



Installation LECA – INB 55

Evaluation Complémentaire de la Sûreté au regard de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi

SOMMAIRE GENERAL

<u>1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION</u>	9
1.1 GENERALITES	9
1.2 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	10
1.2.1 TYPE D'INSTALLATION ET DESCRIPTION	10
1.2.2 ACTIVITES REALISEES	12
1.2.3 INVENTAIRE DES MATIERES RADIOACTIVES ET CHIMIQUES.....	13
1.2.3.1 Matières radioactives.....	13
1.2.3.2 Matières chimiques.....	14
1.2.4 RISQUES SPECIFIQUES AU LECA.....	14
1.2.4.1 Risques d'origine nucléaire	14
1.2.4.2 Risques d'origine non nucléaire.....	15
1.3 ETAT ACTUEL DE L'INSTALLATION	15
<u>2. IDENTIFICATION DES RISQUES D'EFFET FALAISE ET DES STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS</u>	16
2.1 INTRODUCTION	16
2.2 RISQUES D'EFFET FALAISE	17
2.2.1 ACCIDENTS MOBILISANT DES PRODUITS RADIOACTIFS OU DANGEREUX	18
2.2.2 ACCIDENTS DE CRITICITE	19
2.2.3 INONDATION EXTERNE	19
2.2.4 PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES	19
2.3 STRUCTURES ET EQUIPEMENTS ESSENTIELS	20
<u>3. SEISME</u>	21
3.1 DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION	21
3.1.1 SEISME DE DIMENSIONNEMENT	21
3.1.1.1 Méthodologie pour évaluer le séisme de dimensionnement	21
3.1.1.2 Caractérisation de l'aléa sismique à Cadarache	21
3.1.1.3 Séisme considéré pour le dimensionnement de l'installation	24
3.1.2 DISPOSITIONS DE PROTECTION DU DIMENSIONNEMENT.....	24
3.1.2.1 Identification des structures, systèmes et composants (SSC) clés.....	25
3.1.2.2 Principales dispositions de construction associées.....	25
3.1.2.3 Principales dispositions d'exploitation	32
3.1.2.4 Prise en compte des effets indirects du séisme	33
3.1.3 CONFORMITE DE L'INSTALLATION	34
3.1.3.1 Organisation générale de l'exploitant pour garantir la conformité	34
3.1.3.2 Non conformités et programme de remise en conformité	35
3.2 EVALUATION DES MARGES	36

3.2.1	GENERALITES	36
3.2.2	SEISMES DE REFERENCE CONSIDERES POUR L'EVALUATION DES MARGES	36
3.2.3	METHODOLOGIE D'EVALUATION DES MARGES	36
3.2.4	STRUCTURES DE GENIE CIVIL	37
3.2.4.1	Bâtiment Principal	37
3.2.4.2	Bâtiment UO ₂	38
3.2.4.3	Bâtiment Annexe A de l'installation STAR	39
3.2.4.4	Synthèse des facteurs de marge pour les ouvrages de génie civil	39
3.2.5	EQUIPEMENTS	40
3.2.5.1	Introduction	40
3.2.5.2	Equipements essentiels	40
3.2.5.3	Equipements agresseurs des équipements essentiels	42
3.2.5.4	Synthèse des marges sur les équipements	42
3.3	CONCLUSIONS	43
4.	<u>INONDATION EXTERNE.....</u>	44
4.1	DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	44
4.1.1	INONDATION DE DIMENSIONNEMENT.....	44
4.1.1.1	Débordement du Ravin de la Bête	44
4.1.1.2	Crue du bassin versant	44
4.1.1.3	Eaux pluviales.....	44
4.1.1.4	Crue de la Durance.....	46
4.1.1.5	Dégradation d'ouvrages hydrauliques	46
4.1.1.6	Remontée de nappe phréatique	46
4.1.2	DISPOSITIONS DE PROTECTION DU DIMENSIONNEMENT.....	49
4.1.2.1	Identification des structures, systèmes et Composants (SSC) clés devant rester disponibles après l'inondation pour assurer un état sûr	49
4.1.2.2	Principales dispositions de conception	49
4.1.2.3	Principales dispositions d'exploitation	50
4.1.3	CONFORMITE DE L'INSTALLATION	51
4.2	EVALUATION DES MARGES.....	51
4.2.1	DEBORDEMENT DU RAVIN DE LA BETE.....	51
4.2.2	COLLECTE ET EVACUATION DES EAUX DE PLUIE ET DE RUISSELLEMENT	51
4.2.3	DEGRADATION D'OUVRAGES HYDRAULIQUES.....	52
4.2.4	REMONTEE DE NAPPE	52
4.3	CONCLUSIONS	52
5.	<u>AUTRES PHENOMENES NATURELS EXTREMES.....</u>	54
5.1	CONDITIONS METEOROLOGIQUES EXTREMES LIEES A L'INONDATION	54
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	55
5.2.1	IDENTIFICATION DES INONDATIONS INDUITES PAR UN SEISME IMPACTANT LE SITE DE CADARACHE	55

5.2.1.1	Analyse du risque de rupture de barrages du Verdon à proximité de Cadarache à la suite d'un séisme	55
5.2.1.2	Analyse du risque de rupture du canal de Provence à la suite d'un séisme	56
5.2.1.3	Analyse du risque de rupture des bassins du centre à la suite d'un séisme	63
5.2.2	POINTS FAIBLES ET EFFET FALAISE	64

6. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES **65**

6.1	ARCHITECTURE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES DE L'INSTALLATION	65
6.1.1	ORGANISATION GENERALE DU RESEAU ELECTRIQUE	65
6.1.2	POSTES HT/BT	67
6.1.3	TABLEAUX PRINCIPAUX NORMAL ET SECOURS	68
6.1.4	TABLEAUX EIS	69
6.1.5	GROUPE ELECTROGENE FIXE (GEF)	69
6.1.6	GROUPE ELECTROGENE MOBILE (GEM)	70
6.1.7	CHARGEURS/BATTERIES ET ONDULEURS	70
6.1.8	ARRET D'URGENCE	71
6.2	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES	71
6.3	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES ET DES ALIMENTATIONS INTERNES.	72
6.3.1	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES ET DES ALIMENTATIONS DE SECOURS CONVENTIONNELLES	72
6.3.2	PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES EXTERNES ET DE TOUTES LES ALIMENTATIONS DE SECOURS	72
6.4	CONCLUSION	72

7. GESTION DES ACCIDENTS GRAVES..... **73**

7.1	MOYENS DE GESTION DE LA SITUATION DE CRISE.....	73
7.1.1	RISQUES LIES A L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL	74
7.1.2	ORGANISATION GENERALE DE LA SECURITE DU CENTRE.....	75
7.1.3	ORGANISATION EN CAS DE CRISE.....	76
7.1.4	MODALITES DE DECLENCHEMENT ET DE DIFFUSION DE L'ALERTE.....	77
7.1.4.1	Alerte au niveau de l'installation accidentée et du site.....	77
7.1.4.2	Déclenchement des dispositifs d'urgence relevant du PUI et alerte des organismes officiels	77
7.1.4.3	Alerte relative à l'environnement proche du site	78
7.1.5	EXERCICES ET FORMATIONS.....	78
7.1.5.1	Exercices particuliers dans les installations.....	78
7.1.5.2	Exercices généraux	78
7.1.5.3	Formation du personnel à la sécurité.....	79
7.1.5.4	Formation des acteurs de la gestion de crise.....	79
7.1.6	CONTROLES TECHNIQUES DE SECURITE	79
7.2	ROBUSTESSE DES MOYENS DISPONIBLES.....	79
7.2.1	MOYENS D'INTERVENTION.....	79
7.2.1.1	Dissémination de matières radioactives	79
7.2.1.2	Alimentations électriques de secours	80
7.2.2	GESTION DE CRISE AU NIVEAU DU CENTRE EN CAS DE SEISME.....	80

7.3	MESURES DE GESTION DE CRISE AU NIVEAU DE L'INSTALLATION	83
8.	<u>CONDITIONS DE RECOURS AUX ENTREPRISES PRESTATAIRES</u>	84
8.1	CHAMPS D'ACTIVITE	84
8.2	MODALITES DE CHOIX DES PRESTATAIRES.....	85
8.3	DISPOSITIONS PRISES POUR MAITRISER LES CONDITIONS D'INTERVENTION	87
8.4	MODALITES DE SURVEILLANCE	88
8.4.1	SUIVI DES PRESTATIONS.....	88
8.4.2	SURVEILLANCE DES INTERVENTIONS SUR SITE	89
9.	<u>SYNTHESE</u>	90
9.1	BILAN DE L'EVALUATION COMPLEMENTAIRE DE LA SURETE	90
9.2	BILAN DES DISPOSITIONS COMPLEMENTAIRES QUI POURRAIENT ETRE MISES EN PLACE AU REGARD DE L'AMELIORATION QU'ELLES SERAIENT SUSCEPTIBLES D'APPORTER EN TERMES DE RESISTANCE DES COMPOSANTS, DE RENFORCEMENT DE L'INDEPENDANCE ENTRE LES DIFFERENTS NIVEAUX DE DEFENSE DE L'INSTALLATION OU DE GESTION DE L'ACCIDENT.	91

SOMMAIRE DES FIGURES

FIGURE 1 : SPECTRES DE REPONSE (CONDITION DE SITE « ROCHER » A 5% D'AMORTISSEMENT)	
DU REFERENTIEL « ALEA SISMIQUE » DU CENTRE DE CADARACHE.	23
FIGURE 2 : VUE EN PLAN DU LECA	26
FIGURE 3 : COMPARAISON DE LA PLUIE CENTENNALE DE MONTANA PAR RAPPORT A LA PLUVIOMETRIE REELLE ISSUE DES DONNEES METEO FRANCE	45
FIGURE 4 : IMPLANTATION DU CANAL DE PROVENCE	57
FIGURE 5 : PRISE DE CADARACHE	57
FIGURE 6: COUPE DE LA CUVETTE DE BOUTRE.....	57
FIGURE 7: PROFIL EN LONG DE LA GALERIE DE RIANSCP	58
FIGURE 8: PROFIL DU BASSIN VERSANT AU NIVEAU DU PUIS DU MEDECIN.....	58
FIGURE 9: PROFIL DU TERRAIN NATUREL LE LONG DU CHEMIN HYDRAULIQUE DU VALLON DU RAVIN DE LA BETE A PARTIR DU PUIS DU MEDECIN.....	60
FIGURE 10: PROFIL PIEZOMETRIQUE CALCULE EN AVAL DU PUIS DU MEDECIN (M).....	61
FIGURE 11: CANAL DE BOUTRE	62
FIGURE 12 : MODALITES DE DECLENCHEMENT DE LA GESTION DE CRISE SEISME	82

GLOSSAIRE

ASN	A utorité de S ûreté N ucléaire
BàG	B oîte à G ants
BT	B asse T ension
CAEAR	C ommission d'Acception des E ntreprises en A ssainissement R adioactif
CCC	C entre de C oordination en cas de C rise
CEA	C ommissariat à l'Énergie A tomique et aux Énergies A lternatives
CEP	C ontrôles et E ssais P ériodiques
CHSCT	C omité d'Hygiène, de S écurité et des C onditions de T ravail
CQSE	C ellule Q ualité, S écurité et E nvironnement
CSMN	C ellule de S ûreté et des M atières N ucléaires
DPRC	D étection et P rélèvement R adiologiques C heminée
DREAL	D irection R égionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du L ogement
EC	E quipe C ontrôle
EDAC	E nsemble de D étection et d'Alarme de C riticité
EDF	E lectricité D e F rance
EE	E ntreprise E xtérieure
ELPS	E quipe L ocale de P remier S ecours
EM	E quipe M ouvement
ETC-L	E quipe T echnique de C rise L ocale
FIS	F onction I mportante pour la S ûreté
FLS	F ormation L ocale de S écurité
GEF	G roupe E lectrogène F ixe
GEM	G roupe E lectrogène M obile
GIE INTRA	G roupement d'Intérêt E conomique « I NTervention R obotique sur A ccident »
HT	H aute T ension
ICPE	I nstallation C lassée pour la P rotection de l'Environnement
INB	I nstallation N ucléaire de B ase
IRSN	I nstitut de R adioprotection et de S ûreté N ucléaire
LABM	L aboratoire d'Analyses de B iologie M édicale

MSK	Medvedev, Sponheuer et Karnik¹
NGF	Nivellement Général de la France
PCD-L	Poste de Commandement Direction Local
PCL	Poste de Commandement Local
PCR	Personne Compétente en Radioprotection
PGA	Peak Ground Acceleration
PF	Produit de Fission
PMS	Permanence pour Motif de Sécurité
PPI	Plan Particulier d'Intervention
PUI	Plan d'Urgence Interne
RDS	Rapport De Sûreté
SCP	Société du Canal de Provence
SCR	Service Compétent en Radioprotection
SCSIN	Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires
SDIS	Services D'Incendie et de Secours
SGTD	Service de Gestion et Traitement des Déchets
SMCP	Service Métiers Conduite de Projets
SMHV	Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable
SMS	Séisme Majoré de Sécurité
SPR	Service de Protection contre les Rayonnements ionisants
SSC	Structures, Systèmes et Composants
SST	Service de Santé du Travail
STIC	Service des Technologies de l'Information et de la Communication
STL	Service Technique et Logistique
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TQRP	Technicien Qualifié en RadioProtection
TN	Terrain Naturel

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

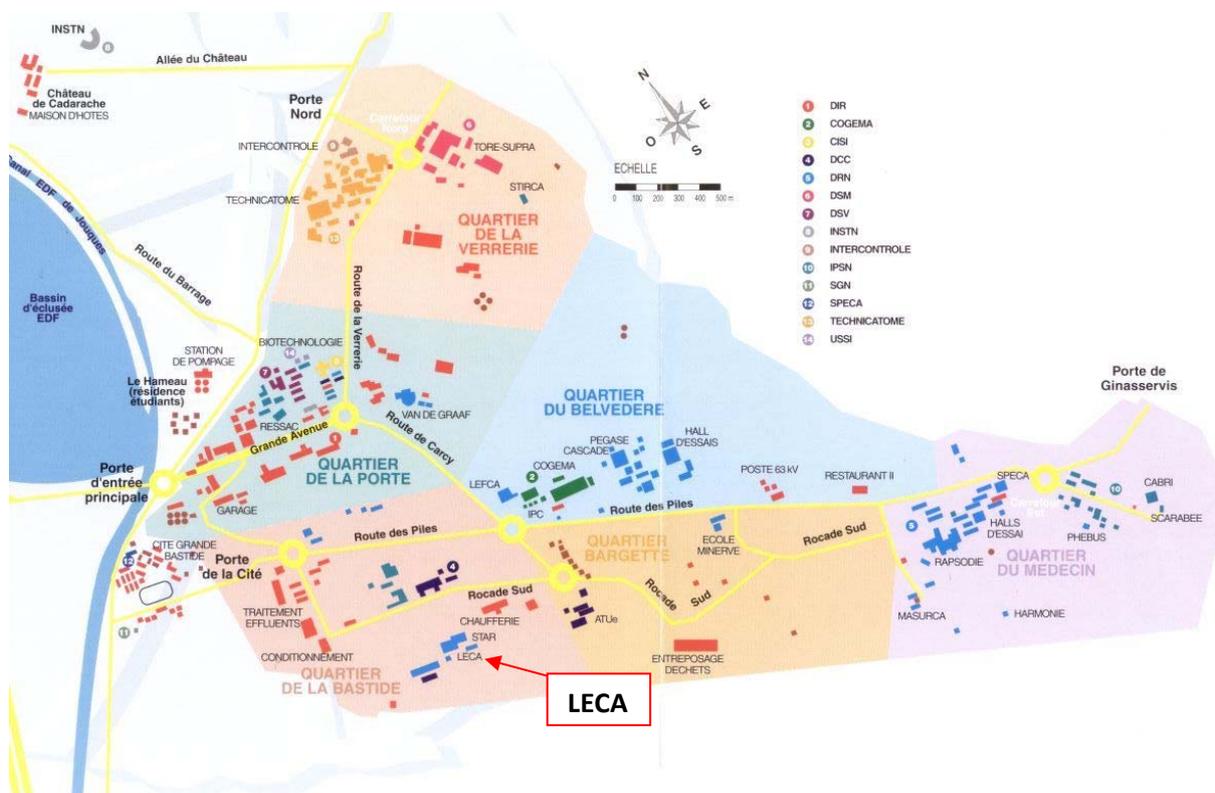
1. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

1.1 Généralités

Le Laboratoire d'Examen des Combustibles Actifs (LECA) constitue la partie originelle de l'Installation Nucléaire de Base (INB) n°55. La Station de Traitement, d'Assainissement et de Reconditionnement (STAR) constitue l'autre partie (par extension) de l'INB 55.

Elle est implantée sur le Centre 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 Centre de Cadarache est situé à 35 km au nord-est d'Aix en Provence et à 60 km de Marseille. Il est éloigné des centres industriels, qui se trouvent à plus de 50 km. L'implantation du LECA à l'intérieur de ce site est présentée sur la figure ci-après.



A proximité du LECA-STAR se trouvent :

- le bâtiment (1) abritant le laboratoire oxyde d'uranium (ICPE),
- le bâtiment (2) abritant le "Laboratoire Radionucléides à Vie Longue" (ICPE),
- l'INB 164 – CEDRA (Conditionnement et Entreposage de Déchets Radioactifs) constituée par plusieurs bâtiments dédiés à différentes fonctions (entreposage de colis faiblement et moyennement irradiants de déchets bloqués,...).

A une distance plus importante du LECA, se trouve la chaufferie du Centre et sa ligne d'alimentation en gaz naturel.

1.2 Principales caractéristiques

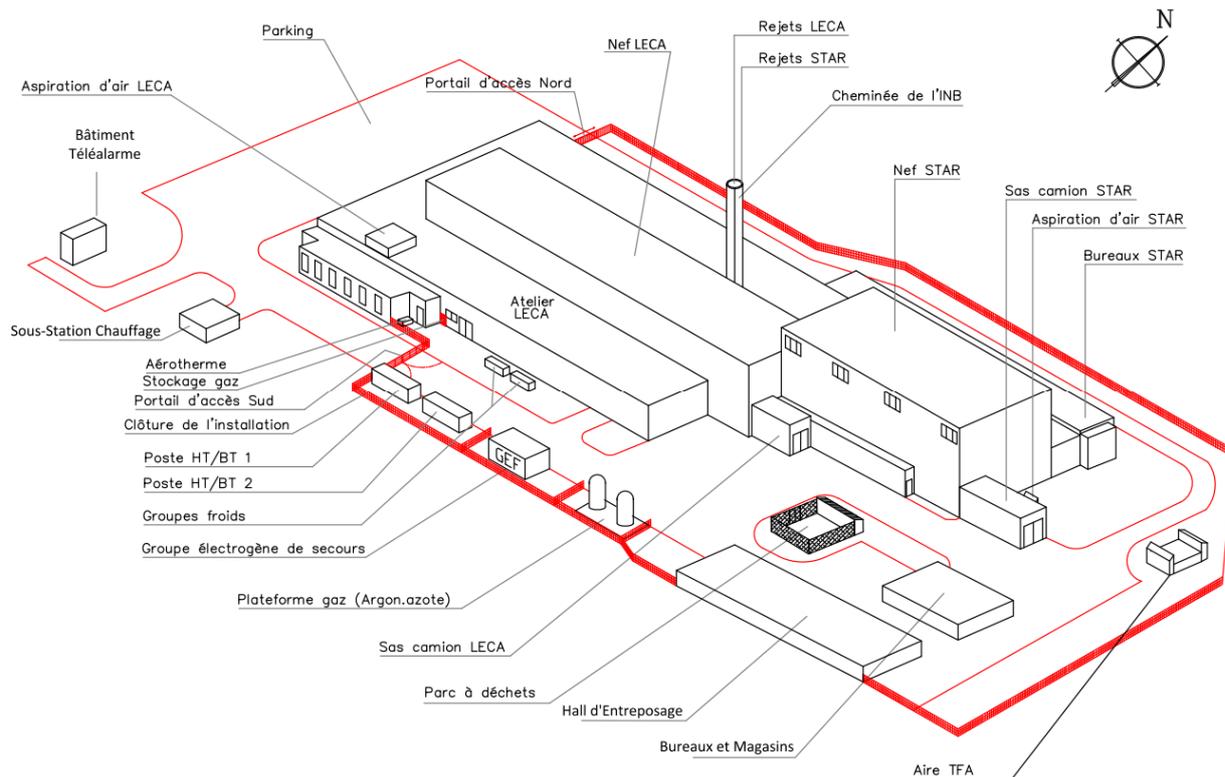
1.2.1 Type d'installation et description

Le LECA est une installation nucléaire du type laboratoire-usines.

