



Direction de l'énergie nucléaire
Direction du CEA/Cadarache

CEA/DEN/CAD/DIR/CSN
DO 589 12/09/12



12FPAP000680

diffusé le: 13/09/12

INSTALLATION RAPSODIE – INB 25

Evaluation complémentaire de la sûreté

au regard de l'accident survenu

à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

SOMMAIRE GENERAL

0. LIMINAIRE.....	8
1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION.....	9
1.1. GENERALITES	9
1.2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES.....	10
1.2.1. DESCRIPTION SUCCINCTE DES BATIMENTS DE L'INSTALLATION.....	11
1.2.1.1. Bâtiment réacteur	11
1.2.1.1.1. Enceinte étanche.....	11
1.2.1.1.2. Bloc réacteur.....	11
1.2.1.1.3. Autres équipements.....	12
1.2.1.2. Bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires.....	13
1.2.1.3. Bâtiment abritant le poste HT/BT.....	13
1.2.1.4. Bâtiment « d'entreposage des déchets TFA ».....	13
1.2.1.5. Bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA et son extension ».....	13
1.2.1.6. Bâtiment « LDAC ».....	14
1.2.2. INVENTAIRE DES MATIERES RADIOACTIVES ET CHIMIQUES	14
1.2.3. RISQUES SPECIFIQUES A L'INSTALLATION.....	15
1.3. ETAT ACTUEL DE L'INSTALLATION	16
2. IDENTIFICATION DES RISQUES D'EFFET FALAISE ET DES STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS.....	18
2.1 INTRODUCTION.....	18
2.2 RISQUES D'EFFET FALAISE.....	19
2.2.1 SEISME	20
2.2.2 INONDATION EXTERNE.....	21
2.2.3 INONDATION EXTERNE INDUITE PAR UN SEISME	21
2.2.4 PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES	21
2.3 STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS.....	21
3. SEISME.....	22
3.1. DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION	22
3.1.1. Séisme de dimensionnement.....	22
3.1.1.1 Méthodologie pour évaluer le séisme de dimensionnement.....	22
3.1.1.2 Caractérisation de l'aléa sismique à Cadarache et évolution.....	22
3.1.1.3 Marges sur la détermination de l'aléa selon les INB de Cadarache considérées.....	24
3.1.1.4 Séisme considéré pour le dimensionnement de l'installation	25
3.1.2 Dispositions de protection du dimensionnement.....	25
3.1.2.1 Identification des structures, systèmes et composants (SSC) clés.....	25
3.1.2.2 Principales dispositions de construction associées	26
3.1.2.3 Principales dispositions d'exploitation.....	29
3.1.3 Conformité de l'installation	30
3.1.3.1 Organisation générale de l'exploitant pour garantir la conformité	30
3.1.3.2 Non conformités et programme de remise en conformité	30
3.2. EVALUATION DES MARGES	30
3.2.1. GENERALITES	30
3.2.2. SEISMES DE REFERENCE CONSIDERES DANS LE CADRE DE L'EVALUATION.....	30
3.2.3. METHODOLOGIE D'EVALUATION DES MARGES	31
3.2.4. BATIMENT REACTEUR.....	32
3.2.4.1. CUVELAGE.....	32
3.2.4.2. STRUCTURES INTERNES	32
3.2.4.3. ENCEINTE EXTERNE	32
3.2.5. EXTENSION DU BATIMENT « D'ENTREPOSAGE DE DECHETS RADIOACTIFS FA ET TFA ».....	33
3.2.5.1. BLOC NORD.....	33
3.2.5.2. BLOC SUD-EST	33
3.2.5.3. BLOC SUD-OUEST	33

INB 25 RAPSODIE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

3.2.6.	SYNTHESE DES MARGES DES STRUCTURES DE GENIE CIVIL	33
3.3.	CONCLUSIONS	34
4.	INONDATION EXTERNE.....	35
4.1.	DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION	35
4.1.1.	<i>Inondation de dimensionnement.</i>	35
4.1.1.1.	<i>Débordement du ravin de la Bête</i>	35
4.1.1.2.	<i>Crue du bassin versant.</i>	35
4.1.1.3.	<i>Eaux pluviales.</i>	36
4.1.1.4.	<i>Crues de la Durance</i>	37
4.1.1.5.	<i>Dégradation d'ouvrages hydrauliques</i>	37
4.1.1.6.	<i>Remontée de nappe phréatique</i>	37
4.1.2.	<i>Dispositions de protection du dimensionnement.</i>	39
4.1.2.1.	<i>Identification des structures, systèmes et Composants (SSC) clés devant rester disponibles après l'inondation pour assurer un état sûr</i>	39
4.1.2.2.	<i>Principales dispositions de conception.</i>	39
4.1.2.3.	<i>Principales dispositions d'exploitation.</i>	40
4.1.3.	<i>Conformité de l'installation</i>	40
4.1.3.1.	<i>Organisation générale de l'exploitant pour garantir la conformité</i>	40
4.1.3.2.	<i>Non conformités et programme de remise en conformité</i>	41
4.2.	EVALUATION DES MARGES.....	41
4.2.1.	<i>Débordement du ravin de la Bête</i>	41
4.2.2.	<i>Collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement.</i>	41
4.2.3.	<i>Dégradation d'ouvrages hydrauliques</i>	41
4.2.4.	<i>Remontée de nappe</i>	41
4.3.	CONCLUSIONS	42
5.	AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES.....	43
5.1.	CONDITIONS METEOROLOGIQUES EXTREMES LIEES A L'INONDATION	43
5.2.	SEISME DEPASSANT LE NIVEAU DE SEISME POUR LEQUEL L'INSTALLATION OU CERTAINS OUVRAGES SONT DIMENSIONNES ET INONDATION INDUITE DEPASSANT LE NIVEAU D'EAU POUR LEQUEL L'INSTALLATION EST DIMENSIONNEE	43
5.2.1.	<i>Identification des inondations induites par un séisme impactant le site de Cadarache.</i>	43
5.2.1.1.	<i>Analyse du risque de rupture de barrages du Verdon à proximité de Cadarache à la suite d'un séisme</i> 44	44
5.2.1.2.	<i>Analyse du risque de rupture du canal de Provence à la suite d'un séisme.</i>	44
	<i>Description des ouvrages du canal de Provence</i>	44
	<i>Analyse du risque d'inondation par les ouvrages du Canal de Provence</i>	46
5.2.2.	<i>Analyse du risque de rupture des bassins de 2500 m³ et de 1000m³ à la suite d'un séisme</i>	51
5.2.3.	<i>Points faibles et effet falaise</i>	51
6.	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES ET PERTE DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT	52
6.1.	ARCHITECTURE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES DE L'INSTALLATION.....	52
6.2.	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES	55
6.3.	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES ET DES ALIMENTATIONS INTERNES	55
7.	GESTION DES ACCIDENTS GRAVES	57
7.1.	MOYENS DE GESTION DE LA SITUATION DE CRISE	57
7.1.1.	<i>Risques liés à l'environnement industriel</i>	58
7.1.2.	<i>Organisation générale de la sécurité du centre.</i>	59
7.1.3.	<i>Organisation en cas de crise.</i>	60
7.1.4.	<i>Modalités de déclenchement et de diffusion de l'alerte</i>	61
7.1.4.1.	<i>Alerte au niveau de l'installation accidentée et du site.</i>	61
7.1.4.2.	<i>Déclenchement des dispositifs d'urgence relevant du PUI et alerte des organismes officiels</i>	61
7.1.4.3.	<i>Alerte relative à l'environnement proche du site</i>	62
7.1.5.	<i>Exercices et formations.</i>	62
7.1.5.1.	<i>Exercices particuliers dans les installations.</i>	62
7.1.5.2.	<i>Exercices généraux</i>	62
7.1.5.3.	<i>Formation du personnel à la sécurité</i>	63
7.1.5.4.	<i>Formation des acteurs de la gestion de crise.</i>	63
7.1.6.	<i>Contrôles techniques de sécurité</i>	63
7.2.	ROBUSTESSE DES MOYENS DISPONIBLES.....	63

INB 25 RAPSODIE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

7.2.1.	<i>Moyens d'intervention</i>	63
7.2.1.1.	<i>Dissémination de matières radioactives</i>	63
7.2.1.2.	<i>Alimentations électriques de secours</i>	64
7.2.2.	<i>Gestion de crise au niveau du centre en cas de séisme</i>	64
7.3.	MESURES DE GESTION DE CRISE AU NIVEAU DE L'INSTALLATION	66
8.	CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES	67
8.1.	CHAMPS D'ACTIVITE	67
8.2.	MODALITES DE CHOIX DES PRESTATAIRES	67
8.3.	DISPOSITIONS PRISES POUR MAITRISER LES CONDITIONS D'INTERVENTION	69
8.4.	MODALITES DE SURVEILLANCE	70
8.4.1.	SUIVI DES PRESTATIONS	70
8.4.2.	SURVEILLANCE DES INTERVENTIONS SUR SITE	71
9.	SYNTHESE	72
	BILAN DE L'EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE	72

SOMMAIRE DES FIGURES

FIGURE 1 : PLAN DU SITE DU CEA DE CADARACHE.....	9
FIGURE 2 : IMPLANTATION DES BATIMENTS DE L'INB 25.....	10
FIGURE 3 : REPRESENTATION DU BLOC REACTEUR	12
FIGURE 4 : SPECTRES DE REPOSE (CONDITION DE SITE « ROCHER » A 5% D'AMORTISSEMENT) DU REFERENTIEL.....	23
FIGURE 5 : ILLUSTRATION DE LA MARGE DISPONIBLE SUR LE SMS DE PAR LA DISTANCE REELLE DE DIFFERENTES INB A LA FAILLE DE LA MOYENNE DURANCE (SPECTRES DE REPOSE AVEC CONDITION DE SITE « ROCHER » A 5% D'AMORTISSEMENT).	25
FIGURE 6 : COMPARAISON DES SPECTRES DES SMS « CENTRE » ET « INSTALLATION » ET DU PALEOSEISME.....	31
FIGURE 7 : COMPARAISON DE LA PLUIE CENTENNALE DE MONTANA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE REELLE ISSUE DES DONNEES METEO FRANCE	36
FIGURE 8 : IMPLANTATION DU CANAL DE PROVENCE	45
FIGURE 9 : PRISE DE CADARACHE	45
FIGURE 10 : COUPE DE LA CUVETTE DE BOUTRE.....	46
FIGURE 11 : PROFIL EN LONG DE LA GALERIE DE RIANSCP	46
FIGURE 12 : PROFIL DU BASSIN VERSANT AU NIVEAU DU PUIS DU MEDECIN.....	47
FIGURE 13 : PROFIL DU TERRAIN NATUREL LE LONG DU CHEMIN HYDRAULIQUE DU VALLON DU RAVIN DE LA BETE A PARTIR DU PUIS DU MEDECIN.....	48
FIGURE 14 : PROFIL PIEZOMETRIQUE CALCULE EN AVAL DU PUIS DU MEDECIN (M).....	49
FIGURE 15 : CANAL DE BOUTRE.....	50
FIGURE 16 : ARCHITECTURE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES DE L'INB 25 - RAPSODIE	54

GLOSSAIRE

ANDRA	Agence N ationale pour la gestion des D échets R adioactifs
ASN	Autorité de S ûreté N ucléaire
BT	B asse T ension
CAEAR	Commission d'Acceptation des E ntreprises en A ssainissement R adioactif
CCC	Centre de C oordination en cas de C rise
CEA	Commissariat à l' E nergie A tomique et aux E nergies A lternatives
CEP	Contrôles et E ssais P ériodiques
CHSCT	Comité d' H giène, de S écurité et des C onditions de T ravail
CQSE	Cellule Q ualité, S écurité et E nvironnement
CSMN	Cellule de S ûreté et des M atières N ucléaires
DPRC	D étection et P rélèvement R adiologiques C heminée
DREAL	Direction R égionale de l' E nvironnement, de l' A ménagement et du L ogement
DSN	Département de S ervices N ucléaires
EC	Equipe C ontrôle
EDAC	Ensemble de D étection et d' A larmer de C riticité
EDF	Electricité D e F rance
EE	Entreprise E xterne
ELPS	Equipe L ocale de P remier S ecours
EM	Equipe M ouvement
EPVR	Equipement de P rotection des V oies R espiratoires
ETC-L	Equipe T echnique de C rise L ocale
FI	Faiblement I rradiant
FIS	Fonction I mportante pour la S ûreté
FLS	Formation L ocale de S écurité
GEF	G roupe E lectrogène F ixe
GEM	G roupe E lectrogène M obile
GIE INTRA	G roupement d' I ntérêt E conomique « I NTervention R obotique sur A ccident »
GTC	G estion T echnique C entralisée
HT	H aute T ension
ICPE	Installation C lassée pour la P rotection de l' E nvironnement
INB	Installation N ucléaire de B ase
IRSN	Institut de R adioprotection et de S ûreté N ucléaire
LABM	Laboratoire d' A nalyses de B iologie M édicale
LARA	Laboratoire d' A ssainissement de R APSODIE et A TUE
LDAC	Laboratoire de D écoupe et d'examen après irradiation des A ssemblages C ombustibles
MESOS	M élange de S odium et d' O xydes de S odium
MSK	M edvedev, S ponheuer et K arnik ¹
NGF	N ivellement G énéral de la F rance
PCD-L	Poste de C ommandement D irection L ocal
PCL	Poste de C ommandement L ocal (installation)

PCR	P ersonne C ompétente en R adioprotection
PGA	P eak G round A cceleration
PF	P roduit de F ission
PMS	P ermanence pour M otif de S écurité
PPI	P lan P articulier d' I ntervention
PUI	P lan d' U rgence I nterne
RDS	R apport D e S ûreté
REP	R éacteur à E au sous P ression
RFS	R ègles F ondamentales de S ûreté
RJH	R éacteur J ules H orowitz
RNR	R éacteur à N eutrons R apides
RTE	R éseau de T ransport d' E lectricité
SCP	S ociété du C anal de P rovence
SCR	S ervice C ompétent en R adioprotection
SCSIN	S ervice C entral de S ûreté des I nstallations N ucléaires
SDIS	S ervices D 'Incendie et de S ecours
SGTD	S ervice de G estion et T raitement des D échets
SIAD	S ervice des I nstallations en A ssainissement et D émantèlement
SMCP	S ervice M étiers C onduite de P rojets
SMHV	S éisme M aximal H istoriquement V raisemblable
SMS	S éisme M ajoré de S écurité
SPR	S ervice de P rotection contre les R ayonnements ionisants
SSC	S tructures, S ystèmes et C omposants
SST	S ervice de S anté du T ravail
STIC	S ervice des T echnologies de l' I nformation et de la C ommunication
STL	S ervice T echnique et L ogistique
TCR	T ableau de C ontrôle des R ayonnements
TFA	T rès F aiblement A ctif
TGBT	T ableau G énéral B asse T ension
TQRP	T echnicien Q ualifié en R adio P rotection
UCAP	U nité de C ommunication et A ffaires P ubliques

¹ Échelle d'intensité sismique portant le nom des 3 sismologues européens qui en sont à l'origine

0. LIMINAIRE

D'une manière générale, les installations nucléaires sont construites en prenant des marges importantes, par rapport à la meilleure évaluation des risques encourus, sur la solidité des bâtiments et des équipements ; sachant que ces installations sont de plus équipées de systèmes de sauvegarde redondants, ceci pour faire face à des phénomènes extérieurs inhabituels ou à des défaillances matérielles ou humaines.

Par exemple, pour le risque de séisme, les installations sont déjà construites pour résister à un séisme « majoré », significativement supérieur au séisme le plus fort identifié au cours de l'histoire, dans la région où est située l'installation. Une marge importante est ainsi mise en place lors de la construction des installations, aussi bien en matière de séisme (cf. § 3) qu'en matière d'inondation (cf. § 4).

L'évaluation complémentaire de la sûreté, objet du présent rapport, consiste à **réévaluer ces marges** à la lumière des événements qui ont eu lieu à Fukushima, à savoir des phénomènes naturels extrêmes mettant à l'épreuve la sûreté des installations. Il s'agit d'apprécier le comportement des installations dans ces situations, pour éprouver leur robustesse et la pertinence des mesures actuellement prévues en cas d'accident. Ceci pour éventuellement identifier des dispositions complémentaires, aussi bien techniques qu'organisationnelles, qui pourraient être mises en place.

De manière plus détaillée, les situations examinées résultent des événements ou aléas extrêmes suivants :

- séisme au-delà du séisme « majoré », inondation au-delà de la crue majorée, autres phénomènes naturels extrêmes (dont l'inondation qui serait causée par le séisme « majoré », cf. § 5),
- pertes postulées des alimentations électriques internes et externes, perte postulée de la source de refroidissement ; cumul de ces deux pertes (cf. § 6),
- la gestion des accidents dans ces situations extrêmes (cf. § 7).

Il s'agit alors d'identifier les éventuelles situations pouvant induire une brusque dégradation des séquences accidentelles (« effet falaise ») et d'évaluer les marges par rapport à cet éventuel effet falaise.

Ceci permet ensuite de proposer des dispositions complémentaires permettant de prévenir de telles situations extrêmes, et de renforcer ainsi la robustesse de l'installation (amélioration de la résistance de certains équipements, renforcement de l'autonomie de certaines alimentations électriques, etc...).

1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

1.1. Généralités

L'Installation Nucléaire de Base (INB) n°25 dénommée RAPSODIE est implantée le long de la route des piles, à l'Est du site du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA) de Cadarache, situé sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance dans le département des Bouches du Rhône.

Le site de Cadarache est situé à 35 km au nord-est d'Aix en Provence et à 60 km de Marseille. Il est éloigné des grands centres industriels, qui se trouvent à plus de 50 km.

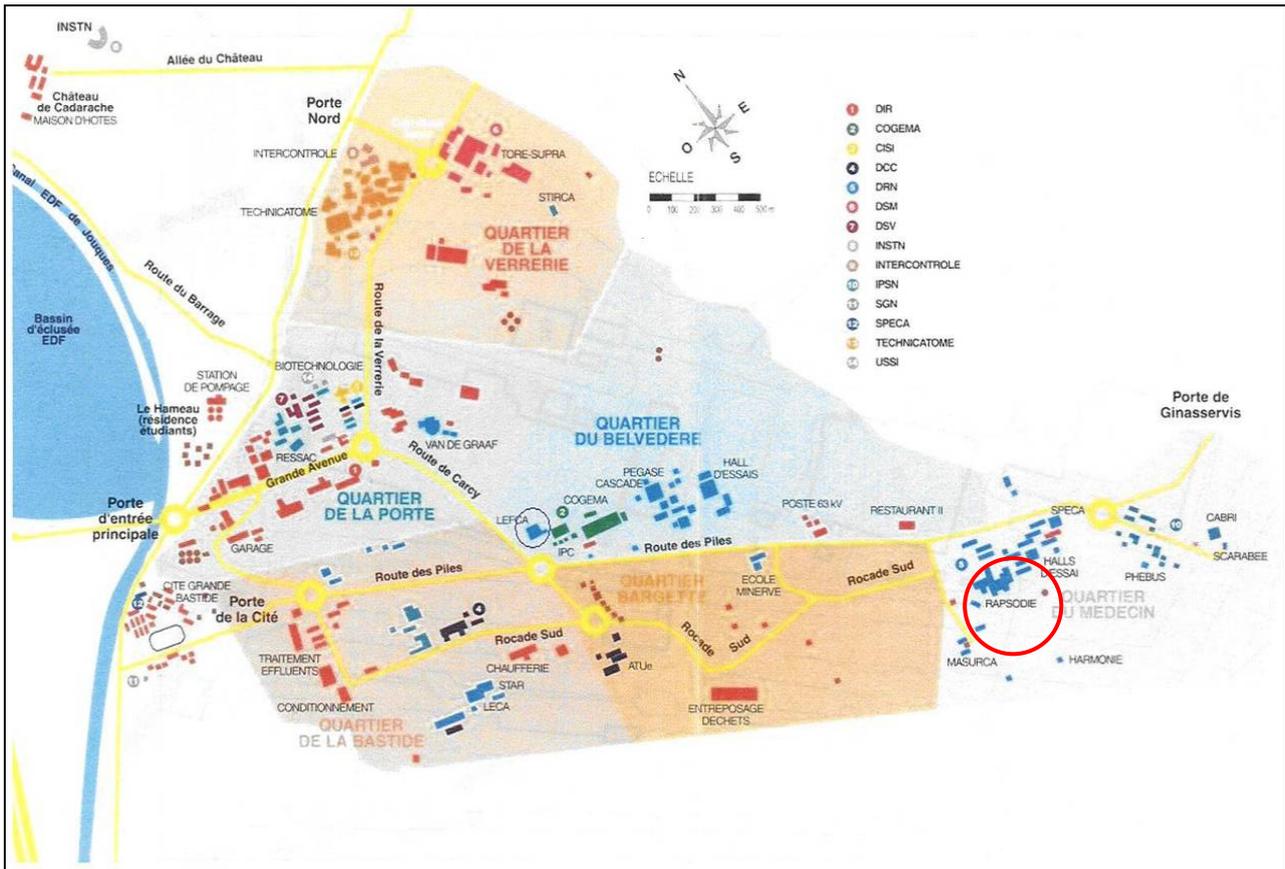


Figure 1 : Plan du site du CEA de Cadarache

L'INB 25 est constituée de six bâtiments disposés suivant une structure rayonnante :

- un bâtiment dénommé « bâtiment réacteur » ayant abrité le réacteur expérimental,
- un bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires,
- un bâtiment abritant le poste HT/BT,
- un bâtiment « d'entreposage des déchets TFA »,
- un bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA », et son extension dédiée à l'entreposage de déchets sodium,
- un bâtiment dénommé « LDAC » ayant comporté des cellules de haute activité aujourd'hui assainies.

Ces bâtiments sont reliés par un réseau de galeries techniques.

La surface bâtie de l'installation est de l'ordre de 16 400 m² (tous niveaux compris) dont 6 000 m² est en zone réglementée au sens de la radioprotection.

Tous les ouvrages ont été réalisés en béton armé, à l'exception de l'enceinte étanche qui est en acier.

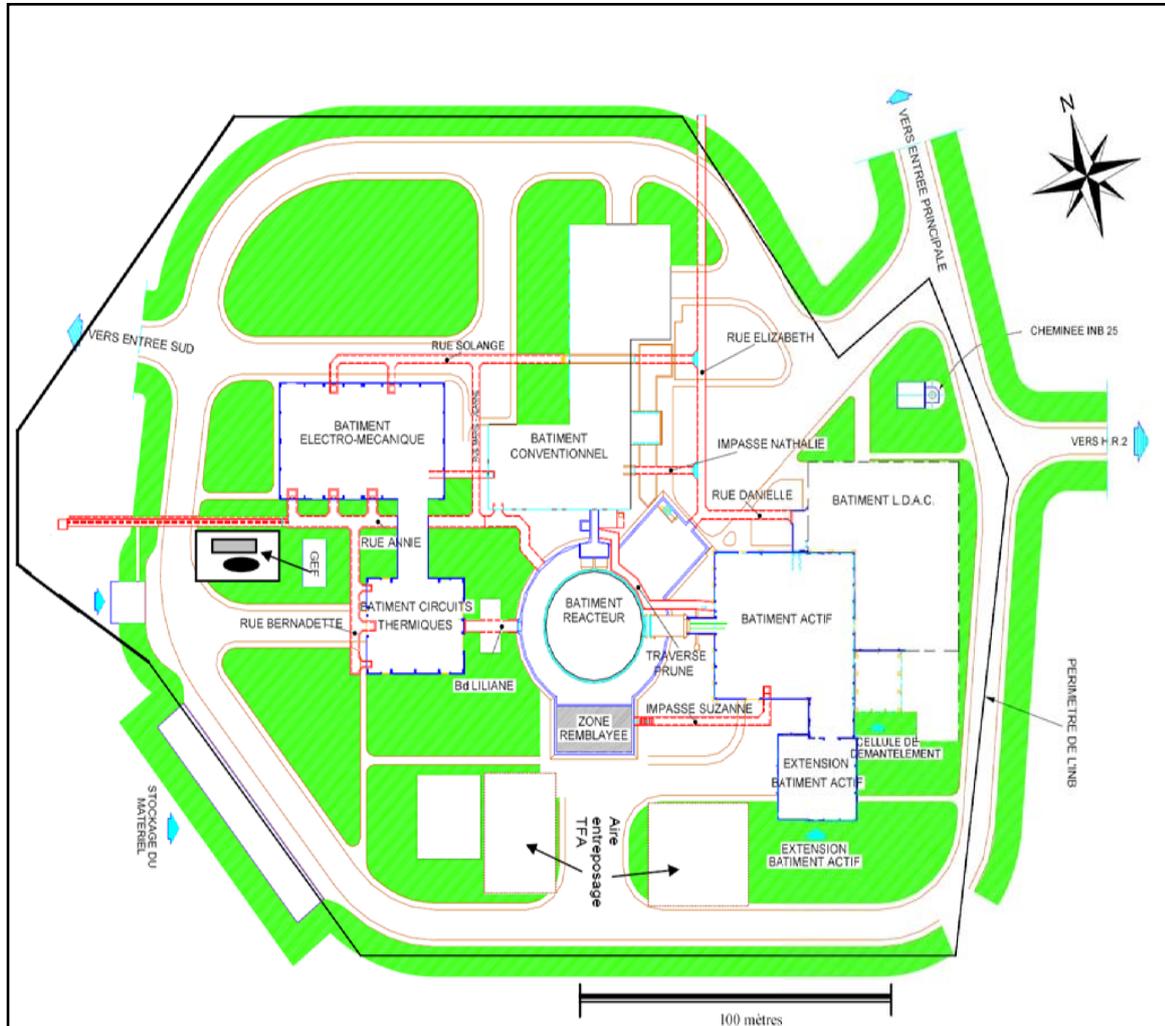


Figure 2 : Implantation des bâtiments de l'INB 25

1.2. Principales caractéristiques

Le réacteur expérimental à neutrons rapides RAPSODIE (puissance nominale 40 MW) a été déclaré en 1964 aux autorités et mis en exploitation en 1966.

Après sa divergence en 1967, le réacteur RAPSODIE a fonctionné jusqu'en 1982. L'arrêt définitif du réacteur a été prononcé le 15 avril 1983.

Les opérations de mise à l'arrêt définitif du réacteur RAPSODIE avaient pour objectif principal :

- le déchargement du cœur,
- l'évacuation du combustible hors INB,
- le retrait, par les moyens normaux de l'installation, des fluides et des composants radioactifs,
- le confinement de la cuve du réacteur.

1.2.1. Description succincte des bâtiments de l'installation

1.2.1.1. Bâtiment réacteur

Le bâtiment réacteur est composé :

- d'une enceinte étanche en acier,
- d'un bloc réacteur.

Il est divisé en différents niveaux :

- un rez-de-chaussée au niveau 0,00 m,
- sept niveaux inférieurs : -2,81 m, -5,50 m, -8 m, -10,5 m, -12,66 m, -14 m et -16,50 m.

1.2.1.1.1. Enceinte étanche

L'enceinte étanche qui assure un confinement statique, est fixée sur un radier en béton armé. Elle est constituée d'un fond plat de 25 m de diamètre et d'une jupe cylindrique de 31,5 m de hauteur surmontée d'une coupole hémisphérique.

Lors du fonctionnement du réacteur, l'enceinte étanche comportait des cellules blindées qui abritaient des boucles des circuits primaires ainsi que certains circuits ou équipements nécessaires à leur exploitation. Les circuits de sodium primaire et de gaz primaire ont été évacués. Les capacités reliées aux composants évacués du circuit primaire ont été obturées par des tapes pleines.

Une division du volume de l'enceinte en zones et une subdivision en sous-zones ou cellules distinguent les lieux suivant leur accessibilité et leur situation géographique. Un descriptif des équipements encore en place est donné ci-après.

