifier les zones dont la topographie est inférieure à celle visée ainsi que les creux éventuels et les combler (dans la mesure du possible par les matériaux excédents générés par le reprofilage) ;
- enlever tous les matériaux (blocs contondants, ferrailles, etc.) qui pourraient porter atteinte à l'intégrité de la géomembrane.

Ces opérations ne devraient nécessiter que des véhicules de type « bull » ou mini pelle pour l'enfouissement / enlèvement des blocs éventuels (pas de dumper ou de véhicules plus lourds). En particulier, les véhicules utilisés sur B1 sont les plus légers possibles (le recours à des tapis de répartition de poids dans les zones de forte épaisseur de boues est étudié le cas échéant).

7.3.5 Collecte des eaux de ruissellement

7.3.5.1 Topographie finale - Pentes

Après le remodelage des bassins B1/B2, il apparaît 3 dômes :

- le premier à plus de 23 m NGF au centre de B1,
- le second culminant à plus de 24 m NGF à l'ouest de B2,
- le troisième est situé au-dessus de l'alvéole sur B2 des boues issues des bassins de décantation B5 et B6 (au sud de B2) à la cote de 28 m NGF environ.

7.3.5.2 Fossés en périphérie des bassins B1/B2

Trois fossés en périphérie des bassins B1/B2 sont prévus pour l'évacuation des eaux de ruissellement (cf. figure ci-après) :

- un fossé (fossé 1, représenté en bleu) longeant les bassins à l'ouest et contourne B1 ; ce fossé récupère les eaux météoriques tombant :
 - au droit de B1,
 - sur la partie ouest de B2,
 - sur la partie nord-ouest de B2 est,
- le remodelage de B2 permet de former en son centre un fossé collecteur (fossé 2, représenté en rouge) en forme de cunette, qui dirige les eaux vers l'exutoire unique en sortie de B1/B2 ; ce fossé récupèrera les eaux météoriques :
 - tombant au droit d'une large partie est de B2,
 - tombant au droit de B2 est,
 - collectées par le fossé 3,
- le fossé 3 (représenté en vert) longe l'alvéole afin de collecter les eaux ruisselant vers l'extrémité sud de B2 ; il rejoint le fossé 2.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

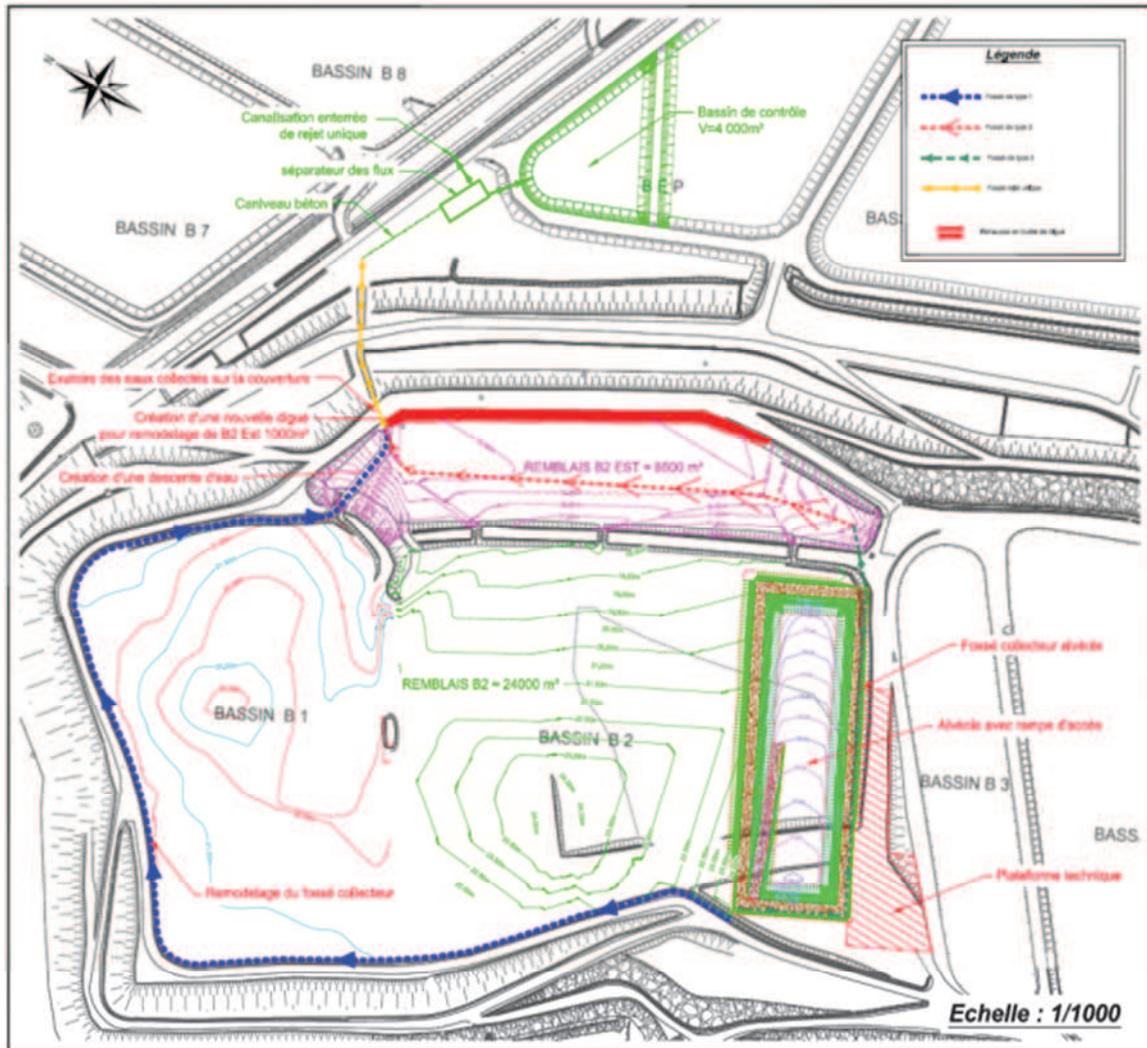


Figure 40 : Fossés collecteurs 1 (pointillés bleus), 2 (pointillés rouges) et 3 (en vert)

La surface couverte est donc partagée en 3 bassins versants présentés dans le tableau suivant.

Bassin versant	Superficie (ha)	Fossé collecteur
B1/B2 ouest	3,15	1
B2/B2 est	3,04	2
sud de B2	0,35	3

Tableau 33 : Bassins versants et fossés collecteurs des bassins B1/B2

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

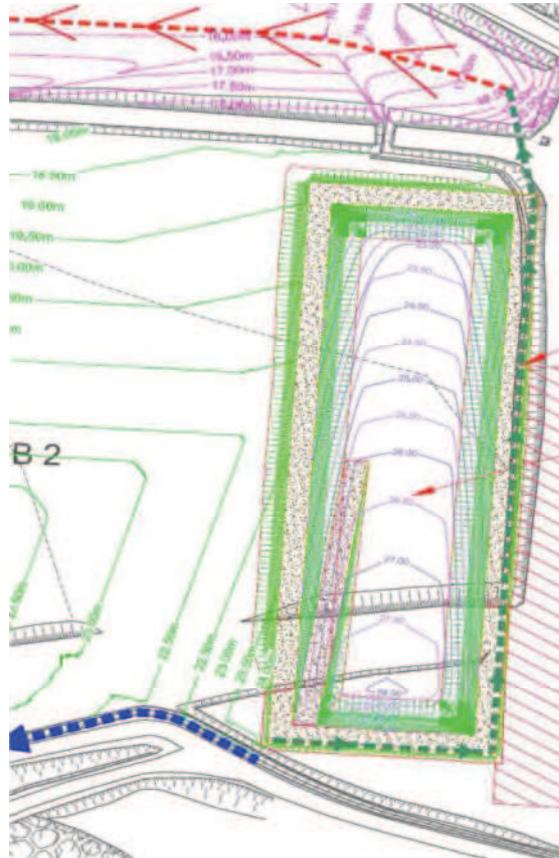


Figure 41 : Détail des collecteurs 1, 2 et 3

Les débits de pointe pour lesquels sont dimensionnés ces fossés sont :

- Fossé 1 : 1,62 m³/s,
- Fossé 2 : 2,79 m³/s,
- Fossé 3 : 0,33 m³/s.

L'exutoire situé en périphérie nord du bassin B2 est dimensionné pour le débit maximal requis de 3,37 m³/s.

7.3.5.3 Ouvrage de dissipation en pied de descente et séparateur de flux

Un ouvrage de dissipation existant au pied de la descente d'eau doit être modifié afin de permettre un écoulement gravitaire jusqu'à l'ouvrage séparateur de flux.

Un caniveau béton est mis en place entre l'ouvrage de dissipation et le séparateur, avec une pente minimale d'1 % et une capacité au moins égale à 3,37 m³/s.

Le séparateur de flux permet de diriger un premier flot vers le bassin de contrôle. Lorsque le bassin de contrôle est plein, le « second flot » est dirigé vers la conduite de rejet du site (cf. figure ci-après).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

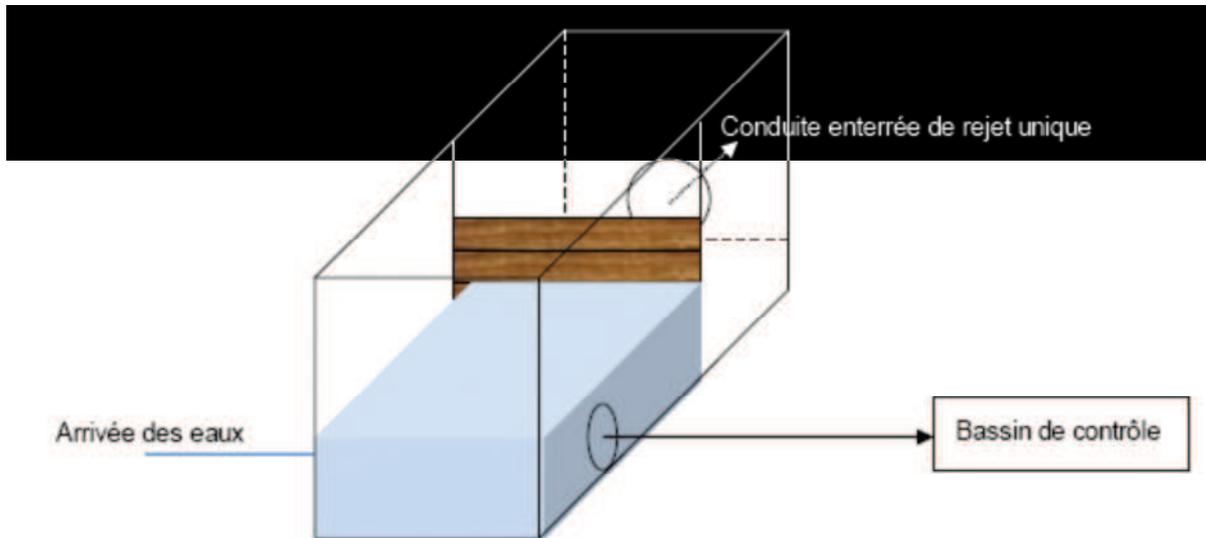


Figure 42 : Séparateur de flux

La gestion des eaux de ruissellement est précisée au paragraphe 5.1 du présent volume.

7.3.5.4 Implantation / mise en œuvre du bassin de contrôle

L'implantation du bassin de contrôle est prévue dans l'emprise du bassin d'eaux pluviales BEP, du côté nord-ouest de celui-ci à une cote de l'ordre de 5 m NGF. Il permettra de recueillir les eaux de ruissellement des bassins B1/B2 collectées par les fossés collecteurs et leur exutoire.

Le bassin de contrôle a un volume de l'ordre de 4 000 m³. Il est alimenté via l'ouvrage séparateur de flux décrit ci-dessus.

Si nécessaire, des tranchées drainantes captant les éventuelles arrivées d'eaux souterraines sont disposées sous la cote de fond de bassin et permettent la mise hors d'eau des terrains d'assise du bassin.

L'étanchéité du bassin de contrôle est obtenue par la mise en place d'une géomembrane (type PEHD ou Polypropylène). Cette membrane est protégée en sous-face par un géotextile de protection antipoinçonnement.

Des bandes de dégazage espacées de 10 m et reliées à des événements de surface sont prévues pour drainer les gaz issus du sol et éviter leur accumulation sous la membrane. Le fond du bassin présente une légère pente (de l'ordre de 2 %) de façon à permettre l'évacuation des gaz éventuellement présents.

7.3.6 Mise en place de la couverture bitumineuse

La couverture bitumineuse est mise en place après le remodelage des bassins B1/B2. Préalablement, l'état du support est vérifié, notamment l'absence d'élément tranchant et d'ornièrre en surface.

Les lés de géosynthétique drainant sont posés en étoile et dirigés vers les points hauts de la couverture, où sont disposés des événements.

L'ancrage de la membrane dans la piste périphérique aux bassins B1/B2 est d'une profondeur minimale de 50 cm.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Les rouleaux de géomembrane bitumineuse sont déroulés puis soudés entre eux et raccordés aux autres dispositifs à l'aide de chalumeaux fonctionnant au gaz (présence de flamme) ou à l'air chaud (sans flamme).