Le périmètre du LECA représentée comprend :

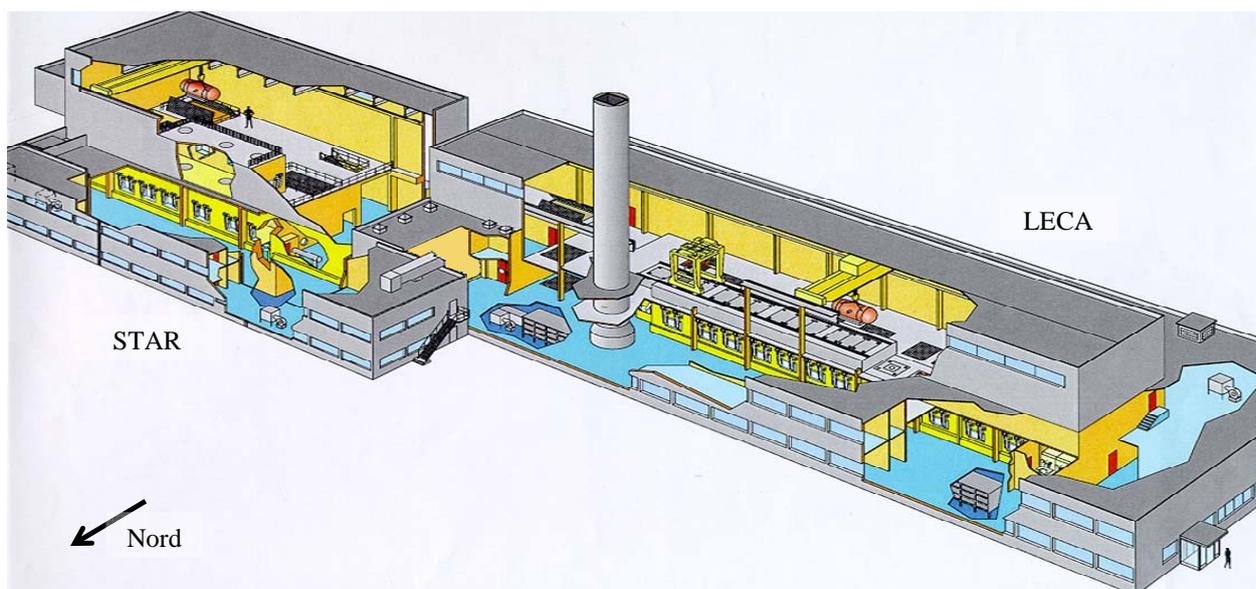
- le bâtiment principal, dans lequel le LECA occupe la partie Ouest, et « l'extension STAR » la partie Est,
- un hall d'entreposage contenant divers produits et matériels,
- un bâtiment de bureaux et magasins de pièces détachées,
- un bâtiment abritant le groupe électrogène fixe de l'INB,
- un bâtiment pour le transit des déchets TFA,
- une aire implantée à l'Est de l'installation pour l'entreposage en open top de déchets TFA,
- deux casemates abritant respectivement les postes HT/BT alimentant les voies électriques.

Une route permet de desservir les composantes de l'INB. Cette route sert également de moyen d'accès aux équipes de la Formation Locale de Sécurité (FLS) en cas d'intervention.



La partie LECA du bâtiment principal est composé de :

- un hall (appelé Nef), situé en partie centrale, courant sur l'ensemble du bâtiment suivant un axe nord-sud et contenant les cellules blindées en activité,
- une zone de bureaux courant le long de la nef sur son côté nord,
- une zone d'atelier technique et d'entreposage courant le long de la nef sur son côté sud,
- une zone de vestiaire en extrémité ouest,
- un bâtiment accolé à la zone bureau et la Nef coté nord, qui abritent des cellules maintenant démontées.



Le LECA dispose actuellement d'une chaîne de dix cellules en béton (appelée Chaîne béton), complétée dans son prolongement par deux petites cellules plomb, et par une zone scientifique en sous-sol équipée de deux petites cellules blindées pour les examens particuliers d'échantillons.

La chaîne de six cellules plomb, qui avait été aménagée dans un petit bâtiment accolé à la nef, a été arrêtée et démantelée. Le bâtiment qui les abritait a fait l'objet d'opérations d'assainissement. Les travaux de déconstruction de ce bâtiment sont programmés afin de supprimer son interaction éventuelle avec la nef en cas de séisme.

Le sous-sol du LECA comprend, en plus de la zone des équipements scientifiques :

- la galerie sous-cellules de la Chaîne béton, qui comprend l'entreposage de la sous-cellule 5 et un appendice provenant de la cellule 3,
- les équipements de collecte et de gestion des effluents,
- les équipements de ventilation et de filtration,
- une enceinte permettant de traiter des déchets avant évacuation de l'installation,
- un local d'entreposage de déchets en attente d'évacuation,
- le local de distribution électrique de la voie 1.

Au rez-de-chaussée, la chaîne des cellules béton est entourée :

- d'une zone avant côté nord, où sont situés les postes de travail des cellules,
- des zones arrières côté sud, servant notamment à l'accostage des emballages de transport et à l'introduction d'objets par les sas matériels. Les zones arrières sont longées par un couloir,
- de la nef-cellules en partie supérieure, dont le rôle est d'assurer le transit des matériels, objets et échantillons entre les sas camion et matériels, les cellules et les zones arrière des cellules.

L'extension STAR de l'INB 55, mise en service en 1994, est conçue pour effectuer, à l'intérieur de cellules blindées des travaux de conditionnement et de recherche et développement sur des combustibles nucléaires irradiés et autres matériaux irradiants.

Les interfaces entre le LECA et STAR concernent notamment :

- les points de passage d'une installation à l'autre, pour le personnel et le matériel,
- la collecte des effluents,
- l'alimentation électrique,
- le génie-civil, un espace libre de 20 cm étant ménagé entre le LECA et STAR aux endroits où géographiquement les deux structures sont proches.

1.2.2 Activités réalisées

La mise en exploitation du LECA a eu lieu le 4 mai 1964.

Le LECA réalise, au sein de cellules blindées et confinées, des transformations, des conditionnements et des examens à caractère destructif ou non destructif sur des matériaux et combustibles irradiés des différentes filières de réacteurs électronucléaires ou expérimentaux.

Un concept de cellules « dédiées » à des activités a été mis en place pour la chaîne béton du LECA. Compte tenu des dispositions constructives, la répartition des activités est organisée en deux types de cellules : les cellules à activités peu ou pas contaminantes et les cellules à activités contaminantes.

Le principe d'affectation est le suivant :

- pour les cellules à activités peu ou pas contaminantes :
 - la cellule 1 est affectée à la caractérisation et au conditionnement des déchets produits dans l'ensemble des enceintes d'expérimentation du LECA,
 - la cellule 2 est affectée aux opérations de refabrication et d'instrumentations d'éléments combustibles irradiés,
 - les cellules 3 et 4 sont deux cellules adjacentes de grandes dimensions. Elles sont destinées à effectuer des examens non destructifs ou des réalisations spéciales de conditionnement à des fins expérimentales sur des éléments combustibles ou des objets de grandes dimensions. Des opérations de découpe peuvent également être réalisées dans ces cellules,
 - la cellule 5, qui constitue « l'entrée principale » de la chaîne béton pour l'introduction des combustibles d'examen, est affectée à l'entreposage des éléments combustibles en attente d'examen ou en attente de réexpédition.
- pour les cellules à activités contaminantes :

- les cellules 7 à 10 sont de conception identique. Elles sont affectées à la réalisation d'opérations destructives (tronçonnage, polissage...) et sont de ce fait équipées de caisson à étanchéité renforcée,
- Les cellules 11 et 12 en plomb, situées en bout de la chaîne béton, sont équipées de boîtes à gants de même niveau d'étanchéité.

Par ailleurs, la cellule 6 est en cours d'assainissement préalable à son rééquipement.

1.2.3 Inventaire des matières radioactives et chimiques

1.2.3.1 Matières radioactives

Les matières radioactives mises en œuvre, essentiellement des combustibles irradiés à base d'uranium ou de plutonium, peuvent se présenter sous la forme de crayons, de tronçons ou d'échantillons, ainsi que sous la forme de boues (résidus d'usinage et d'opérations destructives, principalement sous l'aspect de poudre).

Les combustibles ou matériaux ayant été ou étant examinés au LECA proviennent notamment des filières suivantes :

- Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG) et Uranium naturel eau lourde gaz,
- Réacteurs à Haute Température (HTR),
- Réacteurs à Neutrons Rapides (RNR),
- Réacteurs à Eau Légère (Pressurisée ou Bouillante),
- Réacteurs expérimentaux (Phébus, Cabri, Célestin, Osiris...),
- Réacteurs de propulsion navale.

A l'origine, la vocation du LECA était d'examiner des combustibles provenant des filières UNGG et Uranium naturel eau lourde gaz.

Ces dernières années, les examens et travaux menés au LECA ont principalement porté sur les combustibles suivants :

- éléments combustibles déchargés des réacteurs du type RNR et REP (combustible (U, Pu)O₂),
- dispositifs irradiés dans le cadre d'essais de sûreté dans les réacteurs expérimentaux Cabri, Phébus.

Actuellement, la quantité de matière fissile irradiée détenue dans le LECA est maintenue inférieure à 10 kg. Le combustible ne peut être introduit au LECA que si l'activité totale de l'iode 131 contenue dans le combustible reçu et dans le combustible déjà présent au LECA est inférieure à 0,37 GBq.

Le respect des critères de débit de dose correspondant au zonage radiologique ainsi que le respect des critères de sûreté-criticité imposent de limiter les quantités de combustibles à l'intérieur des cellules.

Les limites de masses fissiles sont notamment de 350 g en modération quelconque et jusqu'à 5,4 kg selon les catégories de combustible lorsque le mode de contrôle est « masse associée à la modération ». Occasionnellement, des échantillons de combustibles neufs (non irradiés) peuvent être examinés.

Les effluents du LECA sont collectés dans des cuves au sous-sol dont le contenu est vidangé dans un camion citerne via le poste de dépotage et évacués vers une filière adaptée.

Aucun effluent liquide contaminé n'est prévu en conditions nominales d'exploitation. Il n'est toutefois pas exclu d'en produire en petite quantité à l'occasion d'opérations exceptionnelles et concertées, lors des décontaminations de cellules.

1.2.3.2 Matières chimiques

Les produits chimiques présents dans le LECA sont soit :

- entrés en cellule en accompagnement des objets introduits (traces de sodium et de soude),
- employés pour la réalisation des examens et plus précisément pour les préparations chimiques diverses (préparations métallographiques,...), qui ont lieu dans le laboratoire froid situé au sous-sol du LECA,
- utilisés pour les opérations de décontamination.

Le tableau suivant indique les quantités maximales de produits chimiques présents en cellules.

Nature	Quantité maximale autorisée
Liquides particulièrement inflammables et liquides inflammables de première catégorie (point éclair < 55°C)	1 litre au maximum (correspondant à 1 journée de travail) dans chaque cellule
Sodium *	20 l
Mercure contaminé **	63 kg

(*) : le sodium en attente de destruction peut être rassemblé dans une seule cellule et entreposé à l'intérieur d'un conteneur fermé jusqu'à concurrence du volume maximal admissible dans l'installation.

(**) : du mercure contaminé issu d'équipements aujourd'hui démantelés est entreposé dans des armoires blindées résistantes au feu en zone arrière.

Les locaux affectés à l'entreposage des produits chimiques sont situés principalement dans un bâtiment séparé sur le périmètre de l'INB 55. Les produits chimiques sont rangés dans des armoires par famille, et font l'objet d'un inventaire annuel.

1.2.4 Risques spécifiques au LECA

Les risques spécifiques associés à l'exploitation du LECA sont les suivants :

1.2.4.1 Risques d'origine nucléaire

Les risques internes d'origine nucléaire sont liés aux caractéristiques des matières manipulées dans l'installation :

- Risque de dissémination de matières radioactives : il s'agit du principal risque à considérer lors de l'exploitation du LECA du fait des opérations de tronçonnage et meulage réalisées sur les éléments combustibles dans les cellules de la chaîne béton,
- Risque d'exposition externe : ce risque est principalement lié aux opérations d'entrées et de sorties de matière combustible ou d'équipements contaminés en Zones Arrières et Nef,
- Risque de criticité : ce risque est à considérer lors des opérations de transfert de matière combustible dans le LECA.

1.2.4.2 Risques d'origine non nucléaire

Les risques internes d'origine non nucléaire ne sont pas liés directement aux caractéristiques physiques des matières manipulées mais leur occurrence peut entraîner une dégradation des dispositions prises pour maîtriser les risques nucléaires ou induire des conséquences pour l'environnement. Compte tenu de la configuration et des activités menées dans le LECA, les risques internes spécifiques d'origine non nucléaire du LECA sont :

- incendie : l'apparition d'un incendie (souvent d'origine électrique) dans une zone nucléaire est un aggravant vis-à-vis du risque de la dissémination de matières radioactives vis à vis duquel des dispositions de prévention et de maîtrise ont été mises en place,
- explosion : une explosion est aussi un aggravant vis-à-vis du risque de la dissémination de matières radioactives ; les équipements de stockage et de production de gaz sont disposés hors de l'installation et sont soumis à conformité à la réglementation des appareils sous pression ; les capacités de gaz dans l'installation sont limitées au strict nécessaire,
- manutention et transfert : aggravant vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives et du risque d'exposition externe,
- inondation : aggravant vis-à-vis du risque de criticité et du risque de la dissémination de matières radioactives,
- surpression dans un circuit de fluides traversant une enceinte : aggravant vis-à-vis de la dissémination de matières radioactives,
- manque de dépression en cellule : aggravant vis-à-vis de la dissémination de matières radioactives.

1.3 Etat actuel de l'installation

Le LECA a fait l'objet d'un programme de rénovation important dont les travaux se sont déroulés de 2002 à 2007. Ils avaient pour objectif de mettre en place des dispositions complémentaires de maîtrise des risques, notamment vis-à-vis de la dissémination de matière radioactives, du séisme, de l'incendie, et des pertes d'alimentation électrique.

Les matières considérées dans la suite de l'analyse sont celles autorisées au 1^o janvier 2012. La répartition des différents spectres radiologiques retenus est celle donnée dans le référentiel de sûreté du LECA.

L'installation est en exploitation normale dans le cadre de son référentiel de sûreté.

Le bâtiment accolé à la zone bureau et la Nef coté nord, qui abritait les cellules de la chaîne plomb maintenant démontées, est encore en place. Il a été assaini et sa déconstruction est programmée pour 2013 afin de supprimer son interaction éventuelle avec la nef en cas de séisme.

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. Ils sont déterminés, par exemple, en ajoutant un aggravant aux conditions de fonctionnement accidentelles étudiées dans le rapport de sûreté.

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 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 :

- 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

La recherche des situations pouvant conduire à un risque d'effet falaise et des équipements spécifiquement retenus pour l'évaluation complémentaire de sûreté du LECA est réalisée via le "balayage" des types de risques de l'installation en recherchant les équipements et les termes sources susceptibles d'être mobilisés ou impactés.

Les situations examinées résultent des événements ou aléas extrêmes suivants :

- le séisme au-delà du séisme retenu pour le dimensionnement de l'installation,
- l'inondation externe (pluies extrêmes, crue majorée,...),

- les autres phénomènes naturels dont l'inondation externe induite par un séisme extrême,
- la perte postulée des alimentations électriques.

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

2.2.1 Accidents mobilisant des produits radioactifs ou dangereux

La très grande majorité des matières radioactives mobilisables vis-à-vis du risque de dissémination pouvant conduire à un risque d'effet falaise est présente dans les cellules de la chaîne béton, sous forme de :

- tronçons de combustibles,
- contamination labile (dépôts de matières radioactives dans les cellules et les enceintes blindées),
- boues (résidus de tronçonnage et de polissage des échantillons contenus dans des boîtes métalliques fermés appelées « boîtes à caviar »).

Le relâchement de matières radioactives dans l'environnement consécutif à un séisme du niveau considéré dans l'ECS conduisant à l'effondrement de la nef du LECA et des cellules (perte des barrières de confinement) ne conduirait pas à des conséquences significatives pour le public et l'environnement.

Par contre, un incendie généralisé consécutif à un séisme du niveau considéré dans l'ECS est susceptible de conduire à un risque de dissémination plus important et donc à un risque d'effet falaise.

Le reste de l'installation LECA ne contient que des quantités faibles et peu ou difficilement mobilisables vis-à-vis du risque de dissémination :

- au sous-sol, l'Enceinte de Traitement de Déchets, le local d'entreposage de fûts de déchets contiennent des équipements et des déchets contaminés, ainsi que les cuves d'effluents,
- en zone arrière, les emballages de transport peuvent contenir des éléments combustibles,
- en nef, le Sas Blindé Mobile, enceinte de confinement permettant l'accès sur les cellules, peut contenir aussi de la contamination,
- aux différents niveaux, les déchets conditionnés en attente d'évacuation.

L'ensemble de ces produits radioactifs constitue un terme source radiologique nettement plus faible que celui présent dans la chaîne béton et ne saurait conduire à un risque d'effet falaise.

Les produits dangereux présents dans l'installation LECA sont :

- du sodium entreposé en cellules béton (volume maximal autorisé de 20 litres), conditionné dans des étuis métalliques inertés,
- des produits inflammables en quantité très limitée,
- du mercure contaminé entreposé dans des armoires blindées résistantes au feu en zone arrière (63 kg)

Du fait des quantités de produits inflammables limitées au strict nécessaire et des faibles quantités de sodium et de mercure, ces derniers ne sont pas susceptibles de conduire à un risque d'effet falaise.

Les situations initiales défavorables suivantes sont également considérées dans la présente évaluation, du fait de l'augmentation potentielle de l'impact d'un séisme considéré dans l'ECS (agression des barrières de confinement, augmentation du terme source,...) :

- emballages accostés sur les cellules en vue de chargement/déchargement de matière nucléaire (ils constituent alors une extension de la première barrière de confinement),
- la mise en œuvre du Sas Blindé Mobile en communication avec une des cellules lors d'une opération de maintenance, ou d'un transfert de matériel,
- la mise en œuvre du pont roulant de la nef au-dessus du toit de cellules dans le cadre d'opérations d'exploitation (localisation de cet équipement hors de sa position de garage).

2.2.2 Accidents de criticité

Un accident de criticité peut survenir dans les cellules de la chaîne béton et notamment dans la cellule 5, en cas de remise en cause des modes de contrôle définis.

L'étude des accidents pouvant survenir sur l'installation LECA réalisée dans le cadre du référentiel de sûreté montre qu'un accident de criticité avec dégradation des barrières de protection contre les rayonnements présenterait des conséquences limitées sur le public et l'environnement.

Ainsi, l'accident de criticité n'est pas considéré comme générant un risque d'effet falaise.

Il est à noter qu'un accident de criticité survenant sur le LECA pourrait avoir un impact sur les modalités de gestion de crise et notamment sur l'efficacité des secours. Ainsi, l'accident de criticité est donc retenu comme aggravant au titre de la gestion de crise.

2.2.3 Inondation externe

Compte tenu de la situation géographique du LECA qui n'est situé dans une zone inondable, une possible inondation externe impliquerait des entrées d'eau en quantité relativement limitée qui se rassemblerait au sous-sol.

Cette situation pourrait aboutir à la perte des alimentations électriques, mais l'installation resterait en position sûre, car :

- les équipements ne nécessitent pas de refroidissement,
- le confinement statique est suffisant pour éviter une dispersion de contamination dans l'environnement, en absence d'activité d'exploitation (les activités d'exploitation sont arrêtées dès qu'il est prévu l'arrivée d'événements météorologiques exceptionnels).

En conséquence, une inondation externe, quel qu'en soit l'origine, ne conduirait pas à un risque d'effet falaise.

2.2.4 Perte des alimentations électriques

Dans le cas de la perte des alimentations, quel qu'en soit l'origine (non démarrage du Groupe Electrogène Fixe suite à une perte de l'alimentation par la ligne EDF), les activités sont immédiatement arrêtées et le LECA est mis en position de repli sûre, car :

- les équipements ne nécessitent pas de refroidissement,
- le confinement statique est suffisant pour éviter une dispersion de contamination dans l'environnement, en absence d'activité d'exploitation (les activités d'exploitation

sont arrêtées dès qu'il est détecté une perte d'alimentation électrique par génération automatique d'un message sonore).

En conséquence, la perte des alimentations électriques ne conduirait pas à un risque d'effet falaise.

2.3 Structures et équipements essentiels

La maîtrise du confinement des matières radioactives est identifié comme étant la seule FIS concourant à la maîtrise des risques d'effets falaises pour le LECA.

En cas de situations redoutées pouvant conduire à un risque d'effet falaise (cf. paragraphe 2.2), les Systèmes, Structures et Composants (SSC) retenus comme essentiels pour assurer le retour et le maintien à l'état sûr du LECA et sur lesquels porteront des analyses approfondies sont identifiés. Sont également identifiés les structures et équipements qui seraient susceptibles d'agresser ces SSC.

Les SSC participant au confinement des matières radioactives et dont la défaillance est susceptible de conduire à un risque d'effet falaise, au titre de l'évaluation complémentaire de sûreté du LECA au regard de l'accident survenu à la centrale de Fukushima, sont définis par les parois des cellules de la chaîne béton et les équipements associés, constituant la première barrière de confinement statique. Le détail des équipements est consultable au paragraphe 3.2.5.2.

Les équipements suivants sont à considérer vis-à-vis de leur caractère agresseur des SSC :

- le pont roulant de nef du LECA qui pourrait chuter (lors de sa mise en œuvre hors de sa position de garage) sur les cellules en cas de séisme considéré dans l'ECS et pourrait porter atteinte à l'intégrité des cellules,
- les protections biologiques des cellules C11 et C12, qui pourraient agresser la paroi de la cellule 10,
- La nef du LECA susceptible de porter atteinte à l'intégrité des cellules en cas de ruine de celle-ci.

En outre, pour ce qui est de la nef, il a été identifié des agresseurs complémentaires potentiels, listés ci-après :

- la cheminée et sas camion du LECA,
- un des blocs bureau de l'extension STAR,
- le bloc dénommé « bâtiment UO₂ » où était implantée la chaîne plomb,
- le Sas Blindé Mobile circulant sur les cellules.

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 paléo séismes, 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

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'Orléans ville 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.

La réévaluation sismique produite conjointement à la parution de la RFS 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 des SMS et paléoséisme, référence utilisée pour le dimensionnement des installations neuves et les réexamens de sûreté, ces valeurs sont :

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

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.