1.2.1.1.2. Bloc réacteur

Le bloc réacteur se trouve sous le niveau 0,00 m. Il est principalement constitué d'un massif parallélépipédique de béton dans lequel se situe la cuve d'étanchéité en acier inoxydable qui contenait les éléments combustibles et le sodium primaire de refroidissement.

Les opérations réalisées à la fin des années 1980 ont conduit à une simplification de l'ensemble du bloc réacteur. L'intérieur de la cuve a été vidé de tous ses assemblages pour ne laisser que les structures de support et le circuit primaire a été coupé pour ne conserver que la partie à l'intérieur du bloc réacteur. Les ouvertures qui étaient nécessaires au passage du circuit primaire ont été obturées par des tapes soudées.

Une représentation schématique du bloc réacteur à l'état actuel est donnée ci-dessous :

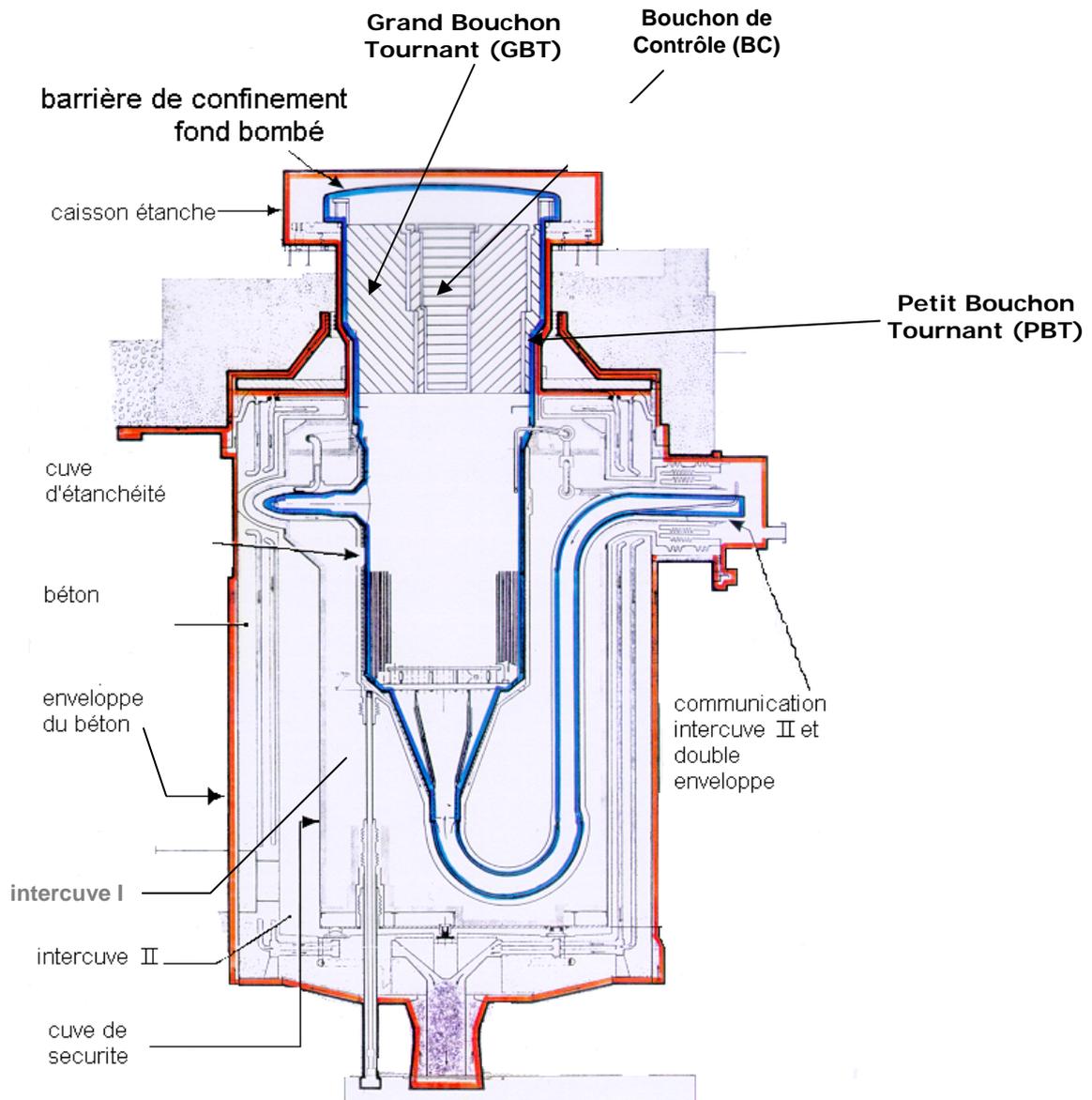


Figure 3 : Représentation du bloc réacteur

1.2.1.1.3. Autres équipements

L'enceinte étanche est équipée d'un pont polaire.

Tous les niveaux et toutes les cellules sont vides suite aux opérations de démontage d'équipements et de mise en propreté radiologique.

Seul a été conservé un réservoir en acier inoxydable austénitique d'une capacité de 42 m³ contenant environ 1800 litres de soude pour une utilisation ultérieure dans le cadre du traitement du sodium résiduel de la cuve du réacteur.

1.2.1.2. Bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires

Le bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires situé au nord du bâtiment réacteur comprend trois niveaux. Il est structuré de la manière suivante :

- l'aile nord a la forme d'une équerre et comporte un étage,
- l'aile centrale et l'aile sud comportant chacune deux étages.

Ce bâtiment abrite :

- des laboratoires (laboratoire de métallographie, laboratoire d'analyses thermiques, laboratoire d'analyses chimiques et radiochimiques, laboratoire de physico-chimie et laboratoire de chimie-gaz) expérimentaux réalisant des travaux de recherche pour les opérations d'assainissement et de démantèlement d'installations nucléaires de type réacteur. Ces laboratoires constituent une ICPE dont les activités ne sont pas en lien direct avec l'exploitation de l'INB,
- la salle de contrôle de RAPSODIE où sont implantés les systèmes de surveillance de l'installation,
- le local qui contient les armoires du système de téléalarme, équipées des automates, des centrales incendie et des alimentations permanentes dédiées au système de visualisation de la surveillance de l'installation,
- une salle abritant les armoires électriques de distribution dédiées aux équipements assurant la surveillance de l'installation.
- les vestiaires et les bureaux du personnel.

1.2.1.3. Bâtiment abritant le poste HT/BT

Le bâtiment abritant le poste HT/BT, constitué de 3 niveaux, est situé au nord-ouest du bâtiment réacteur. Ce bâtiment regroupe tous les équipements électriques assurant les servitudes de l'installation.

1.2.1.4. Bâtiment « d'entreposage des déchets TFA »

Le bâtiment abrite désormais une zone de transit des déchets TFA conditionnés, produits par l'INB 25 en attente d'évacuation vers les installations de l'ANDRA.

1.2.1.5. Bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA et son extension »

Ce bâtiment abrite :

- une cellule de démantèlement au sous-sol, démontée et mise en propreté radiologique partielle dans le cadre des opérations d'assainissement,
- un couloir de circulation au rez-de-chaussée,
- un local d'entreposage de déchets FA au rez-de-chaussée,
- un local « piscine » au rez-de-chaussée, ayant stocké des assemblages irradiés dont les équipements ont été démontés et assainis dans le cadre des opérations d'assainissement,
- un hall et un local de décontamination au rez-de-chaussée dont les équipements ont été démontés et assainis dans le cadre des opérations d'assainissement,
- un hall principal au rez-de-chaussée,
- un sas polycarbonate utilisé notamment pour des découpes de matériels, le conditionnement et le reconditionnement de déchets,
- un local servant à ce jour à l'entreposage de produits chimiques.

La partie sud du bâtiment, appelée « extension », sert à l'entreposage des déchets sodium.

1.2.1.6. **Bâtiment « LDAC »**

Le bâtiment « LDAC » est situé à l'est du bâtiment réacteur et du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA ». Ce bâtiment est attenant au bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA ». Ce bâtiment est constitué d'un sous-sol, d'un rez-de-chaussée et d'un étage.

Le bâtiment « LDAC » regroupe des cellules de haute activité qui ont été assainies et qui étaient utilisées pour la réalisation d'examen non destructifs sur des aiguilles irradiées. Le reste du bâtiment constitue une zone de bureaux.

1.2.2. **Inventaire des matières radioactives et chimiques**

A ce jour, l'INB 25 n'est plus détentrice d'éléments combustibles. Les matières radioactives et chimiques présentes sur l'installation sont les suivantes :

- déchets solides TFA,
- déchets solides FA (compactables, incinérables),
- effluents liquides issus des laboratoires d'expérimentations et des opérations d'assainissement,
- 1800 litres de soude contaminée contenue dans un réservoir en acier inoxydable austénitique d'une capacité de 42 m³,
- la cuve du réacteur comportant 145 kg de sodium à l'état solide, non mobilisable, et 202 kg de sodium sous forme de mélange de Sodium et d'Oxydes de Sodium (MESOS),
- pour les besoins des expérimentations :
 - des réactifs et produits chimiques en faibles quantités, de l'ordre de 300 litres pour les produits liquides et environ de 240 kg pour les produits solides (vernis, colles, produits inflammables, solvants, acides nitrique et chlorhydrique),
 - des échantillons d'uranium appauvri enrobés de résine. Les activités maximales de l'ensemble de ces échantillons restent inférieures au seuil de déclaration de la rubrique 1715 des ICPE qui est de 9+E03 Bq « Substances radioactives (préparation, fabrication, transformation, conditionnement, utilisation, dépôt, entreposage ou stockage) »,
- déchets sodium issus des opérations d'assainissement (tuyauteries, réservoir, éléments de procédés ...). Leur descriptif est donné ci-après :

Les déchets sodium sont situés dans l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA ». Ils sont constitués de réservoirs de stockage de sodium primaire et secondaire, de pièges froids primaires, de pièges à césium ainsi que de diverses tuyauteries provenant du démontage de circuits contaminés par du sodium et conditionnées dans des conteneurs CEA/U.

Le sodium métallique contaminé contenu dans ces capacités et réservoirs de collecte est sous forme solide. Par conséquent, lors d'une rupture de confinement, ce sodium n'est pas susceptible de se répandre dans le hall sous forme de poussières ou d'aérosols et ne sera donc pas considéré comme mobilisable dans la suite de la présente évaluation. Les capacités dont le sodium ne se trouve que sous forme solide et qui n'est pas susceptible de se répandre dans le hall sous forme de poussières ou d'aérosols, représentent une masse totale de sodium de 1521 kg.

Cependant, certains réservoirs comprenant du sodium primaire et secondaire sous forme métallique solide ne sont pas remplis à 100%. Des condensats de sodium en partie oxydés peuvent alors exister sur leurs parois. Ces condensats ont pu se former lors du fonctionnement du réacteur, c'est-à-dire lorsque le sodium contenu dans ces réservoirs était sous forme liquide. En effet, les aérosols de sodium présents dans ces zones lors de la montée en température se sont transformés en condensats au contact des parois du réservoir, en général plus froides. Ces condensats ont pu être en partie oxydés si de l'air a été introduit dans le réservoir formant ainsi des MESOS. La suite de la présente analyse considère alors comme matière mobilisable la quantité de MESOS se trouvant dans les réservoirs :

Déchet sodium	Masse de sodium (kg)	Masse de MESOS (kg)
Réservoir de stockage de sodium primaire n°1	54	1,2
Réservoir de stockage de sodium primaire n°2	54	1,2
Réservoir de stockage de sodium primaire n°3	54	1,2
Réservoir ReNa 500	10801	27,75
Réservoir ReNa 600	10964	27,75
Réservoir 06BA	800	13,5
Conteneur à sodium n°3	113	13,35
Total	22840	86

Les réservoirs présentés ci-dessus sont contaminés radiologiquement avec deux radionucléides prépondérants : ^{137}Cs et ^3H . L'activité massique de ces déchets peut atteindre environ 55 000 Bq/g pour le ^{137}Cs et d'environ 395 Bq/g pour le tritium.

1.2.3. Risques spécifiques à l'installation

Sur l'INB 25, chacun des risques potentiels identifiés, nucléaires ou non, d'origine interne ou externe, fait l'objet d'une analyse de sûreté spécifique dans le rapport de sûreté.

Les risques prépondérants spécifiques aux opérations réalisées dans l'installation sont :

- **le risque de dissémination de matières radioactives :**

Le risque de dissémination concerne essentiellement les matières sous forme solide et liquide et découle de l'éventualité d'une perte d'étanchéité des contenants.

La sûreté de l'installation vis-à-vis du risque de dissémination des matières radioactives repose principalement sur :

- la qualité du confinement assuré par le conditionnement de ces matières : conteneurs, cuves, capacités,
- la forme non dispersable des matières.

- **les risques associés à la présence de sodium (risque chimique, risque incendie) :**

Le sodium à l'état solide ou liquide, présente les caractéristiques :

- de réagir en provoquant une réaction exothermique en présence d'eau (risque chimique),
- de s'enflammer facilement en présence d'air lorsqu'il est à l'état liquide (risque incendie).

Afin de prévenir le risque sodium, des mesures de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences sont prises au sein de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » où sont entreposés les déchets sodium contaminés.

- **le risque lié à la manutention :**

Le risque lié à la manutention concerne essentiellement les opérations de regroupement et/ou d'évacuation de matériels et de déchets, ainsi que les essais en charge des équipements de levage, la chute d'une charge ou le dysfonctionnement d'un appareil de manutention ou de transfert de charges.

Les conséquences envisageables les plus pénalisantes d'un incident de manutention sont :

- la détérioration d'équipements participant à la maîtrise des risques nucléaires,
- la rupture de la première barrière de confinement d'une capacité sodium ou d'un fût de déchets, pouvant entraîner une dispersion de contamination dans les locaux.

Afin de prévenir le risque lié à la manutention, des mesures de prévention génériques sont prises en compte (présence au minimum de deux opérateurs pendant la durée de manutention, respect des hauteurs limites de manutention,...) ainsi que des dispositions particulières pour chaque manutention de capacité sodium (vérification préalable de l'intégrité et de la fermeture des capacités manutentionnées,...).

- **le risque d'agression externe par le séisme :**

Concernant l'installation RAPSODIE, le dimensionnement initial des bâtiments ne prend pas compte les séismes définis selon la RFS 2001-01 dont les caractéristiques sont rappelées au paragraphe 3.1.1.2 (SMS correspondant à un séisme de magnitude 5,8 à une distance focale de 7,1 km et paléoséisme de magnitude 7 à une distance focale de 18,5 km).

Ainsi, à la suite d'un séisme de type SMHV, la stabilité des bâtiments de l'INB 25 ne peut être garantie mais les conséquences radiologiques et chimiques d'une éventuelle rupture de confinement ne sont pas de nature à remettre en cause la protection des personnes et de l'environnement dans la mesure où :

- l'activité radiologique présente dans l'installation est faible,
- l'activité radiologique des déchets sodium contaminés n'est pas suffisamment mobilisable pour constituer un terme source conséquent en cas de séisme, compte tenu de la nature physico-chimique du sodium et des caractéristiques mécaniques des capacités.

1.3. Etat actuel de l'INSTALLATION

La présente évaluation complémentaire de sûreté porte sur l'installation actuelle, telle que construite et exploitée au 01 janvier 2012.

L'INB 25 est actuellement en phase d'exploitation caractérisée par la surveillance de l'installation et la réalisation d'opérations de préparation à son démantèlement.

Par ailleurs, l'installation RAPSODIE est en phase de processus de décret de démantèlement qui va s'articuler autour de l'évacuation des capacités contenant du sodium, du traitement et de l'élimination du sodium résiduel contenu dans la cuve du réacteur et sur le démantèlement et l'assainissement de l'installation en vue de son déclassement.

Des opérations de mise à l'arrêt définitif du réacteur de RAPSODIE ont déjà été engagées et avaient pour objectif :

- le déchargement du cœur,
- l'évacuation du combustible hors de l'INB,
- le retrait, par les moyens normaux de l'installation, des fluides et des composants radioactifs,
- le confinement de la cuve du réacteur.

Les opérations ont débuté en 1987 et concernaient le bâtiment qui abrite le réacteur et les bâtiments dédiés à son fonctionnement.

Ces opérations ont été interrompues suite à l'explosion d'un réservoir de sodium en cours de lavage le 31/03/94. Il subsiste principalement aujourd'hui :

- la cuve du réacteur vide de ses éléments combustibles, confinée et sous surveillance,
- un ensemble d'installations de contrôle général et d'alimentations électriques et fluides,
- un certain nombre de capacités de sodium entreposées dans l'extension du bâtiment dédié à l'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA.

Le LDAC, implanté dans le bâtiment ayant comporté des cellules de haute activité aujourd'hui assainies, était un Laboratoire de Haute Activité dont les missions consistaient à la réalisation d'examens et de travaux de recherche et développement sur des dispositifs irradiés en réacteur, en particulier dans RAPSODIE.

Les opérations suivantes ont notamment été menées :

- contrôles non destructifs sur des aiguilles RNR et sur des tronçons étanches de crayons REP,
- travaux et examens divers sur des éléments irradiés en réacteur (à l'exception du combustible nu),
- travaux de conditionnement d'éléments irradiés en vue d'entreposage et/ou de retraitement.

Ces activités ont été progressivement arrêtées entre 1992 et 1994.

Des opérations d'assainissement de ces cellules de haute activité (évacuation des matières nucléaires et des matériels expérimentaux contaminés, décontamination des locaux des cellules) ont été réalisées entre 2007 et 2008.

2. IDENTIFICATION DES RISQUES D'EFFET FALAISE ET DES STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS

2.1 Introduction

La conception et le dimensionnement des installations nucléaires reposent sur la mise en œuvre de barrières successives et du concept de défense en profondeur. Le CEA a mis en place une démarche de sûreté intégrant ces éléments sur l'ensemble de ses INB.

Le concept de défense en profondeur est en effet une méthode de raisonnement qui consiste, malgré les mesures prises pour prévenir les dysfonctionnements, les incidents et les accidents, à postuler qu'ils se produisent et à étudier et mettre en œuvre les moyens de les détecter, d'y faire face et d'en limiter les conséquences.

Ce concept est décliné en 4 niveaux de défense successifs :

- premier niveau : prévention des anomalies et des défaillances (qualité de réalisation,...),
- deuxième niveau : surveillance et maintien de l'installation dans le domaine autorisé,
- troisième niveau : limitation des conséquences des conditions de fonctionnement accidentelles avec la mise en œuvre sur l'installation de dispositifs de sauvegarde ou de sécurité,
- quatrième niveau : gestion des séquences accidentelles et dispositions prévues par le Plan d'Urgence Interne (PUI) du site,

dans lesquels on peut répartir les lignes de défense successives mises en place pour se prémunir de la défaillance des dispositions techniques, humaines ou organisationnelles prévues pour assurer la sûreté de l'installation, ainsi que celles mises en place pour détecter et limiter les conséquences de ces défaillances.

Elles sont complétées par les dispositions prévues par le PUI pour gérer les situations de crise.

L'élaboration du PUI repose sur l'identification de types d'accidents susceptibles de conduire à des rejets de matières dangereuses en quantités telles que des mesures de protection s'avèreraient nécessaires. Le PUI a pour objet de prendre en compte des accidents plus graves que ceux considérés dans le dimensionnement des installations.

Ces accidents conduisent à la mise en œuvre de l'organisation des secours de façon à limiter les conséquences possibles de l'accident sur les personnes et les biens par des dispositions particulières.

Le CEA a mis en place une organisation de crise pour faire face à ce type de situations accidentelles. Cette organisation est testée périodiquement au cours d'exercices.

Pour les installations le nécessitant, il existe un cinquième niveau de la défense en profondeur qui comprend les mesures de protection des populations prises par les pouvoirs publics, dans le cadre des plans particuliers d'intervention (PPI).

Les évaluations prescrites dans la décision ASN sont qualifiées de complémentaires car elles viennent en complément des analyses déjà réalisées. Ces évaluations complémentaires font abstraction de la démarche de sûreté mise en place pour la conception et le dimensionnement des installations.

Les évaluations complémentaires demandées exigent de considérer, dans des situations extrêmes, la défaillance cumulée d'un certain nombre d'équipements, même ceux mis en place sur l'installation pour faire face à l'événement. L'objectif assigné est d'identifier un éventuel effet falaise et d'évaluer les marges par rapport à cet éventuel effet falaise, sans limitation a priori sur la caractérisation de l'événement ou de l'aléa.

Cette demande de l'ASN conduit donc à faire abstraction, dans les évaluations complémentaires, d'un certain nombre de dispositions conçues et dimensionnées pour empêcher la survenue de certaines situations. L'objectif n'est pas d'examiner de nouvelles situations, il s'agit d'évaluer les marges à disposition au regard d'éventuels risques d'effet falaise.

Un effet falaise se comprend comme une forte discontinuité dans le comportement de l'installation conduisant à une aggravation notable de la situation, notamment en termes de quantités de produits radioactifs ou dangereux mobilisées.

Les risques d'apparition d'effet falaise, identifiés ci-après, nécessitent simultanément les conditions suivantes :

INB 25 RAPSODIE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

- ils se produisent lors des situations examinées dans ce document, à savoir lors d'un séisme ou d'une inondation au-delà de ceux pris en compte pour le dimensionnement de l'installation, ou lors de pertes postulées d'alimentation électrique et/ou de source froide,
- ils conduisent à des conséquences sur l'environnement significativement supérieures à celles des événements considérés dans le référentiel de sûreté actuel de l'installation, y compris le PPI.

Concrètement, il s'agit d'identifier, les risques d'effet falaise qui dans le cadre d'une part des aléas considérés et d'autre part des pertes postulées (pertes alimentations électriques, perte de la source froide et cumul de ces deux pertes) pourraient intervenir par rapport :

- à une perte du confinement de produits radioactifs ou dangereux,
- à une perte des moyens de prévention des risques de criticité,
- à une perte de la fonction de refroidissement du combustible entreposé à sec ou sous eau,
- à une perte des moyens de maîtrise des risques d'explosion, notamment le risque d'explosion d'hydrogène.

Considérant l'analyse de sûreté présentée dans les rapports de sûreté, on identifie :

- les produits radioactifs ou dangereux susceptibles d'être mobilisés et pouvant conduire à un risque d'effet falaise,
- les événements mettant en jeu ces produits,
- l'état sûr visé et les équipements nécessaires pour y parvenir et pour le maintenir.

2.2 Risques d'effet falaise

Les événements considérés sont :

- le séisme,
- l'inondation externe,
- l'inondation externe induite par un séisme,
- la perte d'alimentations électriques.

Il n'a pas été associé à l'occurrence de ces événements d'effets induits, compte tenu de la configuration actuelle de l'installation (assainissement des cellules de haute activité de l'installation, opérations de préparation au démantèlement, etc...), de l'absence de matière fissile, de la nature des produits entreposés dans les bâtiments, de la minimisation autant que possible de la charge calorifique dans les locaux et de l'absence de canalisations d'eau dans les bâtiments inhérente à la présence de sodium dans l'installation.

Ne sont donc pas retenus les effets induits suivants :

- accident de criticité,
- incendie d'origine interne,
- risque d'inondation interne.

Les situations initiales les plus défavorables susceptibles d'être présentes concernent les configurations prenant en compte :

- la manutention de matières nucléaires lors d'opérations de contrôle, de conditionnement, d'évacuation, etc.,
- l'entreposage temporaire, dans le hall de livraison, des capacités sodium dans des conteneurs de transport, dans le cadre d'éventuelles opérations d'évacuation.

L'installation RAPSODIE ne comporte pas de source froide, par conséquent le risque de perte de refroidissement n'est pas considéré dans la présente évaluation.

2.2.1 Séisme

L'inventaire radiologique et chimique présenté ci-après correspond aux termes sources susceptibles d'être mobilisés en cas de séisme de forte amplitude dans l'installation. Les termes sources sont localisés dans :

- les capacités sodium entreposées dans l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA »,
- le bloc réacteur implanté dans le bâtiment du réacteur,
- le réservoir de soude contaminée situé dans le bâtiment réacteur.

L'inventaire des masses de sodium mobilisables dans l'installation est le suivant :

- 86 kg de MESOS contenus dans les capacités renfermant du sodium primaire et secondaire,
- 202 kg de MESOS contenus dans le bloc réacteur.

En effet, le sodium métallique contaminé contenu dans les capacités sodium et dans le bloc réacteur est sous forme solide. Par conséquent, lors d'une rupture de confinement, le sodium radioactif solide n'est pas susceptible de se répandre ni dans le hall de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » ni dans le bâtiment du réacteur ou dans l'environnement sous forme de poussières ou d'aérosols.

Néanmoins, les réservoirs comprenant du sodium primaire et secondaire sous forme métallique solide présentent un niveau libre (remplissage inférieur à 100 %) et peuvent présenter sur leurs parois des condensats de sodium en partie oxydés. Ces condensats ont pu se former lors du fonctionnement du réacteur c'est-à-dire lorsque le sodium contenu dans ces réservoirs était sous forme liquide. En effet, les aérosols de sodium présents dans ces zones lors de la montée en température se sont transformés en condensats au contact des parois du réservoir en général plus froides. Ces condensats formés par accumulation ont pu être en partie oxydés si de l'air a été introduit dans le réservoir formant ainsi des MESOS.

Ces MESOS, contrairement au sodium métallique, ont un caractère pulvérulent. Ils peuvent donc être mobilisés, partiellement remis en suspension et rejetés dans l'atmosphère lors d'une rupture de confinement.

Les autres bâtiments de l'installation RAPSODIE abritent des zones d'entreposage de déchets FA et TFA et ne contiennent que de très faibles quantités de matières nucléaires dont la contribution à l'impact dans l'environnement serait très limitée.

Les laboratoires expérimentaux implantés dans l'installation RAPSODIE n'utilisent que des réactifs et produits chimiques en faibles quantités pour les besoins des expérimentations ainsi que des échantillons faiblement radioactifs. Les activités maximales de l'ensemble de ces échantillons restent inférieures au seuil de déclaration de la rubrique 1715 des ICPE et leur contribution à l'impact dans l'environnement serait très limitée.

L'éventuelle ruine du réservoir contenant 1800 litres de soude n'aurait qu'un impact très limité dans l'environnement.

Ainsi, l'occurrence d'un séisme peut conduire à la ruine du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et du bâtiment réacteur provoquant la dégradation des enceintes de confinement des capacités sodium et soude et du bloc réacteur. Les conséquences radiologiques et chimiques associées à ces configurations ne conduisent pas à un risque d'effet falaise.

2.2.2 Inondation externe

En cas d'inondation externe dans l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » ou dans le bâtiment réacteur, les zones d'entreposage des capacités sodium sont toujours maintenues hors d'eau. En effet, les mesures de protection vis-à-vis du risque d'inondation sont les suivantes :

- aucune tuyauterie d'eau n'est située à l'intérieur du hall d'entreposage ; les aérothermes sont vidangés et la canalisation d'eaux pluviales de toiture est déplacée en extérieur,
- des surbaux sont présents aux entrées du hall d'entreposage,
- les fenêtres donnant sur l'extérieur ainsi que les ouvertures en plafond du hall sont bouchées de manière étanche.

Dans le cas pénalisant où les conteneurs venaient à être partiellement ou totalement noyés, les conséquences n'engendreraient pas de risque d'effet falaise compte tenu de l'ancrage de certaines capacités et de leur masse. Les effets induits d'une inondation externe (perte des alimentations électriques et de certaines utilités comme la ventilation et la surveillance radiologique) ne sont pas de nature à aggraver la situation du point de vue de la sûreté et ne génèrent donc pas de risque d'effet falaise (Cf. §4).

2.2.3 Inondation externe induite par un séisme

Les phénomènes naturels de type pluies extrêmes locales (grêle et vents violents) et de type foudre entraînent des risques :

- d'inondation d'origine externe,
- de perte de l'alimentation électrique,
- de départ de feu.