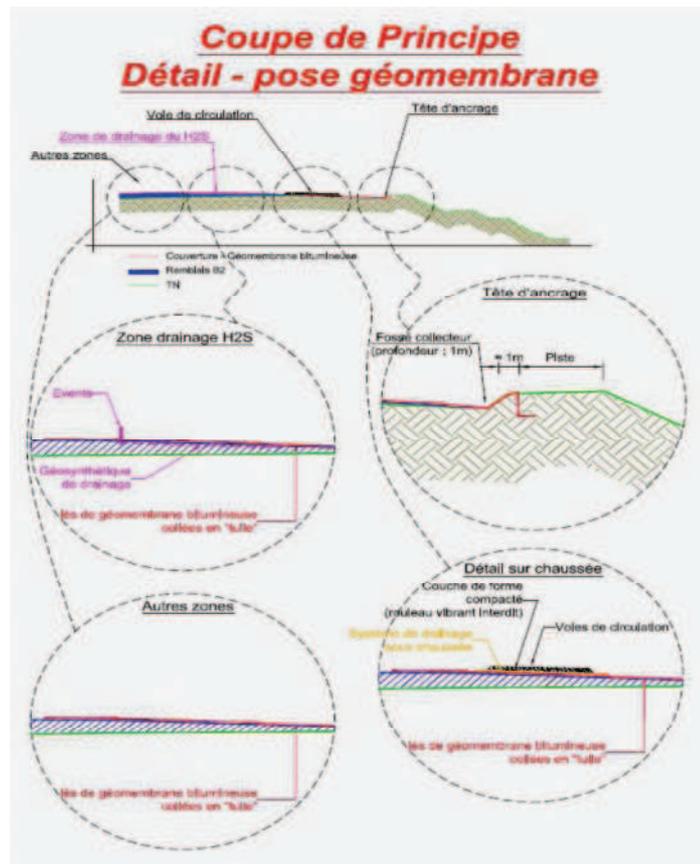


Figure 43 : Schéma de principe de mise en place de la couverture des bassins B1/B2



Figure 44 : Pose d'une bande de membrane bitumineuse en parallèle à son soudage

Source : Centre de Stockage des Déchets radioactifs de la Manche (50), 1993



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Events

Un réseau d'évents est implanté sur la couverture de l'installation afin de collecter d'éventuels gaz qui pourraient remonter des strates sous-jacentes (terrain naturel alluvionnaire). Les événements sont installés au sommet des dômes, dans les bassins et à leur périphérie, pour éviter tout risque d'accumulation de gaz sous la couverture bitumineuse. Les événements sont reliés entre eux par un réseau de bandes de dégazage composées par un géocomposite de drainage.

Au droit des traversées de la géomembrane par les événements, un soin particulier est apporté à la reconstitution de la liaison à la couverture.

Circulation sur B1/B2

Des voies de circulation sont aménagées sur l'installation, directement sur la couverture bitumineuse afin de pouvoir y circuler pour les opérations surveillance et d'entretien.

Le cheminement des voies de circulation tient compte des contraintes géotechniques.

Contrôles associés à la mise en place de la couverture

Lors de la mise en place de la couverture, les contrôles suivants sont réalisés :

- contrôles destructifs par prélèvement d'échantillons de soudure, tests et calcul du rapport de la résistance en traction/cisaillement du joint, par la résistance en traction de la géomembrane,
- contrôles non destructifs tels que contrôles visuels, contrôle par passage d'une pointe le long de la soudure et contrôle des soudures par ultra-sons.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

8 PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPERIENCE

8.1 REX des incidents interne au site

La liste ci-après regroupe les incidents et accidents ayant affecté la stabilité des digues depuis la création de la Société de Raffinage de l'uranium en 1959 jusqu'en 2009 :

Année	Accidents et incidents
1950-1960	Glissements du talus est ayant repoussé le Canal de Cadariège sur environ 20 – 25 m au droit de B1, 10 m au droit de B2 et 10 m au droit de B6.
1965	Deux zones d'éboulement et d'infiltration sont signalées sur la digue nord et sur la digue ouest.
1966	Constat du ravinement du matériau sableux constitutif de la digue est en limite B2-B3 et de quelques fissures longitudinales en crête de la digue ouest en partie sud.
1977	Venues d'eau en digue est (partie sud B2) et en digue ouest B2 avec début de glissement de talus.
1978	Venues d'eau et glissement du talus nord sur 50 m. Venues d'eau sur talus ouest B1. Venues d'eau sur le reste du talus nord et amorces de glissement côté B1.
1981	Venues d'eau en digue ouest (B1/B2) et amorce de glissement du talus aval.
1999	Inondations de la basse vallée de l'Aude arrivant juste à l'est des bassins.
20 mars 2004	Effacement de la digue est au droit du bassin B2 et écoulement du surnageant des bassins B1/B2.
20 juin 2006	Fuite d'une canalisation entre la récupération et le bassin B5. La tuyauterie avait été déplacée en raison des travaux sur la digue de B1/B2. Un raccord s'est déboîté durant ces travaux.
17 avril 2007	Mouvement superficiel de la couverture de B1 : glissement de faible profondeur intéressant une surface d'environ 10 000 m ² et ayant provoqué un affaissement métrique du dôme reconstitué à proximité du centre du bassin B1, accompagné de bourrelets sur le pourtour intérieur nord-est de la piste en crête. Ce désordre s'est limité aux matériaux du bassin B1 et n'a pas affecté les digues extérieures.
15 janvier 2009	Apparition d'un désordre mineur d'ordre décimétrique en tête de talus inférieur de la digue ouest B2 au départ de la risberme à la côte 14 m NGF accompagné d'une fissuration du bicouche suivant une ligne courbe pénétrant d'environ 1,5 m vers l'intérieur de la risberme et s'étendant sur environ 6 à 8 mètres de largeur. Le talus lui-même s'est affaissé en partie haute avec présence vraisemblable en partie basse d'un bourrelet. Aucun désordre n'est mis en évidence en dehors de cette zone, ce qui conforte le caractère localisé du phénomène.

Tableau 34 : Accidents et incidents survenus internes au site (période 1959-2009)

Une analyse détaillée de l'accident de l'effacement de la digue est au droit du bassin B2 de 2004 ainsi que les dispositions mises en œuvre suite à cet événement sont présentées au paragraphe 0.

Par ailleurs que, le 28 août 2010, un violent incendie s'est déclaré à MOUSSAN, situé à environ 3 km du site. 12 hectares de broussailles sont partis en fumée. Cet événement n'a eu aucune conséquence sur l'installation.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

8.2 REX dans le monde sur des installations similaires

8.2.1 REX des incidents sur des installations similaires

Le tableau ci-après répertorie les principaux incidents et accidents survenus en France et à l'étranger :

- de type rupture de digues,
- relatifs à des bassins de décantation ou d'évaporation.

Date	Lieu	Circonstances (analyse des causes)	Conséquences (humaines, environnementales et économiques)	Barrières ou actions mises en place suite à l'accident
13/12/2010	Somaïr (Niger)	Ruptures successives de trois digues de bassins de stockage d'effluents de la mine de Somaïr au Niger, provoquant le déversement d'environ 50 000 m ³ d'effluents à proximité des lieux	Les premières investigations ne montrent pas de contamination des eaux potables ni de risque sanitaire pour les populations. Ceci est confirmé par les analyses environnementales réalisées depuis.	Colmatage des digues. Récupération quasi-totale des effluents et transfert dans les bassins adjacents. Décapage des sols jusqu'à 50 cm de profondeur (mesure préventive).
04/10/2010	Ajka (Hongrie)	Rupture d'une digue d'un bassin d'entreposage d'effluents de procédé (usine de fabrication d'aluminium) entraînant l'épandage de 1,1 millions de m ³ de substances toxiques et corrosives	Déversement des boues liquides sur 7 villages avoisinants, 7 morts et 150 blessés. Le Danube a été atteint.	Construction d'une digue de secours destinée à empêcher de nouvelles fuites de boues
10/06/2007	Caupenne d'Armagnac (32)	Rupture d'une digue de retenue d'eau de 1,5 ha et de 3 m de profondeur suite à des pluies diluviennes	Inondation du circuit de Nogaro (80 cm d'eau) et d'une zone industrielle	Non Connu
03/2003	Cataguazes (Brésil)	Déversement accidentel de 1,2 millions de m ³ de substances hautement toxiques (plomb, soude caustique...) dans 2 fleuves, suite à la rupture d'une digue d'un bassin de stockage d'effluents de procédé d'une usine de recyclage de papier. Epandage de produits chimiques sur 90 km de long et 50 km ² vers la mer et menace une réserve écologique de tortues marines. Les plages du littoral nord de l'Etat de Rio sont recouvertes d'une mousse épaisse blanchâtre et nauséabonde.	Les substances chimiques toxiques et corrosives provoquent la mort de poissons et de bétail et causent quelques dommages matériels. Le risque d'intoxication des habitants entraîne l'interruption de l'approvisionnement en eau potable dans la région. Les biologistes annoncent qu'il faudra au moins 10 ans pour que l'écosystème retrouve son équilibre.	Non connu

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Date	Lieu	Circonstances (analyse des causes)	Conséquences (humaines, environnementales et économiques)	Barrières ou actions mises en place suite à l'accident
30/12/2001	Eloie (90)	Suite à une rupture de digue, une cuve de rétention contenant de l'eau boueuse contenant du chrome hexavalent dilué à 1 mg/L se déverse et s'infiltré dans une nappe phréatique	Pollution de la nappe	Le Préfet décide l'évacuation des produits du site
30/01/2000	Baia Mare (Roumanie)	Rupture d'une digue d'un bassin de décantation de déchets miniers après la formation d'une brèche de 25 m de long. Des défauts de conception du barrage (proportion trop importante de matériaux fins), de mauvaises conditions météorologiques (fortes précipitations et fonte des neiges ont provoqué une montée des eaux dans le bassin et un détrempeage des composants de la digue qui l'a fragilisée) et des défaillances organisationnelles (absence de mesure de transvasement des effluents) ont conduit à l'accident.	287 500 m ³ d'effluents contenant des cyanures (115 t) et des métaux lourds (Cu, Zn) se déversent, contaminant un secteur de 14 ha et polluant la Sasar. La concentration en cyanure atteint jusqu'à 50 mg/L dans la Lapus, 2 mg/L dans la partie serbe (ex-yougoslave) de la Tisza (le 12/02) et 0,05 mg/L dans le delta du Danube, 2 000 km en aval de Baia Mare (le 18/02). La faune et la flore sont détruites sur des centaines de km.	Mesures d'urgence : lâchers de barrage, alertes des exploitants des captages d'eau potable. Mise en place par l'exploitant d'un bassin de 250 000 m ³ et d'une station de traitement des effluents cyanurés afin de recueillir le trop-plein du bassin de décantation et de le neutraliser avant rejet au milieu naturel
25/04/1998	Aznarcollar (Espagne)	Un glissement de terrain provoque la rupture sur 50 m de la digue d'un bassin de stockage de déchets d'une mine de pyrite. L'accident a été provoqué par le glissement sur 1 m d'une plaque de marne de 600 m ² et 14 m d'épaisseur sur laquelle reposait la digue.	4 millions de tonnes d'eaux acides et 3 millions de tonnes de boues chargées en Zn, Fe, Cu, Pb et As (0,3 g/L) rejoignent le Rio Agrio puis le Guadiamar, qui va déborder de 200 à 300 m sur 20 km. L'effluent s'infiltré dans la nappe phréatique, ressource en eau principale du parc et de la ville de Séville. Les déchets contaminent 7 000 ha de pâturages et de marécages et 3 500 ha de cultures. L'accident entraîne la mort de 30 t de poissons, de dizaines de milliers d'oiseaux (oies, cigognes...), de 220 kg de crustacés, de grenouilles, de chevaux, de chèvres...	Les secours érigent des levées de terre et des barrages qui contiennent l'essentiel de la pollution dans le canal d'Entremuros. La décontamination dure 8 mois, 5 Mm ³ de boues et 2 Mm ³ de terres agricoles décapées sont récupérées et entreposées dans une ancienne mine. 4,5 Mm ³ d'eau retenus dans le canal d'Entremuros sont traités par une Station d'épuration (STEP).
14/12/1993	Roye (80)	Dans une sucrerie, une digue de retenue d'un bassin d'eaux boueuses d'une hauteur de	Pas de conséquence.	La digue est placée sous étroite surveillance

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Date	Lieu	Circonstances (analyse des causes)	Conséquences (humaines, environnementales et économiques)	Barrières ou actions mises en place suite à l'accident
		12 m s'affaisse et une fuite de quelques m ³ /h se produit à la jonction d'une rehausse de l'ouvrage.		(présence d'un lotissement proche). Les pompiers effectuent des plongées dans le bassin pour tenter de colmater la fuite. Un barrage de terre est mise en place sur la route pour limiter les conséquences d'une éventuelle rupture de digue. Les autorités imposent une baisse du niveau de l'eau dans le bassin pour limiter les risques ainsi que des travaux de réfection de l'ouvrage. Le 17/12/1993, la digue est étanchée par l'extérieur et une pompe de 800 m ³ /h est mise en place pour baisser le niveau du bassin concerné.
03/08/1982	Ratzwiller (67)	A la suite de la rupture des digues des bacs de décantation, 500 m ³ d'eaux polluent l'Elbach.	Des milliers de poissons périssent.	

Tableau 35 : Accidents et incidents survenus sur des bassins en France et à l'étranger

Il ressort de l'examen de ces incidents que le principal danger des bassins est la rupture ou l'effacement d'une digue et le rejet de substances nuisibles pour l'environnement. Les causes de défaillance de digues sont en général des fortes précipitations, une mauvaise conception ou un glissement de terrain.