C'est toutefois l'intégralité des spectres de réponses qu'il convient de considérer. La Figure 1 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.

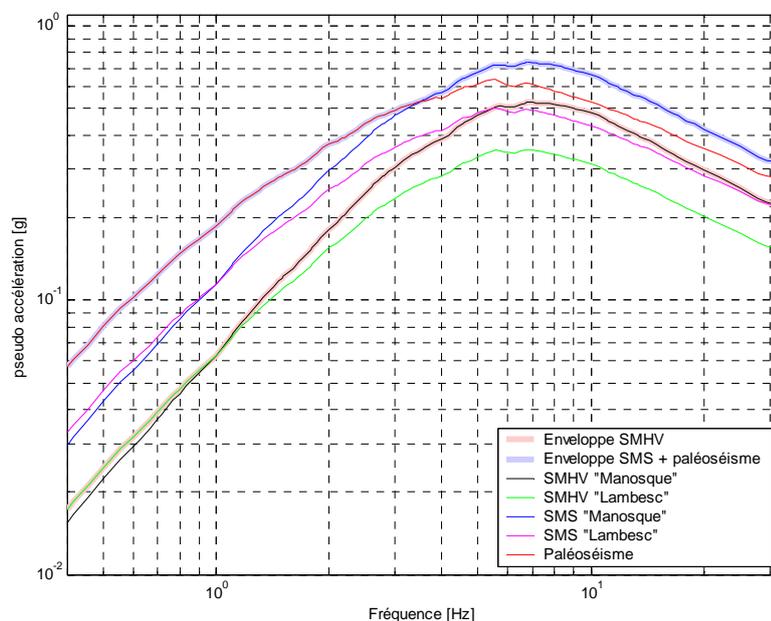


Figure 1 : Spectres de réponse (condition de site « rocher » à 5% d'amortissement) du référentiel « aléa sismique » du Centre de Cadarache.

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 Séisme considéré pour le dimensionnement de l'installation

La construction de l'INB 55 s'est échelonnée sur plusieurs années :

- le Bâtiment d'origine qui abrite le LECA a été construit dans les années 1962-1963. Ses extensions constituées par le Bâtiment UO₂ et le Sas Camion ont été construites respectivement en 1965 et 1973. Un plancher métallique intérieur a également été construit en 1973. Ces ouvrages ont été réalisés antérieurement à la mise en application des règles PS69 et le risque sismique n'a pas été pris en compte lors de leur conception ;
- l'extension qui abrite l'installation STAR, mitoyenne au LECA, est plus récente et a été construite dans les années 1989-1994. Cette extension a été dimensionnée en prenant en compte les SMS définis en 1988 selon la RFS n° I.2.c :
 - SMS lointain d'intensité IX MSK et représenté par un spectre de réponse du sol dont le PGA est de 0,5g ;
 - SMS proche d'intensité VIII-IX MSK et représenté par le spectre de réponse forfaitaire de la RFS n° I.2.c calé à 0,5g.

Un réexamen de sûreté du LECA a été réalisé dans les années 1998-2002. Deux séismes ont été considérés lors de ce réexamen :

- le SMS lointain de 1988 défini selon la RFS n° I.2.c de 1981 pour les cellules de la « chaîne procédé en béton » situées dans le LECA, dont le spectre de réponse présente un PGA égal à 0,5g,
- le SMHV proche de référence actuel du Centre de Cadarache, caractérisé par une magnitude de 5,3 et une distance focale de 7,1 km, pour les autres ouvrages. Le spectre de réponse représentatif du SMHV avait été déterminé en appliquant la loi d'atténuation de la RFS n° 2001-01 applicable aux sols rocheux.

Ce réexamen de sûreté a abouti à la décision de déconstruire le bâtiment UO2 qui viendrait impacter la Nef du LECA sous séisme, ce qui remet en cause sa stabilité.

Un réexamen de sûreté de l'installation STAR a été effectué dans les années 2007-2009. Les séismes considérés lors de ce réexamen sont les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01.

3.1.2 Dispositions de protection du dimensionnement

Le LECA a fait l'objet d'un programme de rénovation important dont les travaux se sont déroulés de 2002 à 2007. Ils avaient pour objectif de mettre en place des dispositions complémentaires de maîtrise des risques, notamment vis-à-vis du séisme.

Les éléments composant les Structures, Systèmes et Composants retenus comme clefs vis-à-vis du risque d'effet falaise sont analysés vis-à-vis de l'aléa sismique correspondant qui est le SMS.

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

Les SSC participant au confinement des matières radioactives et dont la défaillance est susceptible de conduire à un risque d'effet falaise, au titre de l'évaluation complémentaire de sûreté du LECA au regard de l'accident survenu à la centrale de Fukushima, sont définis par les parois des cellules de la chaîne béton et les équipements associés, constituant la première barrière de confinement statique.

Les équipements suivants sont à considérer vis-à-vis de leur caractère agresseur des SSC :

- le pont roulant de nef du LECA qui pourrait chuter (lors de sa mise en œuvre hors de sa position de garage) sur les cellules en cas de séisme considéré dans l'ECS et pourrait porter atteinte à l'intégrité des cellules,
- les protections biologiques des cellules C11 et C12, qui pourraient agresser la paroi de la cellule 10,
- La nef du LECA susceptible de porter atteinte à l'intégrité des cellules en cas de ruine de celle-ci.

En outre, pour ce qui est de la nef, il a été identifié des agresseurs complémentaires potentiels, listés ci-après :

- la cheminée et sas camion du LECA,
- un des blocs bureau de l'extension STAR,
- le bloc dénommé « bâtiment UO₂ » où était implantée la chaîne plomb,
- le Sas Blindé Mobile circulant sur les cellules.

3.1.2.2 Principales dispositions de construction associées

3.1.2.2.1 Description des structures de génie civil

Le Bâtiment qui abrite le LECA est constitué de trois ouvrages (voir Figure 2) :

- le Bâtiment Principal,
- le Bâtiment UO₂,
- le Sas Camion.

L'installation STAR comporte quatre bâtiments :

- le Bâtiment Principal qui repose sur des appuis parasismiques, situé à l'est du LECA,
- trois Bâtiments Annexes A, B et C de bureaux situés au nord du Bâtiment Principal.

La description de l'installation STAR est limitée à celle du Bâtiment Annexe A qui est susceptible d'interagir avec le Bâtiment Principal du LECA en situation sismique.

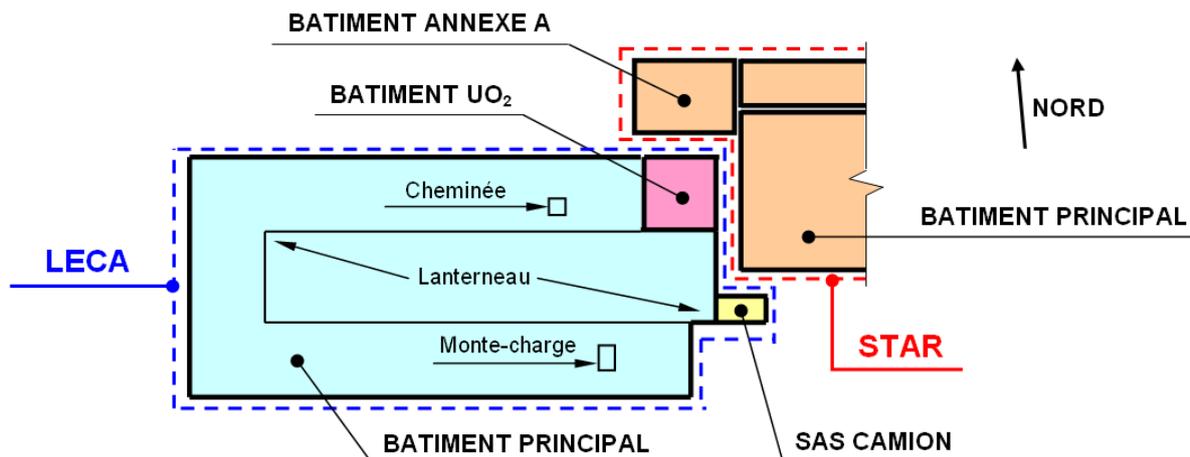


Figure 2 : vue en plan du LECA

Ces ouvrages ont été réalisés en béton armé. Les bâtiments constituant le LECA et les Bâtiments Annexes de l'installation STAR sont fondés sur le rocher calcaire par l'intermédiaire de semelles de fondation superficielles filantes ou isolées. Le Bâtiment Principal de l'installation STAR est fondé sur un radier général supportant des massifs sur lesquels reposent les appuis parasismiques.

Le rez-de-chaussée du LECA et de l'installation STAR est situé au niveau 0,00 m des ouvrages, qui correspond au niveau 298,00 m NGF.

Description du Bâtiment Principal

Le Bâtiment Principal abrite les dix cellules de la « chaîne procédé en béton ». Il a une emprise au sol de 79,35 m dans la direction est-ouest et de 36,76 m dans l'autre direction. L'ensemble constitué par les dix cellules a une longueur de 41,10 m dans la direction nord-sud et une largeur maximale de 4,60 m.

Le bâtiment comportait à l'origine trois blocs ouest, central et est qui étaient structurellement indépendants et séparés par des joints de dilatation de direction nord-sud. Consécutivement au dernier réexamen de sûreté, les superstructures de ces trois blocs ont été liées et forment désormais une structure unique.

Le bâtiment comporte :

- un sous-sol périphérique aux niveaux -4,00 m au nord et à ses extrémités est et ouest, et -3,00 m dans sa partie sud,
- un rez-de-chaussée au niveau 0,00 m,
- un plancher partiel en charpente métallique au niveau +2,37 m situé coté sud et sensiblement au milieu du bâtiment,
- un étage technique aux niveaux +3,36 m sur sa périphérie et +4,25 m dans sa partie centrale,
- un premier niveau de toiture-terrasse dite « basse » au niveau +6,69 m, dans les zones nord et sud et à son extrémité ouest,
- un second niveau de toiture-terrasse dite « haute » de niveau variable, compris entre +13,46 et +13,60 m, couvrant le lanterneau situé dans sa partie centrale,
- les deux blocs de cellules de la « chaîne procédé en béton » situés dans la partie nord de la zone délimitée par le lanterneau, entre les niveaux 0,00 et +5,55 m,

- une cheminée de ventilation située au nord du lanterneau et culminant au niveau +30,01 m : son fût est en béton armé et elle comporte un habillage métallique extérieur.

Les structures du bâtiment sont constituées par une ossature poteaux-poutres, des planchers comportant des dalles pleines, des voiles et des murs en maçonnerie. Les structures des cellules sont indépendantes de celles du bâtiment et séparées des éléments structuraux de ce dernier par des joints de dilatation.

La section de la cheminée est de forme carrée. La longueur extérieure de ses cotés est de 1,90 m. L'épaisseur de ses parois est de 0,15 m. Son habillage est constitué par une virole métallique de 2,90 m de diamètre extérieur et de 5 mm d'épaisseur.

L'infrastructure du bâtiment située au-dessous du niveau 0,00 m comporte :

- des poteaux qui sont fondés à des niveaux variables, compris entre -4,98 et -3,63 m ;
- un réseau de longrines reliant les poteaux principaux ;
- des voiles dans les directions nord-sud et est-ouest qui délimitent le sous-sol et des locaux spécifiques (cages d'escalier, monte-charge, etc.) ; ces voiles sont fondés sur des semelles filantes aux niveaux -4,63 ou -3,63 m selon le niveau du sol fini ; les voiles de direction nord-sud sont essentiellement présents aux extrémités est et ouest du bâtiment ;
- la partie inférieure de la cheminée dont la fondation est constituée par un radier épais reposant sur le sol au niveau -5,60 m ;
- la galerie située sous les deux blocs de cellules, constituée de voiles longitudinaux et transversaux épais ; ces voiles, fondés au niveau -4,63 m, sont dissociés structurellement des autres structures du bâtiment ; la galerie comporte deux tronçons est et ouest séparés par un joint de dilatation situé à l'aplomb de celui séparant les deux blocs de cellules ;
- un dallage reposant sur le remblai.

La superstructure du bâtiment comporte :

- les deux blocs de cellules séparés par un joint de dilatation : leurs structures sont constituées d'une dalle au niveau 0,00 m, d'une dalle de couverture aux niveaux +5,55 m dans la zone est et +4,32 m dans la zone ouest, de voiles transversaux de séparation des cellules et de voiles longitudinaux situés sur leurs façades nord et sud ; les épaisseurs des parois des cellules sont importantes, comprises entre 0,50 m (voiles de séparation) et 1,1 m (voiles périphériques) ;
- des portiques transversaux de direction nord-sud disposés au pas de 3,75 m. Ces portiques sont doublés au droit des deux joints de dilatation qui existaient avant la réalisation des liaisons entre les blocs ;
- des portiques longitudinaux de rigidités différentes disposés à un pas variable ;
- quelques voiles qui délimitent d'une part la cage d'escalier nord-ouest et, d'autre part, l'ensemble constitué par la cage d'escalier et le monte-charge qui est situé dans la partie sud-est du bâtiment ; le local de la machinerie du monte-charge est situé au-dessus de la terrasse basse et sa dalle de couverture culmine au niveau +9,71 m ;
- la cheminée de ventilation,
- des cloisons en maçonnerie de remplissage et de sectorisation,
- des planchers en béton armé à l'exception du plancher partiel au niveau +2,37 m qui est en charpente métallique,

- les poutres de roulement au niveau +10,00 m du pont de 300 kN qui circule dans la direction est-ouest au-dessus des cellules dans l'emprise du lanterneau.

Lors du dernier réexamen de sûreté, l'analyse du comportement sismique des structures du bâtiment et des cellules réalisée sous SMHV a montré que le dimensionnement d'origine ne permettait pas de répondre aux exigences de comportement fixées à l'époque et des aménagements et renforcements des structures de génie civil ont été réalisés dans les années 2006-2007. Les principaux aménagements et renforcements mis en œuvre sont les suivants :

- les trois blocs d'origine ont été liés structurellement. Dans la direction nord-sud, ces liaisons sont constituées par des plats métalliques traversant les joints de dilatation et fixés sur les dalles des niveaux 0,00, +6,69 et +13,60 m. Dans la direction est-ouest, les poutres longitudinales des portiques et les poutres de roulement du pont de 300 kN ont été liées aux niveaux +6,69, +10,00 et +13,60 m soit par des renforts en béton armé, soit par des pièces métalliques ;
- les deux tronçons de la galerie d'infrastructure des cellules ont été renforcés par l'ajout de cinq voiles transversaux de 1,10 m d'épaisseur et l'épaississement à 1,10 m de deux voiles transversaux existants ;
- plusieurs voiles périphériques du sous-sol ont été renforcés ;
- la cage d'escalier nord-ouest, l'ensemble constitué par la cage d'escalier et le monte-charge situé au sud-est et la cheminée ont été désolidarisés du reste de la structure au-dessus du niveau 0,00 m afin d'éliminer les phénomènes de torsion et supprimer les concentrations d'efforts susceptibles de se produire sur ces éléments rigides présents en superstructure ;
- plusieurs poteaux ont été renforcés par la mise en place de gainages métalliques,
- plusieurs poutres ont été confortées par la mise en place de chemisages métalliques ou de renforts en béton armé,
- des nœuds poteaux-poutres de portiques ont été renforcés ;
- des panneaux de maçonnerie ont été désolidarisés de la structure principale afin que ces derniers ne participent plus au système de contreventement. Des joints ont été créés sur la périphérie de ces panneaux et des plaques métalliques ont été mises en place sur l'ossature en béton armé pour les maintenir hors de leur plan ;
- les largeurs des joints entre les cellules et les planchers ont été agrandies ou mises en conformité ;
- les formes de pente qui existaient sur les toitures-terrasses ont été supprimées afin de réduire les masses de ces terrasses.

Description du Bâtiment UO₂

Le Bâtiment UO₂, situé au nord-est du Bâtiment Principal du LECA, abrite les cinq cellules de la « chaîne procédé en plomb ». Il doit être déconstruit et est actuellement en cours de démantèlement. Il est de forme rectangulaire en plan, de dimensions extérieures 11,15 x 11,30 m. Il comporte :

- un sous-sol partiel au niveau -1,68 m, constitué d'une galerie technique de direction est-ouest située au centre du bâtiment,
- un rez-de-chaussée au niveau 0,00 m,
- un plancher partiel au niveau +3,36 m, régnant sur la moitié ouest du bâtiment,
- une toiture-terrasse au niveau +6,69 m.

L'infrastructure du bâtiment comporte :

- les semelles de fondation des dix poteaux situés sur la périphérie de l'ouvrage, dont l'assise est au niveau -1,85 m,
- la galerie technique constitué par un radier au niveau -1,68 m, deux voiles et une dalle de couverture au niveau 0,00 m. La dalle de couverture de la galerie technique est localement plus épaisse dans la zone où elle supporte la cellule centrale de la « chaîne plomb » ;
- les deux blocs de fondation supportant chacun deux des cellules de la « chaîne plomb », situées de part et d'autre de la galerie technique dans la zone centrale. Ces deux blocs sont identiques, de forme rectangulaire en plan et constituées de quatre voiles liés entre eux et fondés au niveau -1,88 m sur une semelle filante. Ces voiles s'arrêtent au niveau 0,00 m où ils sont liés par une dalle.

Les poteaux périphériques, la galerie technique et les blocs de fondation des cellules sont indépendants structurellement. Des poutres relient au niveau 0,00 m les poteaux des façades nord et est, et localement deux poteaux de la façade sud. Le plancher du rez-de-chaussée est constitué par la dalle de couverture de la galerie technique, les dalles de couverture des blocs de fondation des cellules et, ailleurs, par un dallage reposant sur le remblai et non solidaire des autres éléments structuraux.

La superstructure du bâtiment comporte :

- une ossature poteaux-poutre, avec quatre files de trois poteaux dans la direction est-ouest et trois files de deux poteaux dans l'autre direction ;
- une dalle au niveau +3,36 m reposant sur une poutre au droit de la façade ouest et sur une poutre-voile au droit de la file de poteaux intermédiaire. Cette dalle n'existe que sur la moitié ouest du bâtiment. La poutre-voile règne entre le niveau +3,36 m et celui de la dalle-terrasse ;
- une dalle-terrasse au niveau +6,69 m appuyée sur les quatre files de poutre de direction est-ouest qui relient les poteaux des façades est et ouest, et les poutres de rive et la poutre-voile intermédiaire de direction nord-sud qui relient les poteaux des façades nord et sud ;
- des murs en maçonnerie sur les façades est et nord, entre le niveau 0,00 m et celui de la dalle de la toiture-terrasse.

Il est séparé du Bâtiment Principal par un joint de dilatation de largeur théorique égale à 20 mm.

La stabilité horizontale du bâtiment est assurée par des portiques et des murs en maçonnerie reliés en tête par la dalle de la toiture-terrasse.

Description du Sas Camion

Le Sas Camion, situé à l'est du Bâtiment Principal du LECA, est de forme rectangulaire en plan, de dimensions extérieures 4,43 x 7,70 m. Il ne comporte qu'un rez-de-chaussée et une toiture-terrasse au niveau +4,39 m. Sa structure est constituée de portiques transversaux en béton armé situés à ses extrémités est et ouest, de murs en maçonnerie situés sur ses façades nord et sud reposant sur des semelles de fondation filantes, et d'une dalle de couverture en béton armé.

Dans le cadre des travaux d'aménagements et de renforcements réalisés au cours des années 2006-2007 et afin d'assurer la stabilité du Sas Camion, la dalle de sa toiture-terrasse a été liée structurellement au Bâtiment Principal. Cette liaison est réalisée par des profilés métalliques traversant l'ancien joint de dilatation et fixés sous les dalles du Sas Camion et du Bâtiment Principal. La dalle de la toiture-terrasse du Sas Camion a été épaissie localement

au voisinage du joint pour permettre la mise en place de ces profilés et assurer la transmission des efforts horizontaux transitant dans la liaison.

Description du Bâtiment Annexe A de l'installation STAR

Le Bâtiment Annexe A, situé au nord-est du Bâtiment Principal du LECA, est de forme rectangulaire en plan. Il a une emprise au sol de 15,50 m dans la direction est-ouest et de 13,15 m dans l'autre direction. Il comporte un rez-de-chaussée au niveau 0,00 m, un plancher intermédiaire au niveau +3,35 m et une toiture-terrasse au niveau +7,00 m.

Sa structure est constituée d'un ensemble de voiles reliés entre eux par les dalles des niveaux 0,00, +3,35 et +7,00 m qui fonctionnent en diaphragme. Dans la direction est-ouest, les voiles principaux comportent des ouvertures séparées par des poteaux courts.

Le bâtiment enjambe coté sud la galerie enterrée de liaison entre les Bâtiments Principaux du LECA et de l'installation STAR. La dalle de couverture de cette galerie est située sous la dalle du rez-de-chaussée de l'ouvrage. Le bâtiment est fondé coté sud sur une paroi clouée mitoyenne à la galerie et, au nord de cette dernière, sur des semelles filantes situées sous les voiles de contreventement.

3.1.2.2 Description des équipements essentiels

Les équipements considérés comme essentiels sont définis par les parois des cellules béton et les équipements associés, constituant la première barrière de confinement statique :

Équipements situés dans les parois des Cellules béton

Ces équipements sont :

- les hublots de vision,
- les bouchons et traversées,
- les portes bouchons,
- les télémanipulateurs,
- certains équipements de procédés (poste à rayons X pour contrôles non-destructifs en zone arrière de la cellule 2 et banc vertical d'examen d'éléments combustibles dont une extension débouche en galerie sous-cellule 3 via une traversée spécifique).