L'inondation induite par un séisme et les risques induits (perte des alimentations électriques et de certaines utilités comme la ventilation et la surveillance radiologique) n'aggravent pas la situation du point de vue de la sûreté et ne génèrent donc pas de risque d'effet falaise (Cf. §5).

2.2.4 Perte des alimentations électriques

Les délais de mise en position de sécurité sont suffisants au vu des autonomies des onduleurs et chargeurs de batterie. Au-delà de cette autonomie électrique, l'installation se retrouve sans alimentation électrique :

- L'installation ne dispose plus de ventilation. Cependant, la perte du confinement dynamique n'a aucune conséquence sur la sûreté de l'installation puisque les premières barrières de confinement statique des matières restent intègres.
- Les équipements de levage sont à sécurité positive (ils conservent l'accrochage de la charge en cas de perte de l'alimentation électrique) ou sont débrayables manuellement. La chute d'un conteneur n'a pas de conséquence pour la sûreté de l'installation. En effet, toute manutention est réalisée au plus près du sol et à une hauteur inférieure à la hauteur de chute de qualification des conteneurs.
- Les dispositifs de surveillance radiologique ne sont plus opérationnels. Néanmoins, la perte de ce système de détection de défaillance au niveau des barrières de confinement n'a pas de conséquence sur la sûreté de l'installation. Sans opération d'exploitation sur les matières il n'y a aucune raison d'évolution radiologique de l'air ambiant.
- L'absence de détection incendie n'est pas critique du fait de l'absence concomitante d'énergie électrique qui est le principal facteur d'ignition éventuelle.

La perte de toutes les alimentations électriques n'a pas de conséquence sur la sûreté de l'installation et la protection de l'environnement. Elle ne conduit donc pas à un risque d'effet falaise (Cf. §6).

2.3 Structures et équipements essentiels

L'Evaluation Complémentaire de Sûreté de l'installation RAPSODIE n'aboutissant pas à l'identification d'évènements entraînant un risque d'effet falaise, aucune structure ou équipement essentiel n'a été retenu.

Néanmoins, au titre de la robustesse, on évalue les marges sur les principales structures.

3. SEISME

3.1. Dimensionnement de l'installation

3.1.1. *Séisme de dimensionnement.*

3.1.1.1 *Méthodologie pour évaluer le séisme de dimensionnement*

Consécutivement à la création du Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires (SCSIN), une méthode spécifique aux INB de prise en compte de l'aléa sismique a été mise au point et formalisée en 1974 dans le DSN 50, qui est resté le seul document de référence en matière de prise en compte du séisme pour la sûreté des INB pendant des années. Cette méthode conduit à définir un Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable (SMHV) et un Séisme Majoré de Sécurité (SMS). Un des premiers cas où cette approche a été employée a concerné le site de Cadarache (le réacteur PHEBUS). La prise en compte de l'aléa sismique a été étendue à d'autres sites puis est devenue systématique à la fin des années 1980. La méthode (déterministe) a inspiré la rédaction de la première RFS sur ce thème qui a été publiée en 1981 (RFS I.2.c en 1981 applicable aux REP, puis RFS I.1.c en 1992 généralisée aux autres types d'INB). Elle a été révisée en 2001, en ajoutant des prescriptions nouvelles notamment liées à la prise en compte de paléoséismes, séismes très anciens « supposés » qui sont identifiés, contrairement aux séismes historiques ou instrumentaux, à partir d'observations de terrain en l'absence de toute trace de témoignage humain.

De par sa construction, la méthode strictement déterministe préconisée dans la RFS 2001-01 précitée permet de dégager des marges quant à la sélection des événements de référence, SMHV et SMS :

- déplacement « postulé » des événements historiques pour les ramener au plus près du site (qu'ils soient ou non rattachés à une faille identifiée),
- application d'une majoration de 0,5 sur la magnitude ou de 1 en intensité de cet événement,
- pas de prise en compte de la « période de retour des séismes » qui induit de fait une marge dans les zones de faible et moyenne sismicité

3.1.1.2 *Caractérisation de l'aléa sismique à Cadarache et évolution*

Historique

Dès les premières années d'existence du centre, un observatoire sismique a été créé et les réacteurs construits sur le centre devaient être conçus en tenant compte du risque sismique. Ce risque a été considéré dès la conception des INB en s'appuyant sur les recommandations AS 55 de 1955 (établies suite au séisme d'Orléansville en Algérie de 1954), puis sur les règles parasismiques de 1962 (PS62/64) et enfin celles de 1969 (PS69).

Un des premiers cas d'emploi de la démarche formalisée dans la RFS n° I.2.c de 1981 a concerné le réacteur PHEBUS. L'intensité du SMHV a été fixée à VIII MSK et celle du SMS à IX MSK. En parallèle, une esquisse de la carte sismotectonique de la Provence centrée sur le centre de Cadarache a été réalisée en 1974. Pour déterminer le SMHV, il avait été pris en compte les séismes les plus forts identifiés dans un rayon de 40 km autour du site, ce qui conduisait à un spectre avec un PGA^2 correspondant à une intensité VIII, calé à 0,225g (magnitude évaluée entre 5 et 5,7 pour une profondeur variant de quelques km à 10 km). Pour le SMS correspondant à une intensité IX, le spectre du séisme "proche" était forfaitairement calé à 0,45 g. L'aléa sismique sur le site a ensuite été réévalué en 1988 conformément à la RFS n° I.2.c de 1981 et il a été retenu les deux séismes de référence suivants :

- un SMHV « lointain » correspondant au séisme de Lambesc de 1909 et d'intensité VIII MSK. Le SMS « lointain » correspondant, d'intensité IX MSK, était représenté par un spectre de réponse du sol dont le PGA était de 0,5g ;
- un SMS « proche » correspondant à l'accident Durancien, d'intensité VIII-IX MSK et représenté par le spectre de réponse forfaitaire de la RFS n° I.2.c calé à 0,5g.

² PGA = Peak Ground Acceleration : il s'agit de l'accélération maximale du sol qui correspond également à la valeur de l'accélération à haute fréquence des spectres de réponse. Cette notion est souvent utilisée pour « caler » les spectres de réponse.

La réévaluation sismique produite conjointement à la parution de la RFS n° 2001-01 a conduit à retenir :

- deux couples magnitude / distance pour le SMHV,
 - M=5,3 et R=7,1 km (séisme « proche »), correspondant au séisme de Manosque de 1708, translaté le long de la Faille de la Moyenne Durance jusqu'à la position la plus pénalisante pour le Centre de Cadarache ;
 - M=6,0 et R=16,5 km (séisme « lointain »), correspondant au séisme de Lambesc de 1909, survenu sur la faille de la Trévaresse, mais positionné de manière plus pénalisante pour le Centre de Cadarache sur le Chevauchement du Lubéron ;
- deux couples magnitude / distance pour le SMS :
 - M=5,8 et R=7,1 km (majoration du séisme de Manosque 1708 translaté sur la faille de la Moyenne Durance),
 - M=6,5 et R=16,5 km (majoration du séisme de Lambesc 1909 translaté sur le Chevauchement du Lubéron),
- pour le paléoséisme, le couple magnitude / distance M=7 et R=18,5 km.

Afin de comparer ces séismes de référence à la notion de PGA, notons que pour le niveau « SMHV », c'est le séisme de Manosque translaté qui est le plus pénalisant et qui produit les valeurs suivantes :

- 0,24 g pour la condition de sol « sédiment »,
- 0,22 g pour la condition de sol « rocher ».

Pour l'enveloppe du SMS et du paléoséisme, référence utilisée pour le dimensionnement des installations neuves et les réexamens de sûreté, les valeurs de PGA sont les suivantes :

- 0,34 g pour la condition de sol « sédiment »,
- 0,31 g pour la condition de sol « rocher ».

C'est toutefois l'intégralité des spectres de réponses qu'il convient de considérer. La Figure 4 présente ces différents spectres. Il convient de noter que pour les hautes fréquences, c'est le « SMS » qui est le plus pénalisant alors qu'à basse fréquence, c'est le paléoséisme. A noter que pour les niveaux sismiques à prendre en compte pour le dimensionnement des installations, le séisme de Lambesc positionné sur le Chevauchement du Lubéron n'a pas d'incidence sur le spectre finalement retenu.

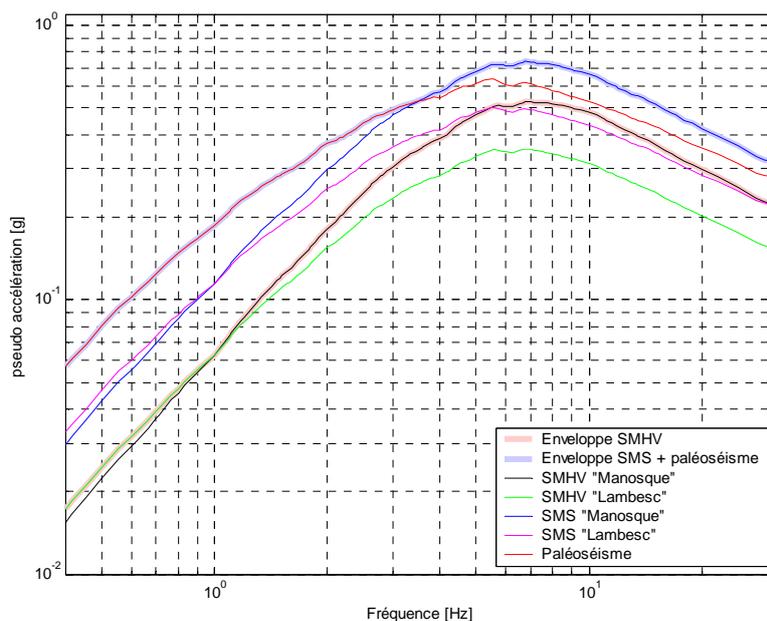


Figure 4 : Spectres de réponse (condition de site « rocher » à 5% d'amortissement) du référentiel « aléa sismique » du centre de Cadarache..

Le cas particulier de la détermination de la magnitude et de la distance retenues pour le paléoséisme

La RFS 2001-01 impose de prendre en compte d'éventuels « paléoséismes ». Un paléoséisme est un événement sismique survenu dans un intervalle de temps de quelques dizaines de milliers d'années, au delà de la période d'observation dite « historique » (environ 1000 ans), et qui a laissé des traces dans les formations géologiques les plus récentes (indice « paléosismique »). L'établissement du paléoséisme de référence pour un site donné est donc sujet aux découvertes de tels indices paléosismiques. Dans l'optique de proposer un aléa sismique « stable », l'approche suivie consistait à définir un paléoséisme « enveloppe ».

La magnitude fixée pour le paléoséisme de Cadarache a ainsi été établie selon l'état des connaissances de la fin des années 1990. A cette époque, compte tenu de l'état de l'art, on ne disposait pas d'éléments suffisants pour connaître la géométrie de la Faille de la Moyenne Durance en profondeur. Il ne pouvait être exclu que cette faille puisse se prolonger dans le « socle » et l'hypothèse pénalisante d'une rupture sur toute sa longueur avait été retenue, aboutissant à une magnitude de 7.

La distance focale à retenir pour la paléoséisme a été définie sur des bases probabilistes. L'intensité IX a été calculée comme étant représentative du niveau « paléoséisme » conformément à l'esprit de la RFS 2001-01. La distance focale de 18,5 km correspond à la distance au site d'un séisme qui provoquerait une intensité IX pour un séisme de magnitude 7. Cette approche intégrait également implicitement le fait que la relation d'atténuation associée à la RFS 2001-01 ne permet pas de caractériser l'effet de « saturation » de l'accélération à mesure que l'on s'approche du plan de rupture (en deçà d'une certaine distance à la faille, l'accélération n'augmente plus), effet pris en compte dans des relations d'atténuation plus complètes.

3.1.1.3 Marges sur la détermination de l'aléa selon les INB de Cadarache considérées.

Comme évoqué précédemment, la démarche déterministe de la RFS 2001-01 permet de dégager des conservatismes (déplacement des séismes au plus proche des sites, majoration de magnitude). Toutefois, selon les installations considérées, des marges supplémentaires peuvent être considérées.

Distances réelles des INB par rapport à la faille de la Moyenne Durance

En 2001, il a été choisi de définir un aléa sismique « unique » pour l'ensemble du Centre de Cadarache (à l'exception près de la prise en compte des conditions de sol « rocher » et « sédiments »). De ce fait, les distances minimales des failles à la clôture du Centre ont été retenues. Compte tenu que la source la plus forte de l'aléa sismique se trouve être la Faille de la Moyenne Durance, que cette dernière est proche du Centre (distance minimale en surface d'un peu plus de 5 km par rapport à la porte d'entrée du Centre) et que le Centre de Cadarache présente de grandes dimensions (plus de 5 km dans sa plus grande dimension), les distances focales des INB situées dans la zone sud-est du Centre sont plus importantes que celle à la porte d'entrée du Centre et les marges qui en résultent peuvent être significatives.

A titre d'exemple, pour le SMS, la profondeur focale retenue lors de l'évaluation de 2001 est de 5 km et le tableau suivant donne les distances focales au droit de la Porte d'entrée et de quelques INB du Centre.

Localisation	Distance épacentrale	Distance focale
Porte d'entrée du Centre	≈ 5 km	7,1 km
Atelier de Technologie de Plutonium (ATPu)	≈ 7 km	8,6 km
Zone RJH-MASURCA-RAPSODIE	≈ 9 km	10,3 km
Zone CABRI	≈ 10 km	11,2 km

La Figure 5 présente les différents spectres associés et permet d'illustrer le fait que certaines INB disposent de marges supplémentaires du fait de leur positionnement sur le Centre.

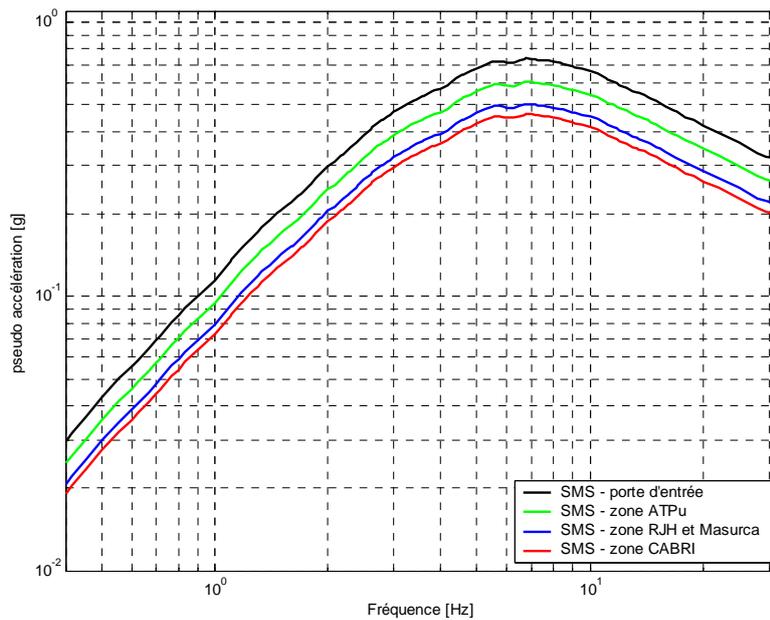


Figure 5 : Illustration de la marge disponible sur le SMS de par la distance réelle de différentes INB à la faille de la Moyenne Durance (spectres de réponse avec condition de site « rocher » à 5% d'amortissement).

3.1.1.4 Séisme considéré pour le dimensionnement de l'installation

L'installation d'origine a été construite dans les années 1962-1966. L'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » a été construite en 1969. Le risque sismique a été pris en compte lors de leur conception sur la base des recommandations AS 55 de 1955. Les accélérations considérées à l'époque pour le dimensionnement sont récapitulées dans le tableau suivant.

Ouvrages	Sous-structures	Accélération horizontale	Accélération verticale
Bâtiment réacteur	Structures du Cuvelage (*)	0,20 g	± 0,40 g
	Structures internes	0,25 g	± 0,50 g
	Enceinte	0,25 g	± 0,50 g
Autres bâtiments	-	0,10 g	± 0,20 g

(*) Le cuvelage est constitué par le radier inférieur et l'ouvrage périphérique enterré qui lui est lié.

Une analyse du comportement sismique du bâtiment réacteur a été réalisée en 1979 en considérant le SMHV d'intensité VIII défini en 1974 qui était caractérisé par un spectre de réponse dont le PGA était de 0,225 g dans la direction horizontale.

3.1.2 Dispositions de protection du dimensionnement

3.1.2.1 Identification des structures, systèmes et composants (SSC) clés

Ce paragraphe est sans objet pour l'installation RAPSODIE puisque l'Evaluation Complémentaire de Sûreté n'a pas mis en évidence de risque d'effet falaise.

3.1.2.2 Principales dispositions de construction associées

L'installation est constituée de plusieurs ouvrages dont les principaux sont les suivants :

- le bâtiment réacteur,
- le bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires,
- le bâtiment abritant le poste HT/BT,
- le bâtiment « d'entreposage des déchets TFA »,
- le bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA et son extension »,
- le bâtiment « LDAC ».

Le rez-de-chaussée de l'installation est au niveau 0,00 m qui correspond au niveau +310,80 m NGF.

Le bâtiment réacteur est fondé sur un radier. Les structures internes principales sont en béton armé. L'enceinte externe est métallique, constituée de panneaux de tôles épaisses soudés entre eux.

Les structures des autres bâtiments sont en béton armé avec, pour certains d'entre eux, des murs de remplissage en maçonnerie. Elles sont fondées sur des semelles isolées, localement sur des radiers partiels.

Les descriptions présentées ci-après portent essentiellement sur les ouvrages de l'installation où sont présents des stockages ou des résidus de sodium, c'est-à-dire le bâtiment réacteur et l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA ».

Description du bâtiment réacteur

Le bâtiment réacteur est de forme circulaire en plan et a pour principales dimensions :

- diamètre intérieur de l'enceinte métallique externe : 25,00 m,
- hauteur entre la sous face du radier inférieur et le dessus du dôme : 48,00 m,
- hauteur de la partie du bâtiment située au-dessus du sol : 27,50 m.

Il comporte trois sous-structures distinctes :

- le Cuvelage en béton armé, situé entre les niveaux -20,50 et 0,00 m,
- les Structures Internes en béton armé et en charpente métallique, situées entre les niveaux -16,50 et 0,00 m,
- l'Enceinte métallique externe de confinement.

Description du cuvelage

La structure du cuvelage est constituée par le radier inférieur et l'ouvrage périphérique enterré de soutènement du sol qui lui est lié.

Le radier inférieur est fondé au niveau -20,50 m. Son diamètre est d'environ 29,80 m et son épaisseur est de 4,00 m.

L'ouvrage périphérique est constitué :

- entre les niveaux -16,50 et -13,40 m, d'un voile d'épaisseur variable lié structurellement au radier inférieur et en contact avec le sol environnant. L'épaisseur de la base du voile est de 1,75 m et varie linéairement jusqu'au niveau -13,40 m où elle est de 1,00 m ;
- entre les niveaux -13,40 et -6,79 m, d'un voile inférieur de 1,00 m d'épaisseur lié structurellement au radier inférieur et en contact avec le sol environnant ;
- entre les niveaux -6,79 et 0,00 m, d'une galerie périphérique comportant une dalle inférieure annulaire de 0,80 m d'épaisseur liée au voile inférieur, un voile supérieur extérieur en contact avec le sol qui est supporté par la dalle inférieure, un plancher métallique intermédiaire au niveau -3,75 m et une dalle de couverture annulaire appuyés sur leur périmètre extérieur sur le voile supérieur et, sur leur périmètre intérieur, sur des poteaux reposant sur le voile inférieur,
- de passerelles métalliques annulaires situées aux niveaux -14,00, -11,50, -9,00 et -6,29 m entre l'enceinte de confinement et le voile inférieur. Ces passerelles sont supportées par des poutres métalliques radiales en porte-à-faux qui sont encastrées dans le voile inférieur.

Description des structures internes

Les structures internes comportent :

- un radier supérieur en béton armé appuyé au niveau -16,50 m sur le radier du cuvelage,
- un ensemble central de cellules délimitées par des parois épaisses en béton armé, autour duquel a été réservé un espace annulaire où ont été construits des planchers périphériques de circulation généralement en charpente métallique,
- la cuve d'étanchéité du réacteur située à l'ouest du bâtiment entre les niveaux -12,60 et -3,30 m environ, délimitée par des parois massives en béton armé,
- des planchers partiels en béton armé situés dans l'emprise des cellules aux niveaux -11,90, -10,50, -10,15, -9,25, -8,50, -8,00, -1,315 et 0,00 m constitués de dalles généralement épaisses,
- un plancher complet au niveau -2,81 m, constitué d'une dalle épaisse en béton armé,
- des passerelles ou planchers métalliques à différents niveaux.

Au niveau du radier, les cellules, au nombre de quatre, sont situées dans les angles nord-ouest, nord-est, sud-ouest et sud-est du bâtiment. Une galerie technique permet de circuler entre ces cellules et sous la cuve d'étanchéité du réacteur. Les voiles délimitant ces cellules ont des épaisseurs comprises entre 0,50 et 2,50 m. La face supérieure du radier est au niveau -15,50 m au droit de la galerie technique et au niveau -14,50 m ailleurs.

Les dalles de couverture des cellules précédentes sont à des niveaux variables, -10,50 m dans la zone nord-ouest, -9,25 m dans la zone nord-est, -2,81 m dans la zone sud-ouest, -9,15 ou -8,50 ou encore -8,00 m dans la zone sud-est. Deux autres cellules existent au-dessus des précédentes dans la zone nord, avec des dalles de couverture au niveau -2,81 m. L'épaisseur de ces dalles est comprise entre 0,60 et 1,75 m.

La cuve d'étanchéité du réacteur, située entre les cellules nord et sud de la zone ouest, est un cylindre en béton armé à génératrices verticales. Ses dimensions intérieures sont les suivantes :

- diamètre : 6,00 m,
- hauteur : 9,30 m environ.

Les parois de la cuve comportent un liner constitué de tôles soudées en acier inoxydable. La face supérieure de la dalle de couverture de la cuve, de 2,00 m d'épaisseur, est au niveau -1,315 m.

Des passerelles métalliques annulaires de circulation autour des cellules ont été réalisées aux niveaux -11,50, -10,50, -9,00 et -8,00 m. Un plancher métallique partiel au niveau -3,80 m est présent dans la zone nord-est. Un autre plancher métallique règne sur la majeure partie du niveau 0,00 m.

Description de l'enceinte externe de confinement

L'enceinte de confinement a été réalisée en charpente métallique. Elle est constituée d'un fond plat situé au niveau -16,50 m, d'une coque cylindrique à génératrices verticales de 25 m de diamètre intérieur et de 31,45 m de hauteur, et d'une coque de couverture de forme sphérique de 12,50 m de rayon intérieur.

L'enceinte supporte au niveau +14,50 m un pont polaire de type bipoutres dont la capacité de levage était initialement de 600 kN et qui a été réduite à 300 kN. La coque cylindrique de l'enceinte est raidie horizontalement par un anneau situé au niveau -3,40 m et par la poutre de roulement annulaire du pont polaire. Les sections transversales de l'anneau de raidissement et de la poutre de roulement du pont sont des caissons constitués de tôles soudées entre elles et à la jupe cylindrique de l'enceinte.

La coque cylindrique de l'enceinte a été réalisée avec des panneaux de tôle cintrés non raidis qui ont été assemblés par soudage. L'épaisseur des tôles de la coque cylindrique est variable : 32 mm à la base sur une hauteur de 1,00 m, puis 26 mm jusqu'au niveau -6,50 m, 33 mm entre les niveaux -6,50 et 0,00 m, 26 mm au dessus du niveau 0,00 m. L'épaisseur de la coque sphérique de couverture est de 13 mm.

La coque cylindrique est encastrée à la base au niveau -16,45 m sur le radier inférieur en béton armé. La jupe est soudée sur un anneau d'embase constitué d'une tôle épaisse qui est ancré dans le béton par deux tiges Ø 42 ou 45 mm disposées de part et d'autre de la jupe et régulièrement espacées sur le périmètre de la jupe.

Le fond plat est situé entre le radier du cuvelage et celui des structures internes. Il est constitué d'un ensemble de panneaux de tôle de 10 mm d'épaisseur soudés entre eux et à l'anneau d'embase de l'enceinte.

Les principales traversées de l'enceinte sont constituées par le sas matériel de communication avec le bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et les deux sas destinés à l'entrée et à la sortie du personnel.

Lors du nettoyage d'un réservoir de sodium, une explosion s'est produite le 31 mars 1994 dans un local extérieur adjacent au bâtiment réacteur. La pression qui en a résulté a endommagé l'enceinte externe de confinement, qui a subi des déformations permanentes irréversibles. Un examen visuel et des mesures des déformations ont mis en évidence la présence de quatre plis verticaux et de plusieurs zones de cloquage dans la jupe de l'enceinte. La zone affectée par l'explosion s'étend sur environ un quart de la circonférence de la jupe, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 20 m.

Description sommaire du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » d'origine

Le bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » comportait à l'origine quatre blocs de bâtiments séparés par des joints de fractionnement :

- le bloc nord-ouest abritant le hall et le local de décontamination,
- le bloc sud-ouest abritant le couloir de circulation est-ouest, le local « piscine » de stockage des assemblages irradiés, l'ancienne fosse de stockage des assemblages fissiles neufs, et le local d'entreposage des déchets FA,
- le bloc central abritant le hall principal où était situé l'ancien atelier d'entreposage du matériel lourd,
- la cellule de démantèlement située à l'est du bloc central.

Ces blocs de bâtiment sont séparés par des joints de fractionnement dont la largeur est de l'ordre de 20 mm. Des matériaux de remplissage sont présents à l'intérieur de ces joints.

Description de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA »

L'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » est constituée de trois blocs mitoyens de bâtiment en béton armé :

- le Bloc Nord, constitué d'un hall situé dans le prolongement du hall principal du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA »,
- le Bloc Sud-Ouest, comportant au rez-de-chaussée des locaux ayant abrité l'ICPE « Laboratoire de métallographie actif » qui est aujourd'hui démontée et supprimée de la liste des ICPE,
- le Bloc Sud-Est abritant un hall d'entreposage.

Ces blocs sont fondés au niveau -2,00 m sur les alluvions par l'intermédiaire de semelles de fondation superficielles. Au droit des joints entre blocs, ces semelles sont communes aux poteaux mitoyens.

Les structures des blocs sont séparées par des joints de dilatation d'une largeur théorique de 20 mm. Des matériaux de remplissage sont présents à l'intérieur de ces joints.

Description du Bloc Nord

Le Bloc Nord comporte uniquement un rez-de-chaussée. Ses principales dimensions sont :

- largeur dans la direction nord-sud : 8,70 m,
- longueur : 11,855 m,
- hauteur au-dessus du sol : 9,80 m.

Sa structure en béton armé est constituée :

- de trois portiques dans la direction est-ouest,
- de longrines au niveau 0,00 m reliant les poteaux sur les façades est et ouest,
- de voiles minces sur ses façades est et ouest,
- d'une dalle mince de couverture au niveau +9,45 m comportant des ouvertures permettant l'éclairage naturel du bâtiment.

Les poteaux des portiques supportent au niveau +6,85 m des poutres de roulement en béton armé situées dans le prolongement de celles situées dans le hall principal du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et destinées à la circulation du pont roulant de ce hall.

Le voile de la façade ouest comporte de grandes ouvertures, notamment entre la poutre de roulement et la dalle de la toiture.

Le plancher au niveau 0,00 m est constitué d'un dallage sur terre-plein.

Description du Bloc Sud-Est

Le Bloc Sud-Est abrite les réservoirs de stockage de sodium. Il comporte uniquement un rez-de-chaussée. Il s'agit d'un hall de grande hauteur dont les principales dimensions sont les suivantes :

- largeur dans la direction est-ouest : 13,20 m,
- longueur : 19,15 m,
- hauteur au-dessus du sol : 18,00 m.