Les enseignements qui ont pu être tirés de ces incidents vis-à-vis des bassins B1/B2 ont été :

- le renforcement des digues et la mise en place d'une surveillance,
- l'abandon de la fonction de décantation de ces bassins,
- la mise en œuvre des dispositifs de maîtrise de la circulation des eaux souterraines et de gestion des eaux pluviales (couverture bitumineuse et réseau de collecte).

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

8.2.2 REX sur la création d'alvéoles

Les travaux de reprise des boues et de couverture réalisés par l'exploitant en 2006 et 2007, à la suite de l'effacement de digue est au droit du bassin B2 en 2004, ont par ailleurs montré que ces boues sont pelletables [REDACTED].



Les photographies ci-après montrent des exemples de chantier de remodelage de déchets sur un ancien centre d'enfouissement technique ainsi qu'un chantier de création d'une alvéole de stockage de déchets non dangereux à l'emplacement d'une zone de dépôt de boues de procédé d'un site industriel.



Figure 46 : Remodelage de déchets et mise en œuvre d'une couverture sur un ancien centre d'enfouissement technique

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



Figure 47 : Excavations de boues de procédé pour création d'une alvéole de stockage (industrie papetière)

8.2.3 REX sur la mise en place de couvertures bitumineuses

8.2.3.1 REX en termes de performances

La couverture qui est disposée sur B1/B2 afin de prévenir, d'une part les envols, d'autre part les entrées d'eau météoriques, est similaire à celle mise en place au centre de stockage de la Manche (ANDRA) depuis 1990.

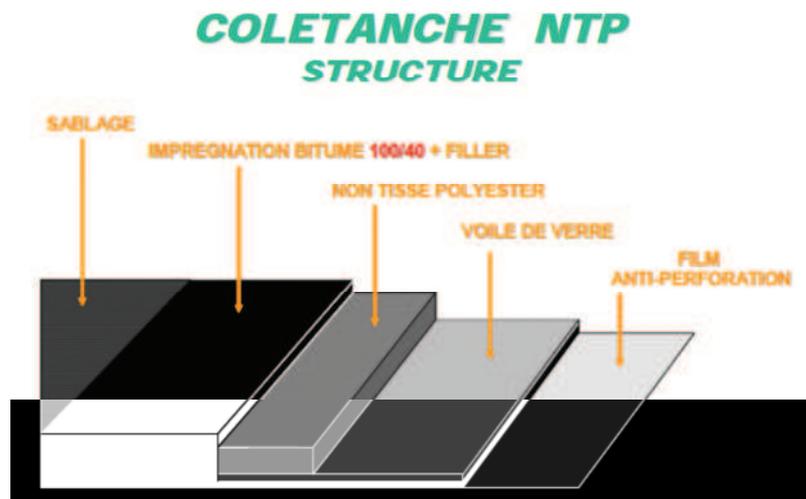


Figure 48 : Schéma descriptif de la membrane – posée sur le Centre Manche, avec le film anti perforation dessus - épaisseur de 5,6 mm pour la NTP4

Source : Rapport sur l'intérêt de mettre en place une couverture plus pérenne du Centre de Stockage de la Manche
- J.RP.ADI.08-0008

Les deux principales sources de difficultés identifiées issues du retour d'expérience de l'ANDRA (20 ans de surveillance) sont les suivantes :

- des dysfonctionnements (glissements de talus, infiltrations parasites, vraisemblablement sur les bordures de la couverture),

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- des incertitudes par rapport aux aspects pérennité et passivité (non démontrable sur plusieurs siècles).

Il convient cependant de rappeler que la couverture ANDRA a été étudiée pour un stockage long terme (300 ans) et qu'elle est couverture d'une couche de matériaux, alors que la durée de vie prévisionnelle de celle de l'installation ECRIN est de l'ordre de 30 ans (entreposage).

Néanmoins, vis-à-vis des incertitudes liées au vieillissement, un plan de surveillance de la couverture est mis en place.



Figure 49 : Pose de la membrane bitumineuse sur le centre de stockage de la Manche en 1996

Source : Centre de Stockage de déchets radioactifs de la Manche (50), situé sur la commune de Digulleville - Mémoire de synthèse pour les générations futures - DD.NSY.ADSQ.07.0017

Le retour d'expérience issu de la note « Utilisation des produits géosynthétiques dans la gestion et la dépollution des sites et sols pollués (SSP) - Thierry GISBERT - Ingénierie n° spéciale 2009 » repose sur une vingtaine d'études de cas d'utilisation de géosynthétiques.

Des couvertures bitumineuses ont été mises en œuvre pour assurer l'étanchéité sur les sites suivants :

- couverture du Grand Terril des Charrées de chrome de Wattrelos : il s'agit d'une couverture posée en 1986 sur les déchets et exposée aux intempéries (talus recouvert plus tard),
- talus et plates-formes de l'autoroute A22 à Marcq en Bareuil (Nord),
- chantier en Normandie,
- travaux de reprise de l'échangeur de Roncq (Nord) et extension de parking : dans ce cas, le choix de la géomembrane a été guidé par son « très faible vieillissement »,
- aire de maturation des mâchefers d'Allones – Sarthe : la géomembrane a été choisie pour ses caractéristiques de résistance permettant notamment la circulation des engins,
- réhabilitation de la mine d'or de Salsigne (Aude) ; la géomembrane couvre des résidus pollués : une surveillance du maintien des performances environnementales dans le temps est assurée.

Ce REX montre l'importance du rôle de confinement assuré par les matériaux géosynthétiques. Les couvertures géosynthétiques ont été mises en œuvre principalement pour leur fonction d'étanchéité mais également pour des fonctions de drainage et de protection. Ce REX montre également que les

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

caractéristiques physicochimiques des matériaux en contact avec la couverture doivent être prises en compte pour la conception de celle-ci.

Le REX indique que les performances des géosynthétiques d'étanchéité (PVC, PEHD, bitume) sont très satisfaisantes. Il montre également que l'évolution des performances des ouvrages dans le temps mérite d'être suivie afin de détecter d'éventuels défauts d'étanchéité.

La figure suivante illustre un exemple de couverture à l'aide d'une géomembrane bitumineuse.



Figure 50 : Ouverture du terril de Wattrelos, géomembrane bitumineuse

Source : « 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 »

8.2.3.2 REX relatif au risque incendie

Aucun incendie impliquant une géomembrane bitumineuse n'est répertorié dans les bases de données des principaux fournisseurs français. Par ailleurs, la base de données ARIA du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) présente des incidents impliquant des géomembranes dans les centres de stockages de déchets conventionnels (déchets ultimes de type ordures ménagères), mais pas de géomembrane bitumineuse. Les foyers identifiés se situent au niveau des déchets avec des cas d'endommagement des géomembranes de fond. En revanche, aucun incendie de couverture n'est enregistré.

Le REX indique que dans les centres de stockage de déchets, les incendies ne sont pas initiés au niveau des géomembranes de couverture, mais au niveau des déchets combustibles à découvert avec un risque de propagation au niveau des géomembranes de fond ou des talus recouverts de géosynthétiques. Il confirme le caractère difficilement inflammable des géomembranes bitumineuses.

Plus généralement, les départs de feu impliquant ce type de géomembrane utilisés comme couverture de toiture ont été observés essentiellement lors de leur mise œuvre initiale ou lors de travaux de réparation impliquant l'utilisation d'un chalumeau pour les soudures. Par ailleurs, en l'absence de matière combustible sous-jacente (matériau isolant), une auto-extinction est le plus souvent observée.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

8.3 REX relatif aux digues et à leurs renforcements

8.3.1 Effacement de la digue est au droit du bassin B2 en 2004 : chronologie des faits

13-14 mars 2004

Le week-end précédent l'effacement de la digue fût un week-end pluvieux (31 mm).

15 mars 2004

Constat par l'exploitant d'une fissure longitudinale en crête B2, près du bord aval, avec affaissement de 10 à 20 cm du côté du bassin.

19 mars 2004 (veille de l'incident)

Suite à une visite sur place, [REDACTED] émet les conclusions et recommandations suivantes :

- un phénomène d'instabilité en grand est amorcé, au droit de B2, depuis le bassin (à 10 m en arrière du bord aval de la crête) jusqu'en pied de risberme,
- impossibilité de se prononcer sur l'évolution à court terme,
- vidanger le bassin B2 et rejeter hors de B1/B2 les eaux pompées dans les puisards,
- mettre en place une surveillance renforcée (piézométrique, topographie et indices de déplacement relatif),
- renforcer le pied de digue (butée complémentaire),
- améliorer l'étanchéité de la crête de digue vis-à-vis des infiltrations latérales à partir de la surface du bassin.

20 mars 2004 (effacement de la digue est au droit du bassin B2)

La digue s'efface au droit du bassin B2, sur une longueur de 180 m environ. Cet effacement s'accompagne d'un déplacement en bloc d'un linéaire de digue de 180 m de longueur, sur une distance de 35 m. Un volume de surnageant et de boues liquides de 15 000 m³ s'écoule également, tout en restant dans le périmètre du site.

8.3.2 Conséquences de l'effacement de la digue et mesures conservatoires

8.3.2.1 Conséquences

L'effacement de digue a entraîné le déversement de 15 000 m³ d'effluents et 15 000 m³ de boues décantées dans un champ d'une dizaine d'ha appartenant à l'exploitant, sans atteindre le canal de Tauran. La majeure partie des boues occupait 4 ha sur 30 à 40 cm d'épaisseur au pied des bassins B3, B5 et B6.

L'impact environnemental est limité au site, mais les effluents se sont infiltrés dans le sol, rendant nécessaire un traitement de la zone. En outre, la stabilité des bassins B3, B5 et B6 n'est plus garantie.

8.3.2.2 Mesures conservatoires

Les fabrications sont stoppées et les liaisons champs / canal isolées. Un arrêté impose les mesures conservatoires suivantes :

- interdiction momentanée de rejet d'effluents vers les bassins, surveillance du milieu naturel,
- expertise de la stabilité des bassins et rapport d'accident.

Les activités reprennent sous conditions :



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- d'un suivi topographique des digues,
- d'un suivi de l'évolution des fissures,
- de mesures piézométriques,
- de contrôle d'activités radiologiques.

Des mesures de protection du milieu naturel sont également prises :

- merlon ceinturant la zone impactée,
- merlon perméable aux eaux mais retenant les fines en contrebas de B2,
- fossé de collecte des eaux filtrées au travers des merlons avec renvoi par pompe vers les bassins.

8.3.3 Analyse des causes

Des expertises ont été réalisées par les bureaux d'ingénieurs conseils [REDACTED] et [REDACTED], suivis d'une tierce expertise [REDACTED].

La synthèse des expertises relatives à l'effacement de la digue est du bassin B2 [REDACTED]

[REDACTED] met en évidence les conclusions suivantes.

[REDACTED] retient comme facteurs de prédisposition à la rupture la présence d'un niveau argileux en fondation, la constitution même des digues (matériaux et structure peu favorable à la stabilité) et comme facteur déclenchant la pluviométrie à l'origine d'une recharge importante des nappes.

La faiblesse mécanique du sol de fondation est soulignée comme facteur important explicatif de cette rupture. Les observations montrent par ailleurs que la surface ou zone de cisaillement dans le sol de fondation a dû être plane plutôt que circulaire, avec en conséquence un mouvement des terrains caractéristiques en surface (sous forme d'un étalement latéral ou déplacement en bloc d'un tronçon de digue de 180 m de longueur, sur une distance de 35 m environ).

[REDACTED] indique par ailleurs que la résistance au cisaillement a manifestement été insuffisante sur plusieurs dizaines de mètres, dans une couche sub-horizontale. Il s'agit d'une rupture par étalement, au sein d'une couche soumise à des pressions interstitielles excessives.

Un facteur additionnel, explicatif de la rupture, peut résider aussi dans le colmatage partiel ou total de certains drains ou d'organes jouant un rôle de structure drainante et conduisant à la montée des pressions interstitielles affaiblissant l'état de stabilité général de la digue. Les différents sondages réalisés montrent que la structure du sol de fondation est complexe dans le détail, avec des caractéristiques de sédiments alluviaux correspondant à un système hydraulique peu hiérarchisé (dépôts hétérogènes et lenticulaires, tri granulométrique médiocre), mais comprend cependant des couches plus régulières d'une certaine extension latérale. Ainsi, le processus de rupture observé correspond à celui d'un sol de fondation composé de plusieurs couches horizontales incluant des niveaux de faible résistance mécanique.

8.3.4 Modifications effectuées suite à l'incident

Suite à l'incident d'effacement de la digue est du bassin B2 en 2004, les travaux de renforcement suivants ont été entrepris :

- reconstruction de la digue, y compris ses pistes et son fossé périphérique de pied aval, en particulier :
 - les fouilles et la mise en dépôt provisoire des matériaux de déblais,
 - la fourniture, le transport et la mise en place des remblais et géotextiles,
- l'excavation des zones de dépôt provisoire jusqu'aux terrains non marqués, la mise en place des matériaux issus de ces dépôts à l'amont de la nouvelle digue ou dans



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- les bassins de décantation, le remodelage des zones de dépôt, le retalutage des talus des ouvrages adjacents,
- les travaux de reprofilage des digues ouest des bassins B1/B2 et de la digue nord du bassin B1,
 - le remodelage des zones de dépôt définitif,
 - le dimensionnement et la mise en place des dispositifs de drainage et de collecte des eaux de ruissellement.