Entreposage des éléments combustible Phénix de la Cellule C5

L'entreposage des éléments est effectué dans des fourreaux cylindriques verticaux de 3,16 m de longueur. La structure de l'entreposage comporte :

- un coffre supérieur constitué d'une structure mécano-soudée en acier remplie de béton qui comporte vingt tubes verticaux dans lesquels sont insérés les fourreaux,
- vingt fourreaux de 150 ou 229 mm de diamètre qui sont vissés à leur extrémité supérieure sur une bride solidaire du coffre.

Le coffre est simplement posé sur la dalle inférieure de la cellule. Les fourreaux traversent la dalle inférieure de la cellule C5 dans laquelle des carottages ont été réalisés, et se prolongent sous cette dalle. Des jeux existent d'une part entre les tubes du coffre et les fourreaux et, d'autre part, entre les fourreaux et la dalle inférieure. La masse totale du coffre mécano-soudé, des fourreaux et des éléments combustible est de 9,3 t.

Équipements de ventilation des Cellules

Les équipements de ventilation des Cellules jusqu'au premier niveau de filtration sont :

- les clapets coupe-feu équipant les gaines de ventilation de transfert et d'extraction des cellules : ces clapets, ont un diamètre nominal de 200 mm pour le transfert et de 300 mm pour l'extraction ;

- les caissons filtres THE : il s'agit de caissons à sas réalisés en acier au carbone. Les caissons sont des structures constituées de coques minces et munies de brides rigides. La masse d'un caisson est d'environ 130 kg ;
- les gaines de ventilation de transfert et d'extraction, et leurs supports. Ces gaines, de section rectangulaire ou circulaire, sont en acier au carbone ou inoxydable.

Dalle amovible de la Cellule 5

La dalle amovible de couverture de l'entrepasage multi-filière situé dans la Cellule C5 a été réalisée en fonte. Sa masse est de 6,3 t. En exploitation, l'entrepasage est ouvert et la dalle amovible est disposée dans le plafond de la Cellule où une réservation a été prévue à cet effet dans la partie inférieure de la dalle en béton armé. La dalle en fonte est maintenue verticalement par quatre tiges d'ancrage en acier traversant la dalle en béton. En partie supérieure de cette dalle, ces tiges sont situées dans des logements coniques où elles sont bloquées en position par deux demi-coupelles en acier de forme conique.

Consécutivement au réexamen de sûreté, les deux demi-coupelles et la rondelle située au-dessus de ces dernières ont été solidarisées par deux vis afin de supprimer le risque de déboîtement des demi-coupelles en situation sismique.

Sas Blindé Mobile situé au-dessus des cellules

Le Sas Blindé Mobile (SBM) a été créé consécutivement au réexamen de sûreté. Il est situé au niveau +5,55 m sur la dalle de couverture des Cellules où il se déplace dans la direction est-ouest sur des rails de roulement distants de 3,42 m (au-dessus des cellules 2 à 10). Il sert au conditionnement des déchets volumineux devant être évacués des Cellules où à l'introduction ou l'extraction d'appareillages, par les dalles amovibles situées en plafond des Cellules. Ce Sas est équipé de deux portes et d'une trappe située dans son plancher qui permet l'accès aux Cellules.

La structure du Sas est constituée d'une ossature métallique réalisée à partir de profilés et de tôles en acier au carbone. Ses dimensions en plan sont d'environ 3,50 x 4,70 m et sa hauteur au-dessus de la dalle de couverture des Cellules est d'environ 3,90 m. L'ossature supporte sur ses façades des plaques de plomb de protection biologique et en plafond un pont roulant mono-poutre d'une capacité de levage de 50 kN. La masse du Sas est d'environ 39,3 t.

L'ancrage au sol de la structure du sas est assuré par des broches métalliques démontables disposées dans des pièces métalliques fixes ancrées dans le béton et situées de part et d'autre du Sas au droit des différentes Cellules.

La configuration du SBM accosté à une cellule et ancré via les broches métalliques est considérée comme une situation initiale défavorable. Dans ce cas le SBM participe au confinement.

Emballages accostés aux cellules

Les transferts de combustibles sont réalisés par des emballages blindés d'une masse variant de quelques centaines de kilos à 25 tonnes. Les emballages sont disposés sur des chariots sur rail à déplacement horizontaux permettant de les accoster aux cellules en zones arrières (cellules 4, 5 et 9). Les dispositifs sont conçus pour localiser les emballages sous sollicitation sismique en position accostée.

La configuration d'accostage d'un emballage à une cellule pour chargement/déchargement de matière combustible est considérée comme une situation défavorable (voir le chapitre 2). Dans ce cas, la cavité interne de l'emballage est incluse dans la première barrière de confinement.

3.1.2.3 Description des équipements agresseurs des équipements essentiels

Sas Blindé Mobile situé au-dessus des cellules

L'ancrage au sol de la structure du sas est assuré par des broches métalliques démontables disposées dans des pièces métalliques fixes ancrées dans le béton et situées de part et d'autre du Sas au droit des différentes Cellules.

Lorsque cet équipement se déplace sur sa voie de roulement, il n'est plus ancré via les broches métalliques et il serait donc susceptible d'agresser par basculement la superstructure en béton armé du Bâtiment Principal. **Pont roulant situé dans le lanterneau**

Le pont roulant situé dans le lanterneau (appelé également « nef ») du Bâtiment Principal circule dans la direction est-ouest au niveau +10,00 m sur des poutres de roulement en béton armé. La portée du pont est de 11,70 m et sa charge utile de 300 kN. La masse à vide du pont est d'environ 23,8 t. Il a été réalisé en acier au carbone. Il est constitué de deux poutres parallèles de section transversale en caisson fixées à chacune de leurs extrémités sur un sommier également de section en caisson qui comporte deux galets. Sur ces poutres se déplace un chariot qui porte la charge. Ce chariot est équipé de dispositifs anti-déraillement et anti-envol.

Consécutivement au réexamen de sûreté, le chariot du pont a été remplacé et les ancrages dans le génie civil des rails de roulement du pont ont été renforcés.

L'analyse du comportement du pont est réalisée car il est considéré situé au-dessus des cellules, c'est-à-dire dans une position défavorable, et il pourrait en cas de chute porter atteinte à l'intégrité des Cellules. Hors utilisation, le pont est stationné dans une position de garage située en dehors de l'emprise au sol des cellules.

Protections biologiques des cellules C11 et C12

Les Cellules blindées C11 et C12 sont situées dans le prolongement de la Cellule C10 de la « chaîne procédé en béton ». Leur masse est d'environ 50 t. Les structures de ces deux Cellules sont constituées par des ossatures métalliques réalisées à partir de profilés et de tôles en acier au carbone, et des parois épaisses en plomb liées à ces ossatures. Ces Cellules ont été rénovées consécutivement au réexamen de sûreté. Leurs structures et ancrages ont été renforcés. Elles ont été de plus attelées à la structure en béton armé de la « chaîne procédé en béton ».

Le risque d'agression potentielle de la paroi en béton de la cellule 10 par les protections biologiques est analysé.

3.1.2.3 Principales dispositions d'exploitation

Les principales dispositions d'exploitation vis-à-vis de la protection du dimensionnement se déclinent suivant deux axes :

- les dispositions visant à contrôler que l'installation reste à tout moment dans le domaine d'exploitation autorisée de fonctionnement, notamment vis-à-vis du terme source total radioactif et du maintien sous-critique,
- les dispositions visant à analyser l'impact de toutes modifications pouvant affecter la sûreté de l'installation et notamment la tenue sismique des bâtiments et des équipements et à définir les dispositions afin de maîtriser cet impact (cf. paragraphe 3.1.3.1).

Ces dispositions sont définies et mises en œuvre à travers les procédures qui définissent les actions à mener dans le cadre du référentiel de sûreté du LECA.

Les dispositions visant à contrôler que l'installation reste à tout moment conforme aux spécifications techniques définies qui caractérisent son niveau de sûreté. Elles sont menées dans le cadre des réexamens de sûreté.

Afin de limiter les conséquences potentielles durant les opérations de transfert de matières ou de matériels lors des accostages d'emballages ou du SBM, il est procédé au rangement des sources radioactives avant les opérations à mener.

3.1.2.4 Prise en compte des effets indirects du séisme

En cas de séisme considéré dans l'ECS, les effets indirects liés à cet aléa pouvant survenir sur l'installation LECA sont :

- un incendie, qui constituerait un aggravant vis-à-vis de la dispersion de contamination,
- une inondation interne par une rupture éventuelle des canalisations internes d'eau, pour les mêmes raisons.

Un incendie en cellule pourrait avoir plusieurs origines :

- initiation par un point chaud en cellule,
- court circuit électrique d'équipements sous tension,
- ignition de matières pyrophoriques (sodium en cellule ou produits facilement inflammables).

Une inondation interne pourrait subvenir suite à la rupture des réseaux d'eau desservant les sanitaires du bâtiment, le système de chauffage ou de climatisation.

Les dispositions existantes vis-à-vis de ces effets indirects sont :

- vis-à-vis du risque d'incendie :
 - par point chaud : deux catégories de points chauds peuvent être présents en cellule : soit lors des opérations de meulage ou découpage au cours d'un démantèlement d'équipements en cellule, soit lors de l'utilisation d'un procédé avec four haute température. Dans un cas comme dans l'autre, les dispositions sont prises pour réduire autant que possible la DCC et supprimer toute matière ou liquide facilement inflammable,
 - par court circuit d'origine électrique dû à la dégradation d'organes électriques : les armoires électriques des équipements de cellules ont été équipées de fusibles à cinétique rapide pour limiter autant que possible les échauffements en cas de court circuit ; des sectionneurs de tension ont été mis en place au niveau des postes HT-BT qui sont situés en dehors du bâtiment. Néanmoins, un risque d'incendie d'origine électrique ne pourrait être écarté suite à un séisme du niveau considéré dans l'ECS du fait des détériorations potentielles de l'ensemble du bâtiment (ruine potentielle de la nef à considérer),
 - en cas d'utilisation de produits facilement inflammables en cellule, tout procédé pouvant générer un point chaud est proscrit (et inversement) ; le sodium entreposés en cellule est stocké à l'état solide sous gaz neutre dans des étuis métalliques scellés.

Hormis dans le cas d'un possible incendie par court circuit d'origine électrique, ces dispositions permettent de limiter le risque d'apparition d'un incendie en cellule suite à un séisme.

- vis-à-vis du risque d'inondation interne :
 - procédés en cellule : les procédés en cellule ne font pas appel à des circuits de fluides liquides reliés à un réseau,
 - réseaux de liquides présents dans le LECA : aucun réseau ne surplombe la chaîne des cellules béton et n'est donc susceptible de l'inonder après rupture ; les réseaux de sanitaires et conditionnement d'air sont présents dans les locaux périphériques (bureaux, ateliers) et au sous-sol ; dans le cas d'une rupture, l'inondation serait modérée, le LECA ne comprenant pas de réseau de fluides avec un débit important ; les eaux se déverseraient jusqu'au sous-sol où elles seraient récupérées ; elles ne pourraient pas pénétrer dans les cellules au niveau de la dalle 0 m car le fond des cellules est surélevé de 50 mm plus haut (effet surbau).

Ces dispositions permettent d'éviter qu'une éventuelle inondation interne génère un risque d'effet falaise à l'issue d'un séisme.

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,
- l'examen de conformité mené dans le cadre des réexamens de sûreté,
- le suivi des modifications
- la gestion des non-conformités

A) Contrôles effectués lors des travaux de construction de l'installation et/ou de l'exploitation

Le LECA a fait l'objet de 2002 à 2007 d'un programme de rénovation important dont les travaux avaient pour objectif de mettre en place des dispositions complémentaires de maîtrise des risques, notamment vis-à-vis de la dissémination de matière radioactives, du séisme, de l'incendie, des transferts de matières radioactives, des pertes des alimentations électriques. Lors de ces travaux, l'ensemble des caractéristiques techniques spécifiées a été contrôlé, soit par un contrôle technique in-situ, soit par des essais de vérification des performances, sur la base d'un programme qualité de conformité. L'ensemble de ces contrôles a fait l'objet de Procès Verbaux signés contradictoirement et consignés dans des documents de synthèse qui ont été archivés.

Toute action de modification ou d'amélioration à réaliser sur l'installation est traitée suivant le même processus, et fait l'objet d'une traçabilité à travers une Fiche de Modification d'Installation.

Lors de l'exploitation, la mise en œuvre et le respect des consignes décrivant les actions de l'exploitant permettent de s'assurer du respect de la conformité de l'installation.

B) Examen de conformité mené dans le cadre des réexamens de sûreté

La réglementation française applicable aux Installations Nucléaires de Base (INB) impose à chaque exploitant, de réaliser un réexamen de sûreté de ses installations tous les dix ans.

Dans le cadre de ce réexamen de sûreté, un examen de conformité est réalisé, afin de faire un état des lieux physique de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables (référentiel de sûreté) et de son vieillissement.

Le dernier réexamen de sûreté du LECA a conduit à identifier certaines non-conformités dont la tenue sismique du bâtiment principal du LECA (cf. paragraphe 3.1.3.2). Afin de traiter ces dernières, un important programme de mise en conformité et de rénovation a conduit à réaliser des travaux de 2002 à 2007.

Les travaux menés pour la suppression des non conformités ont fait l'objet de contrôles de vérification de l'atteinte des performances requises, qui ont été tracés de façon contradictoire et ont fait l'objet d'enregistrements documentaires pour justification auprès des Autorités de Sûreté. La validation des résultats obtenus a permis au LECA d'obtenir la prolongation de son autorisation d'exploitation pour dix ans de plus.

C) Suivi des modifications

Les modifications sont maîtrisées par le processus des fiches de modification d'installation qui permettent de contrôler et de tracer chacune des étapes, de l'expression de besoin jusqu'aux contrôles finaux. L'ensemble du dossier est archivé pour la traçabilité et les évolutions de la documentation du référentiel de sûreté et d'exploitation sont identifiées et prises en compte. Elles précisent le niveau d'autorisation requis pour l'engagement des modifications.

D) Gestion des non-conformités

La gestion des non-conformités fait l'objet d'un processus de traitement formalisé destiné à tracer :

- La détection
- L'origine de la non-conformité
- L'analyse des conséquences
- Les actions correctives à mener pour supprimer la non-conformité
- La validation de la correction de la non-conformité
- Eventuellement, les actions préventives à mener en fonction du type de non-conformité

La liste des non conformités est tenue à jour avec l'état d'avancement de chacune des fiches.

3.1.3.2 Non conformités et programme de remise en conformité

Le dernier réexamen dont le Groupe Permanent s'est tenu en 2001 a conduit à réaliser des travaux de rénovation pour dimensionner l'INB au SMHV défini par la RFS 2001-01 ainsi que les équipements pour lesquels des exigences de comportement au séisme ont été définies.

De plus, la conformité de la tenue du bâtiment du LECA est conditionnée par la suppression du bâtiment de la chaîne des cellules plomb. Il a été assaini et sa déconstruction est programmée pour 2013 afin de supprimer son interaction éventuelle avec la nef en cas de séisme.

En complément, le réexamen de sûreté de l'extension STAR a mis en évidence le besoin de renforcer un des blocs de génie civil (bloc Bureaux le plus proche de la nef du LECA) pour supprimer les effets de l'interaction avec le bâtiment principal du LECA.

La suppression de l'ensemble de ces non-conformités fait l'objet d'un programme de travaux dont la mise en œuvre s'étend sur plusieurs années, compte tenu de l'importance des travaux à réaliser.

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 pour l'évaluation des marges

Les séismes de référence considérés pour l'évaluation des marges sont ceux définis pour le centre de Cadarache selon la RFS n° 2001-01, dont les spectres de réponse ont été présentés précédemment.

Certaines structures de génie civil du LECA sont caractérisées par des modes de vibration à basses fréquences et leur réponse maximale au séisme est obtenue pour le paléoséisme. L'évaluation des marges sera par conséquent effectuée au minimum pour le SMS et, s'il y a lieu, également pour le paléoséisme.

Pour les équipements, le terme « SMS » désigne à la fois le SMS et le 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 Structures de génie civil

3.2.4.1 Bâtiment Principal

Bâtiment Principal (comprenant la nef)

Lors des études d'aménagement et de renforcement réalisées au cours des années 2001-2002, l'analyse du comportement sismique du Bâtiment Principal a été effectuée pour le SMHV proche défini selon la RFS n°2001-01. Elle a été menée dans le domaine élastique conformément à la RFS V.2.G de 1985. L'ouvrage a fait l'objet d'un modèle tridimensionnel détaillé aux éléments finis intégrant la cheminée et le Sas Camion, et tenant compte des aménagements et renforcements réalisés consécutivement au réexamen. Les calculs sismiques ont été réalisés en utilisant ce modèle et en tenant compte de l'interaction sol-structure. Les sollicitations dans les structures ont été déterminées en représentant l'action du séisme par des chargements pseudo-statiques. Les justifications ont été effectuées par un examen des cartes de ferrailage complété par des calculs locaux menés selon les règles de calcul du béton armé.

La masse du bâtiment est d'environ 6300 t. Il est contreventé par des portiques et les fréquences de ses modes fondamentaux sont relativement basses, comprises entre 1,0 et 1,2 Hz, dans les directions horizontales. La réponse maximale au séisme du bâtiment est obtenue pour le paléoséisme.

Les aménagements et confortements réalisés sur la structure du bâtiment ont réduit sa masse et lui ont conféré une structuration générale régulière et monobloc de nature à favoriser un bon comportement en situation sismique. Ils ont de plus été dimensionnés dans le domaine élastique linéaire.

La stabilité du Bâtiment Principal est assurée pour un niveau de séisme évalué à 1,2 fois celui du SMS et **0,8** fois celui du paléoséisme.

Cellules

Consécutivement au réexamen de sûreté, l'infrastructure des cellules a fait l'objet de confortements significatifs consistant en la création ou le renforcement de voiles transversaux épais. Ces confortements ont été validés en considérant le SMS lointain de 1988 défini selon la RFS n° I.2.c par des calculs transitoires non linéaires menés sur un modèle bidimensionnel aux éléments finis représentatif du fonctionnement des structures des deux blocs des Cellules. Ces calculs ont également été effectués pour vérifier l'absence d'interaction entre les structures des blocs des Cellules et celle du Bâtiment Principal.

Les structures des deux blocs des Cellules sont rigides et caractérisées par des modes de vibration de fréquences supérieures à 12,5 Hz dans les directions horizontales. Leur réponse maximale au séisme est obtenue pour le SMS proche.

Les structures des Cellules sont robustes et leur stabilité est assurée pour un niveau de séisme supérieur à **1,5** fois celui du SMS.

Cheminée de ventilation

Lors des études réalisées lors du réexamen de sûreté, la cheminée de ventilation a été représentée dans le modèle tridimensionnel détaillé aux éléments finis du Bâtiment Principal et a fait l'objet de justifications similaires à celles effectuées pour ce bâtiment. La capacité de résistance de la cheminée est limitée par celle du Bâtiment Principal.

La stabilité de la cheminée est assurée pour un niveau de séisme évalué à 1,2 fois celui du SMS et **0,8** fois celui du paléoséisme.

Sas Camion

Consécutivement au réexamen de sûreté, la toiture du Sas Camion a été liée structurellement au Bâtiment Principal et sa structure a donc été représentée dans le modèle tridimensionnel détaillé aux éléments finis du Bâtiment Principal et a fait l'objet de justifications similaires à celles effectuées pour ce bâtiment. La capacité de résistance du Sas Camion est limitée par celle du Bâtiment Principal.

La stabilité du Sas Camion est assurée pour un niveau de séisme évalué à 1,2 fois celui du SMS et **0,8** fois celui du paléoséisme.

Interaction entre les Cellules et le Bâtiment Principal

Compte tenu de la valeur du facteur de marge du Bâtiment Principal, les structures de ce dernier sont susceptibles de s'effondrer en situation sismique pour un niveau de séisme inférieur à celui du paléoséisme. Ces structures sont susceptibles d'agresser lors de leur chute les cellules dont la perte d'intégrité, voire de la stabilité, ne peut être exclue.

3.2.4.2 Bâtiment UO₂

Le dimensionnement du bâtiment UO₂ a été effectué sans prendre en compte le risque sismique. Son système de contreventement est irrégulier dans les deux directions horizontales :

- dans la direction nord-sud, les trois portiques de contreventement ont des rigidités très différentes. Ces différences de rigidité et le plancher partiel intermédiaire sont à l'origine d'une torsion d'ensemble significative ;
- dans la direction est-ouest, le mur en maçonnerie de la façade nord fait que le système de contreventement est également irrégulier.

Les études réalisées lors du dernier réexamen de sûreté ont montré que le dimensionnement actuel du Bâtiment UO₂ ne permet pas de répondre aux exigences de comportement fixées à l'époque pour le SMHV.

Le niveau de séisme au-delà duquel la stabilité du Bâtiment UO₂ n'est plus assurée est estimé à **0,4** fois celui du SMS.

Soumis à un séisme de niveau supérieur au précédent, le Bâtiment UO₂ pourrait s'effondrer et agresser lors de sa chute le Bâtiment Principal du Laboratoire LECA et provoquer son effondrement.

La faisabilité du renforcement du Bâtiment UO₂ n'a pas été démontrée. Consécutivement au dernier réexamen de sûreté, il est prévu de le déconstruire afin de supprimer le risque d'agression par ce dernier des bâtiments qui lui sont mitoyens.