Sa structure en béton armé est constituée :

- de voiles minces sur ses quatre façades qui sont raidis par des lisses et des poteaux,
- de deux portiques intermédiaires dans la direction est-ouest,
- de longrines au niveau 0,00 m reliant les poteaux périphériques,
- d'une dalle mince de couverture au niveau +17,70 m comportant des ouvertures permettant l'éclairage naturel du bâtiment.

Les poteaux des façades est et ouest supportent au niveau +13,42 m des poutres de roulement en béton armé destinées à la circulation d'un pont roulant dont la capacité de levage est de 85 kN.

Les voiles des façades ouest et nord comportent plusieurs portes dont certaines sont de grandes dimensions.

Le plancher au niveau 0,00 m est constitué d'un dallage sur terre-plein. Les réservoirs de sodium sont situés dans des rétentions qui reposent sur ce dallage.

Description du Bloc Sud-Ouest

Le Bloc Sud-Ouest comporte un rez-de-chaussée et un plancher intermédiaire partiel dans sa partie nord. Ses principales dimensions sont les suivantes :

- largeur dans la direction est-ouest : 13,20 m,
- longueur : 7,83 m,
- hauteur au-dessus du sol : 9,00 m.

Sa structure en béton armé est constituée :

- de portiques avec remplissages en maçonnerie présents sur les façades et en limite des locaux situés dans la zone nord,
- de longrines au niveau 0,00 m reliant les poteaux périphériques,
- d'un plancher partiel dans la zone nord au niveau +3,61 m constitué d'une dalle pleine supportée par des poutres,
- d'une dalle mince de couverture au niveau +7,00 m comportant des ouvertures permettant l'éclairage naturel du bâtiment.

Les murs en maçonnerie des façades est, ouest et nord comportent plusieurs ouvertures. Sur la façade est, il n'y a pas de mur en maçonnerie dans la zone sud du bloc.

3.1.2.3 Principales dispositions d'exploitation

Les dispositions d'exploitation mises en œuvre afin de limiter les conséquences d'un séisme sont décrites dans une procédure spécifique décrivant les actions à mener après séisme. Elles concernent l'entreposage de déchets sodium, et consistent principalement à :

- vérifier l'état de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » en relevant la présence de fissures, d'éboulement ou d'endommagement des structures,
- alerter et attendre la FLS en cas de suspicion de risque de contact eau/sodium (fissuration du bâtiment et présence d'eau),
- accéder dans les locaux si leur état le permet, muni d'un EPVR, réaliser une ronde du local et vérifier l'état des capacités,
- prendre les dispositions adaptées en fonction de l'état constaté.

3.1.3 Conformité de l'installation

3.1.3.1 Organisation générale de l'exploitant pour garantir la conformité

L'organisation mise en place et appliquée par l'exploitant pour garantir la conformité de l'installation vis-à-vis du risque sismique repose sur 3 axes :

- les différents contrôles effectués lors des travaux de construction de l'installation et/ou de l'exploitation,
- le suivi des modifications.

Les différents contrôles opérés par l'installation (Contrôles Réglementaires et/ou Contrôles et Essais Périodiques) sont réalisés conformément aux dispositions prévues dans les Règles Générales d'Exploitation de l'installation. Les installations électriques, cuves, dispositifs de protection contre la foudre, appareils de levage et de manutention, appareils de radioprotection et systèmes de détection de dissémination radioactive jouant un rôle dans la limitation des conséquences d'un séisme font partie des équipements régulièrement contrôlés.

Le processus de suivi des modifications de l'installation est formalisé dans une procédure de maîtrise des opérations.

3.1.3.2 Non conformités et programme de remise en conformité

Lors de la mise à jour du référentiel de sûreté de l'installation RAPSODIE en 2008 (Rapport de Sûreté et Règles Générales d'Exploitation), l'étude du comportement au séisme de l'installation a mis en évidence que la stabilité des bâtiments de l'INB 25 ne pouvait être garantie sous occurrence d'un SMHV.

Cependant, l'évaluation des conséquences radiologiques et chimiques en cas de rupture de confinement n'est pas de nature à remettre en cause la protection des personnes et de l'environnement, dans la mesure où :

- l'installation RAPSODIE est arrêtée et la principale partie du terme source a été évacuée,
- la quantité des déchets sodium contaminés n'est pas suffisamment mobilisable pour constituer un terme source conséquent en cas de séisme, compte tenu de la nature physico-chimique du sodium et des caractéristiques mécaniques des capacités,
- l'installation RAPSODIE s'achemine vers le traitement et l'élimination du sodium résiduel contenu dans la cuve du réacteur, et sur l'évacuation de tous les déchets sodés.

3.2. Evaluation des marges

3.2.1. Généralités

Les marges présentées dans les paragraphes suivants ont été évaluées par un groupe d'experts en génie parasismique. L'avis du groupe d'expert repose sur la visite de l'installation, l'examen des notes de calculs et des plans d'exécution, et sur l'analyse qualitative du fonctionnement des structures de génie civil en situation sismique.

3.2.2. Séismes de référence considérés dans le cadre de l'évaluation

Les séismes de référence sont les SMS et le paléoséisme du Centre de Cadarache définis selon la RFS n° 2001-01 et dont les spectres de réponse ont été présentés au paragraphe 3.1.1.2. Ces séismes sont désignés « SMS de référence du Centre » dans la suite de l'exposé.

Compte tenu de l'implantation de l'installation RAPSODIE sur le Centre de Cadarache, sa distance à la Faille de la Moyenne Durance est plus importante que celle à la porte d'entrée du Centre qui a été considérée pour déterminer le spectre de réponse du SMS proche de référence du Centre. Comme précisé au paragraphe 3.1.1.3, la distance focale de l'installation à la faille est de 10,3 km au lieu de 7,1 km. Dans le cadre de l'évaluation complémentaire de sûreté, l'évaluation des marges de l'installation est donc effectuée en considérant le spectre de réponse du SMS proche déterminé conformément à la RFS n° 2001-01, sur la base d'une distance focale de 10,3 km. L'évaluation des marges présentée ci-après a par conséquent été effectuée en considérant les mouvements sismiques suivants :

- SMS installation : M = 5,8 et D = 10,3 km,
- Paléoséisme : M = 7 et D = 18,5 km (référentiel actuel du Centre de Cadarache).

Ces séismes sont désignés « SMS de référence de l'installation » dans la suite de l'exposé.

La comparaison des différents spectres est effectuée sur la Figure 6. Elle montre que le paléoséisme devient prépondérant au droit de l'installation et que la prise en compte du SMS de référence du Centre induit un facteur de marge égal au minimum à 1,12 pour les structures dont les fréquences sont supérieures à environ 5,5 Hz.

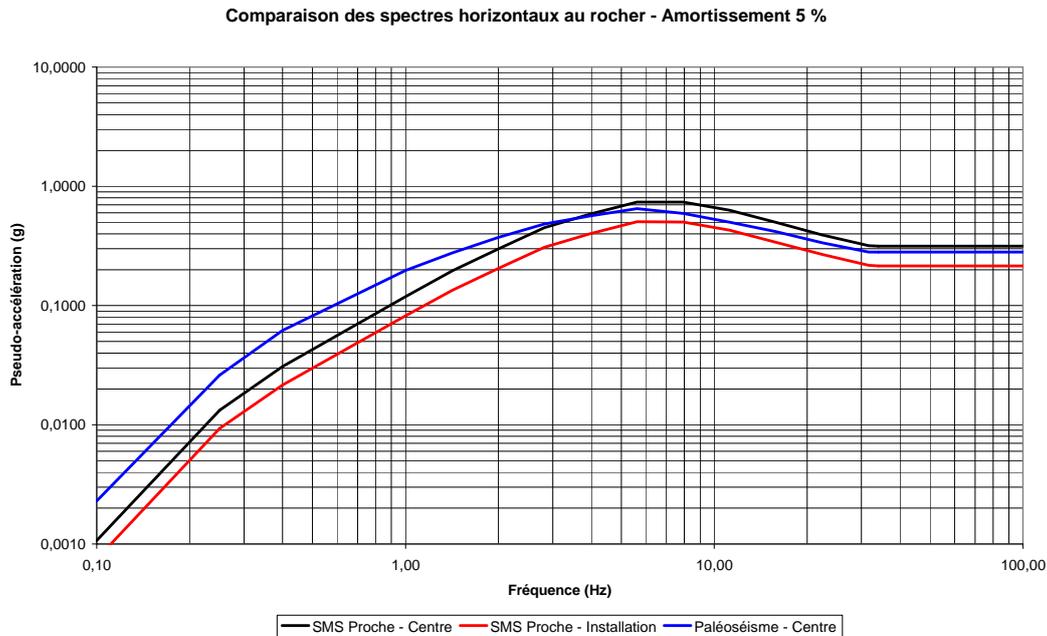


Figure 6 : Comparaison des spectres des SMS « Centre » et « Installation » et du paléoséisme

3.2.3. Méthodologie d'évaluation des marges

Le facteur global de marge est le coefficient multiplicateur maximal du niveau de séisme de référence de l'installation qui est compatible avec un état global des équipements, éléments structuraux et ouvrages permettant de satisfaire à leurs exigences de comportement.

Le facteur de marge global est défini comme étant la conjonction de facteurs de marge élémentaires. Les facteurs de marge élémentaires éventuellement considérés dans la présente évaluation résultent de l'examen des codes et des méthodes utilisés lors du dimensionnement des ouvrages de l'installation ou de l'analyse du comportement réalisée lors de leur dernier réexamen, et leur pertinence est communément admise. Ces facteurs peuvent par exemple résulter :

- de la marge vis-à-vis des critères de dimensionnement. Dans le cas d'un ouvrage en béton armé, cette marge peut par exemple découler de la part des sections d'armatures, lorsqu'elle existe, qui n'est pas utilisée pour satisfaire aux critères de dimensionnement fixés par les codes,
- des conservatismes des méthodes utilisées pour satisfaire aux critères de dimensionnement fixés par les codes. Dans le cas d'un ouvrage en béton armé, cette marge peut par exemple résulter de la non-prise en compte de la contribution du béton tendu à la résistance et, plus généralement, du fonctionnement réel du béton armé. L'utilisation de composantes de sollicitations non concomitantes lors de vérification des critères se traduit également par une marge,
- de la méthode de prise en compte de l'interaction sol-structure lors de l'analyse dynamique,
- de l'enfouissement des infrastructures de certains bâtiments : les spectres en champ libre ont en effet été appliqués au niveau de la base des infrastructures des bâtiments concernés,
- de la représentation de l'action sismique par des chargements pseudo-statiques lors du calcul des sollicitations dans les ouvrages. Ces chargements peuvent conduire à des torseurs de sollicitations supérieurs à ceux issus de l'analyse sismique et par conséquent introduire des marges,

- des caractéristiques réelles des matériaux de construction qui peuvent être plus importantes que celles considérées lors de la vérification des critères de dimensionnement,
- des sur-résistances résultant des conservatismes et coefficients de sécurité présents dans les codes,
- des possibilités de redistribution des efforts dans les zones d'un bâtiment où le fonctionnement structurel considéré lors du réexamen conduit à des sollicitations trop importantes dans certains éléments vis-à-vis de leur capacité de résistance,
- de la capacité des structures à dissiper l'énergie par un comportement hystérétique ductile et/ou par d'autres mécanismes.

3.2.4. Bâtiment réacteur

3.2.4.1. Cuvelage

Les structures principales du cuvelage, constituées par le radier inférieur et le voile périphérique épais présent entre les niveaux -16,50 et -6,79 m, sont des ouvrages massifs encastrés dans le sol. La galerie périphérique supérieure, située entre les niveaux -6,79 et 0,00 m et relativement éloignée de l'enceinte métallique externe, est à la fois moins massive et régulière mais elle est faiblement enterrée et par conséquent peu sollicitée en situation sismique.

La stabilité du cuvelage reste assurée pour un niveau de séisme évalué à **2** fois le niveau du SMS de référence de l'installation.

3.2.4.2. Structures internes

Les structures internes sont très rigides, composées d'éléments en béton massifs liés efficacement les uns aux autres et ancrés sur un radier épais. Ces éléments sont par ailleurs bien répartis sur la périphérie du bâtiment et fortement armés. Ces structures, très rigides, situées sous le niveau 0,00 m, et dont le centre de gravité a une altitude proche de celle du radier, sont peu sensibles à l'action d'un séisme. Cette faible sensibilité au séisme avait été mise en évidence lors des études de dimensionnement et de celles réalisées en 1979.

La stabilité des structures internes reste assurée pour un niveau de séisme évalué à **3** fois le niveau du SMS de référence de l'installation.

3.2.4.3. Enceinte externe

Consécutivement à l'explosion qui s'est produite le 31 mars 1994, l'enceinte externe a subi des déformations permanentes irréversibles sur environ un quart de la circonférence de la jupe. Lors des investigations réalisées, des plis et des cloques ont été constatés dans la jupe. Des rotules plastiques se sont formées au droit de ces zones endommagées. La tôle de la jupe y a subi des déplacements et des rotations irréversibles et est le siège de contraintes permanentes qu'il n'est pas possible d'évaluer avec précision. L'état de contrainte et de déformation n'est donc pas connu dans la zone endommagée de l'enceinte.

Le risque sismique a été pris en compte lors de la conception de l'enceinte. Une analyse complémentaire de son comportement sismique a été réalisée en 1979. La fréquence propre du mode fondamental de l'enceinte dans les directions horizontales avait été évaluée à 4,1 Hz en tenant compte de l'interaction sol-structure. Un amortissement réduit de 2% avait été considéré pour la structure de l'enceinte compte tenu du très faible niveau de sollicitation dans cette dernière en situation sismique. La contrainte maximale obtenue dans la jupe, due à l'action seule du séisme considéré à l'époque, était en effet très faible, de l'ordre de 10 MPa.

L'enceinte externe a également été dimensionnée pour résister à une action accidentelle caractérisée par une surpression intérieure de 2,4 bars concomitante à une température de 160 °C de ses parois. Cette action conduit à des sollicitations importantes dans l'enceinte et a donc été prépondérante lors de son dimensionnement. Cette action n'est plus à considérer dans la configuration actuelle de l'installation.

L'état de l'enceinte et le faible niveau de contrainte qui était attendu initialement en situation sismique dans cette dernière font que l'enceinte est encore en mesure d'avoir un comportement satisfaisant pour un certain niveau de séisme. En effet, et bien qu'elle comporte des zones endommagées, des redistributions d'efforts restent possibles dans la jupe. Il n'a cependant pas été possible d'estimer ce niveau de séisme dans le cadre de la présente évaluation. Le facteur de marge correspondant à l'atteinte de l'instabilité de l'enceinte n'a donc pas été évalué.

3.2.5. Extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA »

3.2.5.1. Bloc Nord

Le Bloc Nord est contreventé par des portiques dans la direction est-ouest et par des voiles dans l'autre direction. Les fréquences de ses modes fondamentaux sont de 1 Hz dans la direction est-ouest et comprises entre 5,1 et 6,5 Hz dans l'autre direction. Les ouvertures situées à la partie supérieure du voile présent sur sa façade est limitent la capacité de résistance de ce voile et donc du système de contreventement nord-sud. De plus, ces ouvertures font que ce bloc est soumis à une torsion d'ensemble en situation sismique.

La stabilité du Bloc Nord reste assurée pour un niveau de séisme évalué à **0,6** fois le niveau du SMS de référence de l'installation.

3.2.5.2. Bloc Sud-Est

La structure du Bloc Sud-Est, en forme de « boîte », est relativement régulière, mais ses façades ouest et nord sont affaiblies à la base par des grandes ouvertures. Les fréquences de ses modes fondamentaux sont comprises entre 3 et 5,4 Hz dans la direction est-ouest et 3,3 et 6,5 Hz dans l'autre direction. Ses façades, constituées de voiles minces et donc relativement souples hors de leur plan, sont sujettes à des modes locaux de flexion.

La stabilité du bloc Sud-Est reste assurée pour un niveau de séisme évalué à **0,6** fois le niveau du SMS de référence de l'installation.

3.2.5.3. Bloc Sud-Ouest

Le Bloc Sud-Ouest est irrégulier en plan et en élévation. Les fréquences de ses modes fondamentaux sont comprises entre 2,2 et 4,5 Hz dans la direction est-ouest et 2,9 et 4,5 Hz dans l'autre direction. Les panneaux de maçonnerie raidissent l'ossature poteaux-poutres et, compte tenu de leur position en plan et en élévation, accentuent l'irrégularité de la structure déjà créée par le plancher intermédiaire partiel. Par ailleurs, la façade est n'est pas suffisamment contreventée et la structure est soumise à une torsion d'ensemble en situation sismique.

La stabilité du bloc Sud-Ouest reste assurée pour un niveau de séisme évalué à **0,3** fois le niveau du SMS de référence de l'installation.

3.2.6. Synthèse des marges des structures de génie civil

Ouvrages	Sous structures	Robustesse globale
Bâtiment réacteur	Cuvelage	2,0
	Structures internes	3,0
Extension du bâtiment « d'entreposage de déchets FA et TFA »	Bloc Nord	0,6
	Bloc Sud-Est	0,6
	Bloc Sud-Ouest	0,3

Les niveaux de séisme au-delà desquels des instabilités des blocs du bâtiment d'entreposage des déchets FA et TFA pourraient se produire sont évalués à :

- Bloc Nord : **0,6** fois le niveau du SMS,
- Bloc Sud-Est : **0,6** fois le niveau du SMS,
- Bloc Sud-Ouest : **0,3** fois le niveau du SMS.

3.3. Conclusions

Les facteurs de marge des ouvrages constituant l'infrastructure du bâtiment réacteur sont supérieurs à 2 et donc jugés suffisants.

Pour ce qui concerne l'enceinte externe, ses déformations plastiques font que l'analyse de son comportement sismique est difficilement réalisable et le facteur de marge de l'enceinte n'a pas été évalué. L'absence de cette évaluation est néanmoins jugée acceptable compte tenu d'une part de l'absence de risque d'effet falaise et, d'autre part, des risques très limités qui résulteraient d'une instabilité de l'enceinte, et ce du fait de la robustesse des structures internes.

Pour les blocs de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA », la stabilité de ces derniers ne peut être garantie en situation sismique mais aucun risque d'effet falaise n'est associé à cette situation.

4. INONDATION EXTERNE

Le centre de Cadarache est majoritairement implanté sur le bassin versant du Ravin de la Bête, ruisseau pérenne alimenté par des sources dans sa partie aval et dont la surface est de 2400 ha. Il s'agit donc d'un bassin versant de petite taille dont l'exutoire est la Durance.

4.1. Dimensionnement de l'installation

4.1.1. *Inondation de dimensionnement.*

Les situations retenues sont les suivantes :

- Débordement du ravin de la bête
- Crue du ou des bassin(s) versant
- Eaux pluviales
- Remontée de nappe phréatique
- Crues de la Durance
- Dégradation d'ouvrages hydrauliques

4.1.1.1. *Débordement du ravin de la Bête*

Le réseau hydrologique du Ravin de la Bête est majoritairement constitué de talwegs naturels, les infrastructures pluviales étant essentiellement limitées dans le périmètre immédiat des installations et autour des voiries.

L'installation RAPSODIE est située en rive gauche du Ravin de la Bête à proximité du vallon du Garagoby.

Au niveau du point de rejet du bassin versant du vallon du Garagoby, le fil d'eau du Ravin de la Bête est à la côte approximative de 302 m NGF.

Avec une côte NGF de l'ordre de 310 m, l'installation RAPSODIE est alors située hors de la zone inondable éventuellement générée par le débordement du lit mineur du Ravin de la Bête.

4.1.1.2. *Crue du bassin versant*

L'essentiel du bassin versant amont de l'installation correspond au bassin versant du vallon du Garagoby. D'une surface d'environ 138 ha, son débit centennal est estimé à 5 m³/s.

A l'amont de l'installation, le vallon est à l'état naturel jusqu'à la zone de remblai Harmonie qui forme une sorte de barrage à l'écoulement naturel du vallon. Les eaux sont canalisées sous les remblais dans une canalisation (DN1000) jusqu'à un grand dessableur en amont de la plateforme Rapsodie.

Le vallon a été ensuite canalisé dans un ovoïde 1500 qui longe la plateforme de l'installation par l'Est. Le bâtiment le plus proche de l'ovoïde est le bâtiment « LDAC ». L'ovoïde dispose de 4 regards sur la plateforme de l'installation. Il n'y a pas de porte à proximité immédiate du regard le plus proche des bâtiments.

Les pentes de la voirie ont tendance à éloigner les eaux de ruissellement (ou de débordement) des bâtiments vers les caniveaux / réseaux en périphérie de la plateforme imperméabilisée de l'installation ou directement sur la route qui descend vers la route des Piles.

Les rétentions à l'amont des remblais d'Harmonie et au niveau du dessableur permettent de freiner l'écoulement naturel, rallonger le temps de concentration et écrêter la pointe de débit, ce qui limite le risque d'une inondation par la crue du bassin versant amont.

4.1.1.3. Eaux pluviales

Les pluies de référence

L'occurrence retenue pour l'ensemble des études est la pluie centennale.

Les historiques de pluies disponibles sur le site de Cadarache ne sont pas assez anciennes pour être exploitées de manière statistiques afin d'extrapoler des valeurs d'intensité à l'occurrence désirée. Une étude climatologique a alors été confiée à Météo France en 2005.

Elle donne les résultats de l'exploitation statistique des mesures pluviométriques relevées en diverses stations pour la caractérisation de la pluie centennale. Des écarts notables entre stations trouvent leur origine dans les effets géomorphologiques de site. Il a donc été décidé de prendre en compte un modèle générique de quantification d'intensité de pluie. En application des prescriptions de l'Instruction technique ministérielle 77, il est préconisé d'utiliser un modèle donnant l'intensité de la pluie en fonction de la durée de l'évènement pluvieux. Il s'agit du modèle de **Montana pour la Région III** (quart sud est de la France) qui a été retenu comme pluie de référence du site de CADARACHE et qui traduit le fait que plus la durée de l'évènement pluvieux est brève plus l'intensité de la pluie est intense (cf. Figure 7).

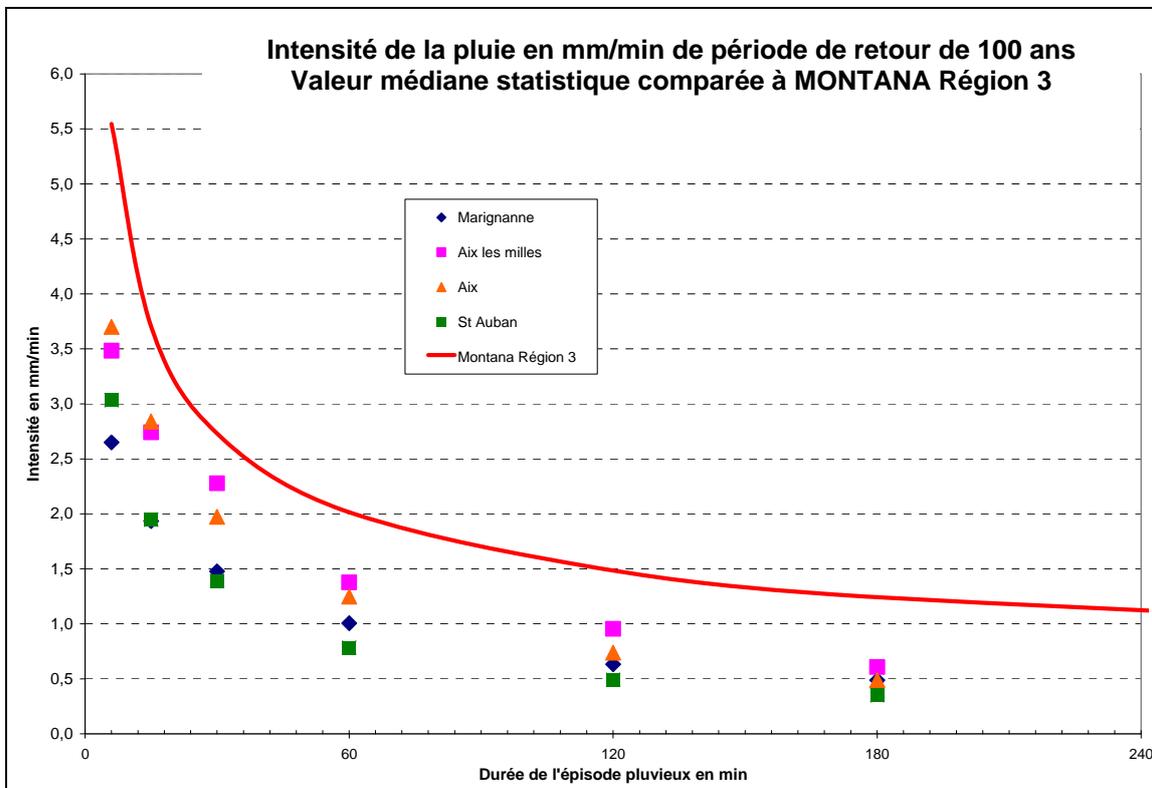


Figure 7 : Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie réelle issue des données Météo France

La pluie centennale de Montana Région III apparaît donc comme étant majorante par rapport à la pluviométrie réelle au niveau des stations Météo France les plus proches du centre de Cadarache. La station de St Auban serait, selon Météo France, la plus représentative de celle du site de Cadarache.

Quantification des débits de ruissellement

Les modèles retenus pour la transformation de la pluie en débit sont la méthode rationnelle et la formule de Caquot quand les conditions d'utilisation le permettent. Ces modèles permettent de calculer un débit de ruissellement à partir d'une intensité de pluie donnée en y tenant compte des caractéristiques du bassin versant telles que sa morphologie et son taux d'urbanisation.

Dimensionnement du réseau d'évacuation externe aux bâtiments

Le modèle de dimensionnement des réseaux d'évacuation est le modèle d'écoulement qui prend en compte la rugosité des canalisations, appelé modèle de Strickler et classiquement utilisée en hydraulique à surface libre. Adaptable à toute morphologie d'ouvrage, il permet d'évaluer une capacité d'évacuation en y associant un taux de remplissage. Ce modèle associe à la nature de l'ouvrage un coefficient (de Strickler) dont la valeur dépend de la rugosité du matériau de l'ouvrage et de son niveau de maintenance.

Retour d'expérience des phénomènes pluvieux anciens et connus

Aucun évènement pluvieux significatif n'a jusqu'à présent mis en cause la sûreté de l'installation.

La pluie du 05/11/2011 a été comparée aux pluies théoriques de référence de Montana. Il s'agit d'une pluie d'intensité supérieure à la pluie centennale de St Paul lez Durance sur 24h. Elle est également supérieure à la pluie centennale de St Auban. Cet épisode pluvieux sur la zone de Cadarache n'a pas mis en évidence d'inondation externe sur l'installation RAPSODIE due à la pluie.

4.1.1.4. Crues de la Durance

L'éloignement avec la Durance, l'écart topographique et la présence de barrières hydrographiques telles que l'autoroute et le canal EDF conduisent à écarter tout risque d'inondation du Centre par une crue naturelle de la Durance.

A titre de comparaison, une crue centennale représenterait un pic de débit de 5000 m³/s, à comparer aux 60 000 m³/s représentés par la dégradation du barrage EDF de Serre-Ponçon.

4.1.1.5. Dégradation d'ouvrages hydrauliques

L'analyse a été menée en examinant les conséquences de la rupture d'un des barrages situés sur la Durance (Serre Ponçon) ou sur le Verdon (Sainte-Croix, Quinson ou Gréoux)

Les calculs ont été effectués en prenant les conditions les plus défavorables qui correspondent à une onde de submersion se propageant sur lit sec. L'onde de submersion résulterait de l'effacement total mais progressif du barrage du fait de l'apparition d'un renard hydraulique.