Les études de stabilité de la digue sont présentées dans le volume 2 du Rapport de Sûreté.

8.3.5 Surveillance des digues

La surveillance de l'installation est décrite au paragraphe 3.8 ci-avant. L'implantation de l'instrumentation de surveillance des digues (bornes topographiques, piézomètres et inclinomètres) est présentée dans l'Annexe 4 ci-après.

[REDACTED]

[REDACTED] le comportement piézométrique du massif B1/B2 se caractérise par un lent essorage de la nappe perchée plus pro [REDACTED]

[REDACTED] ains piézomètres par de brusques montées consécutives aux précipitations enregistrées sur le site.

En termes de mouvements, tant superficiels (bornes topographiques) que profonds (inclinomètres), le comportement des digues n'appelle pas de commentaire particulier.

8.4 REX sur le fonctionnement du confortement environnemental

[REDACTED]

Les quantités d'eaux souterraines drainées ont légèrement augmenté (3%) entre l'année 2014 (première année complète de fonctionnement et donc année de référence) et l'année 2015, malgré une baisse de la pluviométrie. Ces résultats témoignent du bon fonctionnement global du dispositif.

Ces valeurs seront suivies au cours des prochaines années et expertisées dans le cadre du plan de surveillance du dispositif.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

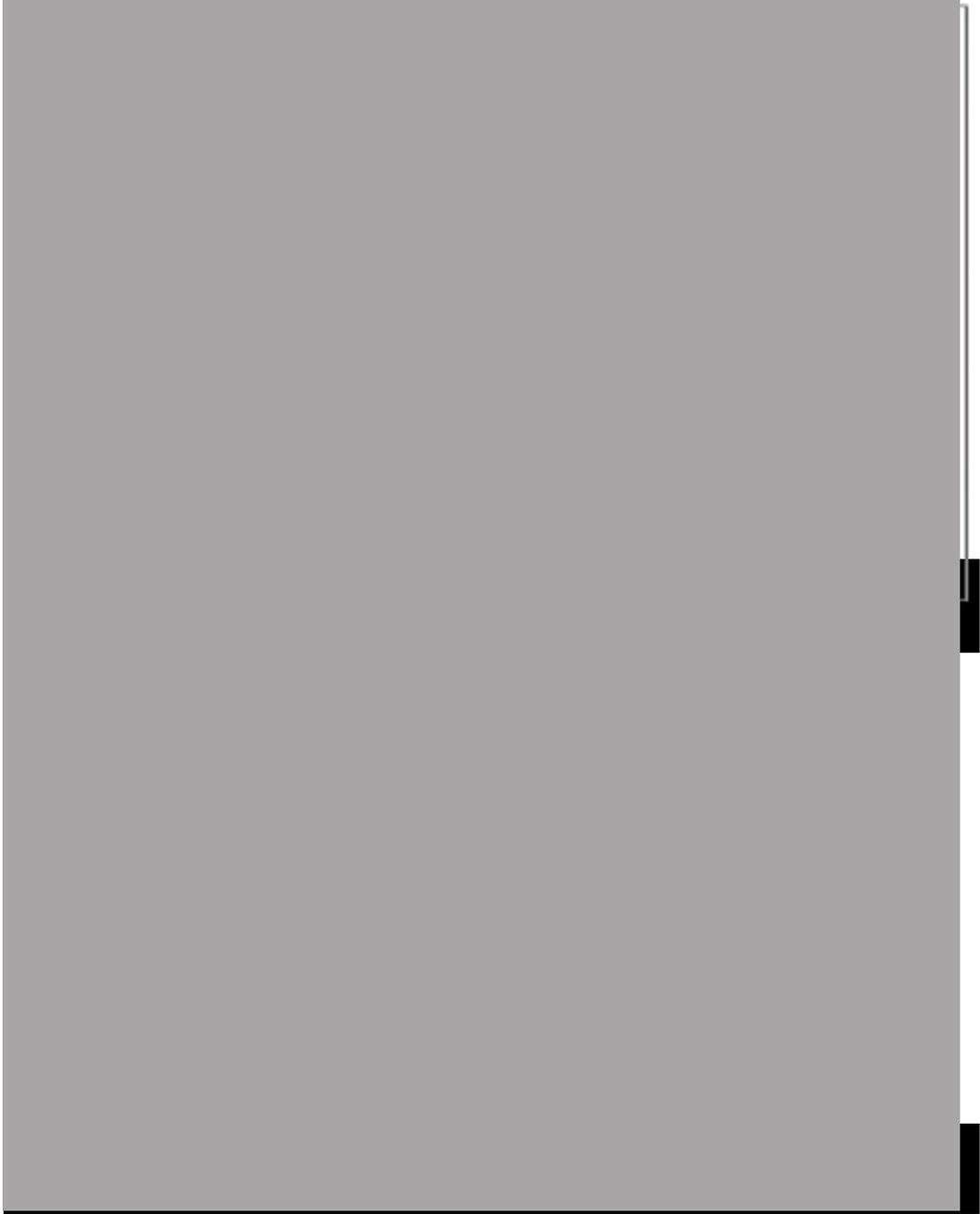


De manière générale, en ceinture immédiate, une diminution nette des concentrations n'est pas encore visible compte tenu du marquage historique de la nappe en aval du dispositif, même si une stabilisation paraît observée.

Le suivi environnemental du dispositif permettra de confirmer son efficacité dans son objectif à plus long terme de réduction de l'empreinte environnementale du site. L'objectif principal est de maintenir une concentration en uranium inférieure à 10 µg/l (équivalent 0,01 mg/l) au niveau des puits extérieurs au site. Pour mémoire, la dernière recommandation de potabilité de l'OMS (2011) fixe à 30 µg/l la concentration maximale en uranium dans l'eau destinée à la consommation humaine.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



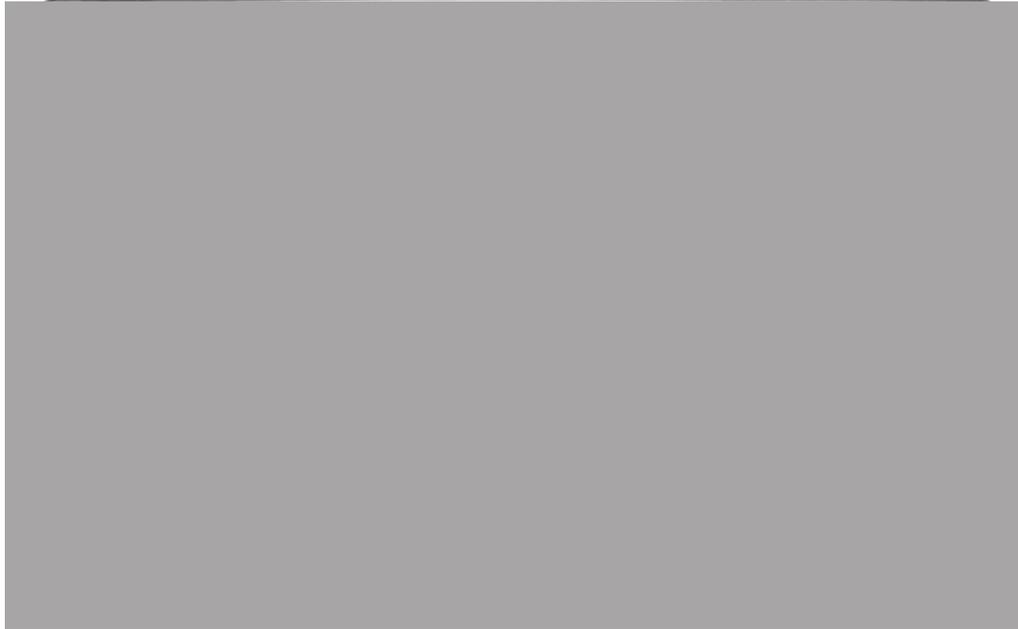
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

8.5 Radioprotection

8.5.1 Cartographie radiométrique de la zone des bassins

Une cartographie radiométrique a été réalisée en 2009 afin de définir le débit d'équivalent de dose (DED) sur les bassins après couverture partielle par des matériaux les plus sains ainsi que par des matériaux de carrière. 



Les résultats indiquent que les terres sont faiblement marquées en éléments radioactifs. Les DED ne dépassent pas 1 $\mu\text{S}/\text{h}$ au niveau des bassins B1/B2.

8.5.2 Surveillance radiologique de la zone

Les mesures de surveillance de l'environnement de l'installation sont présentées au chapitre 6 ci-avant. Par ailleurs, les résultats des mesures de surveillance radiologique effectuées par l'exploitant dans l'environnement de l'établissement sont présentées dans l'étude d'impact.

Pour ce qui concerne les niveaux d'irradiation ambiante, les valeurs mesurées par des dosimètres positionnés en limite de site montrent que les débits d'équivalent de dose relevés au nord de l'usine et restent inférieurs à 0,5 mSv sur 12 mois glissants. En limite de clôture ouest, les valeurs mesurées sont de l'ordre de 0,65 mSv (résultats 2009).

Des débits d'équivalent de dose mesurés en octobre 2011 par l'exploitant sur les digues de l'installation montrent que la valeur moyenne est de l'ordre de 106 nSv/h (0,93 mSv/an pour une durée de 8760 h) et que la valeur maximale reste inférieure à 190 nSv/h (1,66 mSv/an pour une durée de 8760 h).



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Concernant le suivi de l'activité atmosphérique, les mesures réalisées au cours des années 2009 et 2010 montrent que :

- l'activité volumique en émetteurs alpha des poussières en suspension dans l'air mesurée est en moyenne annuelle de :
 - 2,2 mBq/m³ d'air au niveau du bassin B1,
 - 0,6 mBq/m³ d'air au niveau du bassin B8,

- les énergies alpha potentielles dues aux descendants à vie courte du ²²²Rn et du ²²⁰Rn mesurées sont respectivement, en moyenne annuelle :
 - 33 et de 12 nJ/m³ d'air au niveau de B1,
 - 30 et de 13 nJ/m³ d'air au niveau du bassin B8.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

9 MESURES PRISES EN VUE DE LA REPRISE DES DECHETS / DEMANTELEMENT

Les déchets entreposés dans l'installation ne disposent pas, à l'heure actuelle, de filière sûre de gestion à long terme.

Ces déchets sont pris en compte dans l'inventaire national des déchets et matières radioactifs (cf. annexe 6 ci-après) tenu à jour par l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs (ANDRA), dans la famille RTCU (Résidus de Traitement de Conversion de l'Uranium), et leur devenir à long terme est examiné dans le cadre du Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR).

La stratégie retenue pour l'installation repose donc sur une mise en sécurité des déchets pour une durée de plusieurs dizaines d'années (notion d'entreposage) permettant l'attente de la définition d'une solution sûre de gestion à long terme acceptée dans le cadre du PNGMDR.

En l'absence d'une telle filière pour les déchets entreposés, la stratégie de démantèlement repose notamment sur la garantie de la faisabilité de la reprise de ceux-ci.

En effet, les dispositions prises par l'exploitant à la conception de l'installation d'entreposage pour en faciliter le démantèlement concernent essentiellement la possibilité de reprise des déchets.

Les critères à satisfaire pour rendre possible cette reprise des déchets sont les suivants :

- accès direct au lieu d'entreposage,
- tenue mécanique des zones excavées,
- disponibilité d'équipements nécessaires à la manutention des déchets,
- maintien de la mémoire de l'établissement et de son contenu.

Dans le cas de l'installation ECRIN :

- les déchets restent facilement accessibles (après la dépose de la couverture bitumineuse),
- les travaux menés suite à l'effacement de la digue est du bassin B2 en 2004 ont montré que les déchets en place sont facilement manipulables par des engins de chantier,
- l'inventaire radiologique des bassins B1 / B2 est inscrit à l'inventaire ANDRA (Fiche présentée en Annexe 6) et est réactualisé régulièrement.

AREVA mène en parallèle des études et investigations afin d'évaluer la faisabilité de différentes options de stockage en vue de mettre en œuvre une solution de gestion définitive pour les déchets entreposés dans l'installation. Un rapport d'avancement de ces études a été présenté au PNGMDR en décembre 2014 [REDACTED].