3.2.4.3 Bâtiment Annexe A de l'installation STAR

Lors des études réalisées au cours du réexamen de sûreté de l'installation STAR, les analyses du comportement sismique des Bâtiments Annexes ont été effectuées pour les SMS et le paléoséisme définis selon la RFS n° 2001-01. Elles ont été menées dans le domaine élastique conformément au guide ASN/GUIDE/2/01. Ces ouvrages ont fait l'objet de modèles tridimensionnels aux éléments finis et les calculs sismiques ont été réalisés en utilisant ces modèles et en tenant compte de l'interaction sol-structure. Les sollicitations dans les ouvrages ont été déterminées en représentant l'action du séisme par des chargements pseudo-statiques. Les justifications ont été effectuées par un examen des cartes de ferrailage complété par des calculs locaux menés selon les règles de calcul du béton armé.

Les fréquences des modes fondamentaux du Bâtiment Annexe A sont comprises entre 8 et 12 Hz dans les directions horizontales et leur réponse maximale est obtenue pour le SMS proche.

Le système de contreventement du Bâtiment Annexe A est constitué de voiles en béton armé disposés irrégulièrement en plan. Cette disposition fait que le bâtiment est soumis à une torsion d'ensemble. Les voiles longitudinaux situés dans la direction est-ouest comportent des ouvertures séparées par des poteaux courts. Cette disposition n'est pas favorable à un bon comportement en situation sismique.

Les études précitées ont montré que le dimensionnement actuel du Bâtiment Annexe A ne permet pas de répondre à l'exigence de stabilité qui lui est assignée en situation sismique.

Le niveau de séisme au-delà duquel la stabilité du Bâtiment Annexe A n'est plus assurée est estimé à **0,5** fois celui du SMS.

3.2.4.4 Synthèse des facteurs de marge pour les ouvrages de génie civil

Les facteurs de marge des ouvrages de génie civil, évalués en considérant qu'ils n'étaient pas agressés par des ouvrages mitoyens, sont récapitulés dans le tableau suivant.

L'exigence de stabilité sous séisme n'est pas satisfaite pour le Bâtiment Principal, le Bâtiment UO₂ et le Bâtiment Annexe A de l'installation STAR. Les structures du Bâtiment Principal sont susceptibles de s'effondrer en situation sismique et d'agresser lors de leur chute les Cellules. Les exigences de comportement sous séisme des Cellules ne sont donc également pas satisfaites.

Ouvrage	Sous structure	Robustesse globale
LECA - Bâtiment Principal	Bâtiment	0,8
	Cellules	> 1,5
	Cheminée	0,8
	Sas Camion	0,8
LECA - Bâtiment UO ₂	-	0,4
STAR – Bâtiment Annexe A	-	0,5

3.2.5 Equipements

3.2.5.1 Introduction

L'évaluation des marges des équipements est effectuée en considérant que la stabilité des structures de génie civil les supportant est assurée pour le niveau de séisme permettant de respecter les exigences de comportement assignées à ces équipements.

Lors du dernier réexamen de sûreté, l'analyse du comportement sismique des équipements a été effectuée sur la base des mouvements sismiques transférés sous SMHV. Ces mouvements sismiques ont été évalués en considérant qu'il y avait interaction entre les cellules et la structure du Bâtiment Principal, c'est-à-dire sans tenir compte des travaux d'agrandissement et de mise en conformité des largeurs des joints réalisés consécutivement au réexamen de sûreté. L'évaluation des marges est effectuée à partir des spectres établis sous SMS sans interaction qui sont représentatifs du comportement de l'installation dans sa configuration actuelle après les travaux d'ouverture des joints.

3.2.5.2 Equipements essentiels

Entreposage des éléments combustibles Phénix de la Cellule C5

Le coffre est susceptible de glisser en situation sismique et il a été considéré dans l'analyse que, compte tenu des jeux entre les tubes et fourreaux, seuls deux fourreaux contribuaient à le stabiliser. Cette hypothèse est conservatrice dans la mesure où d'autres fourreaux viendront au contact des tubes compte tenu des déformations des fourreaux. Cette hypothèse a été néanmoins conservée dans le cadre de l'évaluation.

L'intégrité de l'entreposage des éléments combustible Phénix est assurée pour un niveau de séisme au moins égal à 1,6 fois celui du SMS.

Équipements situés dans les parois des Cellules

L'analyse du comportement sismique des équipements concernés a été effectuée sur la base de calculs pseudo-statiques en considérant soit les pics des spectres transférés pour les équipements comportant des parties d'ancrage souples, soit les ZPA des spectres transférés pour les équipements ne comportant que des pièces rigides.

Les niveaux de séisme au-delà desquels l'intégrité de ces équipements n'est plus assurée, exprimés sous la forme d'un facteur global de marge par rapport au niveau du SMS, sont les suivants :

- Hublots : **1,4,**
- Bouchons et traversées : **2,3,**
- Portes bouchons : **1,1,**
- Télémanipulateurs : **2,0.**
- Equipements de procédés : **1,5**

Les portes bouchons elles-mêmes sont très robustes et la valeur de leur facteur de marge résulte de la marge de résistance de leurs ancrages dans la structure en béton armé. Ces marges varient d'une cellule à une autre. Le facteur de marge de 1,1 concerne la cellule C6. Les facteurs de marge des ancrages des portes bouchons des autres cellules sont compris entre 1,4 et 2.

Équipements de ventilation des Cellules

L'analyse du comportement sismique des équipements concernés a été effectuée sur la base soit d'une analyse modale-spectrale, soit de calculs pseudo-statiques. Ces équipements sont rigides, caractérisés par des fréquences propres supérieures à 21 Hz.

Les niveaux de séisme au-delà desquels l'étanchéité de ces équipements n'est plus assurée, exprimés sous la forme d'un facteur global de marge par rapport au niveau du SMS, sont les suivants :

- Clapets coupe-feu : **2,6**,
- Caissons filtres THE : **1,9**,
- Gaines de ventilation : **1,0**.

Pour les gaines de ventilation, le facteur de marge minimal est fixé par la résistance des chevilles métalliques assurant l'ancrage des supports des colliers des gaines d'extraction. Pour les gaines de transfert, la marge sur les ancrages des supports des colliers est égale à 1,7. Les facteurs de marge des autres composants sont supérieurs à 2,4.

Emballages accostés aux cellules via les chariots d'accostage

L'analyse du comportement sismique des chariots d'accostage a été effectuée sur la base d'une analyse modale-spectrale.

Les niveaux de séisme au-delà desquels la stabilité de ces équipements n'est plus assurée, exprimés sous la forme d'un facteur global de marge par rapport au niveau du SMS, sont les suivants :

- Chariot d'accostage de la Cellule C4 : **1,5**,
- Chariot d'accostage de la Cellule C5 : **1,5**,
- Chariot d'accostage de la Cellule C9 : **0,9**,
- Porte à masselotte – Cellule C9 : **1,8**.

Le facteur de marge du chariot d'accostage de la Cellule C9 concerne les tiges d'ancrage du chariot. Le facteur de marge des autres composants est de l'ordre de 2.

Dalle amovible de la Cellule 5

Les parois de la réservation pratiquée dans la dalle empêchent le mouvement de la dalle à la fois horizontalement et vers le haut. La partie supérieure des tiges de suspension est immobilisée par un système robuste dont la géométrie empêche leur mouvement vers le bas.

Lors du réexamen de sûreté, la stabilité de la dalle a été vérifiée par un calcul pseudo-statique effectué en considérant de manière défavorable que la dalle était soumise aux accélérations des pics des spectres transférés sous SMHV. Une marge significative avait été mise en évidence.

La stabilité de la dalle est assurée pour un niveau de séisme supérieur à **6** fois celui du SMS.

Sas blindé mobile situé au-dessus des cellules (accosté sur une cellule et ancré via les broches métalliques)

L'analyse du comportement sismique du sas blindé mobile a été effectuée sur la base d'une analyse modale-spectrale prenant en compte les spectres transférés enveloppes évalués au niveau de la dalle de couverture des cellules.

La stabilité du sas blindé mobile est assurée pour un niveau de séisme évalué à 1,1 fois celui du SMS lorsqu'il est en configuration d'accostage sur une cellule.

3.2.5.3 Equipements agresseurs des équipements essentiels

Sas blindé mobile situé au-dessus des cellules (en déplacement sur sa voie de roulement)

Le risque de basculement du sas blindé mobile considéré simplement posé sur la dalle de couverture des cellules a également été analysé. Cette situation est représentative de la configuration du SBM en déplacement sur sa voie de roulement (il n'est alors pas ancré via les broches). La valeur de la vitesse susceptible de provoquer le basculement du sas a été évaluée en considérant un amortissement de 5%. Cette valeur est supérieure à trois fois la vitesse de la dalle de couverture des cellules. Le basculement du sas blindé mobile est donc exclu.

Pont roulant situé dans le lanterneau

Lors du réexamen de sûreté, la résistance de la structure renforcée du pont considéré en charge et de ses rails de roulement a été démontrée sous SMHV. L'évaluation des marges a porté sur la structure du pont considéré à vide avec son chariot à mi-portée, et sur les rails de roulement du pont. L'analyse effectuée montre que la stabilité du pont est limitée par la capacité de résistance des ancrages des rails de roulement.

La stabilité du pont roulant peut être considérée comme assurée pour un niveau de séisme au moins égal à **1,2** fois celui du SMS.

Protections biologiques des cellules C11 et C12

La structure des cellules est rigide, caractérisée par des fréquences propres supérieures à 16 Hz. Les contraintes maximales obtenues à l'issue de l'analyse réalisée lors du réexamen étaient de l'ordre de 50 % de la limite d'élasticité de l'acier dans la structure métallique et de 20 % de la limite d'élasticité du plomb dans les parois. Aussi, la stabilité de la structure des cellules est limitée par la capacité de résistance de ses ancrages.

La stabilité des cellules C11 et C12 est assurée pour un niveau de séisme au moins égal à **1,6** fois celui du SMS.

3.2.5.4 Synthèse des marges sur les équipements

Les facteurs de marge des équipements évalués en considérant que la stabilité des structures de génie civil les supportant est assurée sont récapitulés dans le tableau suivant. L'exigence de stabilité sous SMS n'est pas satisfaite pour le chariot d'accostage de la Cellule C9 pour lequel la valeur du facteur de marge est de 0,9.

Compte tenu des valeurs des marges des structures de génie civil qui supportent ces équipements, les exigences de comportement des équipements ne sont pas satisfaites pour un niveau de séisme inférieur à celui du SMS.

	Equipements	Robustesse globale
SSC	Entreposage des éléments PHENIX	1,6
	Dalle amovible de la cellule 5	>6
	Hublots des Cellules	1,4
	Bouchons et traversées des cellules	2,3
	Portes bouchons des cellules	1,1

	Télémanipulateurs	2,2
	Clapets coupe-feu	2,6
	Caissons filtres THE	1,9
	Gaines de ventilation	1,0
	Equipements de procédés en Cellules 2 et 3	1,5
	Emballages accostés aux cellules	0,9
	Sas blindé mobile accosté à une cellule et ancré vis les broches métalliques	1,1
Equipements agresseurs des équipements essentiels et aggravants des situations redoutés	Sas blindé mobile (en déplacement sur sa voie de roulement)	Pas d'agression de la nef à prévoir
	Pont roulant de 300 kN	1,2
	Cellules blindées C11 et C12	1,6

3.3 Conclusions

L'analyse des marges évaluées dans ce chapitre montre que :

- la stabilité des cellules béton seules et des équipements associés pris isolement est globalement assurée sous SMS de façon intrinsèque,
- cette stabilité ne peut cependant pas être assurée compte tenu des marges insuffisantes sur les structures de génie civil du Bâtiment Principal du LECA, du bâtiment UO2 et du bâtiment Annexe de bureaux de STAR en vis-à-vis avec le LECA.

Il a été montré au chapitre 2 que la ruine totale du bâtiment n'est pas de nature à engendrer un risque d'effet falaise à elle seule.

Néanmoins, compte tenu de l'éventualité d'un possible incendie généralisé se propageant aux cellules par effet induit du séisme, un risque d'effet falaise ne peut pas être écarté en l'état.

La mise en place d'un système de coupure automatique des alimentations électriques sur détection sismique permettrait d'écarter le risque d'incendie et donc le risque d'effet falaise.

Le bâtiment annexe des bureaux de l'extension STAR, identifié comme un agresseur des SSC, a fait l'objet d'études de renforcement en vue d'assurer sa stabilité sous SMS. La réalisation des travaux de renforcement permettra d'éliminer tout risque d'interaction en situation sismique entre ce bâtiment et le Bâtiment Principal du LECA.

Le Bâtiment UO2, susceptible d'interagir avec le Bâtiment Principal du LECA, sera déconstruit au cours de l'année 2013.

Par ailleurs, le réexamen de sûreté du LECA est en cours et conduira à renforcer la robustesse de l'installation vis-à-vis du séisme.

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 LECA est située sur la rive gauche du Ravin de la Bête au niveau du vallon des Roux.

Au niveau du point de rejet du bassin versant du Vallon des Roux, le fil d'eau du Ravin de la Bête est à la côte 265 m NGF. **Avec une côte NGF de l'ordre de 297 m, l'installation LECA est alors située hors de la zone inondable générée par le débordement du lit mineur du Ravin de la Bête.**

4.1.1.2 Crue du bassin versant

Le vallon des Roux se caractérise en amont de l'INB par une surface de bassin versant naturel et boisé de 112 ha. A ciel ouvert à proximité de l'installation, il présente un débit capable largement suffisant pour évacuer un débit centennal.

Des fossés périphériques reprofilés annuellement permettent de canaliser le ruissellement provenant du bassin versant amont vers le vallon des Roux.

L'INB est longée d'un côté par une route fortement pentue et de l'autre par le vallon des Roux qui est largement dimensionné. En cas de fort ruissellement sur la route, il se peut qu'une partie se retrouve sur la plateforme imperméabilisée en longeant le trottoir devant l'installation et après un virage à 90°. Mais l'écoulement à grande vitesse se fera préférentiellement vers l'aval de la route.

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 statistique 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 3).

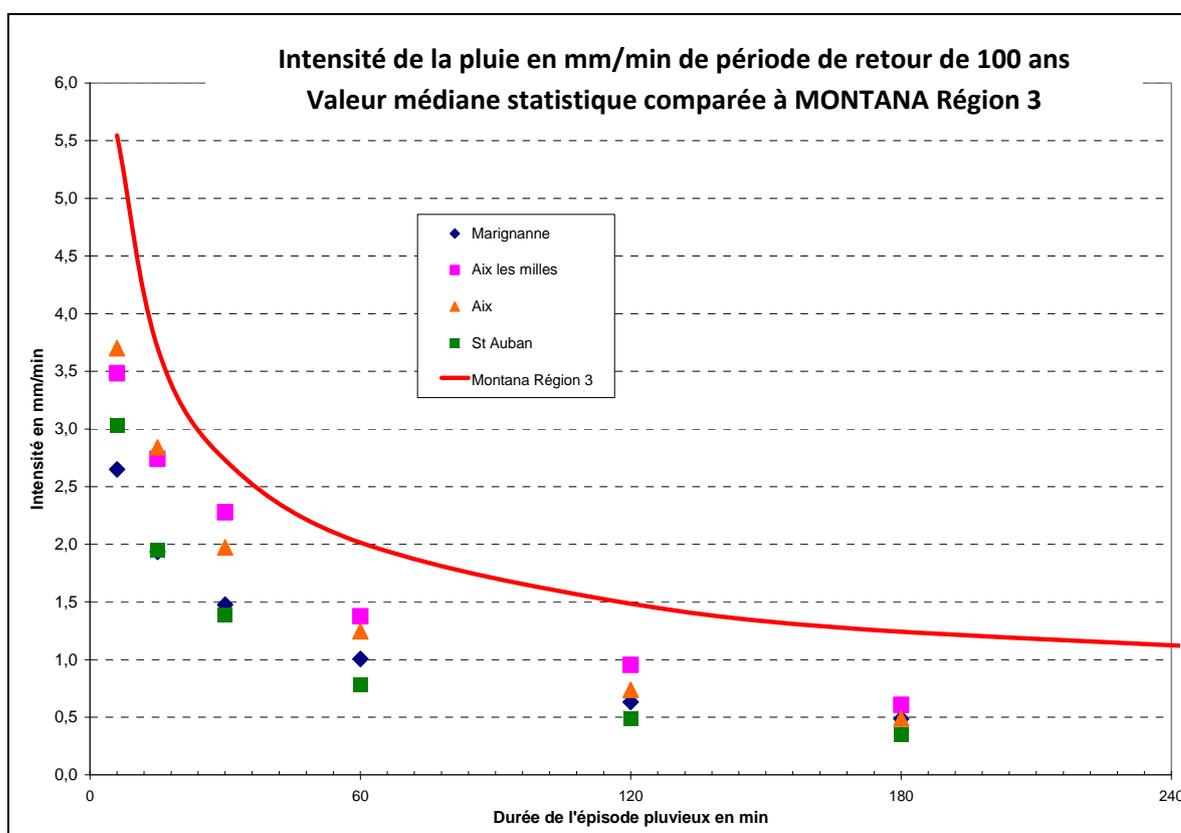


Figure 3 : Comparaison de la pluie centennale de Montana par rapport à la pluviométrie réelle issue des données Météo France

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.

4.1.1.4 Crue 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 représentait un pic de débit de 5000 m³/s, à comparer aux 60000 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.

Positionnement du LECA

Le LECA a été construit en 1964 sur des formations calcaires sur le versant Sud-Est du Vallon de Mourre Frais. C'est une installation qui est donc concernée par les phénomènes de crue karstique à cinétique rapide. La cote la plus basse de l'installation se situe à 293,0 m NGF pour un terrain naturel aux environs de 298,0 m NGF. L'installation LECA est équipée de puisards, dispose de pompes de relevage et de détecteurs (puisard des eaux pluviales notamment) permettant de déclencher une alarme en cas de présence d'eau.

Avant les fortes crues de décembre 2008 et novembre 2011, l'aléa hydrogéologique conduisait à considérer un quantile de la crue centennale à 294,0 m NGF et une crue de référence (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% de la crue centennale) à 298,3 m NGF. La réévaluation de l'aléa conduit aujourd'hui à considérer un quantile de 297,2 m NGF et une crue de référence à 302,2 m NGF.

Le modèle de reconstitution des chroniques piézométriques a été recalé en valorisant les fortes crues de 2008 et 2011. L'analyse de cette chronique reconstituée depuis 1960 tend à démontrer que la nappe n'a probablement atteint et dépassé le niveau de plus bas du LECA (293,0 m) qu'à deux reprises depuis sa création, justement en décembre 2008 et en novembre 2011 :

- décembre 2008 : maximum simulé à 295,5 m NGF (maximum observé au niveau du piezomètre LEC11 : 294,5 m NGF)
- novembre 2011 : maximum simulé à 297,7 m NGF (maximum observé au niveau du piezomètre LEC11 : 297,4 m NGF).

Il faut précédemment remonter jusqu'en janvier 1978 pour obtenir une cote simulée à 291,9 m NGF, c'est-à-dire en dessous des niveaux les plus bas du LECA. Avant l'évènement de novembre 2011, des entrées d'eau avaient été signalées mais nous attribuons ces dernières à des infiltrations d'eaux superficielles. Aucune infiltration n'a été constatée en décembre 2008, la mise en charge des parties basses de l'installation ne devant pas être suffisante pour provoquer des entrées d'eau. Par contre, en novembre 2011, des entrées d'eau significatives ont été constatées et on estime à plusieurs dizaines de mètres cube la quantité d'eau qu'il a fallu évacuer de l'installation.

La réévaluation à la hausse de l'aléa hydrogéologique consécutive aux fortes crues des années 2008 et 2011 ne remet pas fondamentalement en cause l'évaluation réalisée mi-2008. En effet, la précédente évaluation impliquait déjà des niveaux supérieurs à l'altitude du terrain naturel et l'on sait que les phénomènes d'artésianisme et d'écoulement dans la zone épi-karstique écrètent les remontées de nappe.

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 LECA 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

Pour prévenir le risque d'infiltration d'eau dans l'installation, les dispositions suivantes ont été mises en œuvre à la conception des bâtiments :

- La création d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales autour des bâtiments de l'INB et en toitures,
- Des dispositions constructives aux principaux points d'entrées d'eau potentiels (étanchéité, double-portes, batardeaux, dos d'âne, ...),
- La mise en place de divers points de relevage automatique. L'efficacité de ces points de relevage est surveillée par des contrôles préventifs.
- De façon à éviter le risque de propagation d'une éventuelle inondation incidentelle de STAR vers le LECA ou vice-versa, la galerie technique entre sous-sols est implantée au niveau -3,70 m. Cette galerie constitue ainsi un seuil entre les sous-sols des deux laboratoires implantés à -4,00 m pour le LECA et -4,50 m pour STAR.

Les points d'entrées de l'installation sont exhaustivement listés ci-dessous :

A l'intérieur du bâtiment LECA :

- L'accès principal du bâtiment : Il est muni d'un trottoir de 15 cm de haut par rapport à la cote voirie et les portes sont équipées d'un dos d'âne sur toute leur longueur. En cas d'entrée d'eau par ces portes, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses, ou de commandes électriques vulnérables à l'eau situées au niveau du sol.
- La porte qui donne sur le couloir menant à l'atelier mécanique et sur un escalier de plus de 30 cm menant aux vestiaires est équipée d'un dos d'âne de 8 cm. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau situées au niveau du sol.
- La porte qui donne directement sur l'atelier mécanique. Elle est rehaussée de 5 cm par rapport à la grille pluviale extérieure mais le trottoir qui mène à la porte présente une pente descendante vers la porte. Il s'agit donc d'un point potentiel d'accumulation d'eau. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses et le matériel électrique est situé à plus d'un mètre du sol. Dans l'atelier mécanique se trouve l'accès au local électrique voie 2 LECA qui se fait par un escalier de 30 cm.
- Chemins de câbles : ils mènent aux locaux électriques. Le risque d'infiltration d'eau peut être écarté de par la présence d'un passage étanche conduisant à l'intérieur de l'installation.
- Grilles d'entrée d'air : ces grilles ont été colmatées et le mur à l'intérieur a été rebouché.
- Les portes qui mènent au SAS camion et qui sont équipées de dos d'âne de 8 cm. En cas d'entrée d'eau par ces portes, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même

ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau.