Les modifications récentes intervenues dans le lit de la Durance telles que la construction de l'autoroute A51 et l'aménagement du bassin d'écluse ont été prises en compte.

Il s'avère que l'onde de submersion la plus pessimiste en termes de surélévation du plan d'eau correspond à la rupture du barrage de Serre-Ponçon. Cette onde atteindrait Cadarache en 5h 40 mn après la rupture du barrage ; elle se traduirait par un pic de débit de l'ordre de 60 000 m³/s avec une largeur à mi-hauteur de quelques heures. A noter qu'une crue centennale simultanée représenterait un débit supplémentaire de 5 000 m³/s ce qui ne modifierait pas sensiblement la cote maximale atteinte par l'onde de submersion.

La cote maximale atteinte serait de 265 m NGF.

On peut noter qu'aucune installation nucléaire ne serait concernée et l'accès au centre resterait possible par les portes annexes.

4.1.1.6. Remontée de nappe phréatique

Compte tenu de la réalité géologique et géomorphologique du Centre de Cadarache, les bâtiments peuvent relever de problématiques hydrogéologiques différentes. En effet, deux contextes bien distincts peuvent être rencontrés : le premier concerne les installations construites sur des formations calcaires (d'âge crétacé), le second concerne les installations construites sur les formations Miocènes et/ou Quaternaire (mio-quaternaires). Les cinétiques de remontée de nappe y sont en effets très différentes.

Problématique et méthodologie associées aux installations construites sur substratum calcaire

Historiquement, les problèmes rencontrés par les installations liées aux remontées de nappe concernent le contexte calcaire, et c'est donc logiquement que les études destinées à prendre en compte ce risque hydrogéologique se sont d'abord focalisées sur ces cinétiques rapides.

Les formations calcaires rencontrées sur le Centre de Cadarache, modérément karstifiées, sont en effet sujettes à des remontées de nappe parfois très rapides (plusieurs dizaines de mètres en moins de 24 heures). La méthodologie suivie pour évaluer l'aléa hydrogéologique dans les formations calcaires est une approche statistique. Elle a été initiée par le CEA en collaboration avec l'Université de Montpellier II en 1995. Depuis et jusqu'à aujourd'hui, cette méthodologie a fait l'objet de développements complémentaires et d'optimisation dans ce même cadre. Elle consiste à compléter les connaissances historiques en termes de suivi des événements exceptionnels souterrains en reconstituant une chronique piézométrique simulée sur une cinquantaine d'années (à partir des mesures de pluviométrie sur le site de Cadarache, connues depuis 1960). C'est sur cette chronique simulée que sont ensuite appliquées les méthodes statistiques « standards » de l'hydrologie afin d'être en mesure d'évaluer les cotes atteintes en fonction de périodes de retour données.

Les étapes à suivre pour appliquer cette approche sont les suivantes :

- mesure du niveau piézométrique en continu sur plusieurs cycles hydrogéologiques en plusieurs piézomètres (par le biais de capteurs de pression autonomes, permettant d'enregistrer à pas de temps courts l'évolution du niveau de la nappe),
- choix d'un piézomètre de référence (choisi pour sa représentativité, sa réactivité aux pluies, éventuellement son caractère « enveloppe » des niveaux mesurés les plus hauts),
- calage d'un modèle de reconstitution des chroniques piézométriques sur la durée des mesures piézométriques, utilisant comme données d'entrée la pluviométrie et la température au pas de temps journalier,
- simulation d'une chronique piézométrique « longue » à partir des données météorologiques du centre de Cadarache (depuis le 27 juin 1960),
- application de différentes méthodes statistiques (six combinaisons au total) sur ces chroniques simulées afin de dégager des niveaux extrêmes avec leurs intervalles de confiance,
- analyse :
 - des résultats statistiques en fonction de leurs qualités (selon la chronique utilisée),
 - des éléments de contexte hydrogéologique permettant d'évaluer le caractère enveloppe (ou non) des hypothèses retenues pour la modélisation.

C'est cette approche qui a été retenue dans le cadre du futur « guide ASN inondation ». D'un point de vue quantitatif, le guide prescrit de retenir la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% de la crue centennale. Cela correspond à la valeur estimée médiane, majorée de deux écart-types.

Cette approche a été appliquée en 2008, sur demande de l'ASN, à l'ensemble des INB pérennes de Cadarache, fondées sur les formations calcaires, dont le CEA est l'exploitant.

Problématique et méthodologie associées aux installations construites sur substratum mio quaternaire

A l'inverse du contexte « calcaire », la nappe mio-quaternaire présente des amplitudes de fluctuation bien moindre (quelques mètres) et des cinétiques de variation beaucoup plus lentes (remontée en plusieurs semaines, voire plusieurs mois). Ces caractéristiques impliquent que jusqu'à aujourd'hui, aucun problème majeur dû à la nappe n'ait été rencontré par une installation construite sur des formations mio-quaternaires.

L'évaluation d'une courbe d'aléa pour l'évaluation des fluctuations de la nappe mio-quaternaire est néanmoins plus délicate que dans le cadre de la nappe calcaire car la modélisation du comportement hydrodynamique doit prendre en compte plus d'éléments (modèle géométrique descriptif du milieu, intégration des phénomènes d'écoulement à plus grande échelle, etc.). Les travaux pour intégrer ces éléments dans une méthodologie adaptée ont été enclenchés, ce qui n'empêche pas de produire des éléments d'analyse de risque installation par installation.

4.1.2. Dispositions de protection du dimensionnement

4.1.2.1. Identification des structures, systèmes et Composants (SSC) clés devant rester disponibles après l'inondation pour assurer un état sûr

Ce paragraphe est sans objet pour l'installation RAPSODIE puisque l'Evaluation Complémentaire de Sécurité n'a pas mis en évidence de risque d'effet falaise.

4.1.2.2. Principales dispositions de conception

Evacuation des eaux pluviales :

L'entrée d'eau pluviale dans les bâtiments de l'installation RAPSODIE est prévenue par l'étanchéité des toitures et la présence de descentes pluviales.

Des réseaux secondaires autour des bâtiments permettent de récupérer les eaux de toiture et de ruissellement sur la voirie. Ils se raccordent sur des réseaux situés en périphérie et en contrebas de la plateforme. Les pentes des voiries ont été conçues pour favoriser l'éloignement des eaux de ruissellement des bâtiments. A chaque point bas de voirie se situe une grille pluviale.

Par ailleurs, il y a deux réseaux principaux sur l'installation (un réseau en DN600 qui reprend la zone ouest de la plateforme et l'ovoïde 1500 qui récupère le vallon de Garagoby et les eaux de pluie sur la zone est), donc deux exutoires aux eaux de ruissellement.

Drainage de la nappe :

En particulier, pour le bâtiment réacteur, des mesures ont été prises à la conception pour empêcher le cheminement vers la nappe phréatique, d'une contamination éventuelle en provenance du bâtiment :

- vers le bas, les infiltrations sont arrêtées par une cuvette d'étanchéité en poly-isobutylène qui habille la partie inférieure du radier ;
- sur les côtés du cuvelage, les infiltrations sont canalisées par un drainage vertical constitué par l'espace annulaire compris entre blindage et cuvelage : l'espace de drainage est rempli à cet effet de gravillons. Les eaux d'infiltrations sont recueillies dans un caniveau circulaire et conduites dans 2 puits diamétralement opposés pour être reprises par des pompes immergées.

Ces dispositions permettent également d'assurer l'étanchéité du bâtiment réacteur en cas de remontée de la nappe.

La couche de béton sur laquelle repose le radier comporte aussi un réseau de drainage dont l'utilité, à l'époque des travaux préliminaires, était de résister à la poussée des eaux. Ce réseau est constitué de demi-buses qui débouchent dans un caniveau circulaire (niveau -22 m) conduisant à deux puits équipés également de pompes de reprises immergées.

Enfin, les ruissellements (eau de condensation par exemple) susceptibles de se produire entre le cuvelage et la paroi latérale de l'enceinte étanche sont recueillis par un 3ème caniveau (niveau - 16,5 m) d'où ils peuvent être repris par une pompe portative.

L'enceinte étanche de RAPSODIE forme autour du réacteur une vaste enveloppe métallique de confinement pour assurer la protection de l'installation vis-à-vis des phénomènes d'infiltration d'eau.

Points d'entrée d'eau :

L'accès du personnel dans le bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires se fait via des portes d'entrée se trouvant à plus de 50 cm par rapport à la côte voirie.

Les portes d'accès aux locaux à risques nucléaires et issues de secours sont toutes équipées de batardeaux et/ou surélevées par rapport à la voirie et/ou munies de marches d'escalier. A minima ces portes se trouvent à 20 cm au dessus de la côte voirie.

Une entrée d'eau par les accès aux bâtiments de l'installation RAPSODIE ne présente pas de risque avéré puisque soit :

- la plupart des locaux ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau,
- les produits ou déchets sont entreposés dans des bacs de rétention surélevés.

A noter la présence de skydômes qui sont des points d'entrée d'eau potentielle à l'intérieur des bâtiments. Ces skydômes sont positionnés à 60 cm au-dessus du niveau du sol.

4.1.2.3. Principales dispositions d'exploitation

L'efficacité du réseau pluvial de surface est assurée par :

- les rondes réalisées par l'opérateur en charge de la maintenance des réseaux sur le Centre de CADARACHE :
 - ronde mensuelle sur les points sensibles identifiés,
 - ronde semestrielle sur le reste du réseau,
- rondes effectuées par l'exploitant qui, sur simple demande, peut faire réaliser un curage.

Afin de déceler et de prévenir au plus tôt toute inondation éventuelle, les dispositions d'exploitation mises en place sur l'installation sont les suivantes :

- des détecteurs d'inondation, reportés au PC Sécurité du Centre, permettent de signaler la présence d'eau : l'activation d'un détecteur inondation entraîne automatiquement une visualisation de l'alarme sur le poste informatique de supervision et au PC Sécurité du Centre ainsi que la diffusion, sur le réseau de sonorisation de l'installation, d'un message vocal préenregistré « Alarme urgente, l'agent de permanence est demandé en salle de contrôle » ;
- des pompes de relevage situées sous le radier de la galerie périphérique au niveau - 26,5 mètres sont en veille en permanence et fonctionnent sur capteur. Dès qu'une remontée de nappe est détectée par le capteur de la pompe ou des pompes, la (ou les) pompe(s) s'active(nt). Elles fonctionnent donc toutes automatiquement ;
- les jours ouvrés, des rondes permettent de surveiller l'état général de l'installation.

Afin de limiter les conséquences de toute éventuelle inondation dans l'installation, les actions suivantes sont envisagées :

- toute détection visuelle d'inondation lors des rondes entraîne les actions appropriées de l'équipe d'exploitation de l'INB avec les moyens disponibles de pompage, le chef d'installation jugeant de la nécessité de faire appel à la FLS ;
- toute détection d'inondation par capteur déclenche l'intervention immédiate de la FLS ;
- les origines de l'inondation sont recherchées et des mesures sont prises afin d'en limiter les conséquences. Des mesures compensatoires complémentaires sont prises par le chef d'installation afin d'éviter tout autre risque (courts-circuits électriques,...) ;
- si les moyens de pompage de l'installation s'avèrent insuffisants, des moyens mobiles supplémentaires de pompage, notamment des camions citernes, sont mis en place.

4.1.3. Conformité de l'installation

4.1.3.1. Organisation générale de l'exploitant pour garantir la conformité

La conformité de l'installation repose notamment sur :

- la réalisation périodique du contrôle et de la maintenance préventive du réseau d'eaux pluviales (caniveaux, canalisations, regards, ouvrage de rétention à l'amont de l'installation, etc.),

- la réalisation périodique du contrôle de bon fonctionnement des reports d'alarmes des capteurs d'inondations et des pompes de relevage,
- des rondes effectuées par les salariés de l'INB permettent de détecter des risques d'infiltration d'eau éventuels en cas de fortes pluies.

4.1.3.2. Non conformités et programme de remise en conformité

Les seules éventuelles actions de remise en conformité porteraient sur la mise en œuvre d'actions correctives en cas de défaillances des dispositions de protection de l'installation.

4.2. EVALUATION DES MARGES

4.2.1. Débordement du ravin de la Bête

Le Ravin de la Bête est à la cote de 302 m NGF au droit du site, on dispose donc d'une marge de près de 8 m par rapport au fond de vallon.

4.2.2. Collecte et évacuation des eaux de pluie et de ruissellement

Il convient tout d'abord de noter qu'aucun évènement pluvieux significatif n'a mis en cause la sûreté de l'installation depuis sa création du fait du ruissellement des eaux.

Dans le cas de pluies supérieures à la pluie de dimensionnement ou dans l'hypothèse d'engorgement des réseaux (par obstruction par exemple), il convient d'évaluer les conséquences des débordements au niveau de caniveaux et grilles de collecte. La conséquence immédiate de ces obstructions serait la formation de lames d'eau sur les voiries. Or les pentes ont été conçues pour favoriser l'éloignement des eaux de ruissellement des bâtiments. Ainsi, la voirie autour du bâtiment réacteur se situe entre 310,6 et 311 m NGF. Le point bas le plus proche (qui correspond à l'emplacement d'une grille pluviale) se situe à une cote de 310,08 m NGF et à environ 14 m de distance.

La voirie autour de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » est comprise en 310,8 et 310,88 m NGF. Il y a donc un écart de plus de 72 cm de haut avec cette même grille pluviale (situé à près de 13 m de distance). Etant donné la largeur de la plateforme (plus de 40 m) et la capacité d'étalement des eaux de ruissellement, le risque d'atteindre la cote 310,8 m NGF est faible, d'autant qu'à partir de la cote 310,7 m NGF, on atteint un point haut qui fait ensuite basculer le ruissellement sur la route menant à la route des Piles.

4.2.3. Dégradation d'ouvrages hydrauliques

La cote maximale que l'eau pourrait atteindre en cas de rupture d'un barrage situé en amont de Cadarache, sur le Verdon ou la Durance, est de 265 m NGF (cas de rupture du barrage de Serre-Ponçon), ce qui est plus bas de plus de 45 m de la cote voirie de l'installation RAPSODIE.

4.2.4. Remontée de nappe

Le réacteur RAPSODIE et les bâtiments qui lui sont associés ont été réalisés dans la zone sud-est de la vallée de piles (Ravin de la Bête). L'INB 25 est placée légèrement sur le flanc sud-ouest de la vallée où elle s'appuie sur les formations les plus anciennes du remplissage de la paléo-vallée de Cadarache (« brèches et sables de base de Cadarache » selon la nomenclature de la nouvelle carte géologique de Cadarache).

Compte tenu de cette situation, l'INB 25 relève probablement d'une hydrodynamique de type « nappe mio-quaternaire », cependant peut-être influencée par la nappe calcaire compte tenu de sa proximité. Il n'existe pas de piézomètre suffisamment proche de l'INB 25 et bénéficiant d'un suivi piézométrique pour être en mesure de réaliser une étude quantifiée du risque de remontée de nappe.

Il est donc nécessaire de considérer l'hypothèse pénalisante d'une remontée de nappe et d'analyser la robustesse de l'installation vis-à-vis de ce scénario. Dans le cadre des ECS, on s'attache à examiner d'une part le bâtiment réacteur et d'autre part l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et

TFA » situé à l'extrémité sud-est de l'installation où ont été entreposés différents conteneurs de sodium provenant des anciens systèmes de refroidissement du réacteur. Ce dernier bâtiment a été construit de plain-pied, une remontée de la nappe jusqu'à la surface n'impliquerait pas l'inondation de ce bâtiment et n'aurait par conséquent aucun impact sur l'entreposage de sodium. La partie enterrée du bâtiment réacteur bénéficie de différentes « barrières » face aux venues d'eau. Un système de pompes a été positionné dans les parties des plus basses du bâtiment et permet de collecter l'eau qui s'infiltrerait derrière le mur le plus à l'extérieur de l'infrastructure.

Le retour d'expérience est très favorable car si les pompes ont déjà eu à fonctionner, aucun incident n'est à constater depuis la mise en fonctionnement de l'installation, et en particulier lors de la crue de novembre 2011. Par ailleurs, dans le cas d'une éventuelle entrée d'eau significative, deux autres « barrières » seraient à franchir avant d'atteindre le réacteur. De plus, les quantités de matières radioactives résiduelles mobilisables du réacteur sont faibles.

En conclusion l'installation RAPSODIE présente une bonne robustesse vis-à-vis du risque de remontée de nappe.

4.3. Conclusions

La présente Evaluation Complémentaire de Sûreté n'a pas identifié de risque d'effet falaise en cas d'inondation externe. Par ailleurs, compte tenu des marges existantes par rapport aux risques d'entrée d'eau dans l'installation, aucune disposition complémentaire n'est envisagée au titre de la robustesse.

5. AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES

5.1. Conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation

Les conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation sont :

- la grêle et les pluies extrêmes locales,

La grêle ou les pluies extrêmes locales peuvent être des initiateurs d'obstruction des systèmes d'évacuation des eaux pluviales. En effet, des phénomènes tels que la grêle ou la mise en mouvement de débris divers par les ruissellements, sont fortement susceptibles d'apparaître.

En cas d'indisponibilité du réseau d'évacuation d'eaux pluviales qui serait obstrué, la sûreté de l'installation et la protection de son environnement ne seraient pas remises en cause. En cas de débordement sur la voirie, l'analyse de ce type d'événement renvoie aux conclusions du risque d'inondation externe.

- les vents violents,

Les vents violents associés à des pluies intenses peuvent entraîner des objets divers (branches d'arbres, ..) qui pourraient contribuer, comme dans le cas de la grêle, à perturber l'évacuation des eaux par un bouchage localisé du réseau.

De la même manière que pour la grêle et les pluies extrêmes locales, l'analyse de l'obstruction du réseau d'évacuation d'eaux pluviales renvoie aux conclusions du risque d'inondation externe. La sûreté de l'installation et la protection de son environnement ne sont pas remises en cause.

- la foudre.

La foudre pourrait être initiatrice de court-circuit, et donc de perte d'alimentation électrique (traitée au chapitre 7), voire d'incendie.

L'installation RAPSODIE est protégée de la foudre avec :

- des paratonnerres implantés sur les toits des bâtiments contre les effets directs de la foudre et,
- des dispositions mises en place au niveau des installations électriques contre les surtensions qui sont les effets indirects de la foudre.

Notons que la perte de l'alimentation électrique n'a pas de conséquence pour la sûreté de l'installation et pour la protection de l'environnement (cf. §6). De même, au même titre qu'un départ de feu dû au séisme, un départ de feu induit par un impact de foudre n'a pas de conséquence pour la sûreté de l'installation et pour la protection de l'environnement (cf. §2.2).

En conclusion, du fait des dispositions précitées et de celles décrites au paragraphe 4.1.2 les conditions météorologiques extrêmes liées à l'inondation n'engendrent pas d'effet falaise.

5.2. Séisme dépassant le niveau de séisme pour lequel l'installation ou certains ouvrages sont dimensionnés et inondation induite dépassant le niveau d'eau pour lequel l'installation est dimensionnée

5.2.1. Identification des inondations induites par un séisme impactant le site de Cadarache

Les inondations induites par un séisme impactant le site de Cadarache peuvent résulter :

- de la rupture, à la suite d'un séisme, de barrages situés sur le Verdon,
- de la rupture, à la suite d'un séisme, du canal de Provence,
- de la rupture, à la suite d'un séisme, des bassins de 2500 m³ (4 bassins) et de 1000 m³ (2 bassins) de la partie nord est du centre.

5.2.1.1. Analyse du risque de rupture de barrages du Verdon à proximité de Cadarache à la suite d'un séisme

Les failles potentiellement sismogéniques du Sud Est de la France sont des failles « intraplaques » présentant des dimensions relativement modestes comparées aux failles présentes en bordures des plaques tectoniques. Ces failles « régionales » présentent des longueurs de rupture potentielle de l'ordre de la vingtaine de kilomètres. On ne peut « physiquement » pas envisager un séisme dont les mouvements destructeurs toucheraient, au cours de la même séquence sismique, le centre de Cadarache et un ouvrage éloigné d'une centaine de kilomètres ; à titre d'illustration, un séisme à Cadarache avec une intensité de 6,5 verrait l'accélération du sol diminuer d'un facteur 10 à 100 km.

Les principaux barrages de la région susceptibles de concerner Cadarache, sont :

- les barrages situés sur le Verdon et éloignés de moins de 30 km de Cadarache (Sainte-Croix, Quinson et Esparron/Gréoux) ; on ne peut pas exclure la possibilité de dommages sur ces ouvrages consécutifs à un séisme sur le centre de Cadarache,
- le barrage de Serre-Ponçon implanté sur la Durance et situé à plus de 95 km de Cadarache ; compte tenu de son éloignement, sa rupture consécutive à un séisme ayant lieu sur Cadarache n'est pas envisageable.

En cas de rupture des barrages du Verdon due à un séisme à Cadarache nous avons considéré que la cote de l'onde de submersion serait équivalente à celle résultant de l'effacement total mais progressif du barrage du fait de l'apparition d'un renard hydraulique.

Les calculs ont été effectués en prenant les conditions les plus défavorables qui correspondent à une onde de submersion se propageant sur lit sec, les modifications récentes intervenues dans le lit de la Durance telles que la construction de l'autoroute A51 et l'aménagement du bassin d'écluse ont été prises en compte.

Les côtes maximales atteintes seraient :

- de 254 m NGF si on considère la rupture du barrage de Sainte-Croix et des barrages avals tels que Quinson et Gréoux ; le temps d'arrivée du front d'onde serait de 1h50min,
- de 250 m NGF si on ne considère uniquement que la rupture de Esparron/Gréoux ; le temps d'arrivée du front d'onde serait de 1h30min.

On peut noter qu'aucune installation nucléaire ne serait concernée et l'accès au centre resterait possible par les portes annexes.

5.2.1.2. Analyse du risque de rupture du canal de Provence à la suite d'un séisme.

Description des ouvrages du canal de Provence

Le Canal de Provence est alimenté, via le canal mixte EDF/SCP, par la retenue de Gréoux-les-Bains. En aval du canal mixte, dans la cuvette de Boutre, démarrent les ouvrages SCP : un canal d'amenée à ciel ouvert et ensuite une galerie enterrée (cf. Figure 8).

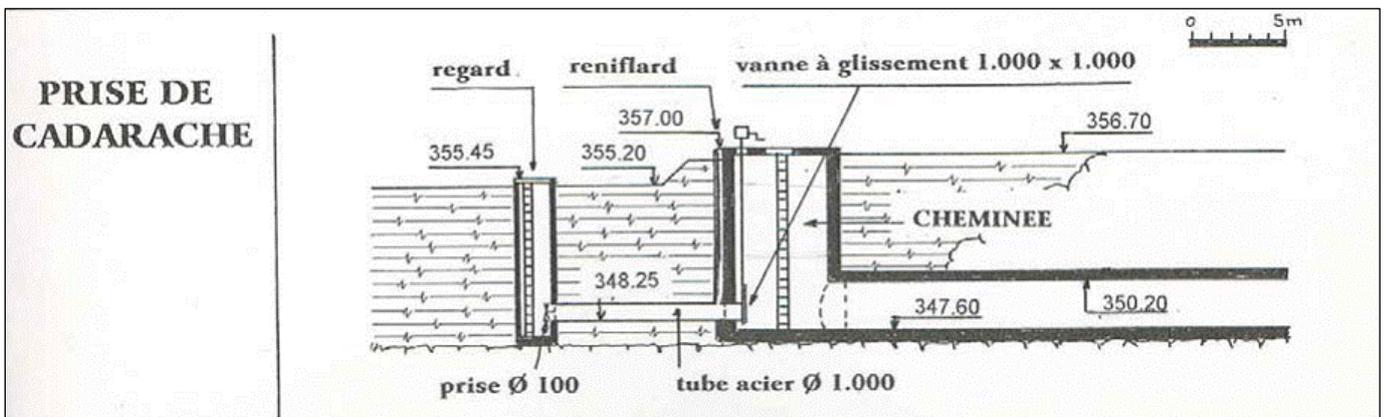


Figure 8 : implantation du canal de Provence

Le profil en long de la galerie (cf Figure 10.) fait apparaître une prise au niveau de Cadarache initialement construite pour alimenter le centre, cette prise est aussi appelée prise du « Médecin ».

Cette prise est une galerie « dérivée » ascendante de la galerie du Canal de Provence. Elle est située dans une zone où le Terrain Naturel (TN) est à la côte 357 m NGF et le radier du puits est à la côte 347,60 m NGF (cf. figure 9) .

Figure 9 : Prise de Cadarache



Au niveau de Boutre (canal à ciel ouvert d'alimentation de la galerie enterrée), le niveau des plus hautes eaux (canal à l'arrêt) est à la côte 353,70 m NGF avec des berges à 354 m NGF en point haut (cf. Figure 10).

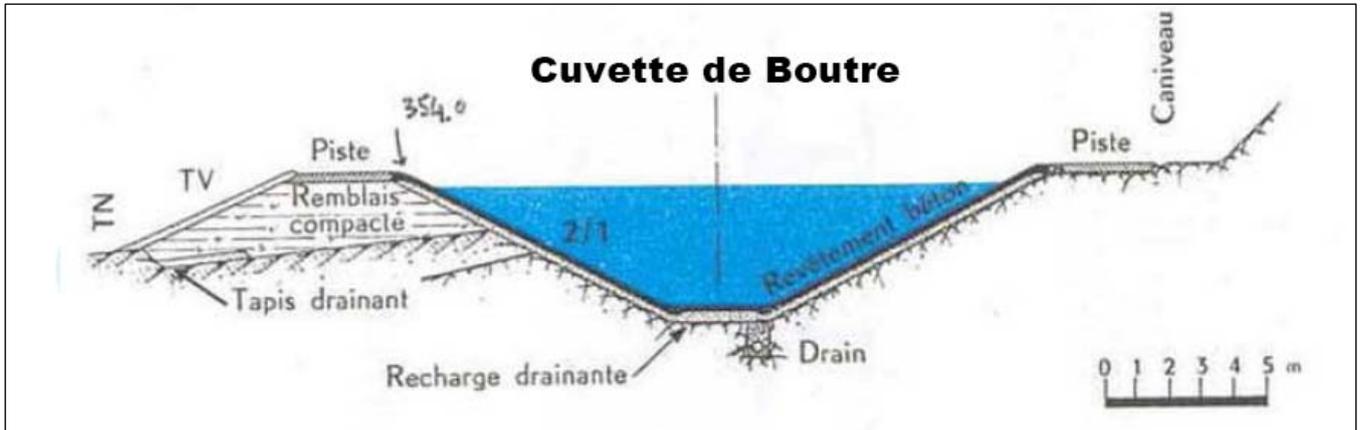


Figure 10 : coupe de la cuvette de Boutre

La côte piézométrique dans le puits du Médecin évolue de la manière suivante :

- canal est à l'arrêt : 353,7 m NGF,
- débit maxi : 350,7 m NGF.

Le niveau piézométrique du puits du Médecin ne peut hydrauliquement pas dépasser la côte 353.70 m NGF. Celle-ci correspond en effet au niveau maximum d'exploitation du canal dans la cuvette de Boutre.

Le profil géologique autour du puits du Médecin est constitué à partir du Terrain Naturel (355,2 m NGF) d'un horizon de cailloutis à matrice argileuse sur une puissance d'environ 2 m puis, à partir de la côte 353 m NGF de calcaires beiges. Le niveau piézométrique a été relevé, hors période pluvieuse, à la côte 343,7 m NGF.

Analyse du risque d'inondation par les ouvrages du Canal de Provence

L'analyse cartographique permet de limiter le risque d'inondation externe du centre de Cadarache par le canal de Provence, uniquement à la zone de la prise du Médecin, il s'agit en effet du seul secteur traversant le bassin versant du Ravin de la bête (cf. Figure 11).