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

10 LISTE DES REFERENCES

- [1] 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
- [2] [REDACTED]
- [3] Recommandation émise par le GPU - Courrier ASN CODEP MEA- 2013-038413 du 08 juillet 2013
- [4] Lettre de suites de la réunion du GPU – Courrier ASN n°CODEP-DRC-2013-040476 du 19 septembre 2013
- [5] Décret n°2007-830 du 11 mai 2007 relatif à la nomenclature des installations nucléaires de base :
NOR : DEVP0752822D
- [6] [REDACTED]
- [7] Décision ASN n°2009-DC-0170 du 22 décembre 2009
- [8] [REDACTED]
- [9] [REDACTED]
- [10] [REDACTED]
- [11] Lettre MSNR DGPR/SRT/MSNR/SS/2011-012 du 22 novembre 2011
- [12] Courrier DGPR/MSNR/FD/2012-078 du 8 août 2012
- [13] Décision ASN n°2013-DC-0354 du 18 juin 2013
- [14] Avis de la commission d'enquête publique relatif à la demande d'autorisation de création (arrêté préfectoral n°203277-0001 du 21 octobre 2013)
- [15] Rapport IRSN N°2013-00011 - Emission de l'avis de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création de l'INB ECRIN
- [16] Décret du 20 juillet 2015 autorisant AREVA NC à créer et exploiter une installation nucléaire de base dénommée ECRIN (entreposage confiné de résidus issus de la conversion) sur le site de Malvésy, commune de Narbonne (département de l'Aude) – NOR : DEVP1420857D
- [17] [REDACTED] Mise à jour de l'étude d'impact pour le dossier de mise en service de l'installation nucléaire de base ECRIN [REDACTED]
- [18] [REDACTED]
- [19] [REDACTED]
- [20] Règle Fondamentale de Sûreté n°2001-01 relative aux installations nucléaires de base Détermination du risque sismique pour la sûreté des installations nucléaires de base de surface
- [21] [REDACTED]
- [22] [REDACTED]
- [23] Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique NOR : DEVP0910497D
- [24] Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français NOR : DEVP0823374D



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

[25] Arrêté préfectoral n°2012107-0006 du 1^{er} août 2012

[REDACTED]

[32] Arrêté Préfectoral n°2012107-0006 du 1^{er} août 2012 réactualisant les prescriptions techniques applicables aux installations de purification de concentrés uranifères et de fabrication de tétrafluorure d'uranium exploités par la société COMURHEX et situés sur le territoire de la commune de Narbonne et autorisant l'augmentation de capacité de production de tétrafluorure d'uranium à 21000 tonnes par an

[33] Etude déchets de l'INB ECRIN d'AREVA NC Malvési [REDACTED]

[34] Décret n°92.158 du 20 février 1992. fixant « les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par des entreprises extérieures »

[REDACTED]

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

[REDACTED]

11 ANNEXES

Liste des Annexes :

Annexe 1 : Périmètre de l'installation

Annexe 2 : Données sur la géologie structurale régionale et locale

Annexe 3 : Données sur l'évolution hydrogéologique attendue après réalisation des travaux de confortement environnemental

Annexe 4 : Surveillance des digues – Implantation type des bornes topographiques, des piézomètres et des inclinomètres

[REDACTED]

Annexe 6 : Inventaire radiologique des bassins B1/B2 – Site de Malvési (Fiche de l'Inventaire National 2015 ANDRA)



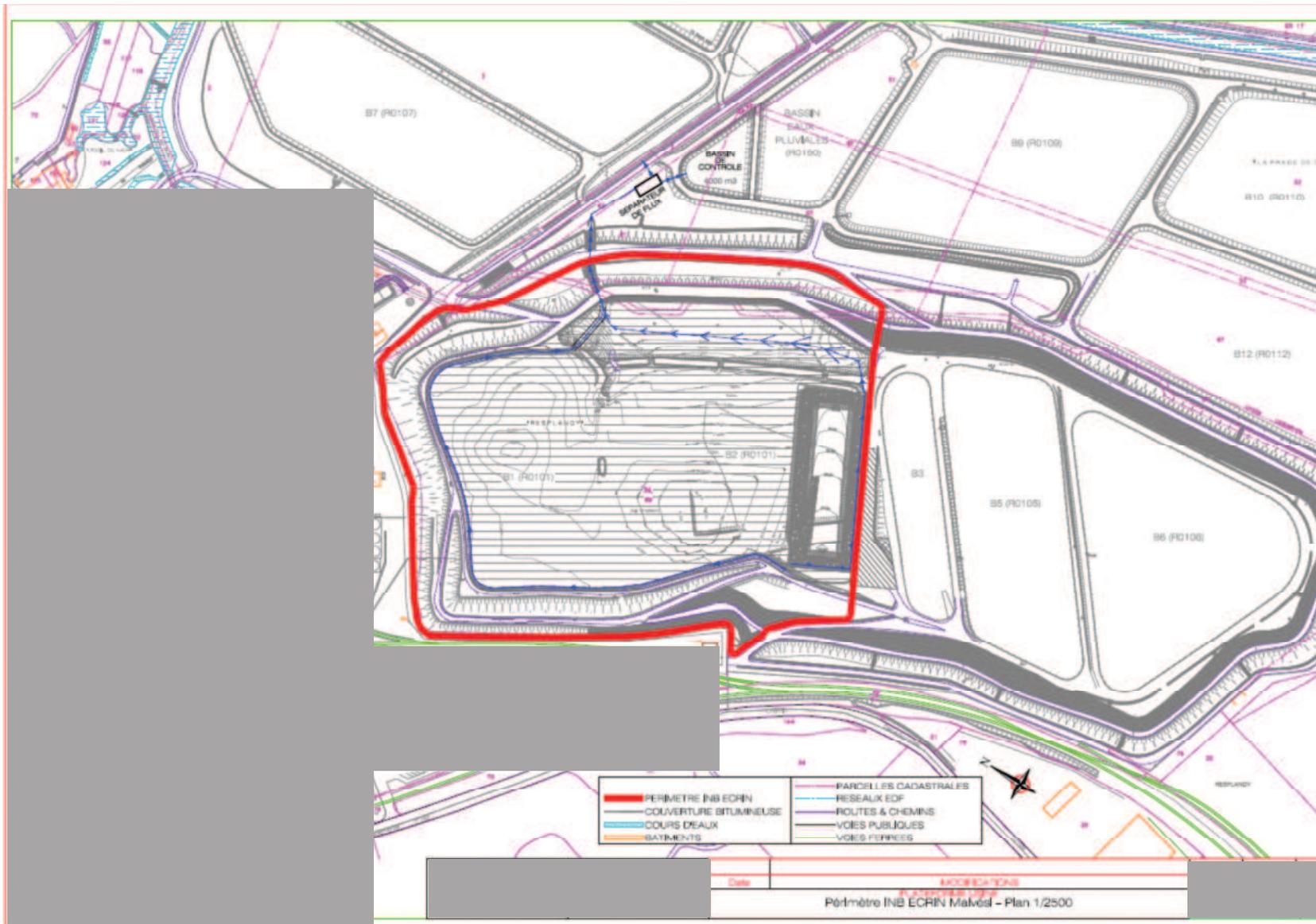
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

Annexe 1 : périmètre de l'installation

Plan annexé au décret d'autorisation de création (cf. référence [16])



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Annexe 2 : Données sur la géologie structurale régionale et locale

GEOLOGIE STRUCTURALE REGIONALE

A quelques kilomètres au nord-ouest de Narbonne, le site de Malvési est implanté sur le rebord ouest de la plaine alluviale de l'Aude, au pied de la colline de Montlaurès. Le site de Malvési se trouve situé à proximité immédiate de la limite entre deux domaines géologiques distincts :

- le fossé oligocène de Narbonne-Sigean dont il occupe le rebord Ouest,
- le massif jurassique de Fontfroide-Montredon, unité externe de la Nappe des Corbières, qui forme l'épaulement du fossé de Narbonne-Sigean.

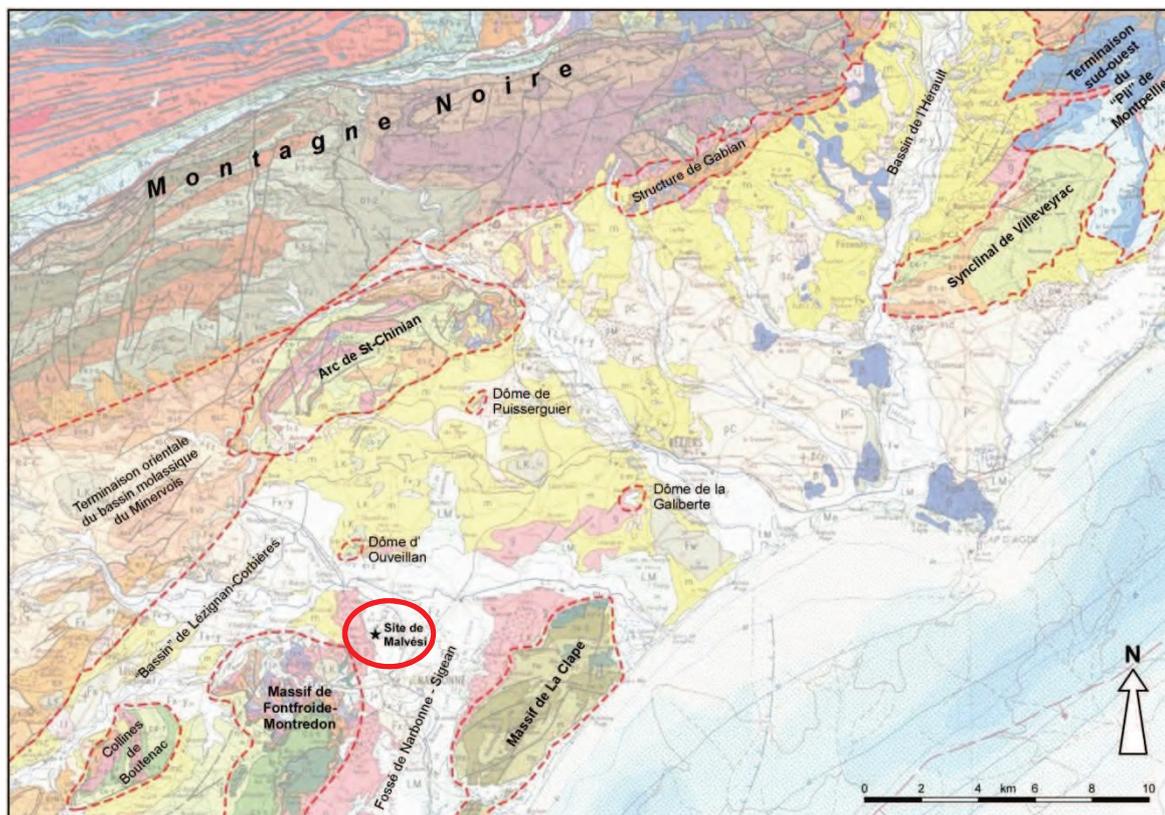


Figure 53 : Localisation du site de Malvési sur la carte géologique à 1/250 000 (feuille n°38 – Montpellier), avec position des principales structures géologiques connues régionalement.

La zone d'étude est localisée dans un domaine où sont superposés des terrains de géométrie relativement simple et des terrains fortement structurés. Cette disposition particulière s'explique par une histoire géologique polyphasée marquée par deux événements géodynamiques d'ampleur régionale, relativement tardifs dans l'histoire géologique régionale (voir figure 38 en Annexe) :

- la plus récente est une phase d'extension d'âge Oligocène, liée à l'ouverture de la Méditerranée occidentale (Golfe du Lion) et s'inscrivant dans l'épisode du rifting ouest-européen. Cette phase est à l'origine de la création de bassins sédimentaires (ou fossés d'effondrement) comme celui de Narbonne-Sigean,

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

- antérieurement, la formation des Pyrénées (l'orogénèse pyrénéenne, liée à la collision entre la plaque ibérique et la plaque eurasiennne) a conduit à un régime compressif qui est à l'origine de la structuration complexe des terrains en plis, chevauchements et nappes de charriage. Cette complexité structurale est particulièrement bien illustrée par la nappe des Corbières, dont fait partie le massif de Fontfroide-Montredon.

Avant ces deux évènements fortement structurants, l'histoire géologique de la zone d'étude est celle de la bordure occidentale de l'océan téthysien dont témoignent les terrains d'âge Jurassique à dominante calcaire qui affleurent sur les reliefs du massif de Fontfroide-Montredon. A la base de ces terrains calcaires, les termes supérieurs argileux et évaporitiques (gypse et sel gemme) du Trias, sont des faciès très plastiques qui constituent le principal niveau de décollement (ou de glissement) lors des épisodes compressifs pyrénéens, mais aussi le principal niveau d'enracinement des failles normales d'extension liées à l'ouverture du Golfe du Lion.

La situation structurale particulière du site de Malvési (à la limite d'un bassin extensif oligocène et de structures compressives pyrénéennes) est relativement commune dans le cadre régional. Pour analogue, on citera par exemple :

- le secteur de Cazouls-les-Béziers, à la limite du fossé synrift de Thézan et de l'unité chevauchante de Cazedarnes appartenant au complexe de St-Chinian,
- la bordure ouest du bassin synrift de l'Hérault, au contact des panneaux mésozoïques structurés de Gabian ou de Clermont-l'Hérault.

Le bassin de Narbonne-Sigean est ainsi un des bassins formés lors de la phase extensive oligocène qui a affecté l'Europe de l'Ouest depuis la Mer du Nord jusqu'à la Méditerranée occidentale.

En France, cet évènement géodynamique est à l'origine de la création de bassins étroits très profonds définis comme des fossés (fossé rhénan, fossés de Bresse ou de Valence). Ces fossés sont comblés par un épais remplissage sédimentaire détritique d'origine principalement continentale.

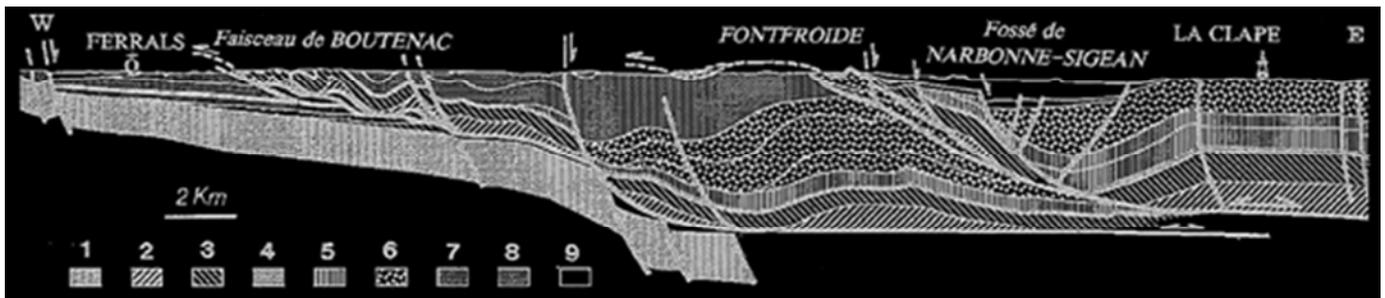


Figure 54 : Coupe géologique depuis les Corbières orientales jusqu'au massif de la Cape (d'après Gorini et al., 1991)

Les failles normales bordant à l'ouest le fossé de Narbonne-Sigean s'enracinent toutes en profondeur aux argiles évaporitiques du Trias, niveau de décollement principal des structures pyrénéennes.