- Le volet roulant ouvrant le sas camion, cette entrée présente une forme de pente préférentielle permettant un ruissellement vers des points bas d'un point de vue topographique. En cas d'entrée d'eau par cette porte, il n'y a pas de risque avéré : le local en lui-même ne contient pas de substances dangereuses ou de commandes électriques vulnérables à l'eau.

Par ailleurs, il faut noter que toutes les portes donnant vers l'extérieur ont été conçues de sorte que le sens d'ouverture de la porte aille à l'encontre de la poussée d'eau en cas de fortes pluies.

A l'intérieur du hall d'entreposage contenant divers produits et matériels, dont certains peuvent être radioactifs : la voirie présente une pente devant le hall et les produits radioactifs ou dangereux sont des déchets conditionnés (vinylés), ce bâtiment est classé en Zone Non Contaminante.

A l'intérieur du bâtiment abritant le groupe électrogène fixe de l'INB : le bâtiment est surélevé de 25 cm par rapport à la voirie, de plus la porte d'accès est en haut d'une pente.

A l'intérieur des 2 casemates abritant respectivement les postes HT/BT des voies 1 et 2 : les bâtiments sont surélevés de 25 cm par rapport à la voirie.

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.

Neuf piézomètres assurent le suivi du niveau des nappes miocène et crétacée à proximité immédiate de l'INB. Les niveaux basses eaux et hautes eaux extrêmes relevés sur l'année 2006 sont respectivement de 266 m et 283 m NGF.

Le LECA est équipé d'un capteur INO dans le puisard de niveau des eaux pluviales.

De plus, le LECA est équipé d'un réseau de détection d'inondation dont les capteurs INO sont situés :

- dans le bac de rétention des cuves d'effluents des réseaux 2 et 3,
- dans le puisard du local effluents situé au sous-sol derrière la porte 011A, complété par un système de relevage automatique vers les effluents suspects,
- dans le puisard qui contient la cuve de relevage des effluents, au sous-sol derrière la porte 017,
- dans la galerie technique, au premier étage derrière la porte 101,
- dans le puisard de la sous-cellule 5,
- dans l'extension des vestiaires.

Les alarmes de ces détecteurs sont signalées sur le réseau de télésurveillance du LECA et reportées au PC Sécurité du Centre. De plus, les éventuelles inondations peuvent être détectées lors des rondes de surveillance effectuées dans l'installation.

Concernant la surveillance piézométrique et radiologique de la nappe des calcaires, un réseau de piézomètres est en place autour du LECA à 40 mètres de profondeur dans le calcaire. Cette implantation permettrait, en cas de rejet accidentel dans le sol, de disposer à minima d'un point de mesure situé en amont et d'un point de mesure situé en aval de l'installation.

En cas d'alarme inondation dans le bâtiment, il existe des procédures qui décrivent les actions à mettre en œuvre.

Une inondation en sous-cellule 5 ne poserait pas de problème particulier. En effet, le puisard de cette sous-cellule est accessible depuis la partie Est de la galerie sous-cellule. De plus, le fond des fourreaux suspendus de l'entreposage « Phénix » est à plus de 1 mètre du radier de la sous-cellule.

4.1.3 Conformité de l'installation

La conformité de l'installation vis-à-vis de l'aléa tel que défini au paragraphe 4.1.1.3 sera vérifié dans le cadre du réexamen de sûreté du LECA.

La conformité de l'installation repose notamment sur :

- la réalisation périodique du contrôle et de la maintenance préventive du réseau d'eau pluviale (caniveaux, canalisations, regards, ouvrage de rétention à l'amont de l'installation, etc.).
- la réalisation périodique du contrôle de bon fonctionnement des reports de téléalarme 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.
- la garantie du reprofilage annuel des fossés à ciel ouvert (intégré au plan de maintenance de l'installation)

4.2 Evaluation des marges

Bien que l'inondation externe ne représente pas un risque d'effet falaise, les marges vis-à-vis du risque d'entrée d'eau dans l'installation sont définies ci-après.

4.2.1 Débordement du ravin de la Bête

L'installation se situe à une distance significative du Ravin de la Bête et à une cote topographique de plus de 30 m par rapport à la cote fil d'eau pour la pluie centennale.

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), la conséquence immédiate est la formation de lames d'eau sur les voiries. La surface du bassin versant amont naturel d'apport est faible et la nature des terrains (calcaires) est très favorable à l'infiltration.

Au titre de la robustesse, la création d'un dos d'âne pourrait être envisagée à l'entrée du portail sud pour éviter que le ruissellement provenant de la route ne se retrouve en partie dans l'installation.

Dans l'hypothèse d'évacuations pluviales engorgées, des débordements sont possibles sur la voirie mais ils concernent les réseaux secondaires et non le vallon des Roux. La plateforme imperméabilisée présente quelques points bas. La cote de basculement vers le vallon des Roux se situe à environ 30 cm du point bas situé à proximité du sas camion.

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). Or l'installation LECA se situe à la cote topographique de 297 m.

4.2.4 Remontée de nappe

Une inondation au sous-sol pourrait solliciter les éléments suivants :

- les fûts de déchets qui y sont entreposés,
- l'enceinte de traitement de conditionnement des déchets,
- les chaussettes suspendues du puits d'entreposage Phénix de la cellule 5 qui peuvent potentiellement contenir des combustibles,
- les locaux électriques alimentant notamment la ventilation,
- les ventilateurs d'extraction.

Les déchets entreposés au sous-sol ne présentent pas de danger en cas d'inondation de par leurs multiples conditionnements (plusieurs couches de vinyle notamment).

Le REX de la crue de novembre 2011 montre que le dispositif de traitement de conditionnement des déchets, bien que touché par les entrées d'eau, n'a pas posé de problèmes particuliers (cf. §4.1.1.6). Les travaux d'amélioration de son étanchéité sont toutefois envisagés.

La configuration des entreposages de la cellule 5 est telle qu'il n'y a pas de risque de criticité même si les puits venaient à être partiellement ou totalement ennoyés,

Au titre de la robustesse, une pompe mobile pourrait être mise en œuvre en cas d'entrée d'eau significative dans l'INB.

4.3 Conclusions

Aucun effet falaise n'est identifié en cas d'inondation même largement plus importante que celle prise en compte pour le dimensionnement.

En effet :

- le terme source mobilisable susceptible d'entraîner un risque d'effet falaise est localisé en cellules, au niveau du rez-de-chaussée,
- l'ennoyage du sous-sol impliquerait la perte des alimentations électriques et la perte de ventilation du bloc cellule avec passage en confinement statique,
- l'accumulation d'eau en terrasse haute n'est pas susceptible d'affaiblir la structure de la nef.

Au titre de la robustesse des améliorations sont envisageables :

- mise en œuvre d'une pompe mobile en cas d'entrée d'eau significative dans l'installation,
- création d'un dos d'âne à l'entrée du portail sud pour éviter que le ruissellement provenant de la route ne se retrouve en partie dans l'installation,
- amélioration de l'étanchéité de l'Enceinte de Traitement de Déchets.

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.

Les conséquences potentiellement redoutées pour le LECA sont :

- une accumulation d'eau au niveau des terrasses formant le toit du bâtiment, pouvant conduire à une entrée d'eau,
- une éventuelle inondation du bâtiment suite aux bouchages des systèmes d'évacuations des abords extérieurs par des débris divers

Concernant une possible inondation des terrasses du bâtiment par accumulation d'eau suite au bouchage des évacuations des eaux pluviales, le cumul de hauteur d'eau pourrait atteindre la hauteur des acrotères, soit de l'ordre de 40 cm pour les terrasses hautes et basses.

Le dimensionnement des terrasses autorisent une surcharge de l'ordre de 0,95 T/m², ce qui est largement suffisant pour prendre en compte la charge d'une hauteur d'eau de 40 cm (soit 0,4 T/m²). Ainsi, le risque d'entrée d'eau par fissuration des terrasses du bâtiment n'est pas retenu.

Les éléments décrits au paragraphe 4 du présent document ne conduisent à identifier un risque d'effet falaise associé à une hypothétique inondation du bâtiment par les portes et ouvertures.

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.

Les conséquences potentiellement redoutées pour le LECA sont :

- une éventuelle inondation du bâtiment suite aux bouchages des systèmes d'évacuations des abords extérieurs du bâtiment. Ce point est traité au paragraphe concernant la grêle et les pluies extrêmes locales ;
- une perte d'alimentation électrique, du fait de la sensibilité du réseau d'alimentation du Centre, au regard des événements climatiques exceptionnels. Ce point est traité au chapitre 7. De plus, en cas d'alerte météorologique assurée par MétéoFrance, l'installation est mise en position de repli de façon préventive (arrêt des opérations à risque de contamination,...) ;
- une perturbation des conditions aérauliques du LECA du fait de la création de zones de fortes dépressions à l'extérieur du bâtiment (zones opposées à la direction d'arrivée du vent),
- Des conditions extrêmes de vent à l'extérieur du bâtiment pourraient aboutir à inverser les cascades de dépressions entre la nef du LECA, les zones arrières, les zones avant, par rapport l'extérieur. En effet, les conditions de fonctionnement de la ventilation qui assure la fonction de confinement dynamique peuvent être dégradées

par rapport au fonctionnement nominal. Ceci pourrait favoriser des phénomènes de dissémination par rétrodiffusion depuis le bloc cellule. Du fait que l'installation est de façon préventive mise en position de repli et du maintien du confinement statique, le risque de dissémination vers l'environnement n'est pas susceptible de conduire à des rejets significatifs de matières radioactives.

La foudre

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

La situation d'incendie est traitée dans le référentiel actuel.

Pour conclure, aucune condition météorologique extrême liée à l'inondation ne peut aboutir à un risque à effet falaise pour l'installation LECA.

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 1000m³ (2 bassins) de la partie nord est du centre.

Etant donné l'implantation de l'installation à une côte de l'ordre de 297 m NGF et de sa localisation dans la partie sud du centre, le LECA n'est pas concerné par les risques d'inondations induits par la rupture des ouvrages contenant de l'eau en quantité significative.

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.

La cote maximale atteinte serait de 250 m NGF si l'on considère la rupture du barrage d'Esparron/Gréoux avec un temps d'arrivée du front d'onde de 1h 30min.

La cote maximale atteinte serait de 254 m NGF si on considère la rupture du barrage de Sainte-Croix et des barrages de Sainte-Croix, Quinson et du barrage aval d'Esparron/Gréoux ; le temps d'arrivée du front d'onde serait de 1h 50min.

A savoir que la cote du terrain naturel dans la vallée au droit du centre (près de l'autoroute) est de 247 NGF.

Aucune installation nucléaire ne serait donc 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 4).

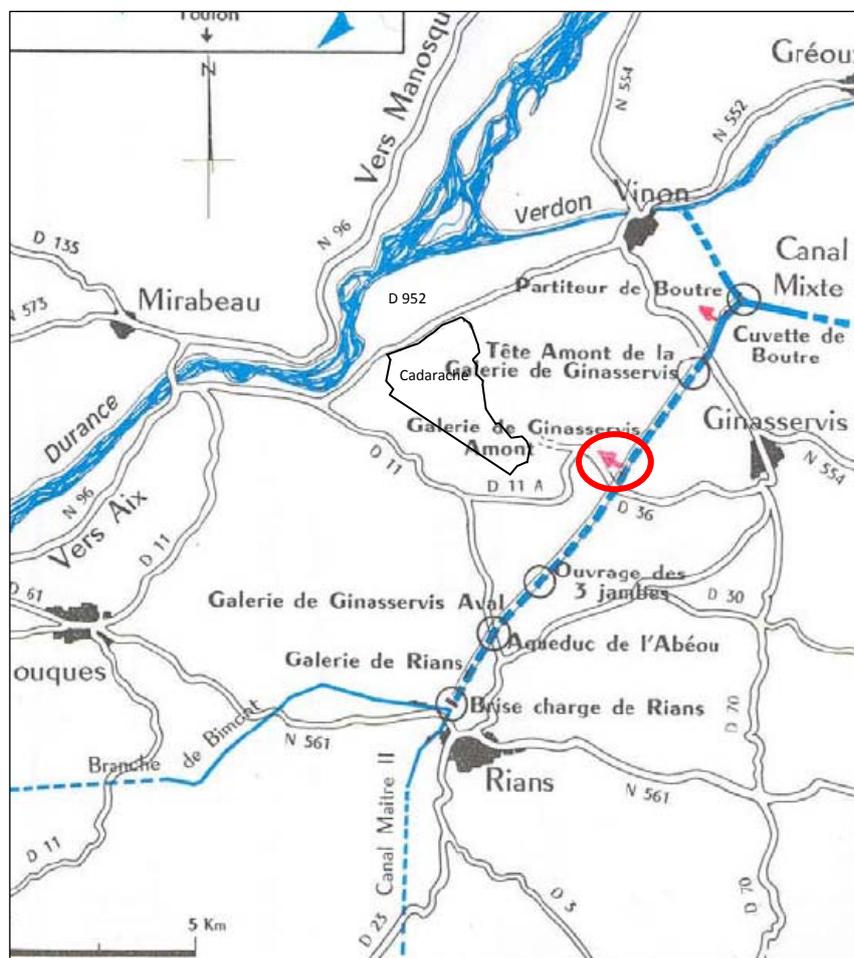


Figure 4 : Implantation du canal de Provence

Le profil en long de la galerie (cf. Figure 7) 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 5).

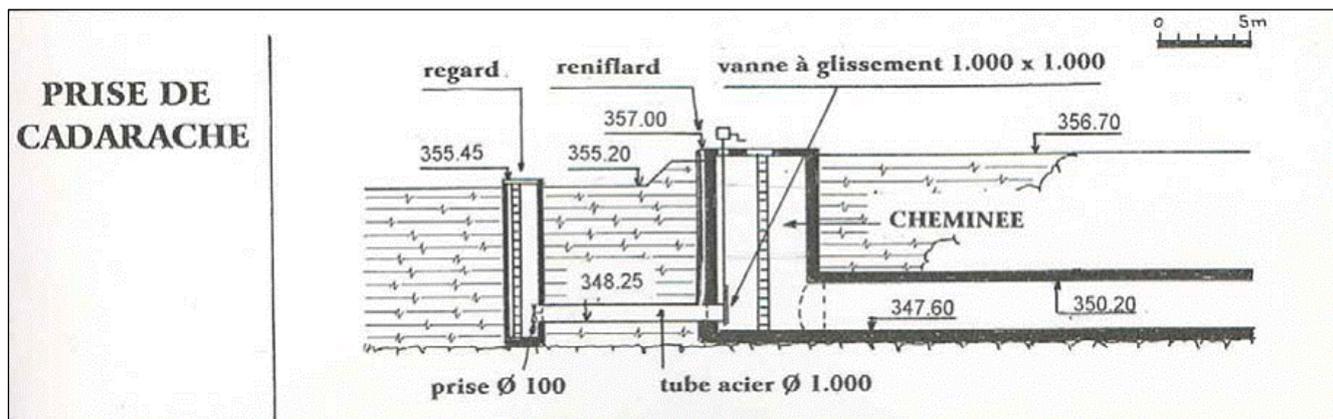


Figure 5 : Prise de Cadarache

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 6).

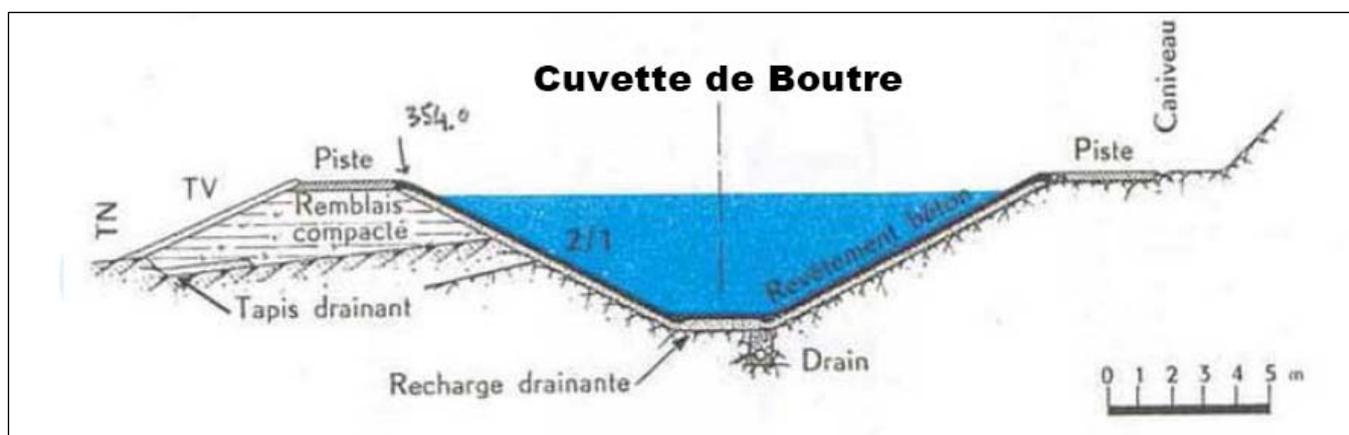


Figure 6: coupe de la cuvette de Boutre

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 7).

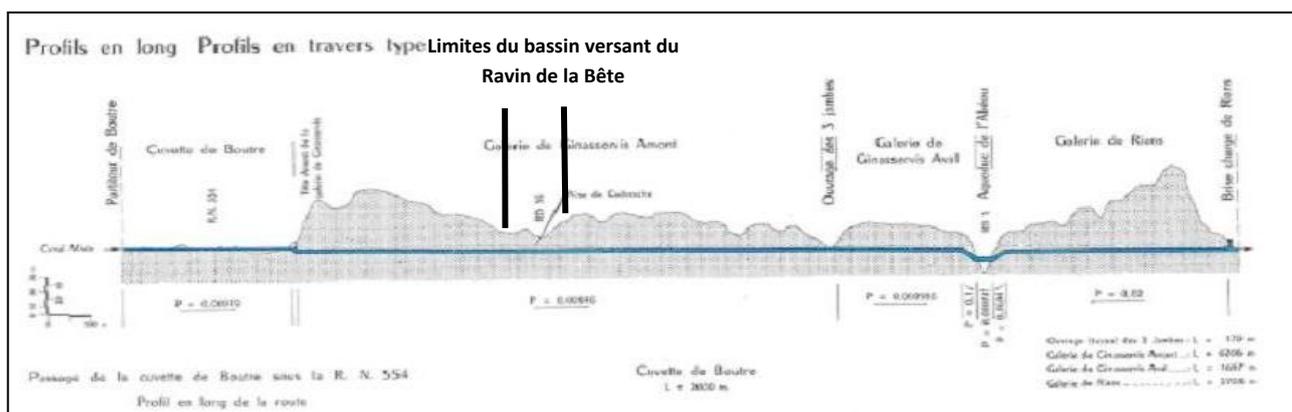


Figure 7: Profil en long de la galerie de Rians SCP

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 8).

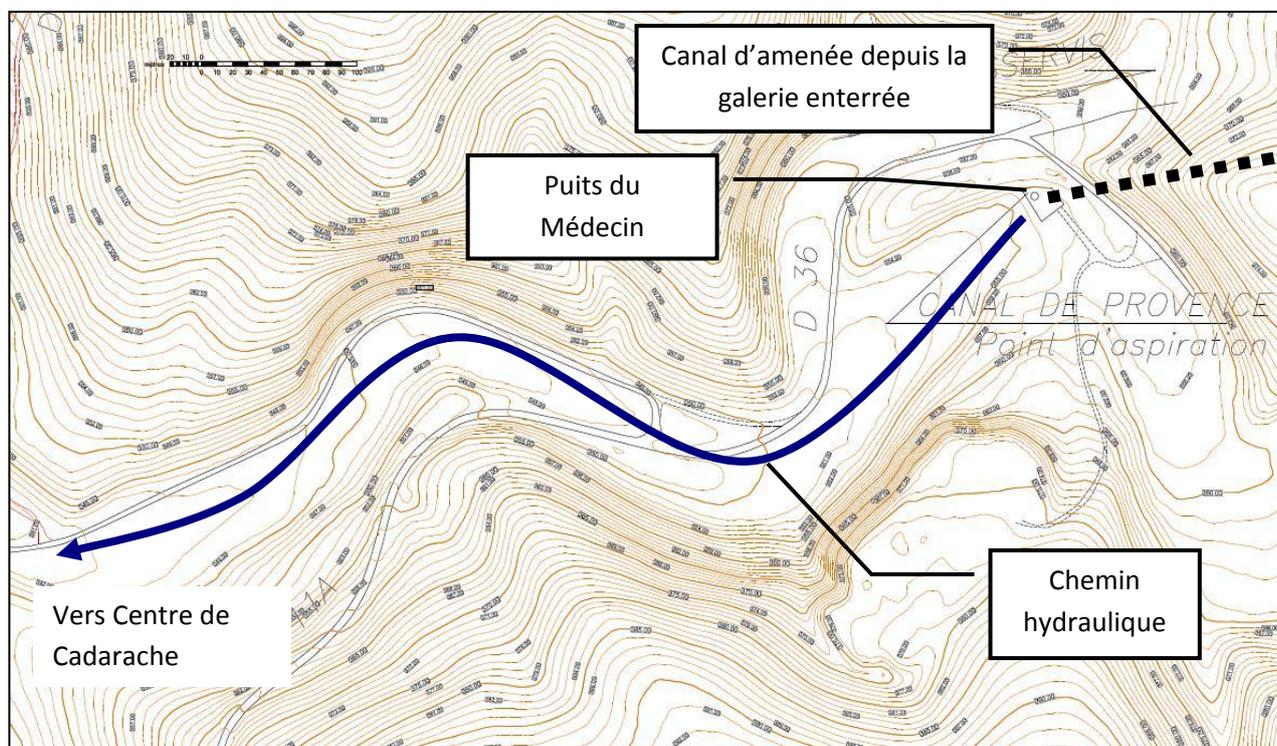


Figure 8: profil du bassin versant au niveau du puits du Médecin

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 9). 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.