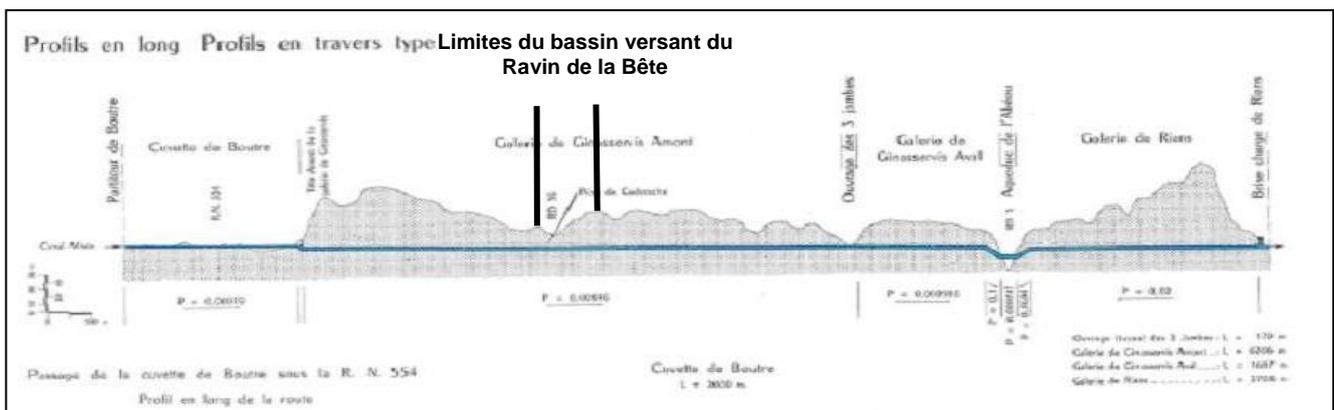


Figure 11 : Profil en long de la galerie de Rians SCP

Le profil fait apparaître des profondeurs relativement importantes pour le canal. Dans le secteur retenu, seul l'ouvrage du Médecin apparaît le plus proche de la surface et, de plus, situé dans la partie amont du vallon du ravin de la Bête (cf. Figure 12).

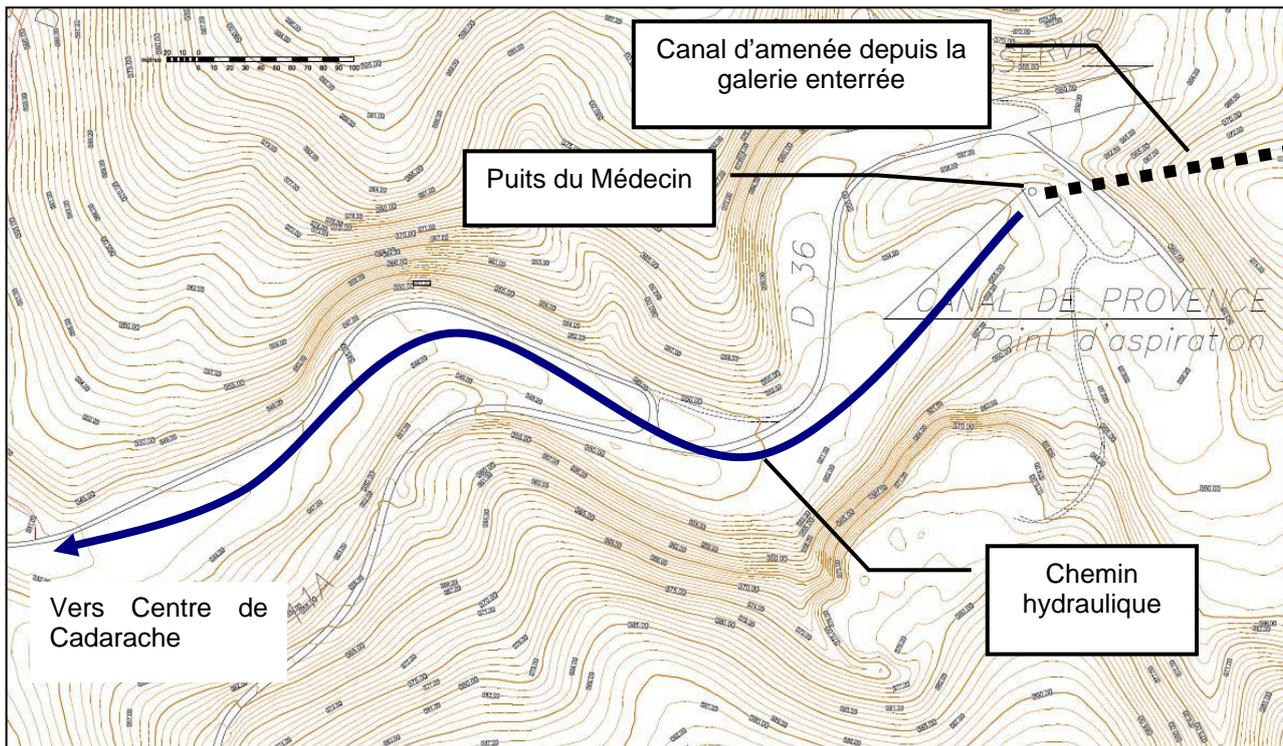


Figure 12 : profil du bassin versant au niveau du puits du Médecin

Par conséquent, l'aléa retenu pour analyser le risque inondation sera limité à l'analyse du puits du Médecin et de son canal d'amenée.

L'analyse a porté sur la prise en compte exhaustive des scénarios pouvant conduire à la génération d'un débit de fuite mobilisable dans le vallon du ravin de la Bête pour ensuite, par ruissellement, impacter le centre de Cadarache. Les scénarios de fuite suivants ont alors été identifiés :

– **Débordement du puits du Médecin :**

La galerie est mise en charge par le canal maître qui est à ciel ouvert au niveau de la cuvette de Boutre et dont les berges sont à la côte 354 m NGF.

La mise en charge du canal d'alimentation de la galerie est donc limitée à cette côte, au-delà, le canal se déverserait dans la cuvette de Boutre.

Le scénario par débordement du puits peut donc être exclu sur des considérations topographiques : le haut du puits est 3 m plus haut que les berges du canal de Boutre.

– **Effacement du puits du Médecin :**

La galerie d'amenée est enterrée dans les calcaires entre 7 et 9 m de profondeur et la piézométrie interne fluctue entre 4 et 7 m de profondeur.

La mobilisation en surface d'un débit de fuite qui ruissèlerait vers le centre nécessiterait un effacement du puits et des terrains entre la côte 353 m NGF et la côte 347 m NGF.

L'observation topographique montre qu'il faut s'éloigner, au minimum de 300 m en aval du puits, pour que le Terrain Naturel (TN) soit à la côte du radier du puits (cf. Figure 13). Cette distance est la plus défavorable car elle correspond exactement au cheminement hydraulique du fond de vallon. Dans toutes les autres directions, la topographie ascendante ne permet pas de mise à l'air libre.

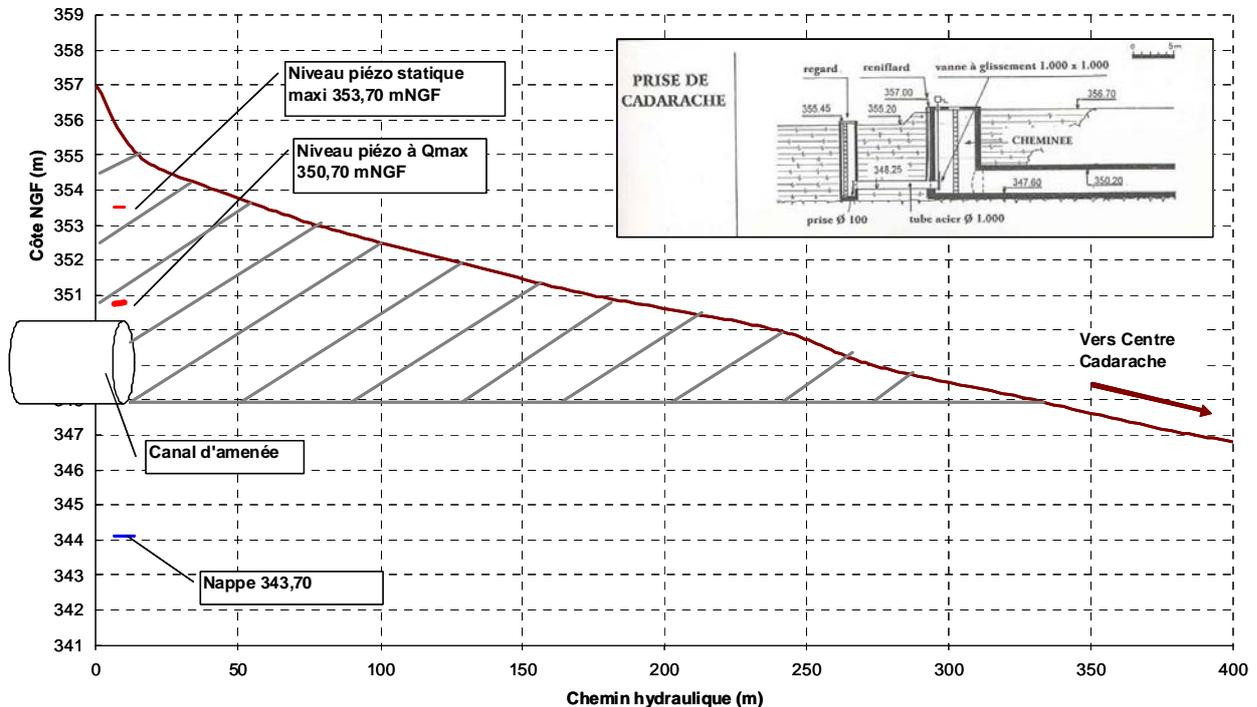


Figure 13 : profil du terrain naturel le long du chemin hydraulique du vallon du ravin de la Bête à partir du puits du Médecin

Le scénario pouvant conduire à une ouverture des terrains au droit de la galerie d'amenée avec décalage des terrains à l'aval sur une longueur de 300 m serait celui du jeu d'une faille active dont le rejet serait de plusieurs mètres (entre 4 et 9 m). Ce scénario n'a pas été retenu compte tenu du contexte sismique local qui ne permet pas d'envisager des déplacements co-sismique supérieurs au décimètre.

Afin d'évaluer l'impact de l'effacement du puits, sur la piézométrie locale, nous avons considéré un scénario considérant l'effacement total du puits sans modification du profil du terrain. L'objectif de cette évaluation est de vérifier l'impact piézométrique de ce scénario qui mobiliserait une partie des eaux en surface par remontée de la ligne piézométrique.

Le calcul réalisé en fonction des données disponibles permet de caractériser l'évolution piézométrique en aval de la galerie du Médecin en considérant que toute la charge disponible dans la galerie est disponible pour l'aquifère, soit une hauteur piézométrique « imposée » correspondant à la cote 353,70 m NGF.

Cette considération permet :

1. de garantir que les flux vers l'aquifère sont uniquement limités par ses propres capacités (perméabilité/porosité efficace),
2. de majorer le débit du canal d'amenée car, quelle que soit la valeur de débit transféré vers l'aquifère, la charge piézométrique reste constante, ce qui, en réalité, n'est pas le cas (chute rapide à 350,3 mNGF)
3. de n'imposer aucune « perte de charge » ou « perméabilité » pour l'ouvrage du Médecin.

Une telle considération permet de simuler un effacement total du puits du Médecin.

Si la piézométrie calculée est supérieure à la cote du Terrain Naturel en aval du puits du Médecin, alors une partie des eaux de fuite pourrait être considérée comme mobilisée en surface et devrait alors être considérée comme source potentielle de risque d'inondation.

Les propriétés hydrodynamiques de l'aquifère ont été considérées constantes avec des valeurs enveloppes : 10^{-3} m/s pour la conductivité hydraulique et 30% de porosité efficace.

La Figure 14 montre les différentes lignes piézométriques en aval du poste du Médecin en fonction des différentes hypothèses retenues pour le gradient de la nappe (autour de 2% correspondant à la topographie locale) et du niveau de base au niveau du puits (343,70 m NGF +/- 2m).

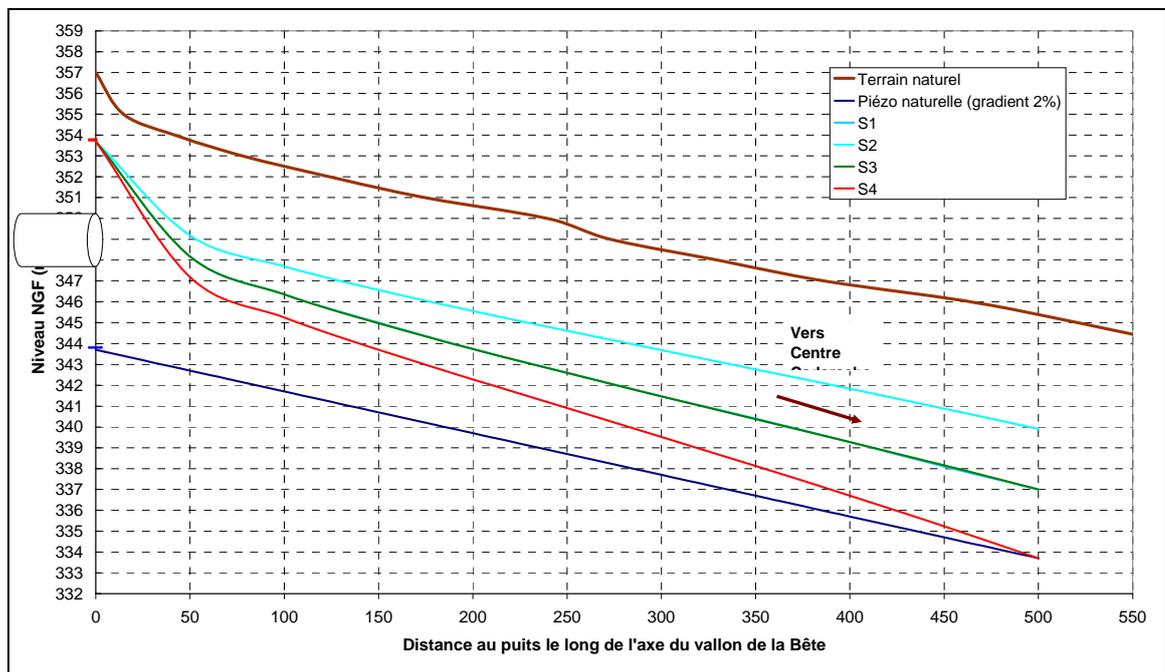


Figure 14 : profil piézométrique calculé en aval du puits du Médecin (m)

Les calculs font apparaître une évolution piézométrique en 2 phases pouvant s'expliquer par les phénomènes suivants successivement prépondérants :

- forte chute piézométrique sur les 50 premiers mètres où les eaux de fuite rejoignent le niveau piézométrique de base située plusieurs mètres en dessous,
- dissipation plus lente au dessus du niveau piézométrique.

Dans tous les cas simulés, la surface n'est jamais atteinte. Il n'y a pas donc lieu de retenir un scénario d'inondation externe de surface par dégradation sur les ouvrages constitutifs du puits du Médecin.

- Fuites par dégradation du puits :

Si l'effacement total du puits devant la galerie d'amenée apparaît improbable, des dégradations de type fissuration entraînant des débits de fuites ne peuvent pas être exclues.

Dans ce cas, les débits en jeu seraient limités aux débits de fuite des ouvrages entre les côtes 353,70 et 347,60 m NGF. Immédiatement après avoir traversé des parois de l'ouvrage, les eaux de fuite seraient tenues par la perméabilité des terrains environnants. Cette perméabilité fait chuter la piézométrie et dévie les eaux de fuite vers la nappe sous-jacente (343 m NGF).

Si localement le taux de fracturation du calcaire évolue et des karsts sont présents, ils serviront de drains verticaux aux eaux de fuite.

Nous pouvons conclure de cette analyse du risque inondation par les ouvrages du Canal de Provence, que la dégradation des ouvrages de la prise du Médecin n'est pas susceptible de générer un débit de fuite mobilisable dans le vallon du ravin de la Bête.

Description des ouvrages situés en aval de la prise du Médecin

On peut noter par ailleurs, que des ouvrages situés en amont et en aval de la prise du Médecin présentent une vulnérabilité plus importante que celle du puits du Médecin, leur rupture conduirait à l'écoulement des eaux du canal de Provence dans des bassins versant sans rapport avec celui de Cadarache ; il s'agit :

– **Du canal de Boutre**

Au niveau de la plaine de Boutre située au nord du centre de Cadarache, le canal d'alimentation de la galerie enterrée est à ciel ouvert (cf. Figure 15) ; en cas de séisme, la rupture de la berge du canal aurait pour conséquence le déversement des eaux du canal dans la plaine de Boutre sans conséquence pour le centre de Cadarache.



Figure 15 : Canal de Boutre

– **De l'aqueduc de RIANs**

En aval de la galerie dérivée, entre Saint Paul Lez Durance et Rians, le Canal de Provence traverse la vallée de l'Abéou au moyen d'un aqueduc (à 4,6 km à l'aval de la galerie dérivée). Cet aqueduc est posé sur patins et est raccordé de part et d'autre à la galerie enterrée. Cet ouvrage présente un niveau de faiblesse plus important que la prise du Médecin face à un séisme qui toucherait Cadarache. En tant qu'aqueduc aérien, son effacement complet apparaît comme un scénario bien plus probable et, par sa position aval, et sur la galerie principale, il créera un appel de débit et le dénoyage de la prise du Médecin ainsi que l'écoulement des eaux du canal dans la vallée de l'Abéou à l'extérieur du centre.

5.2.2. Analyse du risque de rupture des bassins de 2500 m³ et de 1000m³ à la suite d'un séisme

Les réservoirs d'alimentation en eau potable du centre sont situés en hauteur sur une crête, au-dessus et légèrement en amont de l'installation MCMF. Il s'agit de cylindres en béton précontraint construits en 1964, posés sur un sol constitué de poudingue de Valensole (rocher de bonne qualité mécanique) et recouvert de terre pour des raisons thermiques.

Les lignes en acier de la distribution d'eau situées au pied des réservoirs ont des tracés réguliers avec des supports verticaux. Il y a de nombreuses vannes avec des brides boulonnées mais pas de point fixe au voisinage de ces vannes qui pourrait créer des déplacements différentiels importants. Les pompes et les moteurs sont sur un châssis commun ancré dans les radiers ; les lignes piquées sur les pompes ne présentent pas de singularités qui induiraient des efforts importants sur les pompes. Enfin, les lignes ne présentent pas de marques de corrosion importante. On peut donc conclure qu'il n'y a pas de risque de rupture de ces lignes dans la station ; par contre, on ne peut pas exclure des fuites, aux brides en particulier. Par ailleurs, il n'y a pas, dans ces locaux, d'équipements pouvant servir d'agresseurs aux réservoirs et aux lignes de tuyauteries.

L'effet d'un séisme sur les réservoirs les plus grands (2500 m³) a été analysé en considérant que les conclusions s'appliquaient également aux réservoirs de 1000 m³. Cette analyse révèle qu'il pourrait y avoir des fuites à travers des fissures localisées mais pas de ruine susceptible de conduire à une vidange très rapide du contenu. Sous le radier, il n'y a pas de décollement jusqu'à 1,7 fois le SMS ; au-delà, jusqu'à environ 2,5 fois le SMS il y a une légère redistribution des contraintes dans la structure. Sous SMS, en pied de virole, il y a une traction de l'ordre de 0,35 MPa qui peut être équilibrée par la contrainte dans le béton ou par les armatures présentes. Cette traction peut être équilibrée jusqu'à un niveau de séisme au-delà du double du SMS. Des fissures d'ouverture très limitée ne sont pas à exclure.

Au vu de ces estimations, jusqu'à un séisme d'environ 2 fois le SMS, il peut se produire quelques fuites localisées, mais une vidange rapide des réservoirs par rupture brutale est à exclure.

Les débits de fuites alors générés au travers d'ouvertures de petites dimensions (fissures sur le génie civil ou fuites entre brides) subissant une très faible charge hydraulique amont (charge statique du réservoir maximale de 6,2 m correspondant au niveau d'exploitation) seront relativement faibles (estimés à quelques centaines de m³/h au maximum).

Le positionnement en crête topographique des réservoirs permet de considérer que les eaux de fuite seraient rapidement canalisées vers le réseau hydrographique naturel et en particulier par les talwegs, et ensuite par le réseau pluvial du centre dont la capacité hydraulique permettrait de reprendre les débits sans débordement.

Par ailleurs, les réservoirs étant semi-enterrés et ancrés au sein d'un faciès géologique imperméable (poudingue de Valensole), les 2 phénomènes suivants contribueraient à limiter les risques d'inondation en aval :

1. Les fissures auraient tendance à se produire sur les parties supérieures non enterrés des réservoirs ne permettant qu'une mobilisation partielle des volumes d'eau et sous une faible charge hydraulique,
2. Les eaux de fuite des fissures sur les parties inférieures des réservoirs seraient retenues par la faible perméabilité des terrains situés en limite d'excavation.

Cette analyse permet donc de conclure à l'absence de conséquences d'un séisme impactant les bassins de 2500 m³ et 1000 m³ sur les installations du centre.

5.2.3. Points faibles et effet falaise

En conclusion, un séisme supérieur au séisme de dimensionnement n'est pas susceptible de conduire à un risque d'effet falaise suite à la défaillance d'ouvrages hydrauliques du Centre ou proches du Centre.

6. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES ET PERTE DES SYSTEMES DE REFROIDISSEMENT

6.1. Architecture des alimentations électriques de l'installation

Les alimentations électriques de l'installation RAPSODIE proviennent :

- **d'une source normale** constituée de deux lignes de 15 kV en redondance à partir du réseau EDF via le poste de livraison/transformation 63 kV/15 kV du centre (alimentation externe),
- **d'une source de premier secours** constituée d'un Groupe Electrogène Fixe (GEF) d'une puissance de 650 kVA et d'un Groupe Electrogène Mobile (GEM) fourni par le centre de 390 kVA au minimum qui permettrait d'alimenter le réseau secouru du Tableau Général Basse Tension (TGBT),
- **d'une source d'ultime secours** constituée d'un Groupe Electrogène Mobile (GEM) fourni par le centre de 250 kVA qui permettrait d'alimenter une partie du réseau secouru.
- **d'une source spécifique** constituée d'un Groupe Electrogène Mobile (GEM) fourni par le centre d'une puissance minimale de 50 kVA qui permettrait d'alimenter les systèmes de surveillance de l'installation,
- **de batteries** disposées en tampon **sur le réseau 220 V ondulé** permettant d'assurer une continuité de l'alimentation dans le but de pallier des microcoupures éventuelles sur les circuits de mesure et de sécurité,
- **de batteries** propres au réseau de téléalarme et de la baie incendie.

En fonctionnement normal, les liaisons 15 kV du centre alimentent en boucle, via deux transformateurs de puissance 1000 kVA, 15 kV/380 V, le Tableau Général Basse Tension (TGBT) de RAPSODIE. Celui-ci dispose d'une partie « normale » et d'une partie « secourue ».

La partie « secourue » peut être reprise par le GEF d'une puissance de 650 kVA, ou par un GEM de 380 kVA. Chaque bâtiment dispose d'un onduleur pour permettre une permanence de l'alimentation des équipements du contrôle-commande de la ventilation, sensibles aux microcoupures électriques.

La tension 380 V non secourue permet d'alimenter les équipements normaux de l'installation et la moitié du réseau d'éclairage des locaux,

La tension 380 V secourue permet d'alimenter :

- les équipements importants pour la sûreté, en particulier les équipements de surveillance de l'INB 25,
- les moyens de levage,
- la seconde moitié du réseau d'éclairage des locaux.

La tension 220/380 V d'ultime secours permet d'alimenter les fonctions de surveillance et de sécurité :

- les systèmes de surveillance de la radioprotection,
- les systèmes de surveillance radiologique et des rejets gazeux,
- les systèmes de téléalarme et sonorisation,
- le réseau de détection et d'extinction d'incendie.

La tension alternative ondulée en 220 V est fournie par un système de chargeurs/batteries et d'onduleurs. Elle permet d'alimenter :

- les éléments nécessaires à la surveillance de l'installation, tel que le système de gestion technique centralisée ou les capteurs liés au confinement de l'enceinte étanche et de la cuve du réacteur,
- les éléments nécessaires à la surveillance radiologique du bâtiment réacteur, du bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires, du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et du bâtiment « LDAC », à savoir :
 - o les capteurs de radioprotection du bâtiment réacteur, du bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires, du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et du bâtiment « LDAC »,
 - o les capteurs de radioprotection des émissaires de Rapsodie,
 - o l'ordinateur et les équipements du Tableau de Contrôle Radiologique de Rapsodie,
- les systèmes de téléalarme.

La multiplication des systèmes d'alimentation en énergie permet de palier à des indisponibilités au niveau des sources :

- alimentation normale à partir du réseau du centre (par deux lignes 15 kV différentes),
- alimentation de secours par le GEF ou les deux Groupes Electrogènes Mobiles (GEM) du centre,
- alimentation ondulée et continue par batteries (réseau prioritaire secouru ondulé et réseau de téléalarme et radioprotection).

GEF

Ce groupe électrogène a un rôle d'alimentation de secours pour une partie de la distribution de l'INB 25.

Le GEF assure automatiquement l'alimentation électrique du réseau secouru avec une autonomie de 7 jours.

Le GEF possède deux démarreurs électriques indépendants alimentés par deux jeux de batteries de 24 V.

Le démarrage du GEF est automatique et asservi à la perte du réseau normal de plus de 2 à 3 secondes. L'arrêt du GEF est asservi au retour du réseau EDF (normal) après 15 minutes sans coupure intermédiaire.

GEM

L'indisponibilité du GEF peut être palliée par la mise en place de GEM fournis par le centre dans un délai de 4 heures :

- Un GEM autonome de 390 kVA au minimum qui permet d'assurer l'alimentation en énergie électrique du réseau secouru, en cas de perte de l'alimentation électrique normale et du GEF.
- Un second GEM autonome de 250 kVA peut être connecté au réseau ultime secours, en cas de perte de toutes les autres alimentations électriques. Ce deuxième GEM assure l'alimentation électrique de la téléalarme (satellite, contrôles incendie et inondation), de la sonorisation et des éclairages de secours. Il permet également d'assurer l'alimentation en énergie électrique des onduleurs alimentant les réseaux téléalarme et radioprotection pour assurer les fonctions de sécurité et de surveillance de l'INB.
- Un troisième GEM autonome de 50 kVA peut être connecté directement sur les systèmes reliés à la téléalarme (baie incendie, détecteurs inondation, boutons d'appels ...).

Réseau 220 V ondulé

L'autonomie des batteries disposées sur le réseau 220 V ondulé est d'environ 20 minutes. Ce réseau permet d'assurer une alimentation permanente, pendant le temps de démarrage du GEF, des équipements de surveillance de l'installation.