La situation particulière de la zone et l'orientation de cette phase d'extension oligocène a permis ici, à la différence des bassins situés à plus à l'est, de réactiver des plans de failles déjà existants, datant de la phase pyrénéenne, ce qui limite le nombre de fractures tectoniques d'extension.

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

STRUCTURES SEDIMENTAIRES ET TECTONIQUES LOCALES

Le fossé de Narbonne-Sigean, d'orientation NNE-SSW, s'étend depuis l'étang de Sigean au sud jusqu'au nord de Narbonne, en position basse, coïncée entre les massifs de Fontfroide-Montredon à l'ouest et de la Clape à l'est, suivant un sillon large de 10 à 15 km et long d'au moins 25 km.

Il est décrit¹ comme asymétrique, avec des formations oligocènes plus épaisses au nord-ouest du bassin, qu'au sud-est en direction du massif de La Clape. Le centre du bassin serait situé approximativement au droit de Coursan, avec des épaisseurs maximales de sédiments dépassant 1 500 mètres.

Le remplissage sédimentaire du fossé de Narbonne-Sigean est relativement méconnu. Aucun sondage n'a en effet été réalisé au cœur du bassin où les dépôts oligocènes sont recouverts par des alluvions très récentes d'âge quaternaire.

Seules les bordures du bassin fournissent des affleurements révélant la nature des dépôts :

- majoritairement argilo-sableux (silico-clastiques), avec parfois des graviers ou des conglomérats, et localement une cimentation carbonatée,
- plus rarement évaporitiques (avec du gypse).

Et les environnements de dépôt :

- continentaux de type fluvatile (pour l'oligocène supérieur « rouge »),
- lacustre à lagunaire (pour l'oligocène inférieur « gris »).

Compte tenu du peu de connaissances disponibles sur la structure de ce bassin sédimentaire, AREVA a réalisé en 2013 :

- le relevé détaillé de tous les affleurements situés à proximité du site,
- deux profils sismiques à haute résolution,
- deux forages profonds (100 m).

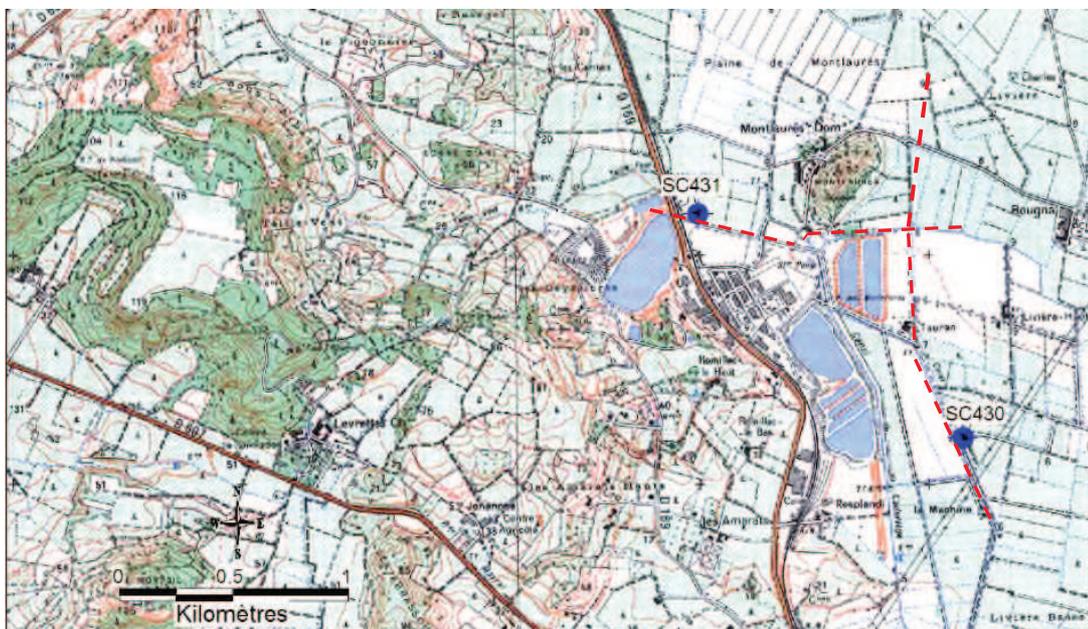


Figure 55 : Localisation des profils sismiques (pointillés rouges) et forages profonds (points bleus)

L'objectif principal était d'acquérir des informations sur la géologie structurale (et notamment le positionnement par rapport au massif jurassique de Montlaureès), l'épaisseur et la composition des séries géologiques d'âge oligocène de façon à pouvoir construire un modèle 3D de la géologie locale.

¹ (Gorini, 1991 ; Gorini et al., 1991)

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

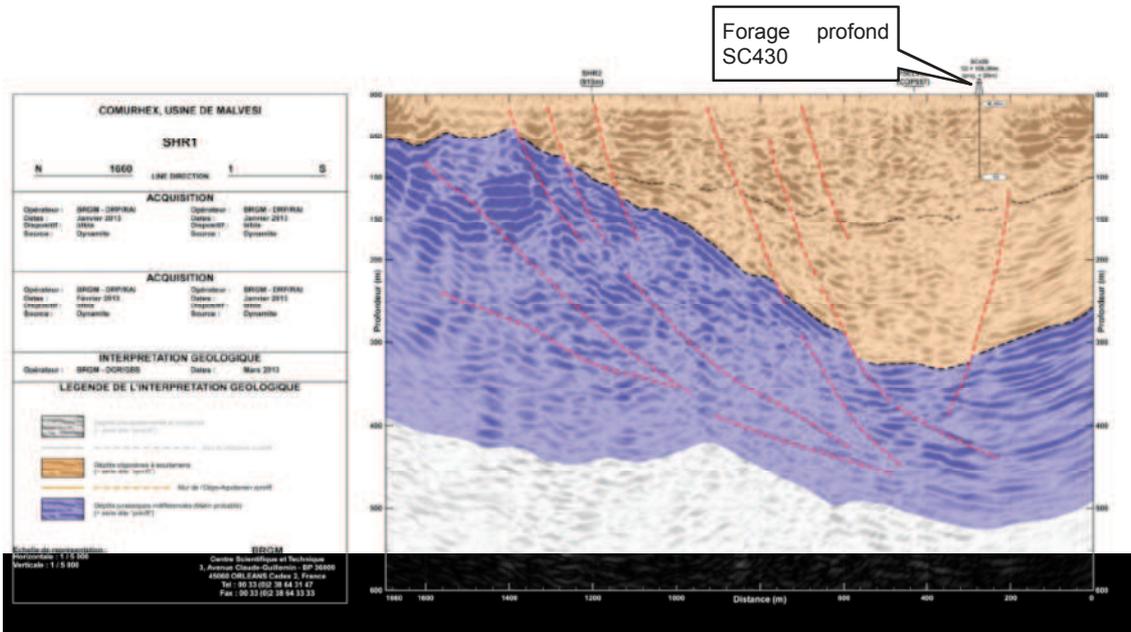


Figure 56 : Interprétation du profil sismique SHR1 (Nord-Sud)

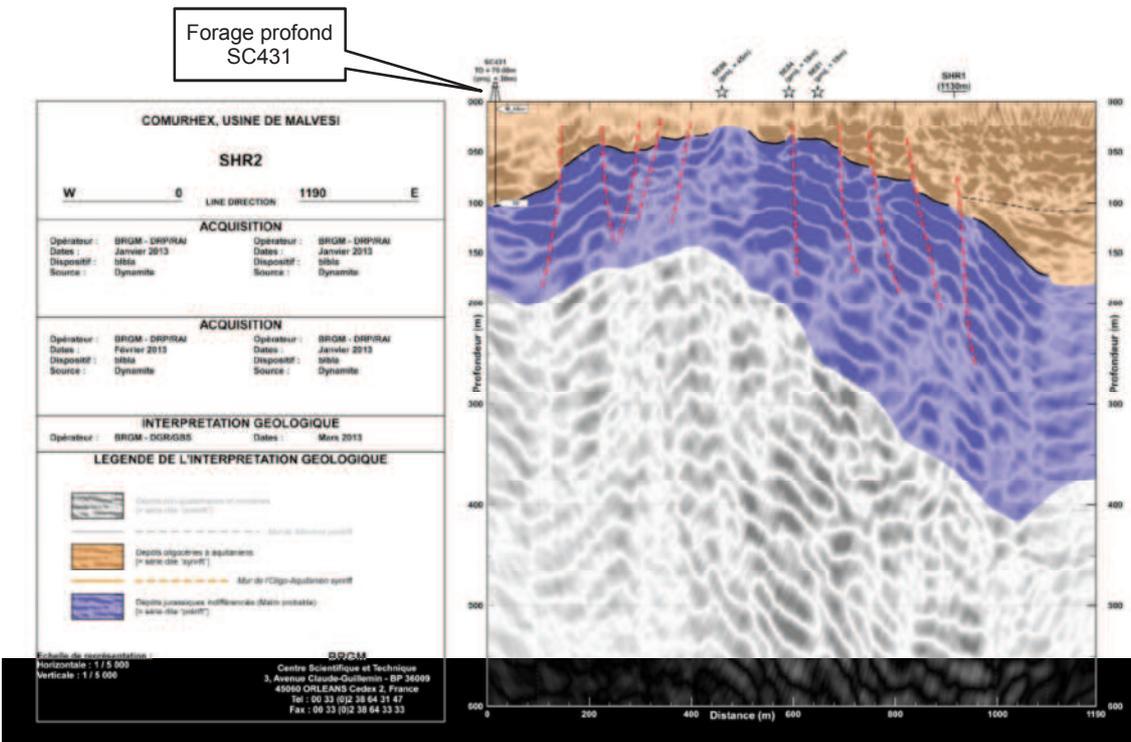


Figure 57 : Interprétation du profil sismique SHR2 (Ouest-Est)

L'interprétation de ces profils sismiques révèle la forte épaisseur des séries sédimentaires de comblement du bassin et l'absence de faille majeure pouvant expliquer le massif de Montlaurès. Sans que l'on puisse encore conclure de façon définitive, il est ainsi probable que l'hypothèse figurant sur la carte géologique, d'une faille à rejet important située au pied sud de la colline de Montlaurès et mettant

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

en contact une série grise d'âge oligocène inférieur au NW avec une série rouge d'âge oligocène supérieur au SE, doit être abandonnée au profit d'une succession de fractures d'ampleur faibles, failles normales liées à l'ouverture du bassin de Narbonne-Sigean vers le sud-est.

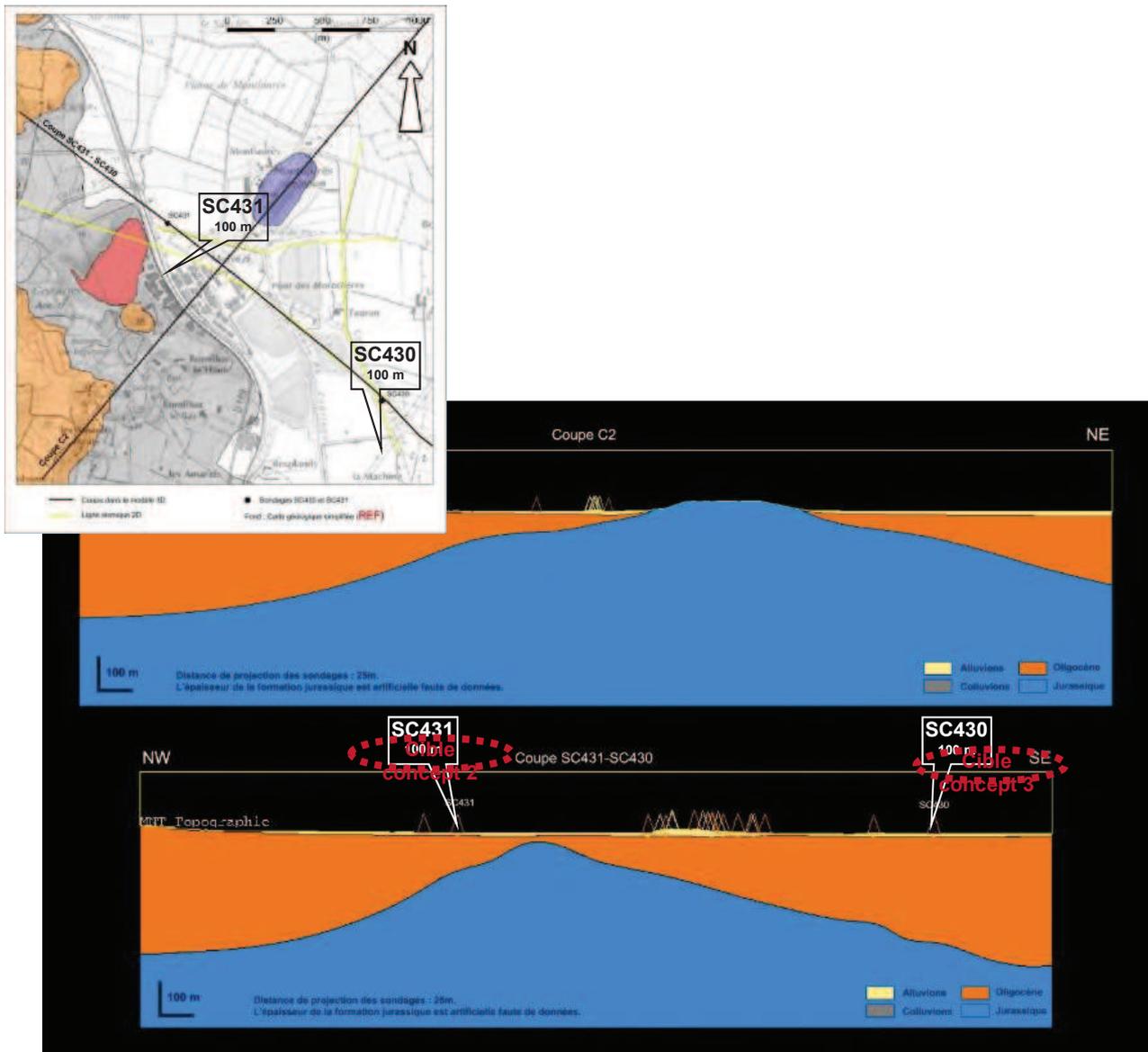


Figure 58 : Coupe interprétative des données sismiques et de forage

Quant à l'épaisseur des séries sédimentaires, il est clairement démontré l'existence :