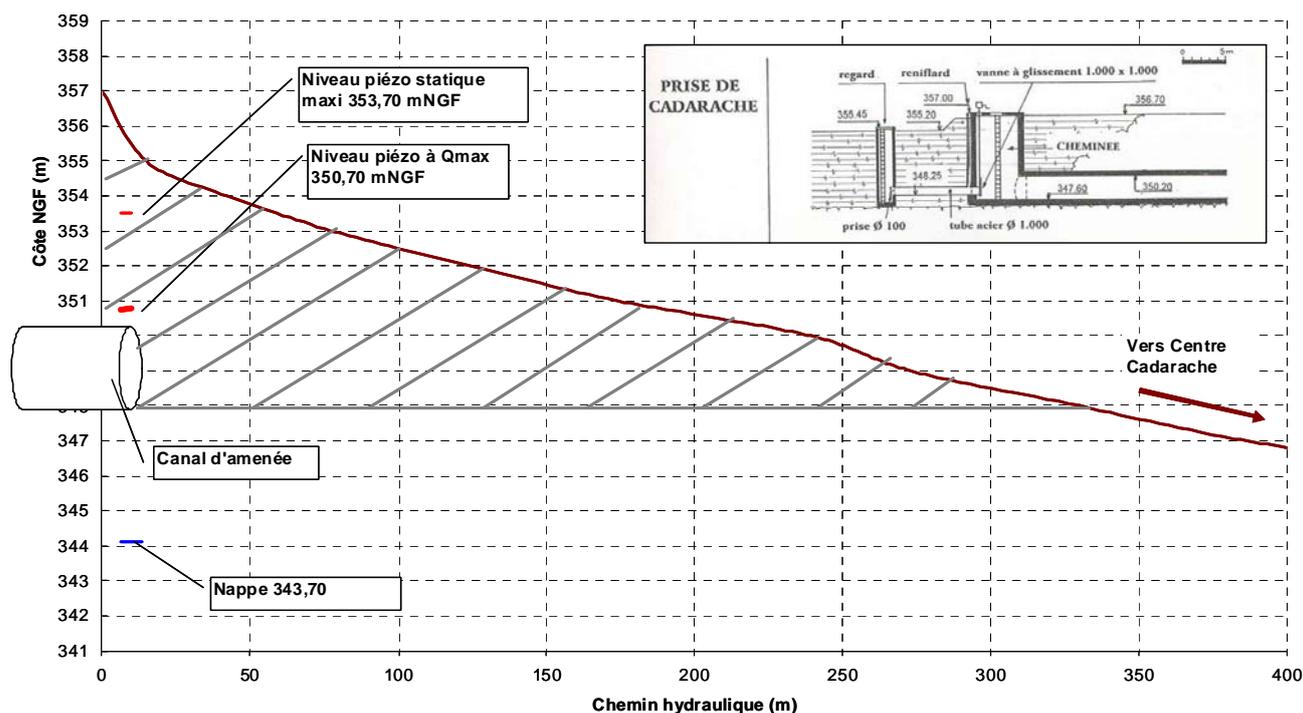


Figure 9: profil du terrain naturel le long du chemin hydraulique du vallon du ravin de la Bête à partir du puits du Médecin

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.

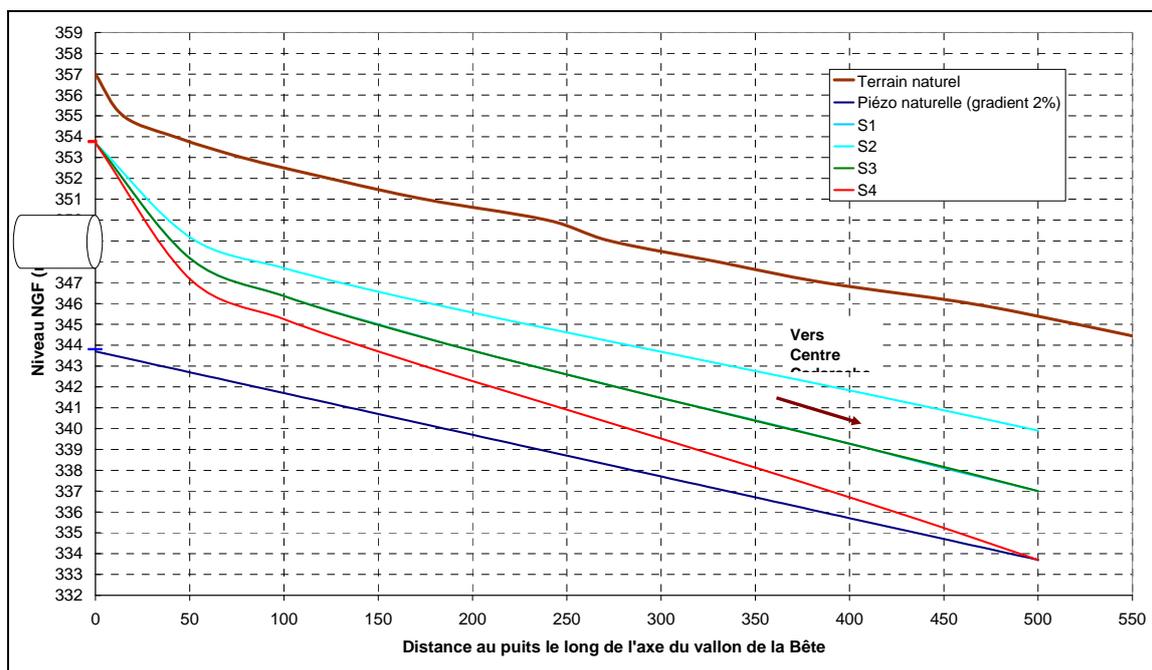


Figure 10: profil piézométrique calculé en aval du puits du Médecin (m)

La Figure 10 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).

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 11) ; 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 11: 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.

5.2.1.3 Analyse du risque de rupture des bassins du centre 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

Egalement 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 :

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,

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.

En outre, afin de limiter les débits de fuites, des décharges de l'eau contenue dans les réservoirs seraient possibles par les organes du réseau. Ceci entraînerait la baisse du niveau des réservoirs sans matériel particulier dans un délai très rapide et dans des zones capables de recevoir des débits importants sans impacter la sûreté des installations et des moyens généraux du Centre.

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.

5.2.2 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 proche du Centre.

6. PERTE DES ALIMENTATIONS ELECTRIQUES

L'analyse de perte des alimentations électriques de ce présent chapitre est considérée hors événement sismique (l'analyse de perte des alimentations électriques suite à un événement sismique est considérée dans le chapitre 3).

6.1 Architecture des alimentations électriques de l'installation

6.1.1 Organisation générale du réseau électrique

L'alimentation électrique du LECA est assurée par deux lignes de 15 kV en triphasé en boucle passant par les deux postes de transformation de tension de l'installation (Postes HT/BT).

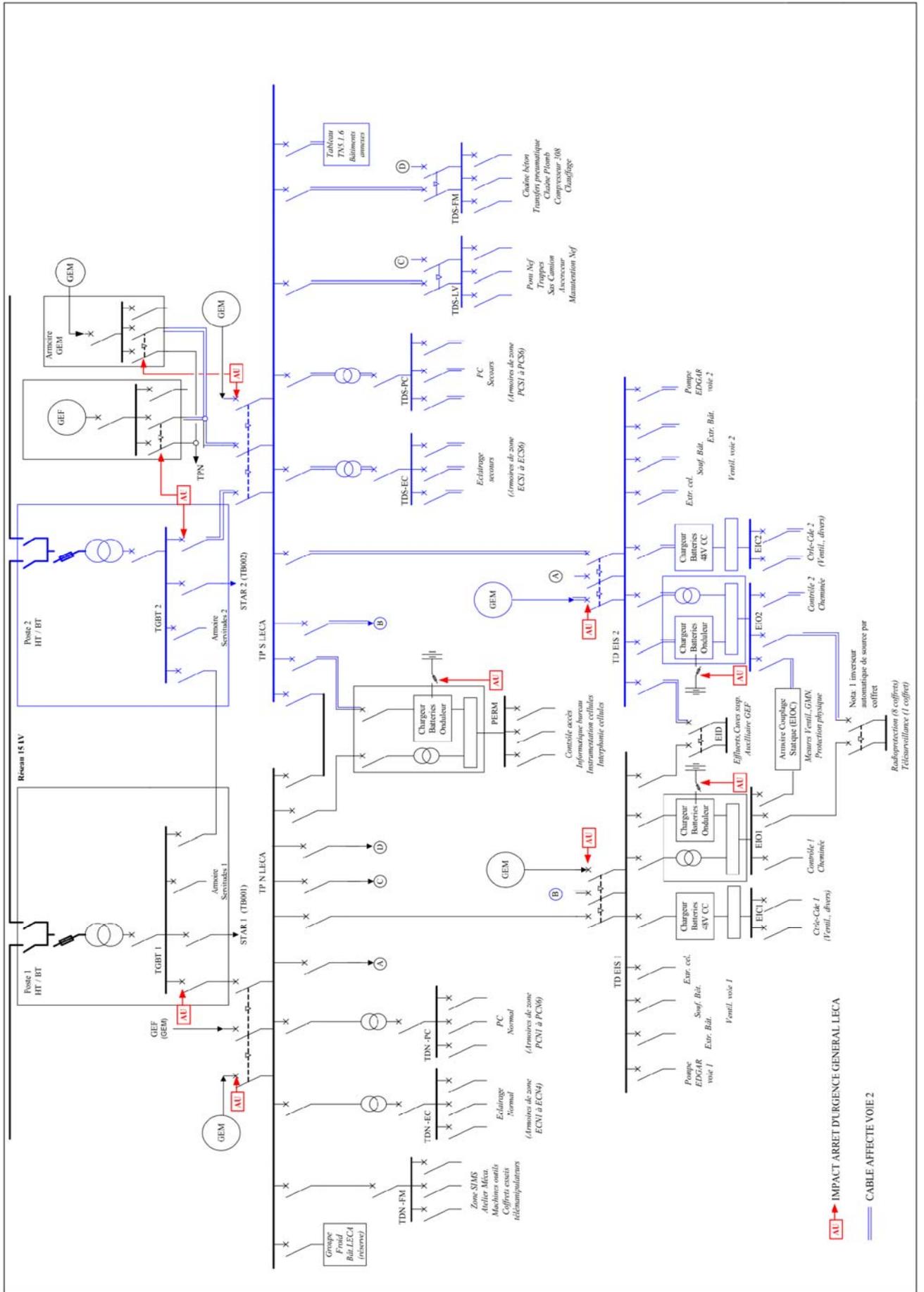
A partir des postes HT/BT, le réseau électrique du LECA en régime normal est organisé en deux voies électriques séparées appelées respectivement voie 1 et voie 2.

Les équipements électriques de la voie 1 sont alimentés par le Tableau Principal Normal TPN implanté dans un local au rez-de-chaussée côté Sud-Est, lui-même alimenté en situation normale par le poste 1 de transformation HT/BT.

Les équipements électriques de la voie 2 sont alimentés par le Tableau Principal Secouru TPS implanté dans un local au rez-de-chaussée côté Sud-Ouest, lui-même alimenté en situation normale par le poste 2 de transformation HT/BT.

Certains équipements sont alimentés en courant permanent à partir d'ensembles chargeurs/batteries avec ou sans onduleurs. Cette partie du réseau électrique est constituée du réseau permanent EIS (tableaux TDEIS1, EIO1 et EIC1 dans un local au sous-sol côté Nord-Ouest pour la voie 1 ; tableaux TDEIS2, EIO2 et EIC2 dans un local au sous-sol côté Nord-Est pour la voie 2) et du réseau permanent « utilités » (tableau PERM implanté dans un local à l'étage côté Nord-Ouest).

La figure ci-après présente l'architecture globale du réseau électrique :



Les sources d'alimentation électrique du LECA sont les suivantes :

- une source d'alimentation normale : le réseau EDF :
 - en situation normale, le Tableau Principal Normal (TPN) sur la voie 1 et le Tableau Principal Secours (TPS) sur la voie 2 sont alimentés par le réseau EDF via les deux postes HT/BT de l'INB,
- une source d'alimentation de secours raccordée à l'installation : groupe électrogène fixe (GEF),
- une source d'alimentation de secours mobile (provenant du Centre) et raccordable à l'installation : groupe électrogène mobile (GEM) ; le GEM peut être raccordable à trois niveaux différents :
 - sur l'armoire GEM, dans ce cas le GEM assure le même niveau d'alimentation que le GEF,
 - directement sur le tableau TPN ou TPS via un coffret implanté en façade Sud,
 - directement sur le tableau TDEIS 1 ou le tableau TDEIS 2 via un coffret en façade nord,
- des sources d'alimentation en courant permanent, ensembles chargeurs/batteries avec ou sans onduleurs alimentant les réseaux permanents :
 - chargeur de batteries 48V cc, pour le tableau EIC1 de la voie 1, dans le local au sous-sol côté Nord-Ouest (les batteries associées sont implantées dans la casemate du poste HT/BT de la voie 1),
 - chargeur de batterie onduleur 230 V pour le tableau EIO1 de la voie 1, dans le local au sous-sol côté Nord-Ouest (les batteries associées sont implantées dans la casemate du poste HT/BT de la voie 1),
 - chargeur de batteries 48V cc, pour le tableau EIC2 de la voie 2, dans le local au sous-sol côté Nord-Est (les batteries associées sont implantées dans la casemate du poste HT/BT de la voie 2),
 - chargeur de batterie onduleur 230 V pour le tableau EIO2 de la voie 2, dans le local au sous-sol côté Nord-Est (les batteries associées sont implantées dans la casemate du poste HT/BT de la voie 2),
 - chargeur de batterie onduleur 230 V pour le tableau PERM, dans le local à l'étage côté Nord-Ouest (les batteries associées sont implantées dans la casemate du poste HT/BT de la voie 2).

En cas de perte du réseau EDF simultanément sur les deux tableaux TPN et TPS, le Groupe Electrogène Fixe (GEF) de l'INB 55 ligné en situation normale sur le TPS est mis en service.

En cas de perte du réseau EDF et de défaillance du GEF, un Groupe Electrogène Mobile (GEM) est acheminé et raccordable préférentiellement via le tableau TPS.

Des dispositions constructives sont également prises pour faire jouer au tableau principal normal un rôle de tableau secouru en cas de défaillance ou d'indisponibilité du tableau principal secouru.

6.1.2 Postes HT/BT

Le Centre de Cadarache, alimenté par le réseau EDF sous une tension de 63 kV, délivre une tension de 15 kV aux deux postes extérieurs HT/BT.

Ces postes constituent la source électrique normale du LECA. Situés en extérieur côté Sud du LECA, dans des abris béton distincts, ils sont respectivement équipés d'un transformateur sec de 1 000 kVA et d'un tableau général basse tension (TGBT) fournissant une tension de 400 V triphasés.

Un seul poste suffit aux besoins de l'INB. Cependant, ils sont doublés pour des raisons de maintenance et de sûreté de fonctionnement. En régime nominal, les deux postes fonctionnent en permanence : le poste 1 dessert les tableaux principaux normaux (LECA et STAR) et le poste 2 dessert les tableaux principaux secours (LECA et STAR).

En cas de défaillance ou de maintenance sur un poste, l'intégralité de l'installation LECA/STAR est alimentée par le poste restant, le couplage entre les deux tableaux principaux (système de verrouillage à clé) étant alors fermé (fermeture manuelle).

6.1.3 Tableaux principaux Normal et Secours

Le TPN est implanté au rez-de-chaussée, dans la partie Sud Ouest du bâtiment. Il permet d'alimenter :

- le tableau divisionnaire EIS de la voie 1 TDEIS 1,
- les tableaux divisionnaires alimentant les consommateurs non secourus
- le réseau permanent « utilités » si besoin
- un des groupes froids de l'installation.

Le TPS est implanté au rez-de-chaussée, dans la partie Sud Est du bâtiment. Il permet d'alimenter :

- le tableau divisionnaire EIS de la voie 2 TDEIS 2,
- les tableaux divisionnaires alimentant les consommateurs secourus
- l'ensemble chargeur/batterie/onduleur du réseau permanent « utilités » (tableau PERM),
- le tableau alimentant les bâtiments annexes,
- le second groupe froid de l'installation.

Les tableaux LECA TPN et TPS peuvent être couplés manuellement de façon à assurer une continuité de l'alimentation normale pendant les phases de maintenance d'un transformateur HT/BT et du TGBT associé (alimentation des deux TP par un seul TGBT). En fonctionnement normal et sur GEF, le couplage est ouvert.

Les tableaux principaux comportent trois arrivées : une en provenance d'un TGBT (fonctionnement normal), une autre en provenance du GEF (Groupe Electrogène Fixe) sur laquelle il y a une commutation automatique en cas de manque tension sur le réseau normal, et une troisième pour raccordement d'un GEM (Groupe Electrogène Mobile) par raccordement manuel. En aucun cas les arrivées ne peuvent être mises en parallèle (interverrouillage).

En cas de perte du réseau EDF, la commutation automatique du GEF se fait préférentiellement sur le tableau principal secours TPS, ce qui permet de reprendre l'ensemble des tableaux de la voie 2 et les tableaux des EIS, la ventilation fonctionnant en régime réduit (une seule file de ventilateurs en service sur les deux existantes pour la ventilation générale du bâtiment).

En cas de défaut ou d'indisponibilité du TPS, alors que le réseau EDF est absent, le GEF peut alors être basculé sur le TPN. Les tableaux divisionnaires TDS FM et TDS LV du réseau de la voie 2 et les tableaux EIS sont munis d'inverseurs de source qui sont alors commutés sur le TPN pour retrouver l'alimentation du GEF.

En cas de perte du réseau EDF et de défaillance du GEF entraînant également l'impossibilité de connecter le GEM en secours direct du GEF, la connexion du GEM s'effectue directement au niveau du tableau TPS (préférentiellement) ou du tableau TPN. Le GEM permet l'alimentation :

- des tableaux EIS,
- des onduleurs EIO et des chargeurs EIC,
- du tableau permanent utilités (PERM),
- d'un tableau TD EC (éclairage sur un demi réseau).

6.1.4 Tableaux EIS

Les consommateurs constituant des EIS (selon la liste définie dans le référentiel de sûreté) sont alimentés à partir de deux tableaux divisionnaires (EIS 1, EIS 2) indépendants, affectés chacun à une voie 1 ou 2 d'alimentation électrique. Tous les consommateurs EIS non redondants peuvent être alimentés depuis l'un ou l'autre des deux tableaux par l'intermédiaire d'un sélecteur de source sur l'arrivée des coffrets subdivisionnaires desservant ces consommateurs (le basculement d'une voie sur l'autre s'effectuant de façon automatique par un basculeur en cas de perte d'énergie sur la voie raccordée, ou manuellement si nécessaire).

Certains de ces consommateurs EIS sont de plus alimentés en courant permanent par l'intermédiaire de chargeurs/batteries avec ou sans onduleur.

Chaque tableau EIS (voie 1 et voie 2) est équipé de trois arrivées : une arrivée depuis TPN (alimentation normale pour TD EIS 1, et de secours pour TD EIS 2), une arrivée depuis TPS (alimentation normale pour TD EIS 2, et de secours pour TD EIS 1) et une arrivée pour raccordement d'un GEM (commutation uniquement manuelle). En aucun cas les arrivées ne peuvent être mises en parallèle (interverrouillage).

En cas d'indisponibilité d'un des deux tableaux principaux, chaque tableau EIS peut être connecté au tableau restant en service.

En cas de défaillance des deux tableaux principaux ou en cas de perte du réseau EDF et du GEF, il est possible de venir réalimenter l'un des deux tableaux EIS par l'intermédiaire d'un GEM. Les équipements électriques propres à chaque voie EIS sont implantés dans des locaux séparés et situés dans des compartiments feu différents.

6.1.5 Groupe Electrogène Fixe (GEF)

Ce générateur a un rôle d'alimentation de secours pour une partie de la distribution du LECA et de STAR. Implanté dans un bâtiment annexe à proximité des postes HT/BT, il est constitué d'un groupe moteur diesel et d'un alternateur.

Le GEF possède deux types de démarreurs redondants : électrique sur batteries, ou pneumatique par bouteilles d'air comprimé. Le choix du type de démarreur est manuel.

Il peut démarrer :

- soit en mode manuel,
- soit en mode automatique, par deux relais à sécurité positive (un pour le TPS et un pour le TPN) qui surveillent la présence de la tension sur chacune des phases sur les jeux de barres des tableaux principaux. Le GEF ne démarre que s'il détecte un manque de tension à la fois sur TPS et TPN.

Le GEF établit son régime nominal en moins d'une minute.

Il est directement alimenté en gasoil par une cuve tampon, située dans le bâtiment du GEF . Celle-ci est remplie par une pompe de relevage (pouvant être secourue par une pompe manuelle) qui puise le gasoil dans deux cuves enterrées entre le bâtiment du GEF et le LECA. Dès que le seuil bas est atteint (correspondant à environ une heure d'autonomie), la pompe de relevage s'enclenche. Le volume global de gasoil réparti sur les deux cuves enterrées permet, en cas d'urgence (incendie), de vidanger la cuve tampon dans les cuves enterrées. Les cuves sont toujours remplies de telle sorte que le GEF ait une autonomie supérieure à 13 heures.