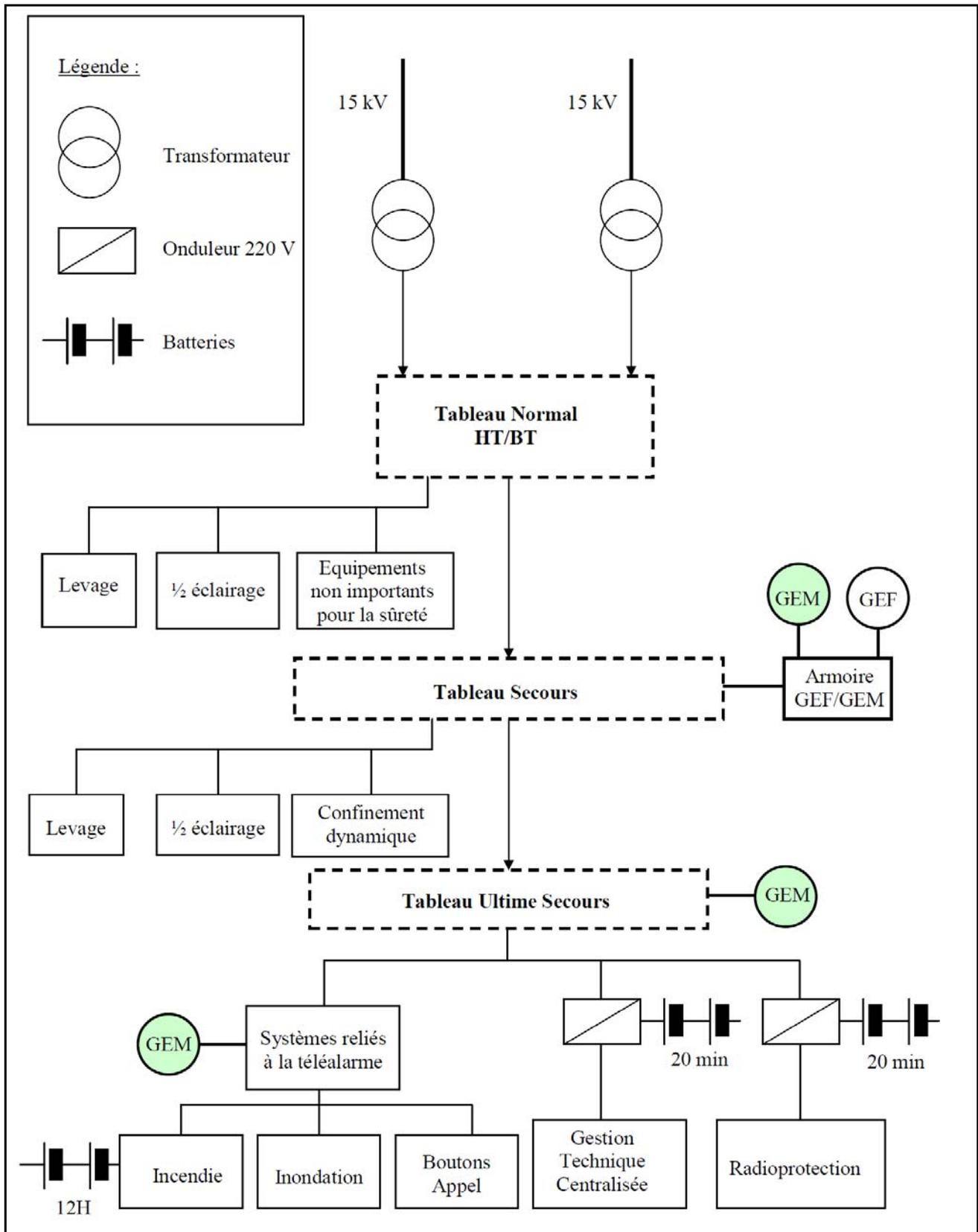


Figure 16 : Architecture des alimentations électriques de l'INB 25 - RAPSODIE

6.2. Perte des alimentations électriques externes

En cas de perte totale de l'alimentation normale (perte des 2 arrivées 15 kV en redondance ou dysfonctionnement des 2 transformateurs 15kV/380V), **l'alimentation en 380 V secourue de l'INB 25 est reprise par le GEF de 650 kVA.**

Le temps d'autonomie du GEF (7 jours) est confortable pour alimenter les équipements de l'installation et pour mettre l'installation en position de repli sûr.

Au-delà de ces temps de fonctionnement, la réalimentation en gazole du GEF de 650 kVA nécessite un approvisionnement par camion citerne dans le cadre des actions du centre.

Cependant, en cas de perte, présumée de longue durée, de l'alimentation EDF, un GEM de 380 kVA au minimum peut-être mis en place et raccordé à la distribution électrique de l'INB 25.

Par ailleurs, il est possible de venir raccorder un autre GEM autonome d'une puissance de 250 kVA au réseau ultime secours, en cas de perte de toutes les autres alimentations électriques.

La perte de l'alimentation en 380 V non secouru n'a pas d'impact sur la sûreté de l'INB 25.

6.3. Perte des alimentations électriques externes et des alimentations internes

L'alimentation de secours conventionnelle provient du GEF diesel de l'installation 650 kVA.

En cas de perte simultanée de l'alimentation normale (alimentations électriques externes) et du GEF, les réseaux 380 V non secourus et secourus de l'INB 25 sont indisponibles.

Toutefois, les réseaux 220 V ondulés restent alimentés par les batteries installées sur les onduleurs le temps de leur autonomie (20 minutes) et assurent une continuité de fonctionnement des équipements participant à la sûreté :

- les éléments nécessaires à la surveillance de l'installation, tel que le système de gestion technique centralisée ou les capteurs liés au confinement de l'enceinte étanche et de la cuve du réacteur,
- les éléments nécessaires à la surveillance radiologique, à savoir :
 - o les capteurs de radioprotection du bâtiment réacteur, du bâtiment constitué de bureaux et de laboratoires, du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » et du bâtiment « LDAC »,
 - o les capteurs de radioprotection des émissaires de l'installation,
 - o l'ordinateur et les équipements du Tableau de Contrôle Radiologique de Rapsodie,
- les systèmes de téléalarme.

De plus, il a été indiqué que les équipements liés à la surveillance de l'installation (téléalarme, baie incendie) sont maintenus sur batteries propres le temps de leur autonomie.

En outre, l'alimentation en ultime secours pourrait se faire par un GEM de 250 kVA décrit au paragraphe 6.1.

Les conséquences potentielles de la perte des alimentations électriques externes et des alimentations de secours conventionnelles sont :

- la perte du confinement dynamique des bâtiments.
Toutes activités ou travaux en cours, en zone réglementée, sont alors stoppés et l'installation est placée en état sûr par les opérateurs. Les accès en zone réglementée sont limités au personnel d'intervention munis d'EPVR. De plus, les équipements de surveillance radiologique restent actifs (batteries propres) et la première barrière de confinement reste intègre.
- l'arrêt des équipements de manutention.
Cependant, tous les appareils de levage disposent d'un frein à manque de courant permettant de maintenir les charges manutentionnées. Tous les ponts disposent de mécanismes manuels permettant de poser les charges manutentionnées.
- la perte de l'éclairage et des signalisations locales.
Mais les opérateurs disposent de l'autonomie des batteries des onduleurs pour placer les équipements en état sûr.
- la perte de certains équipements de surveillance de l'installation.
Toutefois, celle-ci sera assurée par des rondes en local.

En conclusion, la perte des alimentations électriques externes et des alimentations de secours conventionnelles n'a pas d'impact pour la sûreté et n'entraîne pas d'effet falaise pour l'INB 25.

INB 25 RAPSODIE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

Les réseaux secourus de l'INB 25 pourraient toutefois être repris dans un délai inférieur à 4 heures par le raccordement d'un GEM.

En cas de perte totale des alimentations électriques (externes, groupes électrogènes et batteries), tous les systèmes électriques de l'INB 25 deviennent inactifs :

- la perte du réseau 220 V ondulé conduit à la perte de la gestion technique centralisée et de certains équipements de surveillance,
- les équipements de sonorisation (réseau de diffusion générale) et d'interphonie sont indisponibles. Des Talkies-walkies disponibles dans les installations seront alors utilisés lors d'éventuelles interventions de surveillance en mesures compensatoires,
- les équipements de surveillance radiologique sont indisponibles,
- les équipements de téléalarme ne sont plus opérationnels (l'autonomie des équipements assurant la baie incendie est de 12 heures).

Il est à noter qu'en cas de perte des alimentations électriques toutes les opérations en cours sont arrêtées. Il n'y a donc aucune raison d'évolution radiologique de l'air ambiant. De plus, le confinement statique du bâtiment reste actif.

En conclusion, la perte de toutes les alimentations électriques n'entraîne pas d'effet falaise pour l'INB 25.

7. GESTION DES ACCIDENTS GRAVES

Afin de garantir une réactivité optimale en cas de situation d'urgence survenant sur un de ses centres, le CEA s'appuie chaque jour sur un dispositif d'astreinte et de permanence pour motif de sécurité, constitué de personnels prêts à intervenir 24h/24 et à se mobiliser dans les plus brefs délais.

Le CEA organise et participe chaque année à une vingtaine d'exercices de grande ampleur dont certains mobilisent l'ensemble de la chaîne décisionnelle et opérationnelle publique. Ces exercices permettent de tester l'ensemble des chaînes décisionnelle et opérationnelle dont l'efficacité et la réactivité sont essentielles pour assurer la meilleure gestion de la situation d'urgence voire de la situation extrême. Ces exercices permettent d'assurer ainsi l'entraînement des équipes de crise, de mettre à l'épreuve les moyens opérationnels mobilisables, de tester l'organisation de crise décrite dans les plans d'urgence, d'en vérifier l'efficacité et enfin de consolider le dispositif de gestion de crise grâce à l'exploitation d'un retour d'expérience.

Des exercices au scénario orienté pour prendre en compte le retour d'expérience de Fukushima seront proposés, dans le futur, en liaison avec les autorités compétentes.

L'organisation de crise mise en place par le CEA doit permettre de faire face à une crise qui surviendrait sur un ou plusieurs de ses 10 centres. Cette organisation repose :

- au niveau national, sur le Centre de Coordination en cas de Crise (CCC) situé à Saclay (avec repli possible à Fontenay-aux-Roses),
- au niveau local, sur un Poste de Commandement de Direction Local (PCDL) dans chaque centre.

Placé sous l'autorité de l'Administrateur Général du CEA ou de son représentant, le CCC est en liaison étroite et permanente avec le PCDL du centre où la crise est survenue. Le CCC, point de contact des autorités gouvernementales et des responsables des autorités de sûreté nationales, est notamment chargé de superviser et coordonner les interventions du CEA, arbitrer les choix stratégiques et consolider et diffuser l'information vers les pouvoirs publics nationaux, les médias, le personnel CEA.

Des Equipes Techniques de Crise, aux niveaux national et local, ont pour mission, en appui du CCC et du PCDL, de :

- valider le diagnostic de l'accident établi dans les premiers instants de la crise,
- étudier l'évolution prévisible de la situation, et fournir un pronostic sur l'état de l'installation, les rejets, leurs conséquences dans l'environnement, ainsi que sur les parades envisageables,
- anticiper les aggravations éventuelles de la situation en les identifiant et en proposant des parades préventives au niveau de l'installation.

7.1. Moyens de gestion de la situation de crise

Le plan d'urgence interne (PUI) est une organisation de gestion de crise qui est activée en cas d'accident susceptible d'avoir des conséquences nécessitant l'application de mesures qui dépassent le cadre d'action du responsable de l'installation accidentée. Le PUI complète donc les consignes et les dispositions d'urgence de chaque installation en cas d'accident important survenu ou menaçant l'installation. Ces dispositions visent à circonscrire le sinistre, à mettre l'installation dans un état sûr, à secourir et à protéger les personnes et l'environnement, à évaluer les conséquences et l'évolution du sinistre, à informer le personnel, les autorités, les élus locaux.

Les relations entre les divers organismes impliqués dans la gestion de crise sont gérées au travers de protocoles et de conventions :

- protocole, entre le CEA, l'ASN et l'IRSN, relatif à l'organisation mise en place en cas d'incident ou d'accident affectant une INB dont l'exploitant est le CEA,

- convention particulière, entre le CEA, l'ASN et l'IRSN, relative aux relations entre les équipes techniques de crise en cas d'incident ou d'accident affectant une INB dont l'exploitant est le CEA,
- convention entre le CEA et la Préfecture relative aux modalités d'information réciproque et de concertation pour l'alerte de la population implantée dans le périmètre d'application du Plan Particulier d'Intervention (PPI) et l'information du public,
- convention, relative aux modalités d'intervention des secours extérieurs sur le centre de Cadarache, entre le **S**ervice **D'**Incendie et de **S**ecours 13 (SDIS) et le CEA.

Le Plan Particulier d'Intervention (PPI) est une organisation de gestion de crise qui est activée en cas d'accident susceptible d'avoir des conséquences à l'extérieur d'un site industriel ou nucléaire important ; il est placé sous la responsabilité du Préfet qui organise l'intervention des secours pour la protection de la population et de l'environnement à l'extérieur du site.

7.1.1. Risques liés à l'environnement industriel

L'emplacement du centre de Cadarache a été choisi en grande partie pour des raisons d'éloignement des grandes agglomérations et des grands centres industriels. De fait, les concentrations industrielles importantes se situent à plus de 50 km (usine chimique Arkema à Saint-Auban, Sanofi à Sisteron, les industries situées au sud et à la périphérie de l'Etang de Berre).

Dans un rayon de 20 km autour du centre se sont développées des zones industrielles de taille plus modeste qui accueillent beaucoup de sous-traitants du CEA. Elles sont situées à Saint-Paul-lez-Durance et Vinon-sur-Verdon, mais aussi à Manosque et Sainte-Tulle dans les Alpes de Haute-Provence. On y trouve des entreprises spécialisées en mécanique de précision, en électronique ainsi qu'en traitement de déchets.

L'activité industrielle la plus importante de la vallée de la Durance concerne la production et la distribution d'énergie hydroélectrique par un ensemble hydraulique de 18 centrales représentant une puissance de 2000 MW, les centrales les plus proches étant situées à Sainte-Tulle, Beaumont-de-Pertuis et Jouques.

Il est à noter également à Manosque la présence d'un site de stockage souterrain pour les hydrocarbures ou le méthane dans des cavités de sel. La liaison avec l'artère principale qui passe au sud d'Aix-en-Provence s'effectue par une canalisation de 68 km de long qui transporte du méthane humide à la pression de 80 bars, dont le cheminement passe à 1,5 km de la limite ouest du site.

Deux pipelines passent par ailleurs à plus de 15 km au nord-ouest du centre et relie la zone de Fos-sur-Mer à Manosque.

Un recensement des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation a été réalisé auprès des Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) des régions concernées, il en ressort qu'aucune ICPE de ce type n'est présente dans un rayon de 10 km autour du centre.

Par conséquent le centre n'a pas d'environnement industriel particulier dans un rayon de 5 km, pouvant représenter une source potentielle de risque. La conduite de gaz « Corbières-Manosque » située à 1,5 km de la limite ouest du site et la canalisation arrivant sur le centre ne présentent pas de risque particulier.

Les risques externes sont dus essentiellement au transport de matières dangereuses sur les voies de communications alentours et plus précisément la route départementale D952 (ce risque n'étant pas à prendre en considération sur RAPSODIE du fait de l'éloignement de l'installation par rapport à la clôture du centre, et donc de la route départementale D952).

Dans le périmètre proche de l'INB RAPSODIE, les installations implantées et susceptibles de présenter un risque pour RAPSODIE sont les suivantes :

- L'ICPE PLINIUS utilisant une plate-forme expérimentale manipulant de l'uranium appauvri,
- L'ICPE Halls de Recherche Technologique (HRT) regroupant des activités liés aux expérimentations relatives à l'utilisation de métaux liquides (dont du sodium),
- L'INB MASURCA, maquette critique de réacteur.

Les accidents de référence considérés dans les études de dangers des ICPE PLINIUS et HRT ne portent pas atteinte à la sûreté de l'installation RAPSODIE.

D'autre part, l'ECS réalisée sur l'INB MASURCA a identifié un risque d'effet falaise dû à un effondrement partiel ou total du Bâtiment de Stockage et de Manutention (BSM) de l'installation et pouvant conduire à une des conséquences ci-après :

- une dissémination de matières radioactives dans l'environnement supérieure à celle prise en compte dans le PUI, suite à la dégradation de barrière(s) de confinement statique (gaine des éléments de simulation neutronique, génie civil du BSM),
- un accident de criticité induit par la perte de la géométrie initiale des équipements d'entreposage (columbariums, coffrets, casiers), qui aurait pour conséquence de possibles dégradations complémentaires de gainages par élévation de température, une dissémination plus importante de matières radioactives, ainsi qu'une forte émission de neutrons, de rayonnement γ et de produits de fission.

Compte tenu d'une distance de l'ordre de 400 mètres entre l'installation RAPSODIE et l'installation MASURCA, il n'y a pas de dispositions éventuelles à prendre vis-à-vis des conséquences d'un accident de criticité. Les conditions d'intervention sur RAPSODIE seraient adaptées aux conséquences de l'accident de MASURCA. La gestion de crise sur l'installation RAPSODIE serait alors prise en charge par le centre conformément aux dispositions présentées dans le chapitre 7 de l'Evaluation Complémentaire de Sûreté du site de Cadarache.

7.1.2. Organisation générale de la sécurité du centre

Le Directeur de centre est responsable de la sécurité générale de l'établissement, il exerce sur l'ensemble du site les pouvoirs de réglementation interne, de contrôle et de discipline générale et définit les objectifs à atteindre localement en application de la politique de sécurité.

Il lui appartient :

- de gérer la fonction « sécurité générale » dans son établissement, c'est-à-dire l'application de la politique générale de sécurité et des textes réglementaires en vigueur dans les différents domaines de la sécurité,
- de contrôler que la sécurité est correctement assurée dans toutes les installations implantées sur le site,
- d'apporter les prestations de sécurité aux départements et aux directions implantées, aux établissements hébergés dans des conditions définies chaque fois que nécessaire par des conventions ou protocoles locales avec les chefs de départements ou d'établissements des filiales implantés.

Pour cela il est assisté :

- par des unités spécialisées : la Cellule de Sûreté et des Matières Nucléaires (CSMN), la Cellule Qualité, Sécurité et Environnement (CQSE), le Service de Protection contre les Rayonnements (SPR), la Formation Locale de Sécurité (FLS), le Service de Santé du Travail (SST), le Laboratoire d'Analyses de Biologie Médicale (LABM) et l'Unité de Communication et Affaires Publiques (UCAP),
- par des services qui participent à la sécurité du fait de leurs activités spécifiques ou des moyens dont ils disposent : le Service Technique et Logistique (STL), le Service des Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), le Service de Gestion et de Traitement des Déchets (SGTD) et le Service Métiers Conduite de Projets (SMCP) pour les questions relatives à l'alimentation électrique du centre,
- par des organes consultatifs, notamment le Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT).

Les effectifs et moyens de ces différentes unités permettent de constituer des équipes d'intervention pluridisciplinaires, dans certains cas, la Direction pouvant décider de faire appel à des équipes d'intervention extérieures.

Chaque bâtiment du centre est placé sous la responsabilité d'un Chef d'Installation, celui-ci :

- est responsable de l'ensemble des mesures de sécurité à prendre dans son Installation, il a autorité dans son installation en matière de sécurité,
- est assisté par un Ingénieur de Sécurité d'Installation qui peut lui-même (en fonction de la taille ou des risques de l'installation), coordonner l'action d'animateurs de sécurité,
- établit et maintient à jour la liste et l'ordre de succession des personnes ayant qualité pour intervenir en cas d'accident dans son Installation.

Le centre est découpé en secteurs d'alerte, les communications en cas de crise s'établissent entre le Directeur du centre et chacun des chefs de secteurs au moyen du réseau de haut-parleurs de commandement. Chaque chef de secteur a la responsabilité de faire appliquer dans les bâtiments composant son secteur, les mesures correspondant à la configuration d'alerte dans laquelle se trouve son secteur, celles-ci peuvent aller de la simple mise à l'abri des personnes à l'intérieur des bâtiments jusqu'à l'évacuation des bâtiments.

7.1.3. Organisation en cas de crise

En cas d'accident, une organisation locale de crise est mise en place au niveau du centre, elle comprend les structures suivantes :

- le Poste de Commandement Direction Local (PCD-L) qui est dirigé par le Directeur du centre (ou son représentant) seul responsable des décisions à prendre pour assurer la sûreté des installations, l'information des Autorités et des Pouvoirs Publics, la protection des personnes présentes sur le centre, et pour limiter les conséquences dans l'environnement,
- l'Equipe Technique de Crise Locale (ETC-L) qui exerce ses compétences en matière de sûreté et de connaissance des installations et qui communique au PCD-L la synthèse de l'évaluation de son équipe et de l'Equipe Contrôle (EC),
- l'Equipe Contrôle (EC) qui a à sa charge les mesures radiologiques et les calculs de conséquence dans l'environnement,
- l'Equipe Mouvement (EM) qui est chargée :
 - d'assurer la logistique interne du centre,
 - de coordonner les mouvements de personnes présentes sur le centre en termes de regroupement et d'évacuation,
 - de fournir après accord du PCD-L, les moyens et prestations demandés par l'installation sinistrée,
- la Cellule de Communication Locale qui est chargée de préparer la communication autour de la crise destinée au public et aux médias locaux,
- la Cellule de Presse Locale qui est chargée de réaliser l'information du public et des médias locaux,
- le Poste de Commandement Local (PCL) placé dans ou à proximité de l'installation sinistrée, est chargé d'assurer les fonctions de conduite et de sauvegarde de l'installation.

7.1.4. Modalités de déclenchement et de diffusion de l'alerte

7.1.4.1. Alerte au niveau de l'installation accidentée et du site

Le Chef d'Installation dispose d'une information donnée par des alarmes qui, pour certaines d'entre elles, sont visualisées et identifiées sur un poste informatique de regroupement des alarmes et reportées :

- soit vers le PC Sécurité, 24h/24h,
- soit vers la permanence du Service de Protection Radiologique, pour les alarmes relatives à la radioprotection.

Le Chef d'Installation en heures ouvrables (ou le cadre de Permanence pour Motif de Sécurité (PMS) en dehors des heures ouvrables) prévient le Directeur du centre (ou le Cadre d'Astreinte de Direction) :

- lorsque le développement et/ou les conséquences d'un sinistre en rendent la gestion délicate ou simplement inhabituelle,
- lorsque les conséquences d'un sinistre pourraient ne plus être maîtrisées,
- lorsque les conséquences ou la gestion d'un sinistre impactent une installation voisine,
- lorsque la gestion du sinistre nécessite de faire appel à des renforts ou à des moyens centralisés.

La diffusion de l'état d'alerte sur l'ensemble du site peut se faire :

- au moyen d'une sirène à son modulé, appelée « sirène PUI »,
- au moyen de messages transmis depuis le Poste de Commandement de la Direction Local (PCD-L) vers les secteurs d'alerte qui retransmettent à l'ensemble des bâtiments composant les secteurs.

En dehors des heures ouvrables, l'INB 25 dispose d'une personne d'astreinte à domicile qui répond aux sollicitations du PC Sécurité et peut être appelée à revenir sur l'installation.

7.1.4.2. Déclenchement des dispositifs d'urgence relevant du PUI et alerte des organismes officiels

La décision de déclencher le PUI appartient exclusivement au Directeur du centre ou à son représentant.

Lorsque le Directeur ou son représentant décide de mobiliser l'organisation de crise, l'appel de l'ensemble des membres de l'organisation de crise se fait via un système d'appel automatique complété par des appels téléphoniques.

Des dispositions sont mises en place pour l'alerte des interlocuteurs extérieurs au site :

- la Direction Générale du CEA,
- les pouvoirs publics : Préfecture des Bouches du Rhône, Sous Préfet d'Aix-en-Provence et DREAL,
- l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), qui a en charge l'information de l'IRSN,
- l'Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense (ASND),
- la gendarmerie, le SDIS.

Ces procédures d'alerte s'appliquent à toutes les installations du centre, y compris celles qui ne sont pas CEA.

7.1.4.3. Alerte relative à l'environnement proche du site

Les entreprises, établissements et populations environnantes sont alertés, sans délai, en cas de déclenchement du PPI, et ce, sous la responsabilité du Préfet.

Les maires des sept communes (Beaumont-de-Pertuis, Corbières, Ginasservis, Jouques, Rians, Saint-Paul-lez-Durance et Vinon-sur-Verdon) inscrites dans le périmètre du PPI sont informés du déclenchement du PUI et de son évolution.

Le sinistre, son développement, ses conséquences, sa gestion font l'objet d'une communication externe de la part du CEA vers le public et les médias.

7.1.5. Exercices et formations

Les activités concernant la formation et l'entraînement du personnel à la sécurité comprennent des séances d'instruction et des exercices destinés à informer le personnel de la conduite à tenir en cas d'incident, d'accident ou de sinistre.

7.1.5.1. Exercices particuliers dans les installations

L'entraînement du personnel aux interventions courantes est assuré par l'exécution d'exercices particuliers, ces exercices font intervenir :

- le personnel de l'installation,
- l'Equipe Locale de Premier Secours (ELPS) du bâtiment ou, à défaut, les secouristes de l'installation,
- les équipes d'intervention du centre.

Ces exercices permettent de contrôler :

- l'application des règles d'intervention,
- la diffusion intérieure et extérieure de l'alerte,
- l'action de l'Equipe Locale de Premier Secours du bâtiment,
- l'action des équipes d'intervention du centre,
- la coordination des actions.

7.1.5.2. Exercices généraux

Ces exercices font intervenir, en plus du personnel d'une ou plusieurs installations supposées sinistrées, l'organisation de gestion de crise du centre et mettent en œuvre les moyens des Services d'Intervention ; certains de ces exercices sont organisés au niveau national en liaison avec l'autorité de sûreté et les préfetures.

Ils ont pour but de vérifier l'application des instructions et consignes dans le cadre du PUI du centre et en particulier :

- la bonne diffusion des ordres à tous les secteurs d'alerte,
- la mise en sécurité des installations,
- la mise en œuvre des moyens de transport pour l'évacuation du personnel,
- la mise en place des moyens de contrôle du personnel provenant des installations évacuées.

Les exercices de criticité qui permettent de vérifier l'application des dispositions d'alerte particulière au risque criticité font partie de ces exercices.

7.1.5.3. Formation du personnel à la sécurité

La formation du personnel à la sécurité comprend plusieurs volets :

- la formation initiale à la sécurité qui comprend le suivi d'une formation générale à la sécurité organisée par le centre et le suivi de la formation à la sécurité au poste de travail organisée par le Chef d'Installation (cette formation sur le terrain est renouvelée à chaque changement de poste ou en cas de modification de celui-ci),
- la formation spécifique à la sécurité : en fonction des risques liés aux activités de son poste de travail, une personne pourra être amenée à suivre un stage consacré à la prévention d'un risque particulier (risque chimique, conduite d'appareils de levage, habilitations électriques, prévention du risque radiologique, risque du sodium, ...) ; il existe également des stages spécifiques à certaines fonctions dont le suivi est obligatoire : Chef d'Installation, Ingénieur de Sécurité d'Installation, ... ,
- la « semaine de sécurité » organisée par le Chef d'Installation. Cette formation a lieu une fois par an sur chaque installation. Elle comprend en général :
 - des exposés généraux sur la prévention des risques rencontrés dans l'installation,
 - un exercice de sécurité,
 - une séquence d'entraînement à l'utilisation d'extincteurs.

7.1.5.4. Formation des acteurs de la gestion de crise

L'ensemble des acteurs de la gestion de crise bénéficie d'une formation spécifique à la gestion de crise à l'occasion de leur prise de fonction et ensuite, de façon périodique.

7.1.6. Contrôles techniques de sécurité

Les matériels utilisés dans le cadre des interventions ainsi que les réseaux de diffusion d'ordres font l'objet de contrôles techniques de sécurité dont la périodicité est définie, soit par la réglementation en vigueur, soit par des dispositions internes au centre.

7.2. Robustesse des moyens disponibles

7.2.1. Moyens d'intervention

7.2.1.1. Dissémination de matières radioactives

Les mesures générales de protection du personnel, en cas d'accident entraînant un risque radiologique, sont les suivantes :

- interdiction de circulation sur le site sauf pour les équipes participant à l'organisation des secours,
- interdiction d'entrée et de sortie du site, sauf autorisation spéciale du Directeur,
- balisage de la zone sinistrée,
- gardiennage de la zone sinistrée,
- mise à l'abri du personnel se trouvant à l'extérieur des bâtiments,
- mise en place dans chaque bâtiment des mesures de protection du personnel,

- évacuation immédiate des secteurs se trouvant en zone dangereuse,
- préparation à une éventuelle évacuation des secteurs se trouvant en zone suspecte,
- mise en œuvre des moyens de protection individuelle du personnel (masques, tenues de protection ...),
- contrôle et pré-décontamination du personnel,
- décontamination du personnel,
- contrôle des véhicules de transport du personnel,
- regroupement du personnel pour son transport vers les localités d'habitations.