- D'une épaisseur de l'ordre de 100 m au nord-ouest, où le forage SC431 ne recoupe que la série oligocène « grise »,
- D'une épaisseur dépassant les 300 m au sud-est, où le forage SC430 ne recoupe que la série oligocène « rouge », qui surmonte vraisemblablement la série « grise » située plus en profondeur.



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Annexe 3 : Données sur le fonctionnement hydrogéologique après réalisation des travaux de confortement environnemental

Le choix et la réalisation du dispositif de confortement environnemental a été précédé d'études hydrogéologiques détaillées comprenant des modélisations numériques [REDACTED].

La modélisation hydrodynamique des écoulements souterrains [REDACTED] a ensuite été mise à jour et calée après la réalisation du dispositif et l'acquisition de nouvelles données dans le cadre de contrôles géologiques et hydrogéologiques complémentaires.

L'analyse des résultats de cette modélisation est synthétisée ci-après.

La couverture de la zone d'entreposage n'a pas été prise en compte.

Circulation des eaux

La comparaison de la piézométrie réalisée avant et après la mise en place du dispositif de confortement environnemental en périodes de basses eaux et de hautes eaux (septembre 2009 et 2013, d'une part, mars 2010 et janvier 2015 d'autre part), met notamment en évidence les éléments suivants :

- le dôme piézométrique au droit de l'Entreposage est circonscrit à l'intérieur du dispositif de confinement,
- les niveaux piézométriques sont légèrement plus élevés en amont de la paroi qu'en aval (en moyenne 20 cm de différence),
- on observe également un fort gradient piézométrique en amont de la paroi qui résulte de l'effet du drainage des tranchées en amont de celle-ci ;
- le gradient hydraulique est très faible dans le secteur aval paroi, ce qui traduit l'effet de barrière physique et hydraulique du dispositif de confortement environnemental.

Les figures suivantes montrent l'évolution de la piézométrie liée à la mise en place de la paroi souterraine. Le différentiel piézométrique ne s'étend que très peu au-delà du site en direction de la plaine, vers l'est.

Il en ressort que, d'une part, le dispositif de confortement environnemental s'avère efficace au droit du site, d'autre part, il ne perturbe pas les écoulements globaux de la nappe alluviale à l'extérieur du site. Par conséquent, il n'est pas susceptible d'influencer les captages d'eau souterraine à usage d'eau potable situés à proximité.

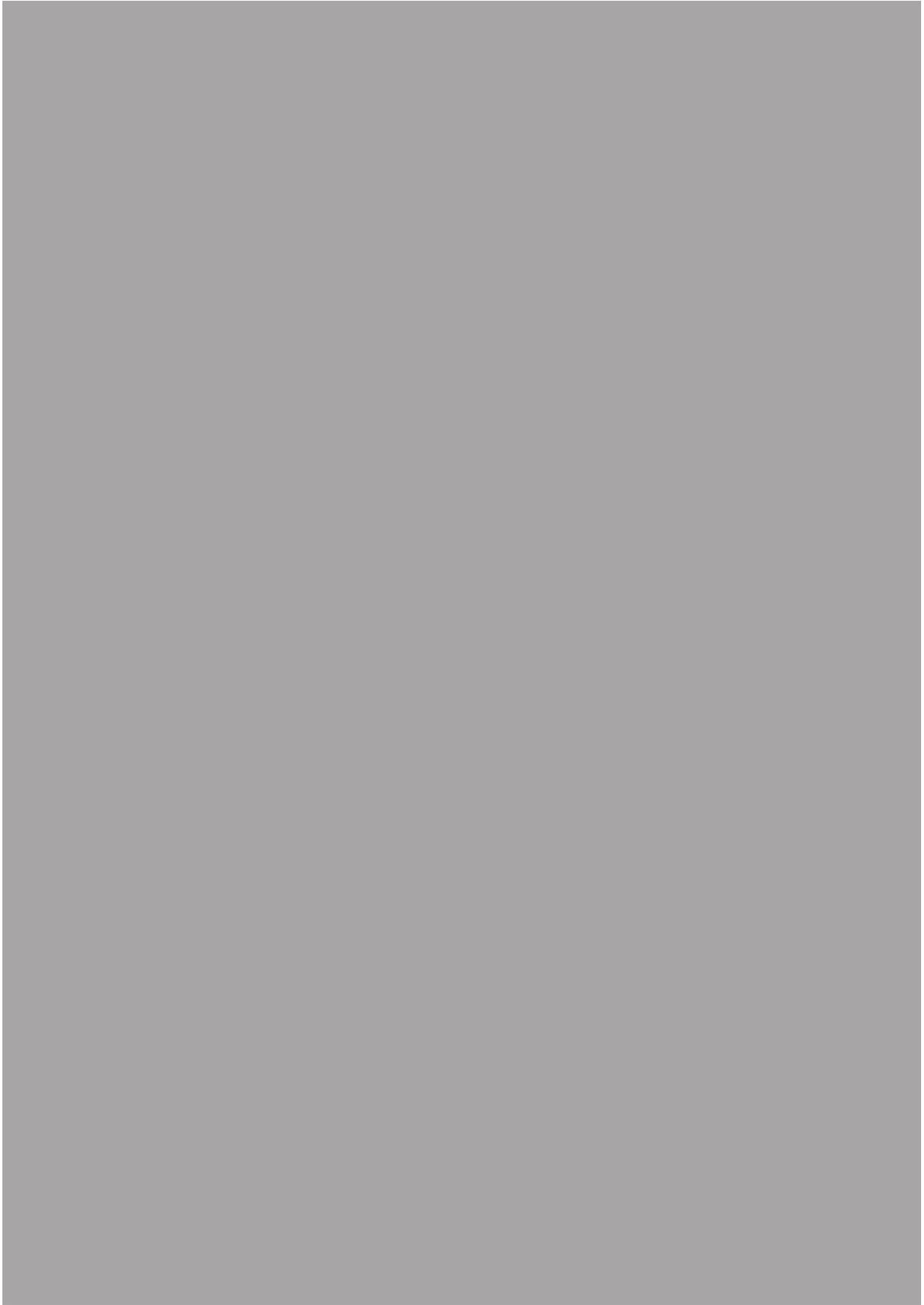


INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Efficacité du dispositif de confortement environnemental

Afin d'évaluer l'influence et l'efficacité du dispositif de confortement environnemental sur les eaux souterraines, un modèle numérique de transport a été construit sur une partie de la plaine alluviale de l'Aude [REDACTED].

La démarche adoptée pour construire ce modèle a été la suivante :

- calage hydrodynamique régional (à l'échelle de la plaine alluviale) et local (à l'échelle du site) en régime permanent pour restituer :
 - l'état piézométrique de référence d'août 2009, sans le dispositif de confortement environnemental ;
 - l'état piézométrique de référence de septembre 2013 (mesuré juste après les travaux de confortement) avec le dispositif de confortement environnemental ;
- calage du modèle de transport de masse :
 - à partir des données de surveillance environnementale sur la période 2001-2014, pour restituer les teneurs en uranium observées avec et sans le dispositif de confortement environnemental ;
 - en se basant sur des termes sources répartis entre la zone Usine et la zone Entreposage ;
- simulations prospectives de différents dispositifs et de leurs impacts sur les niveaux piézométriques (modèle hydrodynamique en régime pseudo-permanent) et sur l'extension de(s) panache(s) d'uranium (modèle de transport en régime transitoire).

La modélisation a permis d'évaluer le bénéfice environnemental en termes de concentrations en uranium dans les eaux souterraines à diverses échéances [REDACTED].

INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation



L'analyse des résultats obtenus met en évidence les points suivants :

- au nord de la zone usine, la concentration en uranium qui aurait progressé en l'absence de confinement est réduite et ne dépasse pas la concentration maximale admissible de [REDACTED] ;
- à l'aval de l'entreposage en limite de site, les teneurs restent stables sur toute la période étudiée. [REDACTED]
- hors du site, à l'aval hydraulique de l'entreposage, au niveau de la ceinture rapprochée, l'effet du dispositif est nettement visible avec une baisse des concentrations par rapport à la situation sans dispositif ;
- enfin, les puits extérieurs de propriétaires dans la plaine alluviale sont préservés d'une augmentation de concentration importante liée au panache d'uranium à long terme (la teneur reste en dessous de [REDACTED], sauf pour le puits de la prairie qui passerait, théoriquement,

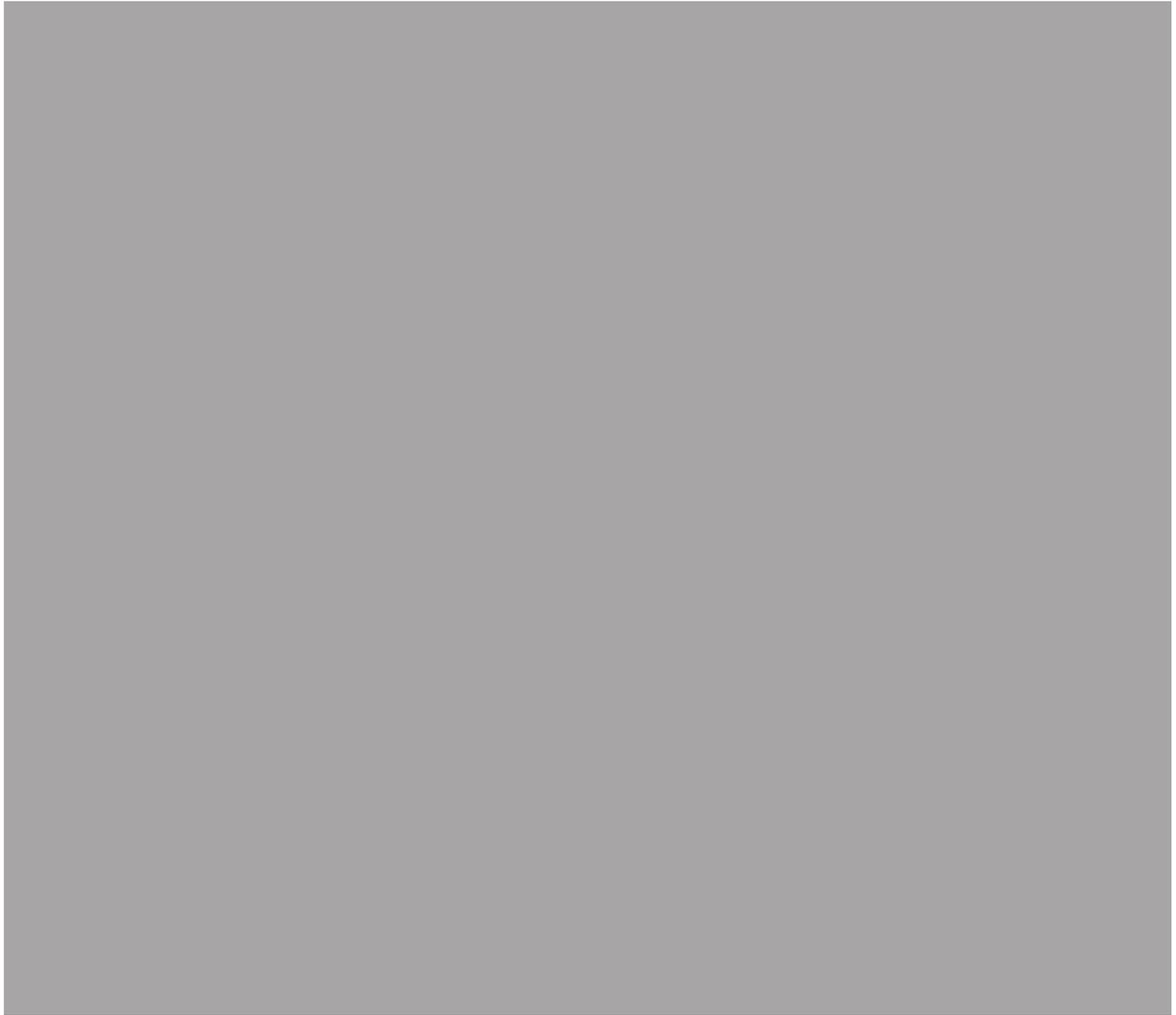


INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

légèrement au-dessus, sur une période de 2034-2044 tout en restant largement inférieure au critère de potabilité de [REDACTED]).