Le bâtiment du GEF, renfermant la cuve d'alimentation, possède de nombreuses aérations, dont un volet roulant d'une surface de plusieurs m² s'ouvrant automatiquement lorsque le GEF démarre. Les gaz d'échappement du GEF sont évacués au-dessus du local, et la cuve dispose d'un évent donnant dans le bâtiment. Le local est protégé par un chauffage, et la présence d'antigel garantit la fluidité du gasoil jusqu'à - 20 °C.

Le GEF est capable de délivrer une puissance suffisante pour répondre aux besoins de l'installation dans cette configuration.

Après rétablissement des sources d'alimentation normale, le basculement sur celles-ci et l'arrêt du GEF est manuel (commandé par l'installation).

6.1.6 Groupe Electrogène Mobile (GEM)

Selon une convention qui lie l'INB 55 et le Centre de Cadarache, un GEM autonome pouvant délivrer une puissance compatible avec l'autonomie des batteries des onduleurs alimentant les EIS.

Le GEM est raccordable en cinq points du réseau électrique comme décrit ci-avant :

- un coffret sur l'extérieur du bâtiment du GEF pour alimenter la même ligne de puissance que celle du GEF (réseau secouru), au LECA et à STAR, avec les délestages prévus,
- un coffret sur le mur Sud du bâtiment LECA permettant le raccordement du GEM sur un tableau principal TPN ou TPS,
- un coffret sur le mur Nord du Bâtiment LECA permettant le raccordement du GEM sur un tableau divisionnaire EIS (voie 1 ou 2).

6.1.7 Chargeurs/batteries et onduleurs

Les chargeurs/batteries, avec ou sans onduleur, sont des dispositifs constitués de batteries qui servent de tampon entre une alimentation amont et un appareil en aval.

On distingue le réseau permanent EIS et le réseau permanent utilités.

Le réseau permanent utilités permet d'alimenter les consommateurs tels que l'interphonie cellules, le contrôle d'accès, l'informatique de bureaux, l'instrumentation cellules. La source de courant est constituée par un ensemble chargeur/batterie/onduleur avec une autonomie de l'ordre de 15 minutes. L'objectif est de palier aux micro-coupures et aux délais de reprise en secours par le GEF.

Le réseau permanent EIS est composé de deux ensembles identiques rattachés chacun à une voie (1 ou 2).

Sur chaque voie sont raccordés :

- un chargeur/batteries/onduleur assurant une autonomie minimale de 4 heures aux utilisateurs raccordés,
- un chargeur/batterie 48 V cc dédié au contrôle commande des systèmes de ventilation enceintes et ambiance.

Les éléments alimentés par le réseau permanent sûreté 230 V sont :

- le TCR, les mesures Radioprotection,
- le contrôle rejets cheminée,
- les mesures de dépressions des locaux et des gaines,
- la sonorisation,
- la DAI,
- la télésurveillance (automate programmable, supervision).

Les EIS redondants sont alimentés de façon indépendante par une des deux voies. Les éléments classés sûreté non redondants sont alimentés par l'une des deux voies. Lors de certaines situations dégradées, un basculement automatique de leur alimentation sur l'autre voie est effectué au niveau de leur coffret subdivisionnaire, ou au niveau d'une armoire de couplage statique.

Les ensembles chargeurs/batteries/onduleurs du réseau permanent EIS sont dimensionnés de façon à assurer une autonomie d'au moins 4 h aux éléments à maintenir lors de situations nécessitant l'approvisionnement d'un GEM. Les fonctions à maintenir sont essentiellement la radioprotection, le contrôle des rejets et la sonorisation.

Le contrôle commande des registres d'isolement des compartiments confinement et des clapets coupe-feu des compartiments feu qui sont asservis à la DAI sont alimentés sur réseau normal avec batterie autonome de secours assurant la permanence du courant en cas de perte de l'alimentation électrique normale.

Enfin les équipements de téléalarme et la centrale incendie possèdent leurs propres onduleurs leur assurant après « épuisement » des batteries de l'ensemble chargeur/batteries/onduleur sûreté 230 V une autonomie supplémentaire de l'ordre de :

- 6 heures pour la centrale DAI,
- 1 heure pour la télésurveillance.

6.1.8 Arrêt d'urgence

En cas de besoin, le LECA dispose de boutons d'Arrêt d'Urgence (AU) reliés entre eux par une boucle.

Il s'agit de systèmes à manettes nécessitant une action volontaire, ce qui permet de limiter le risque de déclenchement intempestif.

En cas de manque de tension sur la boucle AU (manœuvre d'une manette ou rupture de fil) :

- un relai coupe automatiquement les sources électriques du LECA. Seuls restent disponibles les équipements alimentés par le réseau permanent très basse tension (48 V cc) ;
- un synoptique situé près du PC LECA signale la localisation de l'arrêt d'urgence déclenché.

6.2 Perte des alimentations électriques externes

En cas de perte des alimentations électriques externes, l'alimentation électrique de la voie secourue est reprise automatiquement par le GEF (13h d'autonomie), ce qui permet de rétablir le confinement dynamique des cellules.

Les EIS sur courant permanent (Contrôles contamination et rayonnement, contrôle rejets cheminée, mesures de dépressions des locaux, sonorisation, DAI, télésurveillance) restent alimentées sans coupure.

Tous les équipements de la chaîne des cellules béton, qui concourent à la mise en sécurité de l'installation, sont alimentés électriquement par le TPS (et donc secours) et restent disponibles pour les opérations de mise en sécurité, après reprise par le GEF.

Dès la détection de la perte des alimentations électriques externes, un message audio est diffusé dans l'INB, les opérateurs cessent immédiatement toute activité, et appliquent la procédure de mise en sécurité de l'installation.

6.3 Perte des alimentations électriques externes et des alimentations internes

6.3.1 Perte des alimentations électriques externes et des alimentations de secours conventionnelles

La perte du réseau 15kV et la défaillance du GEF entraînent la perte du confinement dynamique des cellules et du bâtiment, mais le confinement statique reste assuré.

Un GEM permet, dans un intervalle de 4 heures, de réalimenter les EIS secours.

Les EIS sur courant permanent (contrôles contamination et rayonnement, contrôle rejets cheminée, mesures de dépressions des locaux, sonorisation, DAI, télésurveillance) restent alimentés.

Dans cette situation, les actions prévues sont :

- Un message audio est diffusé dans l'INB, les opérateurs cessent immédiatement toute activité, et appliquent la procédure de mise en sécurité de l'installation,
- La demande d'approvisionner un GEM est transmise aux services du Centre,
- Les zones à risques radiologiques sont évacuées.

L'autonomie des batteries pendant 4h est suffisante pour alimenter les EIS en attente de la connexion du GEM (ou du retour des alimentations électriques externes).

6.3.2 Perte des alimentations électriques externes et de toutes les alimentations de secours

En cas d'indisponibilité du GEF et non connexion d'un GEM dans les quatre heures après la perte des alimentations électriques externes, les EIS sur courant permanent sont maintenus en fonctionnement pendant au moins 4h, alimentés par les systèmes de chargeurs/batteries/onduleurs. L'installation se trouve alors en situation de confinement statique.

Une durée importante sans réalimentation électrique (externe ou secours) aboutirait à l'arrêt du fonctionnement des EIS sur courant permanent, et notamment la perte des fonctions de surveillance. Cependant, ces pertes n'impliqueraient pas d'aggravation de la situation car l'installation est déjà en position de repli.

Les cas où la perte des alimentations électriques intervient alors qu'il y a en cours, soit un accostage d'emballages, soit une entrée ou sortie de matériels de cellule, sont pris en compte dans les procédures de mise en position de sécurité du LECA.

6.4 Conclusion

La perte totale des alimentations ne conduirait pas à un risque d'effet falaise.

Suite à la décharge complète des batteries des EIS de contrôle et de surveillance, l'installation se trouve alors en situation de confinement statique sans évolution notable de la situation.

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 relient 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 Direction Régionale 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.

Le LECA est situé à plus d'1,5 km de la route départementale D952. Ainsi, les effets des risques liés à la présence de cet axe routier, définis dans la Présentation Générale de la Sûreté de l'Etablissement du CEA Cadarache (explosion, incendie liés au transport de matières dangereuses) ne sont pas susceptibles d'atteindre l'installation.

Par ailleurs, les installations (ICPE et INB) environnantes du LECA peuvent être à l'origine de risques.

Concernant les ICPE nucléaires proches du LECA (le « Laboratoire d'oxydes d'uranium » et le « Laboratoire Radionucléides à Vie Longue »), les études de danger de ces installations démontrent l'absence de risque conséquent pouvant porter atteinte à l'intégrité du LECA. En cas de dissémination de matières radioactives provenant de ces ICPE, les moyens de protection du personnel du LECA vis-à-vis des risques d'exposition sont adaptés et suffisants. Par ailleurs, en cas de dégradation du génie civil de ces ICPE consécutives à un séisme extrême, les débris et projectiles engendrés ne conduiraient pas à remettre en cause l'intégrité physique du bâtiment LECA, notamment du fait de leur éloignement.

Concernant la chaufferie du Centre, des accidents d'incendie, et d'explosion au niveau de la zone de stockage d'hydrocarbure ou concernant l'arrivée de gaz naturel peuvent survenir et sont identifiés dans le PUI. Etant donné la distance entre les zones de la chaufferie du Centre présentant ces risques et le LECA (distance minimale de 200 m), les effets induits (fumées toxiques et onde de surpression) ne sont pas susceptibles de remettre en cause l'intégrité du bâtiment LECA, ni les moyens de gestion de crise prévus par l'exploitant du LECA.

Le rapport de sûreté de l'INB 164 (Conditionnement et Entreposage de Déchets Radioactifs) réalisant des opérations sur des colis faiblement et moyennement irradiants n'identifie pas de risque conséquent pouvant porter atteinte à l'intégrité du LECA. Un relâchement de matières radioactives provenant de cette INB ne conduirait pas à remettre en cause les moyens de gestion de crise prévus pour gérer une situation extrême sur le LECA.

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

- 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 impacte 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.

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 informées 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.

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

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 :

- 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 son représentant :

- en heures ouvrables, 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 ci-après :

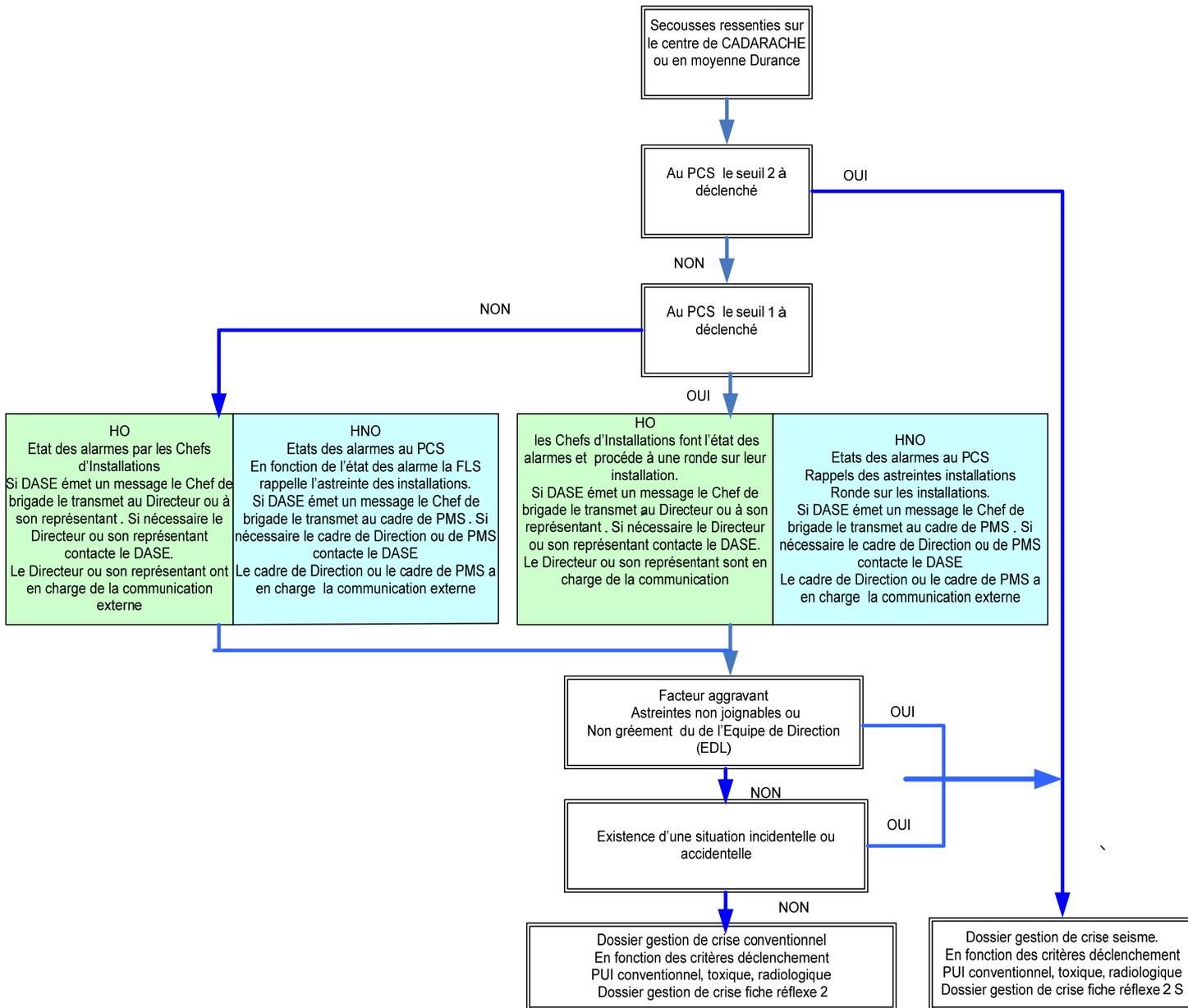


Figure 12 : Modalités de déclenchement de la gestion de crise séisme

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 mis 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

Le risque d'effet falaise identifié pour le LECA est un séisme extrême suivi d'un incendie généralisé en cellules béton. Les mesures prévues dans le cadre de la gestion de la crise du Centre pour gérer cette situation accidentelle vont dépendre de l'état des structures de génie civil du bâtiment LECA.

Dans le cas d'une dégradation partielle des structures, compatible avec la présence de personnel à l'intérieur de celles-ci, les mesures prévues notamment dans les procédures du LECA, consistent à :

- réaliser, immédiatement, un diagnostic de la situation initiale :
 - inspection et suivi des structures du génie civil, permettant notamment de connaître l'état des barrières de confinement (cellules et parois du bâtiment donnant sur l'extérieur),
 - détection visuelle d'un éventuel départ de feu en cellules (dégagement de fumées au niveau des fissures ou des traversées du bloc cellules ou au niveau des locaux entourant le bloc cellules (ZAV, ZAR, nef, sous-sol)),
 - évaluation du terme source présent dans les cellules de la chaîne béton.
- Effectuer les actions de prévention et de limitation des conséquences liées à la situation à risque d'effet falaise :
 - vérifier la réalisation de la coupure des alimentations électriques normales et secourues du LECA ainsi que des utilités,
 - mettre en œuvre les moyens de protection et de surveillance du personnel devant intervenir (protection des voies respiratoires, surveillance radiologique, tenue spécifique si besoin, casque,...),
 - réaliser les actions de mise en sécurité de l'installation, si possible et d'amélioration du confinement si besoin,
 - mettre en œuvre des moyens permettant de maîtriser un départ de feu en cellules.

La mise en œuvre des mesures présentées serait pilotée par le Centre conformément aux dispositions présentées dans l'Evaluation Complémentaire de Sécurité du site.

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 2 types de prestations auxquelles l'INB 55 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,
- les prestations passées par des prescripteurs de l'installation.

Les domaines pour lesquels l'installation peut faire appel à des prestataires dont les actions sont pilotées par l'INB ou par les unités support du centre de Cadarache sont détaillées ci-après :

L'exploitation :

- Opérations d'exploitation dans l'INB55 LECA STAR relatives aux opérations de Zones ARrières et à la gestion des déchets (contrat ZAR) (INB)
- Prestation d'assistance technique à la gestion des déchets de l'INB 55 (INB)
- Détermination de l'activité radiologique par spectrométrie gamma des déchets LECA-STAR (INB)

La maintenance et les Contrôles et Essais Périodiques :

- télésurveillance, sonorisation, extincteurs automatiques, appareils de mesure oxygène, informatique, radioprotection, télémanipulateurs, électromécanique, appareils à pression, distribution électrique, chauffage, matériels d'extinction, filtres, contrôles (unités support)
- contrôleurs de radioprotection C2000, assistance suivi CEP, étanchéité cellules et BâG (INB)

Certaines compétences propre à l'exploitation de l'installation ne sont pas sous-traitées (ex. : Gestion de la coactivité, gestion des matières nucléaires, par exemple).

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).

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.

9. SYNTHÈSE

A la demande de l'ASN, le CEA a mené une évaluation complémentaire de la sûreté de l'installation LECA, 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. Elle a permis d'identifier des études ou dispositions complémentaires qui peuvent être envisagées pour améliorer la robustesse de l'installation face à des situations extrêmes. Ces actions, rappelées ci-après, pourraient être mises en œuvre au regard de l'amélioration qu'elles seraient susceptibles d'apporter en termes de prévention, de résistance, ou de gestion des accidents.

La présente Evaluation Complémentaire de Sûreté porte sur l'installation actuelle telle que construite et exploitée au 1^{er} janvier 2012. L'INB 55 – LECA est actuellement en exploitation nominale dans le cadre de son référentiel de sûreté.

9.1 Bilan de l'évaluation complémentaire de la sûreté

L'évaluation complémentaire de sûreté menée sur l'INB LECA a conduit à identifier un risque d'effet falaise engendré par un éventuel incendie consécutif à un séisme et susceptible de conduire à une dissémination importante de matières radioactives.

Séisme :

L'analyse des marges évaluées montre que :

- la stabilité des cellules béton seules et des équipements associés pris isolément est globalement assurée sous SMS de façon intrinsèque,
- cette stabilité ne peut cependant pas être assurée compte tenu des marges insuffisantes sur les structures de génie civil du Bâtiment Principal du LECA, du bâtiment UO2 et du bâtiment Annexe de bureaux de STAR en vis-à-vis avec le LECA.

Il a été montré que la ruine totale du bâtiment n'est pas de nature à engendrer un risque d'effet falaise à elle seule.

Néanmoins, compte tenu de l'éventualité d'un possible incendie généralisé se propageant aux cellules par effet induit du séisme, un risque d'effet falaise ne peut être écarté.

Inondation externe :

Après prise en compte des situations pouvant conduire à un risque inondation, l'analyse des conditions extrêmes de ces phénomènes montre qu'aucun risque d'effet falaise n'est identifié, même en cas d'inondation largement plus importante que celle prise en compte pour le dimensionnement.

Autres phénomènes naturels extrêmes :

Les conditions météorologiques extrêmes (vents violents, grêle, foudre) ne présentent pas de risque d'effet de falaise.

De même, il n'a pas été identifié de risque d'effet falaise supplémentaire en cas de cumul d'un séisme dépassant le niveau de séisme pour lequel l'installation est dimensionnée et la rupture d'ouvrages hydrauliques locaux (barrages, canal de Provence).

Perte des alimentations électriques :

Il n'a pas été identifié de risque d'effet falaise dans le cas de la perte de toutes les alimentations électriques. L'installation est conçue pour être mise rapidement en position de sécurité et se retrouve alors en situation de confinement statique.

Conditions de 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.

9.2 Bilan des dispositions complémentaires qui pourraient être mises en place au regard de l'amélioration qu'elles seraient susceptibles d'apporter en termes de résistance des composants, de renforcement de l'indépendance entre les différents niveaux de défense de l'installation ou de gestion de l'accident.

Au regard du risque d'effet falaise potentiel identifié, lié à un incendie consécutif à une dégradation du confinement des matières, en raison de l'occurrence d'un séisme du niveau considéré dans l'ECS, il est proposé de mettre en œuvre une disposition de protection complémentaire de l'installation. Elle consiste en l'implantation pour le LECA d'un dispositif de coupure automatique des alimentations électriques sur détection sismique afin de limiter le risque de départ de feu.

Le bâtiment annexe des bureaux de l'extension STAR, identifié comme un agresseur des SSC, a fait l'objet d'études de renforcements en vue d'assurer sa stabilité. La réalisation de ces travaux permettra d'éliminer son interaction potentielle avec le LECA en cas de séisme.

Le bloc dénommé « bâtiment UO2 », susceptible d'interagir en cas de séisme avec le bâtiment LECA sera déconstruit au cours de l'année 2013.

Par ailleurs, le réexamen de sûreté du LECA est en cours et conduira à renforcer la robustesse de l'installation vis-à-vis du séisme.

Au titre de la robustesse, concernant le risque d'inondation non susceptible d'entraîner un risque d'effet falaise, il est cependant envisagé les dispositions d'améliorations suivantes :

- mise en œuvre d'une pompe mobile en cas d'entrée d'eau significative dans l'installation,
- création d'un dos d'âne à l'entrée du portail sud pour éviter que le ruissellement provenant de la route ne se retrouve en partie dans l'installation,
- amélioration de l'étanchéité de l'Enceinte de Traitement de Déchets.

Aucun noyau dur propre au LECA n'est envisagé. Néanmoins, la gestion de crise conduirait à solliciter celui du Centre de Cadarache.