Par ailleurs, le Service de Protection Radiologique (SPR) dispose de moyens de mesures « embarqués » qui permettront, de façon urgente et limitée, d'établir un premier relevé de mesures radiologiques dans les lieux jugés les plus pertinents en situation accidentelle, compte tenu des conditions météorologiques.

7.2.1.2. Alimentations électriques de secours

Les INB sont équipées de sources d'énergie autonomes de secours (groupe électrogène, onduleurs, batteries) et disposent également de prises de raccordement externes dans le cas où il serait nécessaire d'avoir recours à une source d'alimentation électrique mobile.

Le bâtiment abritant le PC sécurité et une partie des équipements de téléalarme est équipé de deux groupes électrogènes, d'onduleurs et de batteries. En cas de défaillance d'un groupe, un délestage automatique est réalisé sur des circuits non indispensables.

Le bâtiment abritant le système de communication des équipes d'intervention est équipé d'un groupe électrogène à démarrage automatique

En cas de perte totale des alimentations électriques, c'est-à-dire en cas de perte des alimentations externes du centre cumulée avec la perte des sources internes de secours des installations, le centre dispose d'un parc de Groupes Electrogènes Mobiles (GEM) qui sont affectés aux installations selon un ordre de priorité défini en fonction de l'importance pour la sûreté des équipements devant être réalimentés. Sur RAPSODIE, ces GEM peuvent être mis en place dans un délai de 4 heures.

Le centre dispose de deux cuves de fuel d'un volume unitaire de 540 m³ fuel destinées au fonctionnement des groupes électrogènes.

Pour gérer la perte des alimentations électriques, l'installation RAPSODIE dispose d'un GEF et de trois prises de raccordement de GEM (cf. §0).

7.2.2. Gestion de crise au niveau du centre en cas de séisme

L'élément déclencheur de la gestion de crise en cas de séisme est la réception par le PC Sécurité du centre d'une information selon laquelle un séisme a eu lieu sur le centre ou dans son environnement immédiat ; cette information peut parvenir au PC Sécurité :

- Par une alerte donnée par une personne ayant ressenti une secousse et qui contacte le PC par téléphone,
- Par une alerte donnée par les accéléromètres implantés sur le centre qui signalent au PC le dépassement l'un des deux seuils prédéfinis.

La mise en œuvre des moyens matériels et humains pour la mise à l'état sûr des installations du centre est soumise à l'appréciation :

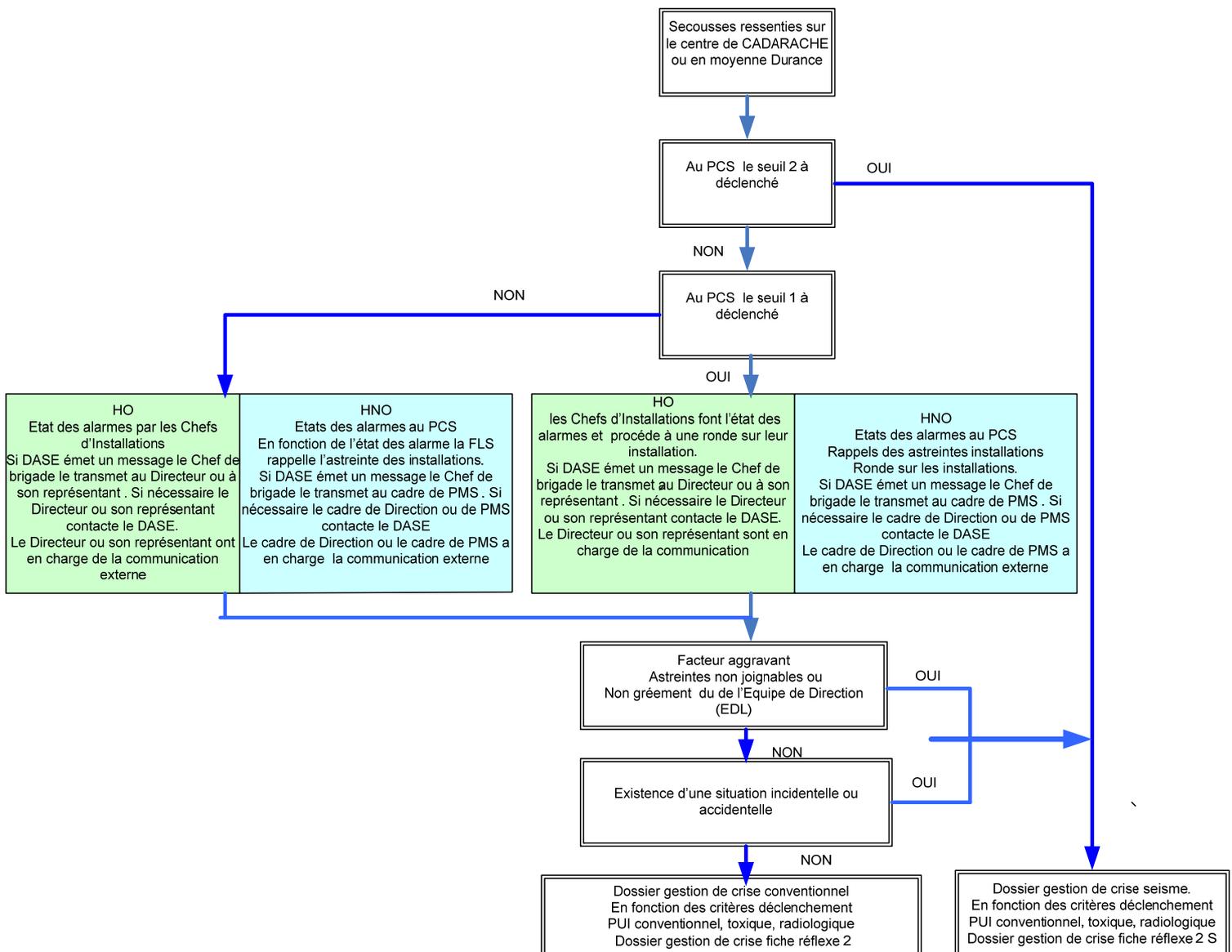
INB 25 RAPSODIE – EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE

- du Directeur du centre suite au diagnostic et avis des Chefs d'Installations si l'évènement a lieu en heures ouvrables,
- de l'Astreinte de Direction avec avis du cadre de permanence et du Chef de brigade de la FLS si l'évènement a lieu en heures non ouvrables et si les moyens de communications sont opérationnels,
- du Cadre de PMS avec avis du Chef de brigade de la FLS présent si l'évènement a lieu en heures non ouvrables et dans le cas où le cadre de Direction n'est pas joignable.

Si nécessaire le Poste de Commandement de Direction Local est gréé par le Directeur ou sont représentant :

- en heures ouvrable, le poste de commandement est composé du Directeur du centre ou son représentant aidé des services présents si ces unités ne sont pas impactées par le séisme.
- en heures non ouvrables, il est composé du cadre de permanence aidé du chef de brigade de la Formation Locale de Sécurité et complété en fonction de leur capacité à revenir sur le centre, par les astreintes des différents services.

Les modalités de déclenchement de la gestion de crise sont présentées dans la figure 17 ci-après :



Les conditions d'intervention dans les installations dépendront ensuite de la disponibilité des ressources humaines et matérielles mobilisables :

- les actions immédiates de mise en sécurité peuvent être effectuées par les installations,
- des moyens de communication ultimes peuvent être mises en place par les services du centre,
- des équipes d'intervention propres au centre de Cadarache peuvent être constituées pour intervenir sur les installations,
- le centre peut faire appel à des moyens externes :
 - les moyens d'intervention de la Formation Locale de Sécurité du centre de Marcoule
 - les moyens d'intervention spécifiques du GIE INTRA (Groupement d'Intérêt Economique « INTervention Robotique sur Accident »).

7.3. Mesures de gestion de crise au niveau de l'installation

La présente Evaluation Complémentaire de Sûreté n'a pas mis en évidence de risque d'effet falaise. Les mesures de gestion de crise au niveau de l'installation sont celles édictées par le PUI du Centre et par les procédures propres à l'installation..

8. CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES

Le recours à la sous-traitance est un acte normal d'entreprise, consistant à faire faire ce qu'on ne sait pas faire, ce que d'autres savent mieux faire ou ce qu'on ne peut pas faire en temps utile ou avec les moyens dont on dispose. Toutefois au CEA, il revêt un caractère sensible du fait qu'il implique des tiers dans le fonctionnement ou les activités de l'établissement public et dans l'exploitation d'installations réglementées, notamment dans le domaine nucléaire. Il est donc indispensable que le recours à la sous-traitance soit convenablement maîtrisé, ce qui nécessite un encadrement adéquat, en matière de sûreté et de sécurité ainsi que sur les plans juridique et technique, et qu'il fasse l'objet d'un suivi et d'un contrôle rigoureux.

La décision de faire appel à une entreprise extérieure fait dorénavant l'objet préalablement d'une analyse sur les risques et les modalités de l'opération et sur son intérêt économique pour le CEA.

Un marché de sous-traitance ne peut être confié qu'à une entreprise présentant les compétences requises par le cahier des charges, dotée de la technicité et disposant des moyens en rapport avec la nature et l'importance des tâches objet de la prestation ainsi que de l'organisation de nature à satisfaire les exigences du CEA en matière de sûreté et de sécurité. Cette dernière condition fait l'objet d'une attention toute particulière de la part des décideurs, tant lors de la définition des besoins, que de la sélection des offres et de l'exécution du marché.

Pour l'attribution des marchés de sous-traitance, le CEA applique le principe du mieux-disant, consistant à choisir l'offre qui présente les meilleures garanties de bon achèvement tout en étant économiquement avantageuse, c'est-à-dire celle qui est le plus en adéquation avec ses besoins et respecte au mieux, à un coût raisonnable, les exigences requises, notamment en matière de sécurité et de sûreté. A cette fin, la prestation sous-traitée fait l'objet, avant la procédure de mise en concurrence (appel d'offre, dialogue compétitif, ...), d'un cahier des charges définissant précisément les besoins de l'unité, les conditions posées à l'attribution du marché, les exigences établies, notamment en matière de sûreté, et le résultat attendu.

L'entreprise sous-traitante retenue par le CEA, doit, au cas où elle recourt elle-même à des entreprises sous-traitantes, respecter les règles fixées par les conditions générales d'achat du CEA et en particulier obtenir un accord écrit et préalable du CEA pour ce faire.

Par ailleurs, la situation de la sous-traitance, avec ou sans intervention de personnel d'entreprises extérieures, fait l'objet d'une information annuelle des Comités d'établissement et du Comité National, conformément aux articles L. 2323-55 et R. 2323-11 du code du travail. En cas de primo-sous-traitance, il y a également consultation du Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail.

8.1. Champs d'activité

Il existe deux types de prestations auxquels l'INB RAPSODIE peut recourir en faisant appel à des entreprises extérieures :

- les prestations globales du centre réalisées par des entreprises extérieures dont les contrats sont gérés par les unités support du centre de Cadarache (Ex : contrat électromécanique, équipements de radioprotection, équipements de téléalarme, ...),
- les prestations passées dans les domaines de l'assistance en sûreté, sécurité, contrôles périodiques et maintenance, ...

8.2. Modalités de choix des prestataires

L'article 4 de l'arrêté du 10 août 1984 dispose que « l'exploitant, responsable de la sûreté de l'installation, est de ce fait responsable de l'application des dispositions du présent arrêté relatives aux activités concernées par la qualité. Pour les activités concernées par la qualité exercées par les prestataires, l'exploitant veille à ce que les contrats incluent la notification à ces prestataires des dispositions permettant l'application du présent arrêté.

L'exploitant exerce ou fait exercer sur tous les prestataires une surveillance permettant de s'assurer de l'application par ceux-ci des dispositions ainsi notifiées. En particulier, il veille à ce que les biens ou services fournis fassent l'objet de contrôles permettant de vérifier leur conformité à la demande.

La circulaire du 10 août 1984 précise les termes de l'arrêté. Elle précise notamment que la surveillance exercée sur les prestataires doit commencer au moment où ils sont choisis. Ce choix est effectué notamment sur la base d'une évaluation des aptitudes à fournir des biens ou services répondant aux exigences du client, que celui-ci soit l'exploitant lui-même ou l'un des prestataires, dans le cadre de l'application des dispositions de l'arrêté. Cette évaluation se fonde notamment sur la capacité technique du prestataire et l'organisation mise en place pour obtenir et maintenir la qualité de sa prestation.

En matière d'évaluation préalable des fournisseurs, le CEA dispose de deux outils.

Des procédures d'évaluation des fournisseurs

Ces procédures locales d'évaluation des fournisseurs permettent aux Directeurs de centres :

- de répondre aux exigences de la norme ISO 9001 et à celles de l'arrêté qualité en consolidant au plan transverse les positions locales adoptées par les unités,
- d'améliorer la surveillance de nos prestataires en traçant leurs performances et le suivi des actions d'amélioration qu'ils mettent en œuvre,
- de rendre accessibles les données et résultats au plus grand nombre.

Les données recueillies permettent de connaître les caractéristiques des entreprises dans les domaines juridiques, financier, technique (domaines de compétences, moyens humains et techniques), organisationnel (qualité, sécurité), commercial (contrats conclus avec le CEA et avec d'autres clients). Elles permettent également d'évaluer les prestations (services, fournitures et travaux) réalisées par les entreprises dans le cadre d'un contrat sur la base de six critères, à savoir la conformité technique par rapport au cahier des charges, le respect des coûts, le respect des délais, le respect de la réglementation (notamment l'environnement, la sécurité, la radioprotection et la sûreté), la remise de la documentation prévue par le contrat et la qualité du service client.

Ce recueil de données permet de contribuer au choix des fournisseurs, en mutualisant le travail d'évaluation effectué sur tous les aspects de la réalisation des prestations.

La Commission d'Acceptation des Entreprises en Assainissement Radioactif (CAEAR)

Les opérations d'assainissement radioactif et de démantèlement sont des opérations qui induisent des risques spécifiques pour le CEA et pour ses prestataires. Pour prendre en compte ces risques, le CEA pratique une sélection des entreprises et prononce, après examen d'un dossier et réalisation d'un audit, une acceptation dans les domaines de l'assainissement ou du démantèlement. Ce dispositif permet de s'assurer préalablement à tout contrat avec une entreprise appelée à réaliser une prestation concernant l'assainissement et le démantèlement :

- de sa connaissance du métier,
- de la gestion des compétences de son personnel,
- de sa prise en compte de la sûreté et de la sécurité.

Des pages spécifiques sur les sites internet et intranet du CEA ont été mises en ligne pour informer les entreprises, les prescripteurs d'achats et les services commerciaux dans le respect des principes d'ouverture, d'équité et de transparence des procédures commerciales ; elles permettent de télécharger tous les documents nécessaires au fonctionnement du dispositif.

La procédure d'acceptation se déroule en cinq étapes :

- le renseignement du questionnaire d'évaluation préalable par l'entreprise candidate ;
- l'étude de recevabilité, qui en cas d'issue favorable, conduit à la réalisation d'un audit d'évaluation ;
- la réunion du comité technique ;
- la décision de la commission ;
- le suivi et le renouvellement de l'acceptation.

L'acceptation est accordée pour une durée maximale de 3 ans et par agence. Elle est délivrée de façon spécifique pour des domaines précis et bornés. L'élargissement des domaines concernés à des opérations de conduite d'installation est en cours d'examen.

Le système d'acceptation de la CAEAR permet ainsi de qualifier les entreprises respectant les exigences du CEA dans le cadre des opérations d'assainissement et de démantèlement. Il constitue un moyen de surveiller et de maîtriser les prestataires intervenant dans ces domaines qui sont appelés à avoir un développement important dans les prochaines années. La CAEAR permet une présélection des prestataires en fonction de critères de sécurité, de technicité, de compétence des opérateurs. Elle permet également de rechercher un partage des objectifs de sécurité avec les entreprises, une production de déchets optimisée,... Elle contribue à maintenir et à développer la qualification des intervenants, et une meilleure intégration de la sûreté et de la sécurité dans le savoir-faire des entreprises.

Des programmes d'audits des fournisseurs et prestataires sont également élaborés et réalisés par chaque centre.

L'étape finale de la phase de consultation conduit à retenir un prestataire. Ce choix est réalisé suivant des critères de dépouillement énoncés dans le Règlement de Consultation, tenant compte, notamment, du prix, des capacités techniques du prestataire, des résultats qualité et sécurité et de l'organisation de son entreprise. Pour chaque offre remise par les soumissionnaires, qui donneront suite à un rapport de dépouillement, une validation de l'installation est faite, avant transmission du rapport au service commercial du centre de Cadarache.

8.3. Dispositions prises pour maîtriser les conditions d'intervention

Les obligations de sécurité que doivent respecter les titulaires de marché et leurs sous-traitants en application du code du travail (en matière de santé et de sécurité au travail, notamment de radioprotection) et du code de la défense (en matière d'accès aux installations d'importance vitale, de protection et de contrôle des matières nucléaires, de protection du secret de la défense nationale) sont joints aux marchés passés par le CEA. Les modalités retenues par les soumissionnaires pour respecter ces obligations font partie des critères de choix des entreprises.

Lors d'une intervention d'une ou plusieurs entreprises sur un site pour des travaux, le CEA en sa qualité d'entreprise utilisatrice, assure la coordination générale des mesures de prévention qu'il prend et de celles prises par le chef de l'entreprise extérieure. En conformité avec la réglementation, il définit et s'assure de la mise en œuvre des règles et dispositions prises au titre de la prévention des risques. Ces règles ont pour but de prévenir les risques liés à l'interférence entre les activités, les installations et matériels des différentes entreprises présentes sur un même lieu de travail occupées ou non à une même opération.

En préalable à toute intervention de travailleurs d'entreprises extérieures, une inspection commune des lieux de travail, des installations et matériels qui s'y trouvent permet d'échanger toutes les informations nécessaires à la prévention des risques, notamment la description des travaux à accomplir, des matériels utilisés et des modes opératoires dès lors qu'ils ont une incidence sur la santé et la sécurité. L'analyse de ces informations permet de mener une analyse des risques d'interférence, et de définir les mesures de prévention associées à ces risques. En matière de radioprotection, l'article R. 4451-8 du code du travail précise que « chaque chef d'entreprise est responsable de l'application des mesures de prévention nécessaires à la protection des travailleurs qu'il emploie ». En application de cet article, l'entreprise extérieure doit posséder ses propres compétences en radioprotection et doit être capable de fournir une prestation radioprotection vis-à-vis de son personnel à la hauteur des risques radiologiques présents sur le lieu de la prestation.

Le chef d'installation du CEA exerce son autorité en matière de sécurité dans le périmètre de son installation, sans préjudice des responsabilités de l'employeur des intervenants. Il est chargé de mettre en œuvre les actions nécessaires à la maîtrise des risques inhérents à son installation et aux travaux qui y sont réalisés.

En matière de radioprotection, il s'appuie sur l'expertise technique du Service Compétent en Radioprotection (SCR) du CEA, à savoir le Service de Protection contre les Rayonnements ionisants (SPR), et il coordonne les interactions entre le SCR et l'entreprise extérieure.

La personne compétente en radioprotection de l'entreprise extérieure (PCR/EE) assure l'ensemble des missions prévues par le code du travail pour le compte de l'EE, en s'appuyant sur les informations fournies par les salariés de son entreprise et par le CEA. Ses prestations sont fixées par le contrat qui précise sa présence en permanence sur le site ou à certains moments (inspection commune préalable, plan de prévention, réunions périodiques de suivi, retour d'expérience en fin de prestation...).

La PCR/EE a la possibilité de se faire représenter sur le lieu de la prestation par un ou plusieurs techniciens qualifiés en radioprotection (TQRP). Les modalités de cette représentation doivent être acceptées par le CEA.

Outre les dispositions réglementaires relatives à son personnel, la PCR/EE agit sous la responsabilité de son employeur et a la responsabilité de mettre en œuvre les actions liées à la radioprotection définies notamment dans le cahier des charges, le contrat, le plan de prévention et, le cas échéant, la convention signée avec le CEA.

Le SCR/CEA veille au respect des exigences définies dans le cahier des charges ; il participe à la réunion d'inspection commune et au plan de prévention et accompagne, dans l'installation et avant le début de leur prestation, les salariés de l'entreprise extérieure, la PCR/EE et le TQRP/EE et leur présente les risques radiologiques spécifiques à l'installation. Il s'assure que la PCR/EE et son représentant se sont appropriés le référentiel de radioprotection visé dans le cahier des charges et le plan de prévention et procède, en accord avec le Chef d'installation, aux contrôles nécessaires, sur la base d'un échantillonnage, permettant de garantir que l'EE met en œuvre les mesures de radioprotection qu'elle a la responsabilité d'appliquer. Il peut suspendre la prestation de l'EE à tout moment dès lors qu'il constate un risque avéré.

Conformément au principe d'équivalence : les dispositions de protection radiologique et le niveau de surveillance du personnel sont les mêmes pour tous les travailleurs exposés (CEA et entreprises extérieures).

8.4. Modalités de surveillance

Le recours à la sous-traitance implique du CEA un suivi spécifique, tout aussi rigoureux que la gestion d'une activité interne, mais dans la limite des responsabilités contractuelles et réglementaires du titulaire du marché et de ses sous-traitants éventuels. Ce suivi s'exerce dans tous les domaines concernant l'exécution du marché (sûreté, sécurité, juridique, technique, social...) et fait intervenir, en tant que de besoin, les unités de support des centres.

Le CEA veille également à ce que l'entreprise prestataire (et ses sous-traitants éventuels) aient mis en place une organisation adaptée à la nature de la prestation et aux obligations de l'entreprise, et permettant de répondre aux objectifs de sûreté et de sécurité.

L'unité concernée du CEA doit veiller au respect des règles de sûreté et de sécurité par les entreprises sous-traitantes. En cas de non-respect de ces règles, elle dispose du droit d'arrêter unilatéralement la prestation ou de suspendre le marché et d'exiger qu'il soit porté remède à la situation dans les meilleurs délais sous la responsabilité de l'entreprise. Elle peut également lui appliquer des pénalités financières spécifiques.

8.4.1. Suivi des prestations

La surveillance « en continu » de la prestation par l'installation est effectuée comme suit :

- le chargé d'affaire s'assure du bon déroulement de la prestation,
- le chargé d'affaire s'assure que les opérations sont bien conduites dans le respect des référentiels de sûreté et de sécurité en vigueur. En tant que de besoin, des visites de sûreté et de sécurité sont organisées par l'installation,
- le CEA peut commanditer un audit du prestataire (auditeurs CEA ou cabinet d'audit) afin de s'assurer que l'organisation mise en place par celui-ci est conforme aux directives de l'Arrêté Qualité et ainsi satisfait aux exigences de l'exploitant,

Tout au long de la prestation, l'installation est également en contact avec le prestataire par le biais de réunions (d'enclenchement, de suivi, ponctuelles et de clôture).

Concernant l'INB 25, un programme de surveillance des prestataires annuel est défini par chaque chargé d'affaire.

8.4.2. Surveillance des interventions sur site

Le chargé d'affaire est responsable du bon déroulement des travaux sur le plan sûreté, radioprotection, sécurité et technique (il s'assure notamment que les consignes de sécurité sont respectées).

Le chargé d'affaire supervise l'intervention et rend compte au Chef d'Installation et/ou au Chef du Laboratoire de toute difficulté rencontrée par l'entreprise (ex. : non-conformité, interface avec d'autres entreprises, arrêt de chantier pour raisons techniques : indisponibilité du circuit, déconsignation électrique ...).

En cas d'incident sur l'installation, il rend compte immédiatement au Chef d'installation. De même, en cas de non respect des dispositions de sûreté, sécurité, radioprotection, qualité et/ou environnement, le chargé d'affaire prévient immédiatement la personne de l'installation compétente dans le(s) domaine(s) concerné(s).

L'ingénieur sécurité de l'installation fait des visites régulières et inopinées sur tous les chantiers pour s'assurer du respect des dispositions de sécurité de l'installation ou spécifiques à leurs propres travaux, consignées dans le plan de prévention, dans l'additif au plan de prévention, dans le bon d'intervention ou dans le bon de travail.

L'examen par l'installation des documents opératoires des entreprises extérieures fait l'objet d'une formalisation.

9. SYNTHESE

A la demande de l'ASN, le CEA a mené une évaluation complémentaire de la sûreté de l'installation RAPSODIE, au regard de l'accident survenu à la Centrale de Fukushima Daiichi. Conformément au cahier des charges de l'ASN, cette évaluation a été conduite sur la base des études existantes et du jugement d'ingénieur.

Bilan de l'évaluation complémentaire de la sûreté

La présente Evaluation Complémentaire de Sûreté porte sur l'installation actuelle, telle que construite et exploitée au 1er janvier 2012. L'INB 25 – RAPSODIE est actuellement en phase d'exploitation caractérisée par la surveillance de l'installation et la réalisation d'opérations de préparation au démantèlement.

Le cœur a été déchargé et le combustible évacué hors de l'installation. Subsistent quelques capacités renfermant du sodium sous forme solide, difficilement mobilisable.

L'Evaluation Complémentaire de Sûreté ne conduit pas à l'identification de risque d'effet falaise qui pourrait être induit par les situations examinées : séisme, inondation, autres phénomènes naturels extrêmes et perte des alimentations électriques. L'installation ne nécessite pas de source froide.

Séisme

Malgré l'absence de risque d'effet falaise, l'évaluation des marges des principales structures de l'installation a été effectuée.

Les facteurs de marge des ouvrages constituant l'infrastructure du bâtiment réacteur sont supérieurs à 2 et donc jugés suffisants. Pour ce qui concerne l'enceinte externe, ses déformations plastiques font que l'analyse de son comportement sismique est difficilement réalisable et le facteur de marge de l'enceinte n'a pas été évalué. Pour les blocs de l'extension du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA », la stabilité de ces derniers ne peut être garantie en situation sismique. Cependant, les conséquences de la ruine du bâtiment sont négligeables. En effet, l'étude d'impact liée à la ruine du bâtiment « d'entreposage de déchets radioactifs FA et TFA » ne conduit pas à un risque d'effet falaise.

Inondation externe

La configuration des bâtiments de RAPSODIE et la topographie du terrain permettent d'épargner les zones d'entreposages des matières en cas de risque d'inondation d'origine externe ainsi qu'en cas de remontée de nappe.

Autres phénomènes naturels extrêmes

Les agressions liées à la foudre, les vents violents et la grêle n'induisent pas de risque d'effet falaise.

De même, aucun effet falaise n'a été identifié en cas de séisme dépassant le niveau pour lequel certains ouvrages (barrages, canal de Provence) sont dimensionnés.

Perte des alimentations électriques

La perte des alimentations électriques ne conduit pas non plus à risque d'effet falaise. L'exploitant n'envisage pas de mettre en place des dispositions complémentaires.

Recours aux entreprises prestataires

L'examen des conditions de recours aux entreprises prestataires a permis d'évaluer leur champ d'activité, les modalités de choix de ces entreprises, leurs conditions d'intervention et la surveillance effectuée par le CEA.

Cet examen n'a pas mis en évidence de difficulté particulière. En particulier, en matière de radioprotection, il y a équivalence des dispositions opérationnelles entre les salariés des entreprises extérieures et ceux du CEA.

Conclusion

Compte tenu de l'absence d'effet falaise identifié, il n'est pas nécessaire de prévoir un noyau dur spécifique à l'installation.

L'analyse n'a, par ailleurs, conduit à aucune disposition complémentaire au titre de la robustesse.