L'effet positif apporté par le dispositif de confortement environnemental est donc nettement visible avec une diminution attendue du panache d'uranium en aval hydraulique du dispositif et un maintien d'une teneur inférieure ou de l'ordre de [REDACTED] au niveau des puits extérieurs au site (conformément à l'objectif fixé, et à la valeur retenue dans l'évaluation des risques sanitaires).



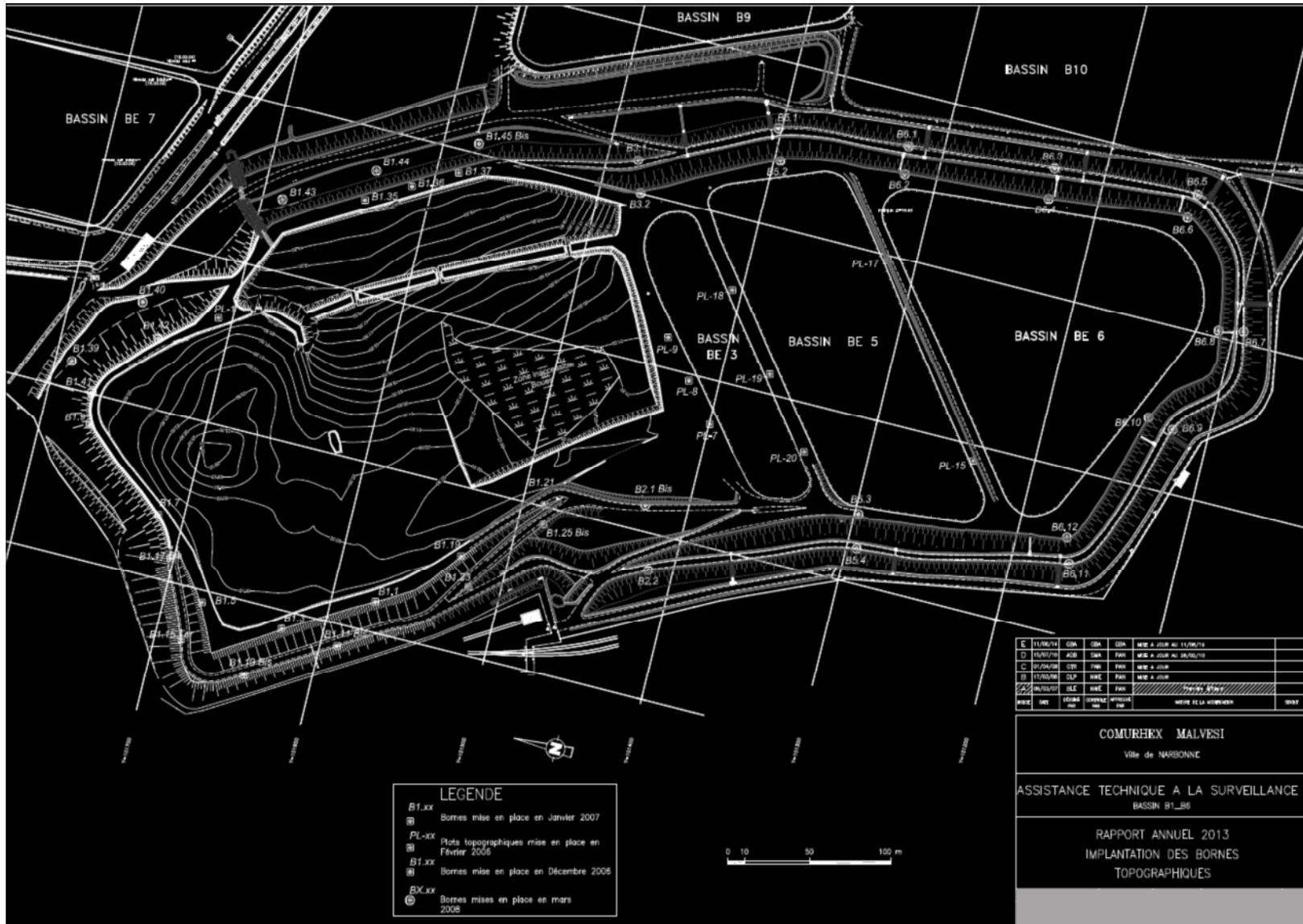
Référence Documentum: [REDACTED]	AREVA NC MALVESI		
Version : 3.0	PAGE 133/139	DIRECTION	
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE Volume I : Description de l'installation			

Annexe 4 : Surveillance des digues - Implantation type des bornes topographiques, des piézomètres et des inclinomètres



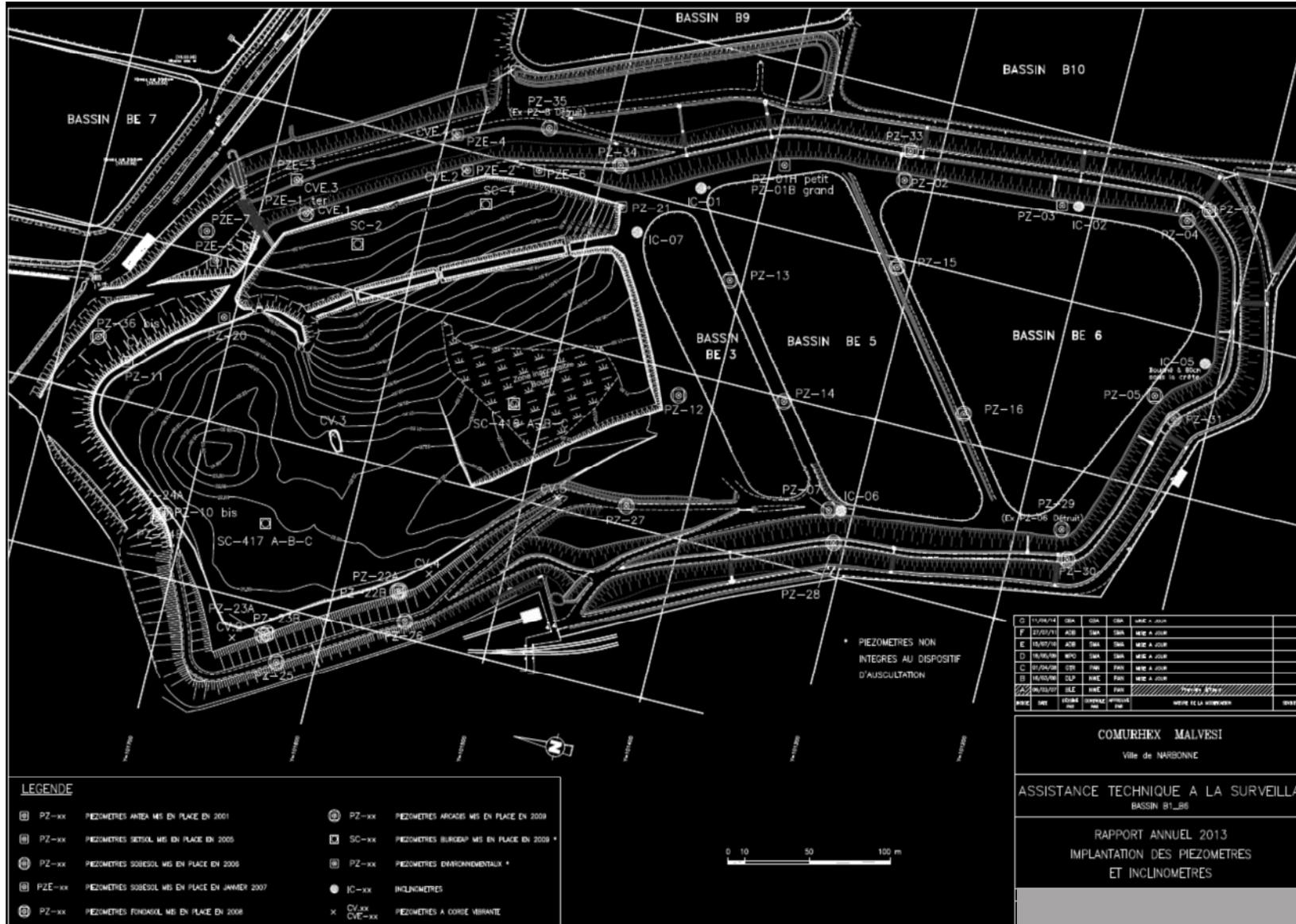
INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation





INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation

Annexe 5 :



Référence Documentum:

AREVA NC MALVESI

Version :

3.0

PAGE 137/139

DIRECTION



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



Référence Documentum:

AREVA NC MALVESI

Version :

3.0

PAGE 138/139

DIRECTION



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE
Volume I : Description de l'installation



INB ECRIN - RAPPORT DE SURETE

Volume I : Description de l'installation

Annexe 6 : Inventaire radiologique des bassins B1/B2 du site de Malvési (fiche de l'inventaire National ANDRA)

INVENTAIRE NATIONAL DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS



MALVÉSI (BASSINS)

EXPLOITANT : AREVA

RÉGION : Languedoc-Roussillon

DÉPARTEMENT : Aude (11)

COMMUNE : Narbonne

SECTEUR ÉCONOMIQUE :
Électronucléaire

Description brève :

Les déchets désignés sur cette fiche sont les résidus contaminés par l'uranium naturel et produits par l'usine de conversion. L'usine produit environ 4,5 m³ d'effluents liquides par tonne d'uranium traité.

Les effluents liquides, contenant les résidus, sont envoyés dans des bassins couvrant environ 30 hectares pour décantation et évaporation. Les eaux pluviales et les eaux de refroidissement du procédé étaient, jusqu'à fin 2007, collectées dans un bassin de régulation avant d'être contrôlées puis rejetées dans le milieu naturel. Depuis fin 2007, le bassin n'est plus en relation avec la plateforme industrielle et est suivi. Un plan d'action de réhabilitation de ce bassin de régulation a été transmis aux autorités début 2013.

DÉCHETS		FAMILLES ET VOLUMES	
NATURE DES DÉCHETS :	ACTIVITÉ RADIOLOGIQUE	RADIONUCLÉIDE(S)	CODE FAMILLE
SITUATION AU : 31/12/2013			
1. Des bassins pour l'entreposage des rejets solides (B1 à B6)			
Bassins B1 et B2 (présence de traces de radioéléments artificiels : ⁹⁹ Tc : 3,1 Bq/g ; ²³⁸ Pu à 242 : 22 Bq/g ; ²⁴¹ Am : 1,8 Bq/g ; ²³⁷ Np : 1 Bq/g Bassins utilisés en 2006 et 2007 pour remonter les boues répandues suite à la rupture d'une digue) (238 585 m ³ - 410 366 t)	89,11 TBq	²³⁰ Th, U	RTCU
Déchets divers mélangés à de la terre inerte (Uranium contenu inférieur à 1 tonne) (22 890 m ³)	75 GBq	²²⁶ Ra, ²³⁴ U, ²³⁵ U, ²³⁸ U	RTCU
Bassin B5 (23 066 m ³ - 28 602 t)	6,3 TBq	²²⁶ Ra, ²³⁰ Th, ²³⁴ U, ²³⁵ U, ²³⁸ U	RTCU
Bassin B6 (33 626 m ³ - 42 032 t)	6,17 TBq	²²⁶ Ra, ²³⁰ Th, ²³⁴ U, ²³⁵ U, ²³⁸ U	RTCU
Stériles en partie contaminés par les infiltrations des bassins non revêtus de membrane à l'origine		U	RTCU
Déchets de couverture des bassins B1 et B2 (43 000 m ³ - 76 540 t)	5,82 TBq	²³⁰ Th, U	RTCU
2. Des bassins d'évaporation des solutions nitratées (B7, B8, B9, B10, B11, B12)			
Solutions nitratées (35 4174 m ³ - 549 959 t)	1,12 TBq	⁹⁹ Tc, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁷ Th	RTCU
3. Un bassin de régulation isolé			
Boues sédimentées en fond de bassin contenant : 119 t Cd ; 126 t Cu ; 2 t Hg ; 8,9 t U et 4 t Se. (60 000 m ³)	0,41 TBq	U	RTCU
Zone G : une partie des berges de l'ancien bassin de régulation constituées de terres et gravats est à caractériser. (15 000 m ³ - 9 300 t)	14,2 GBq	U	RTCU
RÉGIME ADMINISTRATIF : INB pour les bassins B1-B2, ICPE 1735 pour les bassins de décantation B3, B5 et B6, ICPE 1735 pour les bassins d'évaporation B7 à B12, ICPE 2750 pour le bassin de régulation.			
MESURES DE SURVEILLANCE : Les bassins B1 à B6 font l'objet d'un suivi de la solidité des digues (plots, inclinomètres, piézométrie). Les bassins B3 à B12 font l'objet du suivi de leur niveau de garde ainsi que leur étanchéité. Une surveillance environnementale est assurée en champ proche et en champ éloigné des bassins